

小型柴油机维修

入门与技巧

谭影航 编著

XIAOXING CHAIYOUJI WEIXIU RUMEN YU JIQIAO



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

小型柴油机维修入门与技巧

谭影航 编著



机械工业出版社

本书以 S195 型、S1100 型、ZS1110 型和 ZS1115 型四种柴油机为主,结合缸径在 115mm 以下的其他小功率单缸、双缸柴油机,简要介绍了柴油机的结构原理,详细叙述了柴油机使用保养、拆卸清洗、零件鉴定、零件修理、装配调整、故障排除等使用维修技术,并附有常用机型的技术规格和配合间隙。

本书内容通俗易懂,图文并茂,初中以上文化程度的读者均可自学、自拆、自修、自装,是一本农用柴油机使用维修人员的实用书籍。

图书在版编目(CIP)数据

小型柴油机维修入门与技巧/谭影航编著. —北京:
机械工业出版社, 2013. 10
ISBN 978-7-111-43846-5

I. ①小… II. ①谭… III. ①柴油机—维修 IV. ①TK428

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 203691 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐巍 责任编辑:徐巍 版式设计:常天培

责任校对:闫玥红 封面设计:陈沛 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 16.75 印张 · 410 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-43846-5

定价: 39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

小型柴油机性能良好、结构紧凑、移动方便、价格便宜、使用可靠、配件齐全、拆装简单、维修方便，广泛地应用在我国农村的每一个角落，是拖拉机及农机具、整地机械、收获机械、排灌机械、植保机械、农副产品机械等农业机械主要的配套动力。

为了提高农村农民的农业机械维修技术水平，适应农民自学维修柴油机的需要和满足农民迫切希望学习柴油机技术的愿望，作者将十多年来在国家级、省级杂志和报刊中发表的 100 多篇关于拖拉机和柴油机使用维修技术的文章，以及本人在农机行业中积累的维修经验编入本书中。例如：“检查柴油机技术状态的一般方法”（《汽车维修与修理》·1998 年第 2 期）、“起动喷孔堵塞的预防与补救措施”（《柴油机》·1999 年第 4 期）、“影响发动机配气相位的因素分析”（《农机维修》·1994 年第 4 期）、“凸轮轴凸轮磨损后气门间隙的调整”（《贵州农机化》·1995 年第 1 期）、“柴油机气门间隙的优化调整”（《现代化农业》·2000 年第 11 期）、“柴油机燃油系常见故障在车上的检查与诊断”（《汽车实用技术》·2001 年第 9 期）、“小型单缸柴油机供油提前角的几种检查调整方法”（《城郊农机实用科技》·1996 年第 5 期）、“小型柴油机润滑系常见故障的原因分析”（《浙江农村机电》·1996 年第 3 期）、“小型风冷柴油机过热的原因及排除”（《江苏农机与农艺》·1997 年第 5 期）、“小型柴油机上几种轴的安装”（《广东农机》·1995 年第 3 期）、“柴油机配合件中的凸出量和下陷值不可忽视”（《广西农业机械化》·1998 年第 5 期）等优秀短文都编入书中，给本书增添了新的光彩，对农民朋友有很大的实用价值。

本书系统全面，既有理论，又有实践和实例，配有大量图片，直观形象，文字通俗，叙述简明，便于阅读，容易理解，具有新颖实用的特点。本书可作为小型柴油机机手和修理人员自学用书，也可作为农村劳动力转移技能培训用书和返乡农民工技术培训用书。

由于作者水平有限，书中的错漏之处在所难免，恳请读者指正。

本书照片图版权属作者所有，未经许可，不得使用 and 翻印。

作 者



目 录

前言

第一章 概述与构造原理	1
一、小型柴油机的型号	1
二、柴油机主要名词解读	3
三、小型柴油机的工作原理	3
四、小型柴油机的主要性能指标	6
五、柴油机的机体零件	7
六、曲柄连杆机构	14
七、配气机构和进排气系统	22
八、燃油供给系统与调速器	28
九、润滑系统	42
十、冷却系统	48
十一、起动装置	50
第二章 小型柴油机拆装、维修所用的工具	54
一、拆装、维修所用的工具	54
二、测量工具及检测仪器	60
第三章 小型柴油机的使用与技术保养	62
一、柴油机的使用	62
二、柴油机的保养	65
第四章 小型柴油机维修必备知识	69
一、柴油机故障的形成原因	69
二、零件的摩擦和磨损	70
三、配合件磨损的一般规律	71
四、小型柴油机的修理	72
五、小型柴油机零件的鉴定	73
六、小型柴油机零件修理的基本方法	74
七、怎样保证柴油机的修理质量	76
八、小型柴油机维修的工艺流程	77
第五章 小型柴油机主要系统不拆卸检查	78
一、气缸压力的检查	78
二、气缸漏气量的检测	79
三、进气管真空度的检查	79
四、曲轴箱窜气量的检测	79
五、配气相位的检查	80

六、供油提前角的检查	80
七、柱塞偶件严密性、磨损程度的检查	81
八、出油阀偶件严密性、磨损程度的检查	82
九、单缸喷油泵供油量的检查	82
十、润滑系统机油压力的检查	82
十一、机油泵输油量的检查	83
十二、柴油机转速的测量	83
第六章 小型柴油机的拆卸与清洗	84
一、小型柴油机的正确拆卸	84
二、零件的清洗	96
第七章 机体零件的修理	98
一、机体的修理	98
二、气缸盖的修理	101
三、气缸套的修理	106
四、齿轮室盖的修理	110
五、单缸柴油机气缸垫烧损的原因与判断	110
六、S195 型柴油机气缸漏水的检查与判断	111
第八章 曲柄连杆机构的修理	112
一、活塞组件的修理	112
二、连杆组件的修理	117
三、曲轴组件的修理	122
四、平衡轴的修理	131
第九章 配气机构的修理	133
一、气门组的修理	133
二、传动组的修理	141
三、驱动组的修理	143
第十章 燃油供给系统的修理	147
一、喷油泵的修理	147
二、调速器的修理	152
三、输油泵的故障检修	154
四、喷油器的修理	155
五、油箱的焊补修理	160
六、柴油滤清器的缺陷与维护	160
第十一章 润滑系统的修理	162
一、转子式机油泵的修理	162
二、齿轮式机油泵的修理	163
三、机油滤清器的故障与检修	164
四、机油压力指示器的故障	165
五、单缸柴油机润滑系统的技术维护与维修、装配要点	165

第十二章 冷却系统的修理	168
一、散热器的维修	168
二、水泵的修理	169
三、节温器的故障检修	170
四、风扇的维修	170
五、V 带的更换	171
第十三章 小型柴油机的装配	172
一、零部件装配的技术数据及其不可忽视的部位	172
二、机体组零件、曲柄连杆机构零件的更换、修配与装复	175
三、配气机构的装复	189
四、燃油系统部件与总成的安装	195
五、润滑系统与冷却系统的安装	201
六、单缸柴油机装配注意事项	202
第十四章 小型柴油机主要部位的调整	213
一、单缸柴油机主要部位的调整	213
二、多缸柴油机主要部位的调整	220
第十五章 小型柴油机常见故障与排除技巧	225
一、柴油机的故障现象	225
二、柴油机故障分析、诊断方法	225
三、小型柴油机故障分析实例	227
四、小型柴油机常见故障与排除方法	233
附录 常用小型柴油机的技术规格和配合间隙	251
参考文献	259

柴油机是将柴油和空气形成的可燃混合气，在气缸内部燃烧产生热能，然后再把热能转变为机械能对外做功的一种机器。小型柴油机主要由机体零件、曲柄连杆机构、配气机构和进排气系统、燃油供给系统与调速器、润滑系统、冷却系统、起动装置等七大部分构成，如图 1-1 所示。本章以 S195 型、S1100 型、ZS1110 型和 ZS1115 型四种单缸柴油机为主，同时，兼顾到其他型号，简要介绍其结构原理。

农用小型柴油机一般是指标定功率在 20.22kW(27.5 马力)以下的单缸柴油机。目前国内产单缸柴油机有 60、65、70、75、80、85、90、95、100、105、110、115、120、125 等 14 个系列，这些数字表示缸径。它们大部分是卧式，部分是直立式，也有的气缸中轴线呈 45° 倾斜。部分缸径在 75mm 以下的柴油机采用风冷，其余均为水冷。195 型柴油机及其变型产品是目前产量最大、使用最广的一种机型。

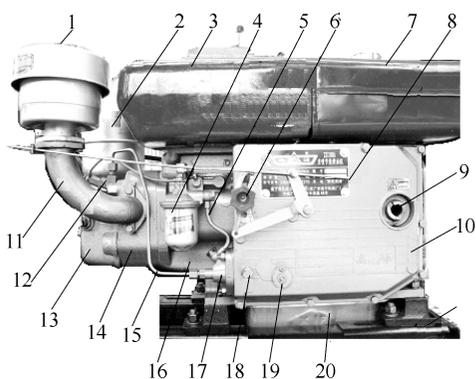


图 1-1 S195、195S 型柴油机外形

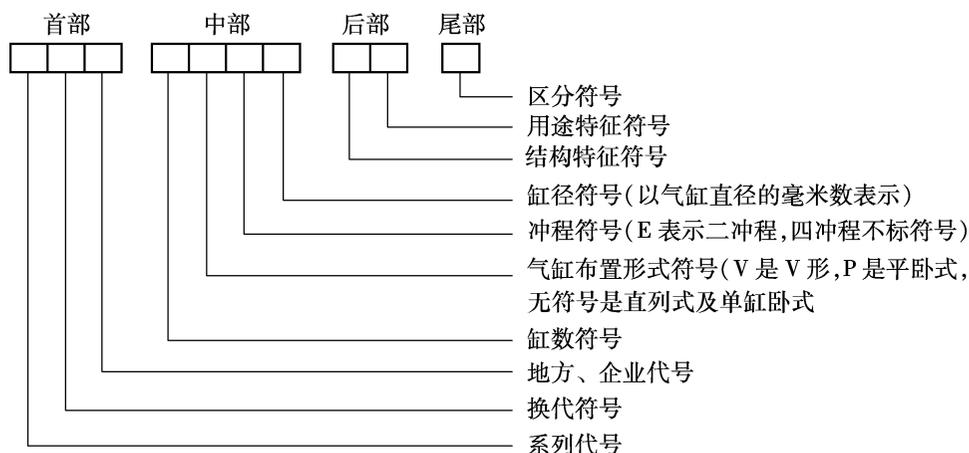
- 1—空气滤清器 2—消声器 3—散热器 4—柴油滤清器 5—低压油管 6—加速手柄 7—油箱
8—油门拉杆 9—起动轴 10—齿轮室盖 11—进气管 12—喷油器 13—气缸盖罩 14—气缸盖
15—高压油管 16—机体 17—喷油泵 18—检视窗 19—泵油扳手座 20—油底壳

一、小型柴油机的型号

1. 柴油机型号中的字母与数字

关于内燃机型号的编制方法，GB/T 725—2008《内燃机产品名称和型号编制规则》规定的主要内容有下列四部分组成。

- 1) 首部：在型号之前冠以特定的字母，表示的是系列符号和换代标志符号。
 - 2) 中部：第一位用数字表示一台内燃机所具有的气缸数目；第二、第三位用字母表示气缸排列形式和行程数符号，无符号是四行程、直列式或单缸卧式；第四位用数字表示气缸直径，单位是 mm。
 - 3) 后部：用字母表示产品用途和结构特征符号。
 - 4) 尾部：用数字表示产品的变型符号或者区分符号。
- 柴油机型号表示方法如下：



用途特征和机器特征符号说明：T—拖拉机或农业机械用，G—工程机械用或固定式用，D—发电机用，Q—汽车用，N—农用车用，C—船用，M—摩托车用，L—林业机械用，J—铁路机车用，Z—增压，F—风冷。

2. 柴油机型号示例

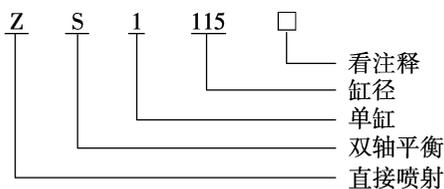
柴油机型号中前面的字母表示系列代号或企业代号，第一个数字表示气缸数，后面的数字表示气缸直径，单位为 mm，后面的字母为用途特征代号。例如：

YC4108ZQ—“玉柴”、四缸、四冲程、缸径 108mm、水冷、增压、汽车用。

495T—四缸、四冲程、缸径 95mm、水冷、拖拉机用。

CZ2105T—地方或企业符号、两缸、四冲程、缸径 105mm、水冷、农业机械用。

ZS1115 型柴油机，型号解释详见下述：

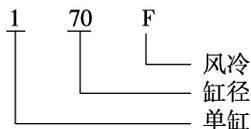


注释：

G—双滚 M—电起动 N—凝气冷却

F—风冷 A—滑动轴承

170F 型柴油机，型号解释详见下述：



3. 小型单缸柴油机变型

许多厂家为了提高柴油机的功率和适应性，对柴油机的结构和性能进行了一系列的挖潜改造，出现了许多新的产品。变型改造的途径主要有以下几种：

1) 采用了新型的直喷燃烧系统。由原来的涡流室柴油机变型改造为直喷式柴油机，如 S195、S1100 型柴油机变型为 ZS1105、ZS1110、ZS1115 型柴油机，具有功率大、耗油少、易起动的优点。

2) 增加转速和活塞行程。如 195 型柴油机, 保持气缸直径不变, 将活塞行程由 115mm 增加到 120mm, 转速由 2000r/min 提高到 2200r/min, 同时改变燃烧室的结构, 其功率便由 8.8kW 增加到 11kW。重庆柴油机厂生产的 CC195 型柴油机就属于这种情况。

3) 扩缸以增大气缸排量。扩缸就是以原有产品为基础, 保持活塞行程不变, 扩大气缸直径, 从而增大柴油机的排量, 使输出功率增加。例如: 195 型柴油机的缸径由 95mm 扩大到 100mm, 并进行相应的改进设计, 使新机功率(原来为 8.8kW)增加到 11kW。

4) 采用了新型的润滑油路设计和过滤结构, 加装了机油滤清器和新型压力显示装置, 使柴油机各运动部件润滑更加可靠。如 ZH1115、ZH1125 型柴油机就属于这种情况。

5) 由原来的滑动轴承变型为滚动轴承, 提高了轴承使用寿命, 减少了摩擦阻力。如 ZS1110、ZH1110、SR1110 型等柴油机就属于这种情况。

6) 采用闭式冷却和电起动。为了适应不同使用条件的需要, 有的取消开式蒸发水冷系统, 采用封闭式水冷(如 195L 型柴油机); 有的改用电起动(如 195D 型柴油机)。由于此类柴油机的曲轴要驱动冷却风扇或者发电机, 需额外消耗一定的功率, 所以其标定功率低于相应的开式蒸发水冷柴油机。

二、柴油机主要名词解读

1. 上止点和下止点

活塞在气缸内直线往复运动的两个极限位置称为止点; 活塞顶距曲轴中心线最远的位置称为上止点; 活塞顶距曲轴中心线最近的位置称为下止点。

2. 活塞行程

上、下止点之间的距离称为活塞行程, 也称为活塞冲程。活塞行程 S 等于曲柄半径 r 的两倍, 即 $S = 2r$ 。

3. 燃烧室和燃烧室容积

活塞在上止点位置时, 活塞顶部与气缸套、气缸垫及气缸盖所围成的空间称为燃烧室, 其容积的大小称为燃烧室容积。

4. 气缸工作容积和气缸总容积

上、下止点之间的气缸容积称为气缸工作容积, 又称为柴油机单缸排量。活塞运动至下止点位置时, 活塞顶以上的全部空间容积称为气缸总容积。即

$$\text{气缸工作总容积} = \text{气缸工作容积} + \text{燃烧室容积}$$

5. 压缩比

压缩比是用来描述, 活塞由下止点运动到上止点时, 气缸内的气体被压缩的程度。压缩比 = 气缸总容积/燃烧室容积。一般小型单缸柴油机的压缩比为 20 ~ 22。

6. 工作循环

柴油机每次经过四个行程: 进气、压缩、做功和排气, 称为一个工作循环。

三、小型柴油机的工作原理

1. 柴油机的工作原理

我们用古代的大炮为例, 来说明柴油机的工作原理。古代大炮的炮筒是一个一端密封的圆筒, 密封端有一个装有导火线的小孔, 筒里边放上炸药。点燃炸药后, 火药在密闭的容积

下燃烧，产生高温、高压的气体，气体急剧膨胀则将炮弹发射出去。柴油机的工作原理和古代大炮发射炮弹的道理相似，是利用柴油在密闭的气缸内燃烧爆炸，放出大量热量，使气缸内气体产生高温、高压，急剧膨胀推动活塞直线往复运动，通过活塞销和连杆使曲轴旋转，与曲轴连接在一起的飞轮和带轮随之转动，再通过 V 带拖动工作机械进行作业。

2. 单缸四冲程柴油机的工作过程

小型柴油机一般是四冲程柴油机，其基本结构如图 1-2 所示。单缸四冲程柴油机的工作过程如图 1-3 所示。

1) 进气行程。由于飞轮的惯性作用，曲轴旋转带动活塞从上止点运动至下止点，通过配气机构使进气门打开，排气门关闭，气缸内容积增大，缸内与缸外产生压差，新鲜空气就被吸入气缸。

2) 压缩行程。曲轴靠飞轮惯性力继续旋转，带动活塞从下止点运动至上止点，通过配气机构使进气门和排气门都关闭，使气缸内形成密封的空间，气缸内的容积减小，气体受到压缩，压力增大、温度升高。

3) 做功行程。当压缩行程接近上止点时，进气门和排气门仍然关闭，喷油器向气缸内喷油，雾状柴油与高温空气混合，缸内温度达到柴油自燃温度，使柴油燃烧放出大量热能，缸内气体受热猛烈膨胀，推动活塞从上止点运动至下止点，通过连杆带动曲轴旋转，向外输出功率。

4) 排气行程。由飞轮带动，曲轴继续旋转，活塞从下止点运动至上止点，进气门关闭，排气门打开，气缸中燃烧后的废气被活塞顶挤压，从排气门排出缸外。

柴油机每完成这四个行程，就是一个工作循环。柴油机不断工作，就是不断重复上述四个行程。单缸四冲程柴油机的工作情况见表 1-1。

表 1-1 单缸四冲程柴油机的工作情况

行程	活塞运动方向	气门开关情况	曲轴旋转角度	凸轮轴旋转角度	喷油泵	气缸内温度和气体压力
进气	从上止点运动至下止点	进气门打开，排气门关闭	第一个半圈 (0°~108°)	0°~90°，进气凸轮顶起挺柱		

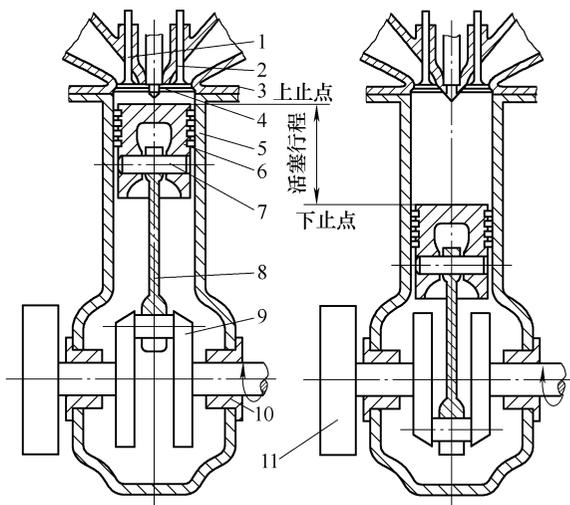


图 1-2 柴油机的结构

- 1—排气门 2—进气门 3—气缸盖 4—喷油器 5—气缸
6—活塞 7—活塞销 8—连杆 9—曲轴
10—主轴承 11—飞轮

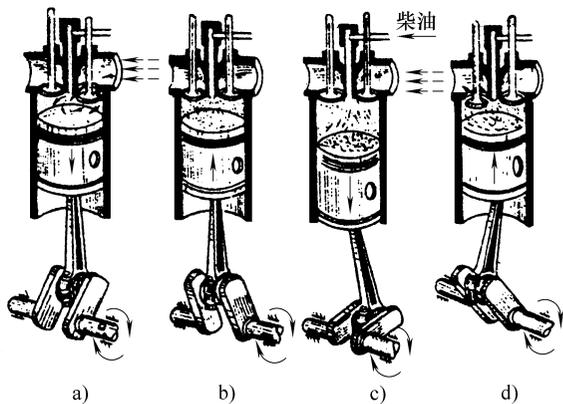


图 1-3 单缸四冲程柴油机的工作过程



(续)

行程	活塞运动方向	气门开关情况	曲轴旋转角度	凸轮轴旋转角度	喷油泵	气缸内温度和气体压力
压缩	从下止点运动至上止点	进气门和排气门都关闭	第二个半圈 (180° ~ 360°)	90° ~ 180°, 进气凸轮离开挺柱, 呈下八字形	上止点前供油	温度可达 500 ~ 700℃, 压力可达 2940 ~ 4410kPa
做功	从上止点运动至下止点	进气门和排气门仍关闭	第三个半圈 (360° ~ 540°)	180° ~ 270°		温度上升到 1500 ~ 2000℃, 压力增加到 5900 ~ 8800kPa
排气	从下止点运动至上止点	进气门关闭, 排气门打开	第四个半圈 (540° ~ 720°)	270° ~ 360°, 排气凸轮顶起挺柱		排气温度为 300 ~ 500℃, 压力为 103 ~ 122kPa

从柴油机的工作过程可以看出, 柴油机每完成一个工作循环要经过进气、压缩、做功、排气这四个行程, 活塞在气缸内往复运动两次, 曲轴要转动两圈, 凸轮轴转动一圈, 进、排气门各开关一次, 喷油泵供油一次。在四个行程中, 只有做功行程是气体膨胀推动活塞做功, 其余的三个行程都要消耗、损失能量。为了使曲轴能够继续运转, 更好地完成下一个工作循环, 在曲轴的后端都装有飞轮, 使飞轮在做功行程时储存能量, 依靠飞轮转动的惯性供给耗能的进气、压缩、排气这三个行程。

3. 多缸柴油机的工作原理与工作顺序

单缸柴油机在做功行程中, 曲轴转速加快, 而在其他三个行程中, 曲轴旋转的速度就要减慢。因此, 单缸四冲程柴油机的工作很不平稳, 转速也不均匀, 在功率上不能做得太大。为了提高柴油机的功率, 必须采用多缸柴油机。

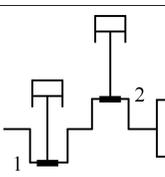
多缸柴油机各缸的活塞连杆机构, 都连接在同一根曲轴上。但对每一个气缸来说, 却又构成一个完整的单缸机, 各缸都按照上述四冲程柴油机的工作过程进行工作, 即曲轴转两圈, 每个气缸都要做一次功。为了保证转速均匀, 必须使每缸的工作过程均匀地分布在 720° (两圈) 的曲轴转角内。

若多缸柴油机有 i 个气缸, 则做功间隔角度应为 $\varphi = 720^\circ / i$ 。单缸柴油机, 曲轴转角 720° 才做功一次; 双缸柴油机, 曲轴转角 360° 就有一个缸做功一次, 曲轴转角 720° 两个缸各做功一次; 三缸柴油机, 曲轴转角 240° 就有一个缸做功一次, 曲轴转角 720° 三个缸各做功一次; 四缸柴油机, 曲轴转角 180° 就有一个缸做功一次, 曲轴转角 720° 四个缸各做功一次。因此, 多缸柴油机各个气缸是按照一定的先后顺序周而复始地工作的, 气缸工作顺序: 双缸柴油机为 1—2; 三缸柴油机为 1—3—2; 四缸柴油机为 1—3—4—2。

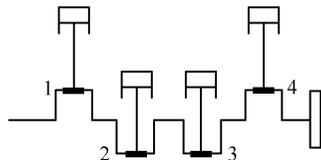
双缸四冲程柴油机曲轴上的两个曲柄处在同一平面内, 但方向相反, 即夹角为 180°, 两缸做功间隔角为 $720^\circ / 2 = 360^\circ$ 。当第一缸做功时, 若第二缸压缩, 则工作顺序为 1—2—0—0; 而当第一缸做功时, 若第二缸排气, 则工作顺序为 1—0—0—2。由于受曲轴结构限制, 双缸四冲程柴油机在曲轴旋转两圈内, 第一圈连续做功两次, 而第二圈没有做功, 做功间隔相差太大, 转速也不均匀。

双缸四冲程柴油机常用的工作顺序是 1—2, 如 2105T 型柴油机工作顺序见表 1-2。

表 1-2 2105T 柴油机工作顺序

曲轴旋转角度	气缸		曲轴运动状态
	1	2	
第一半圈(0°~180°)	做功	压缩	
第二半圈(180°~360°)	排气	做功	
第三半圈(360°~540°)	进气	排气	
第四半圈(540°~720°)	压缩	进气	

四缸四冲程柴油机曲轴转两圈有四个做功行程，即做功间隔为 $720^\circ/4 = 180^\circ$ ，也就是说，每隔 180° 有一个做功行程。曲轴的连杆轴颈排列应该相隔 180° 。当曲轴旋转时，第一和第四缸的活塞同时上下，第二和第三缸的活塞同时上下；第一和第四缸活塞由上止点向下移动时，第二和第三缸活塞就相应地由下止点向上移动，如图 1-4 所示。



四缸四冲程柴油机常用的工作顺序是 1—3—4—2，如图 1-4 四缸柴油机曲轴运动状态 495A 型柴油机，工作情况见表 1-3。

表 1-3 495A 型柴油机工作情况

曲轴旋转角度	气缸				工作顺序
	1	2	3	4	
第一半圈(0°~180°)	做功	排气	压缩	进气	1—3—4—2
第二半圈(180°~360°)	排气	进气	做功	压缩	
第三半圈(360°~540°)	进气	压缩	排气	做功	
第四半圈(540°~720°)	压缩	做功	进气	排气	

四、小型柴油机的主要性能指标

1. 动力性指标

柴油机的动力性指标主要有有效功率、额定功率、标定功率、标定转速、有效转矩。

1) 有效功率：柴油机在单位时间内所做的功就是柴油机的功率，但有一部分功率要消耗于摩擦、平衡等，另有一部分功率被冷却、废气、润滑油等消耗。只有在单位时间内通过飞轮传出来对外所做的功才是柴油机的有效功率，单位是 kW。

2) 额定功率：在额定转速下所输出的最大功率，单位为 kW。

3) 标定功率：制造厂(在柴油机铭牌上)标出的有效功率。一般有 12h 功率和 1h 功率。农用柴油机和拖拉机用柴油机铭牌上标出的功率通常是 12h 功率。

4) 标定转速：柴油机发出标定功率时相应的曲轴转速，用 n 表示，单位为 r/min。转速越高，功率就越大；转速达不到标定值，就达不到标定功率。

5) 有效转矩：柴油机曲轴对外输出的平均旋转力矩称为有效转矩，表示柴油机拖动负荷能力的大小，单位是 $N \cdot m$ 。它是指燃料在气缸中燃烧做功所产生的力，除了克服各部分摩擦力和驱动各辅助装置(如发电机、风扇、水泵等)所消耗的力外，最后通过曲轴上的飞轮或带轮实际向外提供的转矩。

2. 经济性指标

柴油机的经济性指标主要有有效效率、燃油消耗率、机油消耗率。



1) 有效效率: 有效功相当的热量与燃料完全燃烧所能产生的热量的比值, 简称效率。有效效率是表明热量损失和机械损失的情况。

$$\text{有效效率} = \text{热效率} \times \text{机械效率}。$$

柴油机的热效率一般为 40% ~ 50%, 机械效率一般在 80% 左右。

2) 燃油消耗率: 柴油机每发出 1kW 有效功率, 在 1h 内所消耗的燃油量(g), 单位为 g/kW · h。它是柴油机经济性指标的重要参数。燃油消耗率越低, 说明柴油机经济性越好。

3) 机油消耗量: 每台柴油机在一定的时间内所消耗的机油量。在实际使用中, 机油消耗量占柴油消耗的百分比小于 2.5% 的柴油机为基本正常。

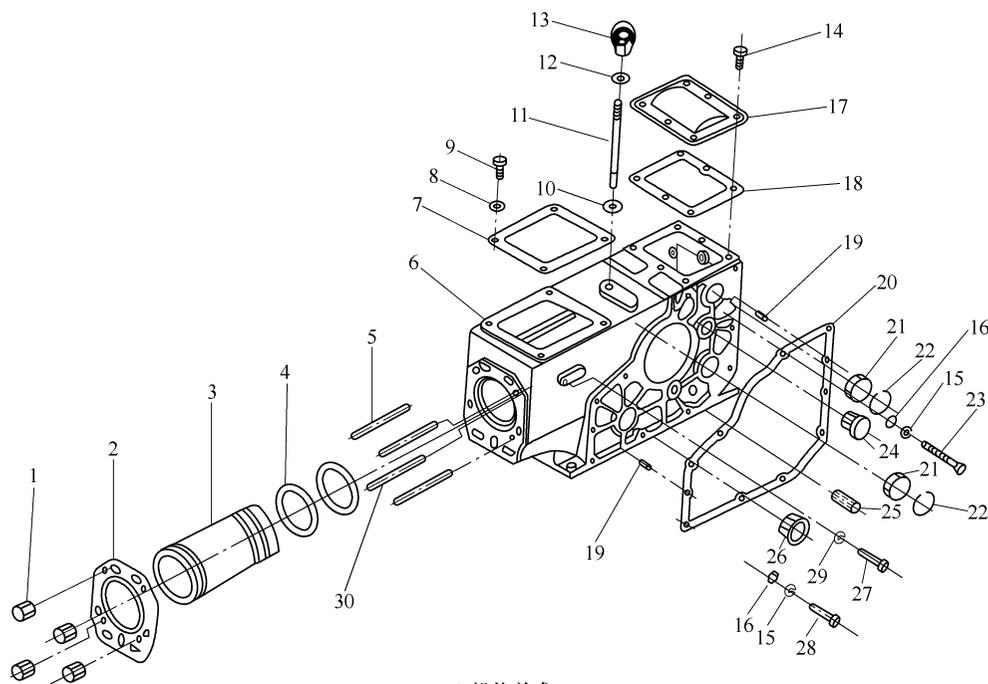
机油消耗率: 柴油机每发出 1kW 有效功率, 在 1h 内所消耗的机油量称为机油消耗率。在实际使用中, 当柴油机机油消耗率超过 3.7g/kW · h 的标准值时, 可判断为柴油机工作不正常。

五、柴油机的机体零件

机体部分由机体和气缸盖两大总成部件组成。机体部分是柴油机的骨架, 柴油机的所有机构、系统和装置都安装在它的内部或外部。机体是柴油机中重量最大的零件, 也是支承柴油机所有零部件重量的零件, 在工作时还承受各种力的作用。因此, 在结构上机体零件应具有较高的强度和刚度。

1. 机体总成

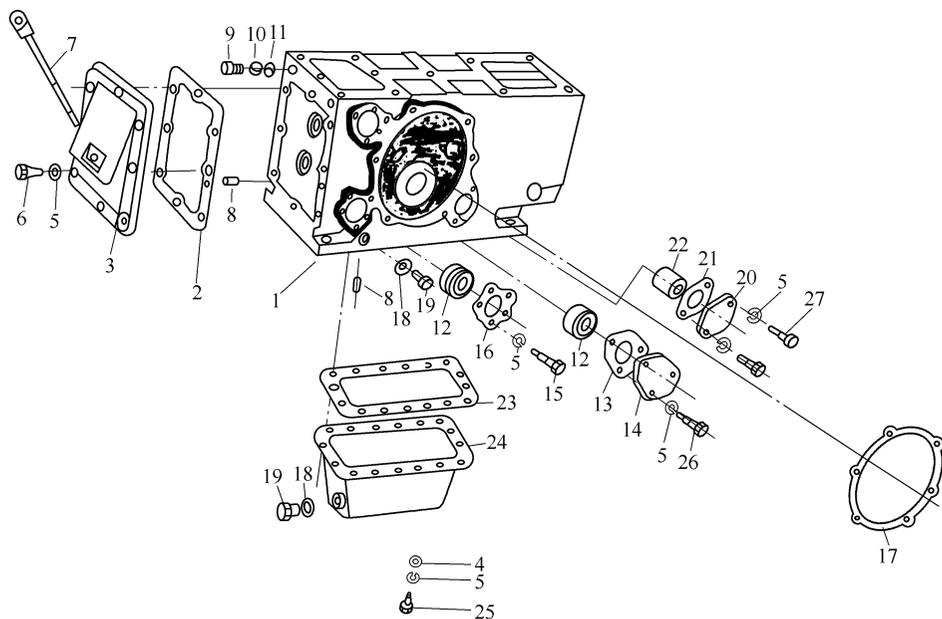
机体总成主要包括气缸体、气缸套、齿轮室盖、曲轴箱、油底壳等零部件, 如图 1-5 所示。



a) 机体总成一

- 1—气缸盖螺母 2—气缸盖垫片 3—气缸套 4—封水圈 5—气缸盖螺栓 6—机体 7—散热器垫片
8—垫圈 10-140HV 9—螺栓 M10 × 25Zn · D 10—垫圈 11—吊环螺栓 12—垫圈 12-140HV
13—吊环 14—六角头螺栓 M8 × 16 15—弹簧垫圈 16—垫圈 8-140HV 17—上盖 18—上盖
垫片 19—销 A5 × 12 20—齿轮室盖垫片 21—轴承 6305 22—球轴承挡圈 23—螺栓 M8 × 95
24—起动轴衬套(甲) 25—调速齿轮轴 26—凸轮轴前衬套 27—螺栓 M10 × 25
28—螺栓 M8 × 55 29—弹簧垫圈 φ10 30—气缸盖螺栓

图 1-5 机体总成



b) 机体总成二

- 1—机体 2—后盖垫片 3—后盖 4—垫圈 8—140HV 5—弹簧垫圈 6—螺栓 M8×25
 7—油标尺部件 8—机体油孔闷头 9—螺栓 M10×20 10—弹簧垫圈 11—垫圈
 10-140HV 12—轴承 305 13—平衡轴盖垫片 14—平衡轴盖 15—螺栓 M8×40
 16—机油泵垫片 17—主轴盖垫片 18—垫圈 19—闷头螺栓 20—凸轮轴盖
 21—凸轮轴盖垫片 22—凸轮轴后衬套 23—油底壳垫片 24—油底壳部件
 25—螺栓 M8×18 26—螺栓 M8×25 27—螺栓 M8×25

图 1-5 机体总成(续)

1) 气缸体。按零件安装方式不同,气缸体分有卧式、立式、倾斜式三种。小型单缸柴油机大多数采用卧式气缸体,有的小型风冷柴油机采用倾斜式气缸体。气缸体由灰铸铁铸成,在其表面和内部加工有许多孔和平面,用来安装各种零部件,如用来安装和固定气缸套。曲轴箱用来支撑曲轴,上部装有散热器和油箱,下部装有油底壳等。气缸体中还铸有水道和钻有油道。

2) 气缸套。气缸套的内壁是活塞往复运动的轨道,它和活塞顶部、气缸垫、气缸盖共同组成燃烧室空间,是柴油燃烧和气体膨胀的地方。小型单缸柴油机大多数采用湿式气缸套,即压入气缸体后,气缸套外部直接与冷却液接触。气缸套下部凸台上一般制有两道环槽,环槽内装入弹性好、耐热耐油的橡胶封水圈,以防止冷却液漏入油底壳,引起机油变质。气缸套实物如图 1-6 所示。

3) 齿轮室盖和齿轮室。齿轮室盖由灰铸铁或铝合金铸成,它安装在气缸体的侧面。齿轮室盖上安装有喷油泵、泵油扳手座、调速杠杆、起动轴衬套、曲轴箱通风装置,还设有喷油泵观察孔,供安装喷油泵时观察之用。齿轮室盖如图 1-7a 所示,齿轮室总成如图 1-7b 所示。

齿轮室里面有曲轴齿轮、凸轮轴齿轮、调速齿轮和调速器、



a) 湿式气缸套 b) 干式气缸套

图 1-6 气缸套



平衡轴齿轮、起动轴齿轮等五个传动齿轮。各齿轮端面上都打有啮合记号，安装时必须对好记号。若正时齿轮装配错误，柴油机就不能正常工作，如图 1-7c 所示。

4) 曲轴箱和通风装置。曲轴箱是曲轴回转的空腔。小型柴油机都把曲轴箱和气缸体铸

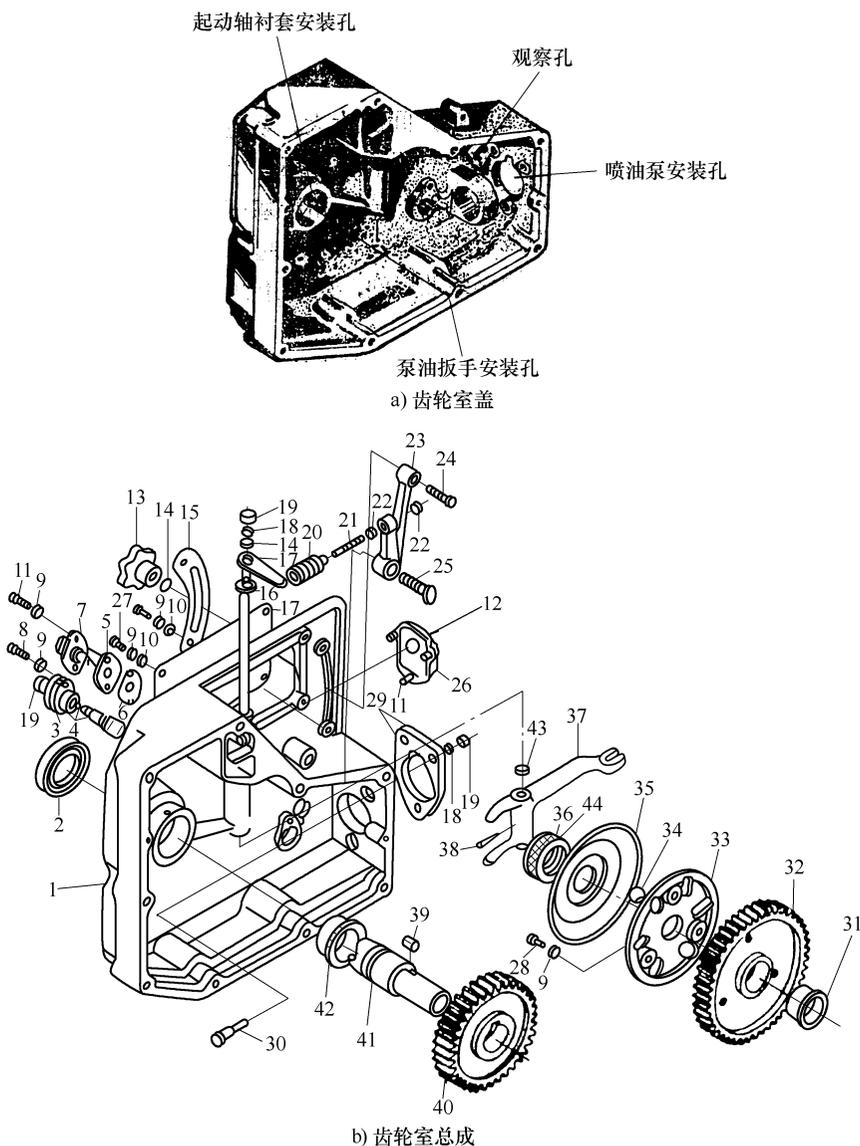
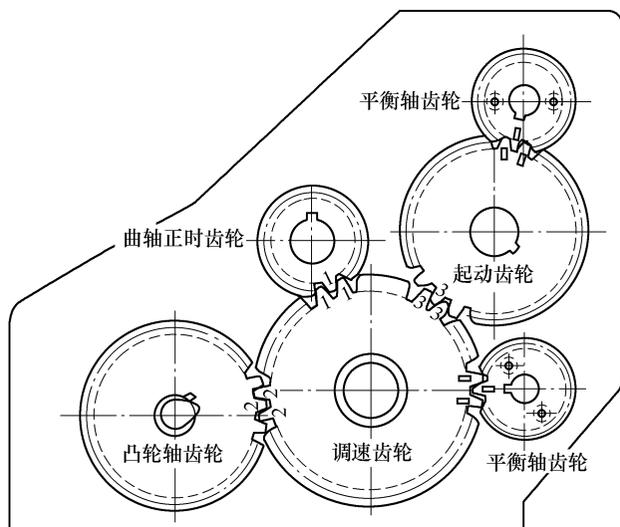


图 1-7 齿轮室总成和盖

1—齿轮室盖 2—起动轴油封 3—泵油扳手座垫片 4—泵油扳手座部件 5—观察孔盖板 6—观察孔盖板垫片 7—油量校正器部件 8—螺钉 M6×25 9—弹簧垫圈 10—垫圈 11—螺钉 M6×16 12—铭牌 13—调速把手部件 14—垫圈 15—转速指示牌 16—调速杆 17—调速臂 18—弹簧垫圈 19—螺母 M8 20—调速拉簧 21—调节螺钉 22—螺母 M6 23—调速连接杆 24—螺栓 M8×40 25—固定螺钉 26—呼吸器部件 27—螺钉 M6×12 28—螺钉 M6×18 29—喷油泵垫片 30—喷油泵螺栓 31—调速齿轮衬套 32—调速齿轮 33—调速支架 34—钢球 φ16 35—调速滑盘部件 36—单向推力轴承 51106 37—调速杠杆 38—销 A4×25 39—键 8×16 40—起动齿轮 41—起动齿轮轴 42—起动轴衬套(乙) 43—调整垫圈(φ10 铜垫) 44—调速滑盘垫片



c) 齿轮传动示意

图 1-7 齿轮室总成和盖(续)

成一体。为了防止曲柄在高速回转时飞溅的机油向外泄漏，必须将曲轴箱的内腔密封起来。

柴油机工作时，气缸中会有一些压缩气体反漏到曲轴箱内，使曲轴箱内的气体压力增大，引起机油外漏。为了减少机油损耗，必须设置曲轴箱通风装置。20 世纪 80 年代生产的小型柴油机，在齿轮室盖与进气管之间安装一条通气管作为曲轴箱通风装置；进入 90 年代，小型柴油机在齿轮室盖的上部安装有簧片式单向阀结构的通风装置，称为曲轴箱负压阀。曲轴箱负压阀的作用是，在柴油机工作时，保持曲轴箱有一定的负压(曲轴箱内的压力低于外界大气压)，既能避免外界灰尘窜入曲轴箱内，又能防止机油向外泄漏。曲轴箱负压阀的工作原理：当活塞向上止点运动时，曲轴箱内压力降低，负压阀关闭，外界灰尘不能窜入曲轴箱内；当活塞向下止点运动时，曲轴箱内压力升高，负压阀打开，把箱内积聚的废气排出。

5) 油底壳。油底壳常用钢板冲压制成，它安装在气缸体的下部，用它来封闭曲轴箱，收集和储存机油。油底壳的底部装有磁性放油螺塞，可将机油中的铁屑吸住，减少零件的磨损。

2. 气缸盖总成

气缸盖总成主要包括气缸盖、气缸盖罩及气缸垫等零件，如图 1-8 所示。

1) 气缸盖。气缸盖也用灰铸铁铸成，用于密封气缸，是构成燃烧室的零件之一。气缸盖内部铸有同气缸体相通的冷却水套和进、排气通道，内外还加工有许多孔和平面，用来安装喷油器、气门座圈、气门组零件、进气和排气管道，有的还装有预燃室和涡流室镶块。气缸盖实物如图 1-9 所示。

2) 气缸盖罩。气缸盖罩用铸铁铸造制成(有的用铝合金制成)，它安装在气缸盖上部，用来封闭气门摇臂机构，与气缸盖顶部构成气门摇臂室。在气缸盖罩上装有气缸减压机构，S195 型、S1100 型、ZS1110 型和 ZS1115 型等柴油机还设置有机油压力指示阀。气缸盖罩实物如图 1-10 所示。其他附件如图 1-11 所示。

3) 气缸垫。小型柴油机多采用金属石棉气缸垫，即中间为石棉纤维，外包纯铜皮或钢皮。在垫片上的气缸孔、通水孔及螺栓孔等周围，有卷边加强，装配时使有卷边的一面朝向

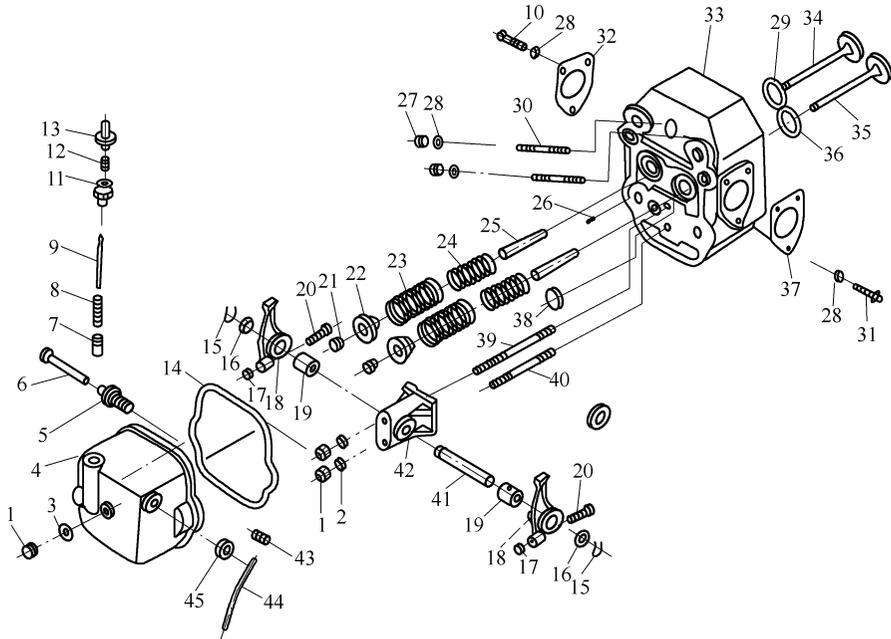


图 1-8 气缸盖总成

- 1—螺母 M10 2—垫圈 10 3—垫圈 10—140HV 4—气缸盖罩 5—减压座 6—减压轴 7—机油压力指示阀活塞 8—机油压力指示阀弹簧 9—机油压力指示阀杆 10—螺栓 M8×28 11—机油压力指示阀接头 12—机油压力指示阀标志 13—机油压力指示阀标志盖 14—气缸盖罩垫片 15—摇臂轴卡簧 16—摇臂轴挡圈 17—螺母 M8×1 18—气门摇臂 19—摇臂衬套 20—调整螺钉 21—气门锁夹 22—气门弹簧座 23—气门外弹簧 24—气门内弹簧 25—气门导管 26—销 A5×12 27—弹簧螺母 M8 28—弹簧垫圈 29—排气门座 30—喷油器压板螺栓 31—螺栓 M8×28 32—排气管垫片 33—气缸盖 34—排气门 35—进气门 36—进气门座 37—进气管垫片 38—闷头 39—摇臂轴座长螺栓 40—摇臂轴座短螺栓 41—气门摇臂轴 42—摇臂轴座 43—减压器手柄弹簧 44—手柄 45—并帽



a) 结构



b) 气缸盖上的闷头

图 1-9 气缸盖

- 1—缸盖螺栓孔 2—喷油器座孔 3—气门导管 4—气缸盖 5—闷头 6—推杆孔

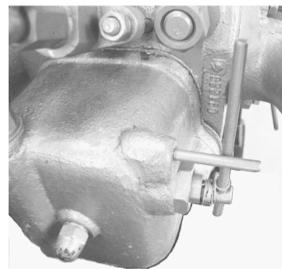


图 1-10 气缸盖罩

气缸盖。气缸垫如图 1-12 所示。

气缸垫安装在气缸盖与气缸体之间，与活塞、缸套、气缸盖共同组成燃烧室，其作用是保证气缸盖与气缸体接合面的密封，防止混合气外漏。气缸垫在气缸盖的压紧力作用下产生塑性变形，以此来补偿接合面的平面度，堵塞气体、液体泄漏的通路，有效地防止柴油机的气缸漏气、漏水和漏油。

3. 燃烧室

当活塞在气缸中运动到达上止点时，气缸盖和活塞顶面组成的密闭空间，也就是柴油机气缸内容纳可燃混合气燃烧放热的空间，简称燃烧室。燃烧室由气缸盖、气缸垫、气缸套、活塞四个零件组合而成。

4. 小型柴油机燃烧室的种类

小型柴油机的燃烧室常见的有涡流式和直喷式两种。

1) 涡流式燃烧室。涡流式燃烧室由设置在缸盖里的圆球形涡流室和设置在活塞顶部的主燃烧室组

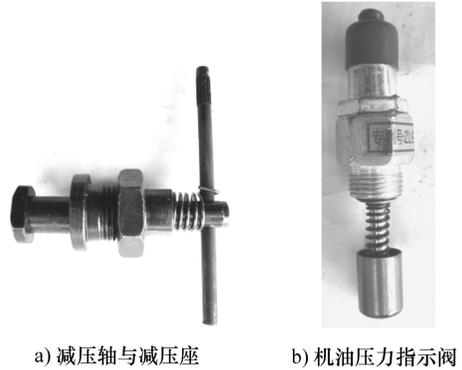


图 1-11 其他附件



图 1-12 气缸垫

成。活塞顶部的主燃烧室的形状有马蹄形凹坑、双叶子凹坑等，如图 1-13 所示。这类柴油机采用轴针式喷油器，针阀开启压力为 12.3MPa。它的特点是工作比较柔和，常应用在小型单缸高速柴油机上。



图 1-13 涡流式燃烧室的主燃烧室

S195 型柴油机，缸盖涡流燃烧室下部压入一镶块，构成一个涡流式燃烧室，镶块上有两个孔，一个是主喷孔，另一个是起动喷孔，这两个孔使缸盖的涡流室和活塞顶部的主燃烧室相通。起动喷孔呈漏斗形(锥度为 30°)，喷孔口径较小(约 2mm)，喷油器的喷孔正对着镶块的起动喷孔。有了起动喷孔，在冷车时柴油机就能顺利起动。用一句话来说，涡流式燃烧室的混合气形成，主要是利用压缩涡流、燃烧涡流、柴油油束和涡流的相互配合而获得。镶块实物如图 1-14 所示。

2) 直喷式燃烧室。直喷式燃烧室是由活塞顶上的凹坑与平底缸盖组成的单一内腔，几乎全部容积都在活塞顶上。活塞顶部燃烧室的形状有 ω 形凹坑燃烧室、球形凹坑燃烧室等，

其结构如图 1-15 所示,实物如图 1-16 所示。这类柴油机采用多孔喷油器,针阀开启压力为 16.7 ~ 20.6MPa。它的特点是起动性能好,适用于冬季和寒冷地区使用。

① 直喷式 ω 形燃烧室。直喷式 ω 形燃烧室采用喷射压力高的多孔喷油器。混合气形成的特点是以空间混合为主,工作时,多孔喷油器将大部分的柴油喷射到燃烧室空间,少量柴油喷射到燃烧室壁面形成油膜。柴油与空气先在燃烧室空间混合燃烧,然后燃烧室壁上的油膜蒸发参加燃烧。目前,绝大部分的单缸、多缸柴油机采用这种燃烧室。如图 1-16a 所示。

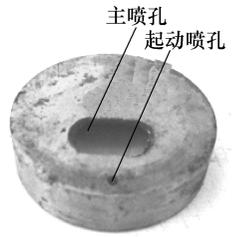


图 1-14 涡流室镶块

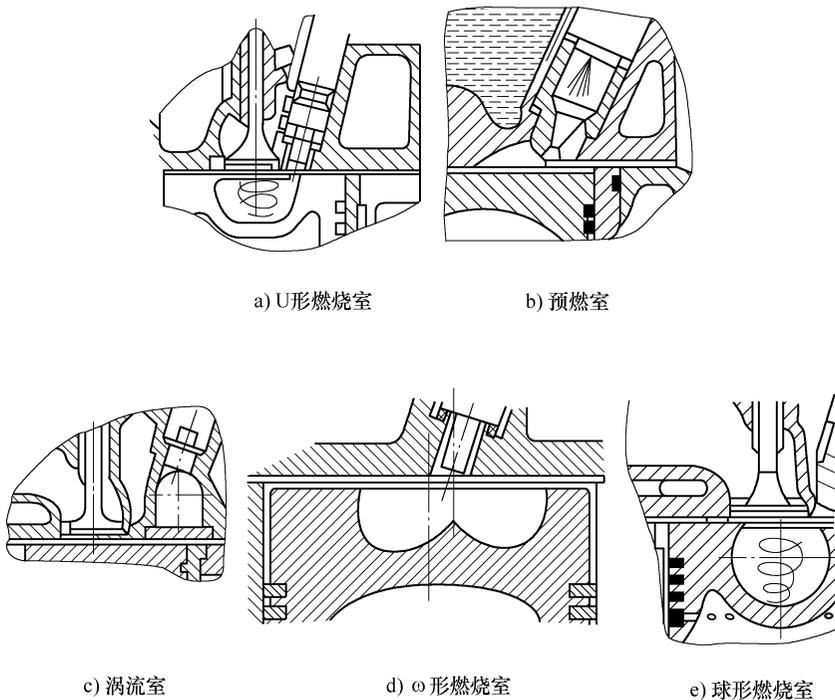
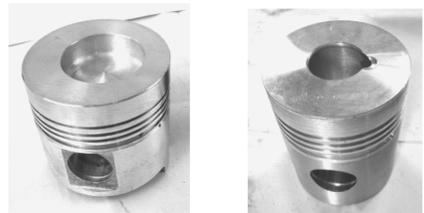


图 1-15 燃烧室的类型

② 直喷式球形燃烧室。直喷式球形燃烧室(即活塞凹坑为球形,气缸盖为螺旋形进气道)采用单孔或双孔喷油器。混合气形成的特点是以油膜蒸发混合为主,工作时,喷入燃烧室的大部分柴油附于燃烧室壁上,形成均匀的油膜,只有很少的柴油散在燃烧室空间。油膜从燃烧室壁上逐层蒸发并与气流混合,而喷在燃烧室空间极少的柴油先着火,随后柴油以越来越快的速度蒸发并与空气均匀混合燃烧如图 1-16b 所示。上海—50 型拖拉机 495A 型柴油机、90 系列柴油机都采用这种燃烧室。



a) ω 形燃烧室

b) 球形燃烧室

图 1-16 直喷式燃烧室

5. 直喷式柴油机和涡流式柴油机的区别

直喷式柴油机和涡流式柴油机的区别见表 1-4。

表 1-4 直喷式柴油机和涡流式柴油机的区别

直喷式柴油机的特点	涡流式柴油机的特点
混合气形成主要靠燃油的喷散雾化,对雾化质量要求高	混合气形成和燃烧主要靠强烈的压缩涡流,对喷雾质量的要求不高
多孔式喷油器,喷孔直径小,喷油压力较高,针阀开启压力为 16.7~20.6MPa,易产生喷孔堵塞	轴针式喷油器,单喷孔,喷油压力较低,针阀开启压力为 9.8~12.8MPa,能减少喷孔的堵塞
对转速和燃油较敏感。喷雾质量随转速变化,转速降低,燃油雾化质量差。燃油的品质直接影响混合气的形成和燃烧	压缩涡流随着转速的增高而加强,在转速较高时仍能保证较好的混合质量,混合气形成对转速变化不敏感。柴油品质差点影响不大
燃烧室散热面积较小,热损耗较少,燃油消耗率低	燃烧室散热面积相对较大,热损失较多,燃油消耗率高
压力升高率较高,噪声和振动较大,工作较为粗暴	压力升高率较小,噪声和振动较小,工作较为平稳
烟度和排放高	烟度和排放低
对燃油系统的要求较高	对燃油系统的要求较低
对进气系统的要求高	对进气系统的要求低
起动性能好,比较容易起动	起动性能差,冷机起动较困难

从上表可知,使用直喷式柴油机有特殊要求:①柴油在使用前要充分沉淀并过滤干净;②安装时,要保证喷油器插入缸盖平面深度 2~4mm;③定期按规定保养空气滤清器;④按柴油机的标定功率配备农机具;⑤齿轮室盖上的油量校正器不得随意调整或拆掉。

六、曲柄连杆机构

曲柄连杆机构由活塞连杆组和曲轴飞轮组两大组件构成。它的功用是将活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动,并将功率传递出去。它是柴油机进行工作循环、实现热能转变为机械能的传动机构。

1. 活塞连杆组

活塞连杆组包括活塞、活塞环、活塞销、连杆、连杆轴瓦、连杆衬套、连杆螺栓等,如图 1-17 所示。活塞连杆组是柴油机中工作条件最恶劣的组件。

1) 活塞。活塞一般用铝合金铸造加工而成。它直接承受气缸中的燃气压力,并通过活塞销将力传给连杆以推动曲轴旋转。另外,它还受曲轴、连杆带动。

活塞沿高度方向自上而下可分为四个部分:活塞顶部、活塞环槽、活塞销座、活塞裙部,如图 1-18 所示。



图 1-17 活塞连杆组



图 1-18 活塞

1—顶部 2—环槽 3—销座 4—裙部

① 活塞顶部：活塞第一道环槽以上的部分称为顶部，它是直接与燃烧气体接触并承受高温、高压的部位。它与气缸盖、气缸垫和气缸套共同构成燃烧室。活塞顶部的形状与燃烧室结构密切相关，不同的活塞顶部如图 1-13、图 1-16 所示。

② 活塞环槽部：用于安装活塞环，防止气缸漏气、漏油。

③ 活塞销座：用来安装活塞销。

④ 活塞裙部：它的作用是导向活塞往复运动，同时承受侧压力。活塞裙部与气缸壁之间应留有适当的配合间隙。

由于活塞顶部的温度比活塞的其他部分高，热膨胀量也较大，所以活塞顶部直径比裙部略小，整个活塞略呈圆锥形。

2) 活塞环。活塞环用合金铸铁制成，分为气环和油环。气环起密封作用，防止高压气体漏入曲轴箱并将上部热量传给气缸壁散出。油环起刮油作用，以便于活塞与缸套的润滑、密封。各种活塞环的结构和形状如图 1-19 所示。

① 气环的断面形状及特点。

a. 矩形断面。如图 1-19 所示，又称为平环或矩形环。其工艺性和导热性较好，但容易产生“气环泵油现象”。

b. 桶面环。如图 1-19 所示，其特点是活塞环的外圆面为凸圆弧形。当桶面环上下运动时，均与气缸壁形成楔形空间，使机油进入摩擦面，从而使磨损大大减小。缺点是：凸圆弧表面加工困难。

c. 锥面环。如图 1-19 所示，断面呈锥形，其外圆工作面上加工有一个很小的锥面，又称微锥环。锥角仅为 $0.5^\circ \sim 1.5^\circ$ ，环的外径上小下大，减小了环与缸壁的接触面，可以改善环的磨合和消除泵油作用。锥面环在气缸内，可向下刮油，而向上滑动时由于斜面的油楔作用，可在油膜上浮起，减少磨损。

d. 扭曲环。如图 1-19 所示，扭曲环是在矩形的内圆上边缘或外圆下边缘切去一部分，使断面呈不对称形状，它装入气缸后发生扭曲变形，具有锥形环的效果。安装时，必须注意环的断面形状和方向，将其内圆切槽向上，外圆切槽向下。

e. 梯形环。如图 1-19 所示，断面呈梯形，在热负荷较高的柴油机上，第一道环常用梯形环。

② 油环的种类。按结构形式不同，油环分有锥面油环、整体油环、钢片组合油环、内撑式组合油环、涨圈油环等。目前，小型柴油机上广泛采用内撑式组合油环。

内撑式组合油环与整体式油环大体一样，如图 1-20 和图 1-21 所示。其主要区别在于，

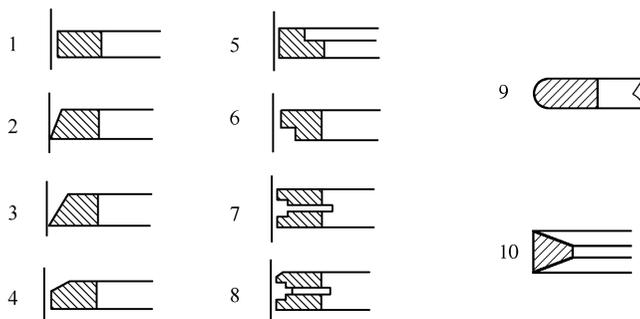
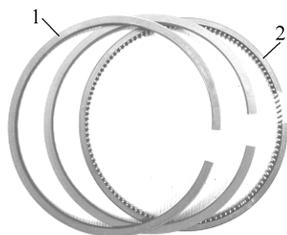


图 1-19 活塞环各种断面形状

- 1—平环 2—微锥环 3—锥面环 4—倒角环 5—内切阶梯环
6—外切阶梯环 7—普通油环 8—倒角油环
9—桶面环 10—梯形环

内撑式组合油环的内圆面制成圆弧形的凹槽，内装用弹簧钢带绕制成的螺旋弹簧，活塞在气缸里工作时，油环由弹簧支撑紧贴在缸壁上，从而改善了油环的工作性能。



a) 三道环



b) 四道环

图 1-20 活塞环

1—气环 2—内撑式组合油环



图 1-21 内撑式组合油环的安装

3) 活塞销是一种钢制的空心轴，内孔形状有三种，其实物如图 1-22 所示。它采用铰链的方法将活塞与连杆小头连接起来。为了防止活塞销的轴向窜动而刮伤缸壁，在活塞销座的两端设有两道锁环槽，装有两只锁环，使销受到轴向限位，如图 1-23 所示。



图 1-22 活塞销



图 1-23 活塞销挡圈(卡簧或锁环)

活塞销固定形式是全浮动式，在高温的情况下，活塞销座孔受热膨胀比活塞销大，活塞销在连杆小头衬套和活塞销座内完全浮动(即活塞销在销座内可以转动)。为了使活塞销在工作中全浮动又避免产生敲击，在常温下(冷态时)，活塞销和活塞销座孔之间要有一定的配合紧度，即活塞销只能在连杆小头衬套内转动，不能在销座内转动。

4) 连杆。连杆采用优质中碳结构钢(40 钢)或合金钢(40Cr)模锻制成，其两端以铰链的形式分别与活塞和曲轴连接在一起。为了提高刚度和减轻重量，连杆杆身断面做成“工”字形。

连杆小头内压装有铜套，作为活塞销的滑动轴承。在连杆小头顶端及铜套上都钻有油孔，安装时两个油孔应对正。连杆大头(内有轴瓦)做成分开式(剖分面有平切口和斜切口两种形式)，被分开的部分叫连杆盖，用两根连杆螺栓将它们合并紧固，其目的是为了装配方便。另外，连杆与连杆盖要配对加工，在同侧打上安装记号，并设有定位装置。连杆实物如图 1-24 所示，连杆铜套实物如图 1-25 所示。



图 1-24 连杆



图 1-25 连杆铜套

连杆大头的定位方式:

① 平切口的连杆盖与连杆的定位是利用连杆螺栓上精加工的圆柱凸台或光圆柱部分,与经过精加工的螺栓孔来保证。

② 斜切口的定位。

a. 螺栓定位带定位:如图 1-26a、b 所示,依靠套筒与连杆体的孔径配合定位,定位可靠。

b. 锯齿定位:如图 1-26c 所示,依靠接合面的齿形定位,定位可靠。

c. 舌槽定位:如图 1-26d 所示,依靠连杆盖舌槽向内和连杆大头舌槽向外来定位,其只能单向定位。

5) 连杆轴瓦。连杆轴瓦属于滑动轴承,分为上下两片,由薄壁钢片和减磨合金层构成。它安装在连杆大头孔内,能减少连杆轴颈的磨损。为了防止轴瓦窜动,保证轴瓦与连杆大头孔处于紧配合状态,轴瓦钢背上有凸键,安装时要使凸键落入连杆大头相应的凹槽中。连杆轴瓦实物如图 1-27 所示。

6) 连杆螺栓。连杆螺栓用优质合金钢精制而成,具有较高的疲劳强度。它与普通螺栓不同,因此,连杆螺栓不能用普通螺栓代用。在安装时,要用扭力扳手拧紧,还要加上止动片或铁丝锁紧,以防止在运行时螺栓产生松动。连杆螺栓结构如图 1-28 所示,连杆螺栓实物如图 1-29 所示。

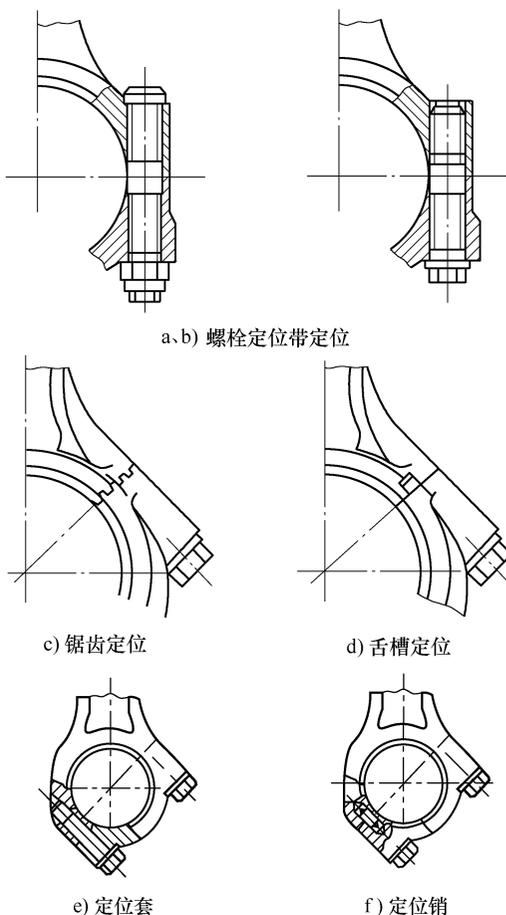


图 1-26 连杆大头定位方式



图 1-27 连杆轴瓦

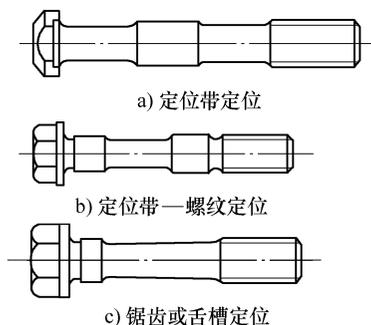


图 1-28 连杆螺栓结构形式

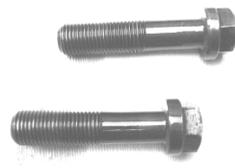
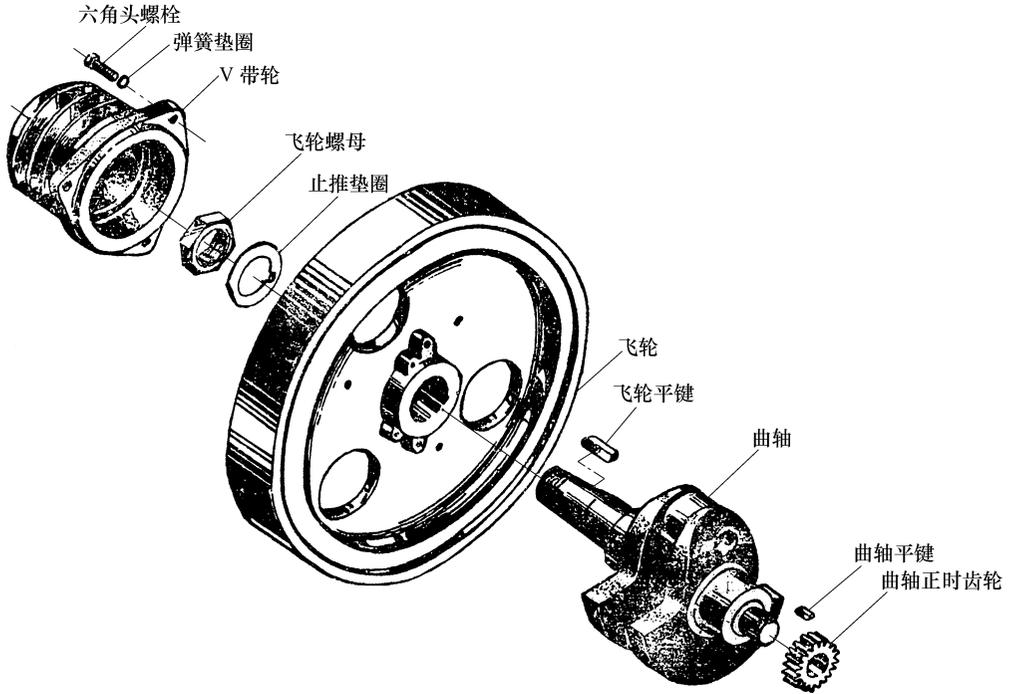


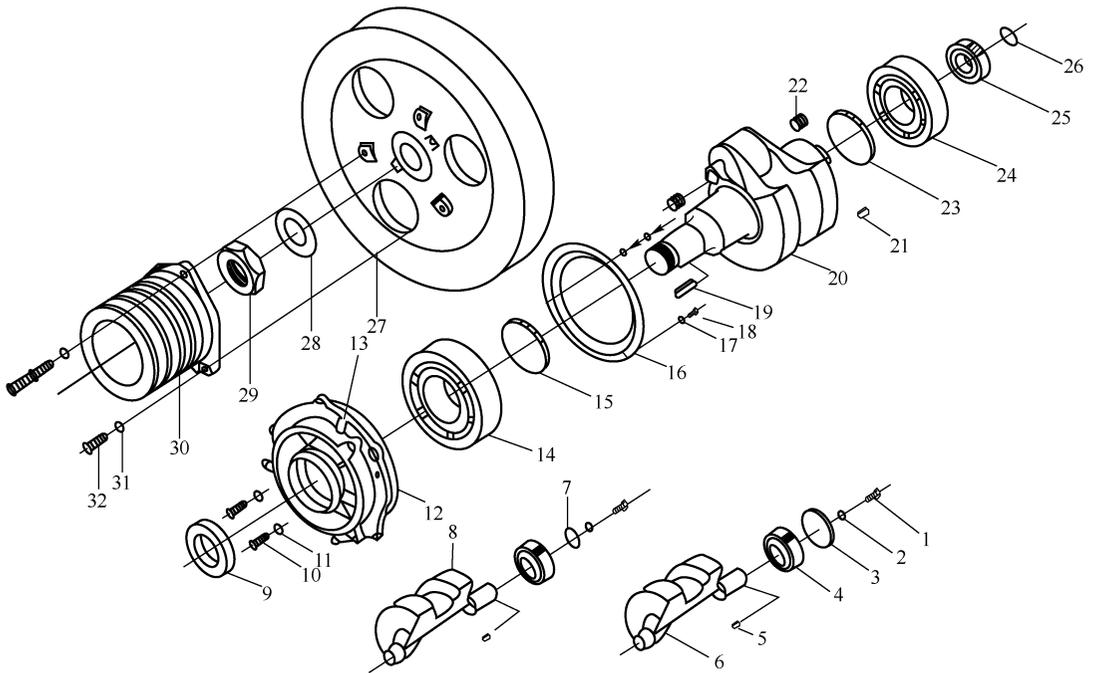
图 1-29 连杆螺栓

2. 曲轴飞轮组

曲轴飞轮组主要由曲轴、飞轮、主轴承、主轴承盖、平衡块等零部件组成。单缸和双缸柴油机曲轴飞轮组零件如图 1-30 和图 1-31 所示。



a) 195 型柴油机



b) ZS1110 型、ZS1115 型柴油机

- 1—螺栓 M8 2—垫圈 3—下平衡轴压板 4—平衡轴齿轮 5—键 6—下平衡轴 7—压板 8—上平衡轴 9—油封 10—螺钉 M8 11—垫圈 12—主轴承盖 13—机体油闷头 14—轴承 15—挡圈 B 16—挡板 17—垫圈 18—螺钉 M5 19—键 20—曲轴 21—键 22—曲轴油塞 23—挡圈 A 24—轴承 25—曲轴正时齿轮 26—挡圈 27—飞轮 28—止推垫圈 29—飞轮螺母 30—三角带轮 31—垫圈 32—螺栓 M12

图 1-30 单缸柴油机曲轴飞轮组



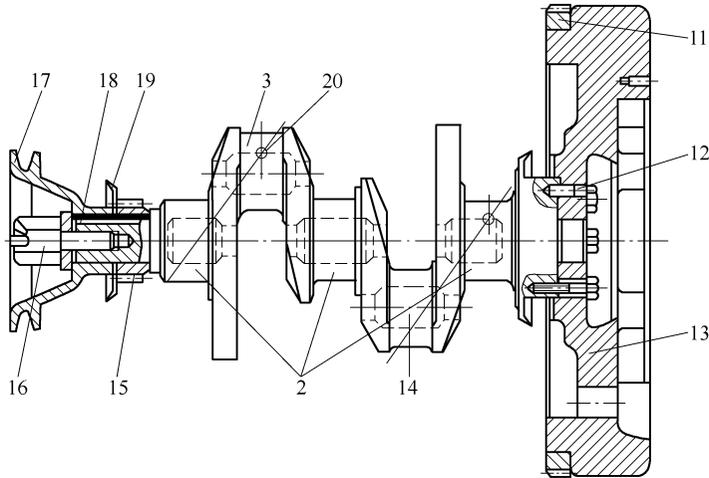


图 1-31 295 型柴油机曲轴飞轮组

2—主轴颈 3—曲柄销(连杆轴颈) 11—飞轮齿圈 12—定位销 13—飞轮

14—机油腔 15—曲轴齿轮 16—起动爪 17—V 轮 18—平键 19—挡油盘 20—润滑油道

1) 曲轴。单缸柴油机的曲轴一般用高强度球墨铸铁铸成，而多缸柴油机的曲轴一般用优质碳钢或合金钢模锻制成。目前，小型多缸柴油机曲轴材料多数采用球墨铸铁(QT700)制造，正火处理后，表面经软氮化处理，具有良好的疲劳强度和耐磨性。它的功用是承受连杆传来的切向力，变成绕其轴线的转矩，通过飞轮输送出去。

① 曲轴结构复杂，主要由主轴颈、连杆轴颈、曲柄、曲轴平衡及曲轴前、后端组成。S195 型柴油机曲轴如图 1-32、图 1-33 所示，主轴承如图 1-34 所示。

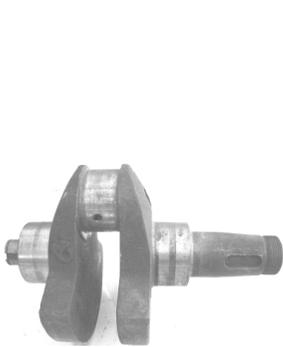


图 1-32 S195 型曲轴

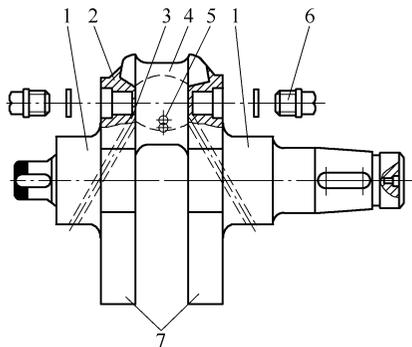


图 1-33 曲轴构造示意图

1—主轴颈 2—曲柄 3—油道 4—连杆轴颈

5—油孔 6—油塞 7—平衡重块



图 1-34 S195 型主轴承

1—油孔 2—缺口

3—油道

单缸柴油机曲轴的左右主轴颈用主轴承支承在机体上。有的单缸柴油机曲轴的左右主轴承采用滑动轴承，如 S195 型柴油机；而有的单缸柴油机曲轴的左右主轴承采用滚动轴承，如 ZS1115 型柴油机；还有的单缸柴油机，曲轴主轴承的一端是用滚动轴承，另一端用滑动轴承，如 R185 型柴油机。

多缸柴油机的主轴承一般都采用轴瓦形式，安装在机体的主轴承座上，也有的将后主轴承压装在轴承盖上。

连杆轴颈和连杆大头相接。单缸柴油机曲轴的连杆轴颈内制有通孔式蛋形空腔，称为机油离心净化室，两端用螺塞封闭。工作时可对机油进行离心净化。

曲柄是主轴颈与连杆轴颈的连接部分。为了减轻柴油机的振动，平衡曲轴的不平衡力及力矩，在曲柄对面应配置平衡块。有的单缸柴油机，平衡块与曲柄分开制造，即曲柄的下端为一矩形止口，平衡块用螺栓固定在上面，并用止动片或铁丝锁紧。而有的单缸柴油机，将曲轴平衡块和曲轴做成一体。

曲轴前端用于安装曲轴正时齿轮；曲轴后端用于安装飞轮。多缸柴油机，在曲轴前后端都设置挡油盘，并在前端正时齿轮室盖处和后端主轴承盖外侧都装有油封，以防止机油外漏。

多缸柴油机曲轴的连杆轴颈的布置：有的是在一个平面内但方向不同，曲柄夹角为 180° ，如双缸、四缸柴油机；有的不在一个平面内，如三缸柴油机曲柄夹角为 120° 。这由各缸的工作顺序来决定。

② 曲轴装配时应留有轴向间隙。曲轴除了用主轴承作径向支承之外，还用止推结构作轴向定位，并保证有一定的轴向间隙，才能保证曲柄连杆机构的正确工作位置及保证其正常运转。曲轴留有轴向间隙的理由如下：

a. 曲轴工作时，会受热膨胀，其伸长后会发生轴向移动。

b. 曲轴前端正时齿轮为斜齿轮时，由于斜齿轮在工作中产生轴向推力，因而使曲轴产生轴向移动。

c. 在农用车及拖拉机中柴油机动力输出端安装有离合器，由于离合器在分离状态时产生轴向推力，从而引起曲轴轴向移动。

为了保证曲轴既有热膨胀的余地，又不致产生过大的轴向冲击和保持曲轴的正常位置，必须对曲轴进行轴向定位，使其轴向间隙保持在 $0.08 \sim 0.28\text{mm}$ 范围之内。

③ 曲轴的轴向定位方式。曲轴的轴向定位，是靠曲轴止推结构来保证的。止推结构的应用一般有以下三种形式：

a. 多缸柴油机应用较为普遍的是用耐磨合金制成的两片整圆环形止推片。如495A型、扬柴4102/4105型及SL系列多缸柴油机等在最后一道主轴承座两面装有止推片，如图1-35所示。

b. 采用翻边主轴承作曲轴推力轴承，即推力主轴承集曲轴主轴承和推力轴承于一体。绝大部分的小型单缸柴油机（如S195、195S、S1100型）曲轴的两个主轴承端面都连带有止推凸肩，如图1-34所示。

c. 在小型柴油机的主轴承采用滚动轴承时，通常在其动力输出端装有推力滚动轴承兼起轴向定位作用。如ZS1115型、ZS1110型、R180型柴油机曲轴主轴颈都装有滚动轴承。

2) 主轴承盖。单缸柴油机主轴承盖装在靠飞轮一侧的机体孔内，盖内装有曲轴主轴承。采用滑动主轴承的主轴承盖内壁上有一道环形油槽与主轴承的环形油槽相对，与盖上的两个径向油道相通。



图1-35 两片整圆环形止推片

3) 曲轴油封。S195 型、S1100 型单缸柴油机采用骨架油封结构, 即把冲压成形的金属骨架包在橡胶之中, 模压成一体。油封唇部内有自紧弹簧, 其作用是给唇口以一定的压力箍紧唇部, 使之紧压在轴面, 以保证密封润滑油。曲轴油封实物如图 1-36 所示。

4) 飞轮。飞轮用铸铁制造, 用以储存能量, 增加惯性, 使曲轴旋转均匀、运转平稳, 并帮助柴油机起动与完成三个辅助行程。飞轮边缘刻有许多记号, 用来确定活塞在上下止点、进排气门开闭及供油提前角的位置, 供调整时参考。在电起动的小型单缸柴油机上, 飞轮外圆上还压装着飞轮齿圈, 用来与起动机驱动齿轮啮合, 以实现柴油机电力起动。飞轮实物如图 1-37 所示。

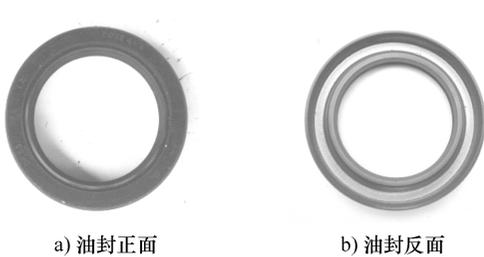


图 1-36 曲轴油封



图 1-37 飞轮与发电机转子

3. 平衡机构

为了减轻单缸柴油机工作中的强烈振动, 除了在曲柄相反方向上有平衡块来平衡曲轴旋转时连杆轴颈、曲柄、连杆大头产生的离心力外, 还要设置一套专门的平衡机构, 来平衡活塞、连杆小头等在往复运动中产生的惯性力。

单缸柴油机常采用的平衡方法有两种: 一种是双轴平衡装置, 如 S195 型、S1100 型、ZS1110 型和 ZS1115 型等单缸柴油机, 如图 1-38 所示; 另一种是单轴平衡装置, 如 165 型、175 型、180 型和 1105 型等单缸柴油机。双轴平衡装置比单轴平衡装置效果更好。为了保证运转时平衡块与活塞相对, 在平衡轴齿轮端面上打有装配记号, 安装时应按照记号装配平衡轴齿轮。装配单轴平衡装置时, 应分别与曲轴惰齿轮和曲轴平衡齿轮啮合。否则, 不但不能抵消惯性力, 还会产生强烈振动。双轴平衡装置工作原理如图 1-39 所示。

多缸柴油机由于其结构对称, 一般不设置独立的平衡装置, 只是在每个曲柄臂或每隔一

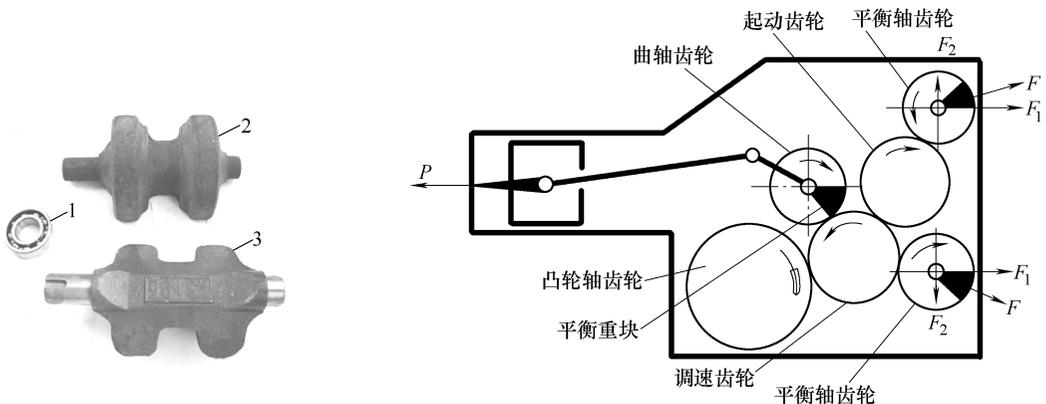


图 1-38 S195 型平衡轴及轴承

1—轴承 2—上平衡轴 3—下平衡轴

图 1-39 双轴平衡装置工作原理

个曲柄臂加平衡配重。

七、配气机构和进排气系统

配气机构的功用是按照柴油机工作循环的要求,定时开启和关闭进、排气门,尽可能吸入更多新鲜空气和彻底地排除废气,并在压缩和做功行程时,使进、排气门严密关闭,气缸被封闭,以保证柴油机正常工作。

小型柴油机均采用顶置式气门配气机构,如图1-40所示。顶置式气门配气机构由气门组、传动组、驱动组组成。进排气系统包括空气滤清器、进气管、排气管、消声器等。

配气机构工作过程如图1-40所示。柴油机工作时,曲轴通过正时齿轮驱动凸轮轴旋转。当凸轮轴转到凸轮的凸起部分顶起挺柱时,通过推杆和调整螺钉,使摇臂绕摇臂轴摆动后其长端向下压气门杆,压缩气门弹簧,气门向下运动离开气门座而开启。当凸轮的凸起部分转过进入基圆时,推杆和挺柱随之下降,气门便在水门弹簧张力的作用下而向上升起,紧压在水门座而关闭。

在四冲程柴油机上,曲轴转两圈完成一个工作循环,进、排气门各开启和关闭一次,凸轮轴只转一转,因此,凸轮轴与曲轴的转速之比是1:2。

1. 气门组

气门组包括气门、气门座、气门导管、气门弹簧、弹簧座、锁夹等零件。气门、气门座、气门导管实物如图1-41所示。

1) 气门。气门采用高级合金材料制造。它分为气门头和气门杆两部分。气门头圆锥形45°斜面与气门座相应的斜面紧密配合,在装配前须进行研磨,确保密封。

2) 气门座。气门座用耐热合金铸铁制成,以过盈配合压装在水缸盖底面的座孔中,磨

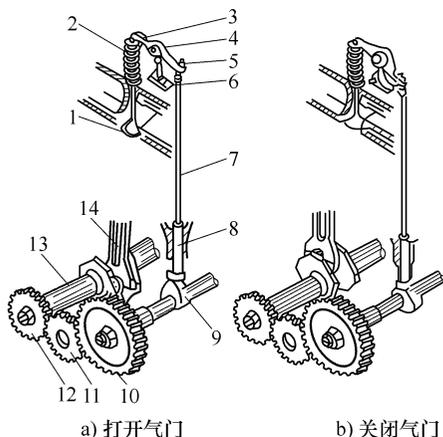


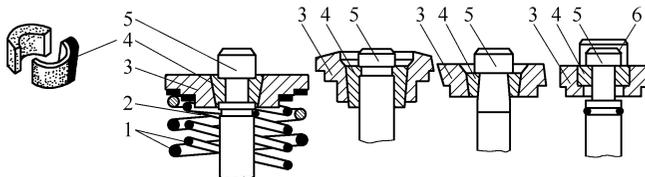
图1-40 顶置式配气机构

1—气门 2—气门弹簧 3—摇臂 4—摇臂轴
5—调整螺钉 6—摇臂轴支架 7—推杆 8—挺柱
9—凸轮 10—凸轮轴正时齿轮 11—中间齿轮
12—曲轴正时齿轮 13—曲轴 14—连杆



a) 实物

1—气门 2—气门导管 3—气门座



b) 气门杆尾端的结构形式

1—气门弹簧 2—挡圈 3—弹簧座
4—锁片 5—气门杆 6—压罩

图1-41 气门组

损后可以更换。

3) 气门导管。气门导管是采用铁基粉末冶金或铸铁材料制成的圆柱形管子，它压装在气缸盖的座孔中，并高出气缸盖平面，有一定的凸出量。气门导管内孔表面要求尺寸精度较高，使之与气门杆有很好的配合，以保证工作时气门杆直线运动和气门的密封，并负责散发气门的热量。

4) 气门靠气门弹簧、弹簧座、锁夹等零件支承，气门弹簧必须有足够的张力，才能保证气门头、气门座有良好的密封。

气门组装后，气门头部平面应与气缸盖平面有一定的下陷量，以保证气门开启时活塞顶部不碰撞气门。

小知识

1) 进气门为什么要比排气门大？

气门是用来控制进、排气道开闭的阀门，分为进气门和排气门。为了改善气缸的充气，使气缸尽量吸入更多的新鲜空气，故进气门头部直径一般都要大于排气门头部直径。

2) 气门弹簧为什么采用双簧结构？

每个气门装有条绕向相反、大小不同的弹簧，既可以减少弹簧共振折断，又能防止一根弹簧断裂后，气门落入气缸内，引起捣缸事故。

2. 传动组

传动组由挺柱、推杆、摇臂、摇臂轴、摇臂座、气门间隙调整螺钉组成，它的作用是将凸轮的运动传给气门。

1) 挺柱和推杆。小型柴油机一般采用平面挺柱，它用碳钢制成。挺柱安装在机体的导向孔内，它的前端呈碗形，与推杆的半球面相结合；底面为圆盘形与凸轮接触。为了使凸轮表面和挺柱底面的磨损均匀，凸轮表面的对称中心线与挺柱的中心线错开，工作时挺柱既能往复运动，又能缓慢转动。挺柱实物如图 1-42 所示，推杆实物如图 1-43 所示。

小型柴油机的推杆是一根两端制成球面的细长钢杆，装在气门间隙调整螺钉和挺柱的碗形座内。



图 1-42 挺柱

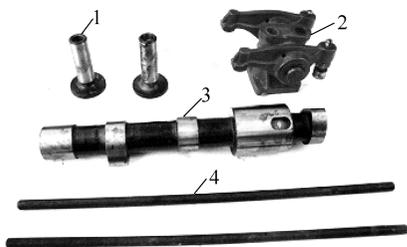


图 1-43 传动组

1—挺柱 2—摇臂组件 3—凸轮轴 4—推杆

2) 摇臂组件。摇臂、摇臂轴、摇臂衬套、摇臂座、锁紧螺母等零件称为摇臂组件，摇臂组件实物如图 1-44 和图 1-45 所示。摇臂与摇臂轴多数用中碳钢制成。摇臂有长短臂，它接受推杆的顶力，再绕摇臂轴摆动而完成气门开闭。为了减少摇臂与轴之间的磨损，在摇臂

轴孔中压装有衬套。摇臂孔及衬套上钻有油孔(安装时两者的孔应对正),可收集气缸盖罩内小孔喷出的机油,使轴与衬套得到润滑。

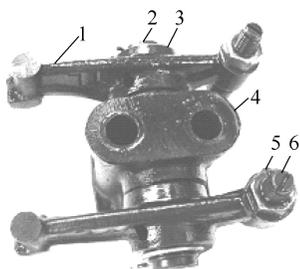


图 1-44 SI95 型摇臂组件

1—摇臂 2—摇臂轴 3—挡圈 4—摇臂轴座 5—锁紧螺母 6—调整螺钉

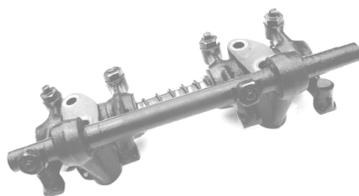


图 1-45 双缸柴油机摇臂组件及减压轴

3) 气门调整螺钉与锁紧螺母。气门间隙调整螺钉与锁紧螺母的作用是调整气门间隙。调整螺钉所制的螺纹是细牙螺纹,不能用普通螺钉代用,如图 1-46 所示。

3. 驱动组

驱动组就是凸轮轴总成,包括凸轮轴和凸轮轴正时齿轮。凸轮轴实物如图 1-43 所示。

1) 凸轮轴。凸轮轴的凸轮和轴通常制成一个整体,小型柴油机凸轮轴大都采用强度高、耐磨性好的稀土镁球墨铸铁制成,而多缸柴油机凸轮轴采用优质碳钢制成。凸轮表面经精加工,有一定的形状和高度。大多数小型单缸柴油机的凸轮轴有三个凸轮,中部两个是进、排气凸轮,分别用来控制进、排气门的开闭;轴端的一个是油泵凸轮,用于驱动喷油泵工作。

2) 凸轮轴正时齿轮。凸轮轴正时齿轮用平键联接安装在凸轮轴上。齿轮端面上刻有齿轮啮合记号,装配时必须按照定位标记对准,各齿轮应保证严格的相互位置关系,使柴油机各机构协调工作。

4. 进、排气系统

进、排气系统主要由空气滤清器、进气管和排气管、消声器三大部分组成。

1) 空气滤清器。空气滤清器的作用是清除流向气缸中的空气所含的灰尘杂质,以减少气缸、活塞和活塞环等零件的磨损。

小型柴油机常用油浴式空气滤清器和纸质滤芯空气滤清器,其构造如图 1-47 所示。油浴式空气滤清器为二级滤清器。油浴式空气滤清器的工作原理:柴油机工作时,空气以很高的速度从盖与壳之间的夹缝中流入并转向下行。夹带在空气中的较大颗粒的灰沙具有较大的惯性,于是冲向壳体下部的机油面上,被机油粘附。较轻的灰沙随气流转向滤芯流去,会被滤芯所粘附。这样,空气被两级过滤后基本干净,通过进气管吸入气缸。

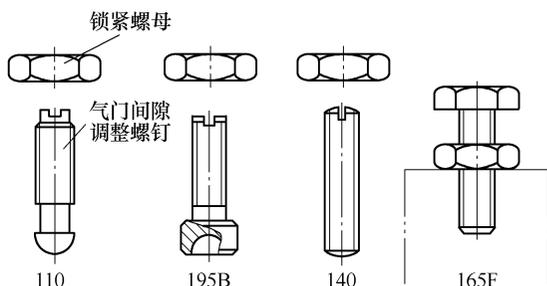


图 1-46 气门间隙调整螺钉

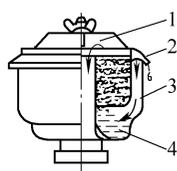


图 1-47 油浴式空气滤清器

1—罩盖 2—滤芯
3—外壳 4—机油

2) 进、排气管。进、排气管一般用铸铁制成,对它们的要求是具有较小的流通阻力。进、排气管都是用螺栓固定在气缸盖的两侧,并在接合面处装有垫片,以防止漏气。

3) 消声器。消声器的作用是降低柴油机排出废气的温度和压力,以消除火星和噪声,减少公共危害。

气缸盖排气道、排气管和消声器容易积炭,若积炭过厚,会对排气形成阻力,内部阻塞时会严重影响柴油机的工作。因此,应加强保养,清除积炭,保持排气畅通。

5. 凸轮轴轴向限位装置

为了防止凸轮轴产生轴向窜动,应对凸轮轴进行轴向定位。轴向间隙过小会造成机件损坏;轴向间隙过大会影响配气定时并增加噪声。常见柴油机凸轮轴轴向间隙见表 1-5。

常见凸轮轴轴向限位装置有止推凸肩定位、止推板定位、止推螺钉定位、泵油扳手座定位四种。

1) 止推凸肩定位。在凸轮轴前轴颈设置一个凸肩(或称台阶),靠凸肩来对凸轮轴进行轴向定位,如图 1-48c 所示。

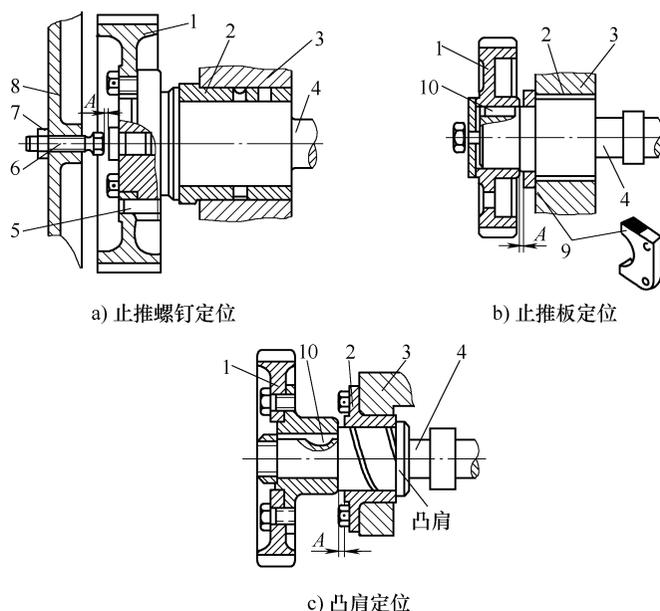


图 1-48 凸轮轴轴向限位装置

1—凸轮轴齿轮 2—凸轮轴前轴承 3—机体 4—凸轮轴 5—定位销
6—止推螺钉 7—锁紧螺母 8—正时齿轮室盖 9—止推片 10—平键

2) 止推板定位。凸轮轴用前端设置的止推板轴向定位,改变止推板的厚度,可调整凸轮轴的轴向间隙,如图 1-48b 所示。

3) 止推螺钉定位。有的柴油机,在齿轮室盖上设置一个止推螺钉,靠止推螺钉顶住凸轮轴前端来定位,如图 1-48a 所示。

4) 泵油扳手座定位。大多数单缸柴油机,如在 195 家族柴油机上,是利用装在齿轮室盖上的泵油扳手座(泵油扳手轴)端面对凸轮轴的泵油凸轮端面实行轴向定位的。

表 1-5 常见柴油机凸轮轴轴向间隙

机型	凸轮轴轴向间隙/mm	极限/mm
495A/4100A	0.08 ~ 0.22	0.50
力佳 SL 系列	0.16 ~ 0.32	0.45
YC2108/YC2115	0.16 ~ 0.26	
CZ2105T/2110TA	0.08 ~ 0.25	
S1100/S195/195S	0.20 ~ 0.40	

小知识

1) 何谓气门间隙, 为什么要留有气门间隙?

当气门处于完全关闭状态时, 气门杆尾端与摇臂撞头之间的间隙, 称为气门间隙。为了使气门能够和气门座紧密贴合, 防止气门等配气机构的零件受热膨胀后将气门顶开漏气, 所以在冷状态装配时, 气门杆尾端和摇臂撞头之间要留有一定的间隙, 如图 1-49 所示。

2) 何谓配气相位, 为什么要设置配气相位?

从理论上讲, 单缸四冲程柴油机一个行程气门的开启至关闭时间, 用曲轴转角来表示只有 180° 。在这里, 我们引入一个关键词“配气相位”。

配气相位是指进、排气门实际开始开启和关闭的时刻, 通常用曲轴转角表示, 如图 1-50 和图 1-51 所示。进、排气门从开始开启至最后关闭的时间一般都要大于 180° 。即进气门在活塞到达上止点前开启并在下止点后关闭; 排气门则在活塞到达下止点前开启, 而在上止点后关闭。

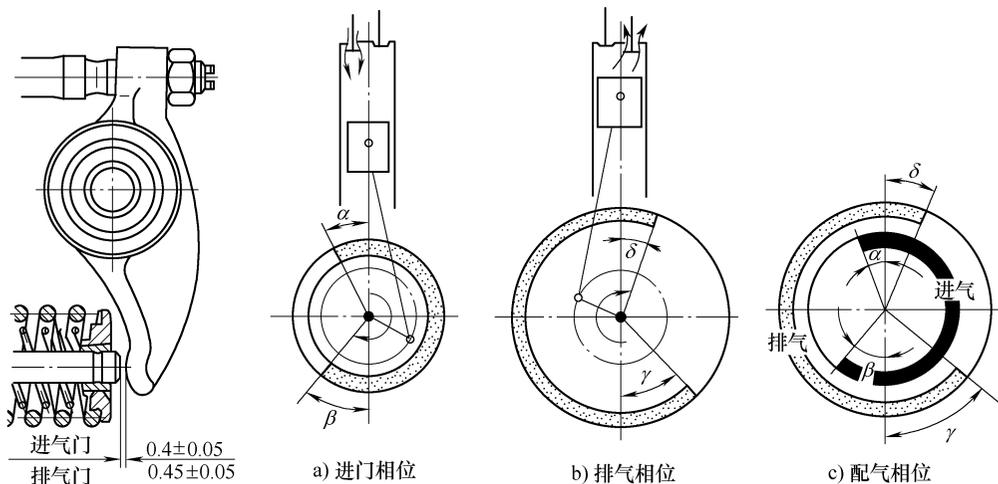


图 1-49 气门间隙

图 1-50 柴油机配气相位图

α —进气门提前开启角 β —进气门延迟关闭角

γ —排气门提前开启角 δ —排气门延迟关闭角

$\alpha + \delta$ —气门重叠角

进气门在上止点前开启，可使进气过程一开始就有较大的“时间-断面”；进气门在下止点后关闭，是为了利用进气气流的惯性，增加新鲜充量的进入。排气门在活塞到达下止点前开启，可以减小排气行程所消耗的功；排气门延迟到活塞上止点后关闭，则可利用气流的惯性更好地清除气缸里的废气。

3) 进、排气门为什么要重叠开启？

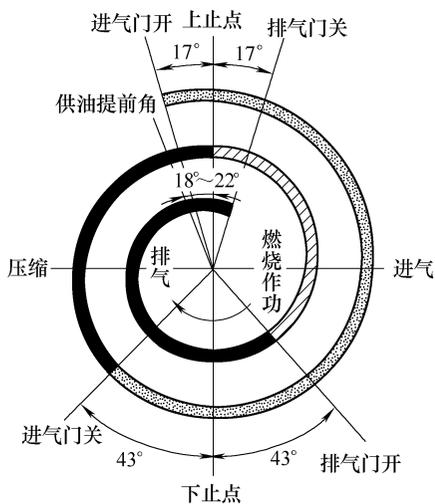
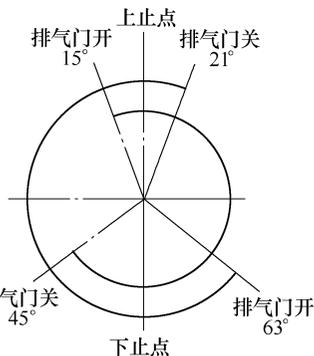
从配气相位图中可知，在一段时间内有两个气门同时打开，即进气门在上止点前开启，排气门在上止点后关闭。这种现象称为气门重叠期。

图 1-51 CZ2110A 型柴油机配气相位图

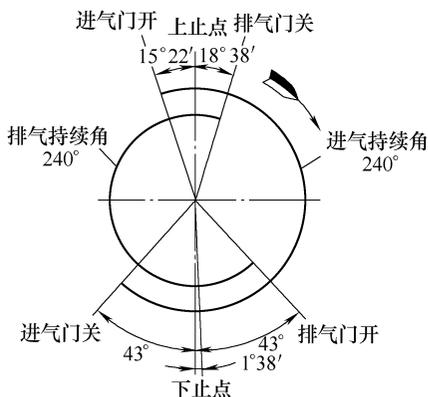
由于气流有惯性，而且重叠时间短，所以废气不会倒流入进气管，新鲜空气也不会随废气一起排出。S195 型和 195S 型柴油机配气相位图如图 1-52 所示。

4) 配气相位与气门间隙的关系是什么？

每一型号的柴油机都规定有最佳的气门重叠角和合适的气门间隙，使新鲜空气和废气都有自己的流动方向和流动惯性，不会相混，而且还可更好地发挥气门早开迟闭的作用。最佳的配气相位除了要正确安装正时齿轮外，还要靠及时地调整气门间隙和可靠的工作条件来保证。如 S195 型柴油机，气门间隙每变动 0.1mm，气门提前开启角和迟后关闭角各增大 10°。所以气门间隙过大或过小会造成气门提前开启角和迟后关闭角不一致，从而导致在气门重叠角内进、排气流的紊乱，使残余废气增多，充气系数下降。



a) 195S 型



b) S195 型

图 1-52 S195 型和 195S 型柴油机配气相位图

八、燃油供给系统与调速器

燃油供给系统的功用是根据柴油机工作的需要,按时、按质、按量、按压地供给气缸雾化良好的清洁柴油,并借助于调速器,保证供入的柴油量与柴油机的工作相适应,随负荷、转速的改变自动调整供油量。

柴油机燃油供给系统比较复杂,偶件精度高,因此修理调整也较复杂,要求较高。要想使燃油供给系统经常处于良好的技术状态,首先要熟悉构造、原理,其次是掌握检查、维修方法。

1. 燃油供给系统

燃油供给系统一般由低压油路和高压油路两部分组成。

小型单缸柴油机,低压油路主要包括油箱、柴油滤清器和低压油管;高压油路主要包括单体式喷油泵(调速器)、喷油器和高压油管,如图 1-53 所示。小型单缸柴油机油路框图如图 1-54 所示。

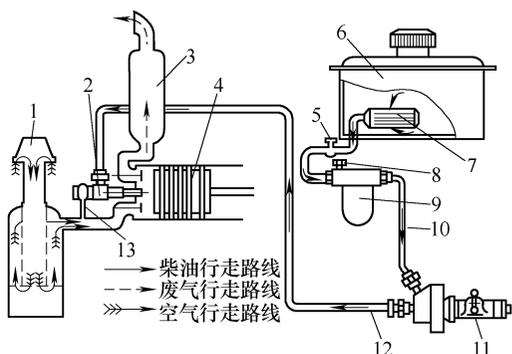


图 1-53 195S 柴油机燃料供给系统示意图

- 1—空气滤清器 2—喷油器 3—排气管 4—活塞
5—油箱开关 6—油箱 7—柴油粗滤器 8—放气螺钉
9—柴油滤清器 10—油管 11—喷油泵 12—高压油管
13—回油管

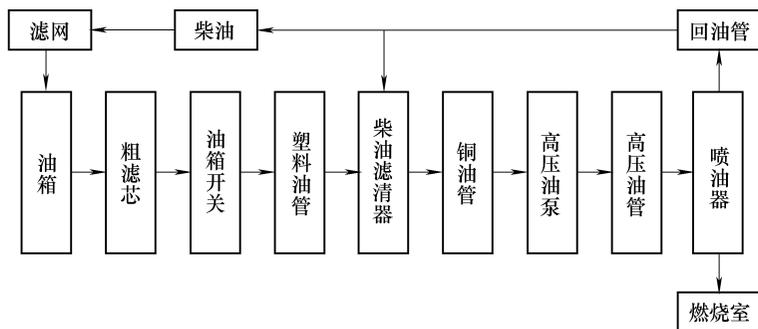


图 1-54 小型单缸柴油机油路框图

多缸柴油机,低压油路主要包括油箱、输油泵、柴油细滤器和低压油管;高压油路主要包括组合式喷油泵和调速器、喷油器和高压油管,如图 1-55 和图 1-56 所示。多缸柴油机油路方框图如图 1-57 所示。

(1) 油箱 油箱用薄钢板冲压制成,它用于贮存柴油,其结构如图 1-58 所示。加油口有铜丝滤网;加油口盖钻有小孔,使油箱内蒸气与大气相通。单缸柴油机,油箱内出油口有柴油粗滤器;油箱外出油口有油箱开关。

(2) 柴油滤清器(细滤器) 柴油滤清器的作用是既能清除柴油中的微小杂质,又能使油路畅通,减轻精密偶件的磨损。柴油滤清器实物如图 1-59 所示。大部分单缸柴油机使用的滤清器由纸质滤芯(图 1-60)、密封垫圈、螺栓焊接部件(燃油芯管)、滤清器座、滤芯外壳等组成。柴油能够克服纸质滤芯的阻力而连续流过细滤器,是由于油箱中柴油的重力和喷油泵中柱塞的吸力共同作用的结果。

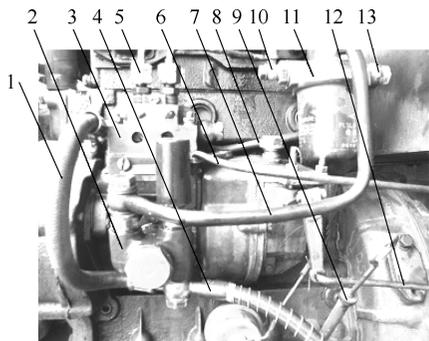


图 1-55 双缸柴油机燃油供给系统

- 1—喷油泵回油管 2—活塞式输油泵 3—喷油泵
- 4—油箱输油管(输油泵进油管) 5—高压油管 6—
- 停止供油拉杆 7—柴油滤清器进油管(输油泵出油管)
- 8—柴油滤清器出油管(喷油泵进油管) 9—机
- 油尺 10—喷油泵回油管接头 11—柴油滤清器
- 12—供油拉杆 13—柴油滤清器出油管接头

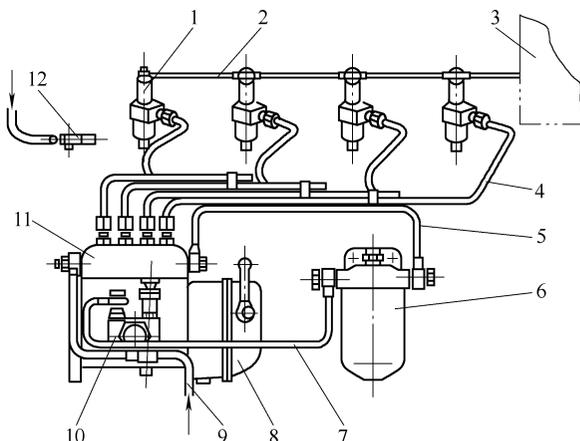


图 1-56 四缸柴油机燃油供给系统

- 1—喷油器 2—回油管 3—油箱 4—高压油管
- 5—喷油泵进油管 6—柴油滤清器 7—滤清器
- 进油管 8—调速器 9—输油泵进油管
- 10—输油泵 11—喷油泵 12—预热塞

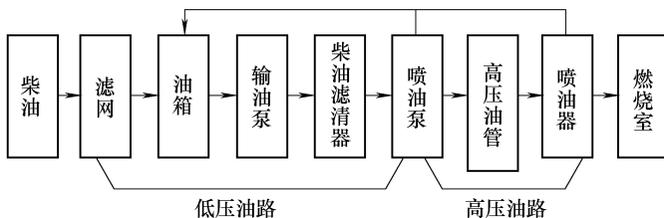


图 1-57 多缸柴油机油路框图

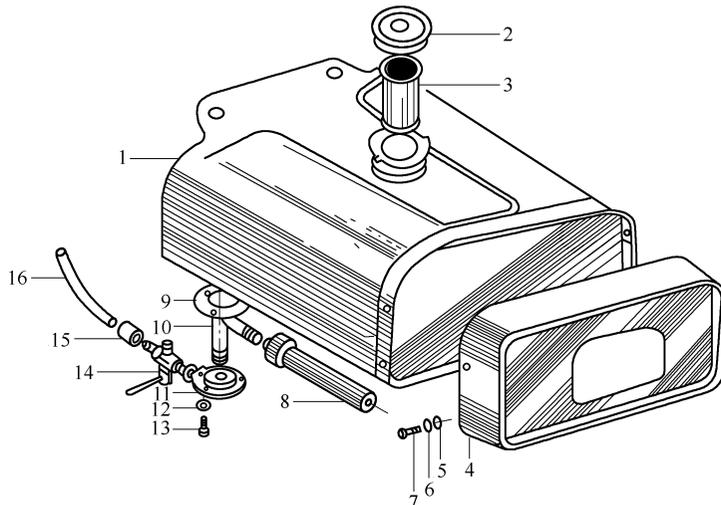


图 1-58 油箱

- 1—油箱部件 2—油箱盖 3—加油滤清器部件 4—面罩 5—垫圈 6—弹簧垫圈 7—螺钉 M6
- 8—柴油粗滤器部件 9—床垫(油箱开关座垫片) 10—出油接管 11—油箱开关
- 12—弹簧垫圈 13—螺栓 M6 14—油箱开关 15—软管固定圈 16—输油管

(3) 输油泵 小型单缸柴油机一般不设置有输油泵, 油箱安装在机体上方, 靠柴油本身的自重产生压差, 不断地流向喷油泵; 而多缸柴油泵常配备有输油泵, 它的作用是从油箱中吸出柴油, 提高柴油的压力, 克服管路和滤清器阻力, 将柴油压送给喷油泵。小型多缸柴油机常采用活塞式输油泵, 其结构如图 1-61 所示。输油泵安装在组合式喷油泵上, 靠喷油泵凸轮轴上的偏心轮来驱动。为了使柴油滤清器和喷油泵充满柴油, 或排除油路中的空气, 输油泵上都设置有手压泵。

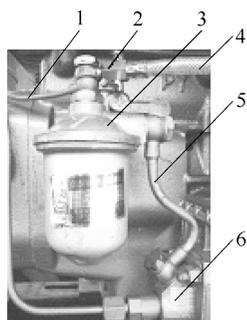


图 1-59 柴油滤清器

- 1—回油管 2—油箱开关
3—柴油滤清器 4—塑料管
5—低压油管 6—喷油泵

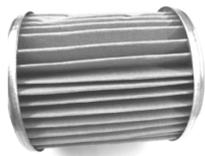


图 1-60 滤芯

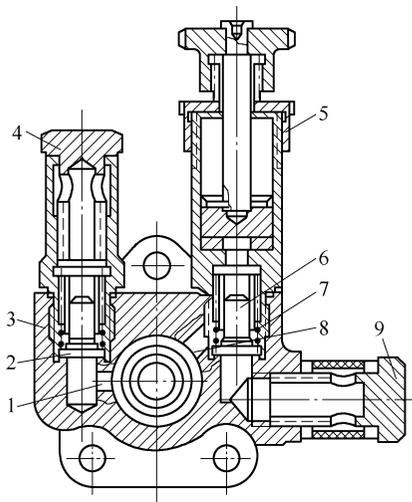


图 1-61 活塞式输油泵结构

- 1—下出油道 2—出油阀 3—出油阀弹簧 4—出油接头
5—手油泵 6—进油阀 7—进油阀弹簧 8—进油道
9—进油接头 10—活塞 11—上出油道 12—泄油道
13—推杆 14—活塞弹簧

活塞式输油泵的工作原理: 活塞将泵体内腔分为前、后两个空间。当活塞向前(或向下)移动时, 进油阀关闭, 出油阀打开, 柴油被压送到压力较低的活塞后腔内, 如图 1-62b 所示, 这一行程, 既不进油, 也不对外输出柴油, 称为准备行程。当活塞向后(或向上)移动时, 出油阀关闭, 进油阀打开, 在活塞后腔的柴油被压送到出油道流向滤清器, 即对外输出柴油, 同时, 柴油从进油管处被吸进压力较低的活塞前腔内, 如图 1-62a 所示。这一行程, 既进油, 又向外输油, 即同时完成一次进油、压油过程。

(4) 柱塞式喷油泵 喷油泵能使柴油产生高压, 并按时、按量地向喷油器提供高压柴油。柱塞式喷油泵一般分有两种: 一种是单体式喷油泵, 用于单缸柴油机; 另一种是组合式喷油泵, 它是把几个单体喷油泵装在同一泵体上, 构成一个整体泵, 供多缸柴油机使用。本书对单体柱塞式喷油泵作详细的介绍, 而对组合式喷油泵只作简要的介绍。

1) 组合式喷油泵又称为多缸喷油泵, 它的每组泵油机构称为分泵, 分泵的结构原理基本与单体柱塞式喷油泵原理相同。农用柴油机多缸喷油泵中 I 号泵用得最多, 较少使用 BQ 泵和 A 型泵。

2) 小型单缸柴油机采用的是单体柱塞式喷油泵。根据油量调节机构不同, 可分为单体柱塞拨杆式喷油泵和单体柱塞齿条式喷油泵。

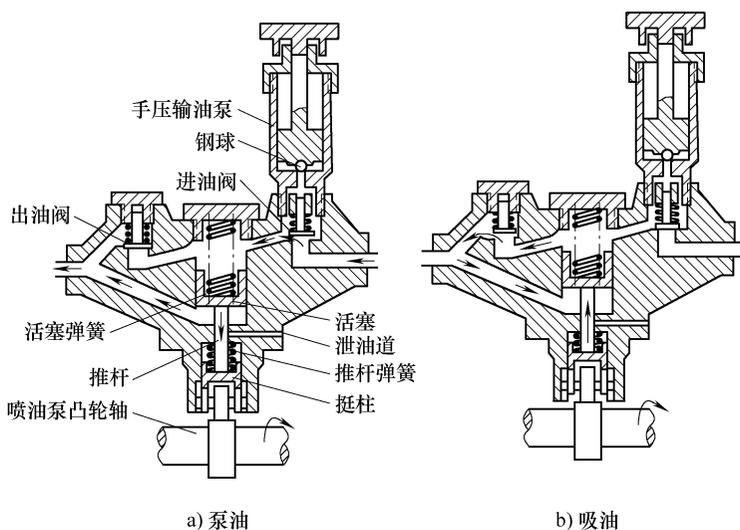


图 1-62 活塞式输油泵作用原理

单体柱塞式喷油泵主要由泵体、柱塞偶件、出油阀偶件、传动机构、油量调节机构等组成。齿条式喷油泵构造如图 1-63 所示; 拨杆式喷油泵构造如图 1-64 所示; 喷油泵实物如图

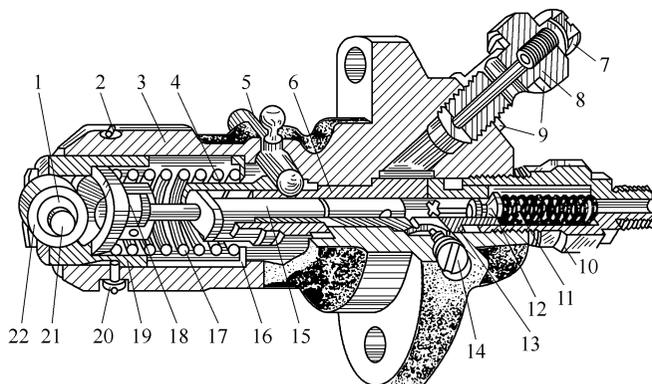


图 1-63 齿条式喷油泵构造

- 1—滚轮衬套 2—卡簧 3—泵体 4—调节齿轮 5—调节齿杆 6—柱塞套 7—放气螺钉 8—进油管接头螺栓 9—垫圈
- 10—出油阀紧座 11—出油阀弹簧 12—出油阀 13—出油阀座 14—定位螺钉 15—柱塞 16—弹簧上座 17—柱塞弹簧
- 18—弹簧下座 19—推杆体 20—导向螺钉 21—滚轮轴 22—滚轮

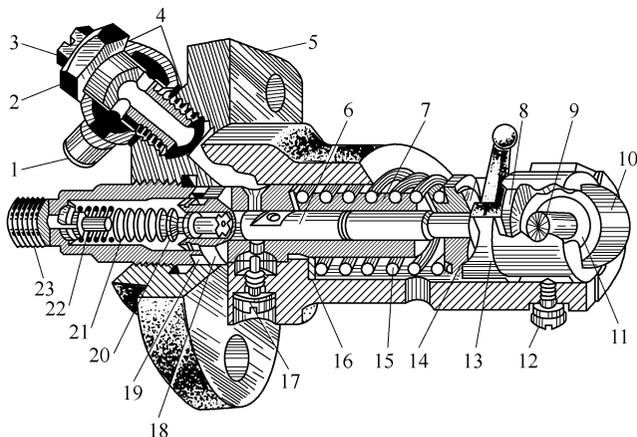


图 1-64 拨杆式喷油泵构造

1—进油管 2—进油管螺栓 3—放气螺钉 4—垫圈 5—泵体 6—柱塞 7—柱塞套 8—调整垫块 9—滚轮轴
10—滚轮 11—滚轮衬套 12—导向螺钉 13—推杆体 14—弹簧下座 15—柱塞弹簧 16—弹簧上座 17—定位螺
钉 18—出油阀座 19—垫圈 20—出油阀 21—弹簧 22—出油阀弹簧座 23—出油阀紧座

1-65 所示。喷油泵是燃油供给系统的核心，它装在齿轮室侧面，由凸轮轴上的油泵凸轮转动。泵体与齿轮室安装面装有调整垫片，用于调整喷油泵的供油提前角。

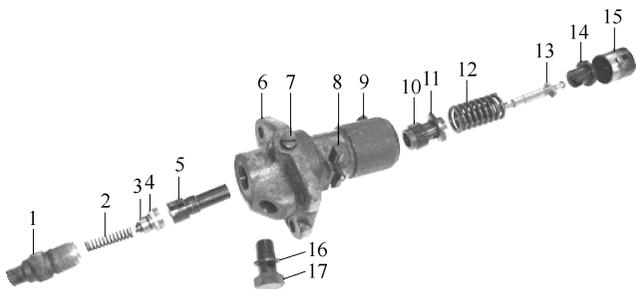


图 1-65 单体柱塞式喷油泵(S195 型、195S 型)

1—出油阀紧座 2—出油阀弹簧 3—出油阀偶件 4—出油阀垫圈 5—柱塞套 6—喷油泵壳体
7—柱塞套定位螺钉 8—调节齿杆 9—导向螺钉 10—调节齿轮 11—弹簧上座 12—柱塞弹簧
13—柱塞 14—弹簧下座 15—挺柱体总成 16—垫片 17—进油管接头螺栓

① 泵体。泵体分上、下腔。上腔安装出油阀偶件，下腔安装挺柱体、柱塞弹簧等机件，柱塞偶件则贯穿装于上下腔中。泵体顶部钻有斜向进油孔，与泵体内部的环形油腔相通。

S195 型柴油机的喷油泵，泵体侧面有柱塞套定位螺钉，安装柱塞套时应和定位槽对准，拧入定位螺钉时应带有小垫片，不能漏装。ZS1115 型柴油机的喷油泵，泵体内上面有柱塞套定位销钉，装入柱塞套时，柱塞套上的切槽应对准泵体内上面的定位销钉。

② 柱塞偶件。柱塞偶件的柱塞和柱塞套是精密零件，经分级配对互研后，配合间隙在 $0.0015 \sim 0.0003\text{mm}$ ，使用中应成对更换，不允许互换。

柱塞的结构分为顶部、停供斜槽空腔、停供斜边、轴向和径向孔、道导向部、柱塞脚等。柱塞套上主要设有进油孔和回油孔，如图 1-66 所示。当柱塞套上的进油孔和回油孔在同一高度时，进油孔只能进油，而回油孔既能进油，又能回油。

柱塞副的功用：提高柴油压力，以满足喷油器喷射压力的要求；控制供油量和供油时间。

③ 出油阀偶件。出油阀偶件是一个形状复杂的菌状零件，它可以分为上部、中部和下部三部分。上部制有圆锥密封面，与阀座上的密封锥面配合，用来隔断高压油管与柱塞顶上的空间，使高压油管内的燃油不能流回油泵内，并保持管内有一定的残余油压。中部圆柱面称为减压环带，与阀座内孔精密配合，作用是将高压油管中的燃油吸回少许，以降低高压油管中的油压（即控制高压油管的残余压力）。下部是通油槽的导向部，其断面是“十”字形，用以使阀体沿阀座孔轴线运动，避免倾斜。出油阀偶件实物如图 1-67 所示。

出油阀偶件实质是一个单向阀，其结构如图 1-68 所示。当柱塞处于供油位置时，高压柴油才能克服出油阀弹簧的压力加上高压油管中柴油剩余压力总和的值，出油阀芯就被推开，喷油泵向高压油管供油。当柱塞上行至回油位置时，出油阀芯靠出油阀弹簧的压力下落，当出油阀芯的减压环带刚落入阀座时，即把柱塞与高压油管之间的柴油隔断，当阀芯的密封锥面下落到阀座时，阀芯的减压环带已经把高压油管内的容积扩大，使高压油管中的油压迅速下降，供油立即结束，不致引起喷油器滴油。

④ 传动机构。喷油泵传动机构主要包括油泵凸轮、滚轮-挺柱体和油泵弹簧等。工作时，在油泵凸轮的驱动和弹簧弹力的作用下，挺柱体以其导向槽作引导，进行往复运动。滚轮在传递油泵凸轮的推力时还可以在其衬套上灵活旋转，以减少冲击和磨损。

对于单缸柴油机，在滚轮上端与柱塞尾端之间装有调整垫块，垫块经过严格选配，其高度尺寸对喷油泵的供油时间有直接影响。对于多缸柴油机，在滚轮-挺柱体上更换不同厚度的垫块，可调整其工作高度和各缸供油间隔角的均匀性。

⑤ 喷油泵油量调节机构。为了适应柴油机工作时负荷的变化，循环供油量必须随之变化，所以，喷油泵要设置油量调节机构。

喷油泵油量调节机构用来转动柱塞，改变供油量。对于单缸柴油机来说，控制柱塞转动的方法有两种：一种是拨杆式，就是利用杠杆、拨叉、调节臂等零件传动控制；另一种是齿条式，就是利用齿轮和齿条，齿轮套管的下端有切口，柱塞下端的凸耳正好装在槽里，拉动齿条，柱塞跟着转动，以控制供油量。

3) 喷油泵泵油机构的工作过程。喷油泵的泵油机构在整个供油过程中，可分为三个阶段：进油、压油和回油，如图 1-69 所示。



图 1-66 柱塞偶件



图 1-67 出油阀偶件实物

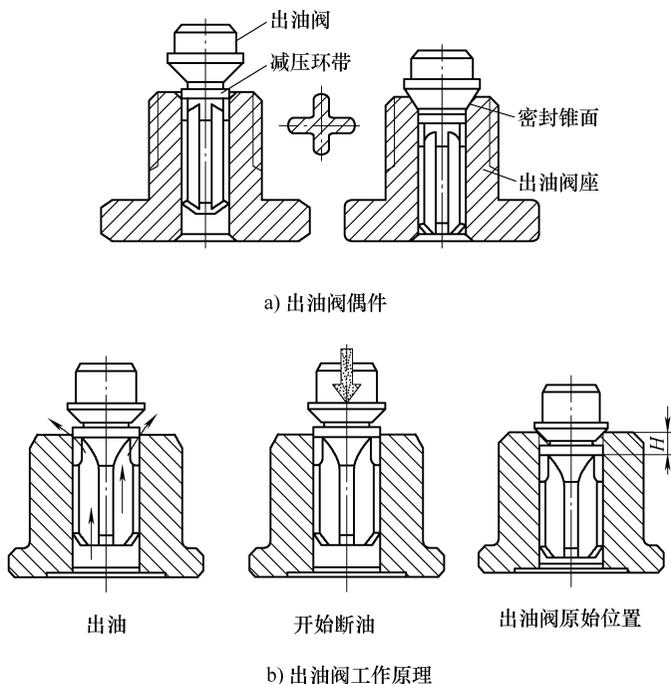


图 1-68 出油阀偶件和出油阀工作原理

① 进油过程：凸轮轴旋转，当喷油泵的挺柱体与凸轮轴的基圆相触时，柱塞下行，进油孔露出，柱塞套内孔上方的容积增大，油压降低，柴油从柱塞套上的进油孔（同时柴油也从回油孔）进入，并充满柱塞上方空间，这就是进油过程。

② 压油过程：随着凸轮轴的旋转，供油凸轮将喷油泵的挺柱体顶起，柱塞上行，把进油孔刚刚关闭的时刻，是压油开始。柱塞继续往上行，其顶部的容积减少，使柴油被压缩，当把柴油压缩到有一定压力后，就推开出油阀芯，使高压柴油向喷油器供油，这就是压油过程。

③ 回油过程：当柱塞上行至回油位置时，柱塞的斜槽露出回油孔的边缘，柱塞上方的柴油就和回油孔相通，高压柴油就经过柱塞上的直槽、斜槽（或柱塞上的中心油孔、斜切槽）流向回油孔，再进入柱塞套与泵体的环形油室。此时，在出油阀弹簧的作用下，使出油阀关闭，喷油泵供油结束。

当油泵凸轮越过最高点，柱塞又向下运动，开始下一个供油过程。凸轮每转一圈，油泵就供油一次。

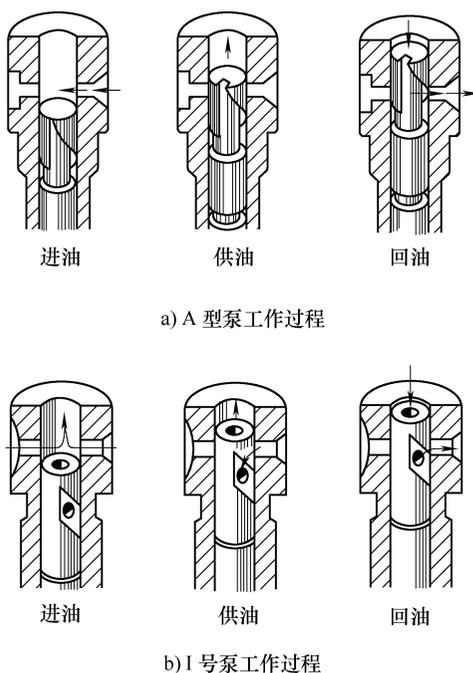


图 1-69 喷油泵工作过程示意图

4) 油量调节机构工作原理与过程。

① 油量调节机构的调节原理：供油量的多小，取决于从柱塞顶面关闭进油孔到斜槽开启回油孔时，这段柱塞运动的距离，即柱塞的有效行程，也就是通过改变柱塞的有效行程可以调节喷油泵的供油量。因供油凸轮的高度是固定不变的，柱塞在柱塞套内运动的行程也是不能改变的，所以改变柱塞的行程来改变供油量是不能实现的。

设计师们在喷油泵里设置一套油量调节机构，即调节齿轮和调节齿杆，拨动调节齿杆，调节齿轮带动柱塞一起转动。柱塞在柱塞套筒内转动，则改变了斜槽与回油孔的相对位置，改变了回油时间，即改变了柱塞的有效行程，从而达到了改变和控制供油量的目的。

② 供油量调节过程如图 1-70 所示，调节过程是：

a. 最大供油量位置：柱塞斜槽最低部分正对着回油孔，使斜槽开启回油孔的时间最迟，即使柱塞有效行程最长，供油量最大。

b. 部分供油量位置：柱塞转动一个角度，使柱塞斜槽较高部分正对着回油孔。虽然供油开始时间不变，但是斜槽与回油孔相通的时间提早，柱塞有效供油行程缩短，供油量减小。

c. 不供油位置：将柱塞继续转动一个角度，使柱塞的直槽正对回油孔（或者是斜槽的最高部分正对着回油孔），柱塞顶部始终与回油孔相通，即柴油全部从柱塞的直槽（或轴向孔）和斜槽（或径向孔）经柱塞套的回油孔漏出，柱塞有效供油行程为零。柱塞无论是上行，还是下行，都不会产生高压柴油，因此，喷油泵不能供油。

2. 调速器

小型单缸柴油机的调速器一般安装在调速齿轮上，而农用多缸柴油机的机械离心式调速器与喷油泵连在一起，即在喷油泵的凸轮轴上安装调速器。

(1) 单缸柴油机调速器

小知识

① 为什么要设置调速器？柴油机工作时，加在柴油机的负荷时刻都在变化。若喷油泵不能按负荷的变化相应地调节供油量，就会使柴油机的转速忽高忽低，严重时使柴油机产生“飞车”故障，或引起柴油机自动熄火，影响作业质量。为了使柴油机能随负荷的变化而改变喷油泵的供油量，使柴油机在一定的转速下保持稳定，就需要设置一个能自动调节供油量的装置——调速器。

② 小型单缸柴油机调速器的类型。小型单缸柴油机调速器，常用的有两种类型：

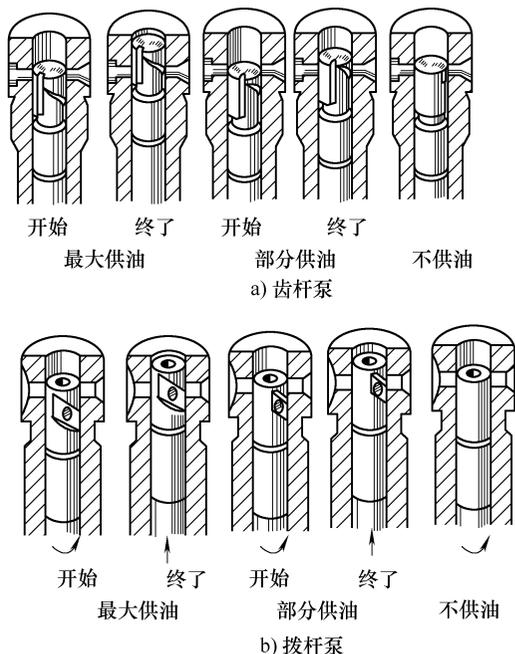


图 1-70 喷油泵供油量调节原理示意图

飞球离心全制式调速器(简称飞球式调速器)和飞锤离心全制式调速器(简称飞锤式调速器)。如 S195、CC195、S1100A、SX1100、SR1110、ZH1110、ZS1110、ZS1115、ZH1125 型等柴油机上装配的飞球式调速器,其结构组成如图 1-71 所示。而 R170、R175、R175A、R180、180、180N、185N、X195、K1100 型等柴油机和小型风冷柴油机上装配的是飞锤式调速器,其结构组成如图 1-72 所示。

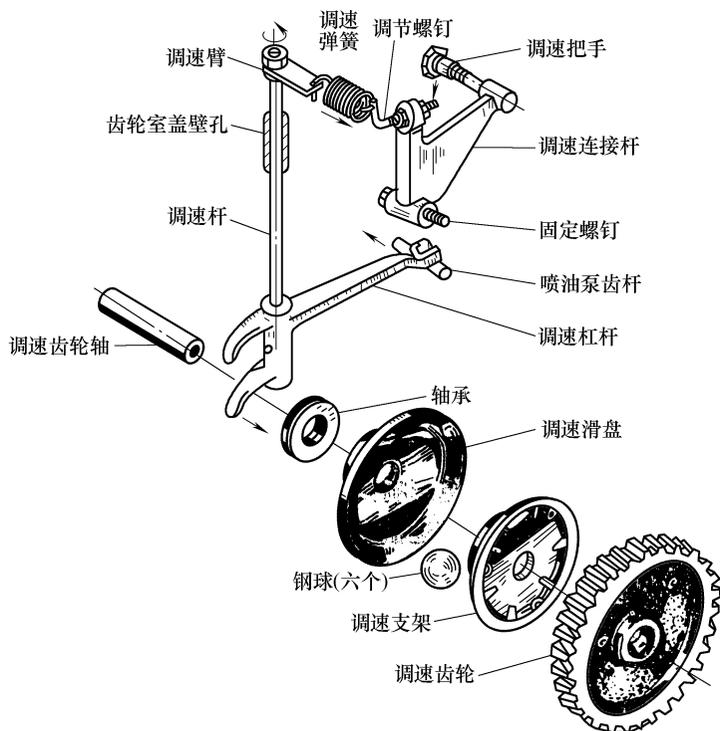


图 1-71 飞球式调速器结构

3) 飞球式调速器和飞锤式调速器在结构的区别。小型单缸柴油机多用机械离心全制式调速器,其结构由感应元件和调节供油拉杆的执行机构两部分组成。工作原理如图 1-73 所示。

调节供油拉杆的执行机构这部分,两者的结构基本相同,都由调速手柄、调速杠杆、调速(调节)弹簧、调速调节螺钉等零件组成。

调速器感应元件结构不同的是:飞球式调速器的感应元件由调速齿轮、调速支架、6 个钢球和单向推力轴承等零件组成;飞锤式调速器的感应元件由飞锤、飞锤支架、飞锤销、飞锤座、调速弹簧、调速轴等零件组成。

4) 飞球式调速器的工作原理。柴油机承受某一负荷工作时,当将调速手柄固定后,曲轴正时齿轮带动调速齿轮旋转,调速支架又带着钢球旋转。钢球旋转时产生离心力,离心力对调速滑盘产生轴向推力。轴向推力通过单向推力轴承、调速杆短臂及调速杠杆等零件的传递,与调速弹簧的预拉力相平衡。与此同时,调速杠杆的长端将柱塞转动到某一相应位置,使喷油泵向柴油机供应所需要的燃油量,维持柴油机在一定转速下稳定运转。如果柴油机负

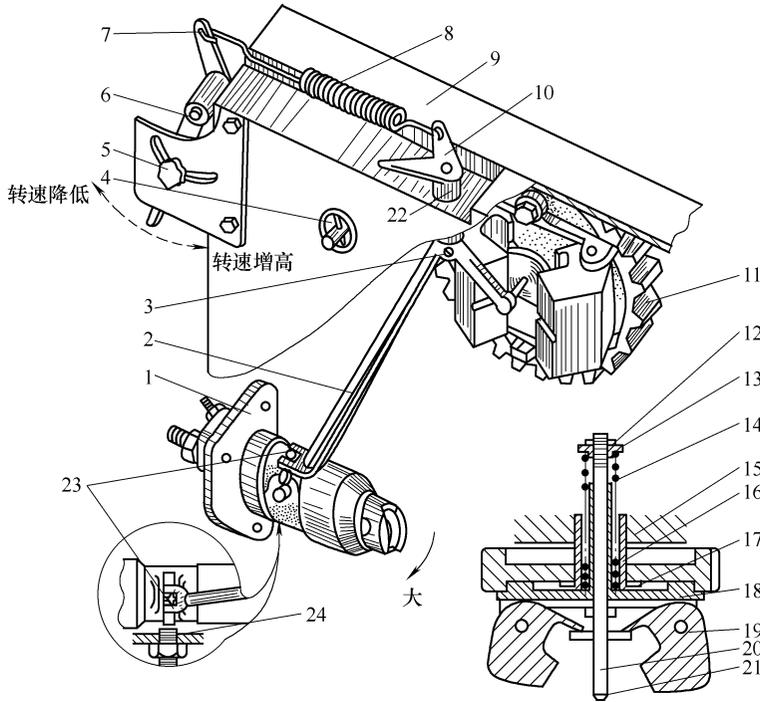


图 1-72 飞锤式调速器结构

- 1—喷油泵 2—高速杠杆 3—圆锥销 4—起动爪 5—调速手柄 6—支撑杆
7—杠杆柄 8—调速弹簧 9—齿轮室盖 10—控制杠杆 11—惰齿轮 12—开口销 13—弹簧座 14—飞锤弹簧 15—机体 16—齿轮 17—卡簧 18—飞锤座 19—飞锤 20—推杆 21—钢球 22—调速连接杆 23—齿杆凸柄
24—最大油量限制螺钉

荷发生变化，转速也瞬时随之变化，调速器原来的平衡状态被破坏，这时，调速杠杆会立即相应改变喷油泵的供油量，以适应负荷变化的要求，重新维持柴油机转速在新的工况下稳定运转，如图 1-74 所示。

5) 飞锤式调速器的工作原理。这种调速器的工作原理与飞球式调速器相似。如图 1-75 所示，当调速手柄向左扳动时，调节弹簧的拉力增大，同时调速杠杆绕其轴心转动，它的一端拨动喷油泵齿条向增加供油量的方向移动，迫使两个飞锤向中心闭合，调速弹簧的预拉力减小。在调节弹簧、调速弹簧与飞锤离心力的共同作用下，柴油机保持在一定转速下稳定运转。当柴油机承受的负荷变化时，转速也随之变化。如负荷减小使转速升高，飞锤的离心力增大而向外张开，飞锤臂拨动调速轴向前移动，顶动调速杠杆，使另一端拨动油泵齿条向减少供油量的方向移动，使转速降低，重新维持柴油机在一定转速下稳定运转。当负荷增大使转速降低时，调速器向相反方向起自动调速作用。

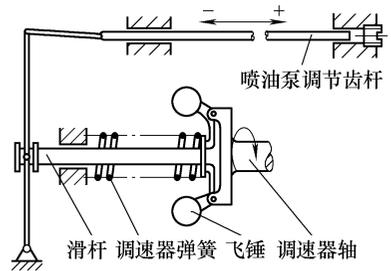


图 1-73 全制式调速器工作原理简图

(2) 多缸柴油机调速器 多缸柴油机调速器常采用机械式调速器。按其调节的转速范围又分为三种：单程调速器、两极调速器、全程调速器。

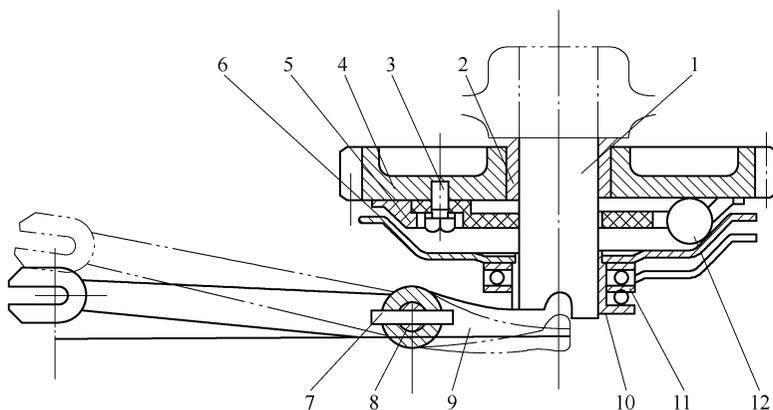


图 1-74 飞球式调速器的工作原理

- 1—调速轴 2—调速齿轮衬套 3—螺钉 4—调速齿轮 5—调速支架
6—调速滑盘 7—销 8—调速杆 9—调杆杠杆 10—调速滑盘衬套
11—8106 推力轴承 12— $\phi 16$ 钢球

多缸柴油机调速器也由感应元件(钢球或飞锤)和油量调节机构两部分组成。在油泵凸轮轴上装有一套调速盘,盘上装有数个钢球或飞锤,在负荷变化而引起转速变化时,钢球或飞锤的离心力发生变化,通过一套油量调节机构,移动喷油泵供油拉杆的位置,从而自动调节组合式喷油泵的供油量。多缸柴油机调速器结构如图 1-76 所示。

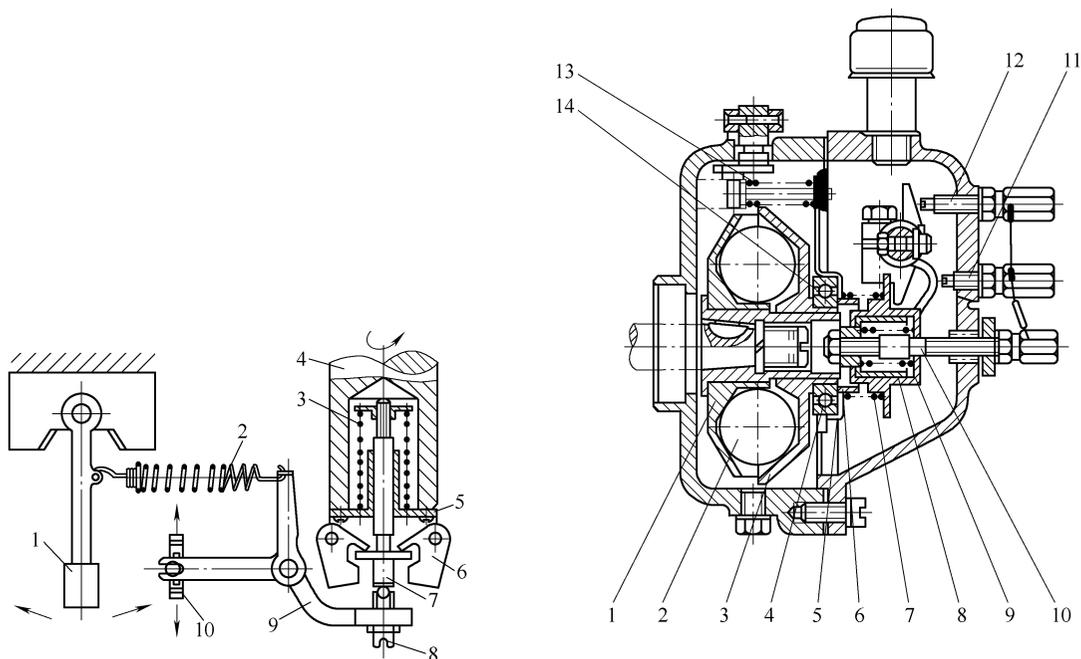


图 1-75 飞锤式调速器的工作原理

- 1—调速手柄 2—调节弹簧 3—调速弹簧
4—曲轴 5—飞锤支架 6—飞锤 7—调速轴
8—调节螺钉 9—调速杠杆 10—油泵齿条

- 图 1-76 多缸柴油机调速器图
1—驱动部件 2—钢球 3—滑动盘 4—单列向心球轴承
5—弹簧座 6—拉杆转动板 7—起动弹簧 8—滑套
9—校正弹簧 10—油量限位螺钉 11—低速限位螺钉
12—高速限位螺钉 13—停车弹簧 14—支承套

调速器的工作原理：柴油机在某一转速下稳定运转时，柴油机与调速器各自都处于相对平衡，即负荷与供油量相适应，钢球离心力的轴向分力与弹簧力相平衡。

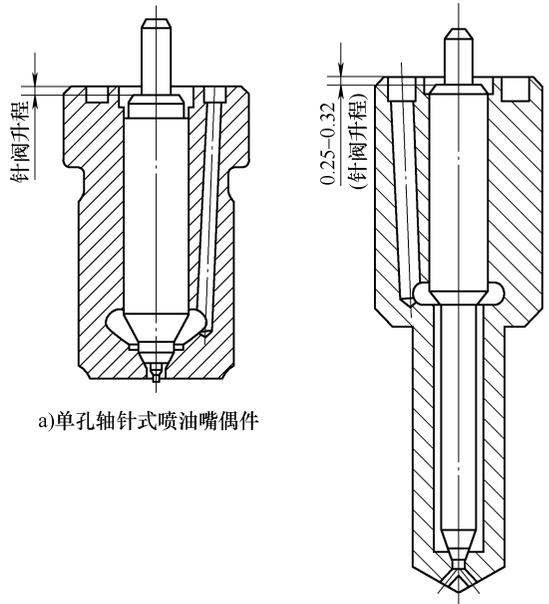
3. 喷油器

喷油器能承接喷油泵送来的高压柴油，再以锥形雾状的油束喷入燃烧室。喷油器实物如图 1-77 所示。



图 1-77 喷油器外形

1) 喷油器常用的两种类型。柴油机上的喷油器，常用的有两种类型：单孔轴针式喷油器和多孔针阀式喷油器，如图 1-78 所示。各种针阀偶件如图 1-79 所示。喷油器总成如图 1-80 所示。单孔轴针式喷油器常用于涡流式燃烧室的柴油机，而多孔针阀式喷油器常用于直喷式燃烧室的柴油机。这两种类型喷油器的结构基本相同，主要由针阀偶件、弹簧、调压螺钉、喷油嘴紧帽及喷油器壳体等零件组成，针阀偶件实物如图 1-81 所示。针阀偶件俗称喷油头或喷油嘴，由针阀和针阀体组成。针阀偶件经过配对研磨，配合非常精密，其间隙在 $0.0015 \sim 0.0025\text{mm}$ 之间。在使用中不允许拆对互换。



a) 单孔轴针式喷油嘴偶件

b) 多孔针阀式喷油嘴偶件

图 1-78 常见喷油器类型

2) 轴针式和长型孔式喷油器的特点。轴针式喷油器和长型孔式喷油器构造和工作过程基本相同，只是喷油嘴的结构有所不同，因而有些部位和技术参数及要求也是不同的。轴针式和孔式喷油器的特点见表 1-6。

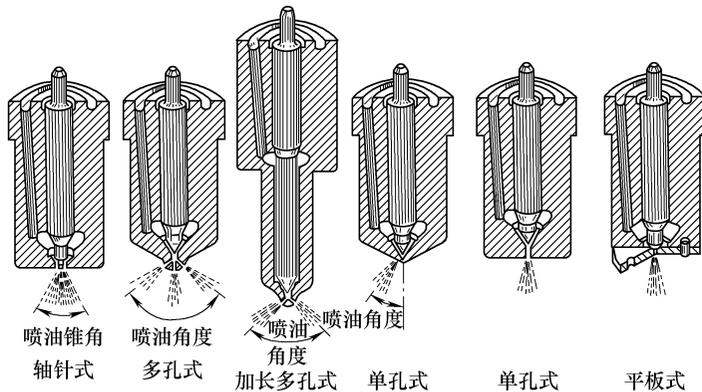
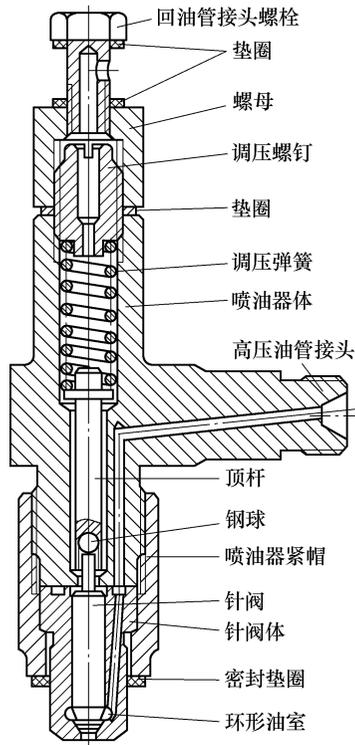
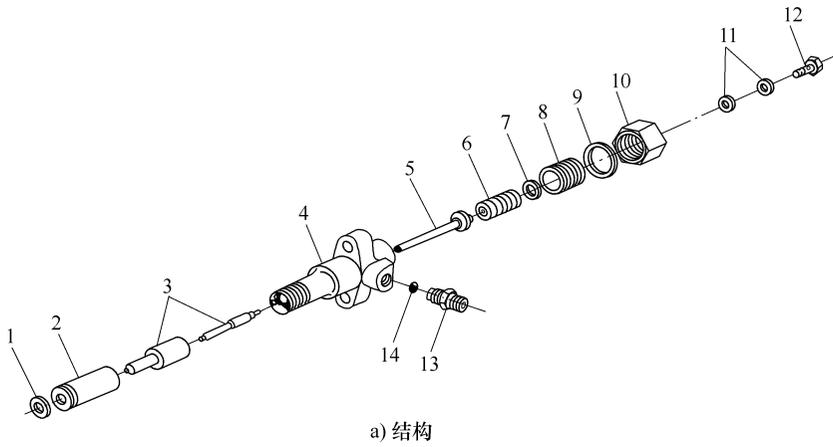


图 1-79 针阀偶件



b) 剖视图

图 1-80 喷油器总成

- 1—垫圈 2—喷油器紧帽 3—喷油器偶件 4—喷油器体 5—挺杆部件 6—调压弹簧
7—弹簧上垫 8—调压螺钉 9—垫圈 10—螺母 11—垫圈
12—溢油接头螺钉 13—进油管接头 14—垫圈

表 1-6 轴针式和孔式喷油器的特点

轴针式喷油器的特点	长型多孔式喷油器的特点
用在涡流室、预燃室的柴油机上	用在直喷式柴油机上
有销针和反锥体	无销针和反锥体
针阀能伸出针阀体外	针阀不能伸出针阀体外
喷油压力: 11.8 ~ 13.7MPa	喷油压力: 16.7 ~ 24MPa
喷孔数: 1 个	喷孔数: 1 ~ 8 个, 常用 4 个
喷孔直径: $\phi 1 \sim 3\text{mm}$	喷孔直径: $\Phi 0.25 \sim 0.5\text{mm}$
喷孔具有自洁能力, 不易积炭和堵塞, 可使用粘度较大的柴油。喷油时油柱呈伞形, 与空气混合良好	喷孔的位置和方向与燃烧室形状相适应, 能保证油雾喷射的形状和方向, 燃烧雾化好、射程远
喷油嘴加工比较容易	喷油嘴加工比较困难

3) 喷油器的工作原理。当喷油泵柱塞在吸油行程时, 油管内压力小, 在喷油器调压弹簧的作用下, 喷油孔被针阀关闭; 当柱塞在供油行程时, 针阀在柴油压力的作用下升起(克服调压弹簧阻力), 柴油从喷孔喷出, 如图 1-82 所示。在喷油过程中, 有少量柴油从针阀偶件的缝隙中渗漏出来, 由回油管导入柴油滤清器或油箱。



图 1-81 针阀偶件实物

a) 单孔轴针式喷油器 b) 多孔针阀式喷油器

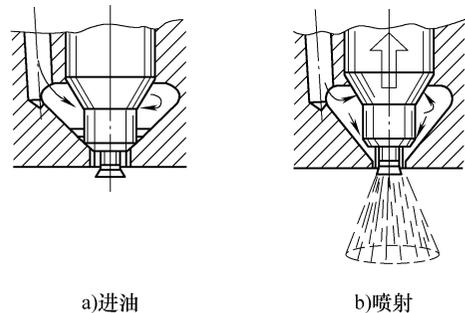


图 1-82 喷油器工作过程示意图

4) 喷油器往柴油机安装时, 在喷油器紧帽下端面上必须加装一个铜垫圈, 用于密封喷油器与气缸之间的接合面, 防止气缸中压缩气体外漏。

4. 可燃混合气的形成

吸入气缸的空气和喷入气缸的柴油均匀地混合在一起的气体叫做可燃混合气。可燃混合气的质量或成分用“过量空气系数”来表示, 即过量空气系数 = 实际空气量 / 理论空气量。

柴油机工作好坏的关键, 取决于柴油和空气在燃烧室内的混合与燃烧。为此, 供入气缸的柴油和空气比例要适当。从理论上讲, 1kg 柴油完全燃烧需要 14.5kg 左右的空气, 而按体积计算, 1kg 柴油完全燃烧大约需要 1 万多 L 的空气。但在实际上, 由于柴油机中可燃混合气形成和燃烧时间很短, 柴油的挥发性又差, 为了使喷入的柴油充分燃烧, 必须有比理论上更多一些的空气量(即过量空气系数)才行。过量空气系数大于 1 为稀混合气, 小于 1 为浓混合气, 柴油机要求过量空气系数在 1.3 ~ 1.5 范围内。所以, 吸入气缸内的空气要足够, 喷入气缸内的柴油应按量。

由于可燃混合气的形成是在气缸内部进行,并且柴油和空气混合的时间极短,喷油从开始到结束,仅占曲轴转角几十度,时间仅为千分之几秒,由于柴油的粘度较大不易蒸发,因而可燃混合气的形成难度较大。因此,对燃油供给系统要求很高:①供油要适当,不能过多或过少;②喷油时间要准确,柴油必须在压缩行程的上止点前开始喷入气缸(靠柴油机的供油提前角来保证);③喷油质量好,雾化均匀,油束的形状、方向和角度、射程等符合要求(靠喷油器来保证);④喷油规律,如供油量随负荷自动调节、随曲柄转角而变化;⑤柴油喷入时气缸中要有足够的温度和压力,才有利于可燃混合气的燃烧。也就是说,柴油机应有一定的压缩比,且气缸要严格密封,不能漏气。

5. 柴油的燃烧

柴油成雾状在活塞上止点前喷入燃烧室后,立刻从高温空气中吸收热量,迅速蒸发,并向四周扩散,与空气混合形成良好的混合气。之后,燃烧室中某一处灼热的混合气首先着火,并从这个火源迅速向各方传播,引燃全部混合气;同时急剧放热,使燃烧室中的温度和压力迅速上升。当活塞刚越过上止点时,爆发压力达到最大,于是冲压活塞而产生动力。

由于柴油机混合气的形成和随后的燃烧过程都是在燃烧室内进行的,故混合气形成和燃烧方式不同,燃烧室的结构形状也不同。

小知识

1) 供油提前角和喷油提前角的区别是什么?

柴油机的供油提前角和喷油提前角是不同的。供油提前角是指喷油泵向高压油管开始供油的时刻,用活塞顶平面距离上止点位置的曲轴转角来表示;而喷油提前角则是指喷油器向气缸开始喷油的时刻,用活塞顶平面距离上止点位置的曲轴转角来表示。

2) 供油提前角和喷油提前角的关系是什么?

供油提前角的大小表示了供油时间的早晚,它的变化会引起喷油提前角的变化。供油提前角总是比喷油提前角大一些,就是说喷油泵向高压油管开始供油的时刻总要比喷油器向气缸开始喷油的时刻超前一点。它们之间一般相差 8° 左右。这是高压油管中的柴油剩余压力低于喷油压力,高压柴油从喷油泵经高压油管通向喷油器时,压力升高有一个过程的缘故。

九、润滑系统

1. 润滑系统的作用

润滑系统的作用是将定量、洁净、有适当温度、有一定压力的润滑油输送到柴油机相对运动零配件及部位,使零件得到润滑,减少零件的磨损,且润滑油还有密封、清洗、冷却、减振及防锈等作用。

1) 润滑作用:润滑油进入各个相对运动零件的摩擦表面,形成一层油膜,使两机件的直接摩擦变为间接摩擦,降低了摩擦系数,减少了零件的磨损和功率的消耗。

2) 密封作用:润滑油进入气缸,增加了活塞、活塞环与缸套之间的密封性,防止漏气。

3) 冷却作用:润滑油在油路里不断地循环流动,能带走摩擦表面的部分热量。



- 4) 清洗作用: 循环流动的润滑油能带走零件磨损下来的铁屑和杂质, 清洗零件表面。
- 5) 减振作用: 润滑油油膜可吸收一部分因燃烧爆发、换向而造成的冲击能量, 以减少振动。
- 6) 防锈作用: 在零件表面形成保护层, 防止氧化、腐蚀。

2. 柴油机的润滑方式

根据柴油机各部位的运动情况和零件的工作条件, 润滑方式一般可分为压力式、飞溅式、复合式、加注-滴油、注润滑脂五种。

1) 压力润滑。机油在机油泵的作用下, 以一定的压力(主油道的机油压力通常为 $0.15 \sim 0.35 \text{ MPa}$) 输送至摩擦表面。如主轴承、连杆轴承、凸轮轴轴承等工作负荷大, 旋转运动速度高, 还有摇臂衬套和摇臂轴, 正时齿轮等, 它们工作负荷虽小但润滑油无法飞溅到达, 都采用压力方式润滑。

2) 飞溅润滑。依靠运动零件飞溅起来的润滑油滴或油雾, 散落在外露的摩擦表面或经汇集后从油孔流到摩擦表面进行润滑。如利用曲轴连杆运转时, 将连杆轴承和主轴承泄漏出来的机油溅洒成细小的油滴, 散落在气缸壁、活塞、配气凸轮、挺柱、推杆、连杆小头衬套、活塞销和有关轴承(单缸柴油机的起动轴轴承、凸轮轴轴承、调速齿轮轴承、平衡轴轴承等)上。

3) 复合式润滑。现代柴油机的润滑系统多数同时采用压力式和飞溅式分别对不同部位的摩擦表面供油润滑, 这种方式称为复合式润滑系统。

4) 定期加注-滴油润滑。气缸盖和齿轮室盖上的一些运动件, 需要定期加注来进行润滑-滴油润滑。即将机油注入油杯内, 利用油本身的重力, 滴入所需要的部位, 进行润滑。

5) 注润滑脂润滑。如水泵轴承、起动机、发电机轴承等须定期加注润滑脂。

3. 润滑系统的组成

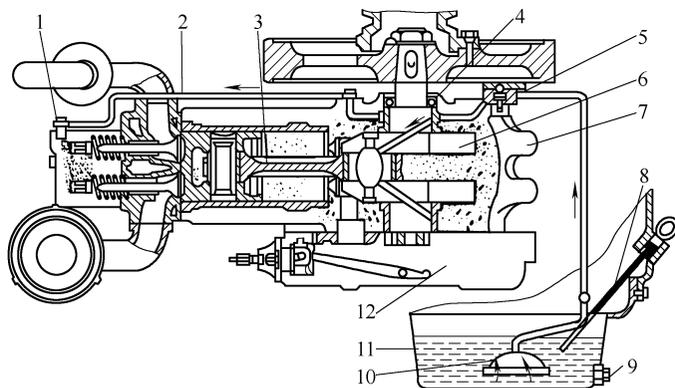
小型柴油机润滑系统主要由集滤器、机油泵、机油滤清器及机油压力表(机油压力指示器)、机油标尺等组成。机油压力表常用在多缸柴油机上, 机油压力指示器则常用在单缸柴油机上。单缸柴油机一般不设置机油压力调整; 而多缸柴油机都设置机油压力调整, 多数在机油滤清器上, 有的机油泵上, 也有的在油路的主油道上。S195 型单缸柴油机的润滑系统如图 1-83 所示。

1) 集滤器和机油滤清器。

① 集滤器也称为网式滤清器, 起粗滤作用, 主要是清除油底壳机油中较大的杂质。其结构如图 1-83b 所示(由图中零件 12~16 组成)。它安装在机体内侧壁上, 吸油盘浸入油底壳机油中, 空心管和缸体上的垂直油道相通, 再通到机油泵的进油道去。

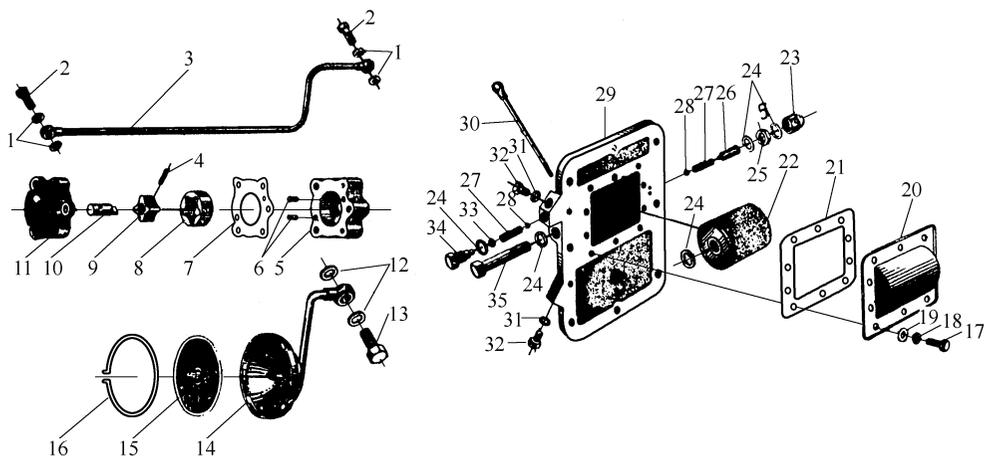
有的小型柴油机不设专门的机油滤清器, 机油经集滤器粗滤后, 在曲轴连杆轴颈的离心净化室中, 靠曲轴旋转时的离心力对机油进细滤。而有的小型柴油机, 在润滑系统中设有专门的机油滤清器, 对机油进行循环精滤, 使机油更加净化。

② 机油滤清器也称为机油细滤器, 它的作用是对机油进一步过滤, 除去较小的杂质。有的小型柴油机, 如 CC195 型、195T、SX1100 型, 机油滤清器安装在机体的后盖板上, 即机油滤清器与机体的后盖板组成一体, 如图 1-83b 所示(由图中零件 29、24、22、21、20 等组成); 而有的小型柴油机, 如 R170 型、R180 型, 机油滤清器安装在齿轮室盖内侧。不论机油滤清器装在那里, 它都是串联在润滑油路中。



a) 简图

1—机油压力指示器 2—机油管 3—连杆 4—曲轴油封 5—机油泵 6—曲轴
7—下平衡轴 8—机油标尺 9—放油螺塞 10—网式滤清器 11—油底壳 12—齿轮室



b) 构造

1、12、19、24、31、33—垫圈 2—管接螺栓 3—油管部件 4—圆柱销 5—机油泵体 6—定位销
7—机油泵盖垫片 8—外转子 9—内转子 10—机油泵轴 11—机油泵盖 13—管接螺栓 14—滤网
盖部件 15—滤网部件 16—弹簧圈 17、32—六角头螺栓 18—弹簧垫圈 20—罩盖 21—垫片
22—滤芯总成 23—盖形螺母 25—六角头螺母 26—调节螺钉 27—弹簧 28—钢球 29—后盖
30—机油尺 34、35—螺钉

图 1-83 S195 型单缸柴油机润滑系统

J080 型机油滤清器构造如图 1-84 所示。其工作原理是：由机油泵压送来的机油从进油口进入滤清器壳体与滤芯外围的空隙，并在压力作用下由外向内透过滤芯，进入到滤芯圆筒内腔，过滤后的机油从滤座的出油口流出，再进入机体的主油道去润滑主轴承、连杆轴承等零件。因此，机油中的杂质和胶质被滤芯阻拦在其外围。在滤座上装有安全阀（也叫旁通阀），它的一端与出油口相通，另一端与滤芯外围相通，它并联在润滑油路中。当滤芯堵塞时，滤座上的出油口和主油道内的机油压力低于滤芯外围的压力，安全阀被打开，不经滤芯过滤的机油直接进入安全阀、滤座上的出油口，再进入主油道，从而保证柴油机各部位及时

得到润滑。

2) 离心净化室。有的单缸柴油机曲轴、连杆轴颈制成蛋形空心油腔,在轴颈端用螺塞堵住,轴颈里面的空腔称为离心净化室。柴油机工作时,曲轴快速旋转,被压入离心净化室机油中的杂质,在离心力作用下抛向净化室内壁,堆积在内壁上,机油经离心滤清后进入连杆轴颈与轴瓦之间。

3) 转子式机油泵的组成和工作原理。转子式机油泵由机油泵盖、机油泵体、机油泵轴、内转子、外转子、垫片、定位销等组成。如图 1-83b 所示(由图中零件 5~11 组成)和图 1-85 所示。

转子式机油泵的工作原理:机油泵工作时,内转子带动外转子朝同一方向旋转。由

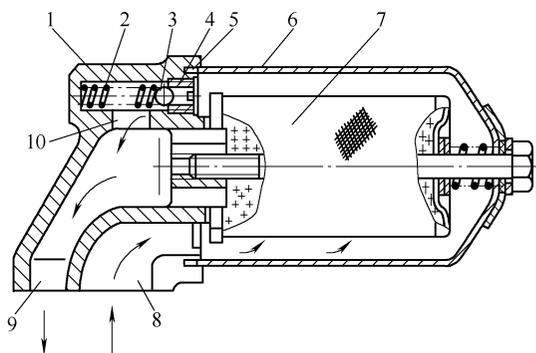


图 1-84 机油滤清器

- 1—滤座 2—弹簧 3—钢珠 4—螺塞 5—密封圈
6—外壳 7—机油滤芯部件 8—进油通道
9—出油通道 10—旁通道

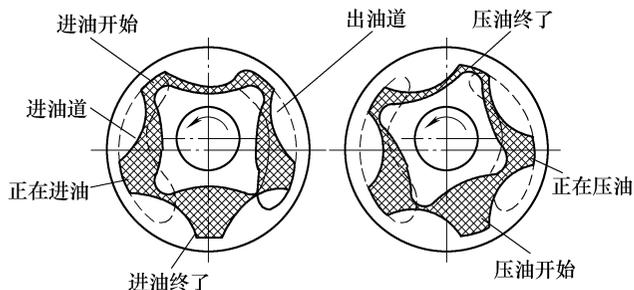


图 1-85 转子式机油泵工作原理



图 1-86 机油泵内转子

于内外转子不同心,而且齿数不相等(转速为 5:4),故在旋转过程中便将内、外转子之间的空腔分隔成几个互不相通、容积不断变化的空腔。正对进油道一侧面的空腔,由于转子脱离啮合,容积逐渐增大,产生真空吸力,机油被带到出油道一侧,这时转子进入啮合,空腔容积减小,机油便从齿间挤出,并经出油道压送出去,如图 1-85 所示。机油就是这样随着转子的不断旋转而连续不断地被吸入和被压出。机油泵内转子实物如图 1-86 所示。

4) 齿轮式机油泵的组成和工作原理。齿轮式机油泵主要由壳体、主动齿轮、从动齿轮、机油泵轴等组成,如图 1-87 所示。

齿轮式机油泵的工作原理:油泵工作时,主动齿轮和从动齿轮啮合旋转,进油腔容积大,腔内产生真空度,机油从进油口被吸进,充满进油腔。齿轮旋转时把齿间贮存的机油带到出油腔内,由于出油腔一侧轮齿进入啮合,出油腔容积减小,油压升高,机油便经出油口压送出去,由此不断啮合旋转而连续不断地泵油,如图 1-88 所示。

5) 机油压力指示阀。机油压力指示阀用来指示单缸柴油机工作时机油压力是否正常,其构造如图 1-89 所示。有的单缸柴油机,机油压力指示阀阀体和气缸盖罩铸成一体,如 S195 型、ZS1115 型;而有的单缸柴油机,机油压力指示阀阀体和齿轮室盖铸成一体,如 R170 型、R180 型。

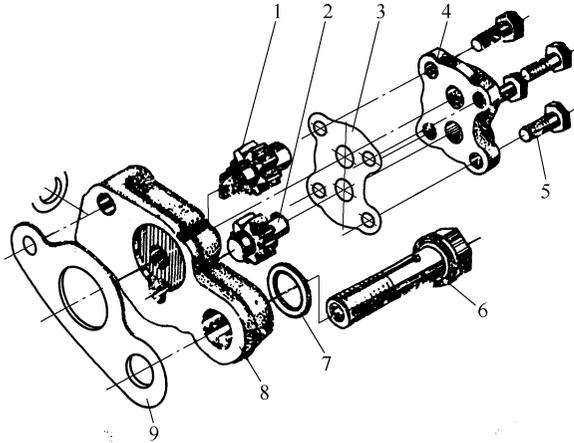


图 1-87 齿轮式机油泵的组成

- 1—机油泵主动齿轮 2—从动齿轮 3—衬垫
4—机油泵盖 5—螺栓 6—长空心螺栓
7—铜垫片 8—机油泵体 9—垫片

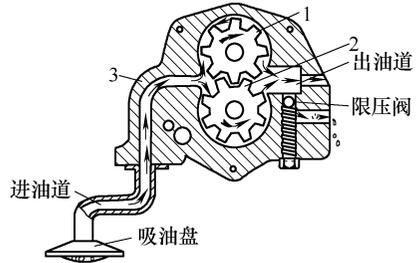


图 1-88 齿轮式机油泵工作原理

- 1—主动齿轮 2—从动齿轮 3—机油泵体

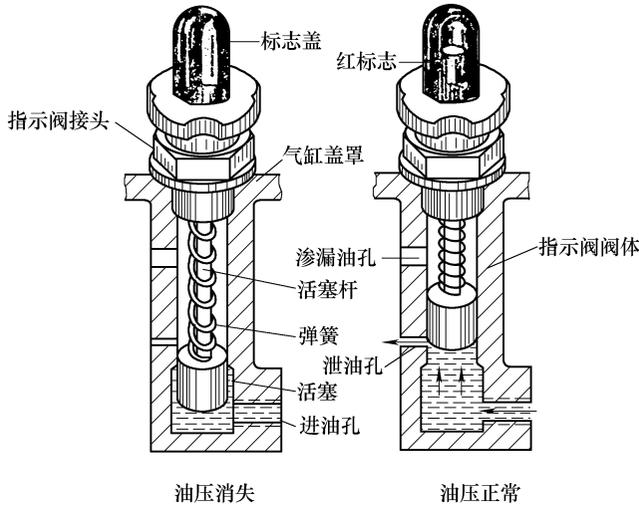


图 1-89 机油压力指示阀

当柴油机正常运转时，有一定压力的机油从机油管进入阀体，将活塞顶起，红色的指示器也随之升起，说明润滑油路正常。此时，机油从活塞下方的泄油孔喷出，润滑气门摇臂组件，从活塞与阀体间隙窜上的机油从活塞上方的回油孔流回气缸盖罩内。当润滑油路不正常，使机油压力降低或消失时，活塞在弹簧张力作用下向下移动，红色的指示器也随之下降，则说明润滑系统有故障。

6) 机油尺。机油尺杆上刻有上、下两条刻线，用来检查油底壳的油面高度。机油油位应保持在油尺的上、下两条刻线之间。

4. 典型机型的润滑油路

1) R175、R180 型柴油机润滑系统的组成和机油循环路线。

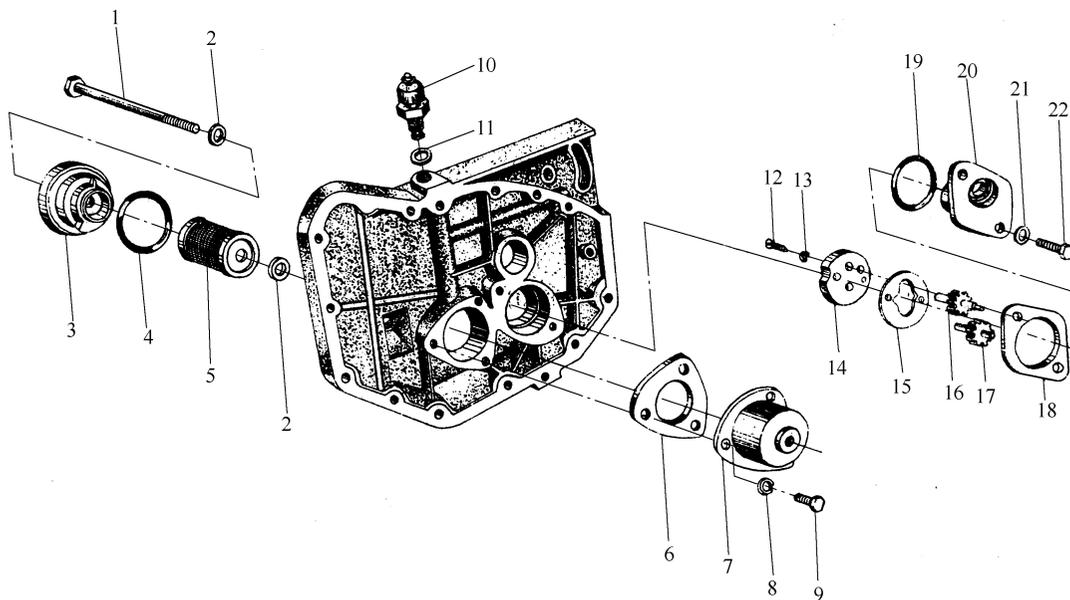


图 1-90 R175 型、R180 型柴油机润滑系统

- 1—螺栓 M8 2—矩形垫片 3—机油滤清器体 4—O 形密封圈 5—机油滤芯部件 6—垫片 7—滤杯及螺栓座
 8—垫圈 9—螺栓 M6 10—机油指示器 11—指示器垫圈 12—螺钉 M5 13—垫圈 14—机油泵盖
 15—机油泵盖垫片 16—机油泵主动齿轮 17—机油泵从动齿轮 18—机油泵垫片 19—机油泵 O
 形密封圈 20—机油泵体 21—垫圈 22—螺栓 M6

① R175 型、R180 型柴油机润滑系统主要机件组成如图 1-90 所示。

机油泵安装在齿轮室盖内侧，由凸轮轴前端带动；机油滤清器也是安装在齿轮室盖内侧，由滤清器件、密封圈、滤芯、部件、外端盖、滤杯、旁通阀（包括阀、钢球、弹簧、调节螺钉）等零件组成。用视油针阀检查机油泵工作情况。

② R175、R180 型柴油机机油循环路线如图 1-91 所示。

2) S195、195S、S1100 型单缸柴油机机油循环路线。S195、195S、S1100、ZH1110、ZS1115、ZS1120、ZH1125 型等单缸柴油机的机油循环路线基本相同。熟悉机油循环路线，对于了解润滑系统的构造和分析、排除润滑系统中出现的故障都有帮助。

单缸卧式柴油机的润滑油路：油底壳→吸油管→机油泵→机油滤清器（有的柴油机没有）→曲轴主轴颈。对于 S195 型柴油机来说，机油被压入曲轴主轴瓦飞轮端后分为两路，一路进入连杆轴颈内润滑连杆瓦，而另一路则经机油管到气缸罩盖小孔喷出润滑摇臂衬套和

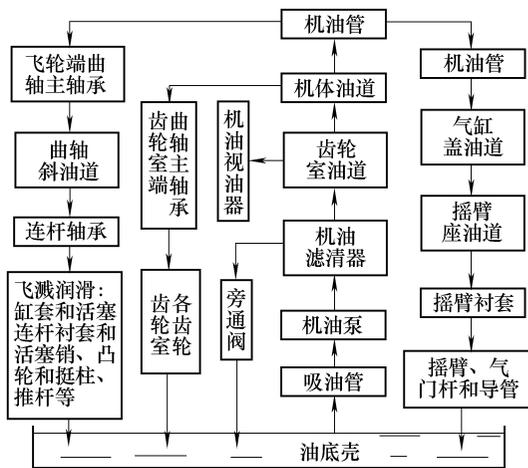


图 1-91 R175、R180 型柴油机的机油循环路线示意图

气门导管。S195 型柴油机的机油循环路线如图 1-92 表示。

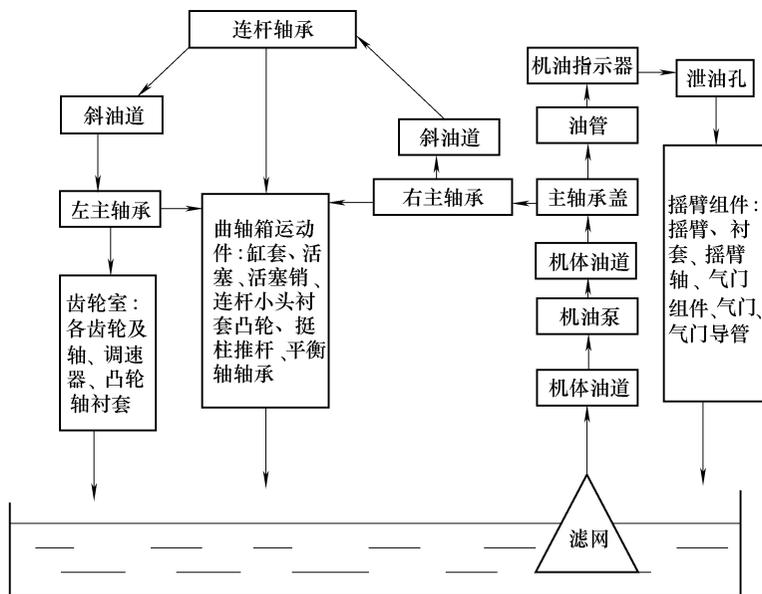


图 1-92 S195 型柴油机的机油循环路线

3) 295 型柴油机润滑系统油路。295 型柴油机润滑系统采用压力与飞溅润滑：对于主轴承、连杆轴承、凸轮轴衬套、摇臂轴衬套等采用压力润滑，气缸套、活塞、连杆衬套与活塞销、凸轮与挺柱、气门与导管等依靠油雾飞溅润滑。295 型柴油机润滑系统油路如图 1-93 所示。油底壳内的机油经粗滤器被机油泵吸入，增压后输送至机油滤清器，再进入机体主油道。主油道之后分为三路：一路由机体上的纵横油道至主轴承，再进入曲轴上的斜油道至连杆轴承；另一路由机体的油道、气缸盖油道、摇臂座油道润滑摇臂轴、摇臂衬套；还有一部分机油经机体前端面上的油道通至惰齿轮轴，以润滑齿轮系。

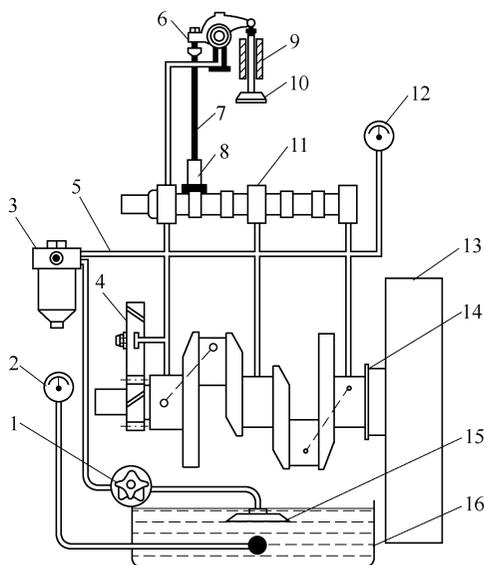


图 1-93 295 型柴油机润滑系统油路

- 1—转子式机油泵 2—机油温度表 3—机油滤清器 4—齿轮系
5—主油道 6—摇臂 7—推杆 8—挺柱 9—气门导管 10—气门
11—凸轮轴 12—机油压力表 13—飞轮 14—曲轴
15—集滤器 16—油底壳

十、冷却系统

冷却系统的功用是对柴油机受热零件进行冷却，避免零件温度过高，以保持其正常的工

作温度。小型单缸柴油机的冷却方式有：蒸发式水冷却、凝气式水冷却和强制式风冷却三种。而多缸柴油机常采用强制循环式水冷却系统。

1. 蒸发式水冷却

蒸发式水冷却系统工作原理如图 1-94 所示。从图中可以看出，散热器就是一个蒸发水箱，无水泵和风扇，其结构简单，故障少。柴油机工作时，气缸套、气缸体和气缸盖产生高温，冷却液则吸收热量，不断地被加热而沸腾，散热器内温度较高的冷却液和温度较低的冷却液就产生对流。冷却液沸腾变为蒸汽散发到大气中，这能使冷却液温度保持在 100°C ，使柴油机工作温度不至于过高。

2. 凝气式水冷却

凝气式水冷却系统结构组成如图 1-95 所示。机体上安装有冷凝器(散热器)，并在冷凝器侧面加一个风扇，无水泵。工作时，水套中的冷却液温度上升到 100°C 时变成蒸汽进入冷凝器，当冷凝器内的水蒸气压力大于外界大气压时，一部分水蒸气便从通气管排出。风扇旋转形成的冷风将热量带走，使冷凝器内的蒸汽结成水。由于冷凝器内的冷却液温度较低，就从下胶管进入到水套里吸热，形成热水(密度小)上浮、冷水(密度大)下沉的自然循环，使柴油机工作温度不超过设计要求。

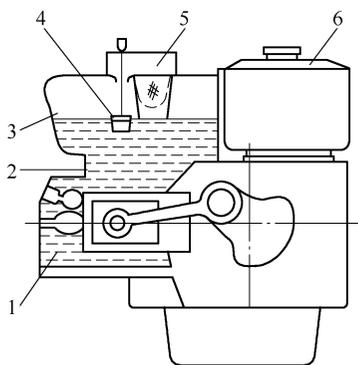


图 1-94 蒸发式水冷却系统

- 1—缸盖水套 2—泵体水套
3—散热器 4—浮子 5—加水口 6—油箱

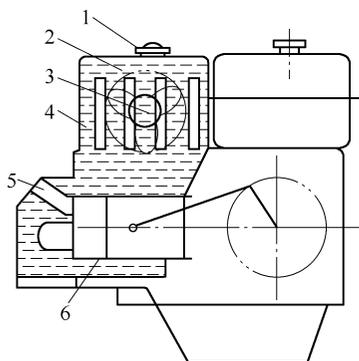


图 1-95 闭式凝气水冷却系统

- 1—加水口盖 2—上气室 3—风扇
4—散热器 5—气缸盖 6—气缸套

3. 强制式风冷却

强制式风冷却系统工作过程如图 1-96 所示。缸盖与缸体外壁制有很多散热片，以增加散热面积；气缸周围布置有风罩；飞轮的三条轮辐就是风叶。柴油机工作时，冷却空气被与飞轮铸成一体的风扇吸入，通过导风罩以及风板的引导，使冷却空气吹刷气缸盖与气缸周围的散热片，把散热片的高温热量带走。

4. 强制循环式水冷却系统

强制循环式水冷却系统，就是用水泵强制地使冷却液在冷却系统中进行循环流动，通过机体表面和散热器散热。其结构主要由冷却水套(气缸体、气缸盖中铸有水套)、散热器、水泵、节温器、风扇、冷却液、温度表和水管等组成，如图 1-97 所示。

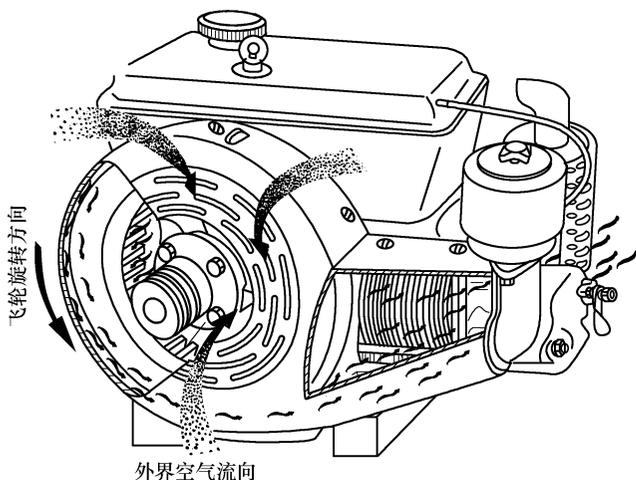


图 1-96 风冷柴油机冷却过程示意图

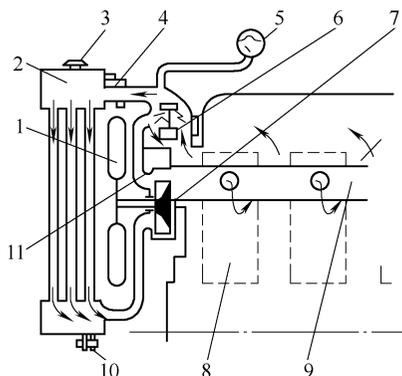


图 1-97 强制循环水冷系统

- 1—风扇 2—散热器 3—散热器盖 4—溢水管
5—冷却液温度表 6—节温器 7—水泵
8—缸体、缸盖水道 9—配水管
10—放水栓 11—小循环水道

十一、 起动装置

为了使柴油机由静止状态变为连续运转，必须先用外力来驱动曲轴旋转，使气缸内的可燃混合气着火产生动力。能使柴油机完成起动过程的装置称为起动装置。

1. 起动装置的种类

小型柴油机的起动常采用人力起动和电起动两种方式。

(1) 手摇起动装置 小型单缸柴油机起动装置一般采用手摇增速起动，就是在曲轴、凸轮轴或中间轴装有起动爪，爪上有斜槽，由人持着手摇柄插到起动爪上，使手摇柄的销子插在斜槽中，使劲转动手柄带动曲轴旋转起动柴油机。起动后曲轴转速高于手摇柄转速，在斜槽里的销子自动退出，使手摇柄自动与起动爪分离。

对于四冲程柴油机，曲轴转速是凸轮轴的两倍，起动爪或起动轴装在凸轮轴或惰轮轴可使曲轴起动转速提高一倍。如 S195 型柴油机，曲轴正时齿轮齿数为 18 齿，起动齿轮齿数为 36 齿，凸轮轴齿轮齿数为 36 齿，起动齿轮的齿数是曲轴齿轮齿数的 2 倍。人力起动时，摇转手柄转动起动齿轮一圈，曲轴齿轮就转动 2 圈，从而达到增速起动的目的。160F、165F、R170、R175A、R180、190W、S195、S1100A、ZS1110、ZS1115、ZS1120、ZS1125 型柴油机都采用这种增速起动方式。

(2) 电起动装置，即采用电起动方式 电起动装置包括蓄电池、起动机、起动开关、发电机及整流器、电压调节器等。由于本书篇幅有限，其具体构造原理略去不讲，有兴趣的读者请参阅《汽车拖拉机电气设备》一书。简单的起动过程大概是这样：柴油机起动时，把加油手柄放在中油门位置，若气温低于 5℃，先扳动起动开关至预热位置，使柴油机预热 40s 左右，也可利用减压机构，再接通起动电路，使柴油机起动。若气温在 5℃ 以上，可无需预热，直接将起动开关转到起动位置，使蓄电池向起动机供电。此时，电磁式控制机构得



电, 起动机的电枢电路也得电, 使起动机的小齿轮与柴油机的飞轮齿圈啮合, 带动曲轴以足够的速度旋转, 从而使柴油机着火。起动后则松开起动开关使之复位, 电磁式控制机构失电, 起动机的电枢电路也失电, 其上的小齿轮自动与飞轮齿圈脱开, 起动机停止工作。电起动装置如图 1-98 所示。

(3) 柴油机起动必须具备的三个条件

1) 要有足够大的起动力矩。为了保证柴油机能顺利起动, 必须克服柴油机曲轴旋转时的各种阻力, 如机件运动表面的摩擦阻力、机件加速运动的惯性力以及活塞压缩气体的压缩阻力等。因此, 要转动曲轴, 外部施加到曲轴上的力矩必须大于曲轴旋转时的各种阻力矩之和。

2) 要有足够高的起动转速。为了保证柴油机迅速可靠地起动, 要求压缩终了时的气缸内空气温度要比柴油的自燃温度(330°C)高 200°C , 起动转速要达到 $150 \sim 300\text{r}/\text{min}$ 。如东方红—75 拖拉机 4125A 型柴油机起动转速为 $210\text{r}/\text{min}$ 。

3) 起动时间要短。由起动到自行运转所需要的时间, 人力起动不能超过 30s , 电起动每次不得超过 5s 。

2. 便于起动的辅助装置

(1) 柴油机减压机构 为了便于柴油机起动和保养时摇转曲轴, 小型柴油机上一般都设置有减压机构。减压机构安装在气缸盖罩内, 摇转曲轴时, 使减压机构顶开气门(设法将进气门打开), 气缸内的空气不受压缩, 以此来减少转动柴油机的力矩。

(2) 小型单缸柴油机减压机构 小型单缸柴油机减压机构一般有两种: 凸轮式减压机构和螺钉式减压机构。

1) 凸轮式减压机构。S195、S1100、ZS1105、ZS1110、ZS1115、ZS1120、ZS1125 型柴油机系列减压机构均为凸轮式, 特点是进气门减压, 如图 1-99 所示。减压座装在气缸盖罩内, 用螺母锁紧。减压座内孔和外圆有 1.5mm 的偏心, 里面安装的减压轴头部凸轮正对着进气门, 外面装有减压手柄和弹簧。

起动柴油机时, 转动减压手柄, 减压轴也相应地转动一个角度, 凸轮便压下进气门摇臂, 顶开进气门, 此时, 气缸无气体压缩, 即起到减压作用。放手松开减压手柄,

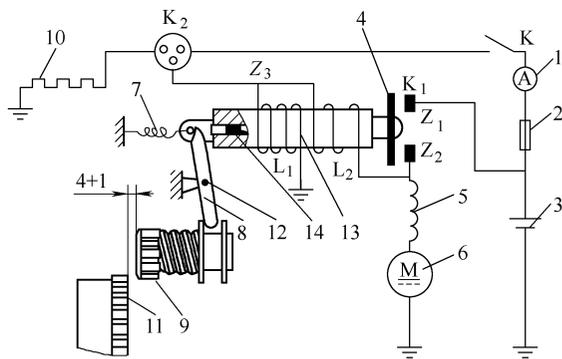


图 1-98 电起动装置

- 1—电流表 2—熔断丝 3—电源 4—接触铜片 5—激磁绕组
6—电枢 7—回位弹簧 8—拨叉 9—起动机小齿轮
10—预热塞 11—飞轮齿圈 12—偏心螺钉 13—铁心
14—弹簧 K—电源开关 K₁—电磁开关 K₂—起动
开关 L₁—保持线圈 L₂—吸引线圈
Z₁、Z₂—触头接线柱 Z₃—开关接线柱

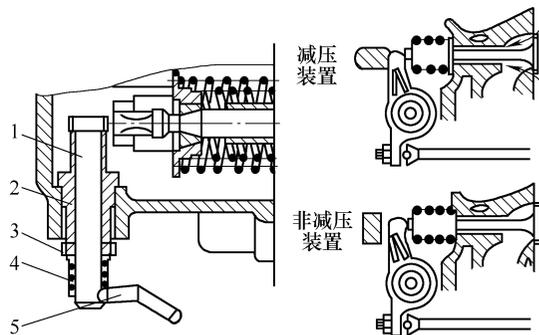


图 1-99 凸轮式减压装置

- 1—减压轴 2—减压座 3—锁紧螺母
4—手柄弹簧 5—减压手柄

在弹簧的扭力作用下，减压轴反转一个角度，凸轮离开进气门摇臂，此时，进气门关闭，气缸有气体压缩。

2) 螺钉式减压机构。小功率柴油机常采用螺钉式减压机构，特点是结构简单。如图 1-100 所示，需减压时，扳动减压手柄，使减压轴连同减压螺钉旋转一定角度，减压螺钉将气门摇臂向下压，使气门打开实现气缸减压。松开减压手柄，在扭簧作用下，手柄自动回到非减压位置，气缸则产生压缩力。

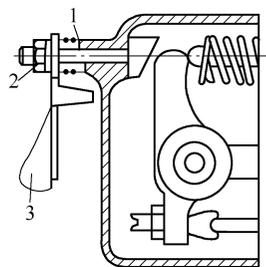


图 1-100 螺钉式减压机构

1—减压螺钉 2—锁紧螺母 3—减压手柄

(3) 多缸柴油机减压机构 CZ2105/CZ2110 型直喷式柴油机，减压机构装于气门室盖上，为杠杆式减压机构，如图 1-101 所示。减压轴装在摇臂座的斜上方，轴上装有 2 颗调整螺钉，其位置对准 2 个进气摇臂头部背面。需减压时，扳动减压手柄，通过杠杆机构使减压轴转动一个角度，调整螺钉随减压轴一起转动，正好顶压在摇臂头部背面，使进气门打开，达到减压的目的。多缸柴油机减压机构实物如图 1-102 所示。

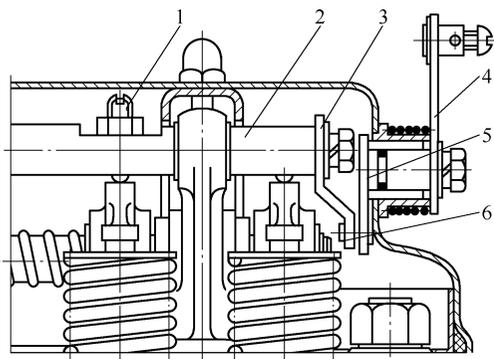


图 1-101 多缸柴油机减压机构

1—减压螺钉 2—减压轴 3—减压连杆
4—减压手柄 5—减压拨叉 6—圆柱销

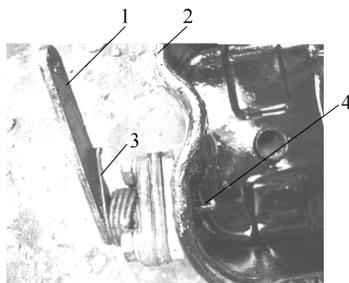


图 1-102 多缸柴油机减压机构实物

1—减压手柄 2—气缸盖罩
3—减压弹簧 4—减压拨叉

(4) 低温起动装置 由于柴油机不像汽油机那样有点火系统，即用外来电源使火花塞产生火花，把混合气点燃燃烧，而是靠压缩行程本身产生的高温高压，使混合气体自行燃烧。因此，在环境温度较低的情况下柴油机起动困难。为了弥补柴油机在冷起动方面之不足，配备了多种低温起动装置，能够使气缸中压缩终了的空气温度比柴油的着火温度高出 200℃，使喷入的燃油能及时燃烧爆发，从而顺利起动。

1) 纸插螺栓起动装置。单缸柴油机，如 S195、S1100 型柴油机在气缸盖上装有点火用的纸插螺栓，螺栓头部伸入涡流燃烧室内，如图 1-103 所示。低温下起动时，将螺栓拧下，把卷好的纸条插在螺栓头部，沾上柴油，点燃后立即旋入螺栓孔拧紧，然后按正常起动方法摇转柴油机。由于燃烧室内有了火源，可使喷入的雾化柴油得到引燃而迅速着火燃烧。

2) 预热塞起动装置。目前，拖拉机和农用车的柴油机广泛应用膨胀预热塞，如 SH—500/504 拖拉机 495A 型柴油机。预热起动时，预热塞可在柴油机进气歧管内喷出一团长达 20cm 左右的火焰，将进气预热，保证柴油机在低温时易于起动，缩短起动时间，以减少蓄电池大电流放电及起动机的运转时间。预热塞构造如图 1-104 所示。

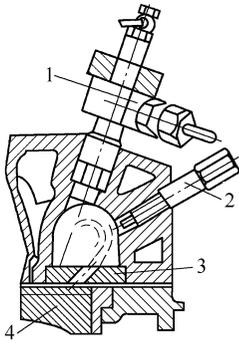


图 1-103 纸插螺栓

1—喷油器 2—纸插螺栓 3—镶块 4—活塞

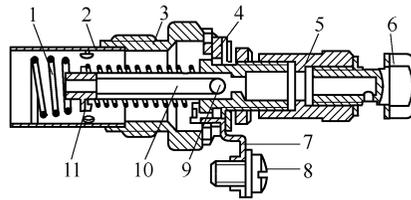


图 1-104 预热塞

1—电热丝 2—保护罩 3—接头螺套
4—绝缘垫片 5—接头螺母 6—接头
螺钉 7—固定架接片 8—导线紧固
螺钉 9—钢球阀 10—阀杆身
11—带有伸缩套的螺杆

一、拆装、维修所用的工具

1. 普通工具

1) 固定扳手。固定扳手有呆扳手、梅花扳手、套筒扳手、内六角扳手四种，它主要用于拆装或松开、紧固螺纹联接件。各种扳手实物如图 2-1 所示。



图 2-1 固定扳手

2) 活扳手。它的开口尺寸能在一定范围内调节，所以可用一把活扳手扳动开口尺寸允许范围内的多种规格的螺栓和螺母，使用方便。活扳手实物如图 2-2 所示。

3) 特种扳手。特种扳手常见有扭力扳手、气动冲击扳手两种。

① 扭力扳手。用来固定和测定螺栓、螺母所需的拧紧力。扭力扳手和套筒实物如图 2-3 所示。

② 风动冲击扳手。它以压缩空气为动力，用来拆卸和固紧



图 2-2 活扳手



一些较大的螺母。

4) 钳子。常用的钳子分有钢丝钳、尖嘴钳、鲤鱼钳三种。主要用于钳住各种刚性零件和斩断不同直径的导线。钢丝钳和尖嘴钳实物如图 2-4 所示。

5) 挡圈钳。可用于拆装各种挡圈和活塞环。各种挡圈钳实物如图 2-5 所示。

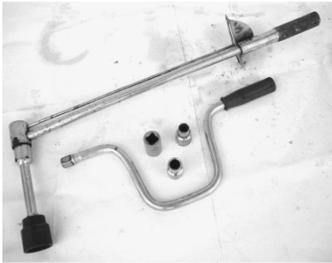


图 2-3 扭力扳手和套筒



图 2-4 钢丝钳和尖嘴钳

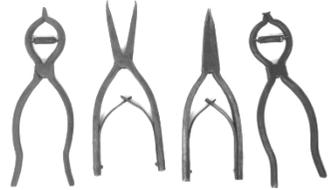


图 2-5 各种挡圈钳

6) 螺钉旋具。螺钉旋具分为扁头、十字头及夹柄螺钉旋具三种，它是用来旋紧螺钉的工具。扁头、十字头螺钉旋具实物如图 2-6 所示。

7) 锤子。锤子分有铁锤和橡胶锤两种。铁锤实物如图 2-7 所示。



图 2-6 扁头和十字头螺钉旋具

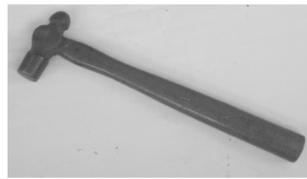


图 2-7 铁锤

2. 专用工具

S195 型、195S 型柴油机的专用工具有：14×17(或 13×16、18×21) 双头扳手、30 六角扳手、60 六角扳手、拉出器、起动手柄。各种专用工具实物如图 2-8 所示。

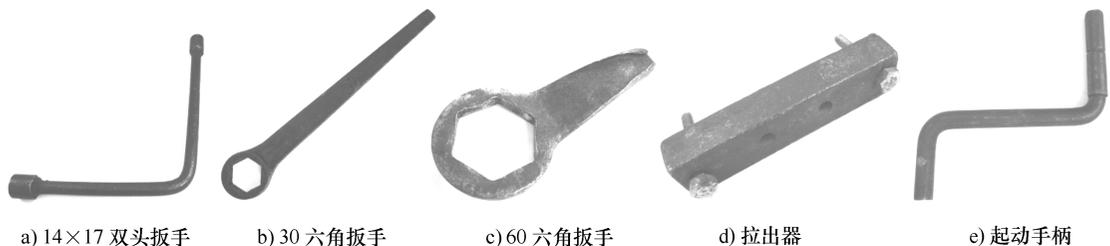


图 2-8 S195 型、195S 型柴油机的专用工具

1) 14×17(或 13×16、18×21) 双头扳手，俗称为弯头，主要用于拆装螺钉头部为 M14、M17(或 M13、M16、M18、M21) 的螺纹联接件。

2) 30 六角扳手。用于拆装气缸盖螺母。

3) 60 六角扳手。用于拆装飞轮螺母。

4) 拉出器。用于拉出飞轮和平衡轴齿轮。

5) 起动手柄。用于摇转曲轴和起动柴油机。

3. 修理工具

1) 气门拆装工具，实物如图 2-9 所示。

2) 气门导管拆装工具，实物如图 2-10 所示。

3) 鍍子。鍍子实物如图 2-11 所示，可以用于加工平面、沟槽和鍍断金属等。



图 2-9 气门拆装工具

图 2-10 气门导管拆装工具

图 2-11 鍍子

4) 三爪拉出器。用于拆卸轴装零部件的工具。三爪拉出器实物如图 2-12 所示。

5) 气缸套和主轴瓦拆装工具，如图 2-13 所示。

6) 夹箍或锥形圆筒导向工具。用于安装活塞连杆组的导向工具。锥形圆筒导向工具是用该机的旧气缸套车制改造而成，实物如图 2-14 所示。图 2-15 所示为夹箍实物。

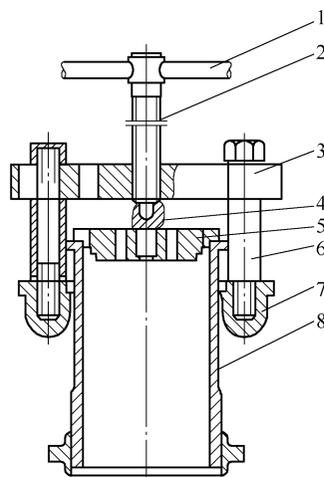
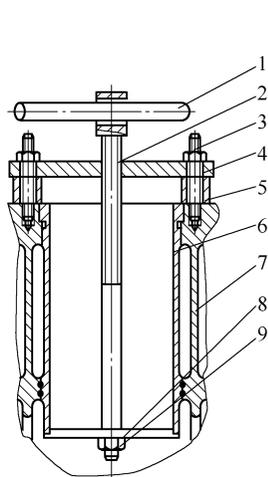


7) 手虎钳。实物如图 2-16 所示。

8) 台虎钳。实物如图 2-17 所示。

9) 锉刀。锉刀可分为平锉、方锉、三角锉、半圆锉和圆锉等。用锉刀来锉去零件表面多余的金属。平锉和三角锉实物如图 2-18 所示。

图 2-12 三爪拉出器



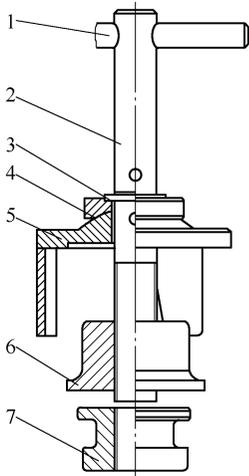
a) 气缸套拆卸工具

b) 气缸套压装工具

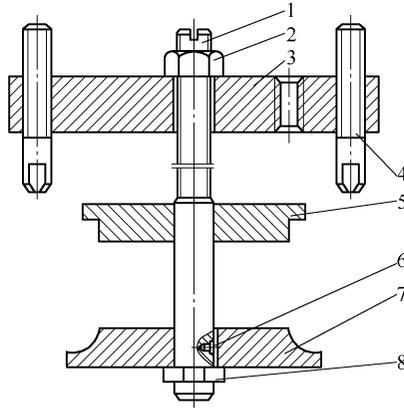
1—杠杆 2—螺杆 3—气缸盖螺栓
4—压板 5—隔套 6—气缸套
7—气缸体 8—底板 9—螺母

1—杠杆 2—螺杆 3—压板
4—顶头 5—压块 6—隔套
7—气缸体 8—缸套

图 2-13 气缸套和主轴瓦拆装工具



c) 主轴瓦拆装工具(一)



d) 主轴瓦拆装工具(二)

1—加力杆 2—丝杆 3—销钉 4—支承座 1—拉出螺杆 2—拧紧螺母 3—横梁 4—支撑螺栓
5—支承盘 6—装入模头 7—拉出模头 5—两用锐头 6—销钉 7—拉座 8—开口锁片

图 2-13 气缸套和主轴瓦拆装工具(续)

10) 板牙、丝锥和钻头。用于加工或修理各种螺孔和螺栓。板牙、丝锥实物如图 2-19 所示。



图 2-14 锥形圆筒导向工具



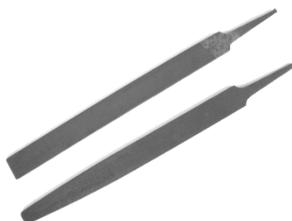
图 2-15 夹箍



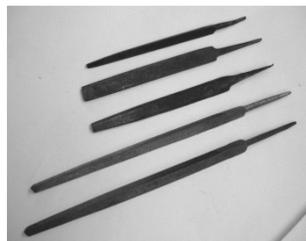
图 2-16 手虎钳



图 2-17 台虎钳



a) 平锉



b) 三角锉

图 2-18 锉刀

11) 可调式直径铰刀。用于铰削各种衬套的内径。可调式直径铰刀实物如图 2-20 所示。



图 2-19 板牙、丝锥



图 2-20 可调式直径铰刀

12) 三角刮刀。用于刮去各种轴瓦曲面、零件表面很薄的金属。三角刮刀实物如图2-21所示。



图 2-21 三角刮刀



图 2-22 气门座铰刀

13) 气门座铰刀。用于修理气门座，分为粗铰刀和细铰刀两种，角度有 75°、45°、15° 三种。气门座铰刀实物如图 2-22 所示。

4. 维修设备

1) 气动气门研磨机实物如图 2-23 所示，用于研磨发动机的气门。

2) 手砂轮机(微型砂轮机)。用于磨削和切断金属、非金属零件。手砂轮机实物如图 2-24所示。



图 2-23 气动气门研磨机



图 2-24 手砂轮机

3) 台式砂轮机。用于磨削零件表面和磨削各种金属加工工具。台式砂轮机实物如图 2-25所示。

4) 手电钻。用于钻孔直径较小的钢铁零件和其他金属零件、非金属零件，使用方便。手电钻实物如图 2-26 所示。

5) 台式钻床。主要用于钻孔，钻孔直径在 14mm 以下。台式钻床实物如图 2-27 所示。

6) 交流电焊机。主要用于焊接金属工件和修补裂纹的零件。交流电焊机实物如图 2-28 所示。

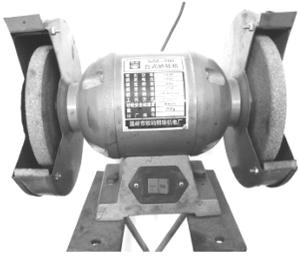


图 2-25 台式砂轮机



图 2-26 手电钻

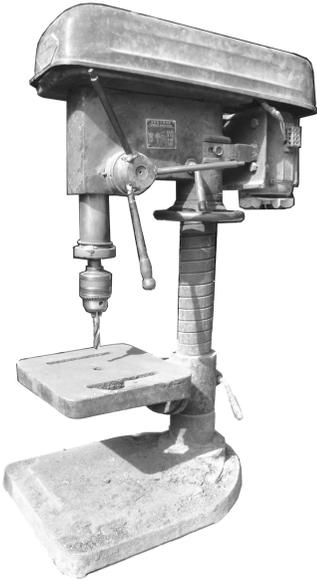


图 2-27 台式钻床

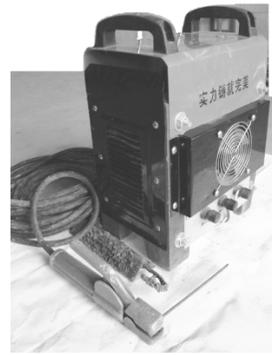


图 2-28 交流电焊机

- 7) 气焊设备。用于焊接和切割不同厚度的金属，氧气-液化石油气焊接设备如图 2-29 所示。
8) 空气压缩机。主要给气动工具提供压缩空气。空气压缩机实物如图 2-30 所示。

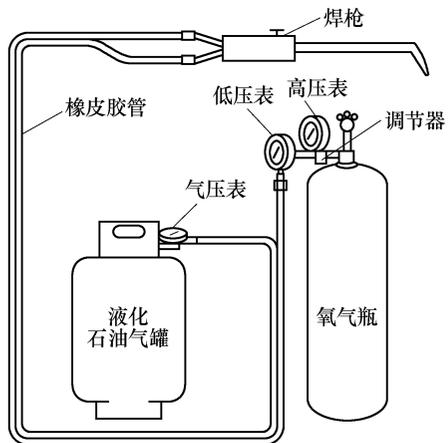


图 2-29 氧气-液化石油气焊接设备



图 2-30 空气压缩机

二、测量工具及检测仪器

1. 测量工具

1) 钢直尺。主要用于测量零件和配合件某部位的长度、宽度、深度、高度等，测量精度不高。钢直尺实物如图 2-31 所示。

2) 塞尺。主要用于测量配合件的配合间隙，塞尺实物如图 2-32 所示。



图 2-31 钢直尺



图 2-32 塞尺

3) 游标卡尺。可用来测量零件的外径、内径、宽度、厚度、深度及孔距等，测量精度中等，能达到 0.01mm，应用很广。游标卡尺实物如图 2-33 所示。

4) 外径千分尺。用于测量轴的外径、圆度、圆柱度等，其测量精度比游标卡尺高，能达到 0.001mm。外径千分尺实物如图 2-34 所示。



图 2-33 游标卡尺



图 2-34 外径千分尺

5) 百分表。百分表装在百分表架上，与其他量具配合，可测量零件的圆度、圆柱度、平行度、垂直度、径向圆跳动、轴向圆跳动等，测量精度较高。百分表如图 2-35 所示。

2. 检测仪器

1) 气压表。主要用来测量气缸内气体的压缩压力。气压表如图 2-36 所示。

2) 量缸表。实际上它就是一个内径百分表，主要用来测量气缸套的磨损量、圆度、圆柱度。量缸表如图 2-37 所示。

3) 压力表。用来测量喷油泵的供油压力、机油泵的供油压力，检查柱塞偶件、出油阀偶件的密封情况等。压力表如图 2-38 所示。

4) 喷油器试验器。用于检查和调整喷油器的喷油压力，检查喷油器的雾化质量、喷油锥角、针阀偶件的密封情况等。如图 2-39 所示。

5) 弹力检查仪。用于检测螺旋弹簧的弹力和活塞环的弹力等。

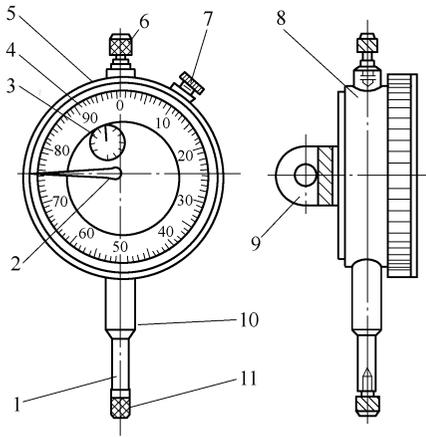


图 2-35 百分表的外部构造

- 1—量杆 2—大指针 3—小指针刻度盘
4—大指针刻度盘 5—表盘框架 6—器头
7—表盘框架固定螺钉 8—表体外壳
9—连接耳 10—轴套 11—测头



图 2-36 气压表

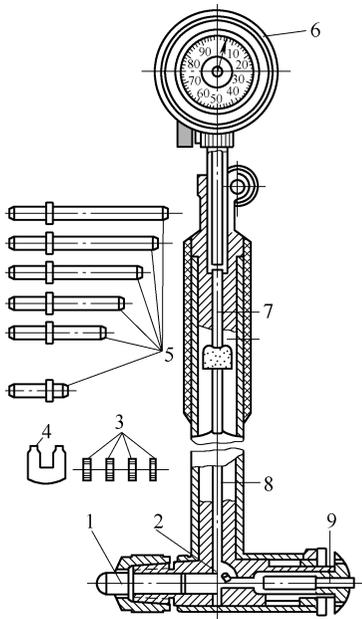


图 2-37 内径百分表(量缸表)

- 1—固定量杆 2—摆杆 3—调节圈 4—扳手
5—可换固定量杆 6—百分表 7、8—杆
9—活动量杆



图 2-38 压力表

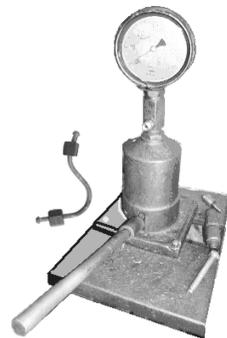


图 2-39 喷油器试验器

一、柴油机的使用

1. 柴油、机油、冷却液的选用

(1) 柴油 用户可根据本地区的环境和不同牌号柴油的凝点来选择所用柴油。涡流式柴油机、直喷式柴油机必须使用轻柴油，其质量应符合国家标准规定。一般气温条件下用 0 号轻柴油；冬季气温较低，须用 -10 号轻柴油，高寒地区应用 -20 号或 -35 号轻柴油。

柴油的清洁与否，对柴油机燃油系统的精密偶件的使用寿命影响很大，必须使用清洁柴油。盛油容器必须清洁、专用；加注柴油时尽量采用密封加注法，以免烟尘、杂质混进柴油中；加入油箱内的柴油必须经过 48h 以上的沉淀，然后取用上层柴油，并用绸布过滤。

(2) 机油 根据当地气温条件、季节轮换，选择凝点合适的机油。凝点越低，机油粘度越小。使用机油等级确定后，再选择机油牌号，一般应选择凝点比使用地区气温低 5 ~ 10℃ 的机油。机油粘度对柴油机工作性能影响很大，它是随温度变化而变化的。当气温高时，选用粘度大的机油；气温低时，选用粘度小的机油。

机油质量应符合国家标准规定。我国一般地区冬季(-10 ~ 10℃)可用 20W/20 号或 20 号机油；夏季(0 ~ 20℃)可用 20W/40 号或 30 号机油。但是炎热地带气温在 20℃ 以上时应用 40 号机油；高寒地带气温在 -20℃ 以下时则应用 5W/30 号机油。

机油在加入油底壳前，必须经过 60 号滤网过滤。不准使用劣质机油，以免导致曲轴轴颈与轴瓦、缸套与活塞及活塞环早期磨损。

(3) 机油新旧牌号近似对应关系 目前，旧牌号机油已停止生产并被淘汰，市场上出售的大多是新标准、新牌号机油。机油新旧牌号的近似对应关系见表 3-1，作为实际使用中相互代用的参考。

表 3-1 机油新旧牌号的近似对应关系

柴油机油新牌号	柴油机油旧牌号	汽油机油新牌号	汽油机油旧牌号
ECA20	HC—8	EQB20	HQ—6
ECA30	HC—11	EQB10W	HQ—6D
ECA40	HC—14	EQB30	HQ—10
ECA15W/40	寒区—14	EQB40	HQ—15
ECC20	低凝 8 号、14 号	EQC5W/20	HQ—8D
ECD30	中增压 11 号	EQD10W/20	寒区 8 号稠化机油
ECD40	中增压 14 号	EQD5W/20	合成严寒区 8 号稠化机油



(4) 冷却液 柴油机所用的冷却液必须是清洁的软水,如雨水、雪水,或者是清洁的河水。若使用矿物质的硬水,如井水、泉水,应进行软化处理后再加入冷却系统。否则,使用了硬水,在高温作用下矿物质会从水中沉析出来产生水垢,水垢、泥沙易堵塞水套及散热器管芯,妨碍冷却液的循环和热量传出,降低散热效果,使柴油机过热。为此,硬水必须软化处理。硬水软化方法如下:

- 1) 将水煮沸 30 ~ 40min,沉淀后将清水加入。
- 2) 按每 30L 硬水加入 20g 烧碱(NaOH)比例制成溶液,经沉淀滤去杂质后使用。
- 3) 按 5% 的比例把重铬酸钾直接加入柴油机冷却系统中。
- 4) 按每升硬水加入 3 ~ 4g 硝酸铵的比例加入柴油机冷却系统中。

在严寒的冬季,冷却液中可添入适量的防冻液,以免冷却液结冰。最常用的防冻液是酒精或乙二醇水溶液。

2. 柴油机的磨合

1) 磨合就是通过缓慢地增加转速和负荷,在良好的润滑条件下使摩擦表面研磨平滑,给柴油机的正常使用和延长寿命打下良好的基础。

2) 磨合的基本原则:速度由低到高,负荷由小到大逐渐增加。

3) 柴油机磨合的内容:磨合前的技术状态检查,柴油机的无负荷磨合、有负荷磨合,负荷磨合结束后的技术保养。

4) 柴油机的磨合规范。柴油机的磨合分为两个阶段:柴油机空转磨合和负荷磨合。

柴油机空转磨合:起动后,中速空转“暖车”,然后在不同转速规范下运转,并检查柴油机在运转中的技术状态,如有故障,停机排除。

柴油机负荷磨合时,负荷应由小到大,逐渐增加。顺序是:满负荷的 $1/4 \rightarrow 1/3 \rightarrow 1/2 \rightarrow 2/3 \rightarrow$ 满负荷。

选用适当的磨合时间。每一个阶段的磨合都有最佳的磨合时间,完成磨合的时间越短,机件的磨损量越小。

上述仅为柴油机磨合的要求和要点,具体应按各种柴油机使用说明书规定的磨合规范进行。

3. 柴油机起动、运转、停车的正确操作

柴油机起动、运转、停车的操作技术,一般在《柴油机使用说明书》中都有介绍,这里略去不讲。

4. 柴油机使用中的 28 个不准

- 1) 不懂使用操作技术的人员,不准开动柴油机。
- 2) 起动前的准备工作未做好,不准起动柴油机。
- 3) 柴油机在运行中,操作人员不准离开现场。
- 4) 不准不经过磨合试运转就投入工作。
- 5) 不准使用不合格、不洁净的柴油。
- 6) 不准拿掉油箱滤网后再加入柴油。
- 7) 不准在机油油面过低或过高下工作。
- 8) 不准使用不合格、不洁净的机油或新旧机油混合使用。
- 9) 不准先起动后加水。

- 10) 不准散热器开锅后, 突然加入冷却液。
- 11) 不准在散热器中添加“硬水”。
- 12) 不准长时间怠速运转。
- 13) 不准长期超负荷工作。
- 14) 不准长期低温或高温工作。
- 15) 不准随意调整调速螺钉, 提高转速。
- 16) 不准任意在机(车)上调整加大供油量。
- 17) 不准猛轰猛加油门。
- 18) 不准在调速器失灵下工作。
- 19) 不准先加油门后扳减压杆起动。
- 20) 不准带有异响或敲缸声工作。
- 21) 不准柴油机长时间带病工作。
- 22) 不准拆除空滤器或在空滤器短路或阻塞下工作。
- 23) 不准擅自加长排气管及变换装配位置。
- 24) 不准随意加大带轮(工作轮)。
- 25) 不准拆掉曲轴箱与齿轮室盖之间的通气管或单向阀呼吸器。
- 26) 不准不装燃油系统中的回油管。
- 27) 不准拆除机油压力指示器。
- 28) 在运转的柴油机附近, 不准点火、起火。

5. 如何提高柴油机的使用寿命

(1) 小型柴油机早期磨损和损坏的原因 对于使用者来说, 小型柴油机早期磨损和损坏有以下几个方面的原因: 新机不按规定进行磨合就大负荷运行; 不按柴油机的操作规程进行使用; 使用油、水、空气不净; 不定期保养和维护; 维修质量达不到技术要求; 购买了劣质的柴油机。针对上述原因, 应采取相应的措施。

(2) 提高柴油机使用寿命的措施

- 1) 选购名优产品, 制造质量好的柴油机。
- 2) 新的或经过大修后的柴油机要进行磨合。

按照一般运动机械磨合规律, 在新机器大负荷使用前, 都必须经过初期磨合阶段。柴油机的使用也不例外。而有的人对磨合的重要性认识不足, 不理解磨合与投产的辩证关系, 认为磨合既耽误时间, 又浪费油料, 这是不符合实际, 也是不科学的。因为新的活塞与气缸套、曲轴与轴瓦等配合件表面, 微观上是凹凸不平的。若直接大负荷运行, 其摩擦表面就会产生拉伤、剥落等, 降低零件的使用寿命。若经过磨合, 配合件工作表面凸起部分逐渐磨平, 形成能承受全负荷的工作表面, 即初期磨合的工作表面能存油, 减少摩擦阻力, 减小大负荷时的磨损量, 能够提高柴油机的使用寿命。

3) 按说明书要求, 科学使用操作柴油机。

如起动前, 检查水、机油、柴油是否足够; 冬季起动应加热水、对机油加热, 并采用预热起动; 摇转数次预先润滑再起动, 尽量减少冷起动次数; 负荷运行前应小油门空转预热, 待冷却液温度至 60℃ 后才能作业; 工作时, 经常观察冷却液温度、油温情况, 倾听柴油机有何异响; 加减油门应平稳过渡, 不能突然加减油门或猛轰油门; 若柴油机有故障, 应及时



排除，不能带病作业；避免长时间超负荷运转等。

4) 保持空气、冷却液、机油、柴油洁净，减少零部件磨损。

冷却液洁净能够使冷却系统水套内积垢减少，保持柴油机的散热能力和工作温度正常，使柴油机各配合件有良好的润滑，以减少磨损。

空气中含有杂质、硬物较多，若使空气滤清器短路，空气得不到过滤，而直接进入气缸内，会使活塞、活塞环、缸套、进排气门等产生磨料磨损，加速零件的磨损，使零件寿命缩短。为此，应加强对空气滤清器的保养和维护，使之经常处于良好状态。

柴油最好净化后再用。一是在机外经过48h沉淀后，再加入油箱；二是在使用中，通过清洗油箱、滤网、滤芯，或更换滤网、滤芯等办法，来保证柴油的清洁度。

定期更换油底壳的机油。更换时，应放尽变质的机油，用相同数量的干净柴油，倒入油底壳；起动柴油机，怠速运转3~4min，放出清洗油，擦净油底壳，同时拆下机油滤清器滤芯进行清洗；保养后加入适量的机油。

5) 按时保养柴油机，并在保养过程中，要仔细认真，不能敷衍了事。保养周期和保养项目，详见下面所述。

6) 定期检测柴油机，掌握其技术状态。定期用农机检测诊断技术对柴油机进行实测，根据测得的压力、流量、温度、声响、位移、颜色等参数，对两大机构、五个系统的工作状况及技术状态做出合理分析、从而提高其使用可靠性，为掌握柴油机技术状态、排除故障、技术调整、使用保养提供科学依据，减少盲目拆卸和盲目修理。

7) 保证修理质量。只有选购优质正品的零件，掌握柴油机维修技术参数，做到正确装配和调整，才能保证柴油机的修理质量。修理质量是减少磨损、延长使用寿命的前提。

8) 柴油机暂时不用时，应妥善保管和封存。具体方法，详见随机配备的《柴油机使用说明书》所述。

9) 必要时，建立机车技术档案，以便掌握柴油机的维修情况。

二、柴油机的保养

1. 柴油机技术保养的重要性

如果不对柴油机进行维护保养，会引起功率下降、油耗增加、噪声加大、故障频繁、缩短使用寿命，甚至会造成重大机械事故和人身伤亡事故。

技术保养是使用和维护柴油机的一项重要工作。“防重于治，养重于修”，这个道理概括地说明了技术保养所处的重要地位。那么，为什么技术保养具有如此重要的意义呢？

- 1) 技术保养能预防柴油机的早期磨损，延长机车的使用寿命。
- 2) 技术保养能减少柴油机的故障，保证机车经常处于良好的技术状态。
- 3) 技术保养能降低柴油机作业成本，提高经济效益，提高柴油机使用效率。
- 4) 技术保养能避免或减少柴油机意外事故的发生，能有效地保证安全作业。

因此，技术保养是每个操作使用人员维护柴油机的技术手段。从对柴油机科学管理、合理使用的要求来讲，也必须进行良好的技术保养。

2. 什么是技术保养，柴油机的技术保养分多少级

技术保养就是对柴油机进行系统、全面、认真的检查、清洗、添加、润滑、紧固、调整、更换和修复部分零件等一系列技术维护措施。小型柴油机的技术保养一般分为三级，共

五项内容：

- 1) 日常班次技术保养：每天作业前后进行。
- 2) 一级技术保养：每运转 50 ~ 100h 或相当的工作量后进行。
- 3) 二级技术保养：每运转 500h 左右或相当的工作量后进行。
- 4) 三级技术保养，也称为技术检修。每运转 1000 ~ 15000h 或相当的工作量后进行。
- 5) 柴油机冬季的技术保养。

小型柴油机技术保养的具体内容，请读者参阅随机配备的《柴油机使用说明书》所述。

3. 小型单缸柴油机的保养

1) 冷却系统的保养。

① 当冷却液浮子红色标志下降到最低位置时，应立刻添加冷却液。冷却液最好使用清洁的饮水，如雨水、雪水、河水或自来水。

② 当柴油机运转 1000 ~ 15000h 或相当的工作量后，用化学配方清洗冷却系统，并将水套里的水垢除掉。清洗方法：拆下冷却液，将体积分数为 25% 的盐酸溶液灌入水套，待几分钟后将冲洗液放掉，然后用清水冲洗干净。

③ 检查冷却系统是否完好，是否有漏水之处，如气缸盖上的水堵(或闷头)、冷却液与机体接合处的衬垫、冷却液与机体的紧固螺钉是否松动等。

④ 检查凝气冷却的风扇传动带是否完好无损，以及传动带的张紧度是否合适(图 3-1)，检查紧固螺栓。

⑤ 风冷柴油机必须清除进风口和散热片间杂物。



2) 润滑系统的保养。

① 机油。

a. 检查油底壳机油面高度。当油底壳内机油量低于油标尺下刻线时应立即添加，使机油在油标尺的两刻线之间，并检查机油质量。若发现机油变质、变成油泥或有水分、渗有柴油，应全部更换新机油。

b. 新机运转 50 ~ 100h 后，放尽旧机油，用柴油清洗曲轴箱、油底壳和吸油滤网、机油滤芯，并更换新机油。

c. 每间隔 200h 清洗曲轴箱及机油管和油道，并换油一次。

② 机油集滤器。新机使用 100h 后，清洗一次机油集滤器；以后每 200h 清洗一次吸油滤网。

③ 甩油盘。风冷柴油机工作 100h 后，应清洗甩油盘一次。

④ 机油滤清器。新机使用 100h 后，用干净柴油清洗纸质滤芯，滤芯损坏或堵塞，应更换新件；以后每 200h 清洗一次机油滤清器，并用干净柴油清洗润滑油路。

⑤ 柴油机运转 500 ~ 1000h 后或根据使用情况，拆下曲轴，拧出连杆轴颈两端的螺塞，清除连杆轴颈内腔的杂质和油污，并清洗曲轴油道及内腔，并注意连杆轴颈两端的螺塞要紧固。

3) 燃油供给系统的保养。

① 油箱。

a. 柴油机运转 50 ~ 100h 后，取出加油口滤网，用清洁柴油洗净。



b. 每间隔 500h, 应用清洁柴油清洗油箱内部的沉淀物。若油料不清洁时, 则应缩短清洗周期。必要时, 更换油箱里面的柴油粗滤器滤芯。

② 柴油滤清器。柴油机运转 200 ~ 500h 后, 应用清洁柴油清洗纸质滤芯, 清洗时可由里向外吹气。滤芯破损, 或严重堵塞难以洗净的, 应更换新件。

③ 低压油管 and 高压油管。根据使用情况, 用清洁柴油洗净后, 再用压缩空气吹通。

④ 喷油器。柴油机运转 500 ~ 1000h 后或根据使用情况, 在喷油器试验台上检查喷油压力及雾化情况。对于直喷式的柴油机来说, 正常情况下应呈四股较集中的雾柱, 不应有滴漏或未雾化的射油流束。必要时, 清洗针阀偶件, 并用 $\phi 0.30\text{mm}$ 的针灸毫针清理、疏通喷孔, 清除喷油嘴上的积炭。若喷油嘴产生滴油或针阀滑动不自如, 则研磨针阀偶件。装配后应重新调整喷油压力 [$(18.63 \pm 0.49)\text{MPa}$], 若不符合技术要求, 应更换针阀偶件。拆下喷油器后, 应将气缸盖上的喷油器安装孔盖好, 避免杂物掉入气缸内。

⑤ 检查调整供油时间。柴油机运转 500 ~ 1000h 后或根据需要, 检查喷油泵的工作情况及供油提前角。必要时, 对喷油泵的供油提前角进行调整。

4) 配气机构与进、排气系统的保养。

① 空气滤清器。柴油机运转 50 ~ 100h 后, 应清洗空气滤清器, 滤芯损坏或堵塞, 应更换新件; 必要时, 清理进气管通道。若柴油机工作处于环境恶劣、烟尘弥漫的情况, 应缩短保养周期, 增加保养次数。拆下空气滤清器后, 应将进气管口盖好, 避免杂物掉入进气门。对于纸质滤芯, 应用刷子扫干净, 再用压缩空气吹; 对于油浴式滤清器, 其钢丝滤芯应用柴油清洗, 并更换油底壳中的机油。

② 检查、调整气门间隙。柴油机运转 100h 后, 检查、调整气门间隙及减压机构。必要时, 检查调整配气相位。

③ 排气管和消声器。柴油机每运转 500h 左右, 清除排气管和消声器内腔的积炭。

④ 气缸盖。

a. 柴油机每运转 500h 左右, 清除气缸盖进、排气通道的油垢、积炭, 使气缸盖进、排气通道畅通无阻。

b. 柴油机每运转 500h 左右, 清除气缸盖燃烧室上的积炭, 如用通针疏通涡流式燃烧室镶块上的主喷孔和起动机喷孔上的积炭, 以防止因积炭发生堵塞。并清除进、排气门与座圈上的积炭。

⑤ 研磨气门。柴油机运转 500 ~ 1000h 后或根据使用情况, 检查气门与气门座的密封性, 研磨气门。

5) 机体零件与曲柄连杆机构的保养。

① 柴油机运转 10 ~ 50h 后, 清除柴油机外表面上的泥土、灰尘、油污。检查柴油机外部所有的固定螺栓、螺母紧度情况, 发现松动及时拧紧。

② 柴油机运转 50 ~ 100h 后, 检查曲轴箱通气装置, 保证畅通。

③ 柴油机运转 100 ~ 200h 后, 检查传动带的松紧度, 必要时进行调整。检查气缸盖紧固螺母、摇臂座固定螺母、连杆螺栓、带轮螺母、飞轮螺母、曲轴轴承座螺栓、喷油泵固定螺母是否松动。必要时, 用扭力扳手按说明书上的力矩加以紧固。

④ 柴油机运转 500 ~ 1000h 后, 拆下气缸盖, 拆下活塞连杆组, 清洗气缸盖平面、活塞顶、缸套上部、活塞环、环槽的积炭; 检查活塞环开口间隙、侧向间隙和弹力, 若不符合技

术要求，应更换新件；检查曲轴油封是否密封严密，机油是否有外漏，若发现有缺陷，应及时换新。

⑤ 柴油机运转 1000 ~ 1500h 后，对柴油机进行技术检修。将柴油机拆开，全面清洗、检查；检验各零部件的技术状况；更换磨损和损坏的零件，按技术要求和配合间隙进行装配和调整。

⑥ 感觉振动情况，倾听运转声音，观察排气烟色，排除柴油机所产生的故障，使柴油机正常可靠运转。

6) 起动装置的保养。

① 蓄电池的保养。

a. 柴油机运转 100 ~ 200h 后，检查蓄电池电解液液面高度及密度，不足时添加蒸馏水或电解液；清理盖上的通气孔，保持畅通。

b. 用温水冲洗并擦净蓄电池，保持外表清洁、干燥，以防止极间漏电、极柱腐蚀；将电极柱与线夹头上的污垢与氧化物擦净；必要时，将电源线夹头拆下来，用粗砂布打磨电极柱、线夹头，使接触表面露出新金属，再重新把电源线连接紧固。然后，在电极柱与线夹头上涂一层润滑脂，以避免被氧化和腐蚀。

c. 柴油机运转 500h 后，检查电解液密度和蓄电池电压，如发现异常放电，应取下检修并进行机外充电。

② 起动机的保养。

a. 柴油机运转 100 ~ 200h 后，清除导线及接线柱的氧化物和油污，用压缩空气将起动机内部的灰尘吹净。

b. 柴油机运转 500h 后，检查电刷与换向器表面、起动机电磁开关触点的贴合情况，若有烧蚀，要用细砂纸打磨。

c. 检查起动机的电刷是否磨损，弹簧压力是否正常，必要时更换新件。

d. 柴油机运转 1000h 后，清洗轴承、传动套管内螺旋槽上的污物，重新加上润滑脂。

③ 硅整流发电机和电压调节器的保养。

a. 柴油机运转 500h 后，检查起动电路各插头的紧固情况，并清除油污和锈斑。

b. 检查发电机电压是否正常，电路连接是否良好。最好用万用表测量发电机的“电枢”电压，以正确判别发电机的工作状况；检查发电机与调节器之间的连线，保持其牢固，使发电机正常向蓄电池充电。

c. 检查调节器性能及触点情况，如触点有烧损应及时修磨平整。对于电子调节器，无法检修，若损坏应更换同型号的电子调节器即可。

d. 柴油机运转 1000h 后，对发电机进行一次拆检，清洗轴承、重新加上润滑脂；一般以填充轴承空间 2/3 为合适，过多容易溢出或使轴承发热。检查发电机电刷与集电环的工作表面，检查电刷是否磨损，弹簧压力是否正常，必要时加以修理或更换。

一、柴油机故障的形成原因

1. 柴油机的故障

柴油机使用一段时间后，就会出现各种各样的反常现象，如产生功率下降、柴油和机油消耗量增多、机油压力降低、起动困难、排气烟色变浓、机体内出现敲击声等，致使柴油机失去工作能力。也就是说，柴油机的某一机构、某一对配合件或一个零件，由于松动、磨损、变形、堵塞、断裂等原因，使其出现异常现象，造成整台柴油机不能正常工作，称为柴油机出现故障。

2. 故障的形成原因

柴油机故障的形成原因，概括起来主要有两方面：自然性因素和人为性因素。

(1) 自然性因素 这类故障的出现比较缓慢，有一个自然恶化的过程。

1) 零件的缺陷。零件的缺陷就是零件的损坏或损伤，是指零件技术状态被破坏到超出允许的范围。

① 磨损。部分零件在相对运动中产生磨损，使尺寸、几何形状变化，如轴磨损变小，孔磨损变大；曲轴轴颈磨损成锥度椭圆；气缸套磨损成上大下小等。

② 疲劳。一些零件在交变载荷作用下产生疲劳损坏，如轮齿表面产生麻点，滚珠表面产生剥落，螺旋弹簧、轴类零件疲劳断裂。

③ 变质。橡胶、塑料类零件受光受热作用产生老化、脆化而变质，如橡胶水管、油封、密封胶圈、膜片、电器元件等。

④ 变形。有的零件受力作用产生变形，如连杆弯曲，气缸盖平面翘曲等。

⑤ 裂纹和断裂。零件随着使用时间的增长，将产生疲劳损伤，开始出现微小裂纹，裂纹逐渐扩大，进而断裂。

⑥ 腐蚀。有的零件长期受化学作用产生腐蚀损坏，如缸壁、轴瓦、气门与座受酸性物质腐蚀，使零件表面形状、质量改变。

2) 连接件配合性质破坏。

① 配合性质的破坏。如连杆衬套与活塞销间隙逐渐增大；滚动轴承座圈在壳体座孔内松动；气门座圈在气缸盖座孔内松脱等。

② 螺纹连接件、键槽连接件的损坏。由于振动作用，紧固件会产生松动或松脱，如飞轮、连杆、气缸盖等螺母或螺栓松动，还有正时齿轮及轴键槽配合处松动等。

3) 零、部件之间相互位置改变。在有关联的零部件之间平行、垂直、同心等状态受到破坏，并超过极限值，将引起额外的负荷、冲击和振动，会影响柴油机的正常工作。

4) 机构工作协调性破坏。如单缸柴油机,配气凸轮和供油凸轮同在一条轴上,若凸轮轴磨损或轴向窜动量过大,会影响到气门间隙、配气相位和供油时间,各机构及系统就不能按规定时间、相位等准确地协调动作。

(2) 人为性因素 人为故障的出现比较突然,是没有规律的。

1) 不遵守修理技术条件,如修理不规范、装配不正确、维修质量差等所造成的故障。

2) 使用维护不当,如违章操作,不正确保养、调整错误等所造成的故障。

3) 保管或运输不当造成的故障。如机车、零配件在存放期间,由于保管不善、措施不当,造成机件变形、腐蚀或损坏;新机在长途运输中,由于装载固定不当,造成机件碰伤、撞坏等。

4) 零件未用前本身就存在缺陷。如设计不合理、零件材料不合格、强度不够、机械加工有缺陷、热处理不良、运输保管不当。还有的零件为残次品,目前配件市场上出现的伪劣零件,以假充真、以旧充新、以次充好,没有中文标志。

3. 故障判断排除技能

故障判断排除技能是对柴油机的结构、工作原理、零件磨损和调整失常时机器工作性能变化的规律,以及故障分析判断的逻辑推理等理论知识,和修理工个人经验积累的综合表现。故障判断排除技巧,详见本书第十五章所述。

4. 消除柴油机故障的方法

1) 调整换位法——调整、换位、翻面、转动一个角度。

2) 零件局部更换法。

3) 修理尺寸法。

4) 附加零件法。

5) 恢复尺寸法。

二、零件的摩擦和磨损

1. 摩擦与摩擦力

当零件相对移动时,在其接触面上产生阻止这种移动的相互作用的现象,称为摩擦,而阻止相对运动的力称为摩擦力。零件的摩擦在某些点是机械咬合,而另一些点则是分子相互作用。摩擦引起机械能的损失,致使机械效率降低。

2. 磨损

一对零件发生摩擦,其表面分子逐渐脱落,使零件尺寸和几何形状发生变化的现象称为磨损。简单地讲,两零件接触面相对运动时存在摩擦,有摩擦就有磨损,这是不可避免的。

3. 减少配合件磨损的方法

一是提高零件摩擦表面的粗糙度,使零件之间以较大的面积接触,具有较大的分子亲和力,以减少零件表面分子的脱落。

二是在零件摩擦面之间引入润滑油,避免摩擦面的直接接触,从而减少摩擦面分子间的作用力。

4. 摩擦的形式

摩擦可划分为三种主要形式:干摩擦、边界摩擦与流体摩擦。

干摩擦是指在无润滑的条件下,两物体表面之间可能存在着自然污染膜时的摩擦。柴油



机中配合件相对运动时，最怕的是这种干摩擦，这是我们不希望存在的。

边界摩擦(即边界润滑)是指被极薄的边界膜所隔开的摩擦面之间的摩擦，它是一种极为普遍的摩擦现象。如柴油机中的轴颈与轴承，气缸与活塞、凸轮与挺杆、齿轮之间等都是发生边界摩擦。

流体摩擦(即流体润滑)是指两摩擦表面被有一定厚度的润滑油膜完全分开(由油的压力平衡外载负荷)，而在油层分子间产生的摩擦。它是一种比较理想的润滑形式。

我们研讨摩擦，目的是为了减少零配件磨损和损坏。只要存在干摩擦，就不可避免要产生磨损。干摩擦是磨损的根本原因。

5. 磨损的形式

根据造成磨损的条件和特点，将零件常见的磨损归纳为六种形式：磨料磨损、粘附磨损、热磨损、塑性磨损、疲劳磨损和腐蚀磨损。

磨料磨损：在摩擦面间存在硬质颗粒而引起金属磨削、刮削过程的磨损称为磨料磨损。柴油机中70%~80%的零件的磨损，属于磨料磨损。

粘附磨损：金属表面相对移动且表面间无润滑油时，由于表面微凸起而产生塑性变形，两表面微凸起发生“焊接”现象而粘着在一起，当两表面继续相对移动时，焊接地点在材料强度较小的微凸起一侧发生断裂，出现强度较低材料转移到另一零件表面的现象称为粘附磨损。如轴瓦烧损，属于粘附磨损。

塑性磨损：过盈配合件，在工作中既受到压力又受到扭力。这两个力的作用结果，会使零件表面金属产生塑性变形，使配合紧度减少，甚至将过盈配合变为间隙配合，这种磨损叫塑性磨损。如滚动轴承内圈与轴颈的磨损。

疲劳磨损：由于长期使用，滚动摩擦的零件表面会出现疲劳剥落，而形成麻点、凹坑的磨损称为疲劳磨损。如滚动轴承、齿轮等零件，属于疲劳磨损。

腐蚀磨损：在摩擦面间由于存在化学腐蚀介质，如氧及酸性物质等，引起零件表面的磨损称为腐蚀磨损。如湿式气缸套、铜套等零件，属于腐蚀磨损。

热磨损：零件在高温条件下，其材料的晶格结构，机械性质和形状尺寸都会发生变化，由此而引起零件的裂纹、烧损、剥落称为热磨损。

对于农用柴油机来说，最普遍的是磨料磨损，最危险的是粘附磨损。

三、配合件磨损的一般规律

认识和掌握配合件磨损的一般规律，目的是为了减少机件的磨损，减少柴油机故障的发生，并采取各种管理措施，正确地使用、维护柴油机，避免早期损坏，提高柴油机的使用寿命。

配合件磨损的一般规律，就是摩擦副配合间隙变化的规律，如图4-1所示。

第I阶段：OA阶段是磨合阶段。新的零件在没有磨合之前，表面比较粗糙，润滑不是很好，磨损和间隙增长较快。因此，柴油机在磨合阶段，应该减小负荷，逐级增加，严格控制油门及速度。完成磨合的时间越短，机件的磨损量越少。

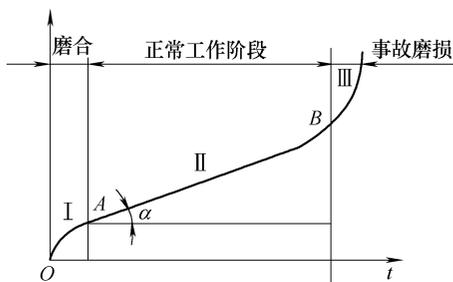


图4-1 配合件的磨损规律

第Ⅱ阶段：*AB*阶段是正常工作阶段。随着配合表面的凸起部分被磨平，接触面积变大，润滑状态最好，磨损增长较慢，此时磨损属于零件的自然磨损。从柴油机的使用角度出发，希望正常工作阶段（即修理间隔时间）越长越好。因此，除了平常加强对柴油机的定期保养和正确使用之外，还要进行及时的维修。

第Ⅲ阶段：*B*点之后是事故性阶段。由于自然磨损的增加，润滑条件恶化，同时因间隙增大而使冲击载荷增强，零件的磨损增长很快。若继续工作，会引起事故性的损坏。为此，柴油机在没有达到使用的极限间隙之前，就应对柴油机进行维修，恢复到正常的装配间隙，确保其安全可靠运行。

四、小型柴油机的修理

1. 定期检测修理制

定期检测修理制就是利用检测仪器定期对柴油机进行技术检测，对发现问题及时进行调整、维修，保证柴油机具有良好的技术状况。定期检测是这种修理的主要内容，修理是最终的目的，且修理的内容是随机的。

“定期检测修理制”维修办法既兼有“农民自修（故障修理制）”的方便、经济和实用，又具有“计划预防修理制”的科学和系统，由于加强了检测测知作用，所以为真正做到按需要进行修理提供了科学依据。

2. 小型柴油机的修理

按维修范围与内容，小型柴油机的修理一般分为故障检修、小修和大修三类。

（1）故障检修 柴油机的故障检修是指一般的或因临时性故障引起的不定期修理。其特点是故障发生在哪部分就修哪部分。

（2）小修 柴油机的小修是指局部性修理。主要是对各机构、系统、装置进行拆卸、检查与调整，修复或更换磨损的零件，使柴油机各部位的工作能力与使用寿命趋于平衡。

（3）大修 柴油机的大修是指对柴油机进行一次全面、彻底的修理，即所谓“旧机返新”。大修应对柴油机各部分的绝大多数零件和总成都要拆卸、清洗、鉴定、更换或修复损坏的零件。修理后整机的各项性能指标均达到规定的大修标准，即要求恢复的功率达到新机时功率的90%~95%。

3. 柴油机大修的判定

（1）修理周期 柴油机出厂时，一般都有规定的大修周期。单缸和多缸柴油机第一次大修期见表4-1，仅供参考。

表 4-1 柴油机第一次大修期 (单位:h)

柴油机分类	合格产品	一等产品	优等产品
单缸柴油机	3000	4000	5000
多缸柴油机	6000	7000	8000

（2）主要机件的允许磨损时间 柴油机是否需要修理，可以从主要机件的允许磨损时间去分析考虑。根据有关公式计算，求出磨损速度和允许磨损时间。

（3）磨损极限 柴油机是否需要修理或换件，可根据主要零件的磨损程度来决定。

1) 曲轴轴颈磨损量超过极限，圆度和圆柱度超差，无法再进行曲轴轴颈的磨削，应加



大相应轴瓦。

2) 气缸和活塞的配合间隙超过极限值。

3) 凸轮轴凸轮严重磨损, 无法对柴油机配气相位和供油提前角进行调整。

(4) 工作状况 柴油机是否需要大修, 比较合理的是根据柴油机技术状态和实际工作情况来决定。

1) 功率显著下降。油门放在最大供油位置时, 柴油机输出的最大输出功率只是额定功率的 60% 以下, 明显带不动配置负荷。对燃油系统、配气机构及传动机构等部分维修、调整后, 功率仍不能恢复。

2) 耗油量显著加大。燃油消耗超过额定值 30% 以上, 机油耗油量也超过额定值的 1 倍以上, 同时排气管冒浓烟, 曲轴箱通气孔大量排出油烟。

3) 缸套和活塞、曲轴和轴瓦磨损严重, 使压缩系统技术状态的综合性指标下降。如用气缸压力表测量, 气缸压缩压力低于原机标准值的 60%。

4) 起动困难。由于气缸密封性差, 漏气严重, 即使冷却液温度在 60℃ 以上, 柴油机仍起动困难或不能起动。同时, 柴油机运转时, 机体内有较严重的敲击声。

五、小型柴油机零件的鉴定

1. 为什么要对零件进行鉴定

零件的鉴定就是根据零件的损伤程度, 查明其技术状态, 确定它是否能继续使用和是否适于修理; 确定需要更换的零件。

零件鉴定是柴油机维修过程中的一个关键工序。鉴定工作的好坏直接影响到修理质量、修理成本和柴油机使用可靠性。若过早使零件报废, 就会增加修理费用; 若需要更换或修理的零件仍继续使用, 则不能保证修理的质量。因此, 零件的鉴定工作不可忽视。

2. 零件的失效

磨损强烈度——零件在单位时间内的磨损量称为磨损强烈度。

磨损允许值——零件或配合件已经有了某程度的磨损, 但在下一次修理前还不会达到磨损极限, 因此允许不加修理继续使用, 这种磨损程度称为磨损允许值。

磨损极限——当零件或配合件不可能或不应该再继续使用时的磨损程度, 称为磨损极限。

零件的失效——零件在设计制造时, 规定了它的技术条件或标准, 以保证它有一定的工作能力, 由于磨损和其他原因, 零件的工作能力降低到允许范围以下时, 零件就失效了。

3. 零件鉴定的分类

零件鉴定时, 一般分为可以继续使用的、需要修理的、必须报废的三类零件。

4. 零件鉴定的方法

零件鉴定常用的方法有感觉鉴定法、量具测量法、仪器检验法三种。

(1) 感觉鉴定法 感觉鉴定法是靠个人的眼、耳、手的感受, 通过观察、敲击、触摸或摇动等鉴别手段, 加上多年的实践经验, 可发现零件某些明显的缺陷, 来判断零件的技术状态。

1) 观察: 用眼睛, 必要时用放大镜观察, 可检查零件表面严重的磨损或损坏, 如磨损成台阶、磨损成麻点、刮痕印迹、烧伤变色、破裂或折断等。

2) 敲击: 利用敲击发出的声音, 判断零件内部有无裂纹, 联结是否紧密。紧密完好的零件发音清脆, 有裂纹的零件发音哑浊。

3) 手动: 用手触摸或摇动、摆动、推动等感觉, 可粗略地判断气门杆与导管的间隙、气门间隙、轴瓦间隙、轴向间隙、活塞环的边间隙和开口间隙的大小和滚动轴承的磨损量等。

(2) 量具测量法 量具主要用来测量零件的外形尺寸、配合间隙与零件间的相互关系。常用量具有塞尺、钢直尺、游标卡尺、外径千分尺、内径百分表、深度尺、角度尺等。有些量具有几种不同的量程和测量精度, 应根据零件的尺寸和技术要求, 合理选用量具。

(3) 仪器检验法 运用专用仪器检验部件或总成技术性能的变化。如用喷油器试验器检查喷油器的喷油压力、喷油质量; 用气缸压力表测量气缸压缩力; 用喷油泵试验台检测喷油泵的各项工作性能指标; 用电子测功-油耗仪测量柴油机的功率、耗油量和转速; 用机油泵试验台检查机油泵的供油压力和供油量; 用弹簧试验器检查弹簧的压力等。

5. 零件鉴定的内容

零件的检查、检验和鉴定有以下几方面的内容:

1) 零件的尺寸和磨损量, 如曲轴轴颈磨损后直径变小、轴瓦磨损后孔径变大、推杆磨损后长度变短、凸轮轴凸轮磨损后高度减少等。

2) 零件的几何形状, 如缸套磨损后形成椭圆和锥度、连杆弯曲和扭曲变形、气缸盖翘曲等。

3) 零件表面相互位置, 主要检查基础零件是否变形。如机体零件的变形量超差, 使同心度、平行度、垂直度、对称度、位置度等参数发生变化, 柴油机零部件总装后, 工作就不正常。

4) 配合件的配合情况, 如正时齿轮的啮合间隙、衬套与轴的配合间隙、气门与气门座的密封性、气门座与气缸盖的配合紧度等。

5) 零件的表面情况, 如粗糙度、刮痕、麻点、凹坑、剥落、烧损、裂纹等。

6) 零件内部的缺陷, 如铸件内部是否有夹杂、砂眼、气孔、裂纹等。

7) 零件的重量与平衡, 如曲轴、飞轮、风扇的平衡; 多缸柴油机活塞连杆组的重量差等。

8) 零件的破裂、断裂, 如滚动轴承钢珠破碎、摇臂折断等。

9) 零件的其他特性, 如弹簧的弹力是否减弱, 油封、阻水圈、密封胶垫等橡胶或塑料零件是否变硬、变脆等。

10) 部件和总成的技术状态, 如喷油泵总成、机油泵总成的供油压力和供油量等情况; 喷油器的喷油压力、雾化质量; 机油滤清器的过滤能力等。

六、小型柴油机零件修理的基本方法

1. 柴油机零件修理的基本方法

(1) 调整、翻转或翻面、换位、转动一个角度

1) 调整法: 如利用加减垫片来改变喷油泵滚轮与凸轮轴凸轮的相对位置, 从而达到调整供油提前角的目的; 利用拧动调整螺钉来改变摇臂撞头与气门杆端头的相对位置, 从而达到调整气门间隙的目的。



2) 翻转或翻面法: 如齿轮副在传动中, 传动方向是固定的, 因而齿轮的一面受力大, 磨损多, 另一面则受力小, 磨损少, 在必要时, 可将齿轮翻转 180° 安装。

3) 换位法: 如 S195 型柴油机的挺柱、推杆、摇臂可以左右互换安装, 以弥补其磨损不均匀使调整气门间隙失准的弊病。

4) 转动一个角度法: 摇臂衬套磨损后成椭圆形, 可将其拆卸后转过 90° 后再安装, 这样能延长摇臂衬套的使用时间。

(2) 维修尺寸法 对其中的一个零件进行机械加工, 消除不均匀的磨损, 恢复其正确的几何形状, 与之配合的另一零件则换用相应尺寸的新件。如曲轴与轴承配合磨损超限后, 通常是选一标准的修理尺寸磨修曲轴, 并换用相应修理尺寸的新轴瓦, 使其恢复正常的配合关系。

(3) 成对更换法 为了保证配合件的配合关系和运动关系, 一些精密偶件和重要件, 通常采用成对更换法。如柱塞偶件、出油阀偶件、机油泵内外转子, 气门与导管、啮合齿轮等。

(4) 附加零件法 对其中一个零件的磨损部位附加一个特制的零件, 而另一零件换用原始尺寸的新件。如 S195 型柴油机, 机体上的平衡轴轴承座孔与滚动轴承外圈配合松动时, 可将轴承座孔镗大, 镶一个钢圈来恢复原来的紧度。

(5) 恢复尺寸法 即恢复零件最初的尺寸、几何形状和表面粗糙度。如轴颈与滚动轴承内圈配合松动时, 可用堆焊方法将轴颈堆焊, 再经过机加工, 恢复原有的配合尺寸; 又如用压力加工法, 将活塞销直径进行扩张、气门头进行扩展等。

2. 柴油机有哪些配合件必须成对更换

(1) 曲柄连杆机构中的配合件

1) 缸套和活塞磨损形成锥度椭圆后, 一般情况下都一起更换。

2) 活塞环磨损后, 必须成组或成套更换, 不能只换其中一环或新旧环混合使用。

3) 湿式缸套阻水圈使用后拆卸下来, 就不能再用, 更不能新旧阻水圈混装, 必须成组或成对更换新件。否则, 影响密封性能。

4) 更换曲轴主轴瓦或连杆瓦时, 必须上瓦片和下瓦片同时更换, 不能只换其中的一片, 否则, 影响正常的配合间隙。

5) 更换单缸柴油机曲轴主轴承(滑动轴承)时, 必须成对更换。否则, 不能保证装配质量。

6) 连杆杆身和大头端盖是组合件并高精度加工, 如果要更换, 必须配对报废后更换新件。否则, 只换其中一个, 不能保证装配技术要求。

7) 两个连杆螺栓, 若其中一个有缺陷不能继续使用时, 必须同时换上一对新螺栓, 这样才能保证两个螺栓受力后的变形基本相同, 防止机械事故的发生。

(2) 配气机构中的配合件

1) 凸轮轴和凸轮轴衬套。更换凸轮轴时, 必须同时更换凸轮轴衬套; 而更换凸轮轴衬套时, 不一定同时更换凸轮轴, 看两者磨损的实际情况来确定。

2) 摇臂轴与衬套磨损后, 一般应同时更换。否则, 摇臂在摇臂轴上窜动, 使摇臂头偏磨, 影响气门间隙的调整。

3) 更换气门时, 一般应更换气门导管, 若不同时更换气门座圈, 必须将气门座圈锥面

修铰圆整后再与气门研磨。否则，气门易产生漏气，或易使机油窜入燃烧室。

4) 气门锁夹与气门弹簧座磨损后，一般都应同时更换。气门锁夹也必须成对更换。

(3) 燃油系统中的配合件

1) 三大精密偶件——柱塞偶件、出油阀偶件、针阀偶件，若需要更换，必须成对或成副更换。

2) 齿杆式喷油泵，齿杆与齿圈磨损或损伤后，应同时更换。若不同时更换，只换其中之一，会引起喷油泵齿杆运动不灵活。

3) 柱塞式喷油泵，滚轮-挺柱体总成严重磨损后，必须成套更换(包括挺柱体、滚轮、滚轮轴、滚轮套)。否则，影响供油提前角的调整。

4) 调速器钢球严重磨损需要更换时，调速滑盘也应更换，若不同时更换，易使钢球运动时产生阻滞，造成柴油机游车。

5) 单缸柴油机，飞球式调速器(或飞锤式调速器)内的钢球(或飞锤)，若有其中的一个损坏或丢失，应同时更换一组6个钢球(或一对飞锤)。

(4) 润滑系统和冷却系统中的配合件

1) 转子式机油泵，其内外转子是配对使用的，严重磨损时应成对更换。

2) 齿轮式机油泵，其啮合齿轮也是配对使用的，修理时应同时成对更换。

3) V带，若需更换必须全部更换，不能只换其中的一两根，以防止缩短V带的使用寿命和降低动力传递效率。

七、怎样保证柴油机的修理质量

机械产品质量主要有性能、寿命、可靠性、安全性及经济性五个方面。维修人员应当有较强的质量意识，确保机器的修理质量，更好地为“三农”服务。

1) 将零部件彻底清洗干净。如机件上的油污、锈蚀；燃烧室、活塞及环、气缸套、气门、导管及排气道的积炭；机体、缸盖水套壁上的水垢；三滤(空气滤清器、柴油滤清器、机油滤清器)，必须清洗、清除干净；机体、缸盖、摇臂座、缸盖罩、曲轴内部的油道必须吹通、疏通；还有在装配中工具、场地、零件都要保持清洁。否则，易使零件提早磨损。

2) 旋转件要平衡。如柴油机的主要转动件曲轴、飞轮应保持平衡，注意检查配重片有无失落，必要时应进行动、静平衡试验，不平衡量不能超过规定范围。否则，柴油机工作时，会出现运转不稳，机身振动很大的现象，致使柴油机早期损坏。

3) 摩擦副的配合间隙不能过大或过小。如柴油机常修理或更换的摩擦副有缸套、活塞及活塞环、曲轴轴颈与轴瓦、活塞销与衬套、气门杆与导管等，在制配和装配中应遵守修理技术规范，使其配合间隙在正常范围内。若装配间隙过小，则不能形成油膜，使摩擦表面直接接触而擦伤表面；若装配间隙过大，润滑油会从间隙中漏掉，引起配合件润滑不良而加速磨损。因此，摩擦副的配合间隙过大或过小，都将造成不利的工作条件，降低配合件的使用寿命。

4) 活塞连杆组的质量应合乎要求。活塞连杆组在组装前要认真地选配，仔细地检查，否则将会增大装配难度，并影响修理质量。如同一台多缸柴油机，各活塞质量差不能超过10g；连杆质量差不能超过20g；活塞连杆组部件质量差不能超过30g。还有要重视活塞与缸套的选配；活塞环边隙与环槽的选配与检查；活塞环开口间隙的检查；活塞销与衬套、轴颈

与轴瓦的选配等。

5) 防止活塞连杆组装配的偏缸。活塞连杆组装配后,经常出现活塞“偏缸”现象。若活塞“偏缸”,会使活塞和缸套、轴颈与轴瓦产生不正常的磨损,使气缸漏气,降低压缩压力等。因此,遇到这种情况,必须查找原因,尤其是对连杆的弯曲、扭曲或双重弯曲的检查与校正。对于没有能力进行校正恢复的连杆,应更换新件。

6) 对配气机构要精修。①掌握配气机构的维修数据,如气门密封锥面的接触环带、气门头部下陷值、气门间隙值、减压间隙值等,并在维修、调整中达到规定标准;②各配合间隙的检查,如气门杆和气门导管、挺柱与挺柱导向孔的间隙等;③重视凸轮磨损的检测,如凸轮轮廓、凸轮高度、凸轮轴与轴承的配合间隙应符合技术要求;④气门弹簧弹力的检查等。

7) 各种油封、垫片安装后应无渗漏。正确更换曲轴油封,防止曲轴油封漏油;各垫片安装前应清洁结合面,并保证垫片完好无损,并涂上密封胶。

8) 所拆装的零配件应保持“对号入座”。在修理柴油机时,对于拆散的零部件,应按规则放好,必要时打上装配记号。对于不需要修理和更换的零件,必须按原位装复。如果将柴油机拆散,没有做好编号,使各零件混乱,或将零件乱放、乱丢,装配时,会使一些零件不能回到原位,将破坏原来的良好配合面,影响其工作性能。

9) 柴油机的各项技术调整应在最佳范围。柴油机各项技术的调整,是恢复机构、部件及配合件配合关系的重要手段。即使更换新的零件或部件,并正确安装,但调整不当,会使各机构和系统不能协调,也不能恢复其正常工作。如气门间隙调整不当,会影响配气相位,甚至影响气缸的压缩压力等。

八、小型柴油机维修的工艺流程

小型柴油机的修理过程由以下一系列工序构成,如图4-2所示。

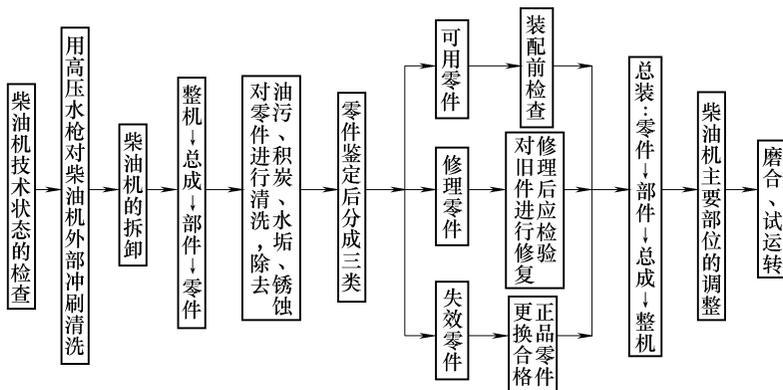


图4-2 小型柴油机维修的工艺流程

不拆卸检查是先拆卸柴油机外部的某个零件或部件，然后，在相应的位置上安装不拆卸检测仪，对柴油机的压缩系统、进气系统、燃油系统、润滑系统内部的技术状态进行检查。

一、气缸压力的检查

1. 测量步骤

1) 拆出喷油器，在喷油器安装座孔上装一只专用接头，利用原有压板、双头螺柱及螺母，将专用接头通过铜垫圈压紧在喷油器安装座孔内，再装上量程为 0~5MPa 的气缸压力表，如图 5-1 所示。若手头上没有专用接头，可用喷油器体改制。气缸压力表如图 5-2 所示。

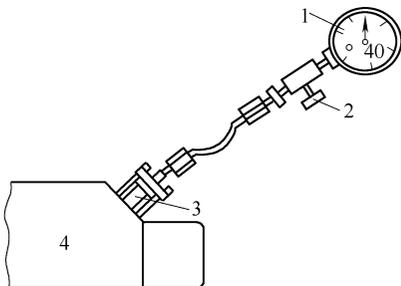


图 5-1 压缩系统仪表检测法

1—压力表 2—放气螺塞 3—测气压接头 4—机体



图 5-2 气缸压力表

2) 测量前，应检查调整气门间隙。

3) 起动柴油机，使柴油机预热温度在 70℃ 左右（单缸柴油机用手触摸到散热器的冷却液感觉温热时），将柴油机熄火。

4) 把油门手柄放在停供位置，减压手柄放在减压位置。

5) 以 200r/min 转速摇转曲轴，同时注意观察压力表的读数。放开减压手柄时继续摇转曲轴 1~2 圈，压力表指针指示的最大读数，即为所测的气缸压力值。S195 型柴油机标准值为 2.5~2.6MPa，最高可达 3MPa，允许值为 2MPa。

6) 打开压力表总成的放气阀，排出缸内空气，再关闭放气阀。为了测量准确，应多测量几次再取其平均值。

2. 故障诊断

1) 气缸压力过低。气缸压缩压力值低于原厂标准值的 80%，说明活塞、活塞环与气缸套间隙过大，活塞环弹力减弱或走对口，气门与气门座圈密封性下降，有漏气故障。对气缸压力过低的气缸，可从喷油器座孔注入 20~30mL 较稠的新机油，再测气缸压力，如果测得

值大于加机油前之值，则说明活塞环与气缸套有磨损。

2) 气缸压力过高(超标 10%)。说明燃烧室积炭过厚，更换的气缸垫过薄或气缸盖、曲柄连杆机构修理后使燃烧室体积减小，从而致使压缩比增大。

二、气缸漏气量的检测

柴油机停车的情况下，摇转曲轴，使被测的气缸处于压缩上止点位置，进、排气门处于完全关闭状态。拆下喷油器，从喷油器座孔处向气缸连续通入 0.8MPa 的气体压力，利用气缸漏气量测试仪测定其压力能否达到规定值。若气缸压力值低于 0.25MPa，说明气缸漏气严重。同时，在进气管口或排气管口、曲轴箱通风口位置可听到有漏气声，从而可大致判断气缸漏气的部位。

三、进气管真空度的检查

进气管真空度也是一个综合诊断参数，它能反映空气滤清器的过气能力和进气管与衬垫之间的密封状况，还能反映柴油机气缸的密封状况。通常用发动机检测专用真空表检测发动机在怠速或高速时进气管的真空度及其变化情况来诊断发动机是否存在故障。

在没有专用检测仪的情况下，可用上述测量气缸压力的安装方法粗略诊断：当取下空气滤清器再次测量气缸压缩终了的最大压力值时，压力读数有明显增加，说明空气滤清器过滤阻力过大(滤芯严重堵塞)，进气管与衬垫之间的密封状况良好。应拆下空气滤清器，清洗滤芯，必要时更换新件。如果气缸压力无变化，用手掌封住进气管口时，气缸压力仍无变化，说明空气滤清器滤芯破损、空气滤清器滤芯安装不当有漏气，或者是进气管与衬垫之间有漏气；当用手掌封住进气管口时，气缸压力读数降低，说明进气系统密封状况良好。

四、曲轴箱窜气量的检测

柴油机使用后，活塞、活塞环与气缸壁会产生磨损，出现漏气，致使部分压缩气体反窜到曲轴箱，通过曲轴箱负压阀排向大气中。因此，漏出废气量和活塞、活塞环与气缸壁的磨损量是正比例关系。我们利用这种现象，在曲轴箱通风口安装一个气体流量计，以检测曲轴箱的废气流量。将测出的实际废气流量与正常时废气流量比较，来分析故障原因。

检测方法：

1) 为了测量准确，防止废气不通过流量计而向外逸出，必须把柴油机与外罩通孔全部堵死(除加机油口外)。

2) 把气体流量计的进气端借助于胶皮管和喇叭形胶皮头严密地连接在曲轴箱的加油口上。

3) 起动柴油机使其空转，调整转速稳定在 800 r/min。数分钟后，测试记录 1min 前后时刻的流量，测试三次，取平均值。

曲轴箱 1min 流出的废气量(L/min) = 1min 后废气流量的读数 - 1min 前废气流量的读数

小型柴油机废气流量检查规范是：①测试条件，冷却液温度 65℃，机油温度 60℃，转速稳定在 800r/min；②标准值 5L/min；③允许值 5L/min。当测出曲轴箱实际废气流量大于正常时废气流量时，说明活塞、活塞环与气缸壁的磨损量可能已达到修理极限。

五、配气相位的检查

配气相位对柴油机的工作性能有很大的影响。柴油机在使用中，往往由于零件的磨损，引起配气相位的变化，使气门开启的“时间-断面”发生变化，不利于“排尽吸足”的要求，影响柴油机的换气过程和燃烧过程，使柴油机使用性能下降。

单缸柴油机配气相位的检查步骤如下：

1) 拆下气缸盖罩，将气门间隙调整好；拆下喷油器，使柴油机没有气体压缩。

2) 按曲轴的转动方向，用左手慢慢转动飞轮，同时用右手捻动气门推杆。

3) 在气门推杆从能转动到不能转动的瞬间停止转动飞轮，此时，就是气门的开启时刻。在飞轮外圈上，用卷尺量出机体上的标记所对准的点与上止点刻线之间的弧长。或者，原飞轮上标有气门打开刻线，应查看该刻线是否对准柴油机固定件上的刻线(S195、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机为散热器侧固定刻线)。

4) 继续转动飞轮，在气门推杆从不能转动到开始转动的瞬间停止转动飞轮，此时，就是气门关闭的时刻。同样，在飞轮外圈上，用卷尺量出机体上的标记所对准的点与上止点刻线之间的弧长。或者，查看飞轮上气门关闭刻线是否对准柴油机固定件上的刻线。

5) 将测出的弧长换算为曲轴转角，每毫米弧长等于 360° 除以飞轮周长(mm)。如 S195 型柴油机，飞轮周长为 1332mm，每毫米弧长 = $360^\circ/1332 = 0.27027^\circ$ ，即每毫米弧长相当于曲轴转角 0.27° 。

计算公式为

$$L = \frac{3.14Da}{360}$$

或

$$a = \frac{360L}{3.14D}$$

式中 L ——飞轮回转的弧长(mm)；

D ——飞轮的直径(mm)；

a ——进气提前角度($^\circ$)。

S195、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机，飞轮周长均为 1332mm，飞轮直径为 424mm，飞轮弧长 3.7mm 相当于曲轴转角 1° 。反过来说，每毫米弧长相当于曲轴转角 0.27° 。

6) 与规定的配气相位比较，如果相差过多，应对凸轮轴凸轮进行检查，如检查是否凸轮磨损严重、凸轮高度减少、凸轮形状变化、正时齿轮装配有误等。S195 型柴油机，进气门提前打开角度为 17° ，其弧长应等于 62.9mm。如偏差在 $\pm 5^\circ$ 以上，或者弧长相差 18.5mm 以上，应进行重新调整。

7) 检查调整完毕，把喷油器装回原位。

六、供油提前角的检查

由于磨损或调整不正确，使实际供油提前角偏离标准值，对柴油机的性能影响较大。S195 型柴油机，最佳的供油提前角为 $16^\circ \sim 20^\circ$ 。



检查单缸柴油机的供油提前角，一般采用油面波动法。其步骤是：

1) 先拆下喷油器一端高压油管的管接头螺母，然后拧松喷油泵一端的高压油管的管接头螺母，将油管旋转一个位置，使高压油管与喷油器连接的管口向上，再将该管接头螺母拧紧。

2) 将油门放到最大供油位置，按曲轴的转动方向，用左手转动飞轮，使高压油管内充满柴油，当有柴油从高压油管的管口溢出时，停转飞轮，用人口对准管口吹气，使高压油管内的柴油稍往下凹。

3) 再继续慢慢转动飞轮，当观察到柴油从油管口开始冒出时，立刻停止转动，如图 5-3 所示。

4) 查看飞轮外缘上“供油”刻线的位置是否对准散热器上的刻线。若两刻线对准，说明供油提前角正确，如图 5-4 所示。若供油刻线未与散热器刻线对准前油管口就冒油，说明供油时间太早，即供油提前角过大；若供油刻线已越过散热器上刻线一段后油管口才冒油，说明供油时间太晚，即供油提前角过小。两刻线不对准，可量取两刻线之间的弧长，根据上述公式，将弧长换算为曲轴转角，按相差的转角度数调整供油提前角。

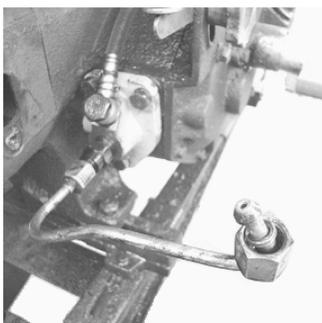


图 5-3 当观察到柴油从油管口开始冒出时，立刻停止转动

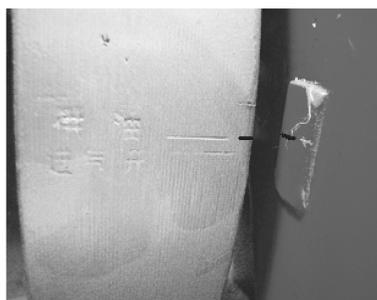


图 5-4 供油正时，飞轮上“供油”刻线与散热器上刻线对正

七、柱塞偶件严密性、磨损程度的检查

柱塞偶件严密性的好坏直接影响喷油泵供油压力的大小，影响喷油的雾化程度和柴油机的使用性能。检查步骤如下：

1) 测量时，将量程为 0~60MPa 的压力表、三通接头和高压油管接在喷油泵出油口，三通管的侧接头可用密封螺母封住，如图 5-5 所示。

2) 把油门放在最大供油位置，摇转曲轴，使喷油泵向压力表供油，观测喷油泵所能建立的最大供油压力数值。只要能达到 40~50MPa 时即停止供油，以防损坏压力表。

3) 技术要求。实测，喷油泵最大供油压力至少应比喷油器的喷油压力高出 20%，这说明柱塞偶件的严密性良好，可以使柴油机正常起动。新柱塞偶件的最大供油压力应大于 60MPa，若实测供油压力降低到 20MPa 时，则说明柱塞偶件的磨损已经达到极限，应予更换。

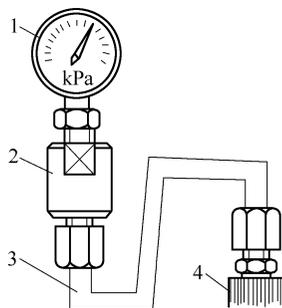


图 5-5 用压力表在发动机上检查高压油泵

1—压力表 2—三通接头
3—高压油管 4—油泵接头

八、出油阀偶件严密性、磨损程度的检查

在上述对柱塞偶件严密性检查之后，保持压力表、三通接头和高压油管的连接位置不变，继续摇转曲轴，再使喷油泵向压力表供油。当压力表的油压上升至 20MPa 时，停转曲轴，同时观察压力表和手表，要求压力从 20MPa 下降到 18MPa 时所经历的时间应大于 15s，最好能达到 18s 以上。若压力下降过快（油压下降时间小于 15s），说明出油阀偶件密封差、密封锥面磨损严重，应予更换。

九、单缸喷油泵供油量的检查

以 S195 型柴油机为例。拆下高压油管，将高压油管转过另一个角度，一端与喷油泵出油口连接，另一端在机外连接一个喷油器，并使喷油器的喷油嘴伸入一医用注射器体内，然后将油门放置在最大供油位置，以 120r/min 的转度摇转曲轴，转动曲轴 200 圈，使喷油器喷油 100 次，然后停止转动曲轴，如图 5-6 所示。观察注射器内的油面高度，注射器的油量应在 6~7mL。若油量过多或过少，应对喷油泵供油量进行调整。

十、润滑系统机油压力的检查

润滑系统的机油压力，反映机油集滤器、机油滤清器是否堵塞，机油泵工作是否正常，曲轴轴颈与轴瓦间隙是否过大等。

对于没装有压力表的柴油机，检查润滑系统的机油压力有三个部位：①主油道的机油压力；②机油滤清器进油口和出油口的机油压力；③通往机油压力指示器的机油压力。

检查仪器：两块压力表，量程为 0~1000kPa。

仍然以 S195 型柴油机为例。将一块压力表串联安装在机油滤清器的进油口，另一块压力表则串联安装在机油滤清器的出油口。串联安装在机油滤清器进油口的压力表能反映机油泵的供油压力；串联安装在机油滤清器出油口的压力表能反映滤清器出油口的机油压力；机油滤清器进油口的机油压力和出油口的机油压力差，就是滤清器滤芯的过滤阻力值。

在润滑油路各连接点无漏油的情况下，起动柴油机，使柴油机中速运转，观察两块压力表的压力值。串联安装在机油滤清器进油口的压力表，若机油压力能保持在 200~350kPa，说明机油泵工作正常；若两只压力表的差值大于 100kPa，说明滤清器滤芯的过滤阻力过大，产生严重堵塞，应清洗或更换滤芯；若两只表压力差小于 30kPa，说明滤清器滤芯破损或安装不当，使机油不经过滤就进入主油道。机油压力表及油管接头实物如图 5-7 所示。

对于装有压力表的单缸或多缸柴油机，机油压力可直接在机上检测。起动柴油机，由怠速逐渐提高转速至正常运转，此时机油压力表读数应在 0.147~0.294MPa 以上。否则，说明机油压力不正常，应及时检查、调整与维修。

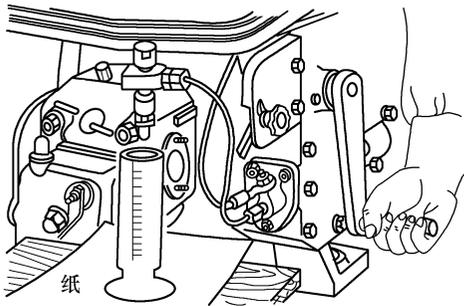


图 5-6 测量喷油泵的供油量



图 5-7 机油压力表及油管接头

十一、机油泵输油量的检查

以 S195 型柴油机为例。拆下飞轮侧面主油道上的工艺螺塞，拧入一颗带有油管接头的 M14×1.5 的空心螺栓，油管的一端与油管接头连接，油管的另一端伸入量杯内。摇转曲轴，使机油泵连续压油。转动曲轴 200 圈后则立刻停止，观察量杯内的油面高度，量杯内的机油量应为 0.3L。若油量不足，说明机油泵内外转子磨损，间隙增大，内漏严重；或者是机油集滤器堵塞严重，致使机油泵吸油不足。

十二、柴油机转速的测量

最高转速是柴油机的动力性指标之一，它影响功率大小和机器的使用寿命，在一般情况下是不允许任意调整的。当调速弹簧因长期使用，拉力变弱，使柴油机达不到规定转速时，其输出功率则明显下降。

柴油机转速的测量，主要检测怠速和最高空转转速，根据测定值与原规定值偏离程度的大小来判断柴油机的工作状况。多缸柴油机，还可以在各种转速的工况下，通过断缸（断油）法检测，对比各缸转速下降值，可以判断柴油机的工作状况。如用 DGY—Ⅲ 电子功率、油耗、转速测定仪来检测单缸柴油机的转速。若最高空转转速达不到规定值，应予调整。S195、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机的最高转速，可以通过改变调节螺钉的长度进行调整。

要维修柴油机，就必须对柴油机进行拆卸和清洗。拆卸和清洗的目的是为了鉴定零件是否失效、确定零件是否需要修理或更换、有的部位或机构是否需要调整。不正确的拆卸会损伤零件、使零件变形，反而会给修理工作带来麻烦。因此，拆卸工作也很重要。

一、小型柴油机的正确拆卸

1. 柴油机拆卸一般应遵循的原则

1) 柴油机结构复杂、零件较多，在拆卸前，应弄清其机构、系统与部件的构造原理、各零部件的联接和配合关系，以防止盲目拆卸。

2) 合理安排拆卸顺序。一般按照“由表及里，逐级拆卸”的原则，即先拆卸总成部件，后分解总成部件的原则。

3) 按照修理情况进行拆卸。能不拆的就不拆，该拆的必须拆。

4) 正确使用拆装工具。如果是拆卸普通螺纹、螺栓、螺母，最好用梅花扳手或套筒扳手；一些重要的部位，尽量使用专用工具。

为了保护螺纹联接和提高拆装效率，选用扳手应按照：优先选用套筒扳手、其次选用梅花扳手、再次用呆扳手，最后选用活扳手的顺序。如果螺钉头部有开口槽，能用螺钉旋具的，应优先使用螺钉旋具。

5) 螺纹连接较多的两个构件，拆卸螺栓或螺母时，应按照先两边后中间，对角交叉和对称的原则进行。例如：按照图 6-1 所示的顺序将每个螺栓拧松一圈，再按照上述顺序拧下每个螺栓。

提醒：装配时的顺序与拆卸时相反。

6) 拆卸时，对于用敲击方法才能把零件打出的，应用铜棒进行。如果要用锤子敲击的，必须在中间加上软垫，禁止用铁器直接敲击零件。

7) 有技术要求的零件必须做好标记，并分机构、系统存放，为装配作准备。

① 一个总成上拆下的零部件以及螺栓、螺母、弹簧垫、平垫等拆下后应按其装配关系顺序摆放在一起，以便装配。

② 为了防止零件丢失或发生错位，拆下的细小零件，如螺栓、螺母、垫片等，应把它装回原处。如键、销钉、钢珠等，应单独存放在专门的容器里。

③ 记下零件的原始装配参数。某些有较高配合要求的零件，为保持其良好的配合特性，

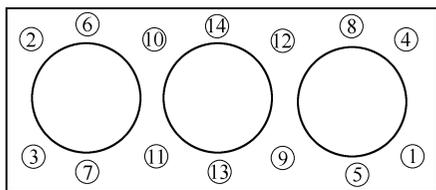


图 6-1 3 缸柴油机气缸盖螺栓拆卸顺序



在拆卸时应在相配合的零件上做好记号，以便修理后安装，避免搞乱次序破坏原有配合。如活塞、连杆与燃烧室的对应关系、曲轴与飞轮的平衡、正时齿轮的装配记号、单体式喷油泵中的调节齿杆与调节齿轮、柱塞凸耳与调节齿轮槽等，在拆卸时均应做好记号不要搞乱。没有记号的应做上记号，以防止装配时装错。如多缸柴油机，气门在拆卸前应打上序号。

2. 螺纹联接的拆卸

(1) 锈死螺母的拆卸 拆卸锈死的螺母时，一般可采用下述方法：

1) 先用锤子轻轻敲击螺母棱角，使锈蚀被振松，接着，用梅花扳手或套筒扳手将螺母拧进 $1/4 \sim 1/3$ 圈，然后退出，再拧进，再退出，反复几次，即可逐渐拧出。

2) 若螺母拧不动，可用锤子在螺母的四周敲击，将锈蚀振松后再按上述方法拧出；也可用煤油浸 $20 \sim 30\text{min}$ 后，再按上述方法拧出。

3) 在螺母上喷洒松锈液，待 5min 后，按上述方法拧出。

4) 如果用上述方法仍卸下不来，可用喷灯对螺母四周进行加热，当螺母受热膨胀而螺栓尚未膨胀时，再趁热拧出。

(2) 断头螺钉的拆卸 当要拆卸断头螺钉时，应根据断头螺钉的位置及断头部位，选用适当的方法取出。断头螺钉有两种形式：一种是断在孔外，另一种是断在孔内。

1) 断头有一部分螺栓凸出螺孔。

① 先用可调钢锯在螺钉头上锯出一条槽，再用螺钉旋具拧出。必要时，装上两把锯齿，以便螺钉旋具刀口插入。

② 先用锉刀把断头螺栓锉成方形，再用活扳手拧出，如图 6-2a 所示。

③ 先用一根折角圆钢焊在断头螺栓顶上，然后，旋转折角圆钢可把断头螺栓拧出。

2) 断头螺栓陷入螺孔内。

① 通过在螺钉上钻孔打入钢钎，拧出断头螺钉，如图 6-2b 所示。

② 通过在断头螺钉上钻孔攻反螺纹，拧出断头螺钉，如图 6-2c 所示。

③ 通过在螺钉上焊接螺母，拧出断头螺钉，如图 6-2d 所示。

④ 将螺钉钻除。

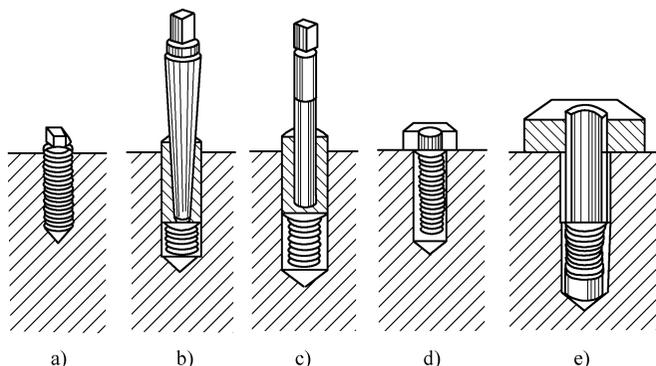


图 6-2 拆除断头螺栓的方法

3. 键联接的拆卸

柴油机上常用的键有平键、月牙键、花键等。在保养维修中，如果不注意拆装方法，不仅容易造成零部件的损坏，而且容易形成事故隐患。

1) 拆卸键联接时, 应使用拉出器。如拉不动, 可用锤子沿轴向敲击拉出器压板, 以利拉出, 但绝不可直接敲击键联接零件。在拆卸重量大的零件(如飞轮)时, 应注意防止飞轮突然松脱而造成事故。拆键时, 避免采取敲凿的办法冲击键, 而应在键两侧垫上铜皮或铝皮, 用台虎钳或钢丝钳把键夹出, 以免损坏键和键槽。

2) 平键与月牙键的装配方法基本相似, 装配时应保证键在键槽中平正, 不能松旷。键的两侧应有一定的过盈量, 键的底面与轴上的键槽应接触良好, 键的顶面与轴毂之间应留有间隙。若装配过紧, 可稍加修整。若装配松旷, 则必须重新配制新键, 以免造成键的剪切损坏。

4. 过盈配合件的拆卸

柴油机有一些部位的零件采用过盈配合, 如气门座圈与气缸盖座圈孔、气门导管和气缸盖导管孔、调速齿轮轴和气缸体轴孔、凸轮轴齿轮孔与凸轮轴、滚动轴承与轴径等。拆卸时应注意的是: ①拆出零件的方向, 如敲出调速齿轮轴时, 应从机体内向外敲出; ②用专用工具拆卸, 受力部位必须正确, 加力要平衡。

5. 单缸卧式柴油机的拆卸工序

拆卸柴油机, 应熟悉其内部的相互关系, 按拆卸顺序要求、规则进行。拆卸不同的部位, 选用不同的拆卸工具, 以又快又好的方法拆卸。单缸卧式柴油机拆卸的一般规则和工序流程如图 6-3 所示。

6. 单缸柴油机整机的拆卸方法及顺序

本节主要以 S195 型、S1100 型柴油机为例, 并兼顾到其他常用机型, 介绍整机的拆卸方法及顺序。

(1) 气缸盖总成的拆卸

1) 用随机配备工具弯头 14—17 或者 13—18, 拆下空气滤清器、进气管; 拆下消声器、排气管。图 6-4、图 6-5 所示是拆下进气管和排气管后, 看到的气缸盖的状态。

2) 用呆扳手 17—19 或者 16—18, 拆下高压油管; 用梅花扳手或呆扳手 13—18 或 14—17、12—14, 拆下喷油器回油管; 拧下喷油器压板的两只固定螺母, 取下压板; 用铁棒插入喷油器体

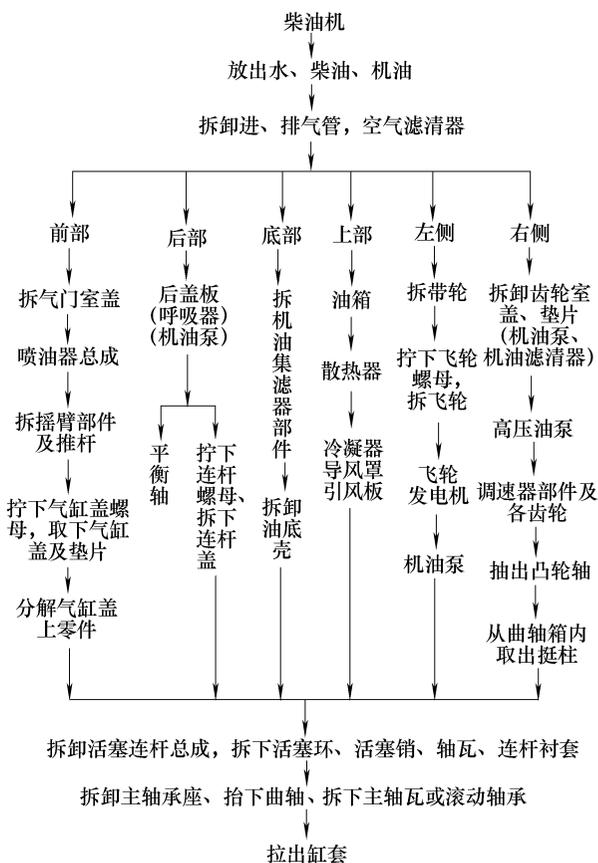


图 6-3 单缸卧式柴油机的拆卸工序流程

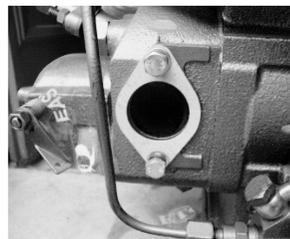


图 6-4 拆下空气滤清器、进气管后气缸盖的状态

与缸盖之间，将喷油器撬出；若喷油器粘结，难以取下时，可用呆扳手 17—19 或者 16—18，钳住调整螺钉固定螺母，拧动喷油器后，用螺钉旋具轻撬，便能把喷油器拆下。喷油器总成的拆卸方法如图 6-6 所示。

3) 用呆扳手或梅花扳手 13—18 或者 14—17、12—14，拆下气缸盖罩上的机油管空心螺栓及垫片，使机油管与气缸盖罩分开；拆下气缸盖罩固定螺母，取下气缸盖罩及垫片。取下气缸盖罩时，应小心将气缸罩盖与垫片分开，以免垫片破损，如图 6-7 所示。若有密封胶或油漆粘结，先用小刀插入，再将垫片剥开。

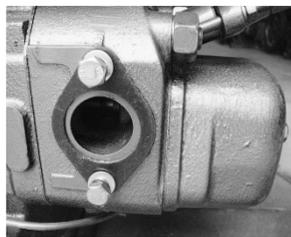
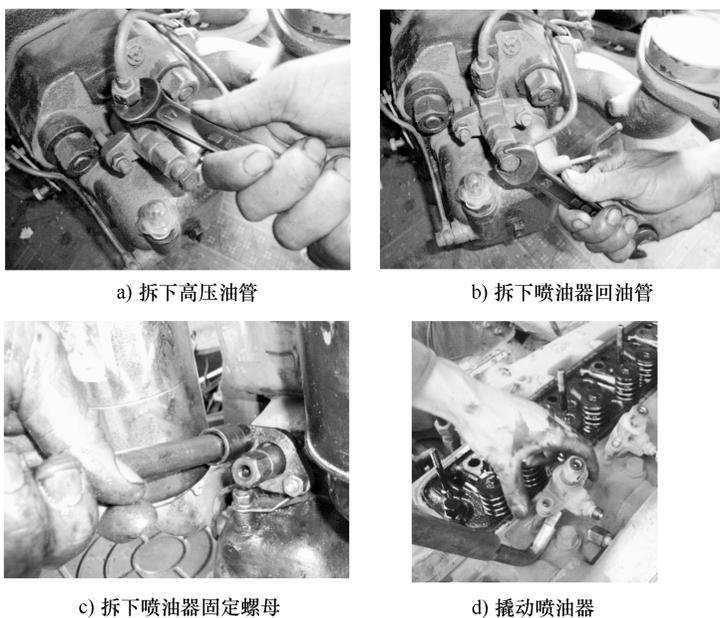


图 6-5 拆下消声器、排气管后气缸盖的状态



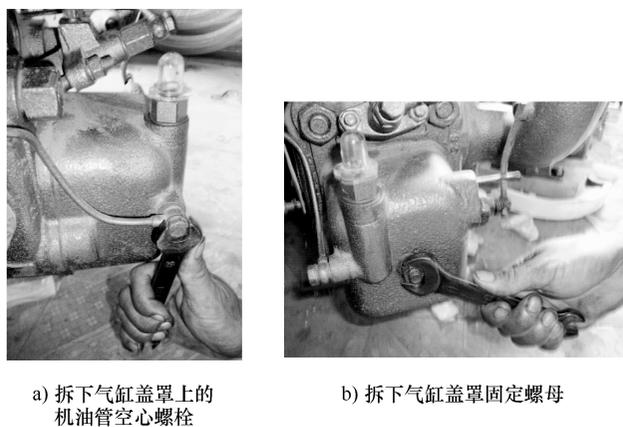
a) 拆下高压油管

b) 拆下喷油器回油管

c) 拆下喷油器固定螺母

d) 撬动喷油器

图 6-6 喷油器总成的拆卸方法



a) 拆下气缸盖罩上的机油管空心螺栓

b) 拆下气缸盖罩固定螺母

图 6-7 拆卸气缸盖罩

4) 用呆扳手 17—19 或者 16—18, 拧下摇臂轴座固定螺母, 拆下摇臂轴座总成, 取出进、排气两条推杆, 如图 6-8 所示。

5) 用随机配备工具固定扳手 27, 并套上加力杆, 或用扭力扳手、套筒 27, 先按对角线交替拧动 4 只气缸盖紧固螺母一圈, 再将 4 只气缸盖紧固螺母拧开, 取下气缸盖、气缸垫, 如图 6-9 所示。

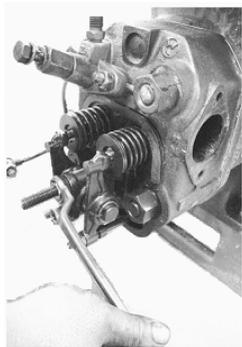
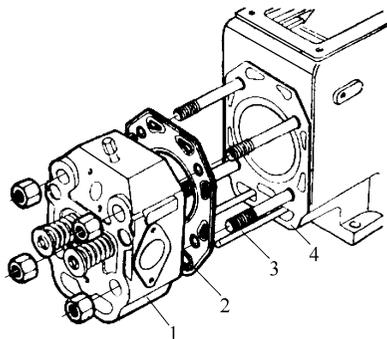


图 6-8 拧下摇臂轴座固定螺母



a) 拧下气缸盖紧固螺母



b) 示意

图 6-9 气缸盖的拆卸

1—气缸盖 2—气缸垫 3—推杆 4—机体

(2) 气缸盖总成的分解

1) 拆卸气门。将气缸盖放在木板上(使气门头部朝下), 并用平垫放在气门头部底下, 以防气门移动。再用气门锁夹拆装专用工具, 若没有专用工具, 可用两根废推杆压在气门弹簧座上, 使气门弹簧被压缩, 两气门锁夹松开后凸出, 捏出气门锁夹, 取下气门弹簧、弹簧座; 翻开气缸盖, 抽出进、排气门。拆卸气门的方法如图 6-10 所示。

2) 拆卸气门导管。用木块垫平气缸盖, 将气门导管拆装工具(称为定心铰杆)插入导管孔内, 用锤子敲击拆装工具端部, 把气门导管卸下, 如图 6-11 所示。



图 6-10 拆卸气门



图 6-11 拆卸气门导管

3) 拆卸气门座。

方法一。使气缸盖朝下(使进气孔或排气孔朝下), 用拆卸气门座铰杆从排气孔或进气孔伸入, 使铰杆头部顶在气门座的凸缘上(注意: 不能顶在气缸盖的气门座孔上, 否则, 会使气门座孔塌边、崩角), 然后, 用锤子敲击拆装工具的端部, 可把气门座卸下, 如图 6-12 所示。

方法二。准备工具: 22—24 呆扳手一把, 该机型的旧进、排气门各一只, 锤子一把。

拆卸排气门座时,用22mm呆扳手的一端伸入气门座圈孔,使扳手开口的顶尖卡住气门座圈的凸缘,然后,用旧气门插入气门导管,使气门尾端对准呆扳手的侧面,再用锤子敲击气门头部,将气门座圈卸下。同理,可用24mm呆扳手拆卸进气门座圈。

(3) 活塞连杆组的拆卸

1) 拆卸机体后盖板。先用手拔出机油尺,再用随车配备的弯头14—17或13—18,拧下机体后盖周边的8只(或6只、4只)螺栓,取下后盖板、垫片。

2) 拆卸活塞连杆组。

① 转动飞轮,使曲轴曲拐向后方位置,即连杆盖或连杆螺栓正对着机体后窗口,以便伸入带长杆的套筒,如图6-13所示。



图 6-12 拆卸气门座

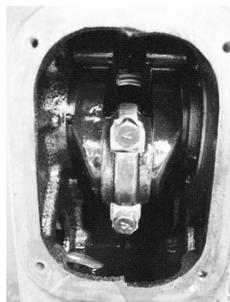
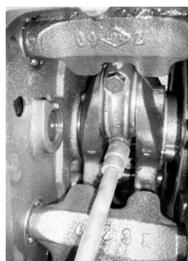


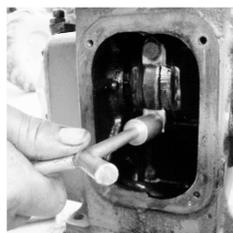
图 6-13 曲轴曲拐向后方位置

② 用胶钳拧断连杆盖背面的“8”字铁线。如果连杆螺母用锁片锁住,应用螺钉旋具撬开,再用胶钳将折角整平。

③ 用随车配备的弯头14—17或13—18,或者用带长杆的套筒从机体后窗口伸入套住螺母,分别拧出两只连杆螺栓(当套筒不能套住螺母时,可转动飞轮,调整连杆盖向后的角度,当角度外在最佳位置时,便能套住),如图6-14所示。注意分清上下螺栓,以免安装时搞错。必要时用锤子轻轻敲击连杆盖,以便取出连杆盖。注意察看连杆盖与连杆大头是否有配对记号,如果没有,应重新打上记号,以避免安装错误。如果连杆轴瓦不需更换,还须注意分清上瓦和下瓦,以便安装时保持原位,如图6-15所示,



a) S195型



b) R180型

图 6-14 拆装连杆螺栓的方法

④ 查看缸套上部是否积炭。若积炭较多,先用布料塞入气缸套下部,以挡住掉下的炭灰,再用刮刀(或废锯片)刮掉缸壁上部的积炭(注意不能刮伤缸套的工作表面),并将炭灰清理干净。

⑤ 慢慢转动飞轮,通过曲轴连杆轴颈推动连杆大头,使活塞被推到上止点位置,然后继续转动飞轮,使曲轴连杆轴颈离开连杆大头,再用木柄顶住连杆大头,朝气缸盖方向轻轻推动,直至活塞连杆组能取出为止,如图6-16所示。

注意：因连杆大头与缸套内孔间隙较小，推动连杆时要注意将连杆大头对准缸套孔，以免将缸套带出或划伤缸套配合表面。拆卸时，应仔细保护缸套、活塞、轴颈、轴瓦表面。

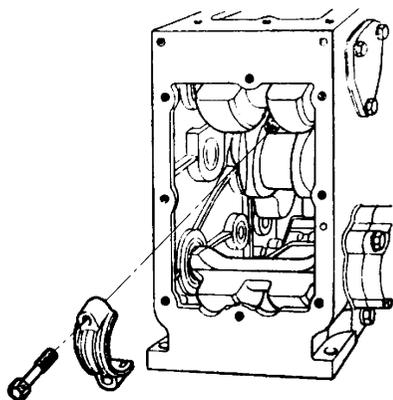


图 6-15 连杆瓦盖拆卸

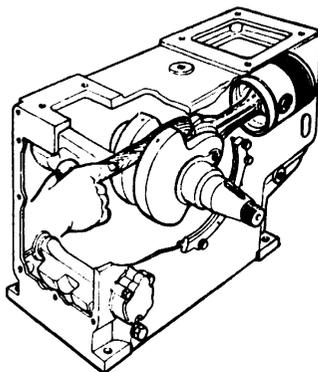


图 6-16 取出活塞连杆组

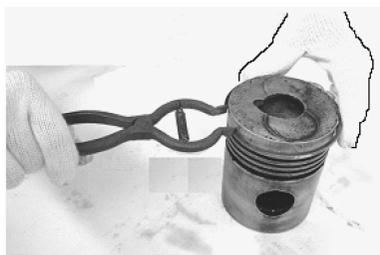
(4) 活塞连杆组的分解

1) 拆卸连杆瓦。用拇指顶住瓦片朝瓦背凸缘方向(即朝连杆接触面的缺口方向)推动，将瓦片拆出。或者先用螺钉旋具的木柄轻轻敲击瓦片端面，再用拇指顶出瓦片。随手将连杆盖与连杆装在一起，然后放在平台上拆卸活塞环。

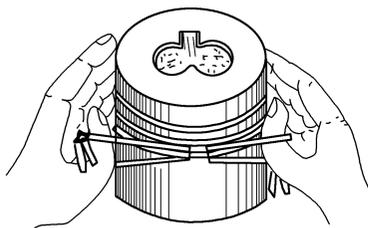
2) 拆卸活塞环。

方法一。用两手的食指、中指等抱住活塞环的周边，两手的拇指用适当的张力将活塞环环口撑开，使活塞环内径大于活塞直径时，两手将活塞环往活塞顶部提起，把活塞环拆下。

方法二。将活塞环拆装钳的钳口放进活塞环的环口，然后，用手捏住手把使钳口向两侧张开，迫使活塞环环口跟随张开，当活塞环内径大于活塞直径时，即可将活塞环拆下。如图 6-17 所示。



a) 用卡钳



b) 用布条

图 6-17 拆卸活塞环

3) 拆卸活塞销。当需要更换活塞或活塞销时，必须将活塞销拆下。拆卸时，先用专用的卡簧钳把活塞销挡圈拆下，再用铜棒敲出活塞销，使活塞、活塞销、连杆三者分开。若活塞销与活塞销孔配合过紧，难以拆卸，可用布料沾少量柴油后放进活塞内腔，将布料点燃使其燃烧，对活塞进行加热，待活塞膨胀后，用铁棒迅速推出活塞销，使三者分解。拆下活塞销挡圈如图 6-18 所示。

4) 拆卸连杆铜套。若连杆铜套磨损超过极限，应更换新件。此时，可用车制有台阶的

芯轴将铜套压出来。若手上没有台阶芯轴，可用该机的废旧排气门当冲头，将连杆平放，并用木块将连杆小头垫稳，使旧排气门头部对准铜套端面，用锤子敲击气门尾端，即可将铜套压出。

(5) 齿轮室盖的拆卸

1) 用弯头 14—17 或者 13—18，拧下齿轮室盖周边与机体连接的 9 只或 11 只螺栓。

2) 用双手托起齿轮室盖，并以大拇指顶住起动轴，缓慢将齿轮室盖拆下。

3) 用抹布擦拭各齿轮端面，查看各齿轮端面有无记号，如图 6-19 所示。若无记号，应转动曲轴，使活塞处于上止点位置，此时，两根平衡轴的偏心重块应在正后位置。然后，在啮合的两对齿轮轮齿端面打上装配记号。

4) 拔出起动轴与起动齿轮；用双手的食指钩住调速齿轮，大拇指顶住调速滑盘，往外拔出调速齿轮、调速滑盘及六只钢球；拔出凸轮轴与凸轮轴齿轮。

(6) 飞轮、曲轴的拆卸

1) 用随车配备的弯头 14—17 或 13—18，或用呆扳手 14—17 或 13—18，拆下带轮，如图 6-20 所示。



图 6-18 用卡簧钳
将活塞销挡圈拆下

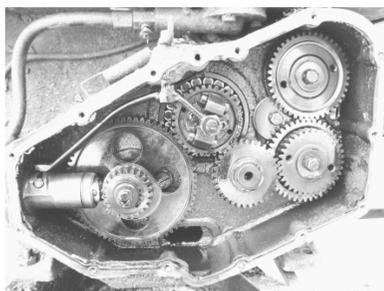


图 6-19 YC185 型柴油机，拆下齿轮室盖后所看到的齿轮及调速器、喷油泵



图 6-20 带轮的拆装方法

2) 两手分别抓住飞轮的两边，使劲轴向推拉，感觉曲轴的轴向间隙，以便在装配时调整主轴承盖的垫片，应使曲轴的轴向间隙在正常范围内。

3) 用有铁柄的螺钉旋具(有条件的应用鑿子)，将飞轮螺母止推垫片的折边翻开，如图 6-21 所示。

4) 用随车配备的专用六角扳手，将飞轮螺母旋松(可用锤子逆时针方向敲击扳手柄)。旋松后，将飞轮螺母拧退，使其端面与曲轴端面接近齐平，以保护轴端螺牙不受损伤，如图 6-22 所示。



图 6-21 翻开止推垫片折边的方法

5) 装上拉出器，即用随车配备的专用拉出器及两只 M8 × 120 螺钉拧入飞轮相应的螺孔中，交替、均匀、对称地拧紧两只螺钉，慢慢地将飞轮拉出，如图 6-23 所示。若不易拉出，可用锤子敲击拉出器的中心平面，以振松飞轮连接部位，使飞轮与曲轴分开。

注意：绝不能敲击飞轮，以免使飞轮振裂。



图 6-22 飞轮螺母的拆装方法

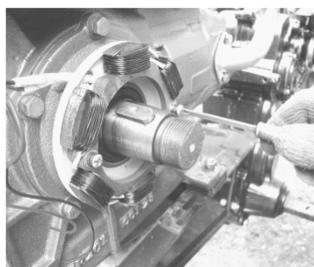


图 6-23 用拉出器拉出飞轮的方法

6) 旋下飞轮螺母，抬下飞轮，因飞轮较重，除了注意安全之外，还要保护好曲轴端部螺纹。

7) 将 M6 螺钉拧入曲轴上的平键，将平键顶出。

8) 有的柴油机装有飞轮发电机，应将其拆卸。先用呆扳手 10—12 或 9—11，从机体的主轴承盖上拧下发电机的三只固定螺钉，取下罩盖及定子绕组；再用螺钉旋具从飞轮上拧下转子部件的三只半圆头螺钉，取下转子，如图 6-24 所示。



a) 方法



b) 飞轮与发电机转子

图 6-24 拆装飞轮发电机

9) 用弯头 14—17 (或 13—18) 或用呆扳手 14—17 (或 13—18)，先拆下机油管，再旋下曲轴主轴承盖的 6 只 (或 5 只) 固定螺栓，用其中 2 只 M8 螺栓拧入主轴承盖的拆卸螺孔中，均匀对称旋入顶出主轴承盖，如图 6-25 所示。注意：轴承盖向外移动时，要防止曲轴跟随外移，若已外移，应将曲轴推回原位，否则，会使曲轴突然脱落，导致机件损伤。S195 型柴油机机油管的位置如图 6-26 所示，R180 型柴油机主轴承盖固定螺栓的位置如图 6-27 所示。

10) 抽出曲轴时，左手从机体后窗伸入托住曲轴，右手从外面托住曲轴轴颈，慢慢往飞轮侧方向推拉。应小心抽出，防止轴颈被拉伤或曲轴齿轮碰伤主轴承。

11) 若更换曲轴齿轮或曲轴，应将曲轴齿轮拆下，使齿轮与曲轴分离。拆下曲轴齿轮的方法是：用撬子从曲轴齿轮端面与曲轴端面的间隙插入，逐步将曲轴齿轮劈开。若曲轴齿轮能继续使用，劈开后应检查齿轮轮齿端面是否被挤压变

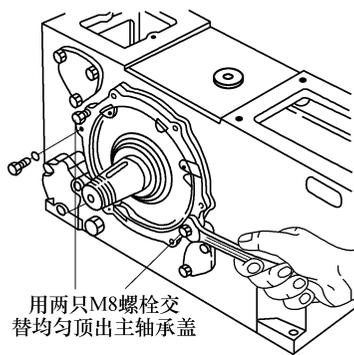


图 6-25 S195 型柴油机
主轴承盖的拆卸方法

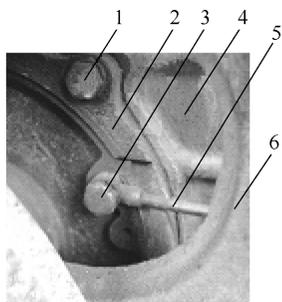


图 6-26 S195 型柴油机机油管的位置

1—主轴承盖固定螺栓 2—主轴承盖 3—机油管固定螺栓
4—机体 5—机油管 6—飞轮

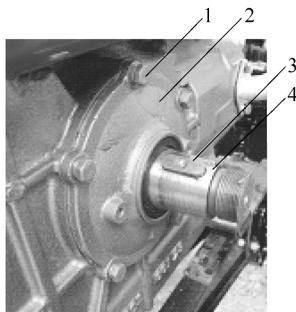


图 6-27 R180 型柴油机主轴承盖的位置

1—主轴承盖固定螺栓 2—主轴承盖
3—曲轴上的平键 4—曲轴

形,若有变形或毛刺,可用微型砂轮打磨。

JC185、JC190、JC192A 型柴油机曲轴的拆卸

- 1) 从齿轮室端拆下曲轴正时齿轮。
- 2) 拆下曲轴轴承盖上所有固定螺栓。
- 3) 旋转曲轴,使曲轴上的平衡块转向机体缺口内,即从外部观察,使曲轴锥面上的飞轮键正好对着曲轴轴承盖上方的铸造 V 形凸块。
- 4) 用 2 只 M8×35 螺栓同时旋进曲轴轴承盖的螺孔内,把盖及曲轴从机体中顶出即可。

(7) 平衡轴的拆卸 若平衡轴 205 轴承松晃,需更换轴承,此时,应拆卸平衡轴。

1) 先把上平衡轴飞轮端的轴承盖拆下,再把下平衡轴端的机油泵拆下;然后,从齿轮室一端分别拧出上、下平衡轴的压板。

2) 用随机配备的专用工具拉出器(即所谓“飞轮压板”),分别将上、下平衡轴齿轮拉出。

注意:在安装拉出器时,应在平衡轴轴端与压板中心之间垫上一段短圆钢(如没有合适的圆钢,可用套筒 17 代用)。

用固定齿轮室盖其中 2 只最长的 M8 螺栓穿过压板孔旋入平衡轴齿轮的拆卸孔中,如图 6-28 所示。

3) 用尖嘴钳或胶钳将球轴承的挡圈卸下。

4) 用木榔头或铜棒敲击平衡轴飞轮端,直至另一端的轴承脱离机体后,用小号三爪拉具将轴承 205(或 305)拉出。如没有三爪拉具,可用扁铁从机体后窗口伸入,由里向外敲打轴承内圈,直到轴承敲出为止,如图 6-29 所示。

5) 将平衡轴再推向飞轮端,使另一端的轴承离开机体,用同样的方法拉出 205(或 305)轴承。

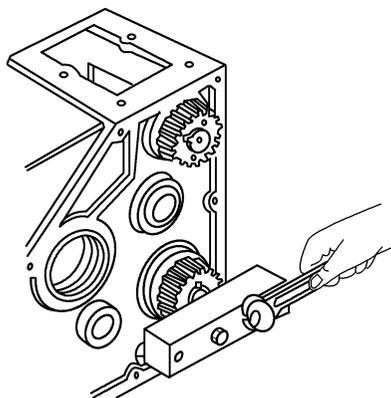


图 6-28 用拉出器拆卸平衡轴齿轮

6) 205(或305)轴承拉出后,使平衡轴在轴承孔中倾斜一定角度,即可取出平衡轴。

(8) 气缸套的拆卸

方法一。使用专用工具,由压板、螺杆、底板(也称为圆托盘)、隔套、螺母等组成。拆卸时,在缸盖螺栓上套上隔套,装上压板,旋上气缸盖螺母,将压板固定;将螺杆穿过压板的中心孔并放入气缸中,从螺杆上装入垫片,再旋入螺母;在缸套另一端装入底板(使外切槽与缸套对正),并使螺杆穿过底板中心孔,拧入固定螺母。用扳手旋转螺杆上的螺母,气缸套就会慢慢拔出。

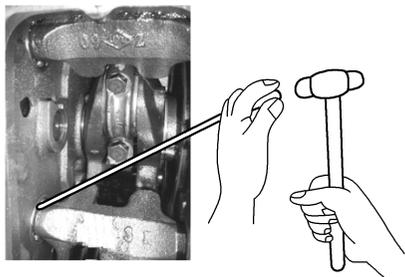


图 6-29 将轴承敲出

注意:底板外径不能抵到机体上,以免损坏机体。

方法二。找一块硬木板,厚度 30mm 左右,其直径既大于气缸套内径,又小于气缸套外径,中心钻有一个小孔。拆卸时,用一段铁线,铁线一端打结(或捆绑一块短木头)。先将铁线的一端穿过硬木板的小孔,从缸套下端装上硬木板,使铁线的一端通过气缸套,并伸出气缸套平面。一人拉住铁线的一端,以固定硬木板在缸套下部端面居中位置;另一人用农用车的半轴,从机体后窗口使劲冲击硬木板,间接地将气缸套敲击出来。

注意:每一次用半轴冲击硬木板后,都要重新调整硬木板的位置,使硬木板与气缸套居中。否则,半轴击偏,可能损坏缸套或机体。

(9) 主轴瓦的拆卸 若主轴瓦已经损坏,可用下述方法拆卸:用两根木块垫稳主轴承盖,并使安装油封的一侧朝上;用旧气门尾端顶在主轴瓦的端面,然后,用锤子敲击气门头部;接着,在主轴瓦端面的对面再进行敲击。即在主轴瓦的端面上隔 180°,交替、对称地敲击,将主轴瓦压出来。同理,可以用同样的方法拆出机体座孔上的主轴瓦。

(10) 散热器的拆卸

1) 用扳手将 4 只散热器漏斗的固定螺钉拧下,取出散热器漏斗。

2) 用梅花扳手或套筒拧出散热器底部与机体接合的 4 只固定螺钉,即可将散热器与机体分离。若 4 只固定螺钉已经锈蚀,可滴入煤油,使煤油渗入螺钉孔中,再用锤子适当敲击螺母,振松螺纹,然后,用梅花扳手拧出。

当螺钉的六角头已被呆扳手或梅花扳手拧圆,难以拆卸时,可用微型砂轮锯掉头部,将散热器拿下后,再用拆卸断头螺钉的方法,取出断头螺钉。

(11) 喷油泵总成的拆卸

1) 拆下高压油管、低压油管,拧出固定喷油泵总成的 3 只螺母,拨动调速把手,使调节齿杆凸柄对正于齿轮室盖的缺口,拔出喷油泵总成,如图 6-30 所示。



图 6-30 拧出喷油泵固定螺母

若手上没有台虎钳,未拔出喷油泵总成前,先用梅花扳手拧松出油阀紧帽,以便拆卸出油阀偶件。

2) 从泵体外拆下卡簧、拧出导向销;从泵体内取下挺柱体总成、调节齿轮、弹簧上座、柱塞弹簧、柱塞、下弹簧座;从泵体外导向槽抽出调节齿杆。

3) 将泵体放在台虎钳上夹紧,用梅花扳手拆下出油阀紧帽,取出出油阀弹簧、出油阀

垫圈、出油阀芯。

4) 用螺钉旋具拧下柱塞套定位螺钉, 在油泵体内的柱塞套端面垫上布料, 放入旧柱塞套, 使旧柱塞套头部顶住泵体内的柱塞套端面, 用锤子敲击旧柱塞套头, 柱塞套、出油阀垫圈、出油阀座就被压出。

(12) 喷油器的拆卸

1) 拆卸前, 用清洁柴油将喷油器外部、拆装工具、抹布等洗干净。

2) 用扳手 17—19 或 18—21, 松开调节螺钉锁紧螺母, 拧出调节螺钉。再拆下调压机构各零件, 注意小钢球不得丢失。

3) 将喷油器夹在台虎钳上, 用梅花扳手 19—22 或 18—21, 卸下喷油器紧帽, 再取下针阀偶件, 如图 6-31 所示。

7. ZH1110 型柴油机曲轴飞轮组的拆卸方法

ZH1110 型柴油机, 是在 S195 型柴油机的基础上加以改进, 提高了机械效率, 起动更加方便。S195 型柴油机采用滑动轴承, 而 ZH1110 型柴油机采用滚动轴承, 因此, 它们的拆卸方法有所不同。ZH1110 型柴油机曲轴飞轮组的拆卸方法如下:

1) 拆下齿轮室盖, 取下调速齿轮、起动轴齿轮; 拆下气缸盖; 拆下活塞连杆组。

2) 与 S195 型柴油机一样, 先拆下带轮, 再用飞轮拉出器拆下飞轮, 然后, 用弯头 14—17 (或 13—18); 旋出主轴承盖的六只 M8 固定螺钉。

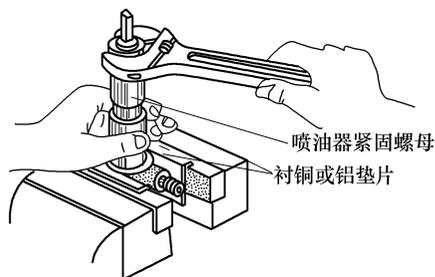
3) 用木块将机体飞轮面垫起 (使有齿轮的一侧面朝上, 使飞轮面朝下悬空), 用铜棒从曲轴齿轮端敲击, 使曲轴和主轴承盖脱离机体, 用两手抬出曲轴和主轴承盖。

4) 用螺钉旋具拧下主轴承盖上的三只止推片的半圆头固定螺钉, 取下三个止推片; 用木块把主轴承盖垫起, 用铜棒轻敲曲轴飞轮端, 主轴承盖与曲轴就能分离。

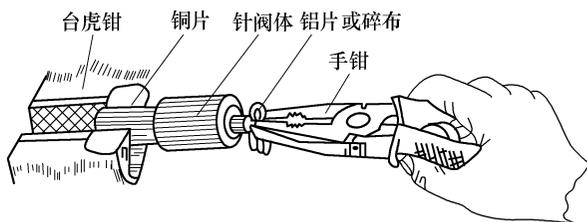
5) 用卡簧钳拆下 314 轴承挡圈, 用拉具将 314 滚动轴承卸下, 或者用铜棒将 314 滚动轴承敲下。

注意: ZS1110 型、ZS1115 型柴油机曲轴飞轮组结构与 ZH1110 型、ZH1115 型柴油机曲轴飞轮组的结构基本相同。因此, 其曲轴飞轮组的拆卸本书不再介绍。ZS1110 型、ZS1115 型曲轴总成零件图如图 1-30b 所示。

ZH1110 型、ZH1115 型柴油机曲轴飞轮组装配图如图 6-32 所示。



a) 拆卸针阀偶件



b) 取出针阀

图 6-31 喷油器的拆卸

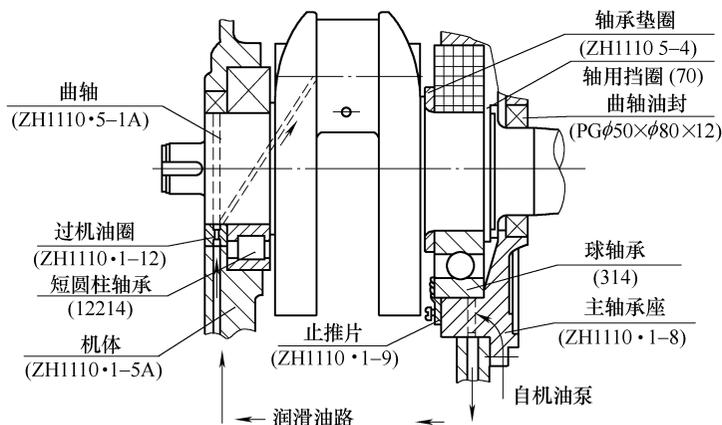


图 6-32 ZH1110 型、ZH1115 型柴油机曲轴飞轮组装配图

二、零件的清洗

将柴油机上各机构和系统的零件拆卸、分解后，就要对零件进行清洗。清洗的目的是为了更准确地鉴定零件、更好地修理和装配。拆下来的零件，在其表面上都粘附、粘结有油污、积炭、水垢、锈蚀等，必须进行清洗、清除。零件清洗的方法很多，常用的有三种：油洗、化学清洗、机械清洗。

1. 油洗

油洗就是用柴油或汽油、煤油来溶解零件上的油污，或用毛巾或抹布沾上油液在零件表面进行擦拭，以去掉油污。其方法简便，不需加温，对零件表面无伤害，清洗效果好，可用于钢铁零件、铝合金零件和较精密的零件的清洗，是目前维修者用得最普遍的一种。

2. 化学清洗

化学清洗就是用化学配方配成溶液，如碱性溶液、各种配方的清洗剂溶液等，将溶液和零件放在容器里进行加热，加速溶液的流动，必要时搅拌溶液，使零件表面上的油污、水垢、积炭等污物软化、溶解。

1) 清洗油污。油污就是油脂和尘土、金属屑等的混合物。以碱溶液为主清洗油污的配方很多，最简单的清洗方法是：用质量分数为 100g/kg 左右的苛性钠（化学名：氢氧化钠，俗称烧碱）溶液，保持温度在 70~90℃，清洗约 0.5h 后，再用温度为 50~70℃ 的清水冲洗，最后晾干或擦干、吹干即可。

2) 清除积炭。积炭是沥青、油胶质和碳质的混合物。清除积炭的化学配方有：①钢铁零件的积炭，可按质量比为 10:1:0.5 的水、氢氧化钠、重铬酸钾配制的溶液；②铝合金零件的积炭，可按质量比为 10:0.1:0.1:0.05 的水、碳酸钠、肥皂、重铬酸钾配制的溶液。上述配方溶液都应加热到 80~90℃ 之间，并将零件浸泡在溶液中，过 2~3h 后取出，用毛刷刷净，然后，用质量分数为 0.1%~0.3% 的重铬酸钾溶液洗净。

3) 清除水垢。冷却液中的杂质，在高温情况下，由于分解沉淀，附着在冷却系统内壁，形成水垢。也就是说，水垢是各种盐类在水套零件壁上沉积的结果。

水套零件包括缸套、气缸体和气缸盖的水套、水道以及散热器。清除水套里的水垢的化学配方有：①若水垢里含有碳酸钙和硫酸钙较多，则用质量分数为 8%~10% 的盐酸溶液，

再加入缓蚀剂六亚甲基四胺 2~3g, 以防零件受腐蚀。一般加热保温在 60~70℃ 之间, 加入水套停留 50~70min 后放出盐酸溶液, 再将质量分数为 2%~3% 的苛性钠溶液注入水套内, 中和残留在水套内的盐酸溶液。然后用清水冲洗几次即可。②若水垢里含有硅酸盐较多, 则用碱性溶液, 可按质量比为 750g: 150g: 10kg 的苛性钠、煤油、水来配制溶液。将溶液加入散热器, 存放 10~12h 后, 起动柴油机运转 20~30min, 使水温上升在 60~70℃ 之间, 放出碱性溶液, 再用清水冲洗三四次即可。

3. 机械清洗

机械清洗就是用刮刀、铲刀、锯片、竹片、木片、刷子和砂布等, 清除零件表面的积炭、锈蚀、油垢和水垢。

气缸盖、缸套、活塞、活塞环、气门、导管、气门座、燃烧室、喷油器等零件积炭最多, 积炭粘结在零件表面也很牢固。清除的方法是: 按照零件清洗部位的形状做成专用的刷子和刮刀。如清除喷油器喷孔周围积炭可用铜丝刷净; 喷油器针阀体宜用软木、木片粗擦或在软木上转动摩擦; 涡流燃烧室或压力室可用铜丝做成专用通针插入刮净; 气门导管可用旧气门杆插入孔中来回运动摩擦; 用竹片或锯片来清除活塞环槽里的积炭等, 清理后再用柴油洗净。

机械法清除积炭质量差, 有些部位难以刮除干净, 还有残留物。对于精加工表面的零件清洗时要特别注意, 以防止将零件表面划伤。

4. 采用金属清洗剂清洗零件

金属清洗剂是一种“以水代油”、节约能源的新型清洗制。它有较好的理化性能, 和水配制成一定比例的溶液, 对油垢清洗效果特别好。目前, 市场上出售的金属清洗剂种类较多, 使用时, 应根据不同的零件及油垢多少配制不同浓度的溶液, 并掌握好浸泡时间、清洗温度和加热措施。对于一般零件, 配制溶液的质量比为 20~30g: 1kg 的金属清洗剂、水为宜; 对于油垢较厚的零件, 配制溶液的质量比为 50g: 1kg 的金属清洗剂、水为宜。

5. 精密偶件的清洗

先用柴油洗去喷油泵、喷油器外表上的油污或积炭, 再将总成分解, 拆下柱塞偶件、出油阀偶件、针阀偶件。精密零件要成对清洗, 不能互换; 采用先粗洗、再精洗的方法, 可在盛满洁净柴油或汽油的瓷器容器中清洗, 不能用棉纱等物擦拭和用碱水清洗, 以免划伤、损伤零件表面。

一、机体的修理

1. 机体的缺陷及产生原因

机体是柴油机的基础零件，它的结构形状复杂，工作时受热和受力情况严重。常见的缺陷有裂纹、平面翘曲、轴孔磨损、螺纹孔损坏、机脚崩角等。机体常见的缺陷部位如图 7-1 所示。

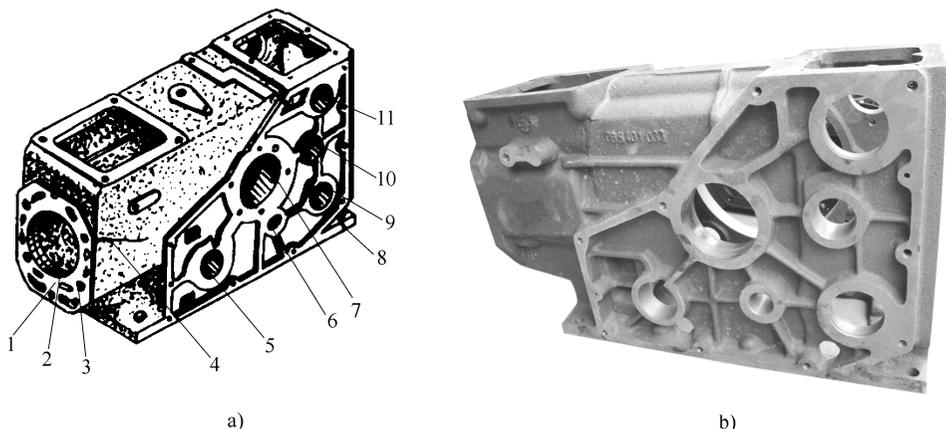


图 7-1 机体常见的缺陷部位

1—气缸体上平面翘曲 2—气缸套安装座孔磨损 3—螺栓孔滑扣 4—机体裂纹 5—凸轮轴衬套安装孔磨损
6—调速轴座孔磨损 7—主轴承座孔磨损 8—机体崩角 9—下平衡轴轴承座孔磨损
10—起动轴轴承座孔磨损 11—上平衡轴轴承座孔磨损

(1) 机体裂纹 机体产生裂纹的原因：①柴油机缺水过热，突然加入冷却液；②北方地区，冬季保养不当，停机后没有放出冷却液，使机体被冻裂；③机体内积聚水垢，影响热量传导和散热，水垢较厚，散热不良，引起局部高温，致使机体产生裂纹；④紧固气缸盖螺栓时，不按规定顺序，螺栓松紧度超差，使机体受力不平衡，容易使机体变形，甚至发生裂纹；⑤由于轴孔与轴磨损，配合间隙增大，引起冲击使轴孔间产生裂纹；⑥因发生“飞车”或“捣缸”等事故，导致机体裂纹。

机体发生裂纹，会使其本身的刚度、强度大大下降，将引起漏气、漏水、漏油、烧坏气缸垫等故障，甚至造成柴油机不能工作。

(2) 机体平面翘曲 机体平面翘曲变形的原因：①拧紧气缸盖螺母时，用力不均匀而引起机体平面翘曲；②柴油机缺水或经常超负荷作业，使机体长期处于过热状态而发生变



形；③机体用铸铁制造，本身的自然时效反应也会使机体变形。

气缸体平面翘曲后，造成与缸盖接合面贴合不严，引起气缸垫烧损、漏水、漏气。

(3) 机体的轴孔磨损

1) 轴孔磨损的部位有：主轴承座孔、凸轮轴衬套安装孔、起动轴衬套安装孔、平衡轴轴承座孔、气缸套安装座孔。特别是平衡轴轴承座孔磨损较严重。机体轴孔磨损的部位如图 7-1 所示。

2) 轴孔磨损的原因：①多次拆装引起磨损；②原装配合过松，使用后轴承与座孔发生转动和振动，造成轴孔磨损；③由于缺油运转，引发烧死抱轴，轴瓦(或衬套)外圆随轴转动，因此外圆与座孔产生摩擦而磨损。

座孔磨损后造成径向圆跳动，破坏圆度和平行度，缩短有关零部件的使用寿命。

(4) 螺纹孔滑扣 螺纹孔滑扣的原因：①在上紧气缸盖螺栓时操作不当，用力过大造成螺纹孔损坏；②多次拆装，或安装前未清理螺栓孔内的污物，致使螺纹孔磨损；③缸盖螺栓质量差；④气缸盖螺栓或螺母拧紧力矩不足，工作时强烈振动而使螺纹孔受损伤。

(5) 机脚崩角 机脚崩角的原因：安装基础不牢固；机脚安装不好，固定机脚的螺栓松动、振动激烈；发生倾倒事故等。

2. 机体缺陷的检查、鉴定及修理

(1) 机体裂纹的检查、鉴定及修理

1) 机体裂纹的检查：①若机体外部裂纹较大，用肉眼就能看见；②在可疑裂纹的部位注入少量的煤油，使煤油渗入裂纹的缝隙，0.5h 后，擦干机体表面的油迹，再撒上一层薄薄的白粉(或者是粉笔粉)。如有裂纹，会显示出一条黑色的痕迹，这是裂纹里的油迹滋润白粉的结果。

2) 机体裂纹的修理。若机体裂纹是在外面薄壁部位，可用补板法或胶补法修补。

① 补板法。先修平所需补板部位，在裂纹两端钻 $\phi 4 \sim 5\text{mm}$ 的止裂孔；选厚度为 $2 \sim 4\text{mm}$ 的补板，其长和宽以能盖住裂纹边缘 $20 \sim 25\text{mm}$ 为宜；如果修补的表面不平，应将补板贴合在裂纹的部位，用锤子轻轻敲击，使补板与裂纹处表面起伏相吻合，以保证补板的牢靠；用直径为 $3 \sim 5\text{mm}$ 的钻头在补板的周围钻孔，使孔与孔之间的距离为 $15 \sim 20\text{mm}$ ；将补板盖在裂纹部位，以补板的孔为准，在相应的机体上钻孔、攻螺纹；在补板和机体裂纹部位垫一层石棉垫片，并在垫片上涂密封胶，用螺钉将补板紧紧压固在机体裂纹处表面上，如图 7-2 所示。

② 胶补法。用农机 1 号粘补胶，按其使用说明要求进行胶补。具体方法是：

a. 用粗砂布打磨，除去气缸体裂纹周围的油漆或锈蚀，打磨的面积是：长度为超过裂纹两端点 30mm ，宽度为 30mm 。

b. 用微型砂轮机对裂纹磨削，在裂纹中开出深度为 2mm 、宽度为 3mm 的 V 形槽，并在裂纹两端点钻止裂孔，直径为 $3 \sim 4\text{mm}$ 。

c. 用汽油将裂纹周围的油污清洗干净，晾干后再用酒精擦拭一次。

d. 按使用说明要求调配粘补胶。

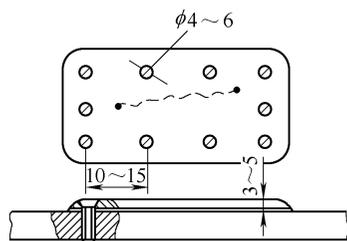


图 7-2 机体裂纹补板

e. 将调配好的粘补胶填充止裂孔和 V 形槽, 再将布料(其长 × 宽应比裂纹大出 10 ~ 20mm)涂上粘补胶, 把布料覆盖在裂纹上。再涂胶, 再覆盖布料, 然后, 在布料外面涂一层均匀的粘补胶。

f. 在室内固化 24h 后即可使用。

(2) 平面翘曲变形的检查、鉴定及修理

1) 机体平面翘曲变形的检查、鉴定。①拆掉缸盖螺栓、缸套, 用一平尺放在接合平面上, 观察平尺与机体平面之间的漏光情况, 或者用塞尺塞入平尺与平面未贴合部位测量缝隙的大小, 如图 7-3 所示, 要求在 50mm 长度内缝隙值小过 0.03mm。若超过此值, 应对气缸平面进行磨削或铣削。②也可在气缸盖上涂抹红丹油, 再与缸体平面推磨, 检查接触印痕。

气缸体一般平面度的允许值为 0.10 ~ 0.15mm, 极限值为 0.2 ~ 0.25mm。

2) 机体平面翘曲的修理: ①若平面度偏差较小, 而且是局部的, 可采用刮削或锉削的方法修复, 即用钳工刮刀将高出部分刮掉; ②当平面度超过 0.15mm/m 时, 可用平台着色拖研, 或者自制曲柄连杆机构带动气缸盖, 以气缸体为底座, 在气缸体上平面与气缸盖之间加研磨砂, 进行往复研磨; ③当平面度大于 0.25mm/m 时, 应采用磨床或铣床对气缸平面进行磨削或铣削, 但切削量不应大于 0.5mm。

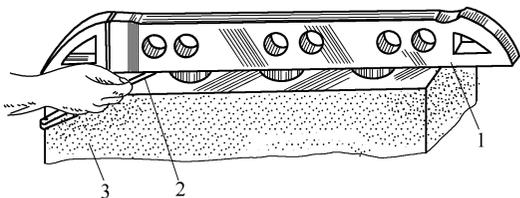


图 7-3 缸体平面检查

1—检验平尺 2—塞尺 3—缸体

注意: 气缸体上平面经过多次磨削或铣削, 其平面到曲轴座孔中心距离会缩短, 这就可能引起柴油机的压缩比升高和发生气门碰撞活塞顶的现象。因此, 气缸体上平面修削最多不得超过 0.50mm。

(3) 轴孔磨损的检查、鉴定及修理

1) 轴孔磨损的检查、鉴定。①用肉眼观察, 若孔内表面有斑花, 则是振动冲击引起的磨损; 若孔内表面有沟环, 则是转动引起的磨损。②将轴承或轴套装入孔座时, 感到松动, 且轴承或轴套可在孔内自由转动, 则说明轴孔磨损严重, 使孔径增大; ③用游标卡尺和千分尺测量孔座内径、轴承或轴套外径, 计算孔座内径与轴套外径的差值, 可得出椭圆、锥度和配合间隙值。

2) 轴孔磨损的修理。

① 电刷镀修理法。电刷镀技术工艺简单、设备器具少, 不需镀槽, 容易掌握, 这里只作一应用简介。S195 型柴油机上、下平衡轴四个 205 轴承座孔, 因磨损超差, 使座孔与轴承外圈配合松动(跑外圆), 而机体又不宜报废, 修复起来很困难, 若勉强装上使用, 会产生故障, 工作极不可靠。过去是采用附加零件法, 不仅工艺复杂, 而且成本高。现用电刷镀技术, 只要将磨损的轴承孔内配合表面刷镀上一层金属, 并用安培-小时监控其镀层厚度, 无需加工就可恢复原有尺寸精度, 使许多过早报废的机体、箱体死而复生。或者也可以直接在新更换的轴承外圈配合表面镀刷一层金属, 加大轴承外圈直径。镀层结合强度高、均匀, 只要刷镀后对轴承进行清洗, 就会不影响轴承的使用寿命。

② 附加零件法。当磨损量较大, 圆度和同轴度超过 0.1mm 时, 应采用扩孔镶套的方法: 用低碳钢材料或普通灰铸铁加工成厚度为 3 ~ 5mm 的衬套, 将衬套压入孔座内, 使两者

成过盈配合，过盈量为0.03~0.05mm。

(4) 气缸套安装孔的损伤

1) 缺陷。气缸套凸肩与缸体支撑平面之间局部接触，受力不均；上、下座孔表面出现锈蚀和穴蚀现象。

2) 修理方法。

① 上、下座孔表面如有锈蚀或氧化物时，可用粗砂布或细砂布打磨。对于锈蚀、穴蚀产生小凹坑时，可用环氧树脂进行修补。

② 若气缸套凸肩与缸体支撑平面接触不良，可在气缸套凸肩与支撑平面之间涂上研磨砂进行对磨。对磨时要不断地上下和左右转动气缸套，使两者接合面接触均匀为止。使用前，应检查气缸套凸肩在气缸体平面的凸出量是否符合技术要求。

(5) 螺纹孔滑扣的检查及修理

1) 螺纹孔滑扣的检查。①用肉眼或借助放大镜观察孔内的全部丝扣有毛刺；②将螺栓拧入螺孔后，用手摇摆气缸螺栓时感到有松动，且在用扳手扭转螺栓时感觉难以拧紧。

2) 螺纹孔滑扣的修理。

方法一：用钻头将螺孔扩大，再用丝锥攻螺纹，重新车制阶梯形的螺栓（一端大另一端小的螺栓）。

方法二：将原螺孔直径加大，旋入加大的螺塞，按原来的螺栓、螺纹直径在螺塞上钻孔攻螺纹后，可用原来的气缸螺栓，如图7-4所示。

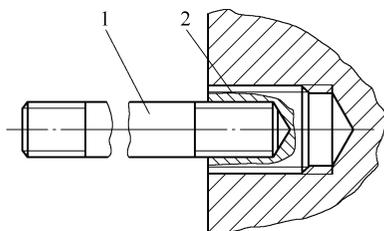


图7-4 用安装螺塞法修理螺纹
1—原螺纹 2—螺塞

(6) 机脚崩角的修理 机脚断裂用肉眼观察就能发现。修理的方法是：用钢板制作一块机体的后盖板，在后盖板下角焊接一个大螺母，使后盖板竖面与大螺母平面相互垂直。

二、气缸盖的修理

1. 气缸盖常见缺陷、产生原因及危害

气缸盖和机体一样，结构较复杂，工作条件相当恶劣，在高温高压下各部位热负荷极不均匀，易产生热应力。气缸盖常见的缺陷有：裂纹、平面翘曲、气门座圈与座圈孔配合松动、涡流室镶块与镶块孔配合松动等。

(1) 气缸盖裂纹 气缸盖产生裂纹大多数是在进排气门座之间（俗称“鼻梁”）、燃烧室与气门之间，还有水套、水道和气门座圈孔、缸盖螺栓孔等处，如图7-5所示。产生裂纹的原因有以下几点：

1) 柴油机缺水温度过高时，突然加入冷却液；或者在严冬季节先启动后加水，导致机体或缸盖产生裂纹。

2) 在寒冷冬季，工作结束后忘记放掉冷却液，或未把冷却液放尽，冷却液结冰后将缸体或缸盖冻裂。

3) 经常采用减压熄火方法，使气缸内在高温时突然进入大量冷空气，也会引起缸盖产

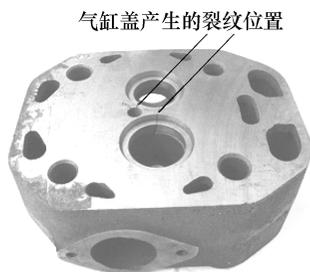


图7-5 气缸盖裂纹

生裂纹。

- 4) 冷却液中水垢过多, 散热不良, 局部高温和交变热负荷引起缸盖产生裂纹。
- 5) 有的部位水套过窄或拐角过小, 冷热不均, 塑性不一, 易引起缸盖裂纹。
- 6) 柴油机经常在超负荷和过热情况下作业, 而导致产生裂纹。

当气缸盖产生裂纹后, 压缩气体会向散热器窜气, 冷却液易沸腾, 或是冷却液窜入气缸内随气体排出, 使柴油机起动困难、功率不足, 甚至造成柴油机不能工作。

(2) 气缸盖变形 气缸盖变形就是由于承受高温高压的作用, 缸盖的金属组织发生变化, 使表面变形。产生变形的原因有以下几点:

- 1) 散热器“开锅”后, 突然加入冷却液, 使气缸盖热胀冷缩, 金属收缩不均匀。
- 2) 在上紧缸盖螺栓时, 由于拧紧力矩不均匀或拧紧顺序不对, 使气缸盖接合平面受力不均匀。
- 3) 在热车情况下拆卸气缸盖, 从而使气缸盖产生变形。
- 4) 柴油机长时间超负荷工作, 使缸盖承受很高的热负荷和机械负荷且各部位受热不均, 或者柴油机长期在过热的情况下工作, 缸盖温度升高后存在较高的热应力, 其材料的弹性极限下降, 在内应力和外载荷的作用下, 容易产生变形。
- 5) 保管与运输不当, 使缸盖堆叠放置, 致使缸盖长期受压而变形。
- 6) 铸铁时效处理不充分, 存在较大的残余内应力, 造成缸盖平面翘曲变形。
- 7) 风冷柴油机气缸盖系铝合金制造, 膨胀系数过大, 以致热变形过大, 容易造成翘曲。

当气缸盖变形后, 会引起气缸盖、气缸垫、气缸体三者接合不严密, 缸垫不能密封燃烧室, 气缸压缩比下降, 工作无力, 起动困难。严重时, 高温高压气体冲出把缸垫烧损, 或者是水套内的冷却液向气缸中渗漏。

(3) 气门座圈与座圈孔配合松动 气门座圈与座圈孔配合松动的原因: ①气门座圈材料质量差, 金属组织发生变化; ②维修时, 扩铰气门座圈孔座的精度不够(圆柱度及圆度超限), 表面粗糙度不合格等, 使座圈镶入座孔后配合紧度不够, 结合不牢, 造成气门座圈变形, 松脱; ③多次拆装, 使座圈孔磨损; ④安装不当, 使气门座圈边角被切割; ⑤气缸盖变形或产生裂纹, 导致气门座松动。

气门座圈松动后, 使气门间隙发生变化, 致使气缸漏气、压缩压力不足, 柴油机功率下降, 运转时产生明显的敲缸声。

(4) 涡流室镶块与镶块孔配合松动、镶块产生裂纹 涡流室镶块松动或脱落的原因:

- 1) 油门操作不当。经常轰油门, 使柴油机供油量忽大忽小, 转速则忽高忽低, 作用于涡流室镶块上的内应力也时大时小, 时间长后易造成涡流室镶块开裂、松动而脱落。
- 2) 使用维修不当。①使用中在机温较高的情况下, 更换冷却液, 由于激冷激热, 使镶块产生裂纹; 或者是在严冬停机后, 不等机温降低, 就马上放开冷却液, 由于机温与气温相差悬殊, 引起镶块自行脱落。②散热器“开锅”骤加冷却液。③先将柴油机起动后再向冷却系统加入冷水。④镶块质量差, 镶块与座孔加工精度达不到技术要求, 圆度偏差较大, 或过盈量小, 配合不紧。⑤压装时强行敲击, 使边缘拉丝而安装不紧。⑥镶块过厚, 装入座孔后凸出气缸盖平面过高, 活塞运动达到上止点时, 其顶面与镶块相撞, 造成松动而脱落。

涡流室镶块松动后对柴油机的危害: 镶块松动后使主喷孔相对位移, 会影响起动性能,

致使柴油机起动困难。镶块与座孔之间产生积炭,使镶块散热不良,易于烧损。轻者,使镶块烧出裂纹、变形,主喷孔和起动喷孔被烧穿;重者,使镶块烧裂脱落,打坏活塞、缸套等零件。同时,镶块松动易研坏缸盖座孔,使缸盖提前报废。镶块产生裂纹的部位如图 7-6 所示。

(5) 缸盖闷头损坏 缸盖闷头损坏或松脱的原因:①水套水垢结积过厚,引起腐蚀磨损,导致缸盖闷头损坏;②装配不当,闷头与缸盖座孔配合过松,加上频繁振动,使闷头松脱。闷头安装位置如图 7-7 所示。

缸盖闷头损坏,引起漏水,致使散热器水位下降。若是缸盖上面的闷头损坏,冷却液会从闷头漏出,经过推杆孔进入油底壳,使机油油面升高,容易引起“烧瓦”事故;若是缸盖上下的闷头损坏,会把散热器里的水漏掉。

2. 气缸盖缺陷的检查、鉴定及修理

(1) 气缸盖裂纹的检查、鉴定

1) 通过日常保养,检查散热器的水位和水质、油底壳油面高度和油质有无变化。

2) 观察排气管冒烟情况,若排气呈白色,并喷出烟雾,大多是气缸漏水。

3) 用着色法检查。先将 65% 的煤油、30% 的变压器油、5% 松节油、少量红丹油放入容器里混合成着色溶液,再把气缸盖放入着色溶液浸泡,使油液渗入到零件上有裂纹或疏松的地方,10min 后取出,擦净可疑表面,立即涂上一层白粉。用小锤轻轻敲击零件,浸入缺陷中的溶液就会渗出,显示出裂纹部位。

(2) 气缸盖裂纹的修理 气缸盖裂纹处于受力较大的部位,应选用电焊修复;裂纹处于受力不大的部位可采用胶补法修复。

1) 采用电焊热焊修理 农用柴油机气缸盖为灰口铸铁件,焊接性能差,焊缝易出现白口和裂纹。为此,气缸盖裂纹的修复常采用电焊热焊修理法。

焊条应选择直径为 $\Phi 2.5 \sim 4\text{mm}$ 的铸 208 或铸 308 纯镍焊条;采用直流反接(即工件接负极),焊接电流按表 7-1 选用。焊前,在裂纹两端钻止裂孔,再用砂轮沿裂纹开开口;预热时,可用焊炬对气缸盖的被焊部位进行加热(预热温度在 $400 \sim 500^\circ\text{C}$);焊接时,保持焊缝四周的温度不变,采用一次焊完的方法;焊后将焊部位加热到 600°C 左右,保温 $15 \sim 20\text{min}$,然后在室内自然冷却,使金属组织收缩均匀,减少焊件内应力,防止焊缝出现变形或裂纹。

表 7-1 焊条直径与焊接电流的选择

焊条直径	2.5mm	3.2mm	4mm
焊接电流	65 ~ 90A	90 ~ 110A	110 ~ 150A

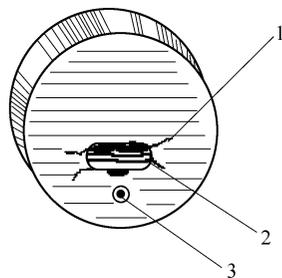


图 7-6 涡流室镶块产生裂纹的部位

1—裂纹 2—主喷孔
3—副喷孔

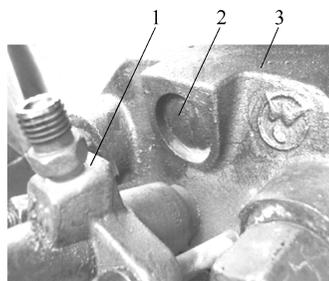


图 7-7 闷头安装位置

1—喷油器 2—闷头 3—气缸盖

电焊热焊的特点是：将被焊部位用焊炬加热后，迅速把焊缝焊接完毕，热影响区小，不会引起变形和开裂。例如：当机体螺栓孔滑扣后，可用此法将螺栓孔焊死，再重新钻孔、攻螺纹。

2) 采用电焊冷焊修理。

当气缸盖裂纹较深时，可采用电焊冷焊的修补。其方法如下：

① 焊前的清洗。用四氯化碳对裂纹部位进行清洗；或将缸盖放入碱性溶液中加热至沸腾，除掉裂纹中的油污，再用清水冲洗。

② 开坡口。用直径3~4mm的钻头沿裂纹钻出一排透孔，再用微型砂轮沿裂纹开V形坡口，宽为4~6mm，深度为3~4mm，如图7-8所示。坡口形状尺寸见表7-2。这样，焊道比较平整，可提高金属结合强度，有利于排气，防止气孔的产生。

表 7-2 电焊修补裂纹时开坡口的形状尺寸

铸铁壁厚 c/mm	6~8	8~15	12~25
坡口深度 b/mm	2	3~4	5~6
坡口角度 $\alpha/(\text{°})$	30~40	55~65	80~90

③ 采用直流反接，即工件接负极，焊钳接正极。使焊接电弧保持稳定，以减少焊接热影响。

④ 焊条与电流的选择。选用铸308焊条，焊接电流按表7-1选用，尽量选用较小的电流，以减少焊接热影响。焊前应将焊条烘干后再使用，以免出现气孔。

⑤ 施焊方法：焊程为15mm，焊层为单层。为了最大限度地减少焊接热影响，避免焊接温度过高形成白口、出现裂纹，焊程长度不能超过（一般不超过20mm）。可采用“一点一点”的焊接方法。即每焊一点（直径约15mm）就用小锤轻轻敲打焊层，帮助焊层收缩，消除内应力，使金属组织紧密。待焊层冷却到50~60℃（用手摸不感到烫手）时，迅速将焊渣清除，再焊下一点。

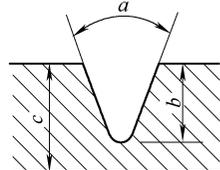


图 7-8 开坡口的形状

若有条件，焊之前，用氧乙炔中性火焰将焊口两侧局部加热至150~250℃。这样的好处一是使水分蒸发，除掉水分；二是预热缸盖，减少温差，能防止焊接时金属组织因胀缩产生裂纹、剥离。

⑥ 施焊中，运动焊条应少许摆动，前后推进。每次熄弧前，应使焊条稍向后移动。

⑦ 焊完冷却后清渣，检查裂纹焊修质量。合格时，进行磨削加工。

3) 采用胶粘剂修补。当气缸盖“鼻梁”处产生裂纹时，可采用胶粘剂修补。其方法如下：

① 沿裂纹中心开一条燕尾槽。找一个旧缸盖锯开，按燕尾槽的尺寸加工镶块，镶块与槽的配合间隙为0.05~0.15mm。

② 胶粘剂按1mL浓缩磷酸氢氧化铝溶液中加入3.5~4.5g氧化铜粉的比例，调配成糊状待用。

③ 粘合时，用丙酮彻底清洗胶合处，吹干后，把胶粘剂均匀地涂在燕尾槽与镶块的粘结面上，再将镶块平行地推入燕尾槽内。

④ 在室温下固化2h后，再用一个红外线灯泡把缸盖表面加温至80℃左右，固化3~4h。修补后，按气缸盖工艺要求进行必要的机械加工，就可使用。

(3) 气缸盖下平面翘曲变形的检查、鉴定及修理

1) 检查方法。

① 用百分表检查。把气门导管、摇臂座螺栓、喷油器固定螺栓拆下后，将气缸盖放在平台上，使被测的平面朝上；将百分表和支架放在平台上，使测头抵住缸盖平面；调整指针为“0”，然后平行移动表架，观察表头指针的变化；分多点测量，测出平面度，如图 7-9 所示。气缸盖与气缸体接合的平面度，一般不能超过 0.15mm，超过此值时，也需要进行磨修。此法也可以用于对缸体平面度的检查。

② 用检验平尺检查。将被测气缸盖放在工作台上，把检验平尺放在被检查的平面上，选择不同的位置，左右移动平尺，用塞尺测量平尺与平面未接触部位(漏光缝隙)，间隙的大小，即塞尺塞入的最大值即为平面度，如图 7-3 所示。小型柴油机气缸盖一般平面度的允许值为 0.08mm，极限值为 0.12mm。当平面度超过允许值时，应予以修理。

③ 用平台着色法检查。其方法与检查气缸体平面翘曲的方法相同。

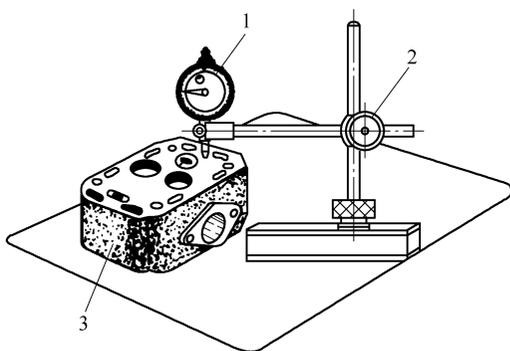


图 7-9 平面度的测量

1—百分表 2—支架 3—气缸盖

2) 修理方法。气缸盖变形的修理和气缸体的修理相似，常用的方法有以下几种：

① 当平面度较大时，可在气缸体上平面与气缸盖下平面之间(或者在尺寸适当的铸铁平板)，涂上研磨膏(一般用气门砂与机油调和而成)，使两平面直接互相研磨，以消除平面度超差。

② 当有较小的局部不平时，可用金刚砂轮平面与缸体或缸盖平面合放，用手操作砂轮来回推动磨削，直至磨平为止。

③ 用铲削法。先将缸体或缸盖平面和平板清洗干净，在平板上均匀地涂上一层红丹油，再把平板盖在缸体或缸盖平面上来回推动几次，拿起平板，当看到缸体或缸盖平面某部分显示出红丹油的印痕，即为翘曲的突出部分。然后用铲刀或刮刀削去不平的部分，以达到技术要求为止。

④ 用铣削或磨削法。当平面度超差较大时，可在铣床上进行铣削，或在磨床上进行磨削整平。

注意：气缸盖变形经过修磨后，厚度会变薄，燃烧室容积随之减少，压缩比也随之增大。因此，要采取相应措施来弥补，如增厚气缸垫或镗削燃烧室等。总之，对气缸盖的铣削量，一般不能超过 2~2.5mm，以防带来不利的因素。

(4) 气门座圈与座圈孔配合松动的检查、修理

1) 气门座圈与座圈孔配合松动的检查：①将旧气门座圈拆卸后，把缸盖座孔清理干净，放入更新的气门座圈。若用手能扭转气门座圈，则说明气门座圈与座圈孔配合松动。②安装气门座圈，把气门座圈压入缸盖孔时，不费吹灰之力；当用呆扳手撬动气门座圈时，不费劲就能把气门座圈卸下来，说明气门座圈与座圈孔配合松动，应予修理。

2) 气门座圈松动的修理。

方法一，加大尺寸法。即重新车制加工气门座圈。只需稍微加大气门座圈的外径尺寸，提高其配合紧度，实际尺寸应根据气门座孔的孔径尺寸来确定。冷镶时过盈量为 0.10 ~ 0.15mm，热镶时过盈量为 0.2 ~ 0.25mm。气门座圈其余的尺寸，如高度、内径、斜面、角度等技术要求应和原来的气门座圈相同。笔者常选用 S195 型柴油机的废旧曲轴作材料来车制气门座圈，使用效果很好。

方法二，胶粘法。即选购原来型号的气门座圈，用磷酸-氧化铜无机胶粘接，具体操作方法是：

① 表面处理。将缸盖座圈孔的脏污、积炭清除干净，再用砂布打磨座孔，以降低表面粗糙度。然后，用脱脂棉沾上丙酮或天那水擦去接合面上的油渍，更有利于胶粘的结合。同时，把新的气门座圈洗净擦干。

② 配制磷酸-氧化铜无机胶，即按 1mL 磷酸溶液加入 3.5 ~ 4.5g 氧化铜粉配比，用竹片搅拌均匀。

③ 将配制的粘胶厚薄均匀地涂在座孔与座圈的接合面上，把座圈装入座孔内，再用小锤轻轻敲击座圈，经过振动使粘胶充分填满缝隙。

④ 用喷灯烘，烘时应慢慢从缸盖未涂胶的部位开始，逐渐向气门座圈烘烤，使粘胶厚薄均匀。也可在室温下放置 3 ~ 4h，使之自然固化。

(5) 涡流室镶块的检查、修理

1) 涡流室镶块的检查：①用肉眼观察，若在主喷孔周围有裂纹，裂纹长度为 3 ~ 4mm，应更换新镶块；②检查镶块与座孔的配合，用手能感觉到它们的间隙大小，其方法与检查气门座圈与座圈孔的配合方法相同。

2) 镶块松动的修复。

方法一。在电焊机上用焊钳夹一段直径为 3 ~ 5mm 的铜丝，或者一段直径为 6mm 的铜管，将镶块外圆配合表面全部拉毛，拉毛后可直接将镶块压入缸盖座孔中。

方法二。用磷酸-氧化铜无机胶粘接。按使用说明书要求，清除接合面上的油污和杂质，配制粘胶(按 1mL 磷酸溶液加 3.5 ~ 4.5g 氧化铜粉)，涂胶粘接后用小锤轻轻敲打镶块，使粘胶充分填满缝隙，再用喷灯烘烤或在室温下自然凝固 3 ~ 4 h，即可使用。

注意：疏通主喷孔和起动机喷孔，以免胶粘堵塞。

(6) 缸盖闷头损坏的检查、更换

1) 缸盖闷头损坏的检查。对柴油机进行保养时，不能忽视对缸盖闷头的观察。检查闷头与座孔处是否有渗漏，必要时，用小铁锤对闷头表面轻轻敲打检验，若闷头被水垢腐蚀严重，闷头会出现破洞。此时，应更换缸盖闷头。

2) 闷头的更换。先用螺钉旋具将缸盖的闷头撬出，然后，将缸盖座孔内的污垢清除干净，必要时用砂布打磨座孔，再在座孔表面涂一层磁漆。闷头表面像一个球冠，如图 1-9b 所示。装入缸盖座孔后，用锤子敲击闷头表面，金属闷头产生塑性变形，其外缘向外扩张，使闷头外缘与缸盖座孔有一定的紧度，防止闷头在工作中自行脱落。

三、气缸套的修理

1. 气缸套常见的缺陷及产生原因

气缸套常见的缺陷有磨损、拉伤、裂纹、穴蚀四种。

(1) 气缸套磨损 气缸套的磨损可分为正常磨损和异常磨损。

1) 气缸套正常磨损。

① 气缸套正常磨损的特点：与活塞环发生相对运动的缸壁表面都有不同程度的磨损，在长度方向磨成上大下小的锥形，在圆周方向磨成近似于椭圆。磨损最大的位置是：活塞运动到上止点时，第一道环相对应的缸壁处。气缸套正常磨损的规律如图 7-10 所示。

② 气缸套正常磨损，形成锥度和椭圆的原因。

形成锥度的原因主要有以下几点：

a. 机械运动发生自然性的磨损。

b. 磨料磨损。磨料是空气中的尘土、润滑油中的杂质、气缸套与活塞及活塞环相对运动磨损的产物，由于这些磨料的存在，加速摩擦表面的磨损。

c. 气缸上部是燃烧室的一部分，温度最高、压力最大，润滑油膜难以形成。

d. 柴油机温度过低，高温燃烧气体与缸壁上的水滴作用产生酸性化学腐蚀，对缸套上部磨损也有较大的影响。

形成椭圆的原因主要有以下几点：

a. 曲柄连杆机构工作时，活塞加于气缸壁的侧向压力。

b. 活塞和气缸在工作中的热变形。

c. 气缸套圆周方向冷却效率不均匀。

2) 气缸套异常磨损。气缸套异常磨损是没有规律的，有制造、修理、使用方面的原因。如气缸套磨损形成腰鼓形，其主要的原因是连杆扭曲造成的。连杆扭曲后，活塞在行程中间（缸套中部）倾斜最大，导致中间磨损较大，变成腰鼓形。又如气缸套快速磨损，是由于空气滤清器安装不当或滤芯破损，致使空气短路，空气不经过滤清就直接进入气缸，空气中含有大量尘土、泥沙等颗粒，造成缸套寿命缩短。

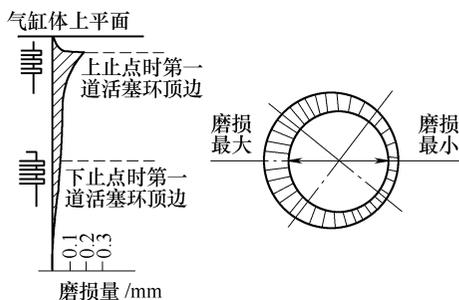
当缸套磨损后，活塞与缸套配合间隙增大，产生敲缸，气缸压力下降，柴油机功率不足，机油上窜燃烧，难以起动。当锥度和椭圆超差时，活塞环与气缸壁密封性降低，活塞环工作稳定性丧失，容易出现“走对口”，使漏气更加严重。

(2) 气缸套被拉伤 气缸套被拉伤就是缸套表面有拉毛和划痕，其原因是：①装配不当，活塞、活塞环与缸套配合间隙过小。柴油机起动后，活塞、活塞环受热迅速膨胀，造成拉缸。②活塞环卡死或折断，使缸套表面被拉伤。③活塞销卡簧脱落、折断，使活塞销窜出，划伤缸套表面。④柴油机过热，润滑不良，活塞和缸套发生干摩擦而导致其表面擦伤。⑤空气和润滑油不净，含有硬质颗粒，引起缸套拉毛。

气缸套被拉伤后，密封性下降，使机油上窜，气体下漏，导致柴油机功率降低。

(3) 气缸套产生裂纹 导致气缸套断裂或裂纹的原因，是由制造、装配、使用不当以及发生机械事故四个方面造成的。

1) 制造方面的原因：①缸套制造质量太差。铸铁硬度高，脆性大，强度降低，使缸套产生裂纹。在铸造时，缸套内部存在有砂眼、气孔及夹杂物等缺陷，使缸套应力集中，容易



a) 气缸套沿高度方向的磨损 b) 气缸套沿直径方向的磨损

图 7-10 气缸磨损特征

使缸套断裂。②缸套台肩与缸套体过渡的圆角太小，容易造成缸套断裂。③缸套台肩平面（或机体的承压面）与气缸中心线不垂直。缸套装入机体后，台肩下面一边接触到机体的承压面，另一边悬空，此时，缸盖一拧紧就会引起缸套台肩被压裂。④缸套的支承台肩过高。在拧紧缸盖螺栓（螺母）时，缸盖压力集中在支承台肩上端面，使缸套承受附加应力而易产生裂纹。⑤缸套凸台过高。拧紧缸盖螺栓的力矩过大（超过 $275\text{N}\cdot\text{m}$ ），缸盖便会压在缸套凸台上，造成缸套断裂。

2) 装配方面的原因：①安装缸套垫时用铁件猛敲，导致缸套断裂。②缸套配合面有杂物、拧紧缸盖螺栓（或螺母）不按规则顺序，引起缸套断裂。③阻水圈直径过大，装入缸套凹槽后凸出量过高，缸套安装后变形，形成了缸套断裂的潜伏条件。

3) 使用方面的原因：①冷却系统水套内污垢过多，在缸套外壁粘附结垢不均匀，缸套各部位因受热不均而产生热应力，造成缸套产生裂纹。②经常在超负荷状态下工作，使柴油机温度过高，热负荷和机械负荷大增，当超过缸套允许强度时，缸套会产生裂纹。③在缺少冷却液、润滑油的情况下运行，或使柴油机处于高温状态而立即加入冷却液，这样，使缸套受热过度后，再突然冷却，因热冷突变，热应力增大，导致缸套断裂。④天气寒冷，冷却系统内的水没有及时放净，机体水套内的冷却液结冰以致缸套受冻结，而引起缸套断裂。

4) 事故性破坏的原因：①气门弹簧折断、气门锁片脱落、安全卡簧失去作用、气门杆折断等，使气门掉入气缸中，致使缸套破裂。②漏装活塞销卡环、卡环环槽磨损、活塞销卡簧松弛，使活塞销产生移动而窜出打破缸套。

缸套有裂纹会引起气缸进水，燃烧时排气管冒白烟，起动困难，严重时使柴油机不能正常工作。

(4) 气缸套外壁产生穴蚀 活塞对气缸套产生撞击，使气缸套高频振动，横向振动较大，引起冷却液产生交变应力，而使气缸套外表面被腐蚀成麻点或成蜂窝状孔洞。气缸套外壁穴蚀严重，会引起气缸套穿透而漏水。

2. 气缸套的检查、鉴定及修理

1) 气缸套的检查、鉴定。

方法一。气缸套的磨损特点是第一道活塞环上止点处磨损量最大。我们可以根据其磨损特点，粗略判断气缸套内径的磨损情况。当第一道环对应的最大磨损处磨损形成波纹时，用手指触摸无感觉有明显台阶，说明气缸套磨损较轻，还可更换活塞环或经过修整后加大相应的活塞环继续使用；当第一道环对应的最大磨损处磨损形成台阶，用手指触摸能感觉有明显凹陷和台阶时，说明气缸套磨损较重，应该更换新件了。

方法二。结合测量气缸间隙进行判断：如图 7-11 所示，将新活塞倒放入气缸套，用适当厚度的塞尺插入气缸套上部（最大磨损部位）与活塞裙部（垂直于活塞销孔方向）进行测量，当抽动塞尺时感觉略有阻力时，该塞尺的厚度即为气缸间隙。当测得气缸间隙在 0.45mm 以上时，则确定该缸套已不能再用，应更换新件。

方法三。用量缸表测量气缸套磨损量，测量部位应选择在活塞环运动的区域内。一般选择三个位置，即最大磨损处 I—I 截面、中间位置 II—II 截面、下部磨损最小处 III—III 截面，如图 7-12 和图



图 7-11 气缸套与活塞裙部间隙的测量

7-13 所示。

在每个截面内测量纵横两个方向，即一个是平行于活塞销座方向的 $A-A$ 直径，另一个是垂直于活塞销座方向的 $B-B$ 直径。把测量的每一个数据都填入鉴定表内，然后进行计算：

圆柱度等于同一轴截面内最大与最小直径之差；

圆度等于同一横截面内、互相垂直的两直径最大之差；

最大磨损量等于测得最大直径与未磨损处直径之差。

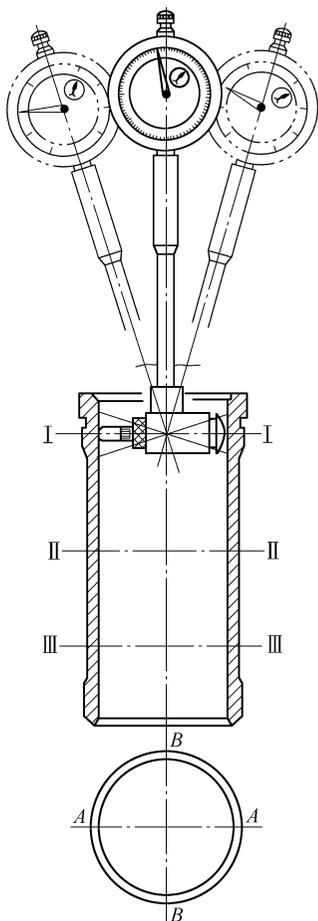


图 7-12 用量缸表测量气缸套磨损量

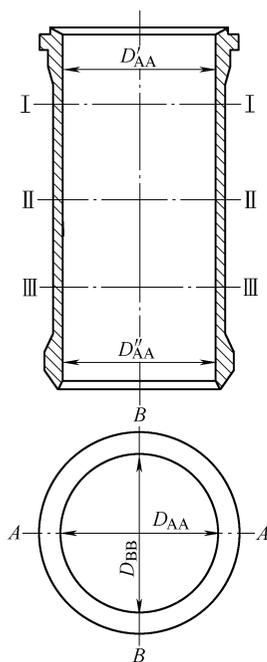


图 7-13 缸套测量位置

2) 气缸套的处理。

① 如果算出最大磨损量达到磨损极限值(0.45mm 以上)的，或配合间隙超过极限值的，可按修理尺寸进行维修或更换新件。若气缸套内表面有较深的沟痕、严重拉伤或表面有裂纹，通过修理难以消除的，均以报废处理。

② 如果测量气缸套的最大磨损量和气缸套与活塞配合间隙均在极限值内，内表面无裂纹和较重的划痕时，可继续使用。可将气缸套拉出，转过 90° 后重新安装，以延长其使用寿命。

四、齿轮室盖的修理

齿轮室盖是铸铝零件，若产生裂纹，可采用氧焊修理，其方法如下：①自制铝焊条。敲碎一只旧活塞，放置铸锅中，用焊炬加热熔化，去渣后倒入有孔径约 3mm 的铸勺中，使熔化的铝合金经小孔流出，形成一根焊丝。②钻孔。用 $\Phi 3\text{mm}$ 的钻头在裂纹的两端钻孔，以免裂纹扩展。③预热。将与被焊部位接近的边缘位置加热到 $350 \sim 400^\circ\text{C}$ 。④施焊。可用中性焰，焊炬与焊件的夹角为 50° 左右，预热中，铝件由光亮的银白色逐渐变成暗淡的银灰色或表面呈现出微微的起皱凸起时，即开始填充，焊炬向前移动同时作上下跳动，整条焊缝一次焊完，最好不中途间断。⑤焊后处理。再将被焊部位和其边缘加热到 $300 \sim 400^\circ\text{C}$ ，然后空冷至常温，防止焊后出现裂纹。

五、单缸柴油机气缸垫烧损的原因与判断

1. 单缸柴油机气缸垫烧损的原因

气缸垫烧损后，就会出现漏气、漏水现象，主要原因有以下几点：

1) 拧紧气缸盖螺母时，没有按规定的顺序和力矩，致使燃烧气体从气缸垫的缝隙窜出，而把气缸垫烧伤。

2) 在使用中，不定期检查和紧固，使气缸盖个别螺母(螺栓)松动，致使气缸体和气缸盖接合面压力不足，接合面密封性不好，高温、高压气体从局部扭力较小的缝隙冲出而烧坏气缸垫。

3) 安装时，气缸垫上有单面翻边或卷边，误将有翻边或卷边的一面朝向缸体平面，使燃气易从翻边处冲入缸垫内部。

4) 气缸盖或气缸体接合面不平，使气缸垫不能平整压实，易使高温气体漏出，烧坏气缸垫。

5) 气缸套凸肩高出气缸体平面的尺寸，超过规定的高度；或气缸套凸肩低于气缸体平面，都会造成窜气，把气缸垫烧损。

6) 更换涡流室镶块时，镶块不符合技术要求。当镶块过厚而凸出缸盖平面时，就使缸盖、缸垫、缸套之间不能均匀压紧；当镶块过薄而低于缸盖平面时，燃气会从镶块处窜出。涡流式燃烧室镶块凸出气缸盖平面高度见表 7-3。

表 7-3 涡流式燃烧室镶块凸出气缸盖平面高度

机 型	镶块凸出气缸盖平面高度	
	标 准 值	极 限 值
2125	0.012 ~ 0.110mm	下沉 0.02mm
S195、195S	0.00mm	下沉 0.02mm

7) 气缸垫使用时间过久，经过多次拆装，长期被压缩，会失去弹性，使密封作用减弱。再继续用之，则引起气缸垫烧损。

8) 气缸盖产生裂纹；柴油机过热；缸垫选用的材料质量太差，弹性不足，不耐高温等，都会导致气缸垫烧损。

2. 气缸垫烧损的检查判断

1) 气缸垫边缘被冲毁,漏气处发出“嗤嗤”的声音,并有淡黄色泡沫挤出。

2) 气缸垫在螺栓孔的位置被冲坏,燃烧气体会从螺栓处的缝隙窜出。因此,缸盖螺栓处会严重积炭。

3) 气缸垫水道处被烧毁,燃烧气体会窜入冷却系统,冷却液温度很快升高,散热器气泡涌上如同开锅;或者是气缸垫烧损后,散热器中冒气泡,窜入气缸内的机油也冲进冷却液,使散热器水面上有黄黑色机油泡出现;在进气行程时,冷却液进入气缸内,使柴油机排气管冒白烟,甚至排水沫。

4) 多缸柴油机,缸垫烧损使水道与油道相通,散热器水面上就有黄黑色机油泡。停机后,水逐渐从气缸垫机油孔处窜入润滑油道,渗入油底壳,使油底壳油面升高。

六、S195 型柴油机气缸漏水的检查与判断

1) 为了便于观察、检查发现,最好先拆卸柴油机一些部件,再装上气缸垫和气缸盖,不要安装摇臂组及推杆、活塞连杆组、曲轴飞轮组、曲轴箱后盖板、气缸盖罩。

2) 将冷却系统加满水,设法封闭散热器加水口。可拆下散热器漏斗,另用软木纸自制一个散热器口垫片和用4~5mm厚的铁板做一块散热器口盖板,盖板四个角上钻有四个孔(与散热器的螺孔对正),并在盖板上焊接有 $\phi 8 \sim 12\text{mm}$ 进气管接头,将垫片涂上润滑脂或磁漆,拧紧盖板四只螺栓,这样冷却系统内就不与大气相连通,并将在机体侧面上的放水开关关闭。

3) 使用一台充气机(若没有充气机,也可用自行车打气筒),把充气胶管一端套入散热器盖板上的进气管接头,并用铁线箍紧,不许漏气。打开气缸盖罩,拆下摇臂和推杆,将充气机接上电源向冷却系统内充气,当充气机压力表气压达到0.05~0.1MPa时,切断充气机电源暂停充气,作以下检查:

① 查看缸盖下面两个水闷头是否漏水、渗水,如有,说明水是从水闷头漏出。

② 查看缸盖下面两只(气缸盖紧固)螺栓间隙处是否渗水。若此处有,可能是缸盖、机体有夹渣、气孔、裂纹缺陷,或是缸垫破损,水是顺着螺栓缝隙处漏出。

③ 若观察到缸盖与气门弹簧接合处有水渗漏,说明缸盖的气门弹簧支承面被弹簧磨破,或者是缸盖在铸造时有缺陷,使该处过薄,且长期与气门弹簧摩擦、振动,从而产生破裂。

④ 用手电筒照射,从气缸套孔内往上观察,若看到气缸盖气门座安装孔与气门座处有水渗漏,说明气缸盖铸造时有缺陷,如存在夹渣、气孔、裂纹,或者在安装气门座圈时用铁具猛敲,使该处产生裂纹。

⑤ 用手电筒照射,查看气门推杆孔内是否有水渗出,若有,说明缸盖或机体下部有砂眼、裂纹等缺陷而漏水。

⑥ 若机车使用多年,漏水情况大多是因气缸套外圆下口处的阻水胶圈破损、失效而引起的。继续向散热器内充气,从曲轴箱后窗口往缸套外缘观察,若冷却液沿缸套外缘下滴,说明阻水胶圈密封不严而漏水。若观察到冷却液沿缸套内壁滴下,说明缸套有砂眼、裂纹,或者缸垫烧损,冷却液经活塞、活塞环和缸套之间漏出。

一、 活塞组件的修理

活塞组件包括活塞、活塞环、活塞销、挡圈等零件，它们的工作条件是非常恶劣的。

1. 活塞常见的缺陷及产生原因

(1) 活塞常见的缺陷 活塞在工作中，由于直接承受柴油燃烧高温气体的作用和燃气爆发压力的冲击作用，易产生较大的热应力、机械应力和变形等。常见的缺陷有：活塞环槽、活塞裙部、销孔磨损，挡圈沟槽崩塌、表面划痕，活塞烧熔和开裂等。活塞主要磨损部位如图 8-1 所示，

(2) 产生缺陷的原因

1) 活塞环槽磨损，主要原因是：

①活塞与活塞环在气缸内往复运动，活塞环槽不断承受活塞环的上、下冲击、撞击；②活塞环在活塞环槽内作径向移动发生摩擦，造成活塞环槽与活塞环磨损，使边间隙增大。活塞环槽磨损的特点是：环槽断面由矩形磨成梯形；第一道环槽磨损最严重，以下依次减轻。

2) 活塞裙部磨损，主要原因是：

①工作时，活塞裙部受侧压力的作用；②磨料磨损，如空气、柴油、机油不净等；③活塞与缸套的装配间隙过大或过小；④连杆弯曲使活塞呈过度的单面磨损。活塞裙部磨损的后果与缸套磨损的后果一样。

3) 销孔磨损成椭圆主要原因是：①由于活塞销的固定形式是全浮动(工作时活塞销在销孔内可以转动)，故活塞销在销孔内受冲击和摩擦而产生磨损；②装配不当，如安装活塞销时不对活塞进行加热等。

4) 挡圈沟槽崩塌，是由于活塞销窜动、冲撞挡圈，使挡圈沟槽发生崩塌现象。

5) 活塞表面有烧蚀、拉伤、划痕等缺陷。烧蚀是活塞热疲劳的结果，主要的原因是喷油泵供油量、供油角度不均、喷油器渗漏、滴油、空气供给不足等导致活塞顶部周边烧蚀；拉伤、划痕由于杂质进入气缸成为磨料，使活塞磨损。

活塞产生上述缺陷后，会使气缸密封不严、漏气、机油窜烧、排气冒烟，出现敲击声、

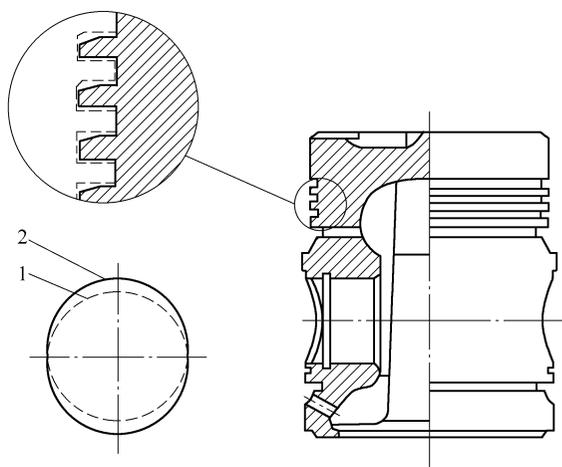


图 8-1 活塞主要磨损部位

1—原销孔 2—磨损后销孔



起动困难等故障。

2. 活塞的检查、鉴定及处理

(1) 活塞的检查

1) 清除积炭、清洗干净后,观察活塞表面是否有损伤,如环槽塌边、挡圈沟槽崩落、拉伤划痕、撞击印迹、烧蚀斑点、裂纹等缺陷。

2) 活塞环槽的检查:用新的标准活塞环放在活塞环槽中,用塞尺测量其边间隙的大小。

3) 活塞销孔的检查:①用手将新的活塞销插入活塞销孔时,应不能放进孔内;若使劲拧入销孔时,只拧进销孔的 $1/4 \sim 1/3$,则说明活塞销孔尚好,可以装配使用。②用内径千分尺在销孔上下受力方向和水平方向进行测量,然后算出销孔的圆度。

4) 活塞裙部的测量:用外径千分尺或游标卡尺测量,测量部位如图8-2所示,算出圆度和圆柱度。

5) 活塞裙部与气缸套配合间隙的检查。若手上没有专用工具,也可用塞尺进行检查,如图7-11所示。其方法是:将旧活塞倒放入新气缸套,将适当厚度的塞尺插入两者之间的间隙,即为活塞裙部的磨损量。一般应测量销孔方向前后和与其垂直的左右两侧四个部位,如图8-2所示。

(2) 活塞的处理

1) 活塞有裂纹、严重拉伤、环槽塌边、挡圈沟槽崩落等机械损伤,以及边间隙、销孔、裙部磨损超过极限值的应更换新件。

2) 活塞与缸套配合间隙已超过极限值,但活塞本身磨损轻微,只需更换气缸套使配合间隙满足技术要求,该活塞则可继续使用。

3. 活塞环的检查、鉴定及处理

(1) 活塞环的磨损特点 活塞环是磨损最快的零件,特别是第一道环磨损最为严重,气环的磨损量都大于油环的磨损量。活塞环的磨损主要是外圆面磨损和上、下平面的磨损。活塞环磨损后,使开口间隙和边间隙增大,弹性减弱,造成活塞环与活塞环槽、气缸壁密封不严,产生漏气和机油窜烧,使柴油机机油、燃油消耗量增加,功率下降。由于机油窜烧使缸内积炭增多,又会使压缩系统零件加速磨损,导致恶性循环。

活塞环磨损后一般都不予修理,而是采用更换新件的方法。不论新更换的活塞环,还是合格可继续使用的旧环,都应对其弹力、边间隙、开口间隙、背隙及漏光度五项进行检查与修整。

(2) 活塞环的检查与修整 为了确保活塞环与活塞环槽、气缸套的良好配合,提高气缸内的密封性,必须选用与气缸套、活塞环槽同级修理尺寸的活塞环,并进行以下检查与修整。活塞环修理尺寸级差有:标准 0.00mm 、加大 0.25mm 、加大 0.50mm 、加大 0.75mm 等。目前,农机市场上,只有标准 0.00mm 和加大 0.25mm 两种级差的活塞环。

1) 开口间隙的检查与修整。活塞和活塞环装入气缸套后,接口处要有一定的间隙,以便活塞和活塞环受热后有膨胀的余地。其接口处的间隙称为开口间隙。S195柴油机,活塞环的开口间隙:第一道气环为 $0.3 \sim 0.4\text{mm}$;第二、三道气环为 $0.25 \sim 0.35\text{mm}$;磨损极限

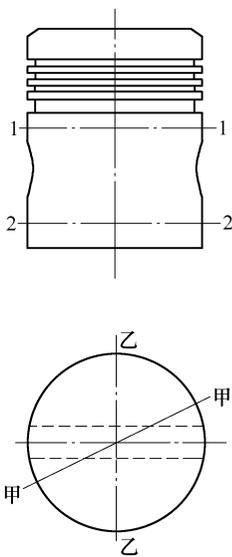


图8-2 活塞测量位置

为 2.00mm。

开口间隙过大或过小，对柴油机的性能有很大的影响。开口间隙过大，环的密封性差，造成漏气窜油，使压缩压力减弱；开口间隙过小，活塞环受热后使开口间隙消失，环的开口两端面互相顶撞，引发“拉缸”故障。严重时发生活塞环卡死、折断等现象。

开口间隙的检查：将活塞环放入气缸套内，用活塞把活塞环推到缸套磨损的最大位置，一般离气缸套上端 20~30mm 处。如果更换新气缸套，可在任何一个位置，并使活塞环平行于气缸套的上端面。然后用适当厚度的塞尺插入接口处的间隙，来回拉动稍有些阻力即可，塞尺的厚度就是活塞环的开口间隙。活塞环开口间隙的检查如图 8-3 所示。

开口间隙的修整：如果开口间隙过大，则不能使用；如果开口间隙过小，可用细平锉刀锉磨活塞环的端面，加以修整，增大间隙，如图 8-4 所示。锉磨时，要注意保持接口平直，锉磨后的端面必须平整，接合严密。否则，易产生拉缸或漏气。

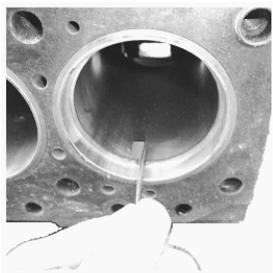


图 8-3 开口间隙的检查



图 8-4 用锉刀修整活塞环开口间隙的方法

2) 边间隙的检查与修整。活塞环装入环槽后，环和环槽之间要有一定的间隙，使活塞环能在环槽中自由活动，以防卡死。活塞环和环槽内的上、下间隙称为边间隙(或叫侧隙)。S195 柴油机，活塞环的边间隙：第一道气环为 0.05~0.095mm；第二、三道气环为 0.03~0.07mm；磨损极限是 0.18mm。

边间隙过大或过小，对柴油机的性能影响较大。若边间隙过大，活塞环对活塞环槽的冲击、撞击也随之增大，磨损的速度也加快，机油窜烧增加，燃烧室积炭严重。若边间隙过小，活塞环受热后会卡在环槽内，失去弹性，失去密封作用。

边间隙的检查：将活塞环放在环槽中用塞尺测量，测量方法如图 8-5 所示。也可将活塞环装入活塞环槽后，用手转动活塞环，活塞环能在环槽中整周滚动，没有卡滞现象，就可使用。若间隙过大，就不能使用；若间隙过小，要进行修整。其方法是：先在玻璃上固定 00 号细砂布，将要修整的活塞环平放在细砂布上；再用几个手指按住活塞环，并使几个手指压力均匀，以防活塞环研磨后厚薄不匀；然后，在砂布上以“8”字形不断推磨，使活塞环的厚度减少，如图 8-6 所示。研磨过程中，随时检查边



图 8-5 边间隙的测量方法

注意：活塞环只允许研磨一面，且把它装上活塞时，应把研磨一面朝下。

3) 背隙的检查。活塞环的径向厚度与环槽的深度之差，就是活塞环的背隙。如果活塞环在环槽中没有背隙，也会引起拉缸。将环压入环槽底部，环的外圆面应低于环槽的外圆

面，即活塞环一般应低于环槽岸边 $0 \sim 0.35\text{mm}$ ，否则不可装环入槽。如图 8-7 所示， X 值为活塞环的背隙。

背隙过大或过小，对柴油机的性能也有一定的影响。背隙过大时，极易漏气和漏油；背隙过小（环凸出环槽外）时，容易使活塞环与槽底发生碰撞、磨损，或造成活塞环卡死。为此，对活塞环背隙的检查也不能马虎。



图 8-6 间隙过小的修磨

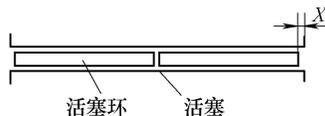


图 8-7 活塞环背隙的测量方法

4) 活塞环弹力的检查。活塞环的弹力是保证气缸密封性的主要条件之一。活塞环的弹力是建立背压的首要条件，也是保证气缸密封性的必要条件。弹力过大，磨损加快；弹力过小，气缸密封性下降。

方法一。有条件的，最好在弹力检查仪上进行测定。活塞环的开口处于水平位置，当压缩到标准开口间隙时，弹力应在规定值范围内。S195 柴油机，气环的弹力不低于 $30 \sim 50\text{N}$ ，油环的弹力不低于 $40 \sim 60\text{N}$ 。

方法二。如图 8-8 所示，将被测的活塞环和新活塞环直立在一起，环口向侧面且处于水平位置，用手从上面往下压。若被测活塞环的环口端面已闭合接触，而新活塞环口端面还有一段距离（或一定间隙），则说明被测的活塞环弹力已经减弱。两者开口间隙差别越大，说明被测的活塞环的弹力越弱。

5) 活塞环漏光度的检查。新活塞环与气缸壁在未磨合之前，环的外圆表面不可能与气缸壁完全贴合，不贴合处与缸壁形成间隙，此间隙可通过灯光进行检查，称为漏光度的检查。

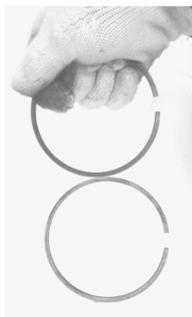


图 8-8 活塞环弹力的简易检查

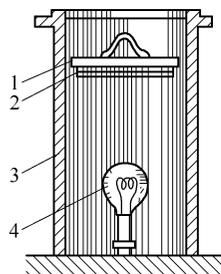


图 8-9 活塞环漏光度的检查方法

1—遮光板 2—活塞环 3—气缸套 4—灯泡

如图 8-9 所示，将被测的活塞环平放在标准的气缸套内，在缸套孔内底部装好带灯座和开关的灯头，把遮光板盖在活塞环上，接通电路，观察环与缸壁之间的漏光缝隙。一般柴油

机活塞环漏光度的要求：整个圆周上的漏光处不得超过两处；距离环的开口两侧 30° 范围内不允许有漏光；漏光处的光隙宽度不超过 0.03mm ，光隙弧长所对的圆心的角不得超过 30° 。当漏光间隙在 0.015mm 以下时，其弧度允许放宽到 120° 。

6) 活塞环端面翘曲度的检验。活塞环的端面与活塞环槽的上、下端面的贴合是环的第二密封面。若贴合不良，也会造成漏气。为此，有必要对活塞环端面的平面度进行检验。①采用简易方法检验：将活塞环自由平放在玻璃板上，观察其接触情况或平面漏光情况，决定能否使用。②精确的检验方法：制造两块精度很高的平板，两块平板安装应平行，空间距离为活塞环的厚度 $+0.05\text{mm}$ 。检验时，若活塞环能顺利地通过两块平行板的间距，说明活塞环端面平面度合适。

常见小型柴油机活塞环开口间隙、边间隙见表 8-1。

表 8-1 活塞环开口间隙、边间隙

机 型	名 称	开 口 间 隙		边 间 隙	
		标准值	极限值	标准值	极限值
165F	第一道环	0.15 ~ 0.30	2.5	0.045 ~ 0.075	0.25
	第二、三道环	0.15 ~ 0.30	2.5	0.03 ~ 0.062	0.25
	油环	0.15 ~ 0.30	2.5	0.05 ~ 0.07	0.25
170	第一道环	0.30 ~ 0.50	2.0	0.05 ~ 0.095	0.20
	第二、三道环	0.30 ~ 0.50	2.0	0.03 ~ 0.07	0.18
	油环	0.30 ~ 0.05	2.0	0.03 ~ 0.07	0.18
190	第二、三道环	0.25 ~ 0.50	3.0	0.05 ~ 0.092	0.20
	油环	0.25 ~ 0.40	3.0	0.05 ~ 0.092	0.20
S195	第一道环	0.30 ~ 0.50	2.0	0.05 ~ 0.095	0.18
	第二、三道环	0.25 ~ 0.45	2.0	0.03 ~ 0.07	0.18
	油环	0.25 ~ 0.40	2.0	0.03 ~ 0.07	0.18
2105	第一道环	0.50 ~ 0.60	4.0	0.04 ~ 0.08	0.20
	第二、三道环	0.50 ~ 0.60	4.0	0.04 ~ 0.08	0.20
	油环	0.60 ~ 0.75	4.0	0.02 ~ 0.08	0.20

4. 活塞销的检查、鉴定及处理

活塞销工作时，靠机油的飞溅进行润滑，润滑条件不是很好，经常受到冲击载荷。因此，活塞销在活塞销孔和连杆衬套配合处往往磨损形成台阶，使配合件间隙增大。活塞销、销孔和衬套配合间隙过大时，会产生敲击声，工作性能恶化，迫使连杆衬套、销孔磨损加快，严重时导致连杆弯曲。

(1) 活塞销的检查、鉴定

1) 用肉眼观察，若磨损严重，活塞销表面会形成环状台阶，再用手触摸其表面能感觉到有明显凸台。

2) 当从气缸上拆下活塞连杆组时，用手摆动连杆，若活塞销能在活塞销孔中转动或轴向移动，说明两者已经磨损，配合过松，必须修理才能使用。

3) 活塞销与连杆衬套的检查: 在连杆衬套内表面涂少许机油, 将活塞销插入连杆衬套后, 用虎头钳钳住活塞销的两端, 再用手轴向摆动连杆大头。若感觉到很松旷, 则说明两者配合间隙过大, 不能继续使用, 如图 8-10 所示。



图 8-10 活塞销与
连杆衬套的检查

4) 量具测量: 用外径千分尺测量活塞销的外径, 再用内径千分尺测量活塞销孔或连杆衬套的内径, 计算后确定其磨损量, 其方法与测量活塞与缸套的配合间隙基本相同。当两端磨损超过 0.02mm, 中间超过 0.12mm, 应换新件。圆度、圆柱度极限值为 0.02mm。

(2) 活塞销的处理

1) 以前农机配件短缺, 用镀铬法、扩张法、光磨法来修理活塞销, 使其恢复原来的配尺寸。有的还要加大活塞销, 按活塞销的尺寸来修理活塞销孔, 即用活动铰刀来铰修活塞销孔, 恢复它们的配合关系。

2) 目前, 市场上配件充足, 应有尽有, 当活塞销与连杆衬套、活塞销和销孔配合间隙超过极限, 或活塞销的径向磨损量大于 0.5mm 时, 都应予以报废处理, 更换新件。

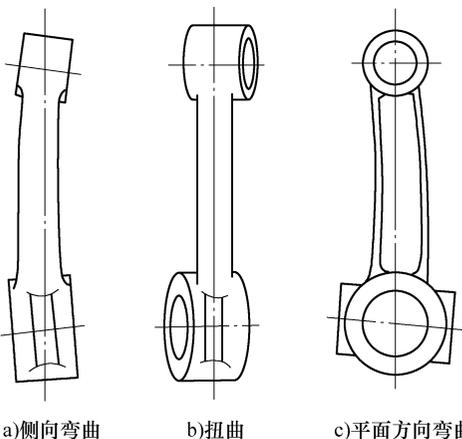
二、连杆组件的修理

连杆组件包括连杆、连杆衬套、连杆轴瓦及连杆螺钉等零件, 它是传递动力的机件。工作时, 连杆组件承受大小和方向周期变化的作用力, 使连杆处于复杂的交变应力状态。

1. 连杆的检查、鉴定及修理

(1) 连杆主要的缺陷及产生原因 连杆最易产生的主要缺陷是弯曲、扭曲、双重弯曲。有时也会遇到连杆大、小端孔磨损、螺栓孔磨损、连杆大端分解面损伤、连杆裂纹等。

1) 连杆变形。连杆产生弯曲、扭曲、双重弯曲的总称为连杆变形。双重弯曲就是连杆既有弯曲、又有扭曲两种变形。连杆变形的特征如图 8-11 所示。连杆变形的原因有以下几点:



a) 侧向弯曲 b) 扭曲 c) 平面方向弯曲

① 柴油机在工作中发生“捣缸”事故, 气门掉入气缸内, 引发零件撞击, 使连杆变形。

② 由于活塞和气缸配合间隙过小, 使活塞受热后卡死在缸套内, 将连杆拉伸或压弯。

③ 在修理时, 将连杆夹在台虎钳上, 多次扭紧或扭松连杆螺栓, 使连杆变形。

④ 制造质量差, 连杆杆身刚度不足, 造成连杆弯曲变形。

⑤ 装配不当, 使压缩系统零件配合间隙过大, 零件受冲击易产生疲劳弯曲; 使用调整不当, 如突然加大油门、供油时间不对等。

连杆发生弯曲和扭曲后, 会引起活塞和缸套不正常磨损, 如偏磨严重、缸套磨成腰鼓形或其他奇特形状等, 并加速缸套、连杆轴颈和轴瓦的磨损。

2) 连杆大、小端孔磨损。

① 由于连杆大端孔与轴瓦、连杆小端孔与衬套的配合紧度不够、配合松弛, 或者是因

图 8-11 连杆的变形特征

配合表面加工粗糙，引起衬套在座孔内窜动或转动而磨损；

② 连杆衬套与活塞销配合间隙过小，受热膨胀引起抓粘磨损，严重时两者粘结，使连杆衬套转动。

③ 润滑不良，发生烧瓦抱轴，迫使连杆轴承转动，轴承与孔内表面发生干摩擦。

连杆大、小端孔磨损，破坏配合关系，严重时发出敲击声。

3) 连杆大端分解面和连杆螺栓的机械损伤。大多数是由于多次拆装、装配不当引起的，如拧紧连杆螺栓时力矩过小；或者是因拧紧连杆螺栓时力矩过大，使连杆螺栓塑性变形，连杆螺栓被拉伸后反而紧度减弱，从而导致分解面磨损。连杆大端分解面磨损后，会影响连杆轴承的装配间隙。

(2) 连杆的检查、鉴定及修理

1) 连杆的检查与测量。

① 对连杆及螺栓进行外观检查，查看连杆及连杆盖接合平面是否有损伤；连杆螺栓螺纹是否完好，是否有拉长、脱扣、损伤及裂纹等缺陷，

② 检查连杆小端孔与连杆衬套外径是否磨损松动。检查方法是：当连杆小头的衬套销孔磨损超出规定极限，将衬套拆出时会感到很容易，或者将新的衬套插入连杆小端孔中时不费吹灰之力，而且新的衬套可以在连杆小端孔中转动，则说明连杆小端孔磨损，使孔径增大。也可先观察连杆小端孔是否有磨损痕迹，再用内径百分表检查大小端孔的圆柱度和圆度。S195 型柴油机，连杆小端孔标准尺寸为 $\phi(39 \pm 0.027)$ mm，圆柱度标准值为 0.015，圆度允许值为 0.03mm。

若小端孔磨损，有条件的话，可采用铰削或镗削加大孔径，配以相应尺寸的衬套；当没有条件时，只能将旧连杆报废处理，更换新的连杆。

若大端孔磨损，有条件的话，可在上下盖接合面铣削一层薄薄金属，从而缩小内径，再经过镗削恢复标准尺寸。当没有条件时，只能将旧连杆报废处理，更换新的连杆。

③ 检查连杆是否有弯曲和扭曲变形。连杆弯曲，一般产生在大、小端中心线所形成的平面内。若有弯曲，连杆大、小端孔中心线即不平行；若有扭曲，则使连杆大、小端孔中心线不处在一个平面内。在连杆检验器上检查连杆的弯曲和扭曲，就是用这个原理。在连杆检验器上检验其弯曲度和扭曲度，如图 8-12、图 8-13 所示，其弯曲度和扭曲度不能大于 0.05mm，否则应进行校正。

④ 用连杆检验器检查连杆是否变形的的方法。

a. 检验所用的器具：一块平板，一对 V 形块，一个百分表及支架，装入连杆大、小端孔的精制圆轴各一根（称为检验销）。

b. 测量方法：按记号将连杆盖装入连杆大端，并按规定力矩将连杆螺栓拧紧；分别将检验销插入连杆大、小端孔，并使检验销伸出两端孔的长度基本相等。

c. 将连杆固定在两块 V 形块上，用百分表测量连杆小端检验销两端的高度，如图 8-12 所示。若连杆有弯曲变形，则

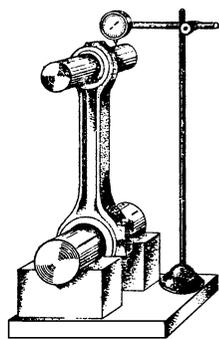


图 8-12 连杆弯曲检验

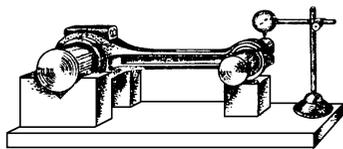


图 8-13 连杆扭曲检验

两端有明显的高度差。

d. 检验连杆扭曲时将连杆横放在 V 形块上, 用百分表测量连杆小端检验销两端的高度。若连杆小端有明显的高度差, 则说明连杆扭曲变形。测量方法如图 8-13 所示。

e. 用连杆检查仪检验连杆是否有双重弯曲, 测量方法如图 8-14 所示。

⑤ 将连杆放在玻璃板上用塞尺检查。装好连杆盖, 并按规定要求拧紧连杆螺栓。将连杆平放在玻璃板上, 压住连杆大端, 用塞尺测量连杆小端侧面至玻璃板的距离, 记下所测得的数据 X ; 把连杆翻面平放在玻璃板上, 用相同的方法测得另一个数据 Y 。当 X 与 Y 的差小于 0.03mm 时, 则说明连杆的弯曲量在公差范围, 不必要校正; 当 X 与 Y 的差, 大于 0.03mm 而小于 0.06mm 时, 则说明连杆已有微量变形, 但影响不大可继续使用; 当 X 与 Y 的差超过 0.1mm 时, 则说明连杆弯曲量较大, 需要校正才能使用。

2) 连杆弯曲、扭曲的校正。连杆弯曲、扭曲的校正, 一般利用检验器的附属工具(也称为连杆校正器)来校正连杆, 如图 8-15 所示。连杆校正器分为扭曲校正器和弯曲校正器。校正时, 以螺旋杠杆在弯曲、扭曲变形的反方向施加压力。

若手上没有检验器校正工具, 其弯曲度可用压床来校直, 其扭曲度可将连杆夹在台虎钳上来校正。若连杆存在双重弯曲, 校正的原则是: 先校正扭曲变形, 后校直弯曲变形。

① 用台虎钳校正连杆扭曲变形的的方法。

- a. 先将连杆上的衬套和轴瓦拆掉, 再把连杆盖装回原位, 并按标准力矩拧紧连杆螺栓。
- b. 将台虎钳口打开, 用两块软金属片垫在台虎钳口两侧, 把连杆大头置于软金属的中间, 以避免连杆大头端面的损伤。然后, 旋紧台虎钳夹住连杆大头。
- c. 再用铁棒穿入连杆小头孔中, 然后使劲扭转铁棒进行校正, 如图 8-16 所示。扭转铁棒时, 用力应适当, 反复校正, 反复检查, 合格为止。

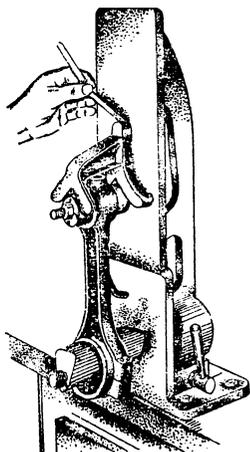


图 8-14 用连杆检查仪检查连杆

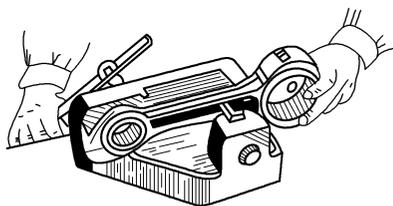


图 8-15 用连杆校正器校正连杆的弯曲

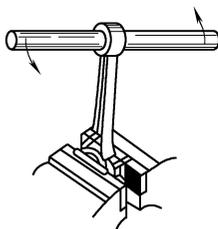


图 8-16 用加力杆校正连杆的扭曲

② 用台虎钳校正连杆弯曲变形的的方法。

- a. 先将台虎钳口张开, 再把连杆杆身横放在虎钳口内。
- b. 用三根旧的活塞销, 一根垫在连杆弯曲的背面, 另两根分别放在连杆翘曲的两端, 拧紧台虎钳, 使钳口夹住三根旧的活塞销和连杆。校正方法如图 8-17 所示。
- c. 用力逐渐旋紧台虎钳, 使钳口对连杆施加压力, 直至校正。校正后, 应再次检验, 反复几次, 直至合格后再装配使用。

连杆校正后，在杆身中存在残留应力，因此必须将连杆加热至 $400 \sim 500^{\circ}\text{C}$ ，保温 $0.5 \sim 1\text{h}$ ，以消除残留应力，防止在工作中恢复弯曲状态。

对于已弯曲、扭曲的连杆，无条件校正的，只能将旧连杆报废处理，更换新的连杆。还有双重弯曲的校正比较困难，当双重弯曲超过规定值时，应予更换新件。

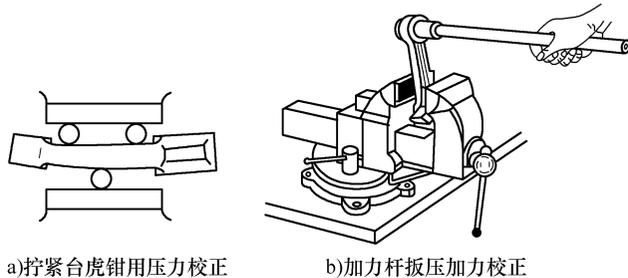


图 8-17 在台虎钳上校正连杆的弯曲

2. 连杆衬套的检查及修理

(1) 连杆衬套磨损的原因及检查

1) 连杆衬套磨损特点：连杆衬套工作表面是沿上下受力方向(垂直活塞销轴线方向)磨损较大，常磨成环状条沟。

2) 连杆衬套磨损的原因：①工作时衬套与活塞销发生撞击而磨损；②装配不当，使衬套与活塞销间隙过大，导致连杆衬套过早磨损；③受高温影响，出现润滑不良；④制造材料不好，使连杆衬套过早损坏。

连杆衬套磨损、间隙增大后，使柴油机产生“敲缸”，加速曲轴与轴承的磨损。

(2) 连杆衬套的修理

1) 以前对连杆衬套的修理，多采用扩孔(铰削或镗削)配加大活塞销的方法；连杆衬套一般用铝青铜或锡青铜制成。一般当磨损量在 0.15mm 内时，可采用加压方法来修复。即利用金属的可塑性，用三种不同形状的模具，在压力机上对连杆衬套进行加压，缩小一些高度来补偿其内径的磨损。

2) 目前市场上配件充足，上述的修理方法已不采用。若连杆衬套磨损超限或损坏，大多数都采用更换新件、重新安装的修理方法。

(3) 连杆衬套的更换与铰削修配方法

1) 连杆衬套的更换。仍以 S195 型柴油机为例，更换衬套时须将连杆水平垫稳(连杆衬套底下留空)，用专用冲头或用旧排气门当冲头，将排气门头部对准连杆衬套端面，用锤子敲击排气门尾部，使排气门头部冲击衬套，旧衬套就会被压出。

用抹布擦净连杆小端孔以及待装的新衬套，用少许机油涂在连杆小端孔内表面，将连杆衬套插入或对准连杆小端孔，再用木块和锤子将衬套轻轻打进连杆小端孔内 $1/5 \sim 1/4$ ，然后放在台虎钳上用台虎钳压住连杆衬套端面，拧紧台虎钳螺杆对衬套端面缓缓加力，逐步把衬套全部压入孔中。压入时，应注意使连杆衬套的油孔对准连杆小端的油孔，衬套端面应与连杆小端面齐平。

2) 连杆衬套的铰削方法。当连杆衬套与活塞销配合过盈量大于要求时，可用手工铰削修理。可将连杆水平夹在台虎钳上(小端靠近钳口)，选用直径合适的铰刀，并用活扳手旋

进或旋出调整螺母，调整铰刀使其刚好放进衬套内孔，再将调整螺母向增大方向旋进 $1/5 \sim 1/4$ 圈，使第一刀稍有吃刀量即可。然后顺时针转动铰刀铰削衬套，直至铰刀全部通过衬套，逆时针转动铰刀使铰刀退出衬套。用活塞销插入衬套试配，难以推进衬套内孔时，再将调整螺母向增大方向旋进 $1/5 \sim 1/4$ 圈，进行第二次铰削，如图 8-18 所示。

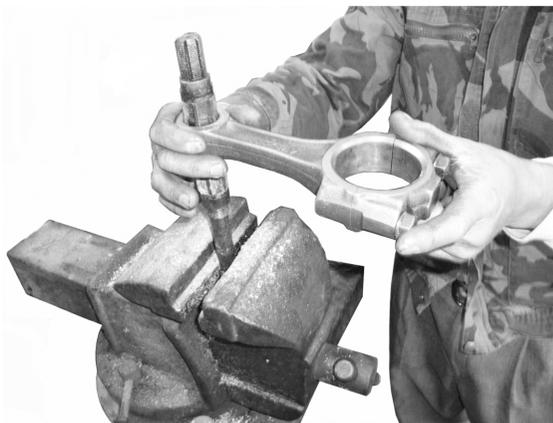


图 8-18 连杆衬套的铰削方法

在铰削过程中，每铰完一次，都要用活塞销试配，以防把孔铰大。当铰削到用手掌的力量能将活塞销推入衬套 $1/3 \sim 1/2$ 时，应停止铰削。此时，将活塞销压入衬套孔，用台虎钳夹住活塞销两端面，左右往复摆动连杆大端，使活塞销与衬套产生摩擦印痕，拆卸、检查衬套与销的接触情况，接触面积达到 75% 以上为合格。

也可将可调铰刀的吃刀量调整好，把铰刀杆端方头夹紧在台虎钳上保持垂直，再将连杆小端孔套入铰刀，然后，一手托住连杆大头均匀用力扳转，一手把住连杆小头向下略使压力进行铰削。每铰削一次，都应使铰刀走到底，且保持连杆与铰刀的交角为 90° ，以防止把孔铰成锥度或把孔铰偏。

也可将可调铰刀的吃刀量调整好，把铰刀杆端方头夹紧在台虎钳上保持垂直，再将连杆小端孔套入铰刀，然后，一手托住连杆大头均匀用力扳转，一手把住连杆小头向下略使压力进行铰削。每铰削一次，都应使铰刀走到底，且保持连杆与铰刀的交角为 90° ，以防止把孔铰成锥度或把孔铰偏。

3. 连杆螺栓常见的缺陷与检查

(1) 连杆螺栓常见的缺陷 连杆螺栓是曲柄连杆机构的重要件，若连杆螺栓折断或松脱，其后果不堪设想。

连杆螺栓常见的缺陷有：拉伸变形、螺纹损伤、滑扣及裂纹等。

1) 连杆螺栓拉伸变形、滑扣，主要原因是拧紧力矩过大，超过材料强度，使螺栓被拉长或滑扣。

2) 连杆螺栓螺纹损伤，一般是由于扭力过小，致使轴瓦松弛，工作时产生冲击和振动，造成连杆螺栓螺纹受损。

3) 连杆螺栓断裂的原因分析。

① 连杆螺栓材质不好，抗拉强度不够，加工较粗糙，承受不到标准扭力而变形或产生裂纹，在冲击载荷作用下断裂。

② 由于维护人员手上没有扭力扳手，而采用普通扳手再套入镀锌水管，加长力臂，加大力矩。这样，连杆螺栓拧紧力矩过大，导致连杆螺栓过度伸长，超过了材料的弹性极限，在冲击载荷作用下，使螺栓材料从塑性拉伸变形扩展到屈服变形，从而使连杆螺栓发生断裂。

③ 拧紧连杆螺栓时，使用普通扳手，不加长杠杆扭紧，往往使连杆螺栓预紧力不够，连杆剖分面贴合不严而开缝。在运转中，引起连杆大端和盖之间松脱，螺栓承受强烈的冲击而拉断。

④ 连杆螺栓由于受到往复应力的作用，已在表面产生了裂纹，而在维修安装时，又未能查出及时更换，在冲击力作用下，螺栓产生应力集中而折断。

⑤ 连杆螺栓使用时间过久，产生严重磨损，螺母与螺栓之间接触不严、松动，或螺栓与其安装螺孔配合间隙过大等，在冲击载荷作用下折断。

⑥ 上紧连杆螺栓时，不是按标准力矩交替分两三次均匀拧紧，而是采用一步到位，使加在连杆螺栓上的力矩有的过大，有的过小，造成两只螺栓松紧不一致，力矩不均匀而折断。

⑦ 连杆螺母锁片漏装，或锁片已损坏又未及时更换；连杆螺栓紧固后，未穿保险铁线，或未按规定穿成“8”字形，起不到防松保险作用。运转时使连杆螺栓松动而折断。

⑧ 连杆轴颈与轴承配合间隙过大，冲击力增大；因发生“拉缸”“烧瓦”“飞车”等故障，导致连杆螺栓断裂。

(2) 连杆螺栓的检查与处理

1) 外观检查：借助放大镜，查看连杆螺栓或螺孔是否有拉伸变形、螺纹损伤、滑扣及裂纹等缺陷。若有上述缺陷之一，应予报废处理。

2) 有裂纹难以看清时，可将连杆螺栓放入煤油中浸约 0.5h，取出并擦净，在检查的部位涂上一层白粉笔灰。待干后，若检查处的白粉笔灰有变黑的痕迹，则说明该螺栓产生裂纹。

3) 用游标卡尺或千分尺，分别测量旧连杆螺栓的实际长度和新连杆螺栓的长度，两者进行比较。若旧连杆螺栓比新连杆螺栓稍长，说明旧连杆螺栓已经拉伸，则不能使用。

三、曲轴组件的修理

曲轴组件主要有曲轴、主轴承、飞轮和飞轮齿圈(电起动用)等零件。曲轴形状复杂、精度要求高，是柴油机上的一个重要零件。

1. 曲轴常见的缺陷及产生原因

(1) 曲轴轴颈磨损的特征 磨损正常的轴颈，除了因磨损外径缩小外，由于轴颈承受负荷的大小、方向的不均匀性，沿曲柄方向(特别是主轴颈和连杆轴颈的相对面)的磨损偏大，产生轴颈圆度偏差；在机油有杂质或轴承轴颈局部磨损时，轴颈可能形成圆柱度偏差。多缸柴油机曲轴轴颈磨损如图 8-19 所示，图中粗线表示最大的磨损位置。

(2) 曲轴常见的缺陷及产生原因 在使用中，曲轴承受着很大的气体压力、惯性力的冲击和离心力的作用，除了有上述磨损特征之外，还会出现不正常损伤，轴颈表面产生划痕、拉伤、烧伤、裂纹以及曲轴发生变形、断裂等故障或事故。

1) 曲轴轴颈磨损。曲轴轴颈磨损、轴颈尺寸变小、形成锥度和椭圆，这是由于曲轴在工作中高速旋转，轴颈和轴承不断地摩擦而自然磨损，加上各种力的作用和各种磨料的影响，使轴颈磨损不均匀。还有保养不当、润滑不良；装配不当，使活塞连杆组偏斜等，使轴颈磨损成锥度和椭圆。

曲轴轴颈磨损后，使轴颈与轴承间隙增大，机油泄漏增加，机油压力下降，润滑油膜被破坏，引起轴颈与轴承润滑不良，加剧曲轴轴颈磨损。

2) 曲轴轴颈表面有烧伤、拉伤、划痕等缺陷，这是由于机油不净、含有硬粒杂质，或因润滑不良造成“烧瓦”故障，使曲轴轴颈表面被划痕、拉伤、烧伤。烧伤严重时，使曲轴轴颈表面变色发蓝，致使轴颈表层硬度降低。S195 型柴油机曲轴轴颈磨损如图 8-20 所示，与其配合的连杆轴瓦磨损情况如图 8-21、图 8-22 所示。

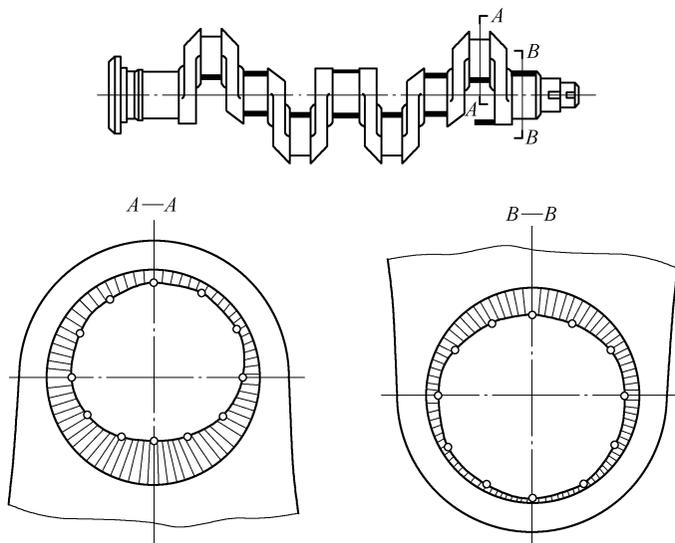


图 8-19 曲轴轴颈磨损特征

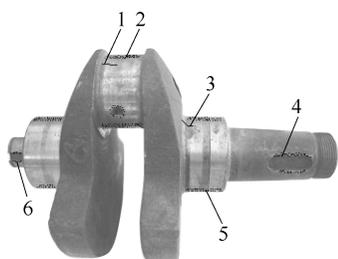


图 8-20 S195 型柴油机曲轴常见的缺陷

1—轴颈表面产生裂纹 2—连杆轴颈磨损 3—圆角处产生裂纹
4—飞轮键槽变大或崩裂 5—主轴颈磨损 6—齿轮键槽损坏

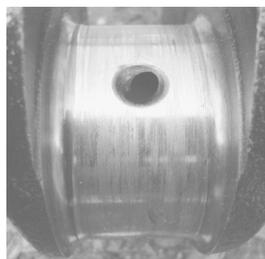


图 8-21 曲轴连杆轴颈磨损严重情况

3) 表面产生裂纹和键槽崩裂。裂纹一般发生在曲柄与轴颈过渡圆角处和油孔处。产生裂纹的主要原因是：轴承装配间隙过大，曲轴旋转时发生抖动；柴油机出现严重“敲缸”，使曲轴遭受振动和撞击。键槽崩裂的主要原因是：安装飞轮时，漏装锁片或大螺母拧得不够紧，引起飞轮松动；键或槽磨损、变形后不及时修理，安装后使飞轮、键、曲轴三者配合松弛；曲轴锥面与飞轮锥孔接触不良等，都会造成飞轮键槽崩裂(也叫滚键)。

4) 曲轴的弯曲、扭曲、折断。曲轴产生弯曲、扭曲、折断的主要原因是违反驾驶操作规程和发生事故性机械故障引起的。①重载荷时，起步过猛。②柴油机工作粗暴，使曲轴受到骤然的冲击性负荷。③超速运转或飞车时，为了使柴油机紧急熄火，采取过分猛烈的制动措施。④柴油机因缺机油或轴瓦间隙过小而发生烧瓦抱轴事故，使曲轴受到很大的转矩。曲轴产生弯曲、扭曲之后，将加速配合件的磨损，严重时会使曲轴折断。⑤由于制造、机加工、装配等原因，也会导致曲轴产生弯曲、扭曲、折断。

图 8-22 曲轴
连杆轴瓦磨损情况

5) 键槽磨损或损坏。单缸柴油机, 由于安装不当, 如飞轮螺母拧紧力矩不足; 飞轮内孔和曲轴锥面以及平键、键槽清理不干净; 多次拆装等原因, 导致飞轮和曲轴联接松动, 致使键槽磨损或损坏。

6) 曲轴锥面磨损形成沟槽。曲轴锥面与曲轴油封唇口配合处磨损, 主要的原因是: 曲轴油封质量差, 油封橡胶变质硬化; 油封里的自紧弹簧紧度过大; 曲轴锥面粗糙度低或轴颈表面硬度低; 油封安装不当, 擅自收紧油封内弹簧, 曲轴锥面与曲轴油封唇口压力增大。

7) 曲轴尾端的螺纹损伤。

2. 曲轴的检查、鉴定及修理

(1) 曲轴的检查、鉴定

1) 外观检查: 用肉眼或加上放大镜, 检查曲轴表面是否存在划痕、拉伤、烧伤、裂纹, 或磨损形成台阶、环状等缺陷。如“烧瓦”严重, 其轴颈表面呈发蓝的氧化颜色, 同时轴颈抓粘有轴承合金。

2) 轴颈与轴瓦配合间隙的检查。

方法一: 用一段直径是轴承配合间隙 1.5 ~ 2.0 倍的熔丝, 把它弯曲成字母“S”的形状, 然后, 沿径向放入连杆轴颈和轴承之间, 按规定力矩拧紧连杆螺栓。拆下连杆盖, 取出被压扁的熔丝, 用游标卡尺测量其厚度, 游标卡尺上的读数就是连杆轴颈与轴承的配合间隙。

方法二: 用塞尺分别从轴承的两端插入, 插入的深度不得小于 20mm。由于塞尺是扁平的, 而轴承的配合间隙呈圆环形, 塞尺插入后不可能与轴瓦表面完全贴合, 故轴承的实际配合间隙大于用塞尺测量的间隙。根据实际经验, 测量的厚度尺寸再加上 0.03 ~ 0.04mm, 才是轴颈与轴瓦的配合间隙。

3) 用外径千分尺测量曲轴轴颈的圆度和圆柱度。其方法是: 在轴颈上均匀选取两个位置, 测量其直径, 每个位置测量两个垂直的方向, 如图 8-23、图 8-24 所示。在两个位置相互垂直的两个方向尺寸之差的平均值, 即为圆度的偏差值; 在两个位置同一方向尺寸之差的平均值, 即为圆柱度的偏差值。



a) 测量曲轴主轴颈



b) 测量曲轴连杆轴颈

图 8-23 用外径千分尺测量曲轴轴颈的方法

4) 裂纹的检查: 先将欲检部位擦拭干净后涂上煤油, 使煤油渗入裂纹后再擦干表面, 然后涂上滑石粉浆液, 待干后用小锤轻击曲轴, 由于振动使裂纹内部煤油挤出, 在其表面的滑石粉上显示出裂纹部位。

5) 如果是多缸柴油机(以四缸柴油机为例), 还要对曲轴的弯曲和扭曲进行检查。

① 弯曲的检查。将曲轴支承放在两端顶尖平台上, 或将曲轴两端轴颈分别放在 V 形铁

上,将百分表测头抵触在中间的主轴颈上,并使指针针对正表头的“0”刻线,然后慢慢转动曲轴一圈,百分表指针摆动量数值的二分之一减去轴颈的圆度值后的数值,即为曲轴的弯曲度值。

② 扭曲的检查。上述检查弯曲以后,接下来进行扭曲的检查。保持曲轴中心线与平台平行,将连杆轴颈转到水平位置,用百分表测量同一水平面内第一、第四两连杆轴颈的高度差,即为曲轴的扭曲度。

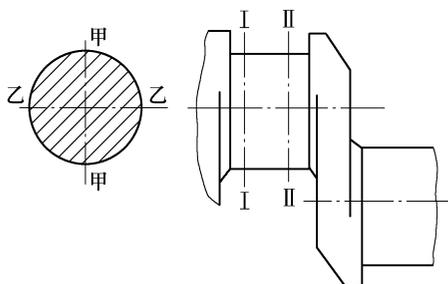


图 8-24 曲轴轴颈测量位置

(2) 曲轴的修理方法

1) 轴颈表面拉伤、刮伤或粘附有合金,可用细砂布磨光使用;对于曲轴轴颈局部轻微磨损的情况,可采用手工锉修和光整修磨。

2) 轴颈与轴瓦的配合间隙过大,但曲轴轴颈的磨损,其圆度和圆柱度仍在许可磨损范围内,可更换新轴瓦能满足技术要求的,则可继续使用。

3) 轴颈表面有轴向较浅的划痕,或轴颈的圆度和圆柱度超过磨损极限值,可用曲轴磨床来光磨轴颈,消除轴颈的椭圆和锥度,即将曲轴“磨圆为止”,并加大相应尺寸轴瓦,即选配修理尺寸轴瓦继续使用。

曲轴轴颈的磨削是按修理尺寸进行的,每级尺寸差为 $0.125 \sim 0.25\text{mm}$,轴颈直径最大减小量一般不得超过原轴颈标准直径的 3% 。曲轴轴颈的磨削一般在曲轴磨床进行,并需要高级技工人员精心操作。

4) 曲轴上有横向裂纹,易引起曲轴发生断裂,应将该曲轴报废处理。

5) 曲轴弯曲的校正。当曲轴直线度小于 0.2mm 时,可通过轴颈的磨修将轴磨直;如果弯曲度超过 0.2mm 时,则必须先校直再磨削,否则,将增大磨削量,影响到曲轴的强度。用冷校法校正曲轴弯曲的工艺如下:

① 正确选择支承点和压力点。一般以曲轴两端主轴颈作支承,中间主轴颈作压力点。

② 将曲轴置于 20t 左右的液压机下,用衬有铜垫的特制V形架支承曲轴两端主轴颈。

③ 为了不压伤轴颈表面,在中间主轴颈上垫以铜垫。朝着曲轴弯曲的反方向对中间主轴颈加压,使其产生微量的塑性残余变形,而使曲轴得到校直。

④ 校直时液压机的加压力,应使曲轴朝着弯曲的反方向弯下其直线度的 $10 \sim 15$ 倍,且在加压适度后停留 $1 \sim 2\text{min}$ 。在加压轴颈的下方,放一个百分表,以测量加压时的变形量。

注意:当曲轴的弯曲量较大时,校直必须分多次进行,以免一次加压变形量过大而使曲轴断裂。球墨铸铁比中碳钢曲轴韧性差,加压时其变形量不宜太大。

6) 曲轴扭曲的校正。曲轴扭曲变形的校正较为困难,一般不予校正。扭曲度在 0.5mm 以内,可通过磨轴予以减小或消除;扭曲度过大,则以报废处理。

(3) 键槽的修理 键槽磨损或损坏后,可扩铣键槽,并配以相应尺寸的新键。如S195型、S1100型柴油机,曲轴飞轮键槽的磨损、损坏过大时,可在间隔 180° 或 90° 处重开键槽(飞轮也在相对应处重开键槽,以保持原装配位置,同时修改飞轮轮缘刻度,重新打上正确的记号),并更换新的键。

(4) 曲轴锥面磨损成“V”形沟槽的维修 当曲轴的轴颈磨损成“V”形沟槽,使更换

的新油封唇口与轴颈接触压力下降，不能封油时，可选用 AR—5 双组分胶粘剂来粘补修复，既简便可靠，又耐磨。也可采用油封移位的方法来弥补，其方法是：一般橡胶油封，可加垫片将油封向前或向后移位，错开轴颈上的磨损沟槽。而限位骨架式油封可将骨架前端壳体车削，磨掉 1.5 ~ 2mm，再加垫移位。若油封外圆与轴承座孔配合松动时，可用尺寸恢复胶修复。

3. 滑动轴承的检查、鉴定及修理

(1) 轴瓦常见缺陷及产生原因 滑动轴承分有主轴承和连杆轴承，它们分别安装在主轴承座孔和连杆大端孔上，与曲轴上的主轴颈和连杆轴颈两个部位配合。因滑动轴承大多是由上、下两片组合而成的，它好像瓦片一样，所以称为轴瓦。轴瓦常见的缺陷有磨损、拉伤、烧伤、烧熔及剥落等。

1) 轴瓦磨损。由于自然磨损的原因，使轴承磨损而孔径增大，轴瓦磨损的部位与曲轴轴颈相对应，磨损的形状与曲轴轴颈相似，产生椭圆与锥度，导致轴瓦与轴颈配合间隙增大。磨损严重时，使两者的配合间隙超过磨损极限。若不及时修理，其造成的后果与曲轴轴颈严重磨损的危害相同。轴瓦磨损如图 8-22 所示。

2) 轴瓦工作表面被拉伤、划伤或产生麻点。主要的原因是机油中含有许多杂质、合金粉末、铁屑，不断地循环进入轴瓦表面成为磨料，使轴瓦被划伤、拉伤，严重时使轴瓦合金表层起环状沟痕，如图 8-25 所示。

3) 轴承被烧伤，也叫“烧瓦”。一般是机油压力过小，使机油供应不足，或者是轴颈和轴瓦装配间隙过小，使润滑油膜难以形成，引发轴颈和轴瓦干摩擦，致使轴承发热而烧瓦。严重时轴瓦熔化导致烧瓦抱轴。

4) 轴承合金剥落。多数因铸造浇铸质量不高，引起裂纹的产生，进而发生合金剥落；还有疲劳产生裂纹，导致合金层成块状剥落。

(2) 滑动轴承的检查、鉴定

1) 外观检查。用肉眼观察轴瓦工作表面是否有麻点、拉伤、烧伤、烧熔及剥落等缺陷。若轴瓦与轴颈间隙在允许范围内，即使表面有小量浅的环状沟痕，对其承载能力影响不大，则可继续使用。对于有小麻点、或有小于米粒的块状剥落，但不再扩展，则可继续使用。对于产生“烧瓦”故障的机件，或因磨损使配合间隙超过极限的，应更换新的轴瓦，修磨曲轴。

2) 轴瓦磨损间隙增大，可用量具进行测量，也可用经验检查。

① 测量轴瓦的磨损量。其方法是：用带圆球量头的外径千分尺测量轴瓦的厚度，如图 8-26 所示。将旧轴瓦的厚度与新轴瓦的厚度进行比较，便知道旧轴瓦的磨损量。

② 测量轴承内径：按技术要求将轴承装入轴承座孔，用规定力矩拧紧轴承盖螺栓，然后，用外径千分尺在外面校对内径量表的

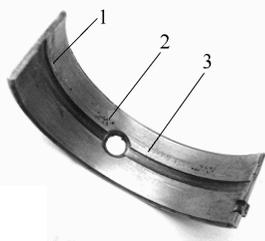


图 8-25 轴瓦的缺陷
1—损伤 2—麻点 3—划痕

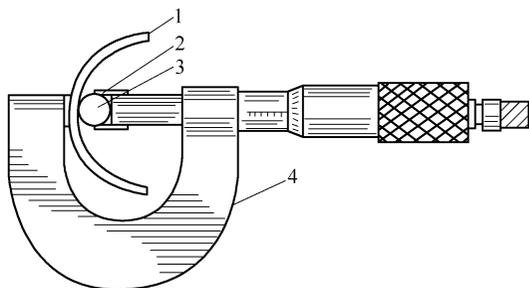


图 8-26 轴瓦厚度的测量
1—轴瓦 2—套筒 3—钢球 4—千分尺

基准尺寸,测量点应避免减薄区。其测量方法与测量缸套内径相似,此处不再复述。轴承内径和对应轴颈外径尺寸之差值就是配合间隙。轴瓦测量位置如图 8-27 所示。

③ 用经验检查连杆轴瓦与轴颈的磨损程度。单缸柴油机,将飞轮平放在干净的地面上,把平键装入曲轴键槽后,再将曲轴轴颈装入飞轮孔中,使曲轴有齿轮的一端朝上;将连杆轴颈擦拭干净,按规定要求装好连杆后,用手甩动连杆小头,连杆应能绕连杆轴颈自如旋转;再用手上下摆动连杆小头没有松旷的感觉,说明连杆轴瓦与轴颈的磨损较小,还能继续使用;若摆动连杆小头感到很松动,说明两者配合间隙过大,则须修理或更换。

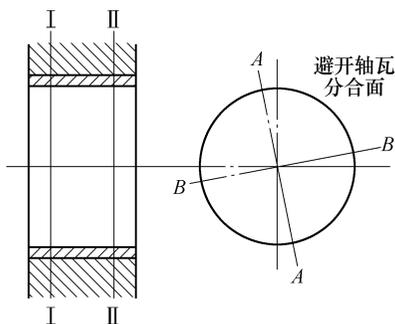


图 8-27 轴瓦测量位置

④ 对于单缸柴油机来说,检查主轴瓦间隙时,先分别将左、右主轴瓦压入机体座孔和主轴承盖座孔内;再按安装技术要求,装好曲轴及主轴承盖(要有合适的轴向间隙),用手转动曲柄,若能顺利地转动一圈,并上下、左右扳动曲轴,感觉无明显松旷,则说明主轴颈与主轴承的配合间隙尚好,可以使用。

3) 也可用不拆卸的方法,来检查曲轴主轴颈与主轴承的配合间隙和松旷程度。其方法是:站稳后,两手向下伸直并联合起来托住飞轮下面弧缘,用力上、下端动飞轮。如端不动,说明主轴颈与主轴承配合间隙基本正常,可以继续使用;如果能端动飞轮,而且发出“扑、扑”的响声,说明主轴颈与主轴磨损较多,使配合间隙增大,从而产生松旷。这时,应拆下进行修理或更换,恢复其正常的配合间隙。

4. 滑动轴承的刮配

目前,农村中的农机维修网点,常按曲轴轴颈的实际尺寸,用手工刮配轴瓦。

(1) 连杆轴瓦的选配与刮削

1) 连杆轴瓦的选配。选择适合连杆轴颈的同一组轴瓦,如曲轴轴颈经过磨削,其直径由原来的标准尺寸减少了 $25\mu\text{m}$,那么选择连杆轴瓦加大(实际就是加厚)的尺寸应为 $25\mu\text{m}$ 。再将轴瓦压入连杆盖,按规定力矩拧紧连杆螺栓后松开,用适合厚度的塞尺插入瓦盖接合面之间的间隙,如图 8-28、图 8-29 所示。轴瓦端面应高出连杆盖分解面 $0.02 \sim 0.06\text{mm}$,说明配合紧度符合要求。过高时可将轴瓦无定位唇的一端均匀地锉去少许,过低时应重新更换轴瓦。



图 8-28 测量轴瓦端面的凸出量

2) 连杆轴瓦的刮配。

① 将曲轴放在专用的曲轴架上,或将飞轮平放在木板上,装入平键,再将曲轴插入飞轮孔中,使曲轴直立;多缸柴油机,应用飞轮螺栓将曲轴后端固定在飞轮上,再把曲轴竖起。

② 连杆轴瓦的刮配是单独进行的。将连杆和轴瓦按正确的位置和方向装在曲轴连杆轴颈上,拧入连杆螺栓至转动连杆稍有阻力时即可,然后扳动连杆大端使轴瓦在轴颈上转动几圈,松开连杆螺栓,取下轴瓦。

③ 检查轴瓦表面的接触痕迹,用三角刮刀将痕迹的突出部分刮去。因最初的接触印痕一般在轴瓦的分界面附近,所以,先从分解面的两端刮起。经几次刮削,接触印痕向轴瓦中

间扩展，故再刮轴瓦表面的中间部分。轴瓦的刮削方法如图 8-30 所示。

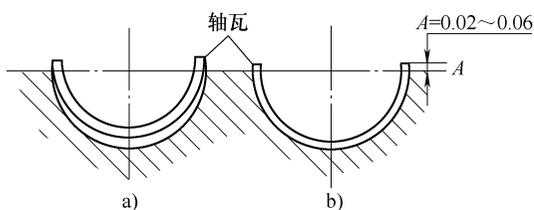


图 8-29 轴瓦端面应高出连杆盖分解面



图 8-30 轴瓦的刮削方法

不用红丹油在轴颈表面涂抹时，观察轴瓦表面的接触痕迹的方法：不接触的轴瓦表面其颜色不变，是灰色的，而接触摩擦后的轴瓦表面是暗灰色的，且有点光滑。

④ 重复上述步骤若干次，直到连杆螺栓按规定的力矩拧紧后，接触痕迹能均匀分布在轴瓦的曲面上，轴瓦与连杆轴颈的贴合面积达到 75% 以上为止。同时检查配合间隙是否符合要求，轴瓦刮配即完成。

检查连杆轴瓦与轴颈的配合间隙，应将轴瓦与轴颈擦净，按规定的力矩拧紧连杆螺栓，将连杆扳至斜上方能自由落下为合适。

(2) 主轴承的选配与刮削

1) 与连杆轴瓦一样，根据曲轴主轴颈尺寸，选用相同修理尺寸的主轴承。主轴承和主轴颈的刮配方法，与连杆轴瓦的刮配方法基本相同。不过几道主轴承应同时进行刮配，以保证各道轴承的同轴度。

2) 安装主轴承前，先将轴承与轴颈试配，必要时加以刮削。待间隙合适后，将主轴承装入机体主轴承座孔或主轴承盖座孔中。

3) 将曲轴装入机体的主轴承中，垫上适当厚度的垫片后将主轴承盖装入机体，并用螺栓拧紧主轴承盖，用手扭曲曲轴看是否转动灵活。若用手转不动曲轴，可将飞轮装入曲轴，再用手扳转飞轮，使主轴颈和主轴承转动几圈，松开主轴承盖固定螺栓，卸下主轴承盖，取出曲轴。

4) 同理，检查主轴承表面的接触痕迹，用三角刮刀将痕迹的突出部分刮去。重复上述步骤若干次，直至间隙合适，接触面积达到 75% 以上，且每平方厘米内有 8~10 个均匀印痕，转动灵活不旷动为止。

(3) 多缸柴油机主轴瓦的刮配 多缸柴油机，刮配主轴瓦的顺序(四缸五道主轴瓦的刮配顺序是:3—1—5—4—2)，一般是先粗刮靠在机体上各道轴瓦的半个轴瓦，再粗刮靠在轴瓦盖上各道轴瓦的半个轴瓦。粗刮上面的半个轴瓦时，是依靠曲轴自重压在轴颈上来检查轴瓦的接触印痕；粗刮下面的半个轴瓦时，也是依靠轴瓦盖自重压在轴颈上来检查轴瓦的接触印痕。当上、下半个轴瓦接触印痕增到 60%~70% 后，可同时精研刮配整个轴瓦。

在旋入瓦盖螺栓时，应交叉均匀拧紧。拧紧一道转动曲轴数圈，然后松开该道的瓦盖螺栓。这样，按顺序 3—1—5—4—2，将各道轴都刮完后，取下轴瓦盖，拾下曲轴，对轴瓦表面的接触印痕进行刮削。经多次刮配，直到按规定顺序、标准力矩拧紧瓦盖螺栓，各道轴瓦接触面积达到要求即可。

所用的三角刮刀刃口应锋利。刮削时，落刀要轻，刮削量要少，只准单向刮削。否则，

用力过大会引起颤动，刮出的表面会产生棱边或皱纹。

各主要机型曲轴轴颈与轴瓦的配合关系见表 8-2。

表 8-2 主要机型曲轴轴颈与轴瓦的配合关系 (单位:mm)

机 型	主轴瓦与主轴颈		连杆轴瓦与连杆轴颈	
	标 准	极 限	标 准	极 限
165F			0.05 ~ 0.10	0.25
176	0.05 ~ 0.10	0.26	0.05 ~ 0.10	0.25
190			0.07 ~ 0.128	0.20
S195	0.08 ~ 0.12	0.25	0.06 ~ 0.105	0.25
2105			0.08 ~ 0.160	0.30

5. 滚动轴承的检查、鉴定及处理

(1) 滚动轴承常见的缺陷 小型单缸柴油机滚动主轴承，一般采用单列向心球轴承或向心圆柱滚子轴承。轴承常见的缺陷有：内外套圈的滚道和滚动体的磨损、剥落、麻点、烧伤、锈蚀和保持架变形、断裂以及内外套圈与轴颈及座孔配合表面磨损等。

(2) 滚动轴承的检查

1) 用肉眼检查：将轴承清洗干净后，查看轴承的内外圈或滚珠(或滚柱)有无裂痕；轴承的滚道上有无缺陷，轴承是否严重锈蚀，滚珠保持架是否变形扭歪等。

2) 轴承在曲轴上没有拆下来时，可用手转动外圈使它旋转，检查滚珠在轴承保持架里运转是否灵活、轻快，有无阻滞现象；是否发出很大的杂音和振动。正常的轴承转动时应灵活、平稳、无噪声，停止时逐渐减速，无卡滞现象。

3) 如果轴承已经拆下，可用左手抓住外圈使轴承垂立，用右手的食指和拇指捏住内圈，并使劲向前向后推动内圈。如图 8-31a 所示，若感到很松动，说明轴承磨损严重。

4) 用手的食指和拇指捏住内圈，并用另一只手甩动外圈使其旋转，如图 8-31b 所示。若轴承旋转发出很大的杂音和振动，停止时很突然，说明轴承磨损严重。

5) 用厚度为 0.03mm 左右的塞尺插入外圈与滚珠之间，检查内圈、滚珠和外圈之间的间隙是否正常；或者用适当粗细的熔丝插入滚道与滚珠之间，转动轴承使熔丝被碾扁，取出后用游标卡尺测量其厚度来判断轴承的间隙。

(3) 滚动轴承的鉴定及处理

1) 有下列情况之一，应更换新轴承：

- ① 轴承内外套圈滚道和滚动体磨损后松旷，使轴承的径向和轴向间隙过大。
- ② 保持架断裂，使滚珠失去定位。
- ③ 滚道和滚动体疲劳剥落，出现麻点凹坑。
- ④ 缺少润滑油，使滚道和滚动体烧伤后不能转动。
- ⑤ 内圈或外圈、滚珠(或滚柱)破裂。

2) 滚动轴承的修理。内外套圈与轴颈及座孔配合表面磨损、配合松动后，可用电镀或镶套修理恢复。

(4) 短圆柱滚子轴承(也称为径向滚子轴承)的检查 短圆柱滚子轴承有的外圈与圆锥滚子轴承一样是可分离的，它的外圈对内圈和滚动体没有轴向定位能力；也有的外圈是不能

分离的，并且对内圈和滚动体有轴向定位能力。圆柱滚子轴承的内外滚道与滚柱的径向配合间隙为 $0.005 \sim 0.01\text{mm}$ 。对使用过的圆柱滚子轴承进行检查时，内外圈滚道与滚柱的配合间隙应不超过 0.06mm 。若内外圈滚道有较深的磨损痕迹，转动时晃动感觉较大，就不能继续使用。



图 8-31 滚动轴承的检查

6. 飞轮的检查、鉴定及修理

(1) 飞轮常见的缺陷及产生原因 飞轮常见的缺陷有：裂纹、键槽损坏、齿圈轮齿磨损、齿圈崩齿等。

1) 裂纹。主要的原因是：拆装不当，乱敲猛打，导致飞轮产生裂纹；铸造质量差等。

2) 键槽损坏，原因详见上面所述。

3) 齿圈轮齿磨损。经常使用，自然磨损；起动时，起动机小齿轮与飞轮齿圈发生撞击；安装调整不当，起动时发生打齿。齿圈轮齿磨损如图 8-32 所示。

4) 齿圈个别轮齿断裂。起动时，操作不当，出现严重打齿；齿圈材料质量不合格，加上热处理不好等。

(2) 飞轮的检查、鉴定及修理

1) 飞轮裂纹的检查与处理。

① 如果飞轮产生的裂纹较大，用肉眼观察就能发现。② 用小锤子轻轻敲击飞轮，听声音来判断。若飞轮有裂纹，会发出清脆的声音。③ 用油浸鉴定，其方法与检查机体裂纹相同。

为了防止事故的发生，一旦发现飞轮有裂纹，一般都不予修理，必须更换新件。

2) 飞轮齿圈的修理。

① 轮齿有毛刺，可用锉刀或油石磨削修理。

② 飞轮齿圈磨损集中在同一位置，但不长，可将其齿圈压下来，调转 180° 位置再装复



图 8-32 齿圈轮齿磨损

使用。

③ 当齿的端面和齿厚磨损后，或牙齿端头打得很严重，可将齿圈压出，翻面压入使用。

④ 飞轮齿圈个别轮齿损坏可继续使用，但双面齿圈轮齿磨损超过 30% 以上，或相邻四个以上的轮齿损坏，可用焊接修复或更换新件。

⑤ 飞轮齿圈的更换。由于齿圈与飞轮是过盈配合，其过盈量一般在 0.25 ~ 0.64mm 之间。因此，拆下齿圈时，应用火焰对齿圈进行加热，即用氧-液化气火焰从飞轮一侧向齿圈加温，使齿圈膨胀，趁热将齿圈敲下来。

安装飞轮齿圈时，先将齿圈均匀加热至 300 ~ 350℃（可用柴火直接烧，或放在炭炉上加温），再将齿圈平正地套入飞轮外圆的凸缘上。检查齿圈端面对飞轮中心线的摆差不得大于 0.50mm。

四、平衡轴的修理

1. 平衡轴常见的缺陷及产生原因

(1) 平衡轴常见的缺陷 常见缺陷有：轴承位磨损、平衡轴断裂、下平衡轴端的开口槽磨损等。

(2) 轴承位磨损的原因 磨损原因有：多次拆装，使平衡轴轴承位磨损；安装不紧，使轴承内圈与平衡轴轴承位配合过松；平衡轴质量差。

(3) 小型单缸柴油机平衡轴折断的原因

1) 平衡轴折断的部位。平衡轴折断的部位多在轴端的轴承位圆角与重块臂交接处，有的在两个重块中间凹夹处，而断在重块臂中间部位的现象很少出现。

2) 平衡轴折断的原因。

① 铸造、机加工质量差。如轴端轴承位加工粗糙度达不到设计要求，或者是轴承位与重块臂的过渡圆角尺寸、几何形状不符合要求，使过渡圆角处产生应力集中。当柴油机在标定转速 2000r/min 时，如 S195 型柴油机平衡轴承受的离心力达 1274N，长期在受力状态下运转会产生断裂。

② 平衡轴轴承松动，运转时使平衡轴轴承受过大的冲击负荷，引起平衡轴折断。

③ 飞轮与曲轴联接处松旷、齿轮室齿轮啮合间隙过大或啮合不良等，运转时振动、冲击力增大，产生的冲量传给平衡轴，导致平衡轴运转不平稳而疲劳折断。

④ 曲轴或平衡轴的轴向间隙过大。柴油机运转时，造成平衡轴与曲轴拐柄或连杆大头发生碰撞，导致平衡轴折断。

⑤ 平衡轴齿轮记号错对，使平衡机构不仅不能起平衡作用，反而引起更大的振动，从而造成平衡轴的断裂。

⑥ 使用操作不当，使转速剧变，如突然加大油门，也会造成平衡轴折断。

(4) 下平衡轴轴端的开口槽磨损 装配后，S195 型、ZS1115 型柴油机下平衡轴轴端的开口槽嵌住机油泵转子轴端方榫形成联接轴。工作时，平衡轴的旋转带动机油泵内外转子旋转，使机油泵泵油。若下平衡轴端的开口槽磨损成椭圆形后，则不能驱动机油泵旋转，润滑系统就遭受破坏。下平衡轴轴端的开口槽磨损的原因有几点：① 润滑不良。S195 型、ZS1115 型柴油机上、下平衡轴的 4 个 204 轴承靠飞溅式润滑，润滑油达到下平衡轴轴端的开口槽极少，因此，加速了开口槽的磨损。② 平衡轴一般由灰口铸铁制成，强度低，易于损

坏。③开口槽与轴端方榫配合间隙较大，经常受冲击、振动，致使轴端的开口槽磨损。

2. 平衡轴的修理

(1) 轴承位磨损的修理

1) 在轴承位表面拉毛。若轴承位磨损较轻，可用顶尖的镊子(也可用旧柱塞芯打磨成顶尖)把轴承位圆周表面打麻，使轴承位出现凹凸不平的表面，以增强其与轴承内圈的接合。也可用交流电焊机，焊钳钳住旧锯片，将工件通电后，使锯片在轴承位圆周表面拉毛，这可以恢复平衡轴轴承位与轴承内圈的配合紧度。

2) 若轴承位磨损严重，应予报废处理。也可用镶套的办法来恢复两者的配合关系，但一般极少采用这种方法，因为这会将平衡轴的轴承位轴颈缩小，影响平衡轴的强度，弄不好会导致平衡轴断裂而损坏机件。

(2) 下平衡轴端的开口槽磨损的修理

1) 焊补修理法。用铸铁焊条，焊前应将工件预热，在原开口槽磨损的部位进行焊补。焊后，可用手砂轮机磨削，恢复原来的配合尺寸。或用堆焊的方法将下平衡轴的开口槽全部封死，再用切割机重新开一个5mm宽的开口槽。

2) 采用换位法修理。S195型、ZS1115型柴油机，采用双轴平衡机构，即上、下平衡轴的形状、尺寸完全相同。唯一不同的是：下平衡轴轴端有开口槽，上平衡轴轴端则没有开口槽。我们利用它们的特点，将轴端开口槽磨损的下平衡轴与没有磨损的上平衡轴换位使用，即把原下平衡轴装入机体上平衡轴的位置使用，而把上平衡轴轴端(用切割机或手砂轮机开一个5mm宽的开口槽后)装入机体下平衡轴的位置使用。将上、下平衡轴换位使用，需要注意的是，平衡轴齿轮记号要相应的改变。齿轮室正时齿轮的装配方法是：摇转曲轴使活塞处于上止点位置，曲轴正时齿轮、凸轮轴正时齿轮、调速齿轮、起动机齿轮按原来的记号装配后，再分别转动上、下平衡轴的齿轮，使上、下平衡轴的偏心重块向正后方(非配重凸起面对称地对准气缸盖方向)，然后，把上、下平衡轴的齿轮装好。为了便于下次安装，应在上、下平衡轴齿轮和起动机齿轮、调速齿轮端面上轮齿啮合的位置打上记号。

由于长期工作，配气机构的零部件都有不同程度的磨损和损坏，致使气缸进气量不足、排气不净，影响柴油机的工作性能。因此，配气系统的检查、维护和维修是小型柴油机修理的核心内容。

一、气门组的修理

气门、气门座、气缸盖及气门导管等零件，经常处在高温高压、与燃烧气体接触、润滑不良的条件下工作，易产生机械磨损和化学蚀损。气门、气门座和气门导管是柴油机中磨损最快的零件之一。

1. 气门和气门座常见缺陷及产生原因

1) 气门头和气门座。气门头和气门座的工作斜面出现的缺陷有凹陷变形、麻点灼伤、偏磨及积炭、接触环带变宽、气门头部下陷、气门头部锥面边缘厚度变薄等，如图 9-1、图 9-2 所示。产生缺陷的原因有以下几点：

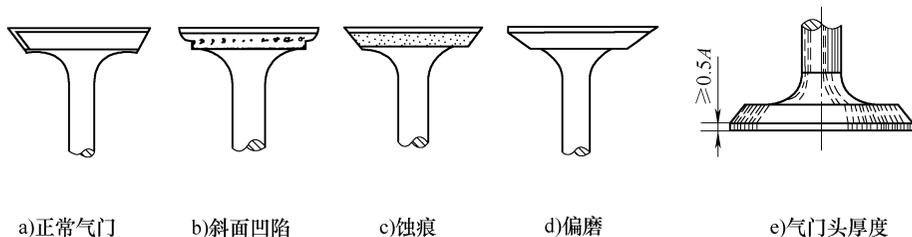


图 9-1 气门头的各种缺陷

① 气门在打开和关闭时，气门头和气门座的工作斜面会频繁地撞击、冲击，使工作斜面磨损、接触环带变宽、塑性变形、斜面凹陷不平、形成环状沟槽。

② 由于被吸入气缸内的空气，含有较多的砂粒、尘土等杂质，形成了磨料磨损。往往会出现进气门的磨损量比排气门的磨损大。

③ 特别是排气门，经常受到高压、高温气体以及排出废气中的酸性物质的冲刷、烧蚀和腐蚀，使工作斜面产生麻点或灼伤；因气门关闭不严，高温气体窜出，使气门被烧蚀。严重时使气门座产生裂纹、松动。

④ 由于柴油燃烧不完全，造成气缸内零件积炭，积炭粘结、堆积在气门头部至气门杆下部和气门座斜面的周围，影响气门头和气门座的散热，因而导致气门头和气门座的工作斜面快速磨损。

⑤ 长期使用，气门杆的磨损或弯曲，使气门杆与导管的间隙增大，引起气门工作不稳

定，气门与气门座的斜面会造成偏磨。

气门和气门座损伤后，使气门的接触环带增大，气门座密封性下降，气门漏气、气缸气体压力不足，柴油机输出功率减少。严重时，致使柴油机燃烧不完全，排气冒烟，起动困难，不能带负荷运转。气门下陷值过大，会影响柴油机的压缩比。因此，气门漏气不是小事。

2) 气门杆与导管。

① 气门杆圆柱面的磨损，主要是与气门导管相配合的部位。主要的原因是气门长期在导管内作高速往复运动，不断地摩擦，靠飞溅的油雾润滑，故得不到良好的润滑。

② 由于气门杆作高速往复运动，加上机油杂质过多，使气门导管内孔磨损，配合间隙增大，严重时导管内孔磨损变成喇叭状。

反过来，气门杆与导管间隙过大，引起气门歪斜关闭不严而漏气。当高温废气通过此间隙，使气门杆及导管过热，加速其磨损，易使导管中的润滑油烧结，气门运动则产生阻滞，甚至被卡死。

③ 气门杆尾端的磨损，如图 9-2 所示。主要的原因是受到摇臂撞头频繁地打击、撞击。气门杆尾端磨损后，会影响调整气门间隙，或者气门间隙调好后，在工作中引起气门间隙过大或过小的变化。

④ 气门导管外圆与缸盖孔配合松动。

⑤ 气门杆弯曲变形，大多数是因活塞顶部撞击气门头部，使气门杆身受到不应有的力作用；缸内的气体压力和凸轮（通过挺杆→推杆→摇臂）对气门杆的撞击，也会引起气门杆弯曲。

⑥ 气门杆的锥形环槽与气门锁片贴合不良，会造成气门杆锥形环槽磨损，磨损严重时锁片从环槽中脱出，致使气门掉入气缸内引发事故。

气门杆与导管磨损后，使两者的配合间隙增大，影响到气门与气门座的同心度，严重时气门杆在导管内晃动，致使气门漏气和气门头偏磨。同时，过大的配合间隙，还会使气门散热不良，加速气门的烧蚀。

由于气门杆与导管的配合间隙增大，引起散热不良，气门温度过高，同时气门在导管中易摆动、冲击，使气门座磨损不均匀；还有使润滑摇臂组件的机油，顺着气门杆与导管的缝隙窜入燃烧室，引起烧机油，排气冒蓝烟，缸内积炭增多。气门杆弯曲，会使气门卡死在导管内，引发气门头与活塞撞击或摇臂头部与气门尾端撞击，损坏机件。

2. 气门弹簧常见缺陷及产生原因

气门弹簧常见缺陷有：长度缩短、弹力减弱、端面磨损、裂纹或折断等。产生缺陷的原因有以下几点：

1) 气门弹簧是在高速的情况下连续工作，不断地压缩和伸长，易产生弹性疲劳，弹性逐渐减弱，自由长度慢慢缩短。

2) 由于气门弹簧在高温的环境下工作，高温使弹簧退火，弹力变小。

3) 长期使用，频繁的伸缩，使弹簧疲劳损伤或弯曲变形，弯曲变形后则容易发生

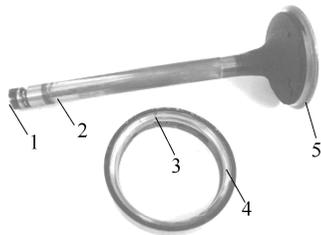


图 9-2 气门头和
气门座的磨损情况

1—气门杆尾端的磨损 2—气门杆的磨损 3—气门座圈产生裂纹 4—气门座圈工作斜面的磨损 5—气门头部工作斜面磨损成凹陷，且头部厚度变薄

断裂。

4) 气门弹簧因受到冲击、振动, 使弹簧端面磨损。

5) 气门弹簧材质不好, 易引起折断。

弹力减弱、长度缩短、弯曲变形等缺陷, 会使气门关闭不严而漏气。气门关闭迟缓, 影响配气正时; 弹簧的两端面不平, 会使气门头偏磨, 还会使弹簧在压缩时偏斜, 产生应力集中而损伤、折断; 气门弹簧折断, 则造成气门掉入气缸内引发事故。

3. 气门和气门座、气门导管和气门弹簧的检查、鉴定

1) 外观检查: 看气门和气门座的工作斜面(接触环带)是否磨损变宽, 是否磨损成凹槽; 接触环带是否产生斑痕、麻点、烧蚀; 气门座是否产生裂纹、崩角; 气门杆是否光洁或有刻痕; 气门杆尾端不平等缺陷。S195 型柴油机, 标准的气门接触环带为 1.2 ~ 1.5mm, 若接触环带在 2.5mm 以上, 应予修理。

2) 气门下陷量的检查。气门下陷量就是指气门头平面低于气缸盖平面的下陷值。修理时, 气门头部平面必须低于气缸盖平面, 否则, 会造成气门碰撞活塞顶部。检查测量方法: ①用带底平面深度尺测量; ②用钢直尺侧面紧贴在水缸盖下平面(即空架在气门座孔之上), 并用手压住防止其移动, 另一手用塞尺插入钢直尺侧面与气门头平面之间抽动, 若稍有阻力, 塞尺的厚度就是气门头下陷于气缸盖下平面的实际下陷值。S195 型柴油机, 气门下陷量标准值为 1.40 ~ 1.80mm, 允许值为 2.50mm。如果气门下陷量在 3.00mm 以上, 应予修理。气门下陷量的检查如图 9-3、图 9-4 所示。

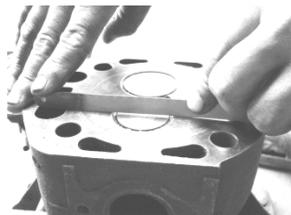


图 9-3 检查气门下陷量的方法

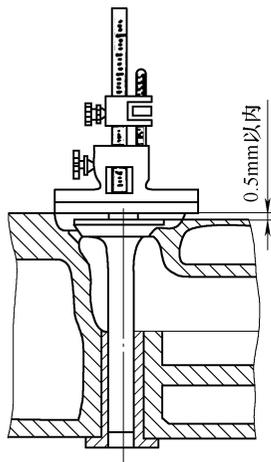


图 9-4 气门下陷量的检查

3) 气门锥面边缘厚度的检查: 可用钢直尺直接量取读数, 如图 9-1e 所示, 该读数(A 值)就是气门锥面边缘的厚度。对于头部直径小于 50mm 的气门, 其边缘厚度减少到 0.5 ~ 0.8mm 时, 应作报废处理。否则, 影响到气门头部的刚度和强度, 使气门锥面边缘向上卷曲变形。

4) 气门和气门座密封性的检查。①将气门装入气门座上, 将气缸盖放平, 在气门凹面上倒入煤油或柴油, 待 3 ~ 5s 后, 观察油面情况。若油面下降或有漏油现象, 说明气门和气门座密封不良, 应予修理。②将气门组零件全部装在水缸盖上, 用木块垫平后在水缸盖凹面上倒入煤油或柴油, 分别在进、排气管道内, 用气筒打气, 观察油面是否有气泡产生。若有气

泡产生,说明气门漏气,应予检修。

5) 气门杆与导管配合间隙的检查。

① 经验检查:将零件清洗干净,在气门杆上涂少许机油后插入导管,用手径向摆动气门尾端,感觉其摆动量,如图 9-5 所示;使气门导管倾斜约 45° ,若气门下落很快并有明显摆动,说明磨损严重,间隙过大,应更换气门与导管。配合良好的气门杆和导管应运动灵活、慢慢降落,且在摆动气门时仅有极微小的晃动。

② 精确的方法是用百分表测量。如图 9-6 所示,从导管中抽出气门,使气门头离缸盖平面约 15mm ,用百分表测头抵触在气门头部的圆柱表面,调整指针对准“0”刻度,然后用手径向摆动气门头,百分表的读数就是要测的配合间隙。S195 型柴油机,气门杆与导管配合间隙:标准值为 $0.050\sim 0.105\text{mm}$,允许值为 0.18mm ,磨损极限值为 0.25mm 。

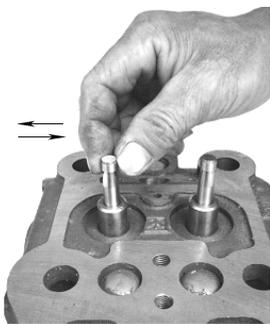


图 9-5 用手径向摆动气门尾端,检查气门杆与导管的配合间隙

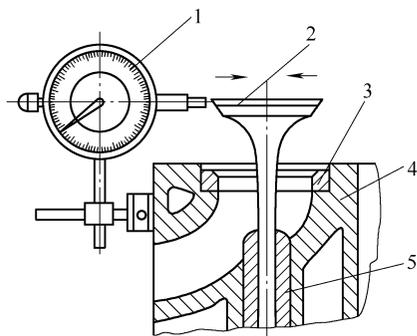


图 9-6 检查气门杆与气门导管的间隙
1—百分表 2—气门 3—气门座圈 4—气缸盖 5—气门导管

6) 气门杆弯曲度的检查、鉴定。

① 用简易方法粗略检查。

方法一:将气门杆放在玻璃板上,然后,用手持住气门头并慢慢转动,观察气门杆身与玻璃板平面的贴合情况,并用塞尺插入两者的缝隙,测量出最大的弯曲方向和弯曲值。若两者之间没有明显的光隙,说明气门杆无弯曲。

方法二:将零件洗净,把旧气门杆插入标准的气门导管,若气门杆插入导管 $1/3\sim 1/2$ 时感到松动且气门杆全部进入导管内时感到有阻滞,或者气门杆在导管内上、下运动不灵活,则说明气门杆有弯曲,应予校正或报废处理。

② 用百分表测量。如图 9-7 所示,将气门杆放在 V 形架上,用百分表测头抵在气门杆的中部,用手缓慢转动气门头,同时观察百分表指针的摆差。要求直线度不应大于 0.03mm 。

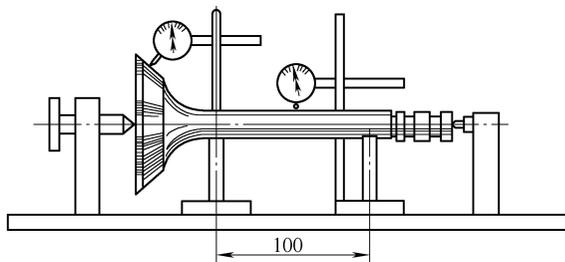


图 9-7 气门杆弯曲和气门头径向摆差的检查

7) 对气门弹簧的检查、鉴定。气门弹簧弹力减弱,会产生气门反跳,使气门与座锥面接触不良;气门弹簧弹力过大时,气门与座锥面接触应力过大,加速磨损,增加功率消耗。

① 气门弹簧自由长度的测量:直接用游标卡尺测量,然后与标准的弹簧自由长度进行

比较,其缩短量一般不得超过 3mm。否则,更换气门弹簧。S195、195S 型柴油机,外弹簧自由长度标准值为 50mm,允许值为 49.0mm;内弹簧自由长度标准值为 45.7mm,允许值为 44.7mm。

② 弹簧弯曲或端面不平的检查:用角尺或万能角尺测量。检查气门弹簧的垂直度如图 9-8 所示。若垂直度超过 2° ,应更换新气门弹簧。

③ 气门弹簧弹力的检查。

方法一:将弹簧放在弹簧试验仪上检查,检查把弹簧由自由长度压缩到规定长度所需的力是否达到规定值。S195、195S 型柴油机,气门外弹簧的弹力标准值为 $(129 + 8)$ N,内弹簧的弹力标准值为 $(55 + 3.3)$ N。

方法二:将新、旧两个弹簧并列横排,在两个弹簧之间的端面放一块垫片隔开,然后将两个弹簧一起放在台虎钳上夹持,扭紧台虎钳使新、旧弹簧同时被压缩,如图 9-9 所示。用直钢尺测量,若新、旧两个弹簧被压缩的长度基本相等、圈距相同,说明两个弹簧的弹力一致;若旧弹簧比新弹簧短,则说明旧弹簧弹力减弱。

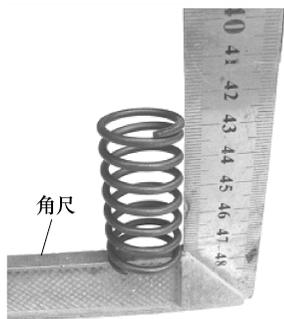


图 9-8 检查气门弹簧的垂直度

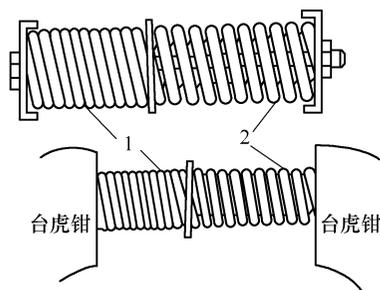


图 9-9 气门弹簧弹性比较法检验
1—被检旧弹簧 2—新弹簧

④ 对于那些弹簧环圈上产生麻点、裂纹或弯曲过大的,弹力和自由长度低于规定值时,一般不进行修理,应予报废处理。

4. 气门和气门座、气门导管的修理

1) 气门导管的修理。

① 气门杆和气门导管的间隙超过允许值,一般都是成对更换。

② 气门导管与缸盖孔磨损后,可将导管外径电镀或电刷镀,以恢复配合关系。否则,更换新件。

2) 气门和气门座维修方案的确定。

① 当气门和气门座的磨损量不算大、接触环带有较浅的小麻点、表面有轻微的烧蚀、检验有漏气现象时,可不用气门铰刀铰削,只需用气门研磨膏研磨,消除其缺陷即可。首先,将气门组有关零件,先清除积炭,再用柴油清洗干净,用抹布擦干;然后,在气门斜面涂一层薄薄的气门砂,进行研磨,直至检验合格(不漏气)为止。

② 当气门和气门座的磨损量较大、接触环带过宽、有较深的烧蚀麻点、密封不严、漏气严重,但气门下陷值仍在允许范围内,用磨修难以恢复时,应用气门铰刀铰削气门座(消除磨损的凹坑、麻点的痕迹即可),同时更换新的气门。再用气门研磨膏,对气门和气门座

进行研磨，以恢复它们的严密性。

③ 当气门和气门座磨损严重、气门下陷量已经超过极限值，气门工作圆锥面凹陷、气门头部锥面边缘厚度变薄，或者气门座有崩角、裂纹时，则必须重镶气门座圈，同时更换气门与导管，用气门座铰刀铰削气门座后，再进行研磨。

3) 气门和气门座的更换、铰削与研磨。

① 气门和气门座更换方式的确定。

a. 当气门座圈与气缸盖座孔配合良好，仅气门下陷量超过极限值时，可直接从农机配件市场上购买气门、导管及气门座三配件，装配后即可铰削、研磨。

b. 当气门座圈与气缸盖座孔配合松动，从农机配件市场上购买新件安装也无济于事时，则采用重新车制气门座圈(加上购买气门、导管两配件)的方法，来恢复气门座圈与气缸盖座孔的配合关系。

② 车制气门座圈的技术要求。

a. 车制气门座圈选用的材料应与原缸盖材料相近，以便取得相同的热膨胀系数。一般选用的材料为球墨铸铁、合金铸铁或奥氏体钢，可保证修理质量。笔者曾经采用 S195 型柴油机旧曲轴(其材料为球墨铸铁)来车制气门座圈，使用效果良好。

b. 气门座圈的尺寸与加工精度：气门座圈的内径与高度可直接从原气门座圈量取，而气门座圈的外径要根据气门座孔的尺寸确定，要求配镶时应有足够的紧度。冷镶时，一般气门座圈与气缸盖座孔配合的过盈量为 0.10 ~ 0.15mm；热镶时，一般气门座圈与气缸盖座孔配合的过盈量为 0.20 ~ 0.25mm。机械加工时，其内外径对中心的圆跳动不得大于 0.05mm，表面粗糙度 Ra 为 3.2 μ m。

c. 气门座圈的安装。

方法一：冷镶时，可用压床或锤子通过冲头直接将座圈压入或打入座孔内。操作时，要导正放平，用力不要过猛，如发出清脆的声音，则说明座圈底面已经到位，如图 9-10 所示。热镶时，需将气缸盖在炉内加热至 350 ~ 400℃，把冷座圈放入或用专用工具打入座孔中，使之在空气中自然冷却。采用热镶法，要将整个缸盖加热，不能局部加热，否则，会引起缸盖变形或产生裂纹。

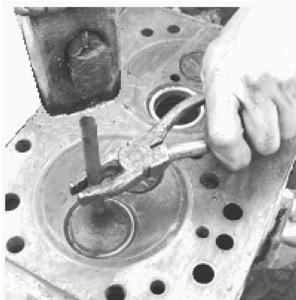


图 9-10 用旧气门当冲头，将气门座压入孔中

方法二：先将旧气门座冲掉，把气门座孔清理干净，然后，将气缸盖放入水中加热至沸腾(100℃)，待几分钟后，取出气缸室盖垫平，迅速将气门座圈压入座孔。

③ 气门导管的装配要求。在铰削气门座之前，最好先更换气门导管，以保证铰削后的气门座与气门导管同轴。新的气门导管外圆直径必须大于气缸盖导管孔的直径，过盈量为 0.02 ~ 0.03mm。更换气门导管的方法：用木块将气缸盖垫平(必要时先拆除气缸盖上的有关螺栓)，使安装摇臂座的一面朝上，再用锤子和专用冲棒把旧气门导管敲出。接着，用柴油清洗导管孔，再用抹布擦干，然后，在气门导管外表面涂少许机油后，将有倒角的一端插入缸盖导管孔，用锤子和专用冲棒，使适当的力把气门导管敲入孔中，并用直钢尺测量，以确保气门导管凸出气缸盖平面 20mm(对于 S195、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机来说)，如图 9-11、图 9-12 所示。



图 9-11 气门导管的安装



图 9-12 用钢直尺测量气门导管的凸出量

常见机型气门导管高出缸盖平面量见表 9-1。

表 9-1 气门导管高出缸盖平面

(单位:mm)

机型	YC2105、YC2108	S195、S1100	185、185N	R185	R175
凸出量	20 ± 0.3	20	13 ± 0.15	11	13

④ 气门和气门座的铰削方法。铰削气门座时，应根据气门头部的大小和斜面锥角，选择合适的一组气门铰刀。气门铰刀的角度分为 30°、45°、75° 和 15° 四种。30° 和 45° 铰刀用以铰修气门座相应角度的工作圆锥面，分粗刃和细刃（或者是 45° 角的锥度砂轮）两种；75° 和 15° 铰刀供调整接触环带宽度和位置的铰削。铰削的顺序如下：

a. 用 45° 粗刃铰刀粗铰 45° 角斜面。首先用粗铰刀铰削气门座的斜面（接触环带），直到用气门杆插入气门导管，气门头部下沉于气缸盖平面 1 ~ 1.4 mm 时为止。此时，气门座的接触环带较大。

b. 用 15° 铰刀铰 15° 角。从上方缩小气门座的接触环带宽度。

c. 用 75° 铰刀铰 75° 角。从下方缩小气门座的接触环带宽度。

d. 用 45° 细刃铰刀精铰 45° 角。也可用 45° 角的锥度砂轮磨削气门的工作圆锥面，使气门头部下沉于气缸盖平面在 1.4 ~ 1.9 mm 之间为合适，且气门和气门座的接触环带应在气门斜面的中间位置，或在中间稍偏下方也可。接触环带的宽度应在 1.2 ~ 1.5 mm 之间时为合格，如图 9-13 所示。

e. 用细砂布磨光。以前老式的气门铰刀，如果不配备有 45° 角的锥度砂轮，则在一块面积适当的 0 号砂布中间开一小孔，将 0 号砂布套入导杆，即在铰刀下垫砂布，再将导杆插入导管中铰修光磨，磨去铰刀的痕迹，以缩短研磨时间。

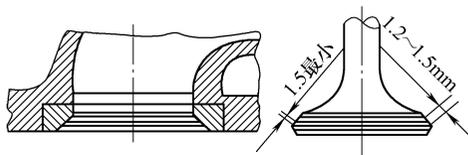


图 9-13 气门密封环带位置

检查密封环带的位置：在气门头斜面上涂上

红丹后，将其装入气门座，用左手上下推动气门杆，用右边的手掌拍打气门头部几下，取出气门观察斜面的接触位置。若位置和宽度不符合要求，可用 15° 和 75° 铰刀铰削调整。若环带偏于下方，应用 75° 铰刀铰削使其上移；若环带偏于上方，应用 15° 铰刀铰削使其下移。

铰削时，用力要均匀，转动要平稳，否则容易将气门座铰偏。同时，使铰刀吃刀量少，防止工作圆锥面产生鱼鳞斑，难以研磨；还应尽量少铰削掉金属层，以延长气门座的使

使用寿命。气门座的铰削方法如图 9-14 所示。

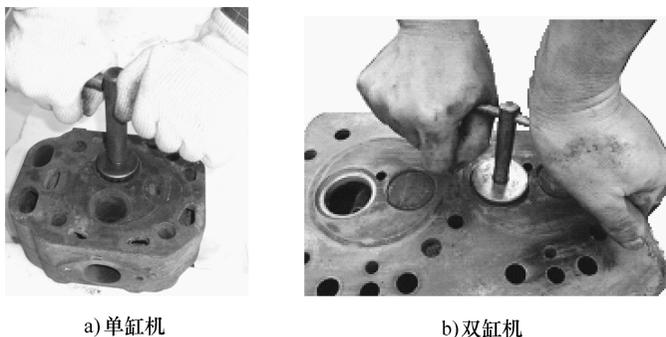


图 9-14 气门座的铰削

⑤ 气门和气门座的手工研磨方法。若是多缸柴油机，应在气门头部上打印，做出各缸的顺序记号，以免错乱。

用柴油将气门、气门座和气门导管清洗干净，在气门工作圆锥面上涂一层薄薄的粗研磨膏，将气门杆沾少许机油后插入气门导管，用合适的带有木柄的橡胶皮碗吸住气门头部进行研磨。若吸不住气门，可在皮碗内涂少许机油，以增大吸力。在研磨的过程中，借助皮碗提起气门，不停地上下轻轻拍打车门座，而且还要搓动木柄使气门不断地转动，来调换气门与气门座的相对位置及补充研磨膏，以使工作圆锥面研磨均匀，如图 9-15 所示。

当工作圆锥面上出现一条完整的、无斑痕、无麻点的接触环带后，擦干净粗研磨膏，换用细研磨膏继续研磨，直至气门工作圆锥面上出现一条整齐的、暗灰色无光的环带为止。用柴油将研磨膏洗掉，再用机油研磨几分钟，使气门更好地密合。

注意：每次研磨时都要在气门杆上沾少许机油，且不能让气门砂沾到气门杆上或进入导管内。每次换气门砂前都要用干净白纸或布条擦净气门导管和气门杆，并用汽油或柴油清洗，再次擦干净再沾少许机油后才能研磨，以减轻气门杆与导管的磨损。

4) 气门研磨的合格标准。气门和气门座研磨后，要经过密封性检查。检查方法常用以下两种：

① 用柴油将气门、气门座和气门导管清洗干净，按技术要求把气门组零件安装到气缸盖上，用木块将气缸盖垫平，使气门座口朝上，将少量煤油或柴油倒入气门座凹坑里，静置 5~8min，如图 9-16a 所示。若观察到气门座凹坑里的油面下降，或者漏油很快，则说明气门密封性差或漏气严重，研磨不合格，重新返工继续研磨。若油面保持不变，没有渗漏，说明气门密封性好，气门研磨合格，达到标准要求。

② 先用软铅笔在气门斜面上沿锥体母线方向(隔 5mm)均匀地画上若干线条，再将气门装在气门座上，用手掌上、下轻拍气门三四次(不可转动)，取出观察铅笔线被切断的情况。若气门斜面上的铅笔线条全部在接触环带处断开，则表明气门接触良好、密封可靠，已达到标准要求，如图 9-16b 所示。

常见机型气门工作斜面接触环带和气门头下陷值见表 9-2。

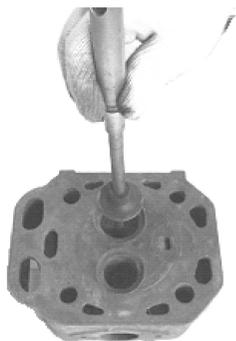
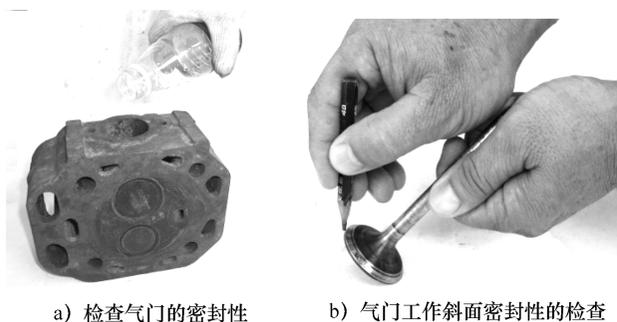


图 9-15 气门的手工研磨



a) 检查气门的密封性

b) 气门工作斜面密封性的检查

图 9-16 气门及气门工作斜面密封性的检查

表 9-2 气门工作斜面接触环带和气门头下陷值(参考) (单位:mm)

机 型	气门工作斜面接触环带	气门头下陷值
YC2108	1.5 ~ 2.00	1 ± 0.2
CZ2110TA	1.5 ~ 2.00	0.2 ~ 0.3
S195、S1100	1.2 ~ 1.5	1.4 ~ 1.9
R185	0.8 ~ 1.2	0.25 ~ 0.75
JC170、JC175	0.70 ~ 1.00	1.2 ~ 1.4

二、传动组的修理

1. 摇臂与摇臂轴常见的缺陷与产生原因

1) 摇臂撞头的圆弧面发生磨损、凹痕、凹坑和偏磨。原因：①常处在高速冲击负荷下工作，润滑条件不是很好；②气门在打开和关闭的过程中，摇臂撞头与气门杆尾端频繁撞击。摇臂撞头的磨损如图 9-17 所示。

2) 摇臂折断。原因：①气门导管安装不当，凸出气缸盖平面过高，打开气门时，使摇臂撞头与气门导管端面碰撞；②气门杆卡死在导管内，引起摇臂折断；③气门间隙或减压间隙过小，使摇臂打开气门与活塞顶相撞等。

3) 摇臂轴与衬套产生自然磨损，使两者配合间隙增大。原因：①机油压力下降，润滑不良；②气门漏气，使高温气体从气门杆和气门导管缝隙之间窜入气门室，气门室温度升高，机油易被烧结，气门室大量积炭，破坏传动组零件的润滑。

4) 气门调整螺钉头部与推杆接触发生磨损，多次调整会发生滑扣。

摇臂和摇臂轴出现缺陷后，将影响到气门间隙、配气相位，使进气不足，排气不净，功率下降。

2. 摇臂与摇臂轴的修理

1) 当摇臂撞头圆弧面磨损较轻时，可用锉刀、油石、砂布等手工打磨，消除圆弧面上的凹坑印痕即可。

2) 当撞头磨损严重、凹坑较深(1mm 以上)时，或经多次磨修后，其高度小于允许值

摇臂撞头磨损成凹坑、凹陷的情况

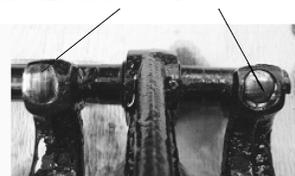


图 9-17 摇臂撞头的磨损

时，应更换新件；若无配件时，可用直径为 3.2mm 的中碳钢焊条堆焊，焊后再经过磨削，以恢复原来的高度和形状。若不能采用堆焊修理，只能更换新摇臂。

3) 摇臂螺纹和气门调整螺钉损伤或滑扣，应更换新件；若有修理条件时，可按修理尺寸重新攻制螺纹，配制新的调整螺钉。

4) 摇臂轴与衬套磨损，当磨损间隙超过允许值时，摇臂轴的圆度和锥度仍在允许范围内，可通过更换新的摇臂衬套来恢复它们的配合关系；当间隙超过极限值时，可在外圆磨床上磨去磨损印痕，更换修理尺寸的衬套；无修理条件时，则更换摇臂组零件总成。

3. 挺柱与推杆常见的缺陷与产生原因

1) 挺柱常见的缺陷：挺柱底部平面与凸轮接触磨损成凹面；挺柱凹坑与推杆端头接触磨损；挺柱圆柱面与机体导向孔不断摩擦而磨损，使配合间隙增大。原因：①挺柱底部平面承受凸轮的侧压力，使底面产生较大的接触应力，加上润滑不良，使部分接触面发生干摩擦而磨损；②油底壳机油变质、杂质过多，使配合件产生磨料磨损。挺柱实物如图 1-42 所示。

2) 推杆常见的缺陷：推杆两端工作面磨损、推杆弯曲变形等。原因：①两者接触发生摩擦使推杆两端磨损；②多数是气门间隙过小、气门头部凸出气缸盖平面，使推杆被顶弯。

挺柱与推杆磨损后，影响气门间隙的调整，气门间隙会发生过大或过小的变化，同时影响配气正时。严重时，导致推杆脱落，使气门不能打开。

4. 挺柱与推杆的修理

1) 当挺柱底部平面磨损不大时，可用砂布放在平板上，将挺柱底面磨平；当底部磨损成凹面，应更换新件；若有耐心，可用焊接修复，焊后用车床车削，再用砂布磨光。

有的柴油机，挺柱底面是球形的，其球面磨损可用与标准球面相同的凹形板检查，如图 9-18 所示。挺柱与样板凹面之间的漏光度不能大于 0.2mm。超过此值或球面严重擦伤时，应更换挺柱或经过磨削修理。

2) 挺柱圆柱面与机体导向孔配合间隙超过极限时，一般不予修理，而应更换新件。挺柱圆柱面与机体导向孔配合间隙为 0.06 ~ 0.1mm。

3) 推杆弯曲时，可在平台上检验，如弯曲量超过 0.3 ~ 0.5mm，可将其放在平板上用锤子轻轻敲击进行冷校直，如图 9-19 所示。

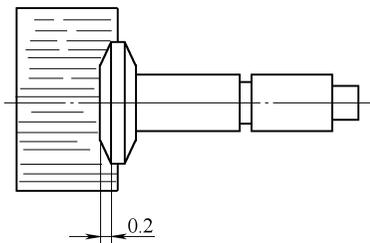


图 9-18 用凹形板检查挺柱球面的磨损



图 9-19 推杆弯曲的冷校直

4) 如果推杆的上、下两端工作面磨损严重，推杆上端的球面变形，则与气门调整螺钉的凹面贴合不良；尤其是下端的球面半径减小，将加速挺柱筒内球面的磨损而影响装配质量，故应更换新推杆。

三、驱动组的修理

1. 凸轮轴

(1) 凸轮轴常见的缺陷 凸轮轴常见的缺陷有轴颈和凸轮磨损、轴产生弯曲或裂纹、键槽或螺纹部位的磨损等。S195 型凸轮轴磨损的部位如图 9-20 所示。

1) 凸轮磨损。由于长期使用, 凸轮轴凸轮外形磨损, 凸轮高度减少, 外形几何形状发生改变。

2) 凸轮轴弯曲。气门或挺杆运动受阻, 凸轮轴轴承松旷, 导致凸轮轴弯曲, 使气门间隙失准, 柴油机产生异响。

3) 凸轮轴支承轴颈磨损。由于轴颈润滑条件差, 加速支承轴颈的磨损, 使支承轴颈与凸轮轴衬套的配合间隙增大。

4) 凸轮轴裂纹。当凸轮轴产生弯曲, 轴承或衬套同轴度偏差过大, 烧瓦抱轴等, 使凸轮轴受到较大的弯矩和转矩而产生裂纹, 严重时会发生凸轮轴折断。

5) 键槽或螺纹部位的磨损。

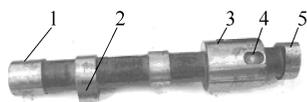


图 9-20 S195 型凸轮轴
磨损的部位

1—凸轮轴支承轴颈磨损

2—凸轮轴凸轮外形磨损

3—轴颈磨损 4—键槽部位的磨损

5—凸轮高度减少

(2) 凸轮轴凸轮磨损的特征 凸轮轴凸轮的磨损特征如图 9-21 所示。由于凸轮顶峰附近磨损较大, 所以用凸轮的最大高度来衡量凸轮的磨损程度。当凸轮的高度磨损量超过 0.8 ~ 1.0mm 时, 会产生以下故障:

1) 气门开启时凸轮与挺柱、推杆的接触点由 c 点转移到 c' 点, 相当于凸轮转动了一个角度 φ , 使得气门开启时间延迟, 导致柴油机配气相位超差。

2) 凸轮高度减小 a 值后, 气门升程 h 也随之减少相应的数值, 造成气门开启时间-断面面积减少(图中的阴影部分), 使得气体通过阻力增大。

结果是造成气缸新鲜空气吸进不足, 废气不能彻底排除, 柴油机产生过热故障, 发挥不出最大功率, 增加耗油量。

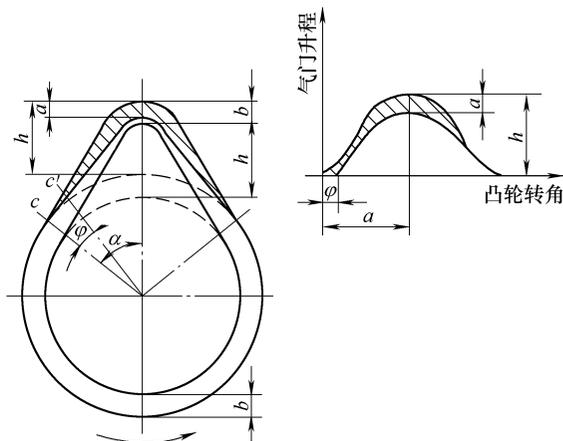


图 9-21 凸轮轴凸轮的磨损特征

(3) 凸轮轴的检查与鉴定

1) 弯曲检查: 将凸轮轴安装在车床上或 V 形架上, 用百分表测量径向圆跳动量。径向圆跳动量大于 0.05 ~ 0.1mm 时, 说明凸轮轴已经弯曲, 应予校直。测量多缸柴油机的凸轮轴, 可将百分表测头抵在中间轴颈表面上, 测量其径向圆跳动量, 极限值应不超过 0.3mm, 如图 9-22 所示。

2) 凸轮检查: 用游标卡尺测量凸轮的高度, 用专门的样板检查凸轮轮廓的磨损程度。当磨损量超过 1 ~ 1.5mm 时, 则不能使用, 应予换新或修理。

3) 支承轴颈检查: 用外径千分尺测量支承轴颈的磨损量, 用内径千分尺测量衬套内径, 计算两者的配合间隙。当配合间隙、圆度、圆柱度超过极限值时, 应予换新或修理。

4) 键槽或螺纹部位的检查: 键槽的磨损, 可用游标卡尺进行测量; 多缸柴油机, 固定

正时齿轮的螺纹损伤，可用标准螺母拧入检查。

(4) 凸轮轴的修复

1) 当凸轮轴凸轮的高度磨损量超过 0.8 ~ 1.0mm 时，就需要进行修理。

多缸柴油机，凸轮轴如果用优质中碳钢制成，可用堆焊的方法来修复已磨损的凸轮，以恢复凸轮的高度和形状。其堆焊工艺要点如下：

① 焊条的选择。根据凸轮轴的工况条件，选用适用性较广的 D207 型堆焊条（属于高硬度堆焊材料），焊条直径可选用 $\phi 3.2\text{mm}$ ，对凸轮轴凸轮表面进行堆焊修复。

② 设备的选择及焊接电流、电压的调节。为了获得稳定的电弧和较好的焊接质量，可采用直流电焊机、手工电弧焊，焊条接负极，焊件接正极；焊接电流为 90A，电弧电压为 23 ~ 25V。

③ 焊前的清洗及处理。为了保证堆焊质量，必须用汽油将凸轮轴凸轮表面的油污清洗干净。必要时，将凸轮表面的淬火层、渗碳层磨去，以提高焊接焊层的结合强度。

④ 焊前预烘。为了防止凸轮表面氧化，清洗后要用氧-液化气和焊枪，调节火焰为中性焰，对凸轮表面及其周围进行均匀烘烤，烘烤的温度控制在 135 ~ 150℃ 内，时间为 2 ~ 3min。焊条使用前也要预烘，可将焊条放入烤箱里进行烤干，除去潮湿水分，烘烤温度可选用 300 ~ 350℃，时间大约为 1h。

⑤ 焊前对工件进行预热。可用氧-液化气和焊枪，调节火焰为中性焰，对凸轮轴凸轮均匀加热，温升速度不宜过快，当加热温度达到 200℃ 时，就应趁热对凸轮轴凸轮进行施焊。

⑥ 施焊方法。为了减少热变形和应力集中，施焊时应采用短焊道、断续、对称分层焊接，即在凸轮的一面焊完短焊道，转移至凸轮的另一面再焊完短焊道。焊 15 ~ 20mm 长焊道应熄弧，且立即锤击，使焊处温度降到 200℃ 时，继续堆焊凸轮的另一面，堆焊一层厚度应控制在 1.5 ~ 2mm 内。如此反复进行，直至把整个凸轮表面填满，堆焊厚度应比原凸轮部分尺寸大 2 ~ 3mm，以便留出足够的加工余量。焊完后再将堆焊表面全部锤击一遍，用石棉进行包裹，放在空气中慢慢冷却。

⑦ 消除内应力。将凸轮轴均匀加热到 350℃，保温 20min 后，自然冷却。

⑧ 最后，按凸轮部分的标准尺寸进行磨削加工。修磨后的凸轮，其基圆摆差应小于 0.03mm，表面粗糙度不高于 $Ra0.8\mu\text{m}$ ，凸轮最高点对正时齿轮键槽中心线偏差不大于 1mm，升程应符合规定。如果无修理条件，只能更换新的凸轮轴。

2) 凸轮轴支承轴颈磨损的修复。凸轮轴支承轴颈磨损后，可用以下三种修理方法：

① 可在外圆磨床上磨削，以恢复其几何形状，再根据轴颈的实际尺寸，配制衬套。

② 用电镀或电刷镀加粗轴颈，再磨至标准尺寸，配用原来标准的轴承。

③ 用焊修法来恢复轴颈的原有尺寸，再磨至标准尺寸，同时配用原来尺寸的凸轮轴衬套。

3) 键槽与螺纹损伤的修理。

① 键槽磨损后可采用电焊填焊键槽，重铣键槽。或在与原键槽成 180° 的轴颈上铣出新

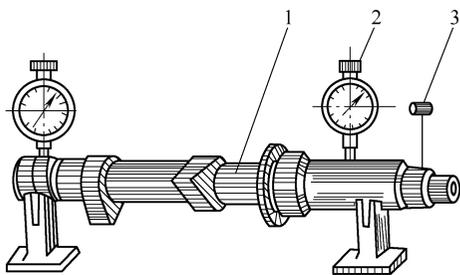


图 9-22 凸轮轴弯曲检查
1—凸轮轴 2—百分表 3—键

键槽。装上正时齿轮时,应重新调整正时齿轮轮齿的啮合记号。

② 固定正时齿轮的螺纹如有损伤,可用电弧焊堆焊,重新车制螺纹,配用原来的螺母。否则,更换新件。

常见机型配气机构零件配合间隙和磨损极限见表 9-3。

表 9-3 配气机构零件配合间隙及磨损极限 (单位:mm)

机型	项目	进排气门与 气门导管	摇臂轴与 摇臂衬套	凸轮轴与 右衬套	凸轮轴与 左衬套
SI95	标准间隙	0.05 ~ 0.10	0.016 ~ 0.052	0.035 ~ 0.089	0.03 ~ 0.093
	磨损极限	0.30	0.20	0.25	0.25
LI95	标准间隙	0.05 ~ 0.10	0.02 ~ 0.062	0.075 ~ 0.142	0.06 ~ 0.118
	磨损极限	0.30	0.20	0.25	0.25
SI100	标准间隙	0.025 ~ 0.069	0.016 ~ 0.054	0.035 ~ 0.089	0.03 ~ 0.093
	磨损极限	0.20	0.20	0.25	0.25

2. 正时齿轮

(1) 正时齿轮常见的损伤 正时齿轮常见的损伤有齿面磨损、齿面疲劳剥落或腐蚀麻点、轮齿崩角或轮齿折断、键槽配合松动等。正时齿轮常见的损伤如图 9-23 ~ 图 9-26 所示。

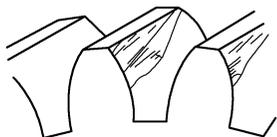


图 9-23 齿轮快速磨损
痕迹示意图

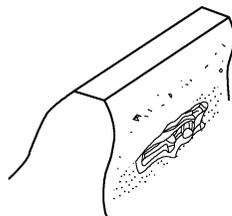


图 9-24 齿面疲劳磨损

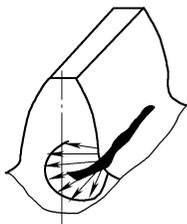


图 9-25 牙齿裂纹

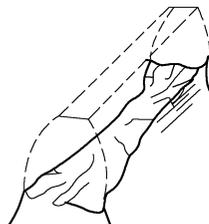


图 9-26 牙齿断裂

1) 齿轮齿面磨损。

① 齿面磨损的特点:磨损发生在整个齿面上,使齿面呈现均匀的光洁度。

② 齿面磨损的影响:齿面磨损后,将使轮齿的厚度变薄,啮合间隙增大,运转中出现异响,传动时产生冲击载荷,严重时,导致轮齿破碎或折断。

③ 检查轮齿的磨损情况时,通常是用齿厚游标卡尺卡在分度圆处测量其弦齿厚度,若齿轮弦齿厚度磨损超过 0.5mm 以上,应更换齿轮。

2) 疲劳剥落、腐蚀麻点。疲劳剥落与腐蚀麻点同时存在。当压力超过金属的屈服极限时, 齿轮齿面便产生细小的疲劳裂纹, 进而使表面金属微粒剥落, 形成斑点、麻点, 加上空气中的氧化物质与机油中的酸性物质的腐蚀进而形成麻点状凹坑。齿面出现剥落时, 齿轮传动不平稳, 甚至产生冲击。

3) 轮齿折断常见的原因: 由于使用操作不当所造成, 如突然猛加油门等, 或是制造齿轮的材料不好, 热处理不合格等。发生断齿后, 柴油机不能起动工作。

(2) 正时齿轮的鉴定与处理 有下列情况之一, 应更换新齿轮:

- 1) 齿轮轮齿产生裂纹或断裂。
- 2) 齿轮齿面疲劳剥落, 剥落面积达到工作面的 20%。
- 3) 齿轮齿面磨损, 轮齿啮合间隙超过 0.5mm。
- 4) 齿轮内孔磨损量超过 0.05mm 以上时。
- 5) 键槽宽度磨损, 超过极限 0.08mm 以上时。

(3) 齿轮的修复

1) 对于齿轮表面的轻微斑点、剥落及磨损痕纹, 可用油石修磨平整后继续使用。

2) 齿轮磨损, 啮合间隙超过极限时, 可采用直流电焊机, 高碳钢或普通堆焊焊条堆焊, 对齿轮的全齿进行修复, 即一个齿、一个齿地堆焊, 再一个齿、一个齿地加工成形。此种方法费工费时, 很不合算, 故很少采用, 这里就不作介绍。

3) 断掉个别轮齿的修复。

① 焊前应用汽油将断齿部位的油污清洗干净, 必要时, 用手砂轮机磨去残缺的疲劳层。

② 用直流电焊机, 低碳钢焊条和锰钢堆焊焊条, 焊条直径为 $\phi 3.2\text{mm}$, 焊接电流为 90 ~ 100A。

③ 堆焊方法: 先用低碳钢焊条堆焊齿根, 焊层高度堆至全齿高的 1/3; 再用锰钢堆焊焊条(或普通堆焊焊条)堆焊其余 2/3 齿高的部分(即齿面和齿顶部分); 堆焊的宽度要比齿轮的厚度大 2mm 左右, 便于焊后加工修整。堆焊时要注意控制温度, 不要一次把一个齿堆焊完, 要分几层堆焊, 每焊完一层后待冷至 65℃ 以下再焊一层, 以提高焊层的硬度, 使轮齿更加耐磨。

④ 按轮齿的形状, 用手砂轮机对焊后的轮齿进行打磨, 逐渐将轮齿磨削成形, 再用锉刀、油石修整, 随时用标准牙形试测, 使形状接近于原来轮齿的模样。否则, 齿轮在传动时会产生啮合不均, 因受力过大再次断牙。标准牙形试测如图 9-27 和图 9-28 所示。

⑤ 整形后加热淬火。

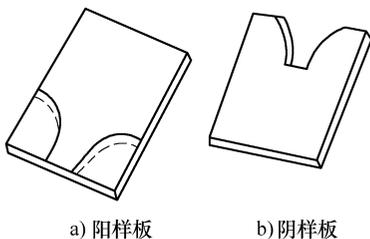


图 9-27 测量齿轮用的阳样板和阴样板

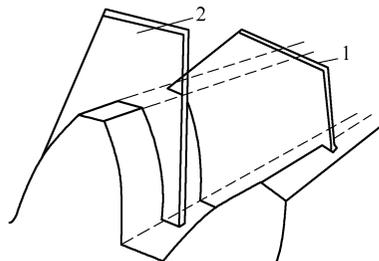


图 9-28 用样板检查齿形

1—阳样板 2—阴样板

燃油供给系统是柴油机中一个极为重要的系统，柴油机产生的故障 60% ~ 70% 来自于燃油供给系统，其产生故障的原因，主要是精密零件和调速器主要零件的磨损。本章着重介绍喷油泵、调速器、喷油器零件的检查、鉴定与维修。

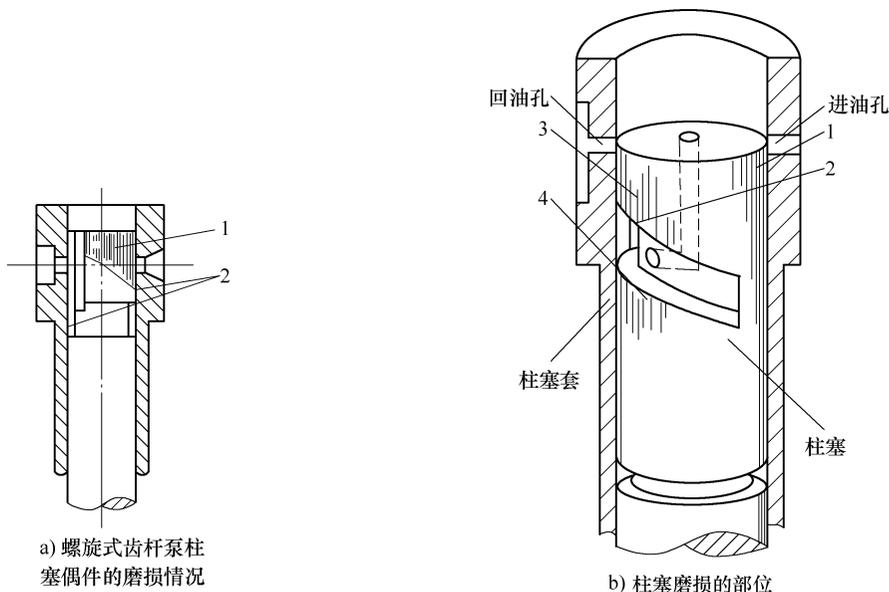
一、喷油泵的修理

1. 柱塞偶件

(1) 柱塞偶件常见的缺陷及产生原因。柱塞偶件是柴油机中最精密的零件之一。常见的缺陷如下：

1) 柱塞偶件磨损不均匀，集中在局部的工作表面上，使磨损部位的表面划出一条条擦伤沟痕，其深度大于柱塞偶件的间隙。

2) 柱塞头部和柱塞套进油孔处相对表面的磨损，如图 10-1 所示。磨损的特征：柱塞头部磨损最为严重，其磨损表面呈轴向的擦伤沟痕，靠近顶端沟痕宽而且深，往下逐渐变得浅而又窄，直至消失；而柱塞套进油孔处的磨损最大处一般产生在油孔的上方和下方，孔上方磨损多于孔下方磨损。



1—柱塞斜槽上方磨损 2—套筒内壁进油孔附近磨损 1—头部 2—螺旋停供边 3—边梁 4—下棱边

图 10-1 柱塞偶件的磨损情况

3) 柱塞斜槽停供边棱角和柱塞套回油孔处相对表面的磨损,如图 10-1 所示。磨损的特征:柱塞斜槽停供边棱角磨损也比较严重,仅次于柱塞头部,停供边磨损后使直角棱边变圆,边缘附近还有被磨料擦伤的小沟痕。柱塞斜槽的下棱边及其以下的表面也有轻微的磨损;而柱塞套回油孔处在孔的一侧磨损较重。

4) 柱塞的直槽或过梁部位、下肩部位也有一定的磨损。

5) 柱塞和柱塞套的整个工作表面也有轻微的磨损。

上述 2)、3)点几个部位的磨损影响最大,4)、5)点几处的磨损影响不大。

磨损的主要原因:燃油中有机械杂质,或者是柴油过滤不好、沉淀时间不够,含有的杂质较多,使这些杂质成为磨料;柱塞在上、下运动时,机械杂质就以其本身棱角来“刨削”柱塞和柱塞套。还有高压、高速的柴油不断地冲刷,使柱塞和柱塞套磨损。

柱塞副偶件是柴油机喷油泵产生高压的机构,其正常的配合间隙应为 $0.0015 \sim 0.0020\text{mm}$,表面粗糙度为 $0.02 \sim 0.05\mu\text{m}$,才能保证足够的压力。如果柱塞偶件磨损,配合间隙超过极限时,高压柴油会从过大的间隙泄漏,使供油压力下降,供油量减少,供油时间滞后、结束时间提早,缩短了供油时间。还会导致喷油器滴油、雾化不良,排气冒烟,严重时造成柴油机动动力下降,不易起动;柴油泄漏会冲淡油底壳的机油,使耗油量增加。

(2) 柱塞偶件的检查、鉴定

1) 外观检查。用肉眼或借助放大镜,观察柱塞头部表面是否有磨损严重的沟槽。即原来表面很光滑,磨损后成一条条宽窄、深浅不同的沟槽;原来表面如镜面、有反光,磨损后呈白色、无反光;柱塞斜槽停供边、直槽棱角、下肩部分是否磨成倒圆角;柱塞套内表面是否有锈蚀和深的划痕等情况。

2) 滑动性试验,如图 10-2 所示。柱塞偶件放在清洁柴油浸泡后,用左手的手指拿住柱塞套,使柱塞尾端向上,且有一定的倾斜度,即使柱塞套的中心线与水平线的夹角为 $50^\circ \sim 60^\circ$ 。用右手的手指捏住柱塞尾端并抽出约 $1/3$,然后放开,柱塞就靠自身的重量而往下滑,匀速缓慢地落在柱塞套的支承面上。再将柱塞提起,转动一个角度后放开,得到同样的结果,说明柱塞偶件滑动性能良好,可以使用。如果柱塞往下滑时速度很快,则说明柱塞偶件间隙过大;如果柱塞往下滑时有阻滞现象,装入喷油泵后,则影响油量调节齿杆移动的灵活性。

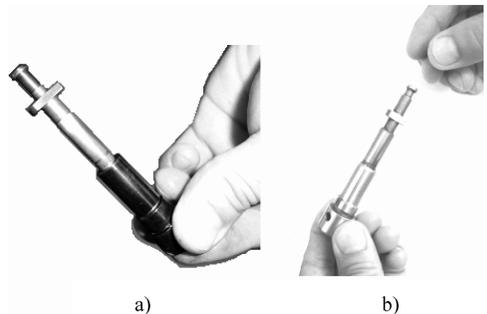


图 10-2 滑动性试验

3) 密封性简易试验,如图 10-3 所示。左手捏住柱塞套,且用拇指、食指、中指分别堵住柱塞套的进油孔、导向孔、回油孔,用右手的手指捏住柱塞尾端,并转动柱塞使其在最大供油位置,同时抽出柱塞不露出柱塞套油孔为止。若此时感觉到有真空吸力,且在放手时柱塞能迅速地回到原位,则说明柱塞偶件的密封性尚好,磨损较小,可继续使用。

4) 在车上检查。用一个良好的喷油器,将其压力调整到 20MPa ,然后,把它接在高压油管上,使油门置于最大供油位置,摇转曲轴,使喷油泵供油。若喷油器不喷油,则说明柱塞偶件已经磨损,不能建立足够的油压。

5) 测定供油压力法。新的柱塞偶件供油压力可达到 50 ~ 60MPa。当柱塞偶件磨损时,其严密性下降,供油压力也随之降低。因此,可通过测定供油压力来检查柱塞偶件的严密性,借以鉴定能否用之。测量方法在前面已经阐述,这里不再重复。

(3) 柱塞偶件的修复

1) 出油阀座和柱塞套的接合面划痕、漏油的研磨修复。将柱塞偶件清洗干净,在出油阀座和柱塞套的接合面上涂抹薄层牙膏,两个端面即可进行互相研磨,直到把接合面上的划痕、损伤或凹陷消除为止。



a)

b)

图 10-3 密封性简易试验

2) 柱塞偶件磨损过大,使配合间隙超限,一般情况下都不予修理,应更换新偶件。可将更换下来的旧柱塞偶件清洗干净,涂上防锈油后妥善保存,待积少成多,就可以互相选配、互研。

3) 选配与互研方法。选配条件是柱塞能稍紧地插入柱塞套筒的 1/4 ~ 1/3 长度,最短不超过 1/5 长度,即可配对成副,再将选配好的柱塞偶件加入细研磨膏进行配研。互研转速为 200 ~ 250r/min,柱塞往复移动速度为 30 ~ 40 次/min,其伸出柱塞顶端的长度不应超过磨具全长的 1/4。研磨得差不多后,将柱塞偶件清洗干净,并在柱塞上涂以柴油,插入柱塞套筒内孔的 1/3 长度。如果柱塞在垂直和倾斜 45° 位置下,能缓慢自如地滑到尽头,即可认为合适,再经过密封试验合格后可装配使用。

2. 出油阀偶件

(1) 出油阀偶件常见的缺陷及产生原因 出油阀也是喷油泵中一个重要的偶件,常见的缺陷是在出油阀芯锥形面和减压环带、出油阀座锥形面和孔内壁的磨损。磨损的特征:①出油阀芯的圆锥密封环带和它相对的阀座锥面上出现环状沟痕;②出油阀芯的减压环带圆柱面上出现上大下小的锥形磨损,同时环带表面呈现明显的轴向划痕,而出油阀座导向孔的减压环带工作区域出现轴向划痕;③出油阀芯“十字”导向部分及阀座导向孔的磨损,磨损较轻。出油阀偶件磨损的部位如图 10-4a、b 所示。

磨损的原因有柴油中磨料的磨削作用,液体冲刷作用以及阀芯与阀座的撞击作用等。

(2) 出油阀偶件磨损后的影响

1) 出油阀的密封锥面磨损严重,高压油管中的柴油在出油阀关闭时会从密封锥面处倒漏进喷油泵内,使高压油管中柴油的剩余压力降低,喷油泵下次供油时,高压油管的油压建立迟缓,从而使喷油器针阀不能迅速开启,导致喷油时间延迟,喷油量减少,雾化不良和滴油。

2) 出油阀的减压环带磨损过大,不能提前切断油路,减压作用降低,高压油管中柴油的剩余压力较高,使喷油器的针阀下降缓慢,断油不干脆,甚至出现喷后滴油。同时,还使喷油时间提早,喷油量增多,燃烧恶化,造成柴油机工作粗暴,引起敲缸,加剧机件的磨损。

3) 出油阀导向部分与阀座导向孔磨损后,间隙加大,使出油阀芯上下运动时产生晃

动，妨碍密封锥面的对中，致使接触带偏斜，密封性变差、加剧泄漏，同时也会导致减压环带偏磨。

(3) 出油阀偶件的检查、鉴定

1) 外观检查。用肉眼或借助放大镜观察出油阀芯的密封锥面和减压环带。密封锥面的接触带是否呈环状凹陷，表面的粗糙度是否明显下降；减压环带圆柱面是否有严重的呈乳白色的纵向划痕。一般密封锥面的接触带宽度超过 0.5mm，减压环带有严重的呈乳白色的纵向划痕，即划痕密集到看不见原来的金属光泽时，则应更换新偶件。

2) 在车上检查。

方法一：对于单缸柴油机来说，拆下高压油管与喷油器接头螺母，使高压油管出油口朝上，顺时针转动飞轮，当观察到油管口有油溢出时，逆时针迅速转动飞轮约 90°，观察油管口油面的情况。若油面被倒吸下降，说明出油阀锥面磨损严重，引起密封不良，应予更换。其理由是，当逆时针迅速转动飞轮约 90°时，曲轴正时齿轮带转凸轮轴正时齿轮，凸轮轴凸轮离开喷油泵的挺柱体滚轮，因柱塞弹簧的作用，使弹簧下座带动柱塞往后退，切断供油，柱塞套内孔上方油腔产生压差，出油阀关闭。此时，若出油阀的密封锥面良好，高压油管的柴油不能通过出油阀的密封锥面，油面就不会被倒吸而下降；若出油阀的密封锥面磨损严重，高压油管的柴油则通过出油阀的密封锥面，被吸进柱塞套内孔上方的油腔，使高压油管的油面下降。

方法二：对于单缸柴油机来说，拆下高压油管，将油门放在最大供油位置，顺时针慢慢转动飞轮，当观察到喷油泵出油口有油溢出时，即停止转动飞轮，等待 2min 左右，观察喷油泵出油口是否再有柴油溢出或滴漏。如喷油泵出油口无柴油溢出，则说明出油阀锥面密封性良好，可继续使用。其理由是：此时，柱塞处于供油终了位置（柱塞上行至回油位置，其斜槽露出回油孔），柴油会顺着柴油滤清器→低压油管→喷油泵外壳与柱塞套之间的内腔→柱塞套回油孔→柱塞斜槽→柱塞直槽（或柱塞中心回油孔）→柱塞顶部上方→出油阀导向孔→出油阀密封锥面流动。若密封锥面良好，没有柴油漏出；若密封锥面磨损，柴油会从锥面漏出。

方法三：卸下高压油管，再卸下出油阀紧帽及出油阀弹簧，用拇指用力顶住出油阀芯，将油门放在最大供油位置，减压后摇转曲轴。当喷油泵供油时，感到拇指的力量顶不住而把出油阀顶起，表明出油阀偶件尚好；若感到顶力不大，顶起的高度很小，表明出油阀偶件已磨损；若感到没有顶力，柴油从密封锥面处呈雾状喷出，表明该偶件磨损严重，应予更换。

方法四：对于多缸柴油机来说，将被检查的某缸喷油泵上的高压油管卸下，油门放在停止供油位置，用输油泵泵油，若观察到喷油泵出油口有柴油溢出，则说明出油阀锥面密封不良，应予更换。

3) 用简易方法检查。

检查密封锥面。用大拇指和中指拿住出油阀座，食指按住出油阀芯，用嘴吸出油阀座下平面孔，并移于嘴唇，若能吸住，说明密封良好。

检查减压环带。用手指抵住出油阀座下孔，将出油阀芯放入阀座中，当圆柱形减压带进入阀座时，轻轻按下阀芯，若感觉到空气压缩力，松手时，阀芯还能弹上来，说明密封性良好，如图 10-4c 所示。

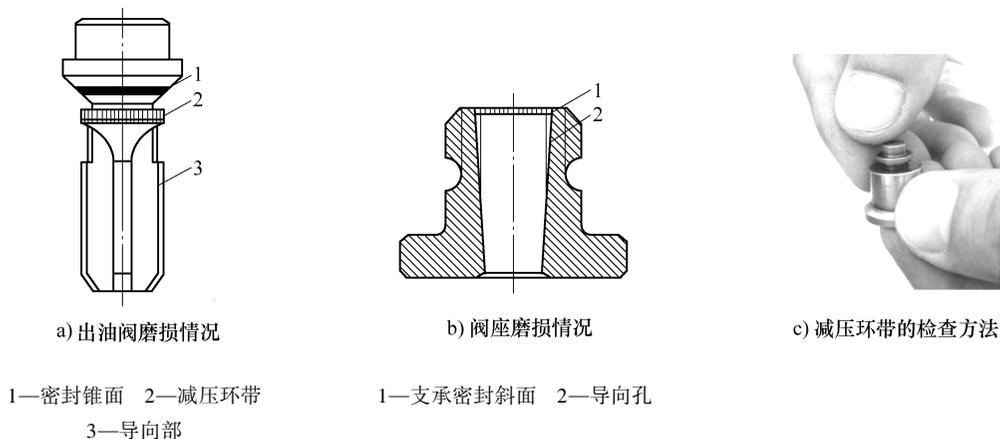


图 10-4 出油阀偶件的检查

4) 仪表测量法。详见书中前面所述, 这里不再重复。

(4) 出油阀偶件的修复 出油阀密封锥面磨损、漏油, 可用下述研磨方法修复: 用一点机油与氧化铬细研磨膏混合均匀后, 将研磨膏薄薄地涂在阀芯锥面上, 再把阀芯放入阀座孔中, 然后, 将出油阀偶件颠倒过来使阀芯朝下, 以防止在研磨过程中, 使研磨膏落入导向孔柱面内, 致使减压环带被磨削。左手捏住阀座, 右手捏住阀芯不断上下运动研磨, 隔 20~30s 旋转一个位置, 研磨时间为 1~2min, 直到把划痕、损伤消除, 锥面上呈现出均匀而呈暗色的连续环带为止。用柴油将零件清洗干净, 按技术要求安装试验。否则应更换新件。

(5) 出油阀垫圈磨损后, 对喷油泵的影响 出油阀垫圈安装在出油阀座与出油阀紧帽之间。由于多次拆装, 会使出油阀垫圈平面出现磨损、凹陷、周边上翘、安装面不平缺陷。若安装面不平, 会引起出油阀座和柱塞套的接触面不严、压不紧而漏油, 使供油压力下降, 造成柴油机起动困难或不能起动工作。由于出油阀垫圈不平, 出油阀紧帽拧紧后, 压紧力偏斜, 使出油阀座压在柱塞套端面压力不平衡, 致使柱塞发生倾斜, 拨动喷油泵的齿条时, 齿圈带动柱塞转动不灵活, 甚至卡死。若松开出油阀紧帽后, 拨动喷油泵的齿条时, 柱塞转动灵活, 可能是出油阀垫圈不平。此时, 应拆下出油阀垫圈, 检查座圈是否良好、平整、清洁。

当发现出油阀垫圈损坏或变形时, 必须及时更换新件, 换上的新件必须是铜质或尼龙材料制成的, 不准用其他材料来代用。

3. 传动机件

(1) 挺柱体(滚轮体部件)的检查 检查滚轮及内衬套与滚轮销配合是否松动, 它们之间的总间隙规定为 0.011~0.10mm; 滚轮在滚轮销上旋转是否灵活; 挺柱体在油泵壳体孔上下运动应自如、灵活、不许卡滞, 配合间隙一般在 0.02~0.10mm。滚轮体部件如图 10-5 所示。

(2) 弹簧的检查 检查柱塞弹簧是否有裂纹、磨损或扭曲。如有裂纹或扭曲超过 1mm 时, 应换用新件, 其弹力应符合技术要求。

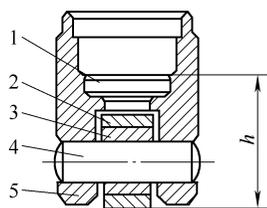


图 10-5 滚轮体

1—调整垫块 2、3—滚轮
4—滚轮轴 5—滚轮架

(3) 弹簧下座的检查 对于齿杆式喷油泵而言, 柱塞脚与弹簧下座凹槽内应稍有松动, 有一定的轴向间隙, 要求在 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 之间。若无间隙, 油泵组装后, 当拨动齿杆侧向直线运动时, 齿圈就带动柱塞转动, 则使柱塞脚与弹簧下座凹槽产生摩擦阻力, 会引起调节齿杆运动发涩。

4. 油量调节机构

1) 对于齿杆式喷油泵而言, 应检查调节齿杆轴颈与油泵壳体孔的配合间隙, 其间隙一般在 $0.032 \sim 0.100\text{mm}$ 。超过规定值时, 应予换新。

2) 检查调节齿杆与调节齿圈的配合间隙, 应不超过 0.10mm , 超过时应换用新件。若齿条和齿圈的轮齿有损伤或起毛刺, 可用整形锉修整, 使运动灵活自如即可。

二、调速器的修理

小型单缸柴油机的调速器有两种: 一种是飞球式调速器, 另一种是飞锤式调速器。调速器多数是运动件, 在工作中会产生磨损, 磨损会使配合件配合间隙增大, 致使调速器的灵敏度下降, 调速作用降低, 引起柴油机转速不稳, 转速忽高忽低, 油门置于最大供油位置则达不最高转速, 使柴油机的输出功率降低。若调速器零件卡滞, 油门失去控制, 易发生“飞车”事故。

1. 飞球式调速器

(1) 飞球式调速器常见的缺陷 常见缺陷包括: 调速器弹簧弹力减弱; 调速臂方孔与调速杆接头磨损; 调速杆与齿轮室盖壁孔磨损; 调速杆与调速杠杆联接松动; 调速杠杆长臂拨叉槽与齿条凸柄磨损, 使间隙增大; 调速杠杆短臂圆弧面磨损, 使其圆弧面与推力轴承轴向间隙增大; 钢球和滑盘磨损; 调速滑盘和自身轴套松动; 调速支架滑槽磨损; 调速齿轮轴和衬套磨损; 调速齿轮端面、钢球的运动轨迹磨损。飞球式调速器如图 1-74 所示。

(2) 飞球式调速器的检查与维修

1) 当柴油机转速低于额定转速时, 可在转速表监测下, 通过调整调节螺钉来恢复其额定转速。若调速弹簧弹力减弱, 应更换新件。

2) 调速臂方孔与调速杆接头磨损后松动, 可用电弧焊修补, 再用锉刀锉削恢复原来的尺寸和形状。

3) 调速杆与套(齿轮室盖上的套)磨损, 会使调速杆在套中产生下沉和摆动, 造成调速器失灵, 起动困难。检修的方法: 在调速杆凸缘台肩下面加一个 $2 \sim 3\text{mm}$ 厚的垫圈, 调速杆的下沉量即可排除, 使调速杆上升到原来高度的位置, 再用 0.5mm 厚的铜皮卷成圆筒, 放入套孔中做衬套, 可减少调速杆的摆动。

4) 调速杆与调速杠杆联接松动时, 应更换圆柱销钉, 重新安装牢靠。否则, 会导致调速杠杆在调速杆轴向上、下窜动, 严重时, 使调节齿杆凸柄从调速杠杆长臂的叉口中脱出, 造成“飞车”事故。

5) 若调速杠杆长臂拨叉槽与齿条凸柄磨损松旷, 也会使喷油泵供油量时大时小, 严重时造成齿杆球头脱离叉口, 引起“飞车”事故。

调速杠杆长臂拨叉槽与齿条凸柄的标准配合间隙是 $0.011 \sim 0.069\text{mm}$, 磨损极限是 0.3mm 。调速杠杆长臂拨叉槽磨损大于 6mm 时, 可用电弧焊修补, 再用锉刀锉削, 以恢复两者的配合关系。也可用 5.5mm 的塞块放在拨叉槽中, 用锤子轻轻敲打(用力过大会引起断

裂或产生裂纹),使拨叉塑性变形,槽口缩小。或者用台虎钳夹紧拨叉,并加压使拨叉冷变形,再用锉刀锉修到原来尺寸。拨叉变形的,应予校正。

6) 调速杠杆短臂圆弧接触点高度要求为7mm,如磨损量超过0.5mm时可用堆焊方法修复,应注意保证短臂两圆弧接触点在同一平面内。否则,不能继续使用。

7) 钢球磨损出现失圆、麻点、剥落等缺陷,应更换新钢球。更换时,注意6个直径16mm的钢球的重量应小于6g。所有的钢球应同时更换,且规格必须与原来相符。装配时,不应在钢球槽内填充润滑脂,否则,柴油机启动后,钢球运动受阻,会导致调速器失灵,引发“飞车”的可能性很大。

8) 滑盘工作斜面磨损,即盘内表面出现麻点,当深度大于0.3mm时,必须适当车削45°工作面。可在车床上利用专用的定心夹具进行车削整形,消除麻点,并在滑盘与推力轴承之间增加适当厚度的垫圈。若滑盘和自身轴套的铆合松动,应更换新件。

9) 调速齿轮上的调速支架钢球座磨损,会造成钢球掉出而发生卡滞现象。调速支架是塑料制品,若滑槽两侧磨损,与飞球的配合间隙大于1.3mm时,应更换新件。

10) 调速齿轮轴和衬套的标准间隙为0.02~0.065mm,磨损极限为0.25mm。调速齿轮轴和衬套严重磨损时,也要更换新件。

11) 调速齿轮与钢球接触面的端面磨损后,可调位使用。即将齿轮在原来方位上各自转过一个适当角度,重新钻固定调速支架的螺孔。对于没有钻孔、攻螺纹条件的,当调速齿轮端面、钢球的运动轨迹磨损,低于平面0.50mm时,应修理或更换新件。

12) 单向推力球轴承的检查。单向推力球轴承的特点是:保持架和滚珠做成一个活络的整体,整个滚珠与两块轴向滚道垫圈配合。检查时,发现有下列现象则不能继续使用:滚道垫圈有剥落和严重的磨损;滚珠有麻点或破碎;保持架破损、变形或与滚道垫圈相触,不能把滚珠牢固收拢。

2. 飞锤式调速器

(1) 飞锤式调速器常见的缺陷 常见缺陷包括:调速弹簧、飞锤弹簧弹力减弱;飞锤销孔磨损;飞锤推脚磨损;调速杠杆与之配合的平面磨损;调速杠杆拨叉槽磨损;推杆上的钢球磨损;拉杆孔和调速杠杆轴磨损等。飞锤部件实物如图10-6所示,调速杠杆部件实物如图10-7所示。

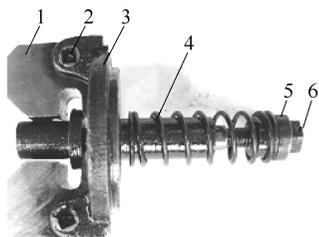


图 10-6 飞锤部件实物

1—飞锤 2—圆柱销 3—飞锤支架 4—调速弹簧
5—弹簧座 6—固定螺母

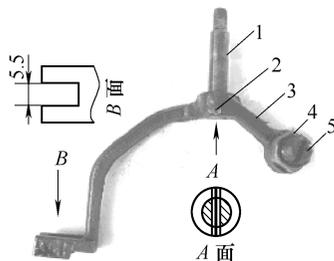


图 10-7 调速杠杆部件实物

1—调速杠杆轴 2—销钉 3—调速杠杆
4—锁紧螺母 5—调节螺钉

(2) 飞锤式调速器的检查

- 1) 检查调速弹簧、飞锤弹簧是否有损伤或变形，其自由长度是否伸长，弹力是否减弱等。
- 2) 检查飞锤、销子、支架销孔三者的配合间隙是否过大，飞锤推脚是否磨损变短。
- 3) 检查推杆上的钢球是否磨损，拉杆孔和调速杠杆轴是否松动。
- 4) 检查所有运动杆件，不应有阻滞、变形现象。

(3) 飞锤式调速器的维修

- 1) 若调速弹簧、飞锤弹簧的弹力减弱、自由长度伸长、变形或损伤，应更换新件。
- 2) 飞锤销孔磨损，配合间隙达到 $0.15 \sim 0.20\text{mm}$ 时，一般更换飞锤或衬套与销子，也可采用加大销轴、销孔镶套的方法修复。
- 3) 飞锤推脚着力面的磨损层达到 $0.20 \sim 0.30\text{mm}$ 时，应补焊锉修至原来轮廓。

飞锤、销子、支架的检修有四项要求：①应保持飞锤衬套的中心位置、支架销孔的中心位置与原中心位置不变；②保证飞锤衬套、销子、支架销孔三者有适当的配合间隙；③保证飞锤推脚的长度与原长度不变；④两飞锤的重量差不得超过 3g 。只有这样，才能使飞锤具有良好的调速性。

4) 轴销铰链连接机构的检修：调速器各操纵连接部位应灵活、紧密，间隙应符合规范。局部间隙过大，应予修复或更换新的连接件。

调速器装配后要求：调速器与喷油泵齿条之间的连接机构及操纵机构，各个相对运动的零件必须动作灵活。否则，查找原因，加以排除。

3. 多缸柴油机喷油泵、调速器的检查与维修

多缸柴油机喷油泵、调速器的检查与维修，一般是在油泵试验台上、有专业维修油泵人员参与的情况下，才进行检测、试验、调整与维修。这里就不作介绍，有兴趣的读者可阅读有关油泵、油嘴维修的书籍。

三、输油泵的故障检修

柴油机上所用的输油泵有两种：一种是膜片式输油泵，另一种是活塞式输油泵。目前，小型多缸柴油机常用活塞式输油泵，其结构如图 1-61 所示。

(1) 活塞式输油泵在工作中常见的故障 常见故障有两个方面：一是供油压力、供油量不足或者无法输油；二是漏油。

1) 供油压力、供油量不足或者无法输油的故障原因：输油泵活塞严重磨损、活塞弹簧弹力减弱或折断、进出油阀密封不严、进出油阀弹簧弹力减弱或折断等。

2) 漏油的故障原因：由于顶杆(或推杆)与导向孔磨损后，配合间隙增大，使活塞后腔的柴油通过磨损的间隙，从泄油孔排出泵外；另一部分柴油还会流入凸轮室，使润滑油变稀。

(2) 输油泵的检查

1) 活塞与泵壳原配合间隙为 0.03mm ，当磨损后使间隙增大到 0.2mm 时，在正常压力和正常转速的情况下，输油量将由 $1.5\text{L}/\text{min}$ 降低到 $0.2\text{L}/\text{min}$ 或更低，输油泵则失效。

2) 顶杆(或推杆)与导向孔原配合间隙为 $0.001 \sim 0.003\text{mm}$ ，因磨损使间隙增大到 0.07mm 时，流失量将达到 $16\text{mL}/\text{min}$ ，输油泵将失去工作能力。

(3) 输油泵的维修

- 1) 当活塞与泵壳磨损后的间隙为 0.2mm 时，须进行修理或更换。

2) 由于进、出油阀不断碰撞阀座, 时间久后阀与座会逐渐磨损, 使阀与座的严密性降低, 输油能力则下降。

当进、出油阀门磨损轻微时, 可直接在平台上研磨修复; 当磨损严重时, 可将阀门先在油石上磨平, 然后, 在平台上涂以细研磨膏进行研磨修复。

3) 无论是活塞弹簧弹力减弱或折断, 还是进出油阀弹簧弹力减弱或折断, 都会使输油泵失去工作能力。此时, 应更换新弹簧。

4) 输油泵挺柱磨损过度, 滚轮和偏心轮磨损, 造成低速供油量不足。排除的方法是, 在挺柱与推杆、弹簧之间增加一个适合的垫片, 或减少输油泵与喷油泵连接处的纸垫。

四、喷油器的修理

喷油器的针阀偶件也是燃油系统的精密零件之一, 其技术状态对燃油喷射质量有决定性的影响。

(1) 喷油器常见的缺陷及产生原因

1) 针阀偶件常见的缺陷: ①倒锥体磨损; ②销针与喷孔的磨损; ③密封锥面的磨损; ④针阀导向部分的磨损; ⑤针阀卡死; ⑥喷孔堵塞。轴针式喷油器针阀偶件的磨损部位如图 10-8 所示, 孔式喷油器针阀偶件的磨损部位与积炭如图 10-9、图 10-10 所示。

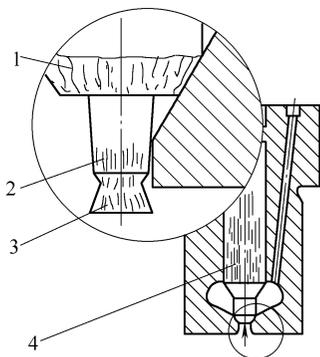


图 10-8 轴针式喷油器针阀偶件的磨损部位

1—针阀密封锥面 2—轴针
3—倒锥体 4—针阀导向面

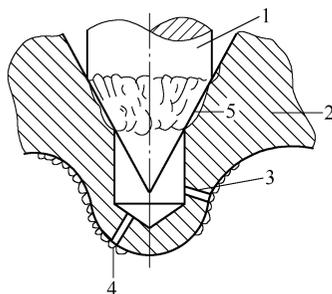


图 10-9 孔式喷油器针阀偶件的磨损与积炭

1—针阀 2—针阀体 3—喷孔
4—积炭及喷孔 5—针阀锥形密封部分的磨损

2) 传动零件的缺陷: 调压弹簧弹力减弱或折断; 顶杆凹坑磨损。

3) 产生缺陷的主要原因: 由于柴油中磨料的刮削、冲刷作用, 以及调压弹簧的冲击等, 使偶件、零件逐步磨损; 假冒伪劣配件、针阀偶件制造质量差, 使之快速磨损; 此外, 因积炭的粘结、高压高温气体的窜入, 或大的磨料卡入, 会引起针阀烧死、卡死等故障。喷孔堵塞, 主要的原因是由于燃烧室大量积炭造成的。

4) 针阀偶件磨损后的危害。

① 密封锥面磨损后, 会引起喷油器雾化质量下降, 喷射后滴油, 燃烧不良, 在针阀上形成积炭。滴油严重时, 使柴油机产生敲缸声, 间断冒黑烟, 功率下降。

② 销针与喷孔的环状磨损后, 间隙加大, 柴油通过时的流速降低, 造成雾化不良; 销针和喷孔表面磨损成小沟痕, 致使喷油器喷油时形成油束, 雾化不良, 油粒变粗, 造成柴油燃烧不完全, 柴油机冒黑烟, 缸内大量积炭。

③ 倒锥体磨损后，使喷油器喷出的燃油雾化锥角增大，柴油往往喷射至燃烧室壁，也会引起柴油燃烧不完全。

④ 针阀体导向孔和针阀导向圆柱面磨损后，配合间隙增大，喷油泵送来的高压柴油便由此泄漏，使喷油器的回油量增多，喷油量减少，喷油时间滞后，针阀开启压力降低，雾化不良和滴油等。

⑤ 针阀卡死。

a. 针阀卡死的原因：喷油器头部直接与高温气体接触，若喷油器雾化不良，导致柴油燃烧不完全，缸内大量积炭就粘结在喷油嘴上，使喷油嘴产生过热，造成针阀卡死；供油过晚，柴油机过热，使喷油器受热而烧死；针阀和阀体磨损后，使高温气体窜入磨损的间隙里，导致针阀卡死；喷油器安装不当，喷油嘴与缸盖孔处漏气，使喷油嘴局部受高温而卡死。

b. 针阀卡死的危害：如果喷油器针阀卡死在打开位置，柴油则以油束状喷入燃烧室，不雾化的柴油燃烧不完全，柴油机排气冒黑烟；严重时使未燃烧的柴油流入油底壳，使机油变稀，影响机器的润滑；高温气体还从喷孔处窜入针阀和阀体间隙，由此进入油箱，使油箱冒气泡。如果针阀卡死在关闭位置，柴油就不能喷入气缸，单缸机就不能工作，多缸机则转速降低，在燃油系统中产生严重的敲击声。同时，由于高压柴油喷不出去，柱塞偶件又不断地压油，高压油反作用于出油阀和柱塞偶件，导致喷油泵偶件快速磨损，缩短其使用寿命。

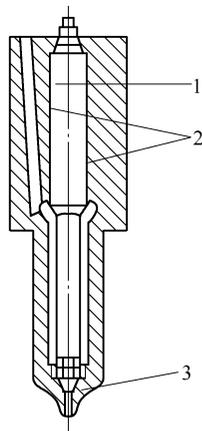


图 10-10 孔式喷油器针阀偶件的磨损

- 1—针阀圆柱导向面磨损
- 2—针阀座内壁磨损
- 3—密封锥面磨损

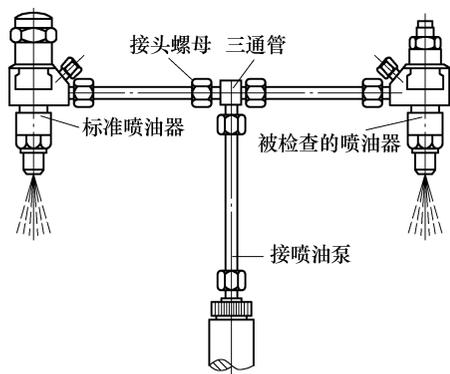
(2) 针阀偶件的检查、鉴定

1) 外观检查。用 10 倍以上的放大镜观察针阀易磨损的部位。检查锥面接触环带是否磨损加宽到 0.5 ~ 1mm，锥形表面是否有沟痕、麻点和凹陷，原来的光泽是否变色、变黑，烧蚀时呈蓝色；导向柱面是否磨损有密集沟痕、光泽是否均匀；阀座的喷孔是否磨损变成椭圆等。

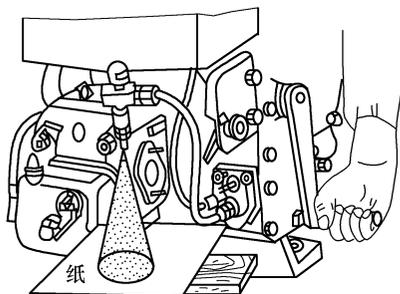
2) 用压力表在机上检测喷油压力。用一个三通管，一端接在喷油泵的出油口上，另一端接上被检测的喷油器，三通管的中间接头联接一个 50 ~ 60MPa 的压力表；然后，将柴油机的油门放在最大供油位置，摇转曲轴，使喷油器向外喷油，同时，观察压力表上的读数和喷油器的雾化程度。若喷油质量差和压力过低或过高，就松开锁紧螺母，用螺钉旋具拧进或拧出调压螺钉。195 型涡流式柴油机的标准喷油压力为 (12 ± 0.5) MPa，据检测，当喷油压力低于 10MPa 时，燃油消耗量即可上升 10 ~ 20g/kW · h。

3) 在缺乏测量仪器的情况下，先将调好的标准喷油器与被检测的喷油器，安装在三通管的两侧接头；再拆下柴油机上的高压油管，使高压油管转一个角度，然后，将高压油管接在三通管的中间接头，使标准的和被检测的两个喷油器油嘴露在机外，如图 10-11 所示。将油门置于最大供油位置，摇转曲轴使喷油泵供油，检查确认三通管的接头密封好、无漏油后，观察比较标准喷油器与待检修的喷油器的雾化程度。如果两喷油器同时喷油，则表明喷油压力正常；如果被检测喷油器喷油过早，则表明喷油压力过低，应进行调整。如果被检测喷油器喷油时发出一种清脆的响声，并雾化良好、油粒均匀，断油干脆、无滴油，则说明被检测喷油器良好，可以继续使用。

4) 滑动试验。将喷油器放在清洁柴油中浸泡后取出，把针阀装入阀体，使阀体倾斜约



a) 用标准喷油器对比检查



b) 在发动机上检查喷油器

图 10-11 喷油器的检查

45°~60°，抽出针阀全长的1/3，松手后针阀能靠其自重缓慢匀速地落入阀体内。再将针阀抽出，并转动针阀，在三个不同位置试验时，针阀都能顺利地落入原位，不出现卡阻现象，说明该喷油器良好；若有卡阻现象和下落过快，说明针阀导向部分拉毛或磨损间隙过大，不能使用。滑动试验如图10-12所示。

(3) 在喷油器试验器上检查与调整喷油器 在喷油器修理或组装好后，都要对喷油器进行检查与调整，最好在专用的喷油器试验器上进行。喷油器的检查与调整主要有密封性试验、喷油压力、雾化质量和喷雾锥角等四项。自制的喷油器试验器如图10-13所示。



图 10-12 滑动试验

1) 密封性试验。将喷油器装在喷油器试验器上，均匀缓慢地用手柄压油，同时增加弹簧预紧力，直到油压在23~25MPa压力下喷油为止，观察压力自20MPa降到18MPa所经历的时间，应为9~20s。如果所经历时间少于9s，可能是接头处漏油、针阀体与喷油器体平面配合不严、密封锥面封闭不严或导向部分磨损等原因引起。

2) 喷油压力。先用扳手将喷油器调压螺钉的锁紧螺母松开，再将喷油器往试验器上安装；然后，以60次/min的速度压动试验器手柄，同时观察在喷油开始时压力表指针所指的的压力，此压力值就是喷油开启压力，应符合规定值。

若喷油压力不符合要求，应用螺钉旋具拧动调压螺钉调整。顺时针拧入调压螺钉，喷油压力则升高；逆时针退出调压螺钉，喷油压力则降低。轴针式喷油器调整到11.76~12.25MPa，长型孔式喷油器调整到16.66~17.64MPa，以保证其喷雾和射程合适。在柱塞偶件与针阀偶件技术状态良好的情况下，可将喷油压力调至上限值；在磨

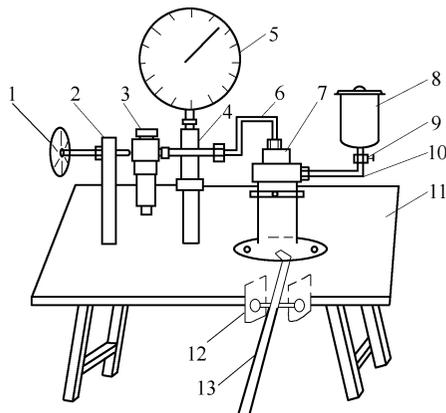


图 10-13 用自制的喷油器试验器调整喷油器
 1—固定螺栓 2—短角钢 3—喷油器 4—三通管
 5—压力表 6—高压油管 7—喷油泵 8—小油杯
 9—油杯开关 10—油管 11—铁板
 12—凸耳 13—泵油杠杆

损较大的情况下，可调至规定值的下限。

在试验调整中，喷油器进油口接头处、喷油嘴与喷油器体接合面处不得有渗漏现象；拧紧调压螺钉的锁紧螺母时，要用螺钉旋具固定调压螺钉，使之不能转动。

多缸柴油机，同一组喷油器的压力应一致，相差不得超过5%，否则应重新调校。

3) 雾化质量。

① 雾化质量的检查。一般用目测方法，可在检查喷油压力的同时，观察其喷油雾化状况。喷雾要细碎均匀，不偏射，无油束；喷油时，应发出清脆的喷油声；断油应干脆利落，无滴油，即经几次喷射后喷油器喷孔附近仍应干燥没有湿润，或在连续喷油20次后其喷孔处微有潮润。

② 根据喷油响声判断喷雾质量。轴针式的喷油器，喷油开启压力较低，一般在12~15MPa之间，喷油的声音比较清脆，常发出“唧”声；而孔式的喷油器，喷油开启压力较高，一般在17~22MPa之间，喷油的声音好像爆破声，常发出“砰”声。

4) 喷雾锥角。不同型号的喷油器，应符合各自喷雾锥角的规定标准。喷嘴磨损时，喷雾锥角会发生变化。小型单缸柴油机，喷油器垂直向下，以喷到距离喷孔200mm外白纸上的油痕直径为14~42mm为适宜。

常见单缸柴油机喷油器的喷射压力值见表10-1。

表 10-1 常见单缸柴油机喷油器的喷射压力值

柴油机 型号	R180、 S180	R185、 185	S195、 S1100	X195、 L195	195T	ZH1105W
喷油压力值/ MPa	13.7 ± 0.5	13.7	13 ± 0.5	12.5 ± 0.5	13 ± 1	18.6 ± 0.5
柴油机型号	160F 165F	170F	R175A	JC190	ZS1115 ZS1110	ZH1125
喷油压力值 /MPa	12.7 ± 0.5	12.25 ± 0.49	14.2 ± 0.5	13.7 ± 0.5	18.3 + 0.98	20.09 + 0.49

(4) 喷油器故障排除与检修

1) 喷油器的拆卸与清洗。

① 喷油器的拆卸。

a. 从缸盖上拆下喷油器：先用扳手拆下两只固定螺母，取下喷油器压板，再用活扳钳住调整螺钉护帽，拧动，然后，用杠杆插入喷油器壳体与气缸盖之间，将喷油器总成撬出。

b. 从喷油器总成拆下喷油嘴偶件：先在台虎钳的钳口上垫铜片或铝片，再将喷油器总成夹在台虎钳上，然后，用梅花扳手套入喷油器紧帽，把喷油器紧帽与喷油嘴卸下。

c. 必要时，拆下喷油器护帽，卸下调整螺钉，取出弹簧、顶杆。

② 喷油器的清洗。

a. 除喷油嘴偶件外，将其余零件全部泡在柴油中，清刷残渍、油污时，须注意喷油器壳体的端面，不能被划伤。

b. 喷油器体油道、针阀体油道可用压缩空气吹通，必要时用竹签插入疏通。

c. 喷油嘴偶件要在清洁的柴油或汽油中清洗，即将针阀体和针阀在清洁的柴油中来回抽动，用浸过柴油的毛刷或清洁布料清洗并除去针阀外部的积炭。

d. 喷油嘴喷孔堵塞时，可将其放入柴油中浸泡一段时间，然后，用削光的竹签或直径小于



喷孔直径的铜线插入清洗，并用注射器吸取柴油冲洗。严禁用铁线或钢线插入，以防损伤喷孔。

2) 喷油器漏气故障的排除。喷油器装入气缸盖座孔时，因铜垫圈或铜锥体接触面不平、有残留积炭，座孔接触面上有脏物杂质，或固定喷油器的两只紧固螺母拧紧力不平衡，使喷油器安装后偏斜，致使喷油器与气缸盖座孔密封不良。柴油机工作时，压缩气体会从密封不良的缝隙漏出，导致气缸压力不足。

排除的方法：检查喷油器与气缸盖间的密封垫圈是否完好或漏装，若损坏或漏装，应予以更换新垫圈或补装；将安装孔、铜垫圈的接触面清理干净，装入喷油器拧紧两只固定螺母时，应轮流分几次均匀拧紧。

3) 喷油嘴滴油的检修。喷油嘴滴油主要是因针阀与针阀体密封锥面磨损而引起的。检修的方法：把针阀偶件清洗干净后，将针阀抽出，在密封锥面涂少量机油（磨损大的可涂牙膏或氧化铝研磨膏），再将针阀装入阀体，然后两手分别捏住针阀和针阀体相互对研，并相对转动，以保证研磨均匀。清洗，涂上研磨膏，再研磨，直至密封锥面光滑贴合、不滴油为止。喷油嘴的研磨如图 10-14 所示。

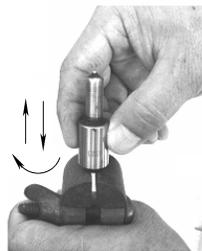


图 10-14 喷油嘴的研磨

喷油嘴接合面的积污应在玻璃板上（涂以牙膏）磨净磨平，使它和喷油器体的接合面贴合严密，以防漏油。

4) 针阀卡死的检修。当喷油嘴积炭粘结时，先用木棒或铜棒从各个方向敲击、振动阀体，再用台虎钳夹住针阀体，然后用钳子夹住针阀的尾端，一边转动，一边往外拔，取出后用竹片刮去积炭，清洗后用机油研磨几下即可安装调试。

当喷油嘴烧死针阀难以拔出时，可将喷油嘴放入机油中加热到 $120 \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，取出喷油嘴夹在台虎钳上，再用手钳夹住针阀的尾端，边转边使劲拔出。

5) 喷油嘴喷孔磨损的修理。喷油嘴喷孔磨损后，使喷孔增大，会影响喷油质量。对于轴针式喷油器来说，修理的方法是，在针阀体喷孔上面放一直径为 $5 \sim 10\text{mm}$ 的钢球，用锤子击打钢球，针阀体金属局部塑性变形，达到缩小喷孔的目的，如图 10-15 所示。缩孔后，将针阀和针阀体进行研磨。

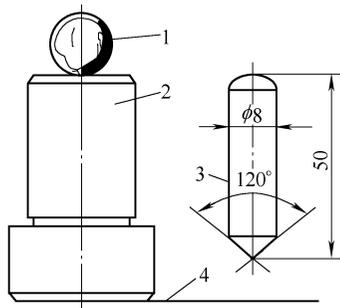


图 10-15 喷孔冲缩及工具

1—钢球 2—针阀体 3—冲头 4—平台

6) 喷油器雾化不良的检修。喷油器雾化不良的原因：针阀和针阀体的密封锥面、导向柱面磨损过大；喷油器弹簧弹力减弱或折断，顶杆凹坑磨损；喷孔积炭或针阀卡死；喷油泵供油压力低，不能满足喷油器的开启压力等。根据上述的故障原因，检查、诊断，并加以检修或更换。修磨针阀头部的形状如图 10-16 所示。

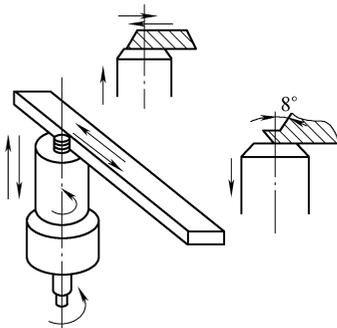


图 10-16 修磨针阀头部的形状

五、油箱的焊补修理

油箱产生裂纹或破洞时，可用下述两种方法修补。

- 1) 当油箱的孔洞或裂纹较小时，可用刮刀或砂布将漏油处表面打光，露出新金属，然后涂上焊剂，用烙铁进行锡焊。或者使用环氧树脂、聚酰胺树脂等胶粘剂进行胶补。
- 2) 当油箱的破洞较大时，可用氧-石油液化气进行焊补。

小知识

焊补油箱时为什么要清洗油箱？

据有关部门试验得知，油箱内的储油使用完后，里面总是剩余少许油料；还有油箱长期使用后，里面会堆积一层油垢。油箱内这些残留的油料和油垢，遇热就会蒸发，遇火就会爆炸。例如：用过的200L油桶内的残存油料一般有500~1000g。假如不将残存的油料洗净，就进行焊补修理，电焊或气焊会产生高温、火花，使油箱内的油料燃烧而发生爆炸。为此，必须采取措施，防止油箱爆炸：一是采用化学清洗方法，将油箱内的残留油料和油垢清除干净；二是在焊补过程，设法降低油箱及其内部空气温度。

焊补油箱的操作步骤如下：

- 1) 按比例将1:10的烧碱和热水混合后，就配制成碱性溶液；将碱性溶液从加油口注入油箱内，不停地来回晃动油箱，使残留油料和油垢溶化，把废溶液倒出，再注入新的碱性溶液，继续进行清洗。反复清洗几次，尽量把油垢除净。如果是单缸柴油机，应拆下油箱开关座，取出油箱内的柴油粗滤器；如果是多缸柴油机，应拆下放油开关，然后用自来水连续冲洗。同样，用水反复清洗几次，直至把油污洗净为止。
- 2) 将油箱放在通风处晾干，直到闻不出有油的气味时，即可按焊补工艺施焊。
- 3) 用刮刀把漏油处的油漆刮净，若漏油处起锈，要用砂布磨光。
- 4) 使油箱漏油的部位朝上，没有缺陷的部位朝下；将冷水灌入油箱内，使油箱的水位大约是油箱容积的1/2~2/3，再进行气焊。也可在油箱内灌入适量的冷水，再将油箱1/2~2/3沉入水池中，只露出施焊的部位，然后进行施焊。也可在施焊的过程中，不断地向油箱内通入压缩空气，以达到箱内通风和降温的目的，避免油箱发生爆炸。

六、柴油滤清器的缺陷与维护

- 1) 柴油滤清器常见的缺陷有滤芯堵塞、滤芯破损、橡胶密封圈膨胀变形、漏油等。
- 2) 柴油滤清器故障原因及维护。

① 柴油滤清器的滤芯堵塞，是由于杂质附着在滤芯表面或沉淀在底部引起的。不定期保养，就会引起滤芯堵塞。滤芯堵塞，会导致柴油供应不足，柴油机工作无力，堵塞严重时造成供油中断，使柴油机自动熄火。

维护的方法：将柴油滤清器分解，用清洁柴油清洗滤清器内外、滤芯及油路。尤其是滤芯，要用软毛刷刷洗，除掉粘附在滤芯上的脏物。对于纸质滤芯可不予清洗，只需按时更换。

- ② 滤芯破损、穿孔、过脏难以清除时，应更换新滤芯。

③ 橡胶垫片、密封圈膨胀变形，或老化、硬化变质，是由于长期受柴油的腐蚀作用 and 高温作用的结果。橡胶密封件膨胀变形或硬化变质后，使密封性变差，装配后易使滤清器产生漏油、漏气，还会失去防振、防松作用。为此，在对柴油滤清器进行维护保养时，应留意对密封件的检查，发现有变形的，必须更换新件。

④ 安装时要注意弹簧、垫圈、橡胶垫片、毛毡圈等的正确位置，并拧紧紧固部位螺栓和螺母，除了防止柴油滤清器漏油之外，还要避免柴油滤清器发生“短路”，使柴油不经过滤芯直接进入喷油泵，造成精密偶件快速磨损。

本章主要介绍润滑系统中机油泵、机油滤清器的维修。

小型单缸柴油机的机油泵有两种：一种是转子式机油泵，另一种是齿轮式机油泵。ZS1115、ZS1110、S1100、S195、190 型柴油机采用转子式机油泵，其结构与原理如图 1-85 所示；2105、175、R180 型柴油机采用齿轮式机油泵，其结构与原理如图 1-87、图 1-88 所示。

一、转子式机油泵的修理

(1) 转子式机油泵的常见缺陷 常见缺陷有：泵盖的磨损；内外转子的磨损；外转子与泵壳体的磨损；转子轴与壳体孔的磨损。这些缺陷，使配合间隙过大，机油容易流失，使机油泵的泵油量减少，机油压力下降，造成柴油机有关零件润滑不良，加剧零件的磨损和发热，甚至使配合件膨胀卡死、烧死，致使柴油机停止工作。

(2) 转子式机油泵的检查与修理

1) 内、外转子径向间隙的检查。用塞尺测量内转子与外转子的径向间隙，如图 11-1 所示。S195 型柴油机，内、外转子的径向间隙，标准值是 0.06 ~ 0.15mm，磨损极限是 0.2mm。若内、外转子磨损较轻，可将内转子翻面使用；若内、外转子配合间隙均超过极限值时，则成对更换内、外转子。

2) 外转子与泵体的间隙检查。用塞尺测量外转子与泵体的径向间隙，如图 11-1 所示。S195 型柴油机，外转子与泵体的间隙，标准值是 0.075 ~ 0.154mm，磨损极限是 0.25mm。外转子与泵体的径向间隙，若磨损超过极限值时，应更换新件，或在泵壳内扩孔镶套修复。

3) 转子轴与泵体孔的间隙检查，可用手扳动泵轴，若有明显的晃动，说明间隙偏大；也可用游标卡尺测量其间隙值。S195 型柴油机，转子轴与泵体孔的间隙，标准值是 0.016 ~ 0.052mm，磨损极限是 0.1mm。当转子轴与泵体孔的间隙超过极限时，应更换新轴，原来无衬套的孔，也可进行镶套，以恢复标准的配合间隙。

4) 内外转子与泵盖之间的端面间隙检查。用钢直尺与塞尺，或用深度游标卡尺测量内外转子与泵盖之间的端面间隙。S195 型柴油机，端面间隙，标准值是 0.03 ~ 0.09mm，磨损极限是 0.1mm。

检查方法：将内、外转子及泵体、泵盖清洗后，按工作状态装好，用手按压钢直尺，并使钢直尺侧立在泵体平面(或泵盖平面)上，再用适当厚度的塞尺插入钢直尺与转子端面之间来回抽动，稍有点摩擦阻力，塞尺的厚度就是端面间隙。内外转子与

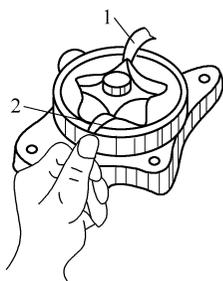


图 11-1 转子式机油泵
径向间隙的检查
1—外转子与泵壳间隙
0.075 ~ 0.142mm
2—内、外转子齿顶间隙
0.06 ~ 0.15mm



泵盖之间的端面间隙检查、测量，与齿轮式机油泵齿轮侧面和泵盖间隙的检查、测量道理一样。

维修方法：①当端面间隙过大时，可减少泵体与泵盖之间的垫片来调整。②当端面间隙超过极限时，必须进行修理。可将泵盖或泵体接触平面放在玻璃平板上，用气门砂进行研磨。研磨时手的压力要均匀，并注意防止偏磨，磨后的平面应光滑平整。否则，易产生漏油。③若端面间隙太大，不便于研磨时，可放在车床上车平，然后再研磨光滑；也可将壳体端面在铣床上铣去少量，然后在玻璃平板上光磨。

5) 装配注意事项。

① 端面间隙的检查与调整：不装端面垫片，按装配要求装好油泵总成；用适当厚度的塞尺插入泵盖端面与泵体平面之间，测量出端面间隙值 A ，则装用的垫片厚度应为 A mm。测量方法如图 11-2 所示。用增减垫片的厚度来调整泵体与泵盖之间的间隙，从而调整机油泵供油压力。

② 装配外转子时，应使有倒角的一面装入泵壳内。

③ 内转子与转子轴的固定销不能松动，且两端应陷入内转子表面，以防工作中刮伤转子。

④ 装好后应灵活转动，不能有卡滞现象。

⑤ 试验检查，机油泵应在 0.588MPa 压力下试运转 5min，除泵体与轴配合处允许有少许渗油外，其他部位不得渗油。

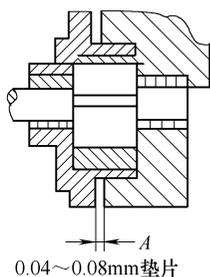


图 11-2 内、外转子与泵体端盖间隙

二、齿轮式机油泵的修理

(1) 齿轮式机油泵易磨损的部位 常见部位有：齿顶与泵壳体、齿轮与齿轮之间、齿轮端面与泵盖、齿轮轴与泵壳体孔。这些活动机件磨损后，泵油量和压力均会下降，导致润滑系统工作不正常，严重时，使柴油机发生“烧瓦”故障。

(2) 齿轮式机油泵的检查与修理 齿轮式机油泵的检查与修理方法与转子式机油泵的检查与修理方法是大同小异。

1) 齿轮啮合间隙检查。当轮齿因磨损，齿侧间隙增大时，用塞尺在互隔 120° 的圆周上检查，如图 11-3 所示。也可用游标卡尺测量公法线长度或测量固定齿高的齿厚来检查齿轮的磨损量。轮齿与轮齿的正常啮合间隙为 0.10~0.20mm，磨损极限为 0.30mm。若齿厚磨损未超过允许值，或只有单面磨损时，可将两齿轮同时翻面安装使用；若齿厚磨损超过极限值，则应更换成对齿轮。

2) 齿顶与泵壳的间隙检查。用适当厚度的塞尺插入齿顶与泵壳之间来回抽动，稍有点摩擦阻力，塞尺的厚度就是齿轮啮合间隙，如图 11-4 所示。齿轮的齿顶与泵壳的配合间隙应为 0.032~0.150mm，磨损极限为 0.20mm。如间隙超过极限值，则更换泵壳体或齿轮。

3) 齿轮轴与衬套的间隙检查。可用千分尺和内径百分表分别测量齿轮轴与衬套的实际尺寸，算出磨损量和配合间隙。当间隙超

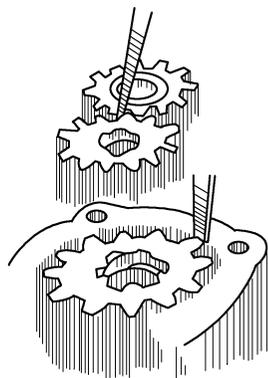


图 11-3 齿顶与泵壳间隙、齿侧间隙的测量

过极限值时，可更换衬套，再按轴的尺寸，用直铰刀来铰削衬套。

4) 齿轮端面与泵盖之间的端面间隙检查。检查与维修方法和转子式机油泵的检查与维修方法相同。也可用一小段软金属丝(熔丝)放在齿轮端面，装上泵盖，拧紧固定螺钉，然后再松开螺钉，取下泵盖，用游标卡尺测量被压扁金属丝的厚度如图 11-5 所示。齿轮端面与泵盖之间的间隙为 0.10~0.20mm，磨损极限为 0.25mm。

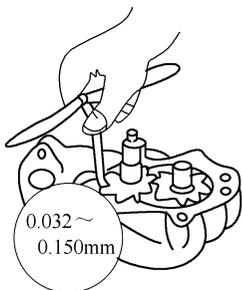


图 11-4 齿轮式机油泵齿顶与泵壳间隙

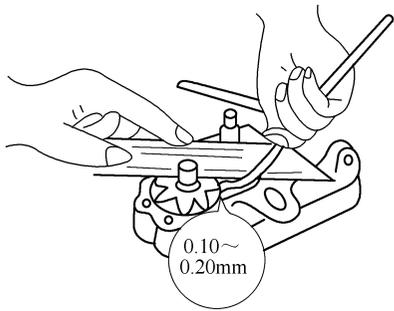


图 11-5 齿轮式机油泵齿轮端面与泵盖间隙

5) 齿轮式机油泵的装配与调整。

① 先将主、从动齿轮插入机油泵壳体内，再将垫片放在泵壳体的端面上，然后盖上机油泵盖。

② 在盖上泵盖前，旋转机油泵主、从动齿轮，应转动灵活自如，不得有晃动现象。

③ 在泵体上装上橡胶密封圈、垫片，用螺栓固定在齿轮室盖内则。

④ 装有机油调压阀的柴油机，若机油压力不合要求，可通过拧松或拧紧调压阀调整螺钉，使机油压力正常。机油压力正常值一般在 0.15~0.3MPa 之间。

三、机油滤清器的故障与检修

(1) 机油滤清器的故障 机油滤清器常见的故障有：①滤芯被污物堵塞、滤芯损坏或破坏、滤清器漏油等，致使润滑油路堵塞或失去滤清作用，造成润滑不良，加速零配件的磨损；②旁通阀或限压阀关闭不严或失灵，使柴油机主油道压力降低，供油量不足，容易引起烧瓦抱轴事故。机油滤清器的结构与原理如图 1-84 所示。

(2) 机油滤清器的检修 机油滤清器的检修主要是：对滤芯的检查与清洗；必要时更换某些零件；对关闭不严的阀门予以研磨，恢复其严密性；对主油道的机油压力进行调整。

1) 滤芯的检查与清洗。

① 对于滤网式、毛毡式的滤清器滤芯，可用洁净的柴油和毛刷刷洗、冲洗滤芯，除去滤芯上的油污和杂质。

② 对于纸质滤芯式滤清器，每工作 250~500h 后，不再清洗，应更换新滤芯。对于脏难以洗净、有破损或穿孔的滤芯，应予换新。

③ 金属网滤芯的损坏主要是脱焊、破损和堵塞。维修方法是：经常保持网滤芯的过滤能力，若脱焊，洗净后重焊，破损的更换新件。

机油滤清器安装的方法与注意事项，与柴油滤清器安装的方法基本相同，这里不再重复。

2) 阀门的研磨和零件的更换。

① 阀门与阀座磨损后,使密封性能丧失,在工作时则产生漏油。阀座磨损较轻微时,可用气门砂研磨密封斜面,同时更换有缺陷的钢珠。若调压弹簧弹力减弱,应更换新弹簧。

② 若限压阀锈死(不能打开),则不能限制润滑系统主油道机油的最高压力,致使机油压力升高,易使油管破裂,密封件损坏;若旁通阀锈死,则使润滑油路被堵死,造成柴油烧瓦抱轴事故。为此,应对阀门进行清洗,除去脏污,再滴入机油加以润滑,使阀门开关灵活。

③ 橡胶垫圈、垫片、密封圈,若老化、变质、膨胀或硬化,将失去密封作用,致使滤清器漏油、漏气,使机油压力不足。此时,应更换新件。

3) 机油压力的调整,详见第十四章“多缸柴油机主要部位的调整”文中所述方法。

四、机油压力指示器的故障

机油压力指示器产生故障后,其红标志不能升起。在柴油机运转时,使用者不能随时掌握润滑系统油道压力的大小,不知道润滑油路是否正常,这是很危险的。机油压力指示阀的结构与原理如图 1-89 所示。

机油压力指示器常见的故障与排除方法:

1) 机油压力指示器不定期保养,使活塞与导向孔中过脏、或间隙中掉进泥沙、污物而卡死。排除的方法是:拆下机油压力指示器总成,用柴油把机油压力指示器总成和缸盖罩上的导向孔清洗干净。

2) 指示器中活塞与缸盖罩上导向孔的配合间隙太小,使活塞向上移动受阻,使红标志不能升起。排除的方法是:将总成和导向孔清洗干净后,在导向孔内表面涂抹少许气门研磨膏,插入活塞进行研磨。

3) 指示器的活塞表面有机械损伤、划痕、起毛刺等,使活塞运动不灵活。排除的方法是:拆下机油压力指示器总成,用 00 号砂纸、玻璃纸光磨活塞表面,除去表面的伤痕。

4) 指示器杆弯曲变形,使活塞与导向孔偏斜,因而易使活塞卡死。排除的方法是:拆下机油压力指示器总成,将阀杆校直。

5) 指示器中活塞与缸盖罩上导向孔磨损,配合间隙太大,在正常压力下顶不起活塞。排除的方法是:更换新件。

6) 由于制造加工不当,使泄油孔过大,大量机油从泄油孔流出,油压低无法顶起活塞。修理的方法是:将泄油孔堵塞后,重新钻一小孔。

五、单缸柴油机润滑系统的技术维护与维修、装配要点

以 ZS1115、ZS1110、S1100、S195 型柴油机为例,润滑系统的技术维护与维修、装配要点如下:

(1) 清洗与检查

1) 检查油底壳油质情况,如机油变质(发黑或透明度差)、机油过稀或含有铁屑、杂质过多时,应更换油底壳的机油。

鉴定方法:从机体后盖抽出机油尺,将油尺上的机油点一滴滴在白纸上,若油滴中黑点

较多(炭粒、杂质、胶质),则说明机油已经变质。

2) 柴油机刚熄火趁机油未沉淀时,放尽油底壳的机油,向油底壳加入洁净的柴油(S159型机为1.5~2.0kg),使柴油机低速运转1~2min,停机后放尽废柴油,用抹布擦净油底壳中的油垢、铁屑等杂物,拧紧油底壳螺塞。

3) 清洗连杆轴颈上的离心净化室的油垢。卸下曲轴,用大号螺钉旋具拧出连杆轴颈两端的螺塞,用竹片刮除离心净化室内表面附着的油垢和杂质,再用清洁的柴油洗净。接着,用直径 $\Phi 2\text{mm}$ 左右的铁线疏通曲轴上主轴颈通往连杆轴颈的斜油道,或用压缩空气吹通斜油道。将螺塞拧进连杆轴颈的两端,把离心净化室封闭。

注意:螺塞要拧紧固紧,必要时,加装保险片锁紧,以防螺塞松脱发生事故。

4) 拆下机油泵,检查机油泵的磨损程度,看情况增减泵盖端面垫片或更换内外转子;检查下平衡轴轴端的长槽是否磨出扇形凹坑,机油泵转子轴上的方榫是否磨损呈菱形,若磨损严重,应予换件或修理,并正确装配。

5) 用扳手拧出油底壳里的集滤器,拆下滤网,用柴油清洗滤网。若滤网破损,应予更换。

6) 拆下气缸盖罩,卸下机油指示器,用柴油清洗活塞导向孔,用直径 $\Phi 1\text{mm}$ 的铁线疏通机油指示器的泄油孔,以保证对摇臂组件的飞溅润滑。

7) 用压缩空气或机油枪吸柴油,冲洗机体内的推杆孔周围的油垢,吹通或冲洗机体垂直油道通向机油泵的进油道,吹通曲轴主轴承盖上通往主轴瓦的油道,以保证曲轴和轴承的润滑。

8) 拆下齿轮室盖,取下齿轮室的齿轮和轴,用直径 $\Phi 1\text{mm}$ 的铁线疏通或压缩空气吹通机体上凸轮轴衬套的油孔、起动轴衬套的油孔等,并检查连杆小头衬套的油孔、摇臂衬套的油孔,应对正相通。

(2) 安装调整

1) 安装机油集滤器。先将滤网装入滤网盖,再装入弹簧圈压住以固定滤网。将机油集滤器装入曲轴箱内侧壁时,管接螺栓要套入垫圈,且垫圈端面应平整,使吸油滤网与油底壳底面平行(即吸油滤网在油底壳中不得倾斜),拧紧管接螺栓。

2) 安装机油泵。机油泵体与机体接合面之间一般有一层密封垫片。此垫片的厚度应适当,若垫片过薄,会使下平衡轴轴向间隙过小,下平衡轴转动不灵活,转动阻力增大;若垫片过厚,下平衡轴轴向间隙过大,易使平衡轴的205轴承早期损坏。还有此垫片应完好无损,否则,使油泵总成与机体的接合面不能密封,引起吸油油路漏气,输油压力则降低,严重时不能输油。检查方法是:拧紧机油泵上的三只固定螺栓,用手甩动下平衡轴应灵活旋转,又无轴向间隙为宜。

小窍门:巧使机油泵泵油

S195型、S1100型、ZS1110型和ZS1115型四种柴油机。

方法一:若机油泵损坏,应更换机油泵总成。安装前,可用少许机油从机油泵进油孔边灌注,边转动内转子,使机油充满转子内腔。装完后,摇转曲轴,机油泵就立即泵油。

方法二：当清洗或者更换机油滤网时，润滑油路中的机油可能要流失，保养完后，用手摇转曲轴，机油压力指示阀红标志不一定上升。若升不起，可松开飞轮侧的出油管接头螺栓，用一段口径小的塑料胶管吸满机油后，插入气缸体油道使劲一吹，使机油泵压入机油，拔出塑料胶管，用手摇转曲轴，出油口迅速冒出机油，再将出油管接头螺栓拧紧。

方法三：若润滑油路发生漏气，机油泵将吸不上机油。检查处理后，在起动前，可卸下机油压力指示器总成，用少许机油，向气缸盖罩机油压力指示器的导向孔分几次注入机油，跟着推进指示器活塞，利用活塞将机油压入润滑油路中，气体便能排尽，使管道内腔填满机油。装入机油压力指示器，起动柴油机后，机油压力指示器的红标志立即上升。

方法四：经过保养后的润滑系统，有时会出现机油泵吸不上油的故障。这时，先堵塞曲轴箱通气孔，另一人压住机油标尺塞子，使活塞处于上止点位置，用力迅速摇转曲轴，使活塞从上止点往下止点运动，曲轴箱的气体压力增大，即利用曲轴箱的气体压力，使机油泵泵油。

第十二章

冷却系统的修理

小型单缸柴油机冷却系统的冷却液是不循环流动的，所以没有水泵和节温器。而多缸柴油机冷却液在水泵的强制作用下实现循环，因此，通常设置有水泵和节温器，还有散热器和风扇。水泵和风扇总成如图 12-1 所示，散热器结构如图 12-2 所示。

本章重点介绍强制循环式水冷却系统中的主要部件：散热器、水泵、节温器、V 带、风扇的检查与修理。

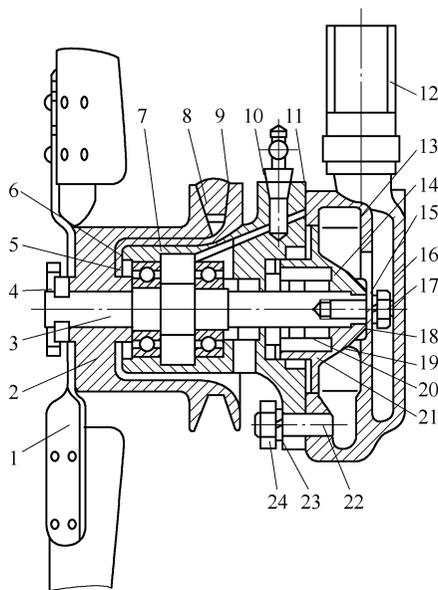


图 12-1 495A 型柴油机水泵及风扇总成

- 1—风扇组件 2—风扇带轮 3—水泵轴 4—螺钉 5—轴承
- 6—挡圈 7—水泵盖 8—V 带 9—水泵轴水封 10—叶轮孔锁环
- 11—水泵衬垫 12—连通管 13—水泵壳 14—阻水封 15、23—垫圈
- 16—弹簧垫圈 17—六角头螺栓 18—水泵叶轮 19—水封垫圈
- 20—水封护圈 21—水封 22—双头螺柱 24—螺母

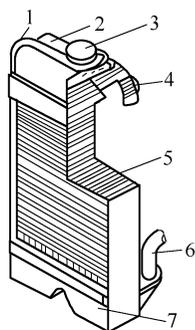


图 12-2 散热器

- 1—溢水管 2—上水室
- 3—散热器盖 4—进水管
- 5—散热器芯 6—出水管
- 7—下水室

一、散热器的维修

(1) 散热器的常见缺陷 散热器外表面积污或被杂物堵塞、散热管内表面沉积水垢、散热管裂纹或脱焊而漏水、机械碰撞使散热片皱折等。这些缺陷，使散热器的散热能力降低，容易使柴油机过热，润滑效果变差，压缩系统零件加剧磨损。若散热管漏水，不及时添

加冷却液时, 则使柴油机缺水, 引起拉缸或卡缸故障。

(2) 散热器的检查与维修

1) 散热器外表面杂物与积污的清除。用扫把、毛刷清扫外表面杂物与积污, 再用压缩空气吹净, 或者用洗衣粉和抹布擦拭, 除去外表面的污垢, 必要时, 再用高压水冲洗。

2) 散热管内部水垢的清除。

① 除垢剂的配制: 在盛有 6kg 热水的容器中, 加入 0.5kg 烧碱和 0.1kg 煤油; 将散热器的进、出水口封闭, 再从散热器的加水口灌入除垢剂; 静置时间为 1~2h, 水垢即可溶解。必要时, 不停地摇动散热器, 再倒出除垢剂, 然后灌入自来水清洗, 直至放出的水清洁为止。

② 若散热管内部积垢严重, 使散热管芯被堵塞时, 先用电烙铁将上、下水室烫开分解, 再用钢钎疏通, 然后用高压水冲洗干净。疏通方法如图 12-3 所示。

3) 散热器漏水的检查。

① 外观检查: 在使用中, 散热器内水位下降很快; 停车时, 地面上有水湿。此时, 应对冷却系统的放水开关、散热器上下水室、散热器水管、水泵、缸垫接缝等处进行仔细观察, 查明漏水部位。若散热器漏水, 即可发现。

② 若散热器或冷凝器已经拆下, 先用橡皮塞堵住进、出水口, 再将整个散热器放入有水的容器里, 使散热器沉入水面, 用打气筒或空气压缩机从放水管向散热器或冷凝器中通入 30~50kPa 的压缩空气。若散热器有气泡冒出, 说明散热器有渗漏, 可用划针或粉笔在漏水部位划一记号, 以便修理。

4) 散热器的焊补修理。

① 若散热器或冷凝器外层的水管破洞不大, 应急时, 可用石棉块堵塞。

② 若散热器水管与上下水室接合板处脱焊漏水, 可用刮刀或砂布将漏水处表面打磨光洁, 涂上氯化锌焊剂, 用电烙铁进行锡焊。

③ 若散热器或冷凝器外层的水管破裂, 先将水管破裂处附近的散热片轻轻拨开, 按照锡焊的技术要求, 对水管破裂处表面清理, 然后用电烙铁进行锡焊修复。

④ 若散热器或冷凝器内层的水管破裂, 可剪去附近的散热片, 用细长的电烙铁进行锡焊, 焊后再将剪去的散热片焊合。否则, 散热片被剪掉后, 会使散热器散热效果下降。

⑤ 若散热器或冷凝器外层的水管破裂较大, 可加贴薄铜皮后再锡焊。若锡焊的难度大, 可将破裂水管的上、下口用锡焊堵死, 但堵管数不能超过管子总数的 10%。

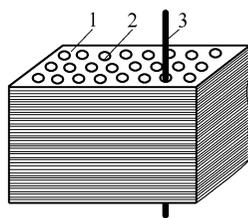


图 12-3 钢钎疏通散热器管示意图

1—散热器 2—散热管
3—钢钎通条

二、水泵的修理

小型柴油机的冷却水泵一般是离心式, 其工作原理如图 12-4 所示。

(1) 水泵的常见的缺陷 常见缺陷有水封部件损坏、水泵轴与轴承(或衬套)磨损、轴承外圈和泵壳体磨损、叶轮与水泵轴松动、叶轮端面磨损、叶片断裂或泵壳裂纹等, 结果造成水泵漏水, 水泵工作不正常。若不及时检查与修理, 可能发生风扇刮碰散热器、叶片打碎等机械事故。

(2) 水泵的检查与修理

1) 水泵的检查。

① 在车上检查：柴油机工作时，若观察发现水泵下方泄水孔滴水严重或泄漏形成流水不止，应拆下水泵分解，检查水封部件和泵轴的磨损和密封情况。

② 检查水泵轴与轴承、水泵壳体和滚动轴承是否配合松动，滚动轴承是否磨损间隙过大。

③ 检查泵轴与叶轮是否配合松动，叶轮和水泵壳体的轴向间隙是否过大。

④ 检查叶轮的叶片是否断裂，泵壳是否有裂纹之处。

2) 水泵的故障排除与检修。

① 对于用石棉作水封填料的水封漏水，应先用扳手拧紧水封螺母以压紧填料，若仍漏水，应更换新的石棉。

② 因密封圈、水封老化或弹簧变软、耐磨圈严重磨损导致水封漏水，必须更换水封总成。

③ 当水泵轴磨损或水泵叶轮端面严重磨损，应更换水泵轴或叶轮，同时更换水封。若叶轮在轴上松动，可用胶粘技术粘接。若叶轮和水泵壳体的轴向间隙过大，应更换叶轮。

④ 当水泵轴由两只滚动轴承支承，轴与轴承配合松动时，可用电刷镀的技术方法来修复水泵轴和轴承内圈，以恢复它们的配合关系。否则，更换新件。

⑤ 当水泵壳体和滚动轴承配合松动时，也可用电刷镀的技术方法在滚动轴承的外圈表面刷镀一层金属，增大轴承外圈的外径后，即可装配使用。否则，更换新件。

⑥ 水泵壳体出现细小裂纹，可用胶补或焊修，如用铸铁冷焊技术方法来修复。否则，更换水泵总成。

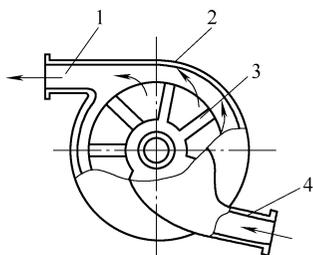


图 12-4 离心式水泵
1—出水管 2—水泵外壳
3—叶轮 4—进水管

三、节温器的故障检修

1) 节温器的常见故障有：阀门开启和全开的温度过高，甚至不能开启；节温器关闭不严或阀门不能关闭等。节温器损坏后，使柴油机工作温度不正常，导致柴油机过热或过冷。

2) 节温器的检查方法：将节温器吊放在盛水的烧杯中，用酒精灯对烧杯加热，逐渐提高水的温度，观察节温器开始开启和完全开启的温度。如蜡式节温器初开温度为 76°C 左右，完全开启温度为 86°C 左右；主阀门最大升程（全开时）为 8.5mm 。当水的温度在 90°C 时，节温器的主阀门不能开启、或部分打开但升程低于 8mm 以下，则说明节温器已经失效。失效的原因多数是感温胶管损坏，或者是因密封不好，石蜡外漏造成。节温器失效一般不予修理，须更换新件。节温器的检查方法如图 12-5 所示。

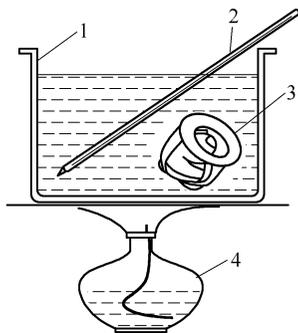


图 12-5 检查节温器的工作性能
1—烧杯 2—温度计
3—节温器 4—酒精灯

四、风扇的维修

小型柴油机风扇多为轴流式。以前的风扇用薄钢板制成，其叶片为 $4 \sim 6$ 块，采用铆接

或点焊结构。而现在的风扇多用塑料制成。

(1) 风扇常见的缺陷

1) 薄钢板制成的叶片常见缺陷有：叶片铆钉松动、叶片架裂纹、叶片扭曲变形等。

2) 塑料制成的风扇常见缺陷有：塑料变质硬化脆裂、塑料叶片受热变形、风扇与带轮联接松动等。

叶片松动、断裂是很危险的，轻者则碰撞散热器，重者则飞出引发事故。叶片变形会影响风扇的平衡，工作时产生晃动及振动，加速水泵轴承的磨损和损坏。

(2) 风扇的检查与维修

1) 柴油机运转时，观察风扇旋转是否稳定，若叶片产生晃动及振动，则说明叶片已变形。

2) 检查风扇铆接是否松动，焊接是否牢固，是否有明显的扭曲、裂纹等缺陷。

3) 若叶片松动，可重新铆接；若叶片架产生裂纹，可用气焊修复；若叶片扭曲变形，可用冷校正方法修复。修复后，必须经过静平衡检查，方可安装使用。塑料制成的风扇，若损坏，一般不予修复，须更换新件。

五、V 带的更换

(1) V 带常见的故障 常见故障有：①被油污或酸碱性物质腐蚀，引起脱层变形；②在使用中逐渐磨损伸长，甚至折断；③调整不当，使 V 带过紧或过松而早期损坏；④V 带劣质而损坏。

(2) V 带的更换

1) 应该一起成组更换新品，不要单换一根新的，将新的与旧的 V 带混合使用。这是因为旧 V 带已经拉伸变形，新的与旧的 V 带实际长度不同，造成受力不均匀，加速新 V 带的损坏。还有使摩擦力不足而导致 V 带打滑发热，影响柴油机的功率传递。

2) 检查带轮是否有砂眼、轮缘断裂或有缺口，否则应修理或更换；检查两个带轮轴心线是否平行；正确安装和调整 V 带。

目前在农村中，小型柴油机的维修 95% 以上都是以小生产方式从事换件修理，旧件修复极少，检测鉴定零件的量具、仪器、设备严重缺乏，无法对新更换的配件进行检查。所以，经常出现修理质量问题，造成返工误工。下面主要以 S195 型、S1100 型、ZS1110 型和 ZS1115 型四种柴油机为例，并兼顾其他常用机型，对机体组零件、曲柄连杆机构、配气机构、燃油系统及润滑系统等零件的更换、修配与装复进行详细的介绍。

一、零部件装配的技术数据及其不可忽视的部位

1. 安装时零部件的重要技术数据不可忽视

(1) 涡流室镶块 安装前，要清除起动喷孔中的积炭；安装时，起动喷孔与主喷孔中心的连线要向进气门座孔微偏 $2^{\circ}18'$ ，镶块平面最好与气缸盖平面平齐，若凸出或下陷不能大于或小于气缸盖平面 0.02mm。不然的话，容易造成起动困难，形成大量积炭堵塞起动喷孔，还会引起烧损气缸垫造成漏气。

(2) 气缸套 安装气缸套后，为了保证燃烧室的密封性，气缸台肩平面应高出机体上平面 0.04 ~ 0.15mm。否则，过低时高温气体冲出把缸垫烧损，引起漏水、漏油、窜气过高时拧紧气缸盖螺母后，易使缸套台肩处受压后而断裂。

(3) 活塞连杆组 活塞连杆组安装后，摇转曲轴使活塞处于上止点位置时，活塞顶平面凸出气缸套平面的高度要在 0.23 ~ 0.76mm 之间。或者总装后，检查测量气缸的存气间隙，应在 0.94 ~ 1.57mm 之间。否则影响压缩比：如存气间隙大，压缩比就变小，功率不足；如存气间隙过小，压缩比就变大，可能导致活塞顶撞击气门。

(4) 气门和气门座 更换气门和气门座时，应用铰刀修铰后研磨。除保证恢复气门的接触环带和密封性之外，还要注意气门头平面在气缸盖上平面的下陷量，一般为 1.40 ~ 1.90mm。过低，会使压缩比减小，工作无力；下陷量不够，甚至凸出气缸盖平面，会使压缩比增大，柴油机工作粗暴，且可能发生活塞顶撞击气门。

(5) 气门导管 气门导管安装后的高度应高于气缸盖上平面 20mm。过高会造成推杆顶弯或摇臂碰撞后而折断，过低气门杆身容易产生偏磨，致使气门与气门座也产生偏磨而漏气。

(6) 调速齿轮轴 调速齿轮轴的安装应与机体座孔配合有一定的紧度，并伸出机体平面 60 ~ 70mm，不要使泄漏油孔垂直向下。否则，调速齿轮衬套润滑油不足，加快磨损，易使柴油机产生“游车”故障。

(7) 曲轴油封 曲轴油封安装的深度应与主轴承座的油封座孔倒角平齐，使之与主轴承之间构成环形油槽。若装入过浅，油封唇口与轴颈密封不严；若装入过深，会堵死回油

孔，会造成漏油、泄油现象。

(8) 活塞环的开口方向 活塞环除了开口间隙，过间隙、弹力、漏光几种技术状态应符合要求之外，组装时，还应注意其开口方向。其开口不应对准活塞销孔方向和垂直活塞销方向（燃烧室），三道气环开口应相隔 120° ，两道油环开口应相隔 180° 。还有镀铬气环应放在活塞的第一环槽上；有锥度或倒角的气环，应使锥度小端或倒角向上。

(9) 紧座紧帽的拧紧力矩 出油阀紧座和喷油嘴紧帽在安装时，应分别以 $50 \sim 70\text{N} \cdot \text{m}$ 与 $60 \sim 80\text{N} \cdot \text{m}$ 的力矩拧紧，同时最好反复松紧几次，不要一次拧紧。若拧得过紧，易使精密配件变形，工作时发生阻滞，卡死或早期磨损。若拧得过松，会引起漏油，不能建立油压，使喷油压力下降，雾化不足。

(10) 螺母或螺栓的拧紧力矩 气缸盖螺母和连杆螺栓紧固时，应对角交叉、均衡数次分别以 $200 \sim 230\text{N} \cdot \text{m}$ 和 $90 \sim 100\text{N} \cdot \text{m}$ 的力矩拧紧。若拧得过紧，螺栓拉伸变形，螺孔、螺栓容易滑扣，损坏机件；若拧得不紧，气缸窜气易烧缸垫，或是轴瓦间隙增大，产生敲击声，甚至使螺栓折断。

2. 不能忽视的定位销

(1) 气缸盖罩定位销 在气缸盖罩上端面有一根小短销——气缸盖罩定位销，它的作用是：气缸盖罩合装到气缸盖后，保证其有正确的位置。若该定位销丢失或漏装：其一，使气缸盖罩与摇臂的相对位置改变，从指示阀下部的泄油孔喷出的润滑油有可能偏斜，不能对准摇臂轴与衬套，致使气门、气门导管、摇臂、摇臂衬套、摇臂轴、调整螺钉、推杆等零件润滑不良，而出现早期磨损；其二，使减压轴偏心轮与进气门摇臂的相对位置改变，影响减压作用并加速相接触部位的磨损，严重时使零件相撞，产生敲击声。

(2) 齿轮室盖定位销 在机体右侧（齿轮室一侧）端面两边有两根小短销——齿轮室盖定位销，作用是保证齿轮室盖及其垫片的位置正确，防止齿轮室盖发生移位。若定位销丢失或漏装：一来使起动齿轮轴两端衬套的相对位置改变，引起甲乙两个衬套同轴度超差，加速轴与衬套的磨损，或者导致起动轴与衬套的旋转阻力增大，同时使起动齿轮与其他齿轮啮合不良；二来使喷油泵挺柱体与供油凸轮的相对位置改变，柴油机供油提前角则随之变化。

(3) 主轴承定位销 在曲轴箱左侧的主轴承座孔端面上有一根小短销——主轴承定位销，其作用是保证主轴承正确安装（其外缘上的缺口与定位销对正），还能在工作中防止主轴承转动。若定位销丢失或漏装，会使主轴承与机体座孔失去定位，安装主轴承后，使主轴承油孔与机体油道错位而油孔被遮挡，堵住机油来路，造成柴油机产生“烧瓦”故障。

(4) 连杆盖定位套管 连杆盖定位套管丢失或漏装，会使连杆大头与连杆盖失去定位，两者装配后的位置则发生改变，会使连杆轴瓦与连杆轴颈早期磨损，早期损坏。严重时，使两只连杆螺栓受力不均匀，易引发连杆螺栓折断。

(5) 机油泵盖定位销 转子式机油泵，在机油泵体上有两根定位销，用于安装机油泵盖的定位。机油泵盖定位销丢失或漏装，会使机油泵盖、垫片与机油泵体的相对位置改变。不但使内外转子加快磨损，而且使润滑油道部分被堵塞，致使机油泵泵油量和供油压力不足，运动摩擦副润滑不良，使零件受命缩短。

3. 不可忽视的润滑油孔

(1) 机体上的喷油孔 185 型柴油机连杆轴瓦的润滑油路为：机油→机油泵→粗机油管→机体主油道→机体内小孔喷射→曲轴连杆轴颈内斜孔→曲轴高速旋转，连杆轴颈内腔的

机油因离心作用，使机油被甩出连杆轴颈的铜导管孔→润滑连杆轴颈和连杆轴瓦。

R175A、R180、185 型柴油机的机体左侧内壁上也有一个喷油孔，直径为 $\Phi 2\text{mm}$ 左右，此喷油孔通道与机体的夹角：R175A 型柴油机为 30° ，R180 型柴油机为 45° 。机油泵将机油供到机体主油道，然后从喷油孔射出，喷向曲轴连杆轴颈，润滑连杆轴瓦。185 型柴油机连杆轴瓦的润滑如图 13-1 所示。

为此，在保养柴油机时，机体侧内壁上的喷油孔，必须注意清理、疏通，以保证对连杆轴颈和连杆轴瓦的润滑。

(2) 机体、缸垫、缸盖的油道 有的单缸柴油机，摇臂组、气门组的零件靠压力式润滑，在机体、缸垫、缸盖相应部位都设有油道通孔，使机油能通往气缸罩盖内，润滑摇臂组、气门组零件。因此，在维护与修理时，应注意疏通这些油道通孔；在装配时，必须使机体、缸垫、缸盖三者的润滑油道相对正，以保证润滑油道的畅通。否则，发生堵塞，引起气门摇臂、气门导管快速磨损，甚至缺油发热卡死。

(3) 气缸盖、摇臂座的油道 气缸罩盖定位销上的油孔 R175、R180 型柴油机，摇臂组、气门组的零件也是靠压力式润滑的。润滑油路是：机油从油底壳→吸油管→机油泵→机油滤清器→齿轮室盖和机体油道→机油管→气缸盖油孔→摇臂座油孔→润滑摇臂衬套、气门、导管等零件。

而有的 R175A、R180 型柴油机(产地不同)，气缸罩盖定位销上有一个 $\Phi 1.2\text{mm}$ 的油孔，使机体主油道来的机油，经定位销上的油孔，再经气缸罩盖上的油孔喷出，润滑气门摇臂、气门和气门导管等零件。

为此，在维修与安装时，除了吹通、疏通之外，还必须使气缸盖的油孔与摇臂座的油孔对正。

(4) 机油指示阀下部的泄油孔 S195 型、S1100 型、ZS1110 型和 ZS1115 型等柴油机的润滑系统，有一条润滑油路是从飞轮侧的油管进入气缸盖里的机油压力指示阀，使指示阀升起，并从指示阀下部的泄油孔喷出，润滑摇臂组、气门组的零件。当指示器总成损坏后，机手常用短根圆木堵住，不但不能观察、掌握润滑系统的技术状态，而且使指示阀下部的泄油孔被堵塞，造成气门组零件缺油烧死。

(5) 缸盖上的负压孔 165F、170F、175F 等小型风冷柴油机的缸盖上有一 $\Phi 3\text{mm}$ 的小孔，该孔与进气道相通，发动机工作时，进气道内的负压经此孔传至气缸罩盖内，在曲轴箱正压和气缸罩盖内负压的共同作用下，曲轴箱内的机油及油雾经机体上的 $\Phi 5\text{mm}$ 小孔、气门推杆套管进入气缸罩盖内，润滑气门组件。当空气滤清器堵塞、活塞环磨损窜气时，易引起机油燃烧而无法熄火。为避免这种现象，有些机手将缸盖上的此 $\Phi 3\text{mm}$ 小孔堵死，结果气缸罩盖内不能形成负压，机油不能进入或极少进入气缸罩盖内，导致气门组件缺油烧坏。因此，此孔必须保持畅通。

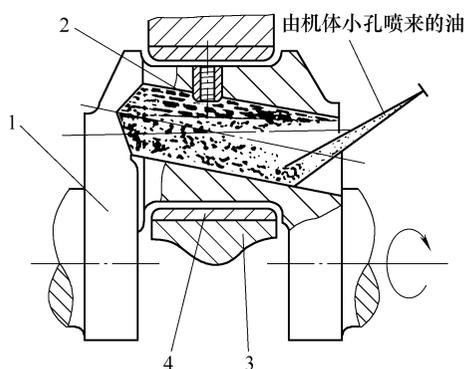


图 13-1 185 型柴油机连杆轴瓦的润滑
1—曲轴 2—铜导管 3—连杆 4—连杆瓦

二、机体组零件、曲柄连杆机构零件的更换、修配与装复

1. 机体组零件的安装

(1) 气缸套的安装

1) 对购买的新缸套应保证质量, 如气缸套的圆度、与机体的安装孔配合间隙、凸出机体平面参数、缸套壁厚、偏斜情况、湿式缸套阻水圈凹槽等应符合技术要求, 且选择尺寸合适、弹性好、表面光滑、粗细均匀的阻水圈。

2) 用薄铲刀清除机体的安装孔配合表面、气缸套支承面的锈蚀、污垢和杂质, 再用柴油清洗配合表面、用抹布擦干。同时, 把气缸套清洗干净。

3) 在安装阻水圈前, 将气缸套放入机体的安装孔中, 用手转动或晃动气缸套, 应既可以转动又不能有明显的旷动量, 即湿式气缸套配合带与机体安装孔之间有 $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ 的间隙, 缸套对气缸套下部有缺口的应注意安装方向。

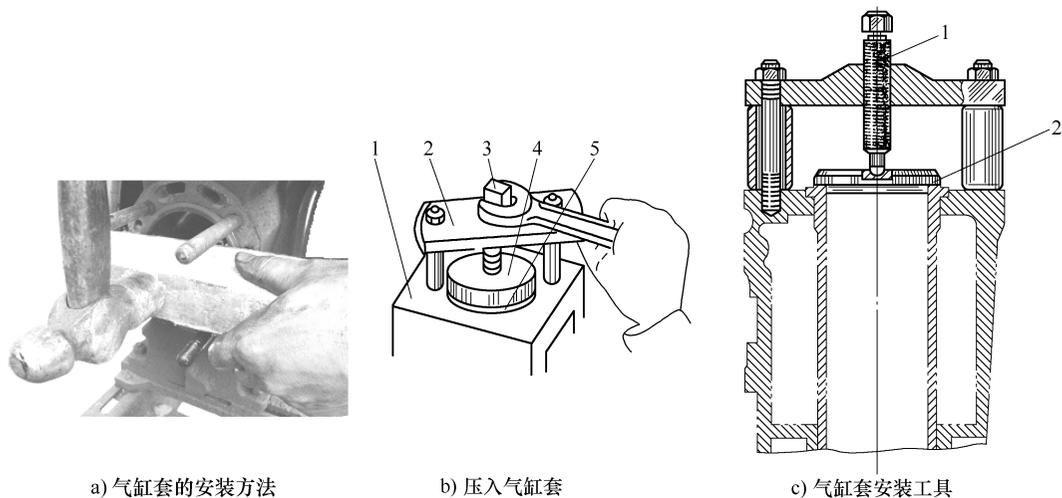
4) 安装阻水圈。使气缸套安装平面朝下, 用左右手的拇指和食指将阻水圈朝直径方向慢慢张开, 套入缸套的凹槽中; 再将螺钉旋具杆放入阻水圈与气缸套之间, 绕着气缸套的外表面滑移一圈, 以避免阻水圈产生扭曲。检查阻水圈, 应凸出气缸套配合带表面 $0.5 \sim 0.8\text{mm}$, 气缸套安装后使阻水圈橡胶被压缩, 以保证冷却系统的密封, 防止气缸套部位漏水。阻水圈的安装及涂密封胶如图 13-2 所示。



图 13-2 阻水圈的安装及涂密封胶

5) 在阻水圈上以及缸套配合带表面涂一层密封胶, 也可在气缸体安装孔内涂一层薄薄的密封胶, 以增加密封性和使用可靠性。

6) 将缸套放进机体的安装孔中扶正, 用木块垫在缸套平面上, 用锤子轻轻击打木块, 使缸套压到位。不能用力敲打, 以免阻水圈被挤切, 影响密封性。若缸套压不到位, 单缸柴油机, 可装入气缸盖, 拧进两只对角螺栓或螺母, 利用气缸盖平面慢慢地将气缸套平稳地压入气缸体安装孔内。柴油机气缸套的安装方法如图 13-3 所示。



1—机体 2、4—压板 3—丝杆 5—缸套 1—加力丝杆 2—垫板

图 13-3 柴油机气缸套的安装方法

7) 气缸套压入气缸体后, 其凸肩上平面应高出气缸体平面 $0.06 \sim 0.16\text{mm}$, 如图 13-4

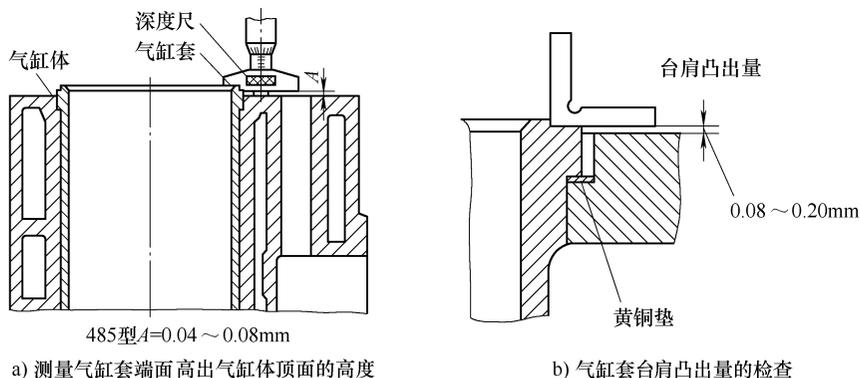


图 13-4 气缸套的检查

所示。多缸柴油机, 相邻两缸间的缸套凸肩上平面高出机体平面尺寸, 相差不能超过 $0.03 \sim 0.05\text{mm}$, 以保证缸盖均匀地压紧缸垫, 避免漏水、漏气和漏油, 不致使缸垫烧坏。若检查发现缸套凸肩上平面凸出量过高, 可在缸套台肩下平面涂上门砂进行研磨, 或者将缸套夹在车床上, 用油石磨削缸套台肩下平面来达到。若凸出量过低, 可在缸套安装孔支承面上垫一层厚度合适的铜垫圈, 并在其两面涂一层白沿油, 以防止漏水。铜垫圈可用旧气缸垫剪成。用百分表测量气缸套的凸出量如图 13-5 所示。

常见机型气缸套凸出机体平面允许值见表 13-1。

表 13-1 气缸套凸出机体平面

机型	YC2105、 YC2108	CZ2105T、 CZ2110TA	S195、 S1100	185、 185N	175
凸出量/mm	<0.02	0~0.08	0.07~ 0.18	0.084~ 0.20	0.08~ 0.20

8) 在装配干式气缸套时,要留意擦净缸套外部,并在缸套外表面涂上一层薄机油,然后均匀平正地压入机体安装孔中。

9) 有条件的,要用内径量表检查缸套内(阻水圈处)的圆度是否超差。还有应进行水压试验,检验气缸套的装配质量。若发现有漏水,则重新安装。

(2) 平衡轴的安装

1) 把平衡轴、205 轴承、挡圈、轴承盖、平衡轴齿轮、平键等待装的零件清洗干净。

2) 将上平衡轴装入机体上的平衡轴轴承孔,使较短的一端向飞轮一边,较长的有键槽的一端向齿轮室盖方向。

3) 两端分别装入两个 205 轴承。用硬木抵住平衡轴右侧,先将 205 轴承敲进平衡轴和轴承孔中,然后抵住左侧,装上平衡轴另一端的 205 轴承。在敲击轴承时,可用较小的套筒对正内圈,先将轴承内圈压入平衡轴轴颈,再用较大的套筒对正外圈,将轴承外圈压入机体上的座孔。轴承压装一定要到位,即轴承内圈要抵住轴肩平面,轴承外圈端面要与机体平面平齐。滚动轴承的正确安装如图 13-6 所示。

4) 从平衡轴较长的一端,将挡圈装入机体上的凹槽;再从平衡轴较短的一端,装上轴承盖及垫片,并将轴承盖的三只固定螺钉拧紧。

5) 用同样的方法装好下平衡轴后,从飞轮一侧装入机油泵总成及垫片,并将机油泵的三只固定螺钉拧紧。

6) 在上平衡轴轴端的键槽上放入平键,压入上平衡轴齿轮,放上圆压板,拧紧轴端的固定螺钉。用同样的方法装好下平衡轴齿轮。

7) 平衡轴装好后应能灵活转动,无卡滞现象。

(3) 主轴承、衬套、齿轮轴的安装

1) 主轴承的安装。把主轴承压入机体上的主轴承座孔的方法:先在机体上的主轴承座孔涂以清洁机油,在主轴承凸肩定位凹槽对正机体上的定位销后,把主轴承插入机体上的主轴承座孔,用主轴瓦专用拆装工具慢慢压入。为了确保定位准确,安装前用一直尺靠轴瓦上以缺口为中心划一直线,如图 13-7 所示,把主轴承插入机体上的主轴承座孔时,使直线对准定位销,以保证轴瓦油孔与机体油道孔对正。若手上没有专用拆装工具,可用硬木板垫在主轴承凸肩上,用锤子轻轻敲击硬木板,若发现主轴承倾斜时,应改变敲击部位,使主轴承平衡地压入机体上的主轴承座孔。

2) 衬套的安装。压配各衬套。擦净各轴孔,孔内表面注以清洁机油,用专用冲棒或压具分别将各衬套压入机体上或齿轮室盖上的轴孔中。注意衬套上的油孔必须对正机体上的油

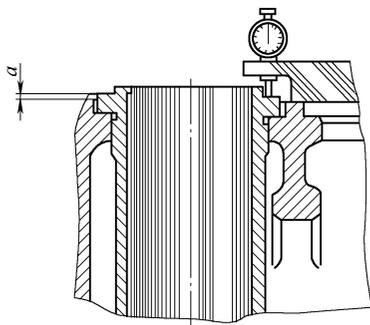


图 13-5 测量气缸套台肩凸出量

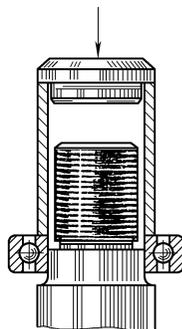


图 13-6 压入轴承

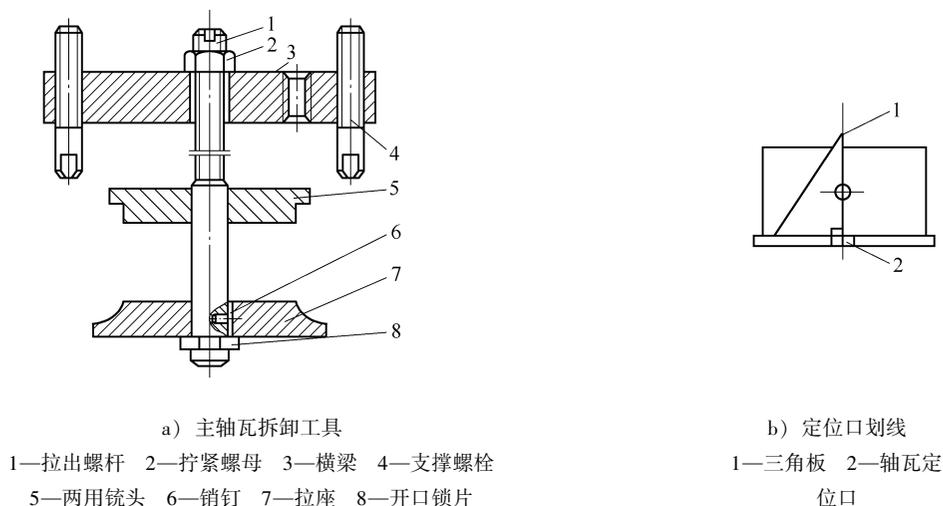


图 13-7 主轴瓦的安装

孔。衬套的安装注意事项，详见本章“单缸柴油机装配注意事项”所述。

3) 调速齿轮轴的安装。使调速齿轮轴的小油孔向上，用专用压具压入或用铜棒敲打把调速齿轮轴装入机体上的座孔中，并使调速齿轮轴伸出(齿轮室一侧)机体平面 60 ~ 70mm，在曲轴箱里的一端应与机体平面平齐。

2. 曲轴的修理与轴瓦的刮配

曲轴的修理与轴瓦的刮配在前面已经介绍，这里不再重复。

3. 曲轴飞轮组的装复

(1) 将主轴承装入主轴承盖座孔 用木块将主轴承盖垫平，且使有定位销的一侧朝上；将主轴承装入主轴承盖座孔时，应使凸肩上的缺口对准定位销，确保主轴承油孔与轴承盖油孔相通。将主轴承插入座孔后，用旧主轴承凸肩放在新主轴承凸肩上，再垫上木块，用锤子轻轻敲击木块，使主轴承平整地落入孔中。

(2) 将曲轴装入机体

1) 将曲轴齿轮加热到 100℃，趁热套入曲轴轴端，注意有记号的一面向外，并把卡簧环装入轴端环槽里，以防曲轴齿轮窜出。2) 在主轴颈与主轴承的配合表面上涂上干净的机油，将曲轴主轴颈(有齿轮的一端)由机体主轴承盖孔一侧装入主轴承中。3) 放好主轴承盖垫片，并涂上密封胶，使主轴承盖的销孔对准机体上的定位销，用锤子木柄左右、上下均匀轻轻敲击主轴承盖端面，将主轴承盖压入机体上的孔中。若销孔偏斜，可用硬木敲击主轴承盖凸缘，使主轴承盖稍微转动后销孔对正即可。4) 把主轴承盖压到位后，用螺栓对角平衡拧紧。

(3) 检查曲轴轴向间隙 方法是：用手握住曲轴锥颈用力来回推拉，以感觉有间隙，但听不到撞击声为合适，且不装飞轮时，曲轴也能转动轻松自如，如图 13-8 所示。

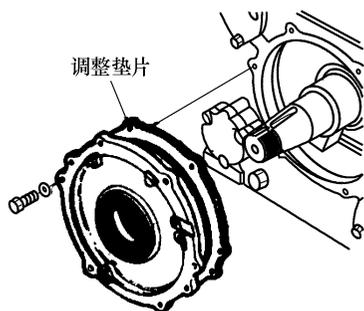


图 13-8 通过增减垫片调整曲轴轴向间隙

否则，通过增减垫片的办法进行调整。

常见机型曲轴轴向间隙允许值见表 13-2。

表 13-2 曲轴轴向间隙

(单位:mm)

机型	YC2105、YC2108	CZ2105T、CZ2110TA	S195、S1100	180、180N	R175、R175N
轴向间隙	0.12 ~ 0.289	0.095 ~ 0.264	0.15 ~ 0.20	0.06 ~ 0.12	0.10 ~ 0.25

(4) 装曲轴油封 S195 型柴油机的曲轴油封为骨架式自紧油封，规格为 $50 \times 80 \times 12$ ，如图 1-36 所示。安装前应检查：油封外径不应有变形、凹陷及深的刻痕；油封唇口与轴配合，厚度应均匀，且具有弹性；曲轴轴颈应光洁；油封内缩紧弹簧应紧密压在橡胶表面。若弹簧压在橡胶表面过松或弹力不足，可以用剪刀剪短一小段弹簧的办法来调整弹簧的弹力，以增加油封唇口在轴颈上的压力，提高油封的密封性能。

安装油封时，先清洁主轴承盖座孔表面、曲轴轴颈表面，在曲轴轴颈表面涂一层机油，在油封外径涂一薄层密封胶；装入油封注意不能装反，应将自紧弹簧的一面朝向主轴承，即使有标记字样的一面朝外。为了防止油封唇口翻边，出现漏油故障，安装的方法是：一边顺时针转动油封，一边朝主轴承的方向推压，使油封四周同时进入主轴承盖座孔中，并使油封端面凹陷于主轴承盖孔端面 $1.5 \sim 2\text{mm}$ 。

(5) 装机油管 用管接螺栓及垫片，将通往机油指示器的机油管的一头装入主轴承盖的机油螺孔上。

(6) 装机油泵 机油泵的安装在第十一章中已介绍，这里不再重复。

(7) 装入飞轮 安装前检查：①曲轴与飞轮的平键和键槽配合是否紧密；②曲轴锥颈和飞轮锥孔配合表面的贴合面积是否达到 70% 以上；③曲轴的轴端锥面是否下沉在飞轮锥孔中。若达不到要求，应修配、处理后再安装。

安装步骤：先清洁飞轮内孔和曲轴锥面、键槽表面等处，并涂上一些机油，然后装上曲轴平键，套上飞轮，放上止推垫圈，拧紧飞轮螺母，如图 13-9 所示。

注意：飞轮锁紧螺母必须拧紧，止推垫圈要折边锁紧。

常见机型飞轮螺母拧紧力矩允许值见表 13-3。

表 13-3 飞轮螺母拧紧力矩

(单位:N·m)

机型	ZS1115 ZS1110	S195 195S	JC185 JC190	R180 R175A	R170 R165	165F 160F
拧紧力矩	295 ~ 350	295 ~ 350	255 ~ 294	255 ~ 294	215 ~ 255	215 ~ 255

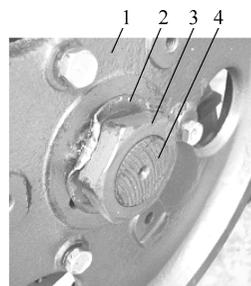


图 13-9 止推垫圈折边后的状态

1—飞轮 2—止推垫圈
3—飞轮螺母 4—曲轴

4. ZH1110、ZS1110、ZS1115 型柴油机曲轴飞轮组的安装

ZH1110、ZS1110、ZS1115 型柴油机的曲轴是采用滚动轴承，而 S195 型柴油机的曲轴是采用滑动轴承，因此，它们的安装方法有所不同。在本书第六章中，对 ZH1110、ZS1110、ZS1115 型柴油机曲轴飞轮组的拆卸方法已经介绍，这里只讲安装要点。其安装顺序和拆卸

过程相反。由零件图 1-30b 与装配图 6-32 可知零件的安装位置与相互关系。除了保持清洁之外,在安装时还必须注意以下几点:

1) 把轴承敲入曲轴轴颈时,最好利用热胀冷缩的原理。即先将轴承加热,并在曲轴轴颈上涂少量机油;把轴承敲入主轴承座时,也应在主轴承座的配合表面上涂少量机油。

2) 简便的加热方法:用一只装有平灯头的灯泡(较小的轴承用 60W 灯泡,较大的轴承用 100~150W 灯泡),连好导线及插头,将插头插到电源插座上使灯泡通电发热,上面放一只待装的轴承;也可用红外线灯泡直接照射在轴承上,加热 5~10min,保持温度在 110~120℃;取出轴承后迅速安装在轴颈上,以减少铁榔头的敲打,避免轴承变形。

3) 不得用榔头单边敲击轴承外圈或内圈端面,应使用专用工具衬套,套入曲轴轴颈并均匀地接触轴承端面,再用榔头敲击工具衬套压入轴承。原则是:把轴承装入轴颈时应敲击轴承内圈,把轴承装入轴承座孔时应敲击轴承外圈,压入的轴承端面应与机体表面、轴承座端面基本平齐。

4) 将曲轴齿轮、曲轴轴承、挡圈及主轴承座等零件组装到曲轴后,再把曲轴组件装上机体。

注意:

- ① 主轴承盖的垫片要按原来的厚度装入,一般是一个垫片,厚度为 0.2~0.3mm;
- ② 主轴承座上的机油孔应对正机体上的机油孔。
- ③ 拧紧主轴承座上的 6 只固定螺钉后,用手转动曲轴时,曲轴应灵活转动无阻滞现象。

5. 活塞连杆组的修配

(1) 对新购活塞和缸套进行检查 更换气缸套与活塞后要对其配合间隙进行检查。如果气缸套与活塞的配合间隙超过使用极限,会导致柴油机压缩压力不足和窜机油等故障;如配合间隙过小,容易出现拉缸事故。因此购买活塞和缸套时,一定要用内径百分表(量缸表)、外径千分尺或游标卡尺测其尺寸,进行选配分组后再组装。若没有内径百分表,可用简易方法进行测量。常见机型活塞与气缸套的配合间隙见表 13-4。

表 13-4 活塞与气缸套的配合间隙 (单位:mm)

机型	标准尺寸		配合间隙		
			标准值	允许值	极限值
165F	缸套	$\Phi 65^{+0.030}_0$	0.140~0.195	0.30	0.40
	活塞	$\Phi 65^{-0.140}_{-0.165}$			
175	缸套	$\Phi 75^{+0.030}_0$	0.130~0.185	0.35	0.45
	活塞	$\Phi 75^{-0.130}_{-0.155}$			
190	缸套	$\Phi 90^{+0.030}_0$	0.160~0.235	0.30	0.45
	活塞	$\Phi 90^{-0.160}_{-0.200}$			

(续)

机型	标准尺寸		配合间隙		
			标准值	允许值	极限值
S195	缸套	$\Phi 95 \begin{smallmatrix} +0.035 \\ 0 \end{smallmatrix}$	0.195 ~ 0.255	0.30	0.42
	活塞	$\Phi 95 \begin{smallmatrix} -0.190 \\ -0.220 \end{smallmatrix}$			
2105	缸套	$\Phi 105 \begin{smallmatrix} +0.035 \\ 0 \end{smallmatrix}$	0.200 ~ 0.260	0.35	0.45
	活塞	$\Phi 105 \begin{smallmatrix} -0.200 \\ -0.225 \end{smallmatrix}$			

方法一：把活塞放在机油中加热到 90 ~ 100℃，取出后立即放入待配合的气缸套中，如果活塞能依靠自身质量通过气缸套，则认为间隙合适，可进行装配。

方法二：用长度为活塞 1.5 ~ 2 倍、宽度为 8 ~ 12mm 的塞尺，随同活塞一起放入气缸套内，以垂直于活塞销孔方向抽动塞尺时略感阻滞为宜，此塞尺的厚度即为气缸套与活塞的配合间隙值。

(2) 活塞环的更换与选配 为了保证活塞环与环槽、缸套有良好的配合，更换与选配时应作以下检查：

- 1) 开口间隙、边间隙及背隙的检查。必要时，还应进行弹力检验。
- 2) 活塞环漏光度的检验也应符合技术要求。

活塞环的开口间隙、边间隙、背隙、弹力、漏光度五项的检查与检验，在本书前面的有关章节中已经介绍，这里不再重复。

(3) 检查活塞销和活塞销座孔的配合紧度 检查活塞销和活塞销座孔的配合紧度，以保证两者的装配有一定的过盈量。目前生产的柴油机，活塞销采用全浮式配合，要求活塞销和活塞销座孔在常温下一般为 0.0025 ~ 0.0075mm 的微量过盈。柴油机工作时，活塞处于 75 ~ 85℃ 时销孔直径胀大，活塞销和活塞销座孔的配合又有微量间隙，活塞销能在销座孔内转动。

精确的检查方法是用内径百分表和外径千分尺分别测量活塞销座孔内径和活塞销外径。若缺乏量具可用经验法检查，即将活塞销往活塞座孔里拧，如能拧到活塞销孔锁环环槽附近，说明其配合紧度基本合适，如图 13-10 所示。当遇到配合过紧的情况，要用刃口较长的可调节直铰刀进行修整，以保证活塞销座孔的同轴度和圆柱度，如图 13-11 所示。在铰削过程中要不断用活塞销试配，如活塞销能用手指轻轻拍入销孔的 1/3，说明配合良好。



图 13-10 活塞销与活塞销孔试配

(4) 保证连杆衬套的配合关系 保证连杆铜套外径与连杆小端座孔、连杆铜套内孔与活塞销的配合关系，使其符合技术要求。连杆铜套外径与连杆小端座孔的配合关系为过盈配合，而连杆铜套内孔与活塞销的配合关系为间隙配合。

1) 柴油机只更换活塞销而不更换连杆衬套时，要对连杆铜套和活塞销的配合间隙进行检查。其检查方法和活塞销与活塞销座孔的检查基本相同，也可用感觉法鉴定，具体方法是将活塞销涂少量机油，用拇指的力量缓慢平滑地将其推入连杆铜套，然后将活塞销两头用台

虎钳夹住，如沿活塞销轴线方向扳动连杆时没有松旷的感觉，则可认为其配合间隙合适，可安装使用。

2) 柴油机大修时必须更换连杆铜套，更换时要用台虎钳或专用压具将其慢慢压入连杆小头，并注意铜套小孔应对正连杆小头油孔。若铜套预先没有油孔，安装后一定要用适合的钻头在钻床或手钻上钻通。S195 型柴油机，连杆铜套外径与连杆小端座孔的过盈配合为 $0.008 \sim 0.016\text{mm}$ ，

3) 压装连杆铜套后，其内孔直径会缩小，因此必须对连杆铜套内孔再进行加工。农村维修网点可用可调式直铰刀进行铰削(图 8-18)。在铰削时，每次吃刀量要少，且常与活塞销试配，直到连杆铜套孔与活塞销的配合紧度合适为止。活塞销与连杆铜套试配如图 13-12 所示。配合适度的条件是当将涂机油的活塞销插入连杆铜套内、将连杆倾斜 45° 时，活塞销能以本身重力缓慢下落，如图 13-13 所示。S195 型柴油机，在常温下活塞销与连杆小头铜套的配合有 $0.010 \sim 0.046\text{mm}$ 的微量间隙，接触面积应在 75% 以上。



图 13-11 活塞销孔的铰削方法



图 13-12 活塞销与
连杆铜套试配



图 13-13 连杆倾斜 45° ，
活塞销能缓慢下落

(5) 活塞、连杆质量差应满足装配要求 如果是多缸柴油机，活塞、连杆质量差必须满足装配要求。新换的活塞和连杆除按标准间隙选配外，还要进行质量的选配和调整。一般同一台柴油机活塞质量差不能超过 8g ，连杆质量差不能超过 40g ，活塞连杆组质量差不能超过 50g 。

6. 活塞连杆组的组装

(1) 活塞销与活塞、连杆的安装

1) 活塞连杆组的零件在组装前应彻底清洗，并用抹布擦干净。因活塞销与销座孔在常温下有微量过盈，所以安装时要将活塞加热。

2) 在活塞销座孔内用尖嘴钳装上一边的挡圈。

3) 把活塞和连杆小头放在开水中煮泡 10min 左右，也可将活塞在机油中加热到 $80 \sim 100^\circ\text{C}$ 。有些机型，如玉柴机器，新更换的活塞销与活塞、连杆在安装时是不用加热的，即

在常温下就可以把活塞销装入活塞销座孔。

4) 取出活塞使其顶部朝下, 迅速擦净座孔, 将预先涂好机油的活塞销轻轻推入销孔, 随即将涂上机油的连杆小头伸入活塞内, 使铜套对准活塞销, 继续把销推到底。活塞连杆组的组装如图 13-14 所示。

5) 装入另一边的挡圈。检查挡圈与活塞销端面间隙应有 0.1 ~ 0.25mm, 挡圈嵌入环槽中的深度应不小于环径的 2/3。挡圈的安装方法如图 13-15 所示。

活塞与连杆安装时, 要注意其安装方向。一般都有安装标志, 如活塞顶部有箭头方向, 而连杆杆身上有一个突点表示前方, 连杆轴承盖上有标记, 三者的装配标记均要位于同一向前方向。常见机型连杆与活塞组装时方向对应见表 13-5。

表 13-5 连杆与活塞组装时方向对应

机 型	连杆的特点与对向	连杆与活塞组装时对向
YC2108	连杆 45°剖分面与喷油泵同在一侧	活塞顶面上的箭头指向柴油机前端
CZ2105T	连杆及盖配对记号与喷油泵一侧相反	连杆及盖配对记号与活塞顶 ω 形燃烧室凹坑离外圆最远边缘
ZH1125 ZS1115	连杆小头的小油孔朝上(指向天空)	连杆小头有油孔的一侧与活塞顶 ω 形燃烧室凹坑离外圆最近边缘同在一侧
S195 S1100A	连杆 45°剖分面朝下(指向地面), 即大端剖分面的长端在上, 短端在下	连杆 45°剖分面与活塞顶铲击式凹坑或“人”字形凹坑方向相反
R180、R170A R170、R165	连杆小头油孔朝上(向天空)	连杆小头油孔与活塞顶上涡流凹坑尖顶同在一侧或连杆配对号码和活塞顶导流槽在同一侧
170F/X170F 165F/160F	连杆杆身和杆盖上的数码对齐, 且数码向喷油器一侧	使连杆数码和活塞顶部燃烧室导流槽在同一侧



a) S195 型活塞连杆组



b) YC2105 型活塞连杆组

图 13-14 活塞销与活塞、连杆的组装

(2) 检查活塞连杆组的偏斜情况 活塞连杆组装后, 最好能在连杆检验仪上检查活塞裙部轴线对连杆大端轴承孔轴线的垂直度。当测量值超过允许值后, 应找出原因, 加以校正。否则, 活塞连杆组装入气缸会出现偏斜情况, 在使用中导致缸套和活塞、轴颈和轴瓦偏

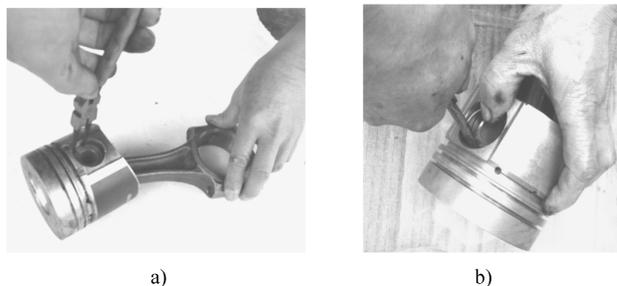


图 13-15 拆装挡圈的方法

磨，使配合件使用寿命缩短。

(3) 活塞环的安装

1) 安装活塞环时，要注意方向、位置和开口角度，如装反装错，会引起气缸密封不严、漏气，大量机油窜烧等故障。

① 活塞环的标记。活塞环常见的标记位置是打在靠近环的开口端面上，标记有以下几种：“上”、“T”、“SH”“O”、“TOP”、“STD”、“NH”、“UP”等。把活塞环套入活塞环槽时，环口有标记的一面应朝上，即朝向活塞顶面。

② 活塞环的位置及开口角度。安装活塞环时，应注意不同断面环的安装位置和各环口错开角度。镀铬平环、矩形环或镀铬桶面环、桶形环装在第一道环槽，不分上下，没有正反；扭曲环(阶梯环)、微锥环、锥面环(梯形环)、倒角环装在第二、三道环槽；扭曲环，其内圆或外圆上有切槽或倒角，使环的断面不对称，装入气缸后，在弹力作用下产生扭曲。安装时内圆有切槽、倒角的，槽口向上；外圆有切槽、倒角的，槽口向下；两种环混装的，内圆有切槽、倒角的装在第一道环槽，外圆有切槽、倒角的装在第二、三道环槽，不能装反。扭曲环在环槽中的安装方向如图 13-16 所示。

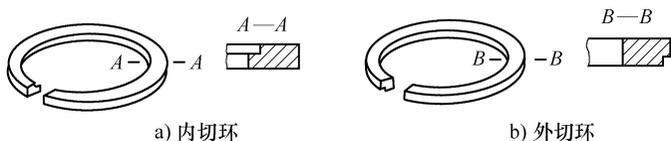


图 13-16 扭曲环安装方向

为了避免可燃混合气从环口漏出，各道环的开口应错开一定的角度，即开口不能同一条直线上。装三道环的，各环开口相隔 120° ；装四道环的，第一、二道互错 180° ，第二、三道互错 90° ，第三、四道互错 180° 。各道环的开口应和活塞销孔中心线相隔 45° ，也不要朝着活塞受侧压的方向，从而获得较长的、迷宫式的漏气路线，以增加漏气阻力，减少漏气量。几种机型活塞环开口方向如图 13-17 所示。

2) 活塞环的安装方法。因活塞环容易折断，所以活塞环的安装应使用专用的夹具。如无专用夹具，可用两手大拇指适当撑开活塞环端口，其余食指护着环的四周，小心地将环套进活塞环槽内。活塞环的安装方法如图 13-18 所示。

螺旋撑簧油环的安装方法如图 13-19 所示。将螺旋撑簧的接口拆开，卷放在活塞环槽的第四道环上(该活塞装有四道环时)，或者卷放在活塞环槽的第三道环上(该活塞装有三道环

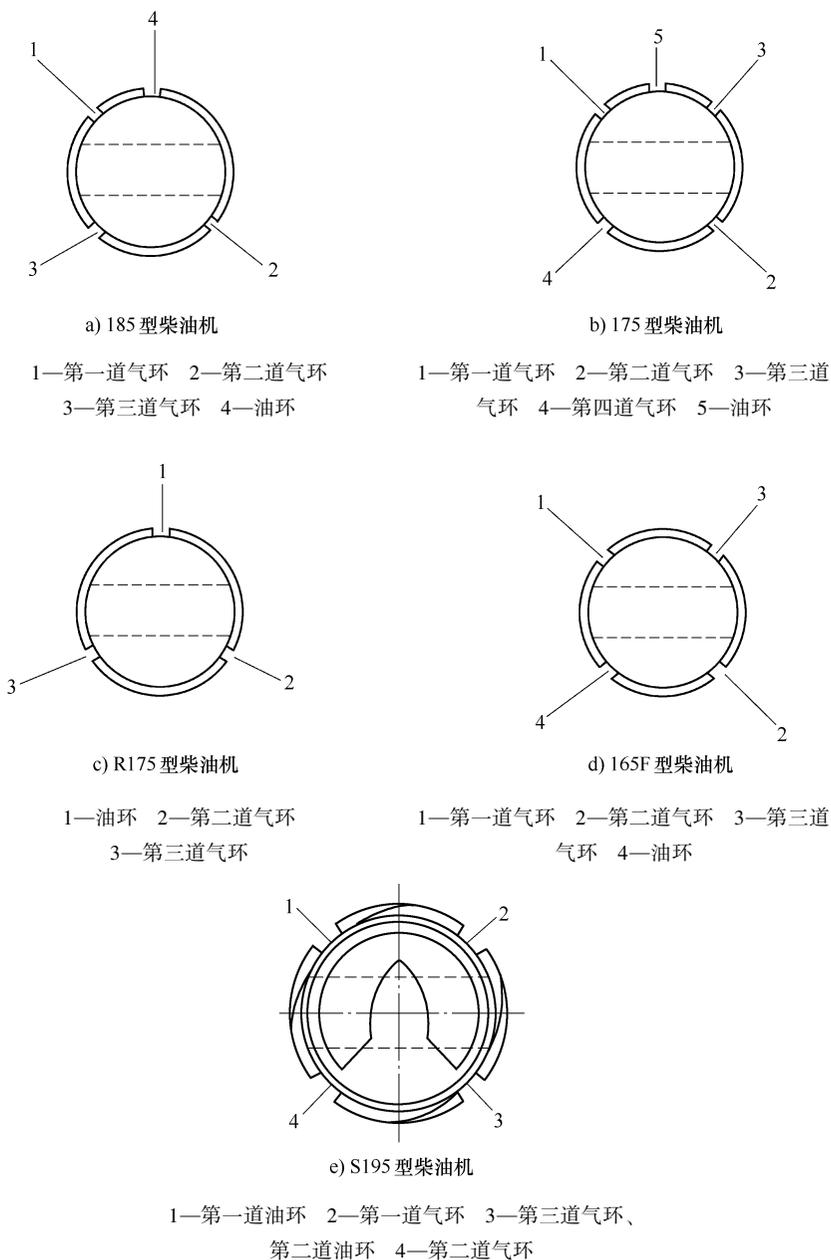


图 13-17 活塞环开口方向

时), 连接撑簧接口, 再把油环本体装到环槽内, 环的开口必须在撑簧接头的对面。

(4) 活塞连杆组的安装 活塞连杆组装入气缸套前, 先在气缸套内表面或活塞外圆表面、销孔及活塞环槽内涂抹机油, 并将环口错开。

将活塞连杆组件放进缸套, 如果是卧式柴油机, 应注意使连杆小头油孔朝上, 涡流燃烧室凹坑(马蹄形凹坑或双子叶凹坑)尖顶朝上; 如果是立式柴油机, 应注意活塞的方向, 使顶部燃烧室凹坑对着喷油器方向; 如果是直喷式柴油机, ω 形燃烧室偏心凹坑向上或朝向喷油器方向。常见机型活塞对应的方向见表 13-6。



a) 用卡簧钳安装活塞环的方法



b) 装入气环的方法

图 13-18 活塞环的安装方法



图 13-19 连接撑簧接口的方法

表 13-6 活塞顶面形状和安装方向

机 型	活塞顶面形状或标记	安装对应方向
YC2108	活塞顶面上的箭头	指向柴油机前端
CZ2105T	ω 形燃烧室凹坑	向喷油泵一侧
云内 2100QB	活塞顶 ω 形燃烧室凹坑	向喷油泵一侧
ZH1125	活塞顶上燃烧室	应偏于左上侧方向
ZS1120	同上	同上
ZS1115	活塞顶上的燃烧室偏心凹坑	偏心凹坑向上或朝向喷油器方向
ZH1110	同上	同上
S195 S1100A	铲击形凹坑或“人”字形凹坑	“人”字形尖顶向上或铲击形凹坑朝向喷油器喷孔方向
JC170/JC175	双涡流式双子叶凹坑导流槽	活塞顶部导流槽向上(喷油器方向)
R180/R170	马蹄形凹坑或双子叶凹坑尖顶	尖顶向上或与喷油器喷孔对正
165F/160F	双涡流式双子叶凹坑导流槽	活塞顶部导流槽向上(喷油器方向)

用专用工具，如用旧缸套车制成锥形圆筒(图 13-20)，或铁皮夹箍箍紧活塞环(图 13-21)，并用锤子柄轻轻敲击活塞顶部，使活塞慢慢落入缸套内，如图 13-22 所示。与此同时将曲轴转到上止点附近，使连杆大头及装好的瓦片准确地落座在连杆轴颈上。一边慢慢转动曲轴，一边推动活塞往下移，直至在下止点附近，即使连杆轴颈与连杆大端一起转到易于安装连杆盖的位置。在转动曲轴时，最好不要使瓦片掉入曲轴箱。若瓦片掉入曲轴箱底部，应伸手至曲轴箱底部掏出轴瓦重新安装。将轴瓦插入连杆大端，使轴瓦定位凸键对正于连杆大端的凹槽，瓦背与连杆要贴合。安装连杆瓦的方法如图 13-23 所示。

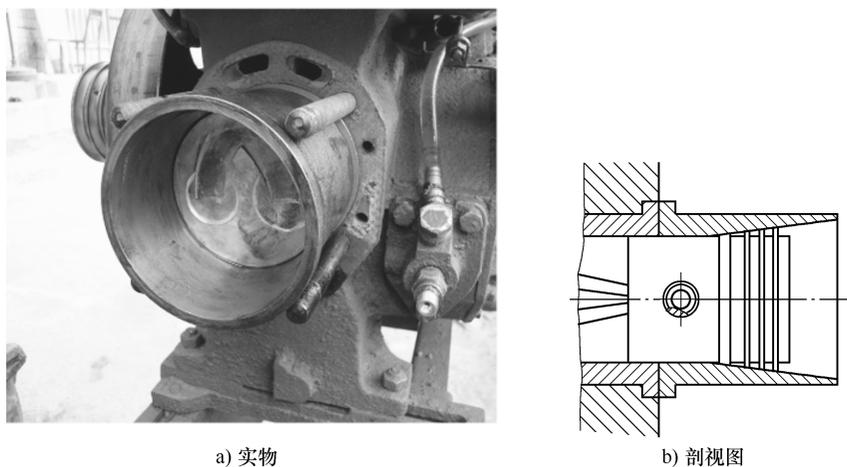


图 13-20 用专用工具安装活塞连杆组



图 13-21 用铁皮夹箍箍紧活塞环，将活塞连杆组装入缸套

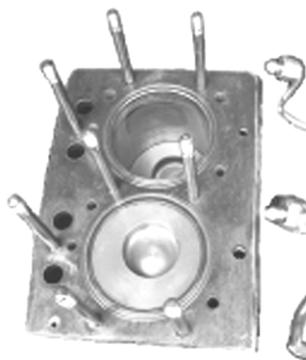
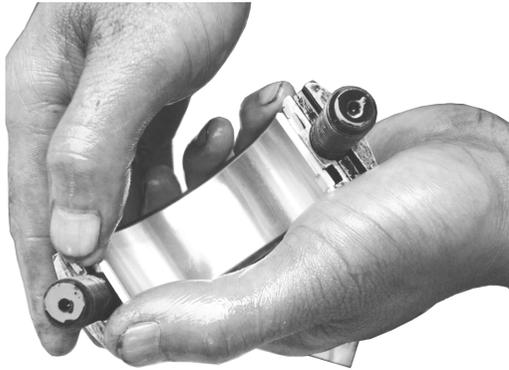


图 13-22 活塞在气缸中的位置

在连杆轴瓦表面涂上机油，装上轴承盖，注意应与连杆大头记号同在一侧，如图 13-24 所示；将连杆螺栓沾少许机油旋入孔中，按厂方规定力矩、分两三次将连杆螺栓拧紧，如图 13-25 所示。S195 型、195S 型柴油机，是用一段直径为 $\Phi 1.8\text{mm}$ 的镀锌铁丝以“8”字形缠绕在两个连杆螺母上，如图 13-26 所示；有的是用锁片锁住螺母，如图 13-27 所示。后一种螺母属于自锁型螺母，靠拧紧力使六条均布窄槽变形达到自锁。对于自锁能力下降的螺母，应及时更换。



a)



b)

图 13-23 安装连杆瓦的方法

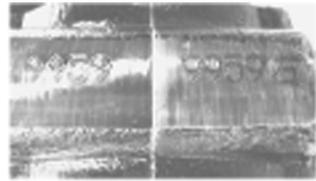
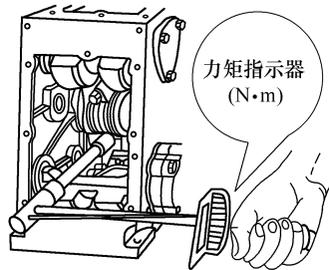


图 13-24 连杆大头的装配记号



a) 拆装连杆螺栓的方法



b) 按规定扭紧力矩拧紧连杆螺栓(螺母)

图 13-25 拆装连杆螺栓的方法

常见机型连杆螺栓拧紧力矩见表 13-7。



图 13-26 用铁线锁紧连杆螺栓的方法

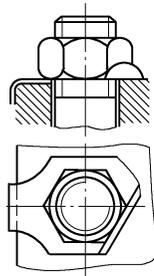


图 13-27 连杆螺母锁片的锁紧

表 13-7 连杆螺栓拧紧力矩 (单位: N·m)

机型	ZS1115 ZS1110	S195 195S	JC185 JC190	R180 R175A	R170 R165	165F 160F
拧紧力矩	78.4 ~ 117.6	78.4 ~ 98	58.8 ~ 88.3	49 ~ 58.9	25 ~ 35	24.5 ~ 34.3

(5) 检查活塞顶在上止点时的高度 安装活塞连杆组后, 应检查活塞顶在上止点时的高度。如 S195 型、195S 型柴油机, 活塞顶凸出气缸套平面的高度要在 0.23 ~ 0.76mm 之间, 合适的存气间隙是 0.94 ~ 1.57mm; R180 型柴油机, 活塞顶凸出气缸套平面的高度要在 0.8 ~ 0.9mm 之间; 170 型柴油机, 活塞顶凸出气缸套平面的高度要在 0.7 ~ 1.1mm 之间。

常见机型气缸存气间隙见表 13-8。

表 13-8 气缸存气间隙 (单位: mm)

机型	S195、195S	185、185N	CZ180F	CZ175F
存气间隙	0.94 ~ 1.57	0.8 ~ 0.9	0.5 ~ 0.7	0.6 ~ 0.7

三、配气机构的装复

小知识

配气机构在安装前, 需要对哪些零件和部位进行检查?

在安装前, 应检查凸轮轴键槽与正时齿轮、挺柱与机体孔的配合间隙, 挺柱头部工作面及导向凹球面、调整螺钉凹球面及螺纹、摇臂撞头端面等是否磨损。这些端面磨损后, 会使气门间隙变大, 使已调整好的气门间隙在工作中发生变化。还应检查气门推杆有无弯曲(直线度应小于 0.3mm), 气门杆尾部锥面与气门锁夹、气门锁夹与气门弹簧座孔配合是否严密等。如发现缺陷应予修复、校正或更换。

配气机构的安装

(1) 凸轮轴的安装和轴向间隙的调整

1) 清洗零件之后, 在挺柱表面及凹面、凸轮轴衬套、凸轮轴凸轮及轴颈等部位涂上一层机油。

2) 在机体上压装凸轮轴衬套。衬套在压入机体上时, 要注意上面油孔和机体上的油道

应对正。有的机型用衬套的定位螺钉孔与定位螺钉对正，使衬套位置可靠定位，避免在工作时转动错位，使油孔堵塞而失去润滑，致使配合件发生干摩擦，造成衬套与轴颈“咬死”。

S195 型、195S 型柴油机，凸轮轴和前衬套配合间隙为 $0.04 \sim 0.0077\text{mm}$ ，凸轮轴和后衬套配合间隙为 $0.03 \sim 0.0083\text{mm}$ ，磨损极限为 0.25mm 。

3) 从曲轴箱处将挺柱插入机体上的挺柱孔。

4) 在凸轮轴键槽上放入平键，敲入凸轮轴正时齿轮，使有装配标记的一面朝向油泵凸轮。

5) 将凸轮轴总成装入机体，使凸轮顶住挺柱，注意凸轮轴正时齿轮与齿轮室齿轮的正确啮合。在轴端抹些机油后，装入飞轮一侧的凸轮轴盖。

6) 检查、调整凸轮轴的轴向间隙。S195 型、195S 型柴油机，凸轮轴轴向间隙为 $0.20 \sim 0.40\text{mm}$ 。凸轮轴由安装在齿轮室盖上的泵油扳手座(或者止推螺栓)限制其轴向移动，如果轴向间隙过大，可通过减薄泵油扳手座垫片(或者通过旋入止推螺栓)来调整。

常见机型凸轮轴轴向间隙见表 13-9。

表 13-9 常见机型凸轮轴轴向间隙

机 型	凸轮轴轴向间隙
YC2108/ YC2115	0.16 ~ 0.26
CZ2105T/2110TA	0.08 ~ 0.25
S1100/S195/195S	0.20 ~ 0.40

(2) 正时齿轮组的安装 正时齿轮组的正时齿轮，是用于保证配气和供油正时的。S195 型、195S 型柴油机，正确安装正时齿轮，还能保证柴油机的工作平衡。因此，在正时齿轮轮齿的端面上通常都打有记号，安装时把记号同时对准即可。S195 型柴油机正时齿轮装配记号如图 13-28 所示。YC185 型柴油机正时齿轮装配记号如图 13-29 所示。JC185N、JC190、JC192、JC192A 型柴油机齿轮啮合记号如图 13-30 所示。

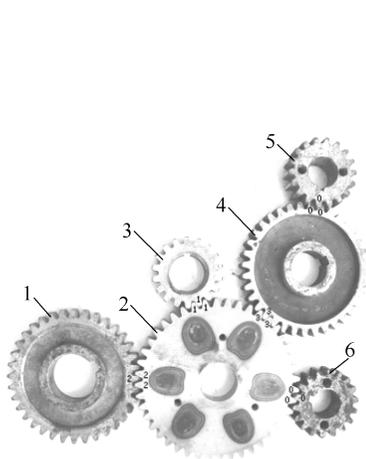


图 13-28 S195 型柴油机正时齿轮装配记号

1—凸轮轴正时齿轮 2—调速齿轮 3—曲轴正时齿轮
4—起动齿轮 5—上平衡轴齿轮 6—下平衡轴齿轮

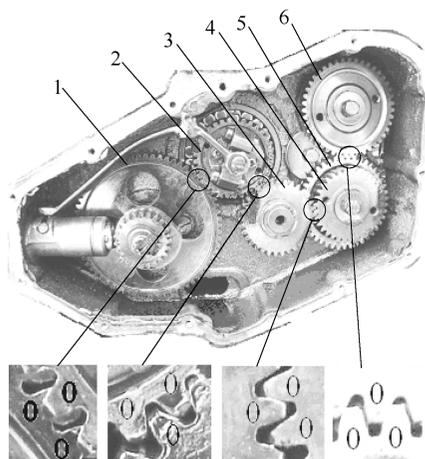


图 13-29 YC185 型正时齿轮装配记号

1—凸轮轴正时齿轮 2—曲轴正时齿轮 3—惰齿轮
4—平衡轴传动齿轮 5—下平衡轴齿轮 6—上平衡轴齿轮

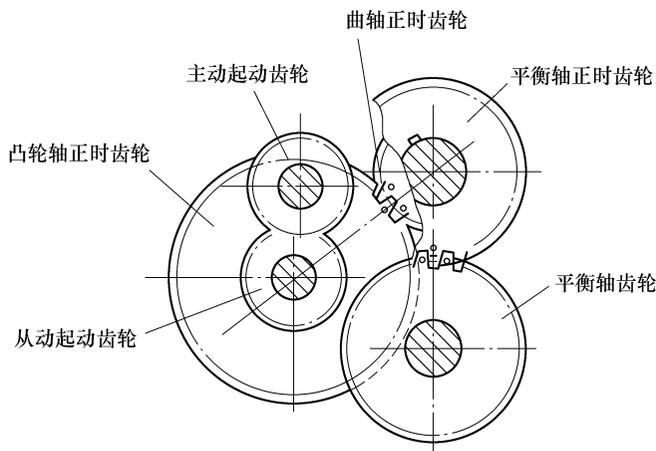


图 13-30 JC185N、JC190、JC192、JC192A 型柴油机齿轮啮合记号

如果记号模糊不清或根本无记号，对于 S195、195S、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机来说，可按下述方法重新打印记号：

1) 曲轴正时齿轮， $Z = 18$ 。以曲轴正时齿轮上的键槽所对的轮齿为第 1 个齿，顺时针数至第 9 个齿，在第 9 个齿的端面上打印标记“1”，就是原来的装配记号。

2) 凸轮轴正时齿轮， $Z = 36$ 。以凸轮轴正时齿轮上的键槽所对的轮齿为第 1 个齿，顺时针数至第 4 个齿，在第 4 个齿的端面上打印标记“2”，就是原来的装配记号。

3) 起动轴正时齿轮， $Z = 36$ 。以起动轴正时齿轮上的键槽所对的轮齿为第 1 个齿，顺时针数至第 10 个齿，在第 10 个齿的端面上打印标记“3”，就是原来的装配记号“3”的位置。再继续往后数至第 25、26 个齿，并分别在第 25、26 个齿的端面上打印标记“0”、“0”，就是原来的装配记号“0-0”的位置。

4) 调速齿轮， $Z = 44$ 。调速齿轮共有 4 处记号，逆时针排列为：“1-1”、“2-2”、“0-0”、“3-3”。打印的方法是：在齿轮上，任意选出相邻的两个齿为基准，分别在相邻的两个齿打印“1-1”；按逆时针方向，以前一个“1”为起点数至第 9、10 个齿，分别在第 9、10 个齿的端面上打印“2-2”；再继续按逆时针方向往前数，数至第 30、31 两齿，分别第 30、31 个齿的端面上打印“0-0”。再以已打印的“1-1”两个齿为基准，按顺时针方向，以前一个“1”为起点数至第 7、8 个齿，分别第 7、8 个齿的端面上打印“3-3”。

5) 上、下平衡轴齿轮， $Z = 18$ 。在上平衡轴齿轮上的键槽所对的轮齿端面上打印标记“0”，就是原来的装配记号。用同样的方法，在下平衡轴齿轮的端面上打印标记“0”，就是原来的装配位置。

6) 齿轮记号位置的校准，如图 13-31 所示。

(3) 气门组及镶块的安装

1) 如果是更换涡流室镶块，应对整个气缸盖加热，温度为 200°C 左右，或者将气缸盖放入 100°C 水中加热几分钟后取出，迅速将镶块压入气缸盖座孔，并使镶块上的喷孔稍微偏向进气门 $2^{\circ}18'$ 。检查镶块平面，应凸出气缸盖平面的标准值为 0.00mm ，若下沉量大于 0.02mm 时，应更换加厚的镶块，或在气缸盖孔里垫上薄铜垫。若镶块平面凸出气缸盖平面过大，应将镶块进行磨削，装后应与气缸盖平面平齐。

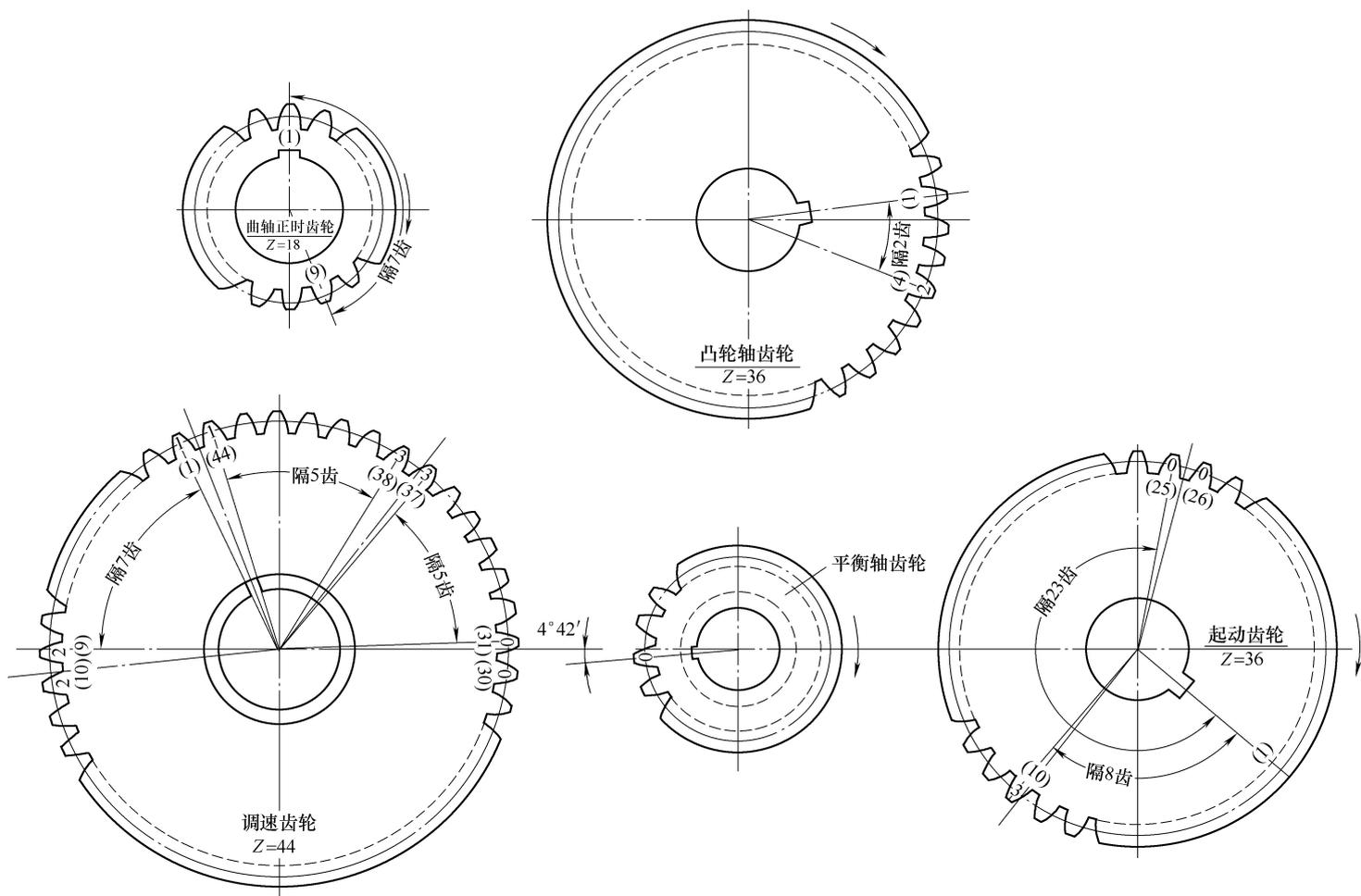


图 13-31 齿轮记号位置的校准

验证镶块安装是否合格，其方法是：将喷油器总成装入气缸盖上，借用柴油机的喷油泵或喷油器试验器，通过高压油管向喷油器提供高压柴油，使喷油器喷油。若油束能准确地从起动喷孔中射出，说明镶块安装合格。否则，重新安装。

2) 在装配气门组前，将气缸盖、气门、气门弹簧、锁片等零件清洗干净。

3) 先把气缸盖侧放，将气门杆及头部斜面涂上机油后插入气门导管中，用一片厚度适当的垫圈顶在气门头部，然后把气缸盖平放；将气门的内、外弹簧装在气门导管的外围，再将弹簧座放在气门弹簧之上。

4) 用专用工具压缩气门弹簧，使气门杆尾端的锥形露出，装上两片锁夹后松开专用工具，弹簧座上移，将锁夹装在弹簧座内，且两片锁夹之间应有一定的间隙，图 13-32 所示。以前老式的机型，两片锁夹上端面凸出弹簧座的平面 $0.25 \sim 2\text{mm}$ ；而目前的机型，两片锁夹上端面则是凹下弹簧座的平面 $1 \sim 1.5\text{mm}$ 。



a) 用专用工具压缩气门弹簧



b) 装入两片锁夹

图 13-32 安装锁夹

5) 用锤子轻轻敲击几下气门杆或气门弹簧座，通过振动使两片锁夹紧固在气门弹簧座和气门杆的环槽内，把气门锁牢。

(4) 气缸垫及气缸盖的安装

1) 转动曲轴使活塞处于上止点，察看飞轮边缘上的上止点标记是否对正散热器上的记号。若记号模糊不清或无记号，应重新打印上止点记号。

2) 检查气缸盖、机体接合面是否平整；检查气缸垫的厚薄是否均匀，不能过厚或过薄，过厚或过薄都会影响压缩比。石棉纤维气缸垫(没有外包紫铜皮)只能一次性使用。

3) S195 型柴油机，气缸垫厚度为 1.8mm 。装配前可在其两面涂刷 $0.03 \sim 0.05\text{mm}$ 厚的石墨膏，以增加贴合严密性，并利于拆卸。不能在气缸垫表面涂抹润滑脂。如果是更换新机体，应将气缸盖螺栓拧入机体螺孔并紧固；将气缸垫和机体平面擦干净，使气缸垫没有卷边的一面朝向机体平面并装在机体上，并察看垫上各水孔及油孔是否与机体上的各孔对正。

4) 安装气缸盖时，若喷油器总成已经拆卸，应用卫生纸塞住喷油器座孔，以免泥沙、杂质掉入气缸内。在气缸盖气门凸凹坑上涂些机油，将气缸盖装到机体上，拧入气缸盖螺母，并对角轮换、分两三次将四只缸盖螺母拧紧到规定的力矩，如图 13-33 所示。S195 型、195S 型柴油机，气缸盖螺母拧紧力矩为 $200 \sim 220\text{N} \cdot \text{m}$ 。多缸柴油机，应从中间向两头、且对角交叉、分三次拧到规定力矩，以防气缸盖变形而漏气、漏水、漏油。双缸柴油机气缸螺母拧紧顺序如图 13-34 所示。

常见机型气缸盖螺母拧紧力矩见表 13-10。

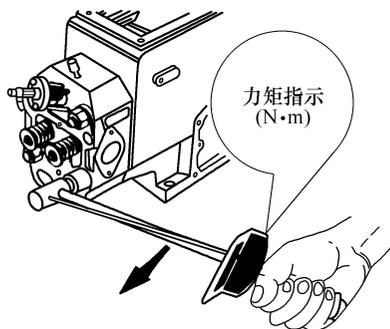


图 13-33 气缸盖的安装与拧紧

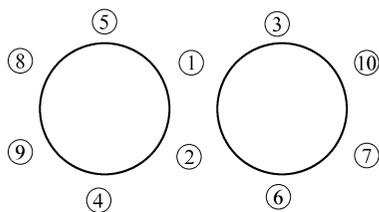


图 13-34 双缸柴油机气缸螺母拧紧顺序

表 13-10 气缸盖螺母拧紧力矩

(单位: N·m)

机型	ZS1115 ZS1110	S195 195S	JC185 JC190	R180 R175A	R170 R165	165F 160F
拧紧力矩	274.4 ~ 313.6	196 ~ 215.6	176.4 ~ 215.6	117.7 ~ 147.1	75 ~ 80	35 ~ 45

(5) 推杆的安装 安装好气缸盖后,把推杆从缸盖推杆孔中插入挺柱凹球面内。当推杆插到位时,手上有被吸住似的感觉。检验推杆装到位的方法:一人分别用两手指压住一对推杆,另一人摇转飞轮,若观察和感觉到一对推杆随着凸轮轴凸轮的旋转而上下运动(立式机型)或前后动作(卧式机型),说明推杆已经插到挺柱的凹球面内。推杆的安装如图 13-35 所示。

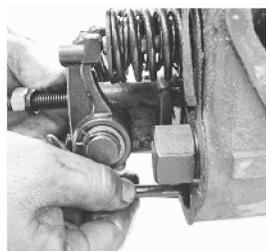


图 13-35 推杆与摇臂组件的安装

(6) 摇臂组件的安装

1) 先在摇臂轴装上摇臂座,使摇臂轴伸出摇臂座的两端均匀;再将摇臂装在摇臂轴上,在摇臂两端装上垫片、挡圈。用手沿轴线方向摆动摇臂应无松晃的感觉,且摇臂在轴上能灵活转动。

2) 在安装摇臂座之前,预先拧松气门间隙调整螺钉,以免没有气门间隙而把推杆顶弯。在气缸盖上安装摇臂组件时,应注意使推杆一端顶住气门调整螺钉凹面,或者是使推杆凹面一端顶住气门调整螺钉半圆头。摇臂座的固定螺栓(或螺母)要装上弹簧垫圈,且将螺栓(或螺母)拧紧到规定的力矩,以防松动。

3) 正确调整气门间隙和减压间隙后,装上气门室罩盖,固定气门室罩盖的螺母。螺母不要拧得过紧,以防压破罩盖。气门间隙的调整,详见本书第十四章所述方法。

常见机型气门锁片的装配尺寸见表 13-11。

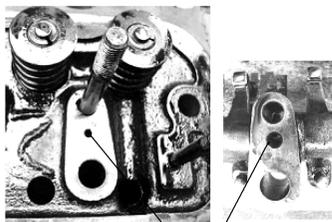
表 13-11 气门锁片的装配尺寸

(单位:mm)

机型	锁片高出弹簧座高度		两片锁片凸出高度差不大于	两片锁片对口间隙不大于
	标准值	允许值		
S195			0.30	1.0
2125	0.25 ~ 2.0	0.25	0.30	1 ~ 1.2

多缸柴油机，有一摇臂轴座与缸体上的润滑油道相通，以便把机油送到摇臂轴内润滑摇臂。因此，底座有油孔的摇臂轴座要对准缸体上的油道，如图 13-36 所示。

摇臂与摇臂轴之间都有润滑油道，它们相互间的位置不能装错。不要漏装摇臂轴定位螺钉，否则，因摇臂轴转动，使润滑油道堵塞。



摇臂轴座底座的油孔要对准气缸盖上的油道孔

图 13-36 摇臂轴座安装注意事项

小知识

180 型柴油机安装注意事项

1) 气缸垫不能装反。

安装气缸垫时，应使金属包皮卷边的一面朝向气缸盖，这样，就能使机体上的润滑油道与气缸垫的油孔对正。若气缸垫装反，则把气缸垫上的水孔当成油孔，配气机构的润滑还算正常，但有一个水道被气缸垫隔断，造成柴油机冷却不良，局部产生高温。

2) 供油凸轮不能装反。

180 型柴油机的供油凸轮与凸轮轴之间是键槽联接。安装供油凸轮时，应使有凸台的一面朝向轴端的起动齿轮，这样，才能使供油凸轮与油泵滚轮有良好的配合，以保证喷油泵正确的供油规律。若装反，则改变了喷油泵的供油规律，使最大的供油量由原来的快速上升变为缓慢上升，致使供油时间变晚。

四、燃油系统部件与总成的安装

1. 调速器的安装

(1) 安装调速器钢球

方法一：将调速支架装在调速齿轮端面上，拧紧三只半圆头螺钉；使调速齿轮放平，在调速支架的滑槽上放入六只钢球，把调速滑盘盖住；一手拿起调速齿轮并用拇指按住调速滑盘，装入调速齿轮轴上，另一手转动平衡轴齿轮，对准齿轮记号后，推入调速齿轮与正时齿轮啮合。

方法二：转动曲轴，使正时齿轮转动，当调速支架中两条对面的钢球滑槽处于水平位置时，停止转动曲轴，依次将四只钢球装入上方的两条滑槽和水平上的两条滑槽，然后将两只钢球装入下方的两条滑槽并用左手按住，右手将调速滑盘套入调速齿轮轴，左手松开下面两只钢球的同时，迅速推入调速滑盘盖住两只钢球。

初学者安装调速器钢球时，可参照飞球式调速器(图 1-71、图 1-74)进行装配。

(2) 安装齿轮室盖

1) 将调速杠杆拨叉、控制板等零件装在齿轮室盖上。

2) 将起动轴衬套(乙)、起动轴油封装在齿轮室座孔中。

3) 在装齿轮室盖总成之前，先将推力球轴承装到调速齿轮轴上。再将两涂好磁漆或密

密封胶的齿轮室盖垫片装到机体侧面，然后，将齿轮室盖上的油封孔对准起动轴，慢慢推入齿轮室盖总成至机体上，并用螺栓紧固。

齿轮室盖垫片不能过厚，否则，会使调速杠杆拨叉与推力球轴承端面产生过大的间隙，使调速器起作用的时间推迟，引起柴油机转速不稳。若调速杠杆拨叉端面磨损、调速滑盘工作斜面也磨损，使调速滑盘和推力球轴承之间的间隙增大，此时，可在调速滑盘和推力球轴承之间加一块 1mm 左右厚的垫片，转速就能稳定。

初学者安装齿轮室盖时，可参照图 1-7 进行装配。

(3) 飞锤式调速器的安装 R180 型柴油机，飞锤式调速器操纵系统零件图如图 1-72 所示，其安装步骤如下：

1) 装好飞锤部件(飞锤部件实物如图 10-6 所示)。

① 用圆柱销将飞锤与飞锤支架(或称为飞锤座)联接起来，并把圆柱销两端铆牢。飞锤在支架中应能灵活张开、收拢自如。

② 使飞锤收拢，将调速轴(或称为推杆)装入飞锤支架的中间孔中，从飞锤支架后面装入调速弹簧、调速弹簧座，接着，旋入固定螺母，调整调速弹簧的自由间隙在 0.2 ~ 1mm 之间，再用扳手将螺母拧紧，以免产生松动。用手推动调速轴，来回移动应灵活自如。

2) 将飞锤调速器部件装在调速齿轮上。用两只紧固螺栓将飞锤调速器部件固定在调速齿轮端面(或惰齿轮上)，如图 13-37 所示。

3) 装好调速杠杆部件(调速杠杆部件实物如图 10-7 所示)。

① 把调速杠杆轴装入调速杠杆的座孔中，并穿入圆柱销联接、固定调速杠杆轴和调速杠杆；将细牙螺母及调节螺钉拧入调速杠杆短臂的螺孔上。

注意：在调节螺钉或推杆端凹坑内装有小钢球，不得丢失。

② 用套筒旋出喷油泵固定螺母，将喷油泵总成拆下。

4) 将调速杠杆部件装入机体。从齿轮室窗口一侧，将调速杠杆部件的调速杠杆轴装入机体相应的轴孔(即调速杠杆轴应从下往上插入机体的调速杠杆轴衬套)中，然后，一手顶住调速杠杆部件，另一手将拉杆、弹簧垫圈、固定螺母旋入调速杠杆轴的轴端螺纹，并予以拧紧，如图 13-38、图 13-39 所示。用手上下推动调速杠杆轴，轴与机体端面应有 0.1 ~ 0.2mm 的轴向间隙，且摆动调速杠杆轴应灵活偏转。否则，调速杠杆轴摆动阻滞、转动不灵活，则使调速器不能正常工作。

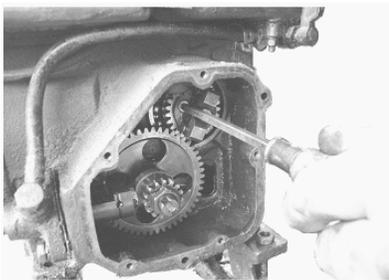


图 13-37 装入飞锤调速器部件后，
旋紧调速器固定螺钉



图 13-38 装入调速杠杆部件后，
拧入调速杠杆轴固定螺母

5) 安装喷油泵。从喷油泵安装座孔装入喷油泵总成,使柱塞臂凸柄嵌入调速杠杆叉槽中,然后,拧紧喷油泵固定螺母,如图 13-40、图 13-41 所示。

6) 将控制板、手柄及垫圈、操纵手柄部件装到齿轮室盖上,把齿轮室盖装到机体上(注意:有的机型在齿轮室盖装有机油泵,应使机油泵轴端方榫对准起齿轴端长槽),并拧入固定螺钉。然后,用调节螺钉及螺母、调速拉簧将操纵手柄部件和拉杆连接起来。

7) 调速器的调整,详见本书第十四章所述方法。

安装完成后,结果如图 13-42 所示。



图 13-39 用呆扳手拧紧
调速杠杆轴固定螺母

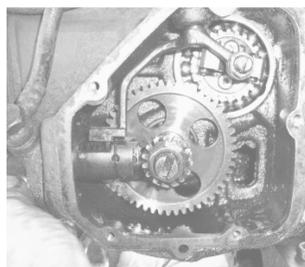


图 13-40 从喷油泵安装座孔装入喷油泵,
使柱塞臂凸柄嵌入杠杆叉槽中

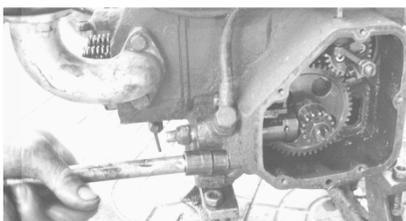


图 13-41 用套筒扳手将
喷油泵固定螺母拧紧

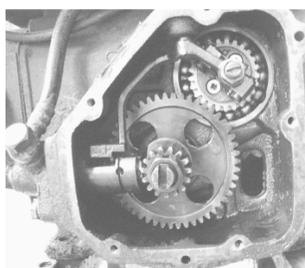


图 13-42 正时齿轮、调速器及
喷油泵装配后所看到的

注:上述所拍的照片,柴油机型号为 JC170 型(或 JC175 型),其调速器与 R180 型柴油机的调速器安装方法基本相同。

2. 单体柱塞式喷油泵的安装

(1) 齿杆式喷油泵的安装

1) 将喷油泵的全部零件放在盛有清洁柴油的容器里清洗干净,特别是精密偶件要小心清洗,不能擦伤。清洗后取出零件,逐个摆放在清洁的白纸上。

2) 装入柱塞套。从泵壳体前端装入柱塞套,使柱塞套头部长槽(或称为月形槽)对准泵壳体的定位螺钉孔,可通过泵壳体的定位螺钉孔观察到柱塞套头部的长槽。若长槽与螺钉孔不对正,可转动柱塞套使两者对正。注意柱塞套不得装错,若使进油孔(圆孔)对正定位螺钉孔,拧进定位螺钉后,就会把柱塞套顶偏。

3) 拧入柱塞套定位螺钉。拧入柱塞套定位螺钉时,要带有小垫圈,否则会造成漏油,使喷油泵供油不正常。旋入定位螺钉既要拧紧,又不能将柱塞套顶死。定位螺钉的作用是:使柱塞套定位后不发生转动,以保证柱塞偶件工作时,进油、回油油路畅通。检查的方法

是：用左右手的食指分别从泵壳体的两头伸入，按住柱塞套的两端来回推动。此时，柱塞套能在泵壳体内前后移动 1~2mm，而不能自由转动为合适。

若柱塞套不能在泵壳体内前后移动，说明定位螺钉过长，使螺钉头部顶压柱塞套；若柱塞套能在泵壳体内自由转动，说明定位螺钉过短，其头部伸不到月形槽。此时，应改变密封铜垫的厚度进行调整。

4) 检查出油阀垫圈，应平整。然后，将出油阀垫圈套入出油阀座，将出油阀座与出油阀垫圈一起从泵体前端装入，使出油阀底座平面与柱塞套头部端面接合，将出油阀芯装入出油阀座的导向孔，再将出油阀弹簧放在出油阀芯顶部上，将出油阀紧帽拧入泵体的螺孔中。可将油泵壳体夹在台虎钳上，用扳手按规定的力矩拧紧，一般为 49~68N·m。

5) 将齿杆装入泵壳体齿杆孔中，使齿杆上的凸柄处于中间位置，即使齿杆两端露出泵体各一个齿。

6) 按记号安装。用食指或小指插入调节齿轮开口槽中，将调节齿轮放入泵体内的同时往泵体内观察，细心地使调节齿轮上有倒角的轮齿对准调节齿杆上有钢冲小点的齿槽，并推入调节齿轮与调节齿杆啮合，即装配记号对正。此时，调节齿轮开口槽处于水平位置，如图 13-43 所示。

7) 从泵体的后端，按抽出时的方向依次装入弹簧上座、柱塞弹簧。注意弹簧上座不能装反，应使其凹面朝向柱塞弹簧。

8) 把柱塞装入柱塞套时，应使柱塞凸耳上的刻线记号对准调节齿轮开口槽的刻线标记，或使柱塞凸耳上的刻线记号对准柱塞套的定位螺钉，如图 13-43 所示。此时，柱塞的回油槽应朝上。用弹簧下座的凹槽套进柱塞尾部圆头，再将挺柱体总成装入泵体内，并使挺柱体总成上的导向槽对正泵壳体上的螺钉孔。

9) 保持柱塞凸耳的位置不变，用手往泵体内压入挺柱体总成，使柱塞弹簧被压缩，当挺柱体总成上的导向槽对正泵壳体上的螺钉孔时，则拧入小螺钉及垫片。此时，柱塞的凸耳正好进入调节齿轮开口槽中。若挺柱体压不进，则说明柱塞的凸耳与调节齿轮开口槽没有对正，可一边稍微拨动齿杆，一边压入挺柱体，直至将挺柱体压下为止。否则，重新安装。

10) 装配后试验。

① 拨动齿杆，柱塞在柱塞套中应能灵活转动。若柱塞转动不灵活，应查找原因，加以排除。

② 从喷油泵壳体的进油孔中灌入清洁柴油，在木板上，用双手握住喷油泵壳体，不断地往复按压挺柱体，使喷油泵压油。拨动齿杆朝减油方向移动至极点时，喷油泵应停止供油；拨动齿杆朝加油方向移动至极点时，喷油泵应供油正常，即喷油泵喷出较大油粒。

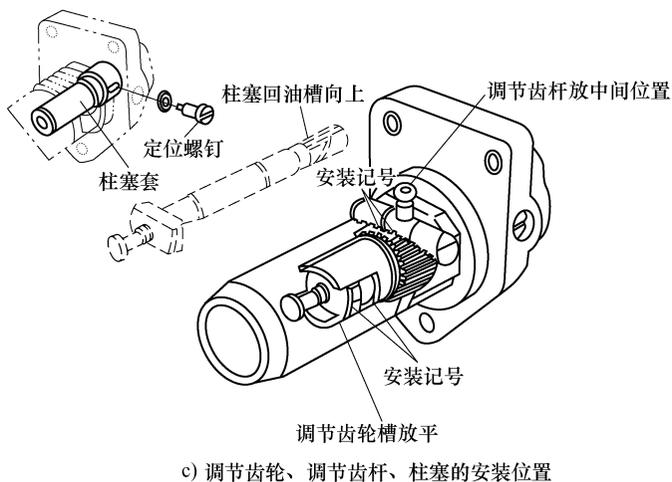
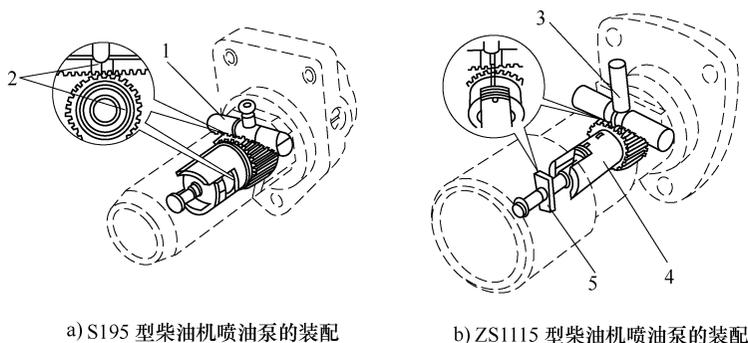
总之，安装喷油泵特别要注意以下三点：

调节齿杆、调节齿轮和柱塞凸耳上都有记号，装配时必须使三处标记对正。即使调节齿轮上有倒角的轮齿对准齿杆上有钢冲小点的齿槽，还有使柱塞凸耳上的刻线记号对准调节齿轮开口槽的刻线标记。齿杆、齿轮、柱塞的安装位置如图 13-43 所示。

单体柱塞式喷油泵，有两个定位螺钉，其中一个用于柱塞套定位，另一个用于挺柱体定位(导向)，它们都有垫圈。但是，柱塞套定位螺钉用的是密封铜垫或石棉垫圈，挺柱体定位螺钉用的是弹簧垫圈，两者不能混淆。

出油阀座和柱塞套的接触面经过研磨，靠平面的光洁来保证密封，两者压紧后就不漏

油。因此，安装中应注意出油阀底座平面与柱塞套头部端面不得有任何污物，才能保证高压油的严密性。还有出油阀铜垫的密封面也不得有划痕、凹陷或沾染杂质。如果出油阀垫片是塑料型的，应一次性使用。



c) 调节齿轮、调节齿杆、柱塞的安装位置

图 13-43 喷油泵的装配

1—调速齿杆放中间位置 2—装配记号 3—调节齿杆 4—调节齿轮 5—柱塞

注：初学者安装齿杆式喷油泵时，最好参照图 1-63、图 1-65 进行装配。

(2) 拨杆式喷油泵的安装

1) 从喷油泵体上方出油阀紧座口装入柱塞套、出油阀偶件及垫圈、出油阀弹簧、出油阀紧座，其安装方法与上述 1)~4) 步骤基本相同。

2) 从泵体安装孔的下方装入弹簧上座、柱塞弹簧、弹簧下座、柱塞、调整垫块、挺柱体总成。装入柱塞时，注意使柱塞的回油孔向上，即使柱塞的调节臂向上。还有弹簧座不能装反。

3) 一边用拇指按压挺柱体及滚轮、使柱塞弹簧压缩，一边将定位螺钉及垫圈拧入泵体上，使螺钉头部伸到挺柱体的导向槽。

4) 喷油泵装配后试验，与上述方法相同。

注：初学者安装拨杆式喷油泵时，最好参照图 1-64 进行装配。

(3) 喷油泵总成往机体上(或齿轮室盖上)的安装

1) 转动曲轴，使泵油凸轮转至后方。

2) 打开齿轮室盖上观察孔盖板, 或拆下齿轮室盖上的限油器总成, 调节调速手柄(操纵油门)处于中间位置, 使调速杠杆长端拨叉槽对正于齿轮室盖上的喷油泵安装孔上方缺口。

3) 按原来的数量将供油时间调整垫片装到齿轮室盖的喷油泵安装孔端面上。

4) 使喷油泵上的调节齿杆凸柄处于中间位置, 把喷油泵放入齿轮室安装孔时, 既使喷油泵壳体的三个孔与齿轮室盖安装孔上的三只螺栓对正, 又使调节齿杆凸柄球头卡入调速杠杆长端的拨叉槽中, 如图 13-44 所示。可从检察窗口向内观察, 以保证齿杆凸柄装入杠杆的叉槽内。

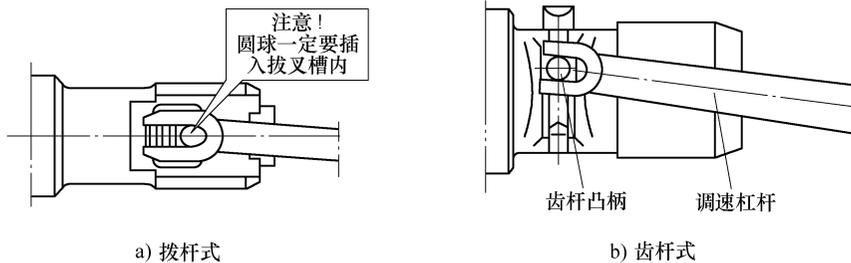


图 13-44 喷油泵总成往机体上的安装

5) 拧紧三只固紧螺母, 上下移动调速手柄, 调节齿杆应能向里向外灵活移动。

3. 喷油器的安装

(1) 喷油器的装配

1) 喷油器与喷油泵一样, 有精密偶件, 应在清洁的柴油中清洗针阀偶件及其他零件。

2) 从喷油器体尾端依次装入顶杆(S195、195S型涡流式柴油机, 注意顶杆端凹坑中应有一粒小钢珠)、调整弹簧、垫片、调压螺钉。

3) 将喷油器体夹在装有铜片的台虎钳上, 并使喷油器体前端朝上; 将喷油嘴装入喷油器紧帽中, 使针阀端的圆柱销对准顶杆中的小钢珠, 然后, 把喷油器紧帽旋入喷油器体, 并按规定的力矩拧紧喷油器紧帽。拧紧喷油器紧帽如图 6-31 所示。

喷油器紧帽将针阀体压紧在喷油器体前端, 两者的接合面都经过研磨, 压紧后才能很好地密封。所以, 在拆装与清洗时, 不能损伤喷油器体前端平面与针阀体接合端面, 否则, 会引起漏油, 影响喷油压力和质量。

4) 检查、调整喷油器喷油压力和雾化质量后, 装上调压螺钉锁紧螺母, 并将螺母拧紧。

注: 初学者安装喷油器时, 最好参照图 1-78 ~ 图 1-80 进行装配。

(2) 喷油器的试验与调整 喷油器的试验与调整, 在前面已经介绍, 这里就不再重复。

(3) 喷油器往气缸盖上座孔安装

1) 安装喷油器总成前, 应将喷油器座孔上的污物清理干净。

2) 检查喷油嘴铜垫圈, 应平整, 若经过多次拆装、使垫圈凹凸不平的, 应更换新垫圈。若是专用的石棉垫圈, 应一次性使用。将喷油嘴专用垫圈装入安装孔并放平, 不能用石棉线或纸垫代替, 以免发生漏气。

3) 往气缸盖上座孔安装喷油器后, 再装入喷油器压板, 注意要将压板的弧面压在喷油

器体上，均匀平衡地拧紧压板螺母，如图 6-6d 所示。

4) 检查喷油嘴在气缸盖平面的凸出量，如图 13-45 所示。多孔针阀式喷油器，喷油嘴在气缸盖平面的凸出量一般在 2.5 ~ 3.5mm。

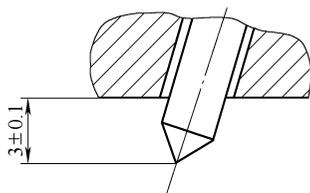


图 13-45 检查喷油嘴在气缸盖平面的凸出量

常见机型喷油嘴在气缸盖平面的凸出量见表 13-12。

表 13-12 喷油嘴在气缸盖平面的凸出量

机型	YC2108	CZ2110TA	ZS1115G	ZS1100
凸出量/mm	3.4 ± 0.1	3 ~ 3.01	3.2 ~ 4mm	3.2 ± 0.2

五、润滑系统与冷却系统的安装

1. 润滑系统的安装

(1) 润滑系统的安装注意事项

1) 安装前，各润滑油道必须彻底清洗，必要时，用压缩空气吹通。尤其是油底壳的吸油滤网、机油滤清器滤芯必须清洗干净，以免润滑油路发生堵塞故障，引起机件发热而卡死。

2) 安装机油泵前，应检查其泵油是否正常，如图 13-46 所示。图中是多缸柴油机的机油泵，试验为机油泵泵油正常。

3) 安装各部位的垫片和油管接头时，应注意对好各润滑孔道，接头和垫片处不应有泄漏现象。

4) 安装机油泵时，要保证吸油管道的严密性，否则将影响机油泵的泵油压力和泵油量。

5) 加入油底壳的机油量应在机油尺的上限和下限刻线之间。

(2) S195、195S、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机润滑系统的安装 安装步骤详见第十一章“润滑系统的修理”文中所述。

(3) R175、R180、R185 型柴油机润滑系统的安装 R175、R180、R185 型柴油机润滑系统的机油滤清器和机油泵都安装在齿轮室盖中，如图 1-90 所示。

机油滤清器的装配方法：将垫片、滤杯及螺栓座装入齿轮室盖的内侧，并拧入三只 M6 × 16 螺栓和垫圈把滤杯紧固；依次将旁通阀弹簧、O 形密封圈、机油滤芯部件、垫片装入机油滤清器体，然后，用 M8 × 75 螺栓和垫圈插入机油滤清器体和机油滤芯部件的通孔后，从齿轮室盖的外侧进入，装入齿轮室盖和滤杯及螺栓座中，并将 M8 × 75 螺栓拧紧。

齿轮式机油泵的装配方法：将机油泵主动齿轮、机油泵从动齿轮装入机油泵体内腔中，再放上机油泵盖垫片，盖上机油泵盖，并拧入 M5 × 16 螺钉及垫圈固定；在机油泵体装上 O

形密封圈、垫片，用两只 M6×16 螺栓及垫圈，把机油泵固定在齿轮室盖内侧。

将机油指示器及指示器垫圈装入齿轮室盖上端的润滑油道中。

将机油滤清器、齿轮式机油泵、吸油管总成装在齿轮室盖上后，将齿轮室盖装上机体，并用固定螺栓拧紧。



图 13-46 安装机油泵前，检查泵油是否正常

2. 冷却系统的安装

1) 对于单缸柴油机来说，先检查冷却液浮标指示器的浮筒是否密封，不应渗水。再安装散热器总成和密封垫片，灌满水后没有泄漏即可。

2) 对于多缸柴油机来说，安装时，散热器与机座联接部分，应用橡胶垫垫好；各橡胶管口的卡箍要可靠拧紧，不得漏水；检查节温器是否良好；正确安装水泵，水泵的水封部件、水泵垫片要完整无缺，以保证水泵的密封；水泵轴承应注满润滑脂，正确调整风扇传动带的张紧度。

六、单缸柴油机装配注意事项

1. S195、S1100 型柴油机轴承、衬套的安装

(1) 曲轴主轴承 曲轴的主轴承油槽上都钻有油孔，油孔分别与左右气缸体、主轴承上的油孔相通，以使机油进入主轴承和主轴颈。安装时，只要主轴承的凸缘缺口对正定位销，就能防止主轴承传动，保证油孔对准，使润滑油路畅通无阻，避免造成烧瓦、抱轴现象。

(2) 摇臂衬套 摇臂中部压有衬套，上有油孔，承接从机油压力指示阀油孔喷出的机油，润滑摇臂轴。向摇臂压入衬套时，如不对正油孔，摇臂衬套就会缺少机油，致使摇臂轴和摇臂衬套干摩擦而烧损，气门间隙变大，产生严重的敲击声。

(3) 连杆衬套 连杆小头钻有油孔，和连杆衬套的油孔相通，承接从曲轴和连杆飞溅的机油，润滑活塞销和连杆衬套。当向连杆小头压入铜套时，如不对准油孔，铜套和活塞销将发生干摩擦，配合间隙变大，引发“咣当”的敲击声。严重时，衬套和销将发生“咬死”。

(4) 起动轴衬套 齿轮室盖和机体的起动轴衬套安装座孔上方都钻有集油凹槽，让齿轮室内的齿轮和连杆大头激溅的机油从凹槽分别流入，润滑衬套和起动轴。安装起动轴衬套

时,两衬套油孔要分别与机体上的齿轮室上相对应的集油凹槽相通,否则,起动轴转动时,便与其衬套发生干摩擦而造成早期磨损,导致齿轮室噪声增大。

(5) 凸轮轴衬套 机体的齿轮室侧留有凸轮轴衬套安装座孔,座孔上方也钻有集油凹槽,让主轴承多余的机油和齿轮室齿轮飞溅出来的机油,顺着机体一条边流入集油凹槽,润滑衬套和凸轮轴。安装时,凸轮轴衬套油孔如不对正座孔的集油凹槽,凸轮轴和衬套就会加快磨损,引起供油角度和配气相位变化增大,导致柴油机功率下降。

2. S195、S1100 型柴油机上 20 个不能装反的零件

(1) 气缸垫 装配时,有卷边的一面应朝向气缸盖,以保证气缸的密封性。如果装反,会使气缸垫早期损坏。

(2) 活塞 活塞顶部的马蹄形凹槽或顶部的桃形尖形状一侧应朝向喷油器。如果装反,燃油与空气就会混合不良,不能充分燃烧,影响柴油机的起动和工作。

(3) 连杆与活塞组装 应使连杆小端的油孔和活塞顶部的马蹄形凹槽或顶部的桃形尖形状一侧朝向上方,以保证连杆衬套得到良好的润滑。

(4) 活塞连杆组装入缸套机体 应使连杆大端的 45° 剖分面朝下(向油底壳),以减少连杆大端剖面的受力,防止连杆螺栓或连杆大头的断裂。

(5) 连杆瓦的上、下瓦片 若是新更换的轴瓦,则不分上下;若是使用后的轴瓦,要按原来位置装复,不应上、下换位。否则,会影响轴颈与轴瓦的配合关系。

(6) 连杆盖与连杆的组合 连杆大端与连杆盖部背面打有记号,组合时,应使有编号数字的一端同侧,以保证连杆大头孔原加工精度。

(7) 双头螺柱 如缸盖双头螺柱、摇臂座双头螺柱等,螺纹较短的一头应拧入机体或缸盖,螺纹较长的一头是拧入螺母固定零件用的。

(8) 喷油器压板 压板一面是平面,另一面为圆弧面。安装时应使圆弧面朝向喷油器体,以保证喷油器被压紧时居中而不偏斜。否则,容易使安装座孔向外漏气。

(9) 摇臂座 应使有开槽的一侧朝下,以保证摇臂撞头与气门尾端对准。

(10) 气缸盖上的镶块 更换镶块时,不但要使起动喷孔漏斗形(或有小喇叭)的一面朝向气缸盖,正对着喷油器的喷孔,而且还要使起动喷孔与主喷孔中心的连线向进气门座孔微偏 $2^\circ 18'$ 。

(11) 活塞环 第二、三道活塞环,靠近开口的端面有“上”、“T”记号的一面,或者有字母“SH”、“NH”的一面,应朝向活塞顶。若装反会导致气缸内密封性下降,使机油窜烧。

(12) 调速齿轮轴 应使泄油孔垂直向下,以利于衬套与轴的润滑。

(13) 齿轮室盖上的呼吸器 安装呼吸器中间簧片组件时,应使簧片向外,以保证呼吸器对外只呼气而不吸气。

(14) 油封 安装油封时,应使唇口朝向机体内。若装反,易使机油渗漏。

(15) 喷油泵中的柱塞弹簧座 应使弹簧座有凸边的一面朝向弹簧,包住弹簧,以保证正确的装配尺寸。

(16) 喷油泵中的柱塞套 应使柱塞带月牙形的孔与泵壳上的柱塞套定位螺钉孔同在一侧,以保证定位螺钉端头拧入月牙形槽中,使柱塞套不能转动。若装反(即转过 180° 安装),有可能使定位螺钉将回油孔堵死,导致供油失控引起飞车。

- (17) 机油泵外转子 一面有倒角的, 安装时应把倒角的一面朝向泵体里面。否则, 倒角会把进、出油道连通, 影响油压和供油量。
- (18) 机油滤网卡簧 应使卡簧两端翘起部分朝外, 以保证簧圈端面与滤网贴平。
- (19) 油底壳 有放油塞的一端, 应朝向柴油机后部, 以便放油。
- (20) 散热器漏斗 装有浮子的一侧应朝向油箱, 以保证冷却液合理循环。

3. 小型柴油机上几种轴的安装与调整

在使用与维修发动机的过程中, 往往注意轴与孔的径向间隙, 而忽视轴的端面间隙。现就 S195 型与 S1100 型柴油机轴向间隙及对发动机的影响进行浅析。

(1) 曲轴 曲轴由两个主轴承端面进行轴向定位, 它们之间的轴向间隙在 0.15 ~ 0.20mm 范围内。若过小, 曲轴转不灵活, 摩擦阻力增大, 会使功率下降, 受热膨胀后甚至会出现卡死现象。若间隙过大, 曲轴在工作时会来回窜动, 机油不易保持, 引起活塞、缸套“偏磨”, 曲轴油封漏油。严重时, 造成连杆弯曲变形。因此安装时, 要通过增减主轴承盖的纸质垫片进行调整。

(2) 凸轮轴 凸轮轴由安装在齿轮室盖上的泵油扳手座限制其轴向移动, 它们之间轴向移动量不能大于 2.00mm。若轴向间隙过大, 进、排气凸轮与挺柱撞击偏斜, 加剧磨损, 凸轮不能与挺柱底面紧密配合, 引起气门间隙和配气相位变化, 降低柴油机的输出功率。严重时, 凸轮轴的供油凸轮不对正高压油泵滚轮, 与推杆体发生碰撞产生敲击声, 柱塞往复运动受阻, 供油不均匀, 引起柴油机转速不稳。若轴向间隙过小, 凸轮轴不能灵活转动或发生卡滞现象, 同样影响柴油机正常工作。安装时要通过增减泵油扳手座垫片来调整。有的机型靠螺钉进行调整, 方法是: 先将调整螺钉旋至间隙消除, 再退半圈, 然后锁紧螺母即可。

(3) 平衡轴 平衡轴一端由安装在机体上的卡簧和另一端轴承盖(下平衡轴由机油泵总成)控制其轴向间隙, 一般在 0.2 ~ 0.4mm 范围内。若此间隙太大, 容易引起平衡轴轴承松动, 平衡轴发生轴向窜动, 整机振动及座孔磨损加剧。严重时, 造成平衡轴凹槽侧面与连杆大头(或者曲轴曲拐、机体)发生碰撞而折断。若间隙过小, 会使机油泵转子轴的方榫与下平衡轴长槽发生对顶, 转动阻力增加, 机油压力不足, 使机油外漏。因此安装平衡轴应无忽松忽紧或卡滞现象。

(4) 起动齿轮轴 起动齿轮轴由分别安装在机体与齿轮室盖上的衬套凸缘端面进行轴向定位, 控制其轴向窜动。若起动齿轮轴轴向间隙过大, 会引起齿轮啮合不完全, 啮合间隙变化致使齿轮室噪声增大。若轴向间隙过小, 柴油机工作时, 随着温度的上升, 金属零件受热膨胀, 起动轴衬套端面和起动齿轮端面产生摩擦, 使曲轴旋转阻力增大, 造成柴油机功率不足。

(5) 调速齿轮轴 安装调速齿轮轴时, 应伸出机体平面 65 ~ 75mm, 且轴上的两个漏油孔垂直朝下, 轴与机体座孔的配合要有一定的紧度。若配合过松, 容易使调速齿轮轴轴向窜动, 向里窜动与曲轴相撞, 向外窜动则与齿轮室相碰。调速齿轮轴磨损严重出现台阶, 其轴向窜动时还会带动调速滑盘位移, 造成柴油机“游车”。

4. 小型柴油机用垫片调整的部位

通过增减垫片来恢复配合件的正常关系, 是修理中常用的方法。下面以 S195、S1100 型柴油机为例来说明:

- (1) 主轴承盖垫片 更换曲轴和主轴承, 装配后, 若出现曲轴无轴向间隙(摇转曲轴无

法转动), 此时, 应通过增加机体与主轴承盖之间的垫片来调整。在使用中, 若出现曲轴轴向间隙过大, 致使飞轮产生轴向晃动、曲轴油封漏油, 应适当减少主轴承盖的垫片。

(2) 泵油扳手座垫片 齿轮室盖与泵油扳手座之间有扳手座垫片, 用于调整凸轮轴的轴向间隙。当凸轮轴的轴向间隙过大, 工作不正常时, 可采用减薄泵油扳手座垫片的方法来调整。

(3) 喷油泵壳体垫片 单缸柴油机喷油泵的供油正时是通过增减垫片来调整的。若供油时间过早, 则增加垫片; 若供油时间过晚, 则减少垫片。调整纸垫厚度一般为 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$, 一般增减一块厚度 0.2mm 的垫片, 供油时间就改变 3° 左右。

(4) 机油泵泵盖垫 机油泵泵体与泵盖之间有一张纸垫, 以保证机油泵转子的轴向间隙在 $0.03 \sim 0.09\text{mm}$ 范围内。当零件磨损间隙增大后, 供油量和机油压力就下降。可减少泵体与泵之间的垫片来调整; 若调整无效, 可以研磨泵体端面, 使轴向间隙恢复正常。

(5) 机油泵总成垫片 更换下平衡轴和机油泵总成, 安装后, 若转子轴的方榫顶死下平衡轴开口槽端面, 使下平衡轴转动阻力增大, 这时可以增加适当的垫片, 使下平衡轴灵活转动。

(6) 气缸盖罩垫片 当气缸盖罩里的减压轴凸轮磨损严重后, 会使减压间隙过大, 转动减压座在任何位置都起不到减压作用。此时, 适当减薄气缸盖罩与气缸盖之间的垫片, 可以使减压间隙缩小, 转动减压座重新调整, 则满足调整的技术要求。更换新气缸盖罩和减压总成, 在调整减压间隙时, 不论转动减压座在任何位置, 总是出现减压轴凸轮顶压进气门, 引起气缸无压缩压力, 此时, 应通过增加气缸盖罩垫片厚度的方法来处理。

(7) 调速器推力轴承垫片 单缸柴油机在运转中, 转速时高时低, 即出现“游车”故障, 大多数是因调速器零件磨损, 使调速滑盘、推力轴承与调速拨叉间隙过大。排除的方法是: 在单向推力轴承与调速滑盘之间添加厚 1mm 左右的纸垫。有时会因垫片太厚, 出现供油量减少, 使柴油机运转达不到额定转速, 遇到这种情况, 应减掉过厚的垫片。

5. 配气正时齿轮与供油正时齿轮免记号的安装

(1) 配气正时齿轮免记号的安装

方法一:

1) 取出惰齿轮, 使正时齿轮之间不啮合, 曲轴与凸轮轴失去连接。

2) 摇转曲轴, 使第一缸活塞处于压缩上止点位置, 即飞轮轮缘上的上止点标记与飞轮壳上(或机体上)的基准标记对正, 或曲轴带轮缘上的上止点标记与正时齿轮室盖上的指针对正。

3) 将进气门提前角度 α 换算成飞轮的弧长 L , 并在飞轮轮缘上的上止点标记处逆时针量取弧长 L 后做一个记号, 这就是进气门提前打开弧度。

4) 摇转曲轴, 使飞轮上的进气门提前打开弧度的记号与飞轮壳上(或机体上)的基准标记对正, 这就是进气门提前打开时刻。

5) 转动凸轮轴正时齿轮, 使第一缸的摇臂撞头与进气门尾杆刚刚接触(即气门间隙刚刚消除), 这就是第一缸进气门打开时刻。此时, 把惰齿轮(或称为中间齿轮)装上。

方法二:

在没有使用说明书、不知道进气提前角度、不会用公式($L = 3.14D\alpha$) $\times 360$ 计算的情况下, 采用这种方法比较简便。

1) 取出惰齿轮, 使正时齿轮之间不啮合, 曲轴与凸轮轴失去连接。

2) 摇转曲轴, 使第一缸活塞处于上止点位置, 即飞轮轮缘上的上止点标记与飞轮壳上(或机体上)的基准标记对正, 或曲轴带轮轮缘的上止点标记与正时齿轮室盖上的指针对正。

3) 转动凸轮轴正时齿轮, 使凸轮轴转到第一缸的进、排气凸轮顶点都向上或都向下, 两只凸轮的轮廓线相邻边形成一近似水平线, 成为“上八字”(相当于活塞处于排气上止点位置, 气门开启重叠期, 即排气门将要关闭和进气门刚打开的位置), 或者成为“下八字”(即相当于活塞处于压缩上止点位置), 如图 13-47 所示。

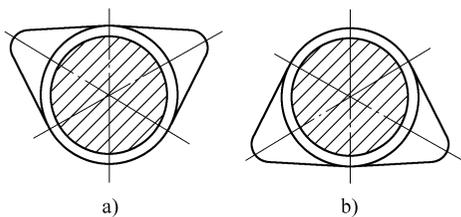


图 13-47 使两只凸轮轮廓线相邻边形成近似水平线

4) 装上惰齿轮。

(2) 供油正时齿轮免记号的安装

1) 根据柴油机的型号及供油提前角度 θ , 将供油提前角度 θ 换算成飞轮轮缘上的弧长 L_1 , 并在飞轮轮缘上的上止点标记处逆时针量取弧长 L_1 后做一条刻线和一“供油”记号, 这就是喷油泵提前供油的弧度, 其相当于供油提前角度 θ 。

2) 摇转曲轴, 找到第一缸压缩上止点位置, 观察到凸轮轴第一缸的进、排凸轮顶点都向下, 即进、排凸轮处于“下八字”, 此时, 进气门和排气门都处于关闭状态, 核对: 飞轮轮缘上的上止点标记与飞轮壳上检视窗(或机体上)的基准标记对正, 或曲轴带轮缘上的上止点标记与正时齿轮室盖上的指针对正。

3) 逆时针转动曲轴, 使飞轮轮缘上的“供油”标记与飞轮壳上检视窗(或机体上)的基准标记对正。

4) 分别在惰齿轮与凸轮轴正时齿轮、惰齿轮与曲轴正时齿轮啮合的轮齿端面上做一临时记号, 设法使曲轴、凸轮轴都不能转动, 取下惰齿轮。

5) 缓慢转动喷油泵正时齿轮, 使正时齿轮驱动油泵凸轮旋转, 当观察到喷油泵第一缸的出油阀紧座接头孔内油面发生波动的瞬间, 立即停止转动喷油泵正时齿轮, 此时, 喷油泵第一缸刚刚开始供油, 保持油泵凸轮不动, 然后将惰齿轮(按取下时所做的临时记号)装复, 并与喷油泵正时齿轮啮合, 如图 13-48 所示。

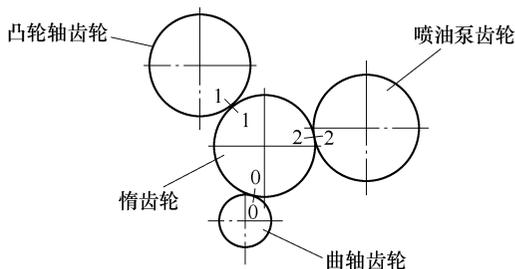


图 13-48 YC2108 型柴油机齿轮系装配

6) 摇转曲轴, 使各齿轮上标记的配气正时记号全都对正(此时为第一缸处于上止点位置)时, 用冲子在惰齿轮与喷油泵正时齿轮相啮合的轮齿端面上, 分别打上供油正时标记。

小知识

1. 柴油机装配后为什么旋转阻力很大

柴油机装配后, 摇转曲轴转不动, 或者能转动, 但感到阻力很大, 可按下述几种可能性进行分析检查。

1) 连杆轴瓦和连杆轴颈配合过紧。用手工刮配时,轴瓦的刮削量没有达到技术要求就装配,使二者配合间隙太小;安装时,连杆螺栓拧得太紧,超过规定力矩,导致轴瓦变形,连杆轴瓦与轴颈产生挤压而引起旋转阻力增大。

2) 连杆盖、连杆瓦装错或装反。装配时,不按连杆盖和连杆体配对数字记号合装,使连杆盖不能对号入座,造成连杆轴瓦无径向间隙;安装时,连杆轴瓦上、下装反,瓦片端面凸出瓦盖端面,使轴瓦和轴颈局部抱死、卡死;连杆轴瓦方向装反,以致造成一瓦分面处不能镶入瓦槽,使连杆轴瓦无径向间隙而抱死曲轴。

3) 机体上的主轴承座孔的同轴度超差。单缸柴油机,刮瓦配轴时,主轴承和主轴颈虽然配合松动、转动灵活,但将零件装入机体后,旋转阻力就变大,甚至转动困难。有的机手安装轴承和曲轴后,不试摇转,即使有问题也不能及时解决。

4) 主轴承盖错装或反装。安装时,必须按主轴承盖的记号配对。若主轴承盖错装或反装,会造成主轴承无径向间隙。

5) 气缸套上部磨损成台阶,有的机手利用刮刀削去缸套上部没有磨损的凸肩,选配加大相应的活塞环。但在修配活塞环的开口间隙时,不是以活塞在下止点时相应环的气缸位置为基准,而是以气缸套上部磨损最大部位台阶处为基准。安装后,由于缸套上大下小,活塞运动到下止点时,环会因无开口间隙而卡死在气缸内。

6) 曲轴与油封配合过紧,凸轮轴与衬套、起动轴与衬套的径向配合间隙太小,旋转起来产生很大的阻力。

7) 曲轴的轴向间隙调整不当。如单缸柴油机,由于新更换的主轴承端面凸肩有一定的厚度,安装主轴承盖时,机体与主轴承盖之间的垫片太薄,使曲轴无轴向间隙,导致曲轴与主轴承端面凸肩碰擦。

8) 平衡轴的轴向间隙太小。单缸柴油机,安装机油泵时,机体与机油泵端面之间的垫片太少,当拧紧泵体上的3只固定螺钉后,机油泵转子轴顶死平衡轴,使曲轴无法转动。

9) 单缸柴油机,新更换的起动轴衬套端面凸肩过厚,安装齿轮室盖后,衬套端面凸肩与起动齿轮端面发生对顶,使曲轴不能转动。

10) 单缸柴油机,新装配的泵油扳手座止推轴过长,或者泵油扳手座处的垫片过薄,安装齿轮室盖后,使泵油扳手座止推轴端面与凸轮轴凸轮端面发生对顶,凸轮轴无法转动,曲轴当然不能转动。

11) 单缸柴油机,由于飞轮发电机防尘盖严重变形,不及时校正,安装后,使防尘盖与发电机定子端面碰擦;固定定子或转子的螺钉松动,不及时检查与拧紧,安装后,使定子与转子发生摩擦。

12) 安装时,各配合表面不够清洁,有尘土或泥沙混入,使摩擦副运动受阻。例如:气缸内或缸盖气道内掉入异物,顶死活塞或卡住气门,使曲轴无法继续旋转。

13) 配气相位记号对错,即齿轮室内齿轮记号错齿,致使活塞向上运动与气门向下运动发生顶撞,导致曲轴不能转动。

14) 连杆大头或曲柄碰擦平衡轴凹槽;连杆小头端面碰擦活塞销座端面;活塞环折断或活塞销卡簧脱出槽外,卡在缸套与活塞之间。这些,都造成曲轴无法转动。

2. 巧换单缸柴油机轴瓦

更换 S195 型、S1100 型柴油机的主轴瓦和连杆瓦时，一般都要将曲柄连杆机构和配气机构拆卸后才能进行，比较麻烦费时。当遇到柴油机烧瓦抱轴，只需更换主轴瓦和连杆瓦，其他零件不需维修时，可采用以下简便方法进行，既提高工效，又节省时间。

1) 若曲轴转不动，可先卸下飞轮上的带轮，用螺钉旋具撬下止推垫圈锁片，然后用随机配带的专用飞轮螺母拆装扳手卡住飞轮螺母，用锤子顺时针使劲敲击扳手，曲轴便能转动。

2) 拆下齿轮室盖、齿轮和后盖、拧松飞轮螺母，用专用拉出器拉出飞轮。

3) 用随机配带的弯头 14/17 号套筒扳手拧松两只连杆螺栓后，在柴油机减压状态下(或者卸下喷油器)，转动曲轴使活塞运动至上止点位置，拆下主轴承盖螺栓，顶出主轴承盖，伸手从后盖处拧出两只连杆螺栓，取下连杆盖，从机体一侧拉出曲轴，再用一根铁丝穿过连杆大头底下的螺孔将其拴住，便于修后安装。

4) 根据曲轴磨损情况确定是否修磨曲轴，而后按标准尺寸换轴瓦，进行装复。

5) 按技术要求装上轴瓦和曲轴，并转动曲轴使曲拐向后，通过拉动铁丝，使活塞连杆组从上止点向下止点运动至连杆大头与连杆轴颈相贴合，然后从后面向连杆大头内插入上瓦，并将下瓦压入连杆盖后装上连杆盖，拧上连杆螺栓，当装完轴承盖后，再按规定力矩拧紧螺栓。

6) 以后的安装工作可按拆卸的相反步骤进行。

这个方法的特点是：不需拆卸气缸盖和活塞连杆组，不必再调整气门间隙。

3. 活塞环在使用维修中的一些错误做法

(1) 活塞与缸套间隙越小越好 有的驾驶人或操作手错误地认为，活塞与缸套间隙小，能提高气缸的密封性，减少漏气。当缩小活塞与缸套的装配间隙时，能增加其使用时间，能延长其使用寿命，延长修理间距。因此，在选配活塞与缸套时，喜欢采用间隙小配对。殊不知，柴油机工作后温度升高，活塞受热膨胀，铝合金零件的膨胀率是铸铁零件的 2 倍，活塞与缸套间隙过小，润滑油膜难以形成，活塞在缸套内处于干摩擦的运动状态，活塞及环易卡死，致使活塞环失去作用，严重时发生拉缸或粘缸故障。

(2) 活塞环开口间隙越小越好 有的驾驶人或操作手错误地把活塞环放置在缸套磨损量最大处测量其开口间隙，甚至采用加大一级的活塞环置于缸套磨损量最大处测量。结果，柴油机工作后活塞环因受热膨胀，活塞环往复运动至缸套的中、下部时，致使环口端面对顶而卡死，造成柴油机烧机油、冒黑烟，还容易使铸铁环断裂或发生粘缸或拉缸故障。

(3) 活塞环边间隙过大或过小没关系 活塞环的边间隙是一个重要数据。边间隙一般是上部活塞环大于下部活塞环，第一道活塞环的边间隙最大，往下逐渐减小。这是由于上部环的温度高，所以边间隙就留得大一些。但在使用中，常常被忽视，有的甚至不测量。边间隙过小的危害如前所述；边间隙过大的影响在此再进一步加以补充，会使环在环槽内的上、下运动幅度增加，环与环槽撞击作用加剧，造成环轴向端

面和环槽侧面的磨损增大，泵油作用增强，大量机油窜入燃烧室，燃烧积炭增多。为此，活塞环边间隙必须适当。

(4) 不必要检查活塞环的背隙 装配前检查活塞环的背隙，部分使用维修人员没有引起重视。其实，活塞环的背隙也是一个重要技术数据。背隙过大容易漏气和窜油；背隙过小容易使活塞环与槽底碰磨或卡死。特别是对油环的回油很不利。因此，活塞环的背隙不容忽视，装配前很有必要对其进行检查测量。

(5) 油环刮油越干净越好 有的驾驶人或操作手错误地认为，柴油机烧机油的原因是由于油环弹力不足、刮油不净引起的。为此，在选配油环时，特意地选择比气环大一级的油环，与该级气环相配，这样，可增加刮油能力，减少机油上窜。其实，适得其反，由于油环弹力增加，刮油过于干净，使缸套与活塞之间润滑油膜减少，形成半干摩擦状态，加速气缸壁与活塞环的磨损，因而使缸套发生早期磨损、漏气。

(6) 活塞环弹力越高越好 一些机手在自己修理柴油机时，不是选用与气缸套、活塞环槽同级修理尺寸的活塞环，而是采用加大一级的活塞环，并通过修整开口间隙的办法，来提高环的径向弹力，提高气缸密封性。殊不知，一般气环的弹力为 50 ~ 80N，普通油环的弹力为 40 ~ 60N，组合油环的弹力是 60 ~ 85N。加大一级活塞环后，便增加了活塞环对气缸壁的压力，使活塞环组与气缸套摩擦阻力加大，摩擦损失增加，柴油机输出有效功率减少。还有过高的径向压力，易将缸壁上的润滑油膜破坏，产生干摩擦，造成压缩系统零件早期磨损与损坏。结果只能重新修理，得不偿失。

(7) 更换活塞环不检查漏光度无所谓 大多数使用维修人员对活塞环的漏光度不作检查，这是一个装配误区。活塞环漏光度的大小，直接影响到柴油机气缸的压缩压力。活塞环漏光度及漏光空隙越小，气缸的密封性越好，漏气和窜油越少。当活塞环漏光度及漏光间隙过大时，会使气缸密封性变差，引起漏气和窜油增加；在压缩过程中，混合气通过活塞环与缸套壁之间的缝隙进入曲轴箱，使压缩终了的压力降低；在膨胀过程中，由于漏气使气缸压力也显著下降，柴油机功率降低。因此，在更换活塞环时必须检查其漏光度，活塞环必须与缸套壁处处贴合，以便有效地起到密封作用。

(8) 更换活塞环不清除活塞环槽积炭 一些机手和农村修理工为了挣钱抢时间，一旦发现柴油机功率不足，就盲目更换新件。如一台农用车在更换活塞环时，机手只是用一把三角刮刀清除活塞表面的积炭，而活塞环槽里的积炭刮除不到，残留炭和胶质层。装复后迅速投入作业，活塞环就卡死粘结在环槽内失去弹性，造成气缸无压缩压力，只好返工重修。因此，在修理过程中，压缩系统零件上的积炭一定要清除干净，否则，修理质量是难以保证的。

3. S195、195S 型柴油机，飞轮轮缘上的供油提前角度刻线、进气门提前开启角度刻线、进气门延迟关闭角度刻线、排气门提前开启角度刻线、排气门延迟关闭角度刻线是怎样打印出来的？

1) 从柴油机构造原理可知，柴油机各缸的进、排气门开、闭时刻，都用曲轴曲

柄相对于上、下止点的转角来表示，即称为配气相位(气门正时或配气正时)。它主要包括：进气提前开启角 α 和进气延迟关闭角 β 、排气门提前开启角 γ 和排气门延迟关闭角 δ 。

S195、195S型柴油机配气相位如图1-52所示。从配气相位图中可以看出：

α ——进气门提前开启角，即上止点前 17°

β ——进气门延迟关闭角，即下止点后 43°

γ ——排气门提前开启角，即下止点前 43°

δ ——排气门延迟关闭角，即上止点后 17° 。

2) 柴油机的供油提前角 θ ，是指喷油泵向高压油管开始供油的时刻，用活塞平面距离上止点位置的曲轴转角来表示。195S型柴油机供油提前角度规定为 $18^\circ \sim 22^\circ$ ，而S195型柴油机的供油提前角度为 $15^\circ \sim 18^\circ$ 。

3) 为了便于检查与调整配气正时和供油正时，通常将上述进、排气门开、闭角度及供油提前角度换算成飞轮轮缘上的弧长 L 来表示，其角度换算为弧长的公式是

$$L = (D\pi/360)\theta (\text{或 } \alpha, \beta, \gamma, \delta)$$

式中 D ——飞轮直径；

θ ——供油提前角度；

L ——将角度换算成飞轮轮缘上的弧长。

4) 实测S195、195S型柴油机，飞轮周长均为1332mm，那么，由圆周长公式： $C = \pi D$ 得，直径 $D = C/\pi$ $D = 1332/3.1416 = 424\text{mm}$ 。

① 将供油提前角度 θ 换算为飞轮上的弧长： $L = (D\pi/360)\theta$ 。

S195型柴油机飞轮直径 D 为424，供油提前角为 $15^\circ \sim 18^\circ$ ，代入上式

$$L = (424 \times 3.1416/360) \times 15^\circ (\text{或 } 18^\circ) = 55.5 (\text{或 } 66.6)$$

当供油时间为上止点前 15° 时， $L = 55.5\text{mm}$ ；当供油时间为上止点前 18° 时， $L = 66.6\text{mm}$ 。由此可以得出，S195型柴油机供油提前角为 $15^\circ \sim 18^\circ$ 时，相应的飞轮弧长为 $55.5 \sim 66.6\text{mm}$ 。

② 将进气门提前开启角度 α 换算为飞轮上的弧长： $L = (D\pi/360)\alpha$ 。

由 $D = 424\text{mm}$ 、 $\alpha = 17^\circ$ 代入上式，得

$$L = (424 \times 3.1416/360) \times 17 = 62.9$$

即，当进气门提前打开角度为 17° 时，相应的飞轮弧长为 62.9mm 。

③ 将进气门延迟关闭角度 β 换算为飞轮上的弧长： $L = (D\pi/360)\beta$

由 $D = 424$ 、 $\beta = 43^\circ$ 代入上式，得

$$L = (424 \times 3.1416/360) \times 43^\circ = 159.1$$

即：当进气门延迟关闭角度为 43° 时，相应的飞轮弧长为 159.1mm 。

④ 同理，当排气门提前开启角度 γ 为 43° 时，相应的飞轮弧长为 159.1mm ；当排气门延迟关闭角度 δ 为 17° 时，相应的飞轮弧长为 62.9mm 。

5) 确定活塞处于上止点记号。

方法一：拆下喷油器，从喷油器座孔通过镶块主喷孔向气缸内插入清洁的机油标尺，使机油尺端碰触到活塞顶部，顺转飞轮使活塞转到上止点，即用手推机油标尺，

感觉油尺刚好不上不下时停转飞轮。此时，在飞轮轮缘和散热器侧(凸块)对齐位置，分别打上一对记号，就为活塞处于上止点记号。

方法二：拆下气缸盖，用手转动飞轮，同时观察活塞运动正好不上不下时，停止转动飞轮。或者在机体的气缸口上安装一只带支架的百分表，用手转动飞轮，使活塞运动接近上止点时，转动百分表的测头垂直抵触在活塞顶部上，并使指针保持一定的压缩量，使表的指针顺时针摆动一个角度。慢慢转动飞轮，当发现百分表的指针向逆时针摆动时，即停止转动飞轮。此时，活塞正处于上止点位置。在飞轮轮缘的位置与散热器侧面凸块的位置上打印一对记号，即为活塞处于上止点位置记号。

6) 在飞轮轮缘上打印刻线或记号。

① 找飞轮轮缘上的下止点位置方法。用钢直尺在飞轮外端面上通过飞轮中心点和上止点刻线，找出对应的另一边的下止点位置，即钢直尺的另一端与飞轮的另一边的相交点为下止点位置，如图 13-49 所示。在交点处打上一条刻线为下止点位置，并打出汉字“下”，已免与其他刻线混淆。

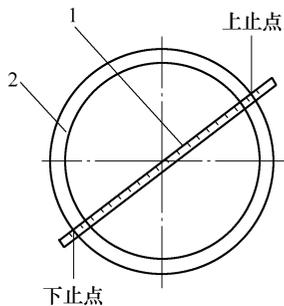


图 13-49 找下止点位置方法

1—钢直尺 2—飞轮

② 打印进气门提前开启刻线的方法。他在齿轮室一側面对飞轮，柴油机工作时飞轮是顺时针转动的；而在飞轮一側面对飞轮，柴油机工作时飞轮是逆时针转动的。

因此，找进气门提前开启刻线的方法是：修理工应在飞轮一側面对飞轮，在飞轮外圈上，从上止点位置起，用钢卷尺逆时针量取弧长 62.9mm，在弧长 62.9mm 处的位置上打印一条刻线，并打出汉字“进气开”，这就是进气门提前 17° 打开位置(或时刻)。

③ 打印进气门延迟关闭刻线的方法。修理工应在飞轮一側面对飞轮，在飞轮外圈上，下上止点位置起，用钢卷尺顺时针量取弧长 159.1mm，在弧长 159.1mm 处的位置上打印一条刻线，并打出汉字“进气关”，这就是进气门延迟 43° 关闭位置(或时刻)。

④ 打印排气门提前开启刻线的方法。修理工在飞轮一側面对飞轮，在飞轮外圈上，从下上止点位置起，用钢卷尺逆时针量取弧长 159.1mm，在弧长 159.1mm 处的位置上打印一条刻线，并打出汉字“排气开”，这就是排气门提前 43° 开启位置(或时刻)。

⑤ 打印排气门延迟关闭刻线的方法。修理工在飞轮一側面对飞轮，在飞轮外圈上，从上止点位置起，用钢卷尺顺时针量取弧长 62.9mm，在弧长 62.9mm 处的位置上打印一条刻线，并打出汉字“排气关”，这就是排气门延迟 17° 关闭位置(或时刻)。

⑥ 打印供油正时刻线的方法。修理工应在飞轮一側面对飞轮，在飞轮外圈上，从上止点位置起，用钢卷尺逆时针量取弧长 55.5mm ~ 66.6mm，分别在弧长 55.5mm 和 66.6mm 处的位置上打印两条刻线，并打出汉字“15 供油”和“18 供油”。即：供油时间为上止点前 15° 时的供油位置和供油时间为上止点前 18° 时的供油位置。

至此，整个飞轮轮缘的配气正时和供油正时的刻线和标记打印完毕，如图 13-50 所示。

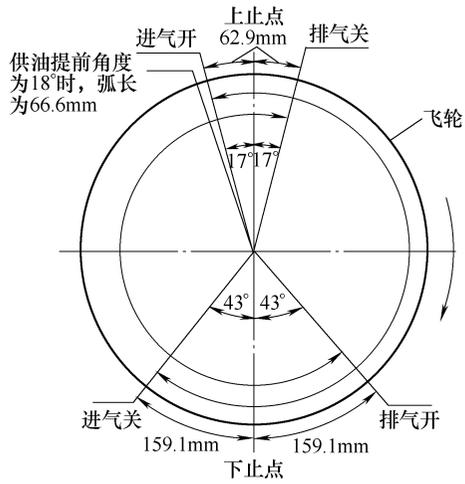


图 13-50 飞轮轮缘配气正时和供油正时的刻线的位置

调整是柴油机维护修理、故障排除中的常用方法，也是恢复配合件正常关系的一种有效措施。

一、单缸柴油机主要部位的调整

本节介绍的内容，主要以 S195、195S、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机为例。

1. 气门间隙的检查与调整

柴油机长期使用之后，零件、配合件会发生磨损、变形、松动，还有在拆装和修理时，破坏了零件相互间的原来正常位置，致使气门间隙发生变化。因此，在修理和装配之后，必须对气门间隙进行检查与调整。

1) 检查方法。

① 摇转曲轴，使活塞处于压缩上止点位置，S195、195S、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机，飞轮边缘上的“上止点”标记应对准散热器上的基准刻线。此时，进、排气门都处于完全关闭状态。

② 用手捏住气门摇臂撞头不断地摇动，使之与气门尾杆端部碰撞而发出响声。若摇不动和未发出响声，说明气门不是处于完全关闭状态，应查对活塞处于“上止点”标记和正时齿轮标记是否正确。

③ S195、195S、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机，选择厚度为 0.35mm 和 0.45mm 的塞尺，顺着摇臂长度方向，分别插入进、排气门摇臂与气门尾杆端部之间。若适当厚度的塞尺插不进去，说明气门间隙过小；若适当厚度的塞尺能插进去，但感到很松，说明气门间隙过大，应进行调整。

2) 调整方法。松开气门间隙调整螺钉的锁紧螺母，一边用螺钉旋具拧动气门间隙调整螺钉，一边推拉塞尺；当推拉塞尺感到有明显阻力时，不再拧动调整螺钉；用螺钉旋具把调整螺钉定位后用扳手将锁紧螺母拧紧。将锁紧螺母拧紧后，再插入塞尺，重新检查一次。调整方法如图 14-1 所示。

3) 气门间隙过大或过小对柴油机的影响。假如气门间隙过大，则气门打开的整个时间就要缩短，使得充入气缸的空气量减少，造成废气排不净，降低柴油机的功率和经济性；同时，使气门摇臂、凸轮等产生强烈的撞击，加速机件的磨损。

假如气门间隙过小，当气门在柴油机工作中受热伸长时，气门摇臂撞头就会顶开气门，引起气门与气门座贴合不紧密，因而使气门漏气，气缸内气体压缩力不足，使柴油机输出功率降低。

由此可见，气门间隙过大或过小对柴油机的影响很大，在使用中，必须定期检查与调整。

常见单缸柴油机的进、排气门间隙见表 14-1。

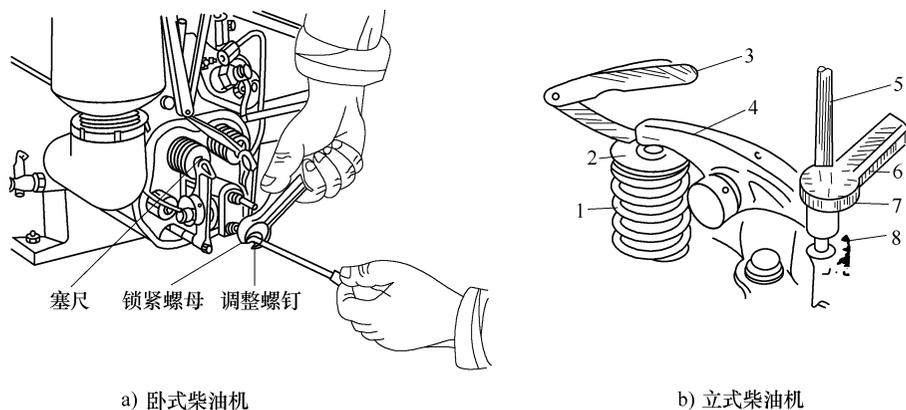


图 14-1 调整气门间隙

1—气门弹簧 2—气门弹簧座 3—塞尺 4—摇臂 5—螺钉旋具
6—开口扳手 7—锁紧螺母 8—调整螺钉

表 14-1 单缸柴油机的进、排气门间隙

(单位:mm)

机型	165F、170F	175	R180	190	S195、S1100	ZS1110、ZS1115
进气门	0.05~0.10	0.20~0.25	0.15~0.25	0.20~0.25	0.35	0.35±0.05
排气门	0.10~0.15	0.20~0.30	0.15~0.25	0.20~0.25	0.45	0.45±0.05

2. 减压间隙的检查与调整

由于柴油机经常起动工作,会引起减压轴头的偏心凸轮磨损,致使减压间隙发生改变。为此,在使用和维修中,需要对柴油机减压间隙进行检查与调整。

减压间隙的检查和调整,一般是在气门间隙调整之后进行。调整时要求:减压时,能保证气门头部和活塞顶部不发生碰撞;松开减压手柄时,能保证减压元件与气门摇臂撞头的背面有一定的间隙(称为减压间隙)。若减压间隙过大,会使气门打开不足,气流不畅通,造成摇转曲轴阻力增大;减压间隙过小,有可能使气门头部和活塞顶部发生碰撞。

下面以 S195、195S、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机为例,调整的方法是:

1) 气门间隙调整之后,接下来可以对减压间隙进行检查与调整;或调整时,必须在进气门处于完全关闭的状态下进行。

2) 检查方法:把减压手柄顺时针方向旋转 90°,若手指感觉有较大的旋转扭力时,可认为气门被打开。此时,用起动手柄摇转曲轴,若感觉很轻松省力,迅速放开减压手柄时,发出气门关闭时的响声,同时感到气缸压缩力很强,减压轴偏心轮不与气门摇臂相碰,表明减压情况良好;若摇转曲轴感到吃力且转动困难,表明减压不好,气门开度不够,则须调整;若摇转曲轴,发出气门头部和活塞顶部的碰撞声,表明减压升程过大,必须重新调整。

3) 调整方法:松开减压座的锁紧螺母,用扳手拧转减压座,利用减压座外圆与内孔的偏心距调整减压机构。若减压不足,则将减压座朝顺时针方向转动一个角度,可使进气门开度增大。若减压升程过大,则将减压座朝逆时针方向转动一个角度,可使进气门开度减小。反复调整,直至符合要求为止。S195、195S、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机的减压机构如图 1-99 所示。

注意

减压手柄扳到极限位置，气门约开启 1 ~ 1.5mm。

4) 若上述方法调整失效，应查找原因：①减压轴头的偏心凸轮磨损严重；②回位弹簧失效而使减压轴不能回位，致使减压元件与气门摇臂撞头的背面撞击，摇臂撞头的背面严重磨损；③气缸盖罩的垫片过厚，使减压轴头的偏心凸轮与气门摇臂撞头的背面的距离增大。

3. 配气相位的检查与调整

前面已经介绍了用手转动推杆的方法来检查配气相位是否正确，而下面介绍的这一种方法却比较简单。

(1) 检查方法 某些柴油机的配气相位，进气门提前打开角度与排气门延迟关闭角度相等，如 S195、195S、S1100 型柴油机均为 17° ，而 ZS1110、ZS1115 型柴油机均为 12° 。当活塞处于排气行程上止点时，进、排气凸轮必然处于气门重叠期的等高位置。

我们可利用这个特点来检查配气相位是否正确，其方法是：拆下气缸盖罩，慢慢转动飞轮，通过曲轴正时齿轮带动凸轮轴旋转，使凸轮轴转到第一缸的进、排气凸轮顶点都向上或都向下，两只凸轮的轮廓线相邻边形成一近似水平线，成为“上八字”（相当于活塞处于排气上止点位置，气门开启重叠期，即排气门将要关闭和进气门刚打开的位置）。

换句话说，当观察到进气门推杆向上运动，同时排气门推杆向下运动，而两推杆又运动到等高位置时，则停止转动飞轮，查看飞轮上的“上止点”刻线是否与散热器上的刻线对齐，如图 14-2 所示。如果对齐或基本对齐，表明配气相位正确。如果配气相位超过 $\pm 5^\circ$ 以上，应查找原因。



图 14-2 活塞处于上止点位置时，飞轮上的“上止点”刻线与散热器上的刻线对齐

可从五个方面去分析原因：①凸轮外缘是否磨损严重；②正时齿轮啮合间隙是否过大；③正时齿轮是否安装错误；④凸轮轴变形或凸轮轴衬套磨损；⑤气门间隙调整不当等。

常见机型进气门早开角和排气门迟闭角见表 14-2。

表 14-2 常见机型进气门早开角和排气门迟闭角

柴油机型号	进气门上止点前早开角/ $(^\circ)$	排气上止点后迟闭角/ $(^\circ)$
S195、S1100	17	17
SZ1110、ZS1115	12	12

(2) 调整方法 用弧长公式： $L = 3.14Da/360$ 计算。S195、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机，飞轮周长均为 1332mm，飞轮直径为 424mm，飞轮弧长 3.7mm 相当于曲轴转角 1° 。

S195 型柴油机配气相位：

进气门开：上止点前 17° 。

进气门关：下止点后 43° 。

排气门开：下止点前 43° 。

排气门关：上止点后 17° 。

1) 调整进气门提前打开角度。

① S195、195S、S1100 型柴油机，按工作时的转动方向，将飞轮转至上止点前 17° 处，使飞轮边缘上的“进气开”刻线与散热器上的刻线标记对正，如图 14-3 所示。或者使飞轮边缘上“上止点”刻线(从飞轮一侧看逆时针)距散热器上刻线标记的弧长为 62.9mm 。

② 调整进气门的调整螺钉，使进气门处于刚刚打开的位置，使进气摇臂撞头刚刚与进气门杆尾端接触，用手捻动进气门推杆，当感到稍有阻力和粘滞现象时，即是进气门刚刚打开之时。

③ 调好后，将进气门调整螺钉的锁紧螺母拧紧。

2) 调整进气门延迟关闭角度。再继续转动飞轮，将飞轮转至下止点后 43° 处，即使飞轮边缘上的“进气关”刻线与散热器上的刻线标记对正，或者使飞轮边缘上“下止点”刻线(从飞轮一侧看逆时针)距散热器上刻线标记的弧长为 159.1mm 。

3) 调整排气门提前打开角度。用同样的方法调整 S195、195S、S1100 型柴油机排气门提前打开角度：将飞轮转至做功行程的下止点前 43° ，使飞轮边缘上的“排气开”刻线对正散热器刻线标记，如图 14-4 所示。或者使飞轮边缘上的“下止点”刻线(从飞轮一侧看逆时针)距散热器刻线的弧长为 159.1mm ，即是排气门刚刚打开时刻。调整排气门的调整螺钉，使排气摇臂撞头刚与排气门杆尾端接触，用手捻动排气门推杆感到稍有阻力和粘滞现象，就是排气门刚刚打开的位置。

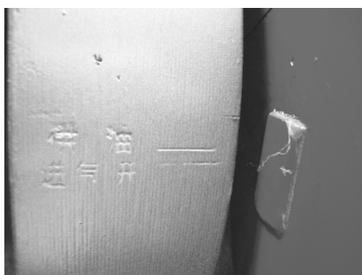


图 14-3 进气门打开时刻，飞轮上的“进气开”刻线与散热器上的刻线对齐



图 14-4 排气门打开时刻，飞轮上的“排气开”刻线与散热器上的刻线对齐

4) 调整排气门延迟关闭角度。检查排气门延迟关闭角度(S195 型柴油机上止点后 17° 关闭)，使飞轮边缘上的“排气关”刻线对正散热器刻线标记，或者使“上止点”刻线(从飞轮一侧看顺时针)距散热器刻线的弧长为 62.9mm 。

5) 复查。将飞轮转至压缩行程上止点位置，检查进、排气门间隙是否小于 0.2mm 。只要气门间隙不小于此数值，就能避免气门关门不严和活塞顶碰撞现象。

4. 喷油泵供油提前角的检查与调整

前面我们已经讲过，柴油喷入气缸后，与空气混合需要一定的时间，才能很好燃烧。因此，应在活塞到达上止点前喷油，而喷油提早是靠喷油泵供油正时来保证的。供油正时可用曲轴转角——供油提前角来表示。

供油时间过早或过迟均影响柴油机的起动性能、冒烟情况、功率大小及耗油多少。若供油时间过早(供油提前角过大)，柴油在气缸内着火燃烧后温度、压力突然上升，而活塞还没有越过上止点，致使柴油机工作粗暴、产生敲击声，易出现柴油机反转现象，甚至引起机件损坏和连杆弯曲；若供油时间过迟(供油提前角过小)，大部分柴油在活塞越过上止点后燃烧，燃烧速度慢，在做功行程终了，甚至在排气行程中还在燃烧，使柴油机温度过

高，燃烧不完全，冒黑烟，功率不足。供油时间晚于规定时间 1° 时，功率下降 0.29kW ，油耗增加 $0.054\text{g/kW}\cdot\text{h}$ 。

常见小型单缸柴油机供油提前角见表14-3。

表 14-3 小型单缸柴油机供油提前角

机型	ZH1125 ZS1115、ZS1110	S195、S1100	195S	R180、R175	R170、R165	170F、165F、160F
供油提前角	$22^\circ \pm 1^\circ$	$15^\circ \sim 18^\circ$	$18^\circ \sim 22^\circ$	$22^\circ \pm 2^\circ$	$22^\circ \pm 1^\circ$	$24^\circ \sim 28^\circ$

(1) 检查方法 前面我们已经讲过用脉动法来检查柴油机供油提前角是否正确。而下面介绍的另一种方法，是用断油法来检查柴油机的供油提前角。用此方法来检查可以提高准确度，但需拆卸一些零件。用脉动法来检查柴油机供油提前角如图14-5所示。

用断油法来检查单缸柴油机的供油提前角的方法是：

- 1) 关闭油箱开关，拆下出油阀紧座，取出出油阀和出油阀弹簧，装回出油阀紧座。
- 2) 打开油箱开关，将油门置于供油状态，此时，柴油流进喷油泵，经过泵体与柱塞套的空腔→柱塞套上的进油孔→柱塞上方→从出油阀紧座口流出。
- 3) 减压后，按柴油机旋转方向慢慢摇转曲轴，通过传动，使柱塞向上运动，当柱塞被凸轮向上推动而将进油孔、回油孔都关闭时，油路则被隔断。此时，可观察到出油阀紧座口处没有柴油流出，说明压油开始，立刻停止转动曲轴。
- 4) 看飞轮上的“供油”刻线与散热器上的刻线是否对齐(图14-6)。如飞轮上的“供油”刻线未到散热器上的刻线，说明供油过早，如图14-7所示；如已越过散热器上的刻线，说明供油过迟，如图14-8所示，均应进行调整。

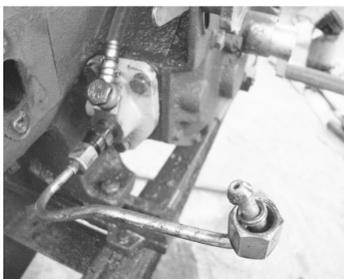


图 14-5 用脉动法来检查
柴油机供油提前角



图 14-6 供油时间正时，飞轮上的
“供油”刻线与散热器上的刻线对齐



图 14-7 供油时间过早，飞轮上的
“供油”刻线未到散热器上的刻线



图 14-8 供油时间过迟，飞轮上的
“供油”刻线已越过散热器上的刻线

(2) 调整方法 单缸柴油机供油提前角的调整是靠增加或减少喷油泵壳体与齿轮室盖(或齿轮箱)之间的垫片来实现的,如图 14-9 所示。如 R180 型柴油机,一般增加或减掉 0.1mm 厚的垫片,供油提前角落后或提前 1°; S195、195S、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机,垫片每变动 0.1mm 厚度,供油提前角变动约 1.5°~1.7°。关闭油箱开关,用套筒扳手松开三只固定螺母,拆下喷油泵。若供油时间过早,则增加垫片,可以使喷油泵挺柱体的滚轮离凸轮轴的供油凸轮稍远一点,这样就可使供油稍晚一些;若供油时间过迟,则减少垫片,可以使喷油泵挺柱体的滚轮离凸轮轴的供油凸轮稍近一点,这样就可使供油稍早一点。把喷油泵装复,接好低压油管 and 高压油,打开油箱开关,再重新检查一次。

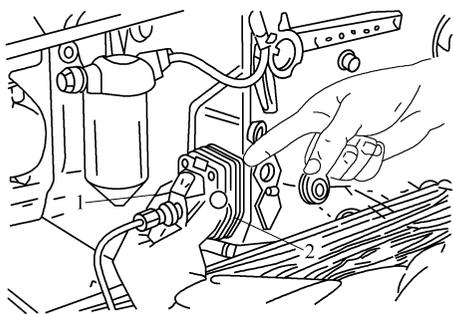


图 14-9 供油提前角的调整

1—喷油泵 2—垫片

(3) 几次检查、测量供油提前角度都不同的原因

1) 柱塞、出油阀严重磨损;或者是每次转动飞轮的速度都不同。如转动飞轮很慢,由于柱塞漏油严重,高压油管内的柴油油面上升滞后,使供油提前角变得较小;当加快转动飞轮时,因柱塞漏油的程度减轻,会使供油提前角变得较大。

2) 喷油泵传动零件磨损松动,如滚轮与滚轮销偏磨、弹簧座凹槽端面与柱塞尾端间隙过大,使两者配合过松。当磨损严重部分接触泵油凸轮,则出现供油角过小;待磨损部位转过去后,则出现供油角过大。

为此,应根据上述原因查找问题,并予以处理,尽量使每次测量的数据偏差很小,才能使供油时间更准确。

常见小型柴油机的供油提前角见表 14-4。

表 14-4 常见小型柴油机的供油提前角

型号	供油提前角	备注
R180	20°~24°	增减喷油泵安装平面的垫片,每变动 0.1mm,供油提前角变化约 1.5°
R185	22°	
S195	15°~18°	增减喷油泵安装平面的垫片,每变动 0.1mm,供油提前角变化约 1.7°
X195	18°~20°	
195T	16°~20°	增减喷油泵安装平面的垫片,每变动 0.1mm,供油提前角变化约 1.3°
S1100	16°~20°	增减喷油泵安装平面的垫片,每变动 0.1mm,供油提前角变化约 1.7°
ZH1105W	20°~24°	一般增加或抽去 0.1mm 的垫片,供油提前角落后或提前 1°
R175A	20°~24°	
160F	24°~28°	垫片的厚度每变动 0.1mm,角度变化约 1°
ZH1110	22°~24°	垫片的厚度每变动 0.1~0.2mm,角度变化约 1°~2°
ZH1125	21°~23°	

5. 调速器的调整

(1) 飞球式调速器的调整 下面以 S195、195S、S1100、ZS1110、ZS1115 型柴油机为

例,说明飞球式调速器的调整方法。

调整时,可用机械制动式测功仪(将转速表测头与飞轮接触),按其说明要求安装及操作。当把油门放在最大供油位置时,柴油机的最高转速为 2200r/min;当把油门放在最小供油位置时,柴油机最低转速为 800r/min。如转速不符合规定要求,可通过改变调速调节螺钉的长度进行调整。调节螺钉向外拧时,调速弹簧拉力增加,转速升高;调节螺钉向里拧时,调速弹簧拉力减小,转速降低。

调整时,可起动柴油机,把调速把手放在最下限位,一面用转速表在曲轴头上测量最高空转的转速,一面拧动调节螺钉,直到符合规定为止。调好后,将调节螺钉上的锁紧螺母锁紧。

如果因调速器零件磨损,引起柴油机转速时高时低,可在单向推力轴承和调速滑盘之间增垫一块厚度约为 1mm 的垫圈,就能弥补磨损所产生的间隙(磨损间隙致使调速器作用时间推迟),使柴油机“游车”故障消失。

(2) 飞锤式调速器的调整

1) 怠速工况的调整。调整飞锤调速弹簧能改变柴油机的怠速转速。一般当飞锤合拢时,飞锤弹簧自由间隙为 0.2~1.00mm。调整时,拔出飞锤杆上的开口销,松开锁紧螺母,顺时针方向转动弹簧座,间隙变小,柴油机怠速增高;逆时针方向转动弹簧座,间隙变大,柴油机怠速降低。调整时,使柴油机怠速时不熄火为合适。飞锤式调速器的调整如图 14-10b 所示。

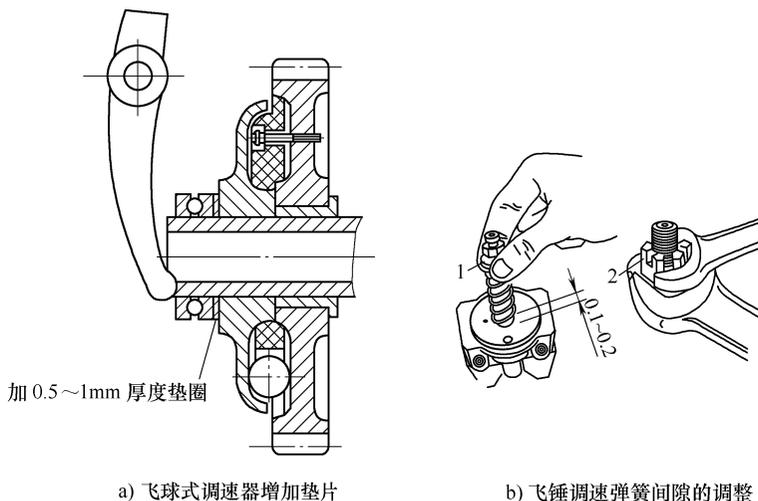


图 14-10 调速器的调整

1—弹簧座 2—拧紧螺母

2) 额定转速的调整。

① 柴油机的空转最高稳定转速为 2200r/min,最低稳定转速为 800r/min,其额定转速主要靠齿轮室外(或机体外)的调速器调速拉簧来调整。调速拉簧拉长(拉紧),柴油机转速提高;反之,柴油机转速降低。

② 在缺少转速表的情况下,可用下述经验方法调整。

方法一:以 165F、175F 型柴油机为例,调整方法是:先把调速器两块飞锤收拢,再将

喷油泵的调速拨叉推至最大供油位置，然后调整调节螺钉，使调节螺钉与调速轴刚好接触，再将调节螺钉拧进一圈，最后把锁紧螺母拧紧。

方法二：把飞锤向两边张开到最大位置（即飞锤飞开位置），再将喷油泵的调节齿杆推到机体内侧，即使柱塞处于不供油位置；然后，松开调速杠杆上调节螺钉的锁紧螺母，用螺钉旋具拧动调节螺钉，使它与调速轴（或称为推杆）刚好相碰，再拧进 3/4 圈，把锁紧螺母拧紧，如图 14-11 所示。

③ F175 型柴油机，可改变调速拉簧在操纵手柄上的三个挂接点位置，即获得三种不同的转速，如图 14-12 所示。当仍达不到额定转速时，还可以调整调速拉簧上的调整螺柱，以改变拉簧的预拉力。在调整空转最高转速时，一定要用转速表测量。

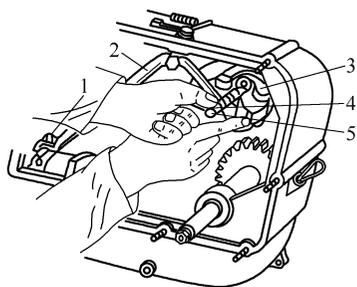


图 14-11 调速器调节螺钉的调整

1—调节齿杆连接杆 2—调速杠杆
3—推杆 4—锁紧螺母 5—调节螺钉

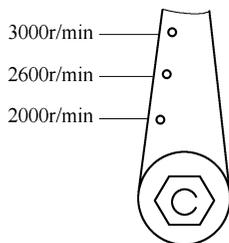


图 14-12 F175 型柴油机调速拉簧挂接的三个位置选择

几种常见柴油机的标定转速见表 14-5。

表 14-5 常见柴油机的标定转速值

机型	180	R180	185	X195、S195、195T、S1100	ZH1105W
标定转速/(r/min)	2200	2600	2200	2000	2200
机型	160F 170F	X170	JC190	JC192、JC192A	ZH1125、ZS1115 ZH1110、ZS1110
标定转速/(r/min)	2600	3000	2300	2400	2200

6. 喷油器喷油压力的调整

喷油器喷油压力的调整方法，详见第十章“四、喷油器的修理”所述。

7. 冷凝器式水冷却系统风扇传动带的调整

冷凝器式水冷却系统风扇传动带的调整方法，与强制循环水冷却系统风扇传动带的调整方法相同。风扇传动带张紧力的检查与调整，详见本章“二、多缸柴油机主要部位的调整”所述。

二、多缸柴油机主要部位的调整

本节所述内容，是以 CZ2105T、YC2108、2110TA 型双缸柴油机为例。

1. 气门间隙的调整

(1) 调整前准备

1) 对配气机构进行检查: 摇臂座的固定螺母是否松动, 气门摇臂撞头的弧面是否磨损成凹坑, 推杆是否有弯曲变形等。若有缺陷或故障, 应检修与排除。

2) 掌握该机冷态时进、排气门的间隙值, 了解该机型的工作顺序、气门排列, 熟悉第一缸压缩上止点的位置, 确定能调整的气门。

(2) 调整步骤

1) 拆下气缸盖罩, 拧紧摇臂座固定螺母。

2) 转动曲轴, 当飞轮壳左侧的检视窗处记号正好对准飞轮上“0”刻线(或曲轴带轮边缘上“0”刻线正好与齿轮室盖上的指针对准)时, 为第一缸压缩上止点。如图 14-13 所示。

3) 用扳手分别松开第一缸的进、排气门摇臂上的锁紧螺母, 用螺钉旋具转动调整螺钉, 同时用厚度为 0.35 ~ 0.4mm 的塞尺插入第一缸的进、排气门杆尾端与摇臂撞头之间来回推拉, 当塞尺在间隙中拉动感到有阻力时, 保持此状态(即气门冷态间隙为 0.35 ~ 0.40mm), 用螺钉旋具顶住调整螺钉, 将锁紧螺母拧紧, 如图 14-14 所示。

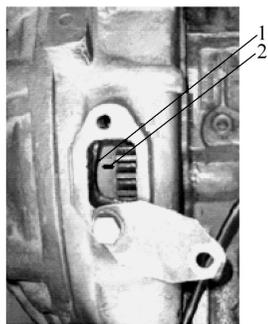


图 14-13 飞轮壳检视窗处记号对准

飞轮上的刻线为第一缸压缩上止点

1—飞轮壳体记号 2—飞轮上的刻线

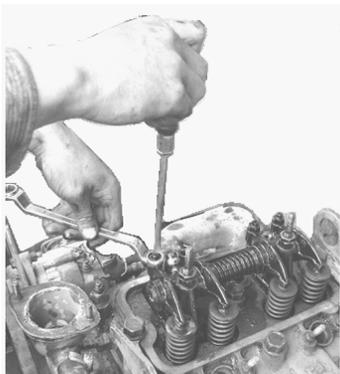


图 14-14 气门间隙的调整

4) 第一缸调好后, 将曲轴转动半圈(180°), 此时可调整第二缸的气门间隙。调整方法与第一缸相同。

5) 第一缸和第二缸的进、排气门间隙都调整好后, 摇转曲轴使柴油机转动几圈, 再按上述方法, 用塞尺校验一遍, 以确保气门间隙符合技术要求。

常见双缸柴油机的冷态进、排气门间隙见表 14-6。

表 14-6 双缸柴油机的冷态进、排气门间隙

(单位:mm)

机型	YC2108	CZ2110TA	SL2100
进气门	0.4 ± 0.05	0.35 ~ 0.40	0.3 ~ 0.35
排气门	0.45 ± 0.05	0.35 ~ 0.40	0.35 ~ 0.4

2. 减压机构的调整

转动曲轴, 使被调整气缸的活塞处于压缩上止点位置(属于进气门减压, 即进气门处于关闭状态), 扳动减压手柄, 使减压螺钉对准摇臂撞头背面, 用螺钉旋具和扳手松开减压螺钉的锁定螺母, 用螺钉旋具拧入调压螺钉, 使调压螺钉头部推动摇臂撞头背面, 当摇臂撞头

弧面和气门尾端刚好相碰时,再继续将调压螺钉拧进 $1/4 \sim 1/2$,使气门打开 $0.25 \sim 0.5\text{mm}$,然后把锁定螺母拧紧。用同样的方法,将各缸减压螺钉调好,装复气缸盖罩,摇转曲轴应轻松自如,没有活塞与气门相撞即可。多缸柴油机减压机构如图 1-101 所示。

3. 喷油泵供油提前角的检查与调整

(1) 调整前准备

1) 掌握该机型供油提前角数,并将供油提前角数换算成飞轮外缘上的弧长(或曲轴带轮外缘上的弧长)值;熟悉该机型第一缸压缩上止点的位置和喷油泵供油提前角的调整部位。

曲轴转角换算成弧长的计算公式为

$$L_1 = 3.14D\theta/360$$

$$\text{或 } \theta = 360L_1/3.14D$$

式中 L_1 ——飞轮回转的弧长(mm);

D ——飞轮的直径(mm);

θ ——供油提前角度($^\circ$)。

2) 为了便于观察喷油泵供油时油面的脉动,特做一定时管。其方法是:先把高压油管锯掉一端,另一端留出长度为 50mm 左右,然后,用一段橡胶管或塑料管把高压油管和一段内径为 $1.5 \sim 2.0\text{mm}$ 的玻璃管连接起来,就成为定时管,如图 14-15a 所示。

(2) 调整步骤(CZ2105T、YC2108 型双缸柴油机)

1) 将油门操纵杆置于供油位置,松开柴油滤清器或喷油泵上的放气螺钉,用输油泵手压杆泵油排掉低压油路中的空气,然后,将放气螺钉拧紧。

2) 拆下喷油泵第一缸的高压油管,并在喷油泵第一缸的出油阀座口装上定时管,如图 14-15b 所示。按柴油机转动方向摇转曲轴,使喷油泵内充满柴油,直到玻璃管中出现不带气泡的柴油为止。

3) 将玻璃管中的柴油倒去一些,继续慢慢转动曲轴,同时注意观察定时管中柴油油面的变化情况。当看到定时管中柴油油面突然升高时,立刻停止转动曲轴。

4) 查对飞轮壳侧检视窗处上止点记号对准飞轮上的刻度(或者是齿轮室盖上的指针对准曲轴带轮上的刻度),是否符合以上规定的供油提前角度值。或用钢卷尺测量飞轮壳侧检视窗处的记号与飞轮上的上止点记号之间的弧长,是否与角度和弧长的换算值相符。CZ2105T 型柴油机,供油提前角度为 $18^\circ \pm 1^\circ$; YC2108 型柴油机,供油提前角度为 $19^\circ \pm 1^\circ$ 。

5) 当供油提前角不符合要求时,CZ2105T 型柴油机,可拆下齿轮室前盖,松开喷油泵齿轮座腰形孔上的三只螺钉进行调整。若提前角过大,可将齿轮座腰形孔相对于紧固螺钉逆时针方向转过一个角度;若提前角过小,可向相反方向转过一个角度,达到规定度数后,拧紧三个螺钉,如图 14-16、图 14-17 所示。

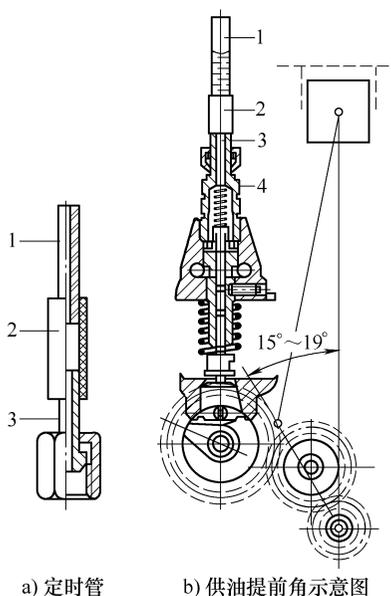


图 14-15 供油提前角的检查

1—玻璃管 2—橡胶管或塑料管

3—高压油管 4—出油阀紧座

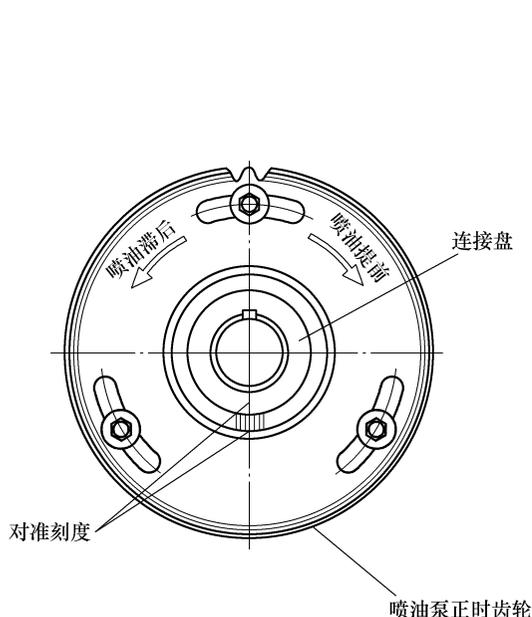


图 14-16 喷油泵正时齿轮与连接盘安装

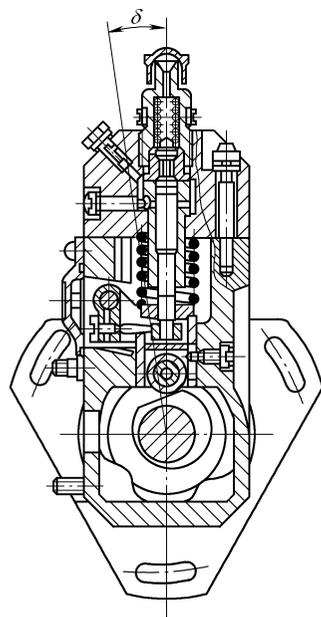


图 14-17 转动泵体调整供油提前角

YC2108 型柴油机, 则松开喷油泵前端的紧固螺栓, 然后把喷油泵适当拨转一角度, 如图 14-18 所示。若提前角过小, 则使喷油泵往内拨转; 若提前角过大, 则使喷油泵往外拨转。调好后把喷油泵的紧固螺栓拧紧。

常见双缸柴油机供油提前角见表 14-7。

表 14-7 双缸柴油机的供油提前角

机型	YC2108	CZ2110TA	SL2100
供油提前角	18° ~ 20°	17° ~ 19°	18° ~ 23°

4. 机油压力的调整

多缸柴油机的机油滤清器上一般装有限压阀, 用来调整主油道的压力。当机油压力不正常时, 可通过限压阀来调整机油压力, 如图 14-19 所示。调整时, 使柴油机处于怠速工况, 用扳手松开限压阀调整螺钉的锁紧螺母, 用螺钉旋具将调压螺钉拧入, 调压弹簧被压缩, 可使机油压力升高; 用螺钉旋具将调压螺钉退出, 调压弹簧伸长, 可使机油压力下降。一面拧动调压螺钉调整, 一面查看机油压力表, 使机油压力在 0.2 ~ 0.4MPa 范围内为正常。调好后把锁紧螺母紧固。

常见机型机油压力见表 14-8。

表 14-8 机油压力

(单位: MPa)

机型	YC2108	CZ2110TA	SL2100
机油压力	0.25 ~ 0.6	0.2 ~ 0.4	0.196 ~ 0.49

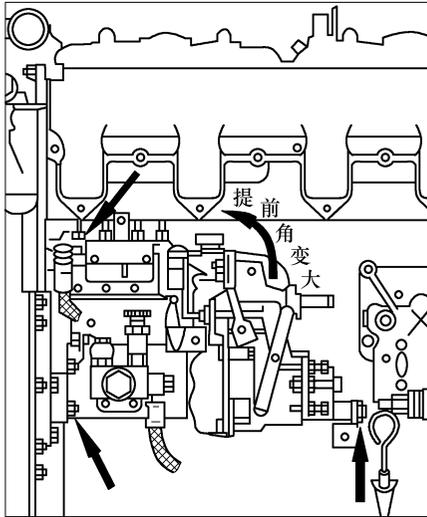


图 14-18 供油提前角调整

5. 风扇传动带张紧力的检查与调整

风扇传动带应保证有一定的张紧力，但传动带过紧，会加速传动带、轴承等机件的磨损；若传动带过松，会使传动带打滑，传动效率下降，使风扇和水泵的转速变慢，柴油机温度过高。因此，风扇传动带的张紧力不能过紧或过松。检查时用手指在两传动带轮中间施以 30 ~ 50N 的力按压传动带，检查其下沉距离，一般为 10 ~ 20mm。若不符合要求，可松开发电机调节臂螺栓，扳动发电机直到传动带有合适的张紧力，即往外扳动，传动带的张紧力增加；往内扳动，传动带的张紧力减小；调好后，将调节臂螺栓的锁定螺母拧紧。风扇传动带张紧力的检查如图 14-20 所示。

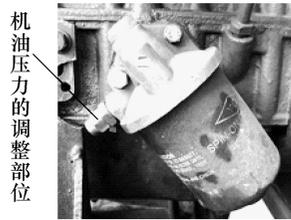


图 14-19 机油压力的调整

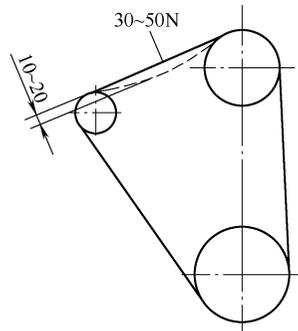


图 14-20 风扇传动带张紧力的检查

在本书第四章中，我们已经了解了什么是故障以及产生故障的原因。在这一章里，我们着重学习柴油机故障的现象、故障分析与诊断方法，并掌握故障排除的步骤与方法。

一、柴油机的故障现象

柴油机的某一个故障往往表现出一个特有的表现形态，称之为故障现象。故障现象一般具有可见、可听、可闻、可触摸、可感觉和可测量的性质，归纳起来有以下几种：

1) 作用反常：柴油机起动困难或不能起动、功率降低、机油压力低、转速时高时低、自行熄火、减压不灵等。

2) 外观反常：柴油机冒黑烟、蓝烟、白烟，排气管排出水分或排出机油，柴油机出现漏气、漏油或漏水，曲轴箱冒气，油底壳油面升高；柴油机强烈振动，连接件松动等。

3) 声音反常：曲柄连杆机构有不正常的敲击声，机件互相碰撞发出的撞击声，齿轮室传动齿轮发出噪声，柴油机“游车”发出忽高忽低的声音，滞后燃烧出现的放炮声等。

4) 气味反常：排气管排出带有燃料燃烧不完全的油味，或者排出带有燃烧机油的油味，烧橡胶或烧塑料的气味等。

5) 温度反常：柴油机冷却液温度过高或过低，机油温度过高，排气温度过高，轴承部位过热等。

6) 消耗反常：燃油耗油量增加，机油耗油量过大，冷却液消耗过快等。

这些现象都是柴油机产生故障的信号。只有熟悉柴油机正常的工作状况，才能辨别和识别柴油机产生故障的异常现象。如果错把正常现象当做故障现象，不但不能排除故障，而且会使故障扩大，变得更加复杂，使故障分析变得困难，这是不可取的。

二、柴油机故障分析、诊断方法

1. 故障分析方法

为了更好地识别故障、正确地判断故障，首先应熟知柴油机正常工作的各种现象，注意工作条件和工作环境的影响，并在运行中密切注意柴油机的技术状态。当发现故障现象时，要对故障现象进行仔细、全面的分析。在生产实践中充分发挥人的主观能动性，锻炼自己的感官，培养分析故障的能力。

(1) 分析故障现象 柴油机发生故障后，会出现一些异常现象，我们可以从上述6种反常现象中分析柴油机是否发生故障。例如：柴油机正常工作时，排气管排出的废气是无色、透明的，或带清淡的灰色烟。如果柴油机排气管冒蓝烟，则说明柴油机产生了故障。

(2) 分析故障的本质原因 任何一个故障的出现，都是其本质原因造成的，其中往往

又包括若干可能的具体原因。因此，在分析故障现象之后，应透过现象抓住实质，先查明产生故障的本质原因，再进一步查找其故障部位。例如：柴油机冒蓝烟故障的本质原因是机油窜入燃烧室内燃烧后，从排气管排出。而使机油窜入燃烧室，主要发生在气门与导管、缸套与活塞及环这两个部位。

(3) 分析故障的各种可能原因 在分析故障时，首先应搞清故障的基本现象，抓住故障的本质原因，然后结合该机型号的结构特点，联系柴油机及其部件的工作原理，全面具体而深入地分析可能产生故障的各种原因。例如，柴油机冒蓝烟故障的可能原因有：①油底壳油面过高，曲轴曲拐搅拌、飞溅的机油过多；②活塞环与环槽严重磨损后，使边间隙过大，活塞环刮油作用降低，相反产生泵油作用；③活塞环开口间隙过大或活塞环走对口；④缸套与活塞配合间隙过大或失圆；⑤活塞环弹力不足或活塞环装反；⑥气门杆与导管间隙过大，或气门杆油封圈(或防油罩)漏装等。对于这些具体的可能原因，在分析故障时都把它们一一列出作为怀疑、考虑对象。

2. 故障诊断方法

在诊断柴油机的故障时，主要靠个人的五官感受，加上在实践中积累的工作经验，通过眼观、耳听、鼻闻、手摸、试探、比较、测量等手段，来发现并判断柴油机的故障部位。即分析故障心中有数，做到准确判断。

1) 眼观。利用眼观来辨别排气是否冒烟，油、水是否有渗漏，零件是否有缺陷，仪表读数是否在正常范围内。

2) 耳听。利用耳听来辨别有无敲击声、撞击声、擦碰声、漏气声、喷油声等，根据柴油机运转时产生的声响特点，大致判断配合件的技术状态。明显的异响可凭耳朵直接判断；混杂难辨的异响可借助细钢条抵触在相应的部位进行听诊。

3) 鼻闻。利用鼻闻来辨别排气是否有呛鼻的生柴油味、烧机油烟味、橡胶烧焦臭味或者其他异常气味等。

4) 手摸。用手触摸机体、散热器、轴承处感觉温度是否正常；用手触摸高压油管感觉供油的脉动情况；用手摇动某些配合件感觉间隙是否过大，紧固件是否松动，传动带的张紧度是否合乎要求等。

5) 部分停止法。就是短时间停止某部分或某部件的工作，观察故障现象变化情况，来判断故障部位。例如：单缸柴油机冒蓝烟故障时，若松开通往气缸盖(或气缸盖罩)的机油管接头螺栓，冒蓝烟故障消失，则说明机油是从气门杆与导管的间隙窜入燃烧室的。

6) 换件法。由于经验不足，若诊断时怀疑某一个部件产生故障，可用一个完好的部件替换，观察分析换件前后运转时故障现象的变化，来验证所怀疑故障的部件是否良好。例如：单缸柴油机产生转速不稳，当怀疑是喷油泵供油不匀或有故障时，可将旧的喷油泵拆下，换上新件试验，若柴油机转速稳定，则说明怀疑属实。

7) 试探法。就是设法改变某部位的工作条件或技术状态，观察故障现象的变化，来试探反证故障产生的部位。例如：单缸柴油机由于压缩不足造成起动困难，当怀疑是缸套与活塞及环磨损严重时，则可拆下喷油器，从喷油器座孔注入10~20mL的机油，若气缸压缩压力上升，且起动容易，表明缸套与活塞及环已经磨损。

8) 测量法。用工具、量具、检测仪表、试验设备等，分别对柴油机的零部件、总成、机构、系统进行检查、检测和试验，得出正确的结论。这是一种科学的可靠手段，也是减少

诊断失误、盲目修理的最佳方法。

三、小型柴油机故障分析实例

1. 燃油系统故障诊断方法(以 S195 型柴油机为例)

(1) 故障现象 起动时排气管不冒烟,柴油机不能起动。

(2) 检查诊断 使油门置于供油工况,减压柴油机,摇转曲轴,在气缸盖附近用耳倾听气缸内是否有喷油声。如果喷油声清脆,并发出“吱、吱”声,说明整个油路供油正常;如果喷油声很弱、发出“唧、唧”声,或者无喷油声且观察到排气管不冒烟,说明油路供油不正常。

(3) 故障分析 油路供油不正常可能有三种原因:一是油路堵塞,或来油不畅,油路渗漏或有空气;二是喷油泵供油不正常或不供油;三是喷油器工作不良或不喷油。

(4) 判断故障是在低压油路还是高压油路 用扳手松开低压油管与喷油泵进油口的接头螺栓,观察低压油管接头螺栓处是否有流油。若没有流油或带有气泡冒出,说明故障在低压油路;若流油正常,说明故障在高压油路。

(5) 低压油路的故障

1) 低压油路故障的可能原因有:油箱内柴油已用完或油量不足;油箱开关未打开或油箱盖小孔堵塞;油箱里的柴油粗滤器堵塞;柴油滤清器(细滤器)或输油胶管、低压油管堵塞;输油胶管、低压油管接头处有漏气现象;油箱开关与座、油箱开关座与油箱之间有漏气之处;油路有空气产生气阻。

2) 低压油路的故障检查、诊断与排除。

① 检查油箱中储油是否足够;若储量不足,应向油箱添加柴油。

② 检查油箱开关是否打开,油箱加油口盖的小孔是否堵塞。应打开油箱开关,若小孔堵塞,可用铁丝疏通。

③ 如果上述正常,可用扳手松开油箱的输油胶管至柴油滤清器的接头螺栓,观察流油是否正常。若没有流油或流油断续,说明来油不畅。揭开油箱盖,用口紧贴油箱加油口后向油箱内吹气,若流油很小或流油断续,证明油箱里的柴油粗滤器已堵塞,应拆下粗滤器滤芯清洗,或更换粗滤器。流油正常后,将输油胶管的接头螺栓拧紧。

若流油中含有水分,说明较长时间没有放除油箱底的沉淀油,使油箱内水分增多。应将油箱里的积水放尽,再加入清洁柴油。

④ 用扳手松开低压油管与喷油泵的接头螺栓,观察流油情况。如果低压油管堵塞,可用压缩空气吹通,清除油管内污垢;如果柴油滤清器堵塞,则要拆下滤芯,将滤芯洗净后装复。若滤芯难以清洗或滤芯破损,应更换新件。

⑤ 当观察到输油不通畅,且流油中带有气泡时,说明油路中有空气。将低压油管与喷油泵的接头螺栓拧紧,检查油路的各个接头密封性。可用口紧贴油箱加油口后向油箱内吹气,同时观察油路的各个接头处是否渗油。若有渗油之处,说明该接头处垫圈损坏或螺栓松动。根据情况,先将各油管接头拧紧,使它们严密贴合。仍不正常的,则拆下油管,检查垫片与接合面是否平整。若垫片变形或有凹痕,可用油石或砂布、玻璃板磨平;若垫片损坏,应更换新垫片,并在垫片两面涂抹密封胶。

依次松开柴油滤清器和喷油泵的放气螺钉,排净油路中的空气,直到流出的柴油不带气

泡为止。

(6) 喷油泵供油压力不足或不供油的故障检查、诊断与排除

1) 喷油泵供油压力不足或不供油故障的可能原因有：柱塞偶件磨损，使供油压力下降；出油阀密封锥面磨损而产生渗油，造成供油压力不足；出油阀卡死或出油阀垫圈损坏，使喷油泵不供油；出油阀弹簧或柱塞弹簧折断，也会使喷油泵不供油或供油压力过低；调节齿杆卡死在不供油位置等。

2) 喷油泵供油压力不足或不供油的故障诊断。

① 松开高压油管接头，将高压油管旋转一个位置，使管口朝上，然后将喷油泵一端的螺母拧紧。摇转曲轴，同时观察高压油管接头处有无喷油，可能出现三种情况：

若观察到高压油管接头处有小油柱喷出，表明故障不是发生在喷油泵。

若没有油喷出，说明调节齿杆(或柱塞)卡死在不供油位置。可拆下观察孔盖板，用手上下移动调速手柄(或者将手伸入齿轮室上部摆动调速臂)，观察喷油泵调节齿杆是否能来回移动。若调节齿杆不能移动，说明调节齿杆(或柱塞)卡死；若调节齿杆能移动，可能是柱塞安装错误，待拆卸、分解时检查。

若有油冒出，但喷油无力，可将高压油管拆下，用扳手将出油阀紧座拧紧，用手堵住出油阀紧座出油口，同时摇转曲轴，如果出油阀紧座出油口仍有油冒出，可能是出油阀垫圈损坏。

② 拆下高压油管，用大拇指使劲压紧出油阀座出油口，同时摇转曲轴，或者拆下油泵扳手座，用螺钉旋具撬动挺柱体，使喷油泵供油。若感觉压力不大，说明柱塞偶件磨损严重；若用螺钉旋具撬动挺柱体感到很轻，可断定为柱塞弹簧折断。若感觉喷油压力较大，放开手指后，喷油泵喷出的油粒像大豆一样，且有一定的距离(约6~10cm)，说明喷油泵良好，故障发生在喷油器。

③ 出油阀偶件的故障检查，详见本书第十章“一、喷油泵的修理”所述。

(7) 喷油器工作不良或不喷油的故障

1) 喷油器工作不良或不喷油故障，常见的原因有：针阀偶件磨损后密封不良；针阀卡死在针阀座中，或针阀体喷孔积炭堵塞。

2) 喷油器工作不良或不喷油的故障诊断：①摇转柴油机时，喷油器喷油声音很弱，则说明针阀偶件密封不良或喷油压力低。②摇转柴油机起动时，在气缸盖旁听不到有喷油声，而喷油器端部的回油管冒烟，说明喷油器没有喷油。

3) 喷油器的故障排除，详见本书第十章“喷油器的修理”所述。

2. 小型柴油机燃油系统故障诊断直观程序图

小型柴油机燃油系统故障诊断直观程序图如图15-1所示。

3. 小型柴油机润滑系统常见故障的原因分析

(1) 机油压力不足

1) 原因。

① 机油添加不足或油路渗漏严重，油底壳内油面过低，引起机油泵泵油不足。

② 机油过稀，如错用机油牌号，机油质量差，油底壳漏进柴油和水。

③ 油底壳网状滤清器堵塞。维护保养不当；更换的滤网网格过细；机油只顾添加，不定期彻底更换，使油底壳机油中混有大量杂物；修理中用纬丝、卫生纸擦拭零件，滤网易被杂物堵塞。

④ 机油泵严重磨损。机油泵长期使用后，转子式机油泵的内、外转子间隙，端面与泵盖间隙，油泵轴端方榫与下平衡轴端槽口等严重磨损，内转子与轴的连接销松动；齿轮式机油泵的齿顶与泵壳间隙、齿轮侧面与泵盖间隙、轮齿与轮齿的间隙等严重磨损，造成机油泵内部泄漏过大，泵油量相对减少。

⑤ 主轴颈与主轴承、连杆轴颈与连杆轴承配合间隙超过极限，磨损严重成锥状和椭圆，或者曲轴连杆轴颈两端的堵油螺塞松脱，致使润滑油路泄漏过多，从而使机油压力不足。

⑥ 主轴承油孔安装时未对正，或者由于定位销脱落，在工作中摩擦运动和机械振动而使主轴承发生位移，油孔错开，导致机油供应不足。

⑦ 润滑油路中的各个接头螺栓松动，垫片失效，油管破裂，机体垂直油道有砂眼或裂纹，空气由此进入润滑油路生发气阻，从而使机油压力不足或无压力。

2) 检查(以 S195 型柴油机为例)。

① 先检查确认机油牌号准确，质量好，油面高度正常和机油集滤器滤网无堵塞，吸油管接头无漏气后，拆下机油泵后侧的机油管接头螺栓(从该孔灌进少许机油)，一人迅速摇转曲轴使机油泵泵油，一人用手指使劲堵住出油孔，如手指感到有很大的力顶起，且有机油从该孔喷出来，说明机油泵压力良好。

② 拧下机油压力指示器罩盖，使柴油机中速运转，用拇指按压红色浮标。若压不下，说明机油压力正常；若用较小的力即能慢慢压下，说明主轴瓦或连杆轴瓦的配合间隙过大，机油从轴瓦缝隙泄漏。

(2) 机油窜烧

1) 原因。

① 活塞环磨损严重，边间隙、开口间隙过大，或环严重结胶，失去弹性，使环与

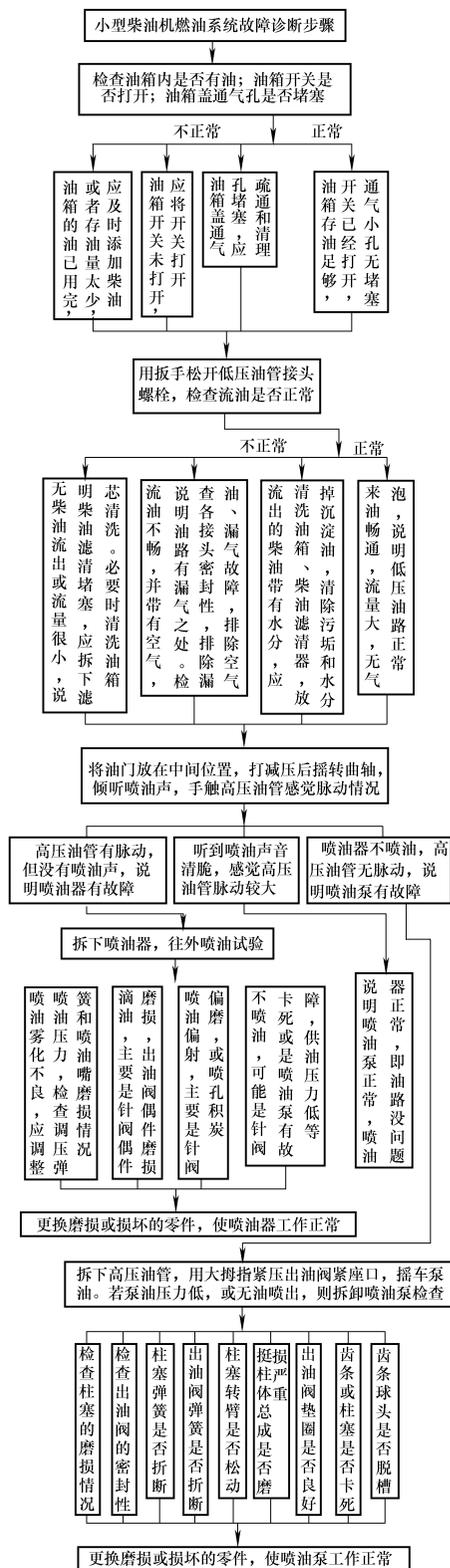


图 15-1 小型柴油机燃油系统故障诊断直观程序图

缸套贴合不严。

② 锥形环或扭曲环装反，起泵油作用。

③ 缸套和活塞配合间隙过大。

④ 气门和气门导管配合间隙过大，加上机油压力过高，或者是曲轴箱通气管堵塞，机油从气门导管间隙处进入气缸内燃烧。

⑤ 油底壳机油添加过多，超过刻线上限，使曲轴在运转时，激溅至缸壁的机油过多。或者空气滤清器内添加的机油超过油面线，机油被吸入气缸燃烧。

2) 检查。

① 观察排气管排烟的烟色，如呈蓝色，说明窜烧机油。

② 先检查空气滤清器油面与油底壳油面，若正常，再做以下检查：在柴油机中速运转的情况下，松开通往机油压力指示器的机油管接头螺栓，时间大约为1min。若排气管冒蓝烟立即消失，则说明机油是从气门杆与气门导管间隙窜入燃烧室的；若排气管继续有蓝烟排出，则判断机油是从缸套与活塞配合间隙窜入燃烧室的。

③ 拆下气缸盖，摇转曲轴使活塞处于下止点，用抹布擦净缸壁表面粘附的机油及异物，以最快的速度摇转曲轴，使活塞连杆组往复运动。此时，观察气缸口处，如果有机油从下往上泵出，表明活塞环密封不严，使机油上窜进入燃烧室。

装入气缸盖，暂时不装气缸盖罩，拆下空气滤清器总成，设法堵塞进气管，松开气门调整螺钉的锁紧螺母，用螺钉旋具旋退气门调整螺钉，使调整螺钉远离推杆，即使排气门处于常闭状态。向气门杆与气门导管的间隙中滴入少许机油，然后快速摇转曲轴，同时，观察气门杆与气门导管的间隙。若此处有泡沫冒出，说明气门杆与气门导管、气门与气门座圈磨损严重，导致机油从过大的间隙吸进气缸燃烧。

④ 由于气门与座密封不严，气门杆与导管润滑不良而磨损加剧，间隙增大，废气从气门漏出，通过导管的缝隙窜入气缸盖罩内，再从气门推杆两孔中进入曲轴箱中。废气中烟尘与曲轴箱中溅起的机油油雾混合，使油底壳里的机油越来越粘稠，即形成糊状油泥。

(3) 机油外漏

原因

① 润滑油从油管接头、油底壳、齿轮室盖、气缸盖罩、后盖、后盖机油塞尺、放油螺塞等接合面和配合处缝隙渗漏到外面。

② 曲轴油封、起动轴油封密封不严，润滑油从缝隙处渗漏到外面。

③ 曲轴箱废气压力过高，机油温度过高时，润滑油以油雾的形式从曲轴箱中向外逸出，散发到大气中。

(4) 机油变稀

1) 原因。

① 不根据季节选用机油牌号，夏季时，错用冬季牌号的机油。

② 喷油泵供油压力低或喷油器雾化不良，活塞环密封不严，磨损严重，致使未燃烧的柴油从活塞与气缸间隙流入油底壳，引起机油变稀。

③ 喷油泵柱塞套定位螺钉漏装垫片，或者是柱塞套和泵壳体接合面密封不严，致使柴油漏入油底壳。

④ 气缸内大量积炭，水套结垢过厚，或是柴油机超负荷作业，致使机体温度过高，从

而引起机油变稀。

⑤ 发动机在工作中，缸套橡胶阻水圈老化变质；气缸垫烧损或气缸盖螺母未拧紧；缸套、缸盖、机体有裂纹，致使冷却液漏入油底壳，造成机油变稀。

2) 检查。

① 取少量油底壳的机油，放入试管内，若油色变成混浊或乳化，说明机油中有水分。

② 用食指沾油底壳的机油，再靠拢大拇指拉丝检查。若两指分开时能拉出 1mm 的丝来，说明机油粘度尚好；若两指捻搓感觉不粘，说明机油已变稀。

(5) 机油易形成糊状、油泥

原因

① 活塞环早期磨损，大量的高温废气窜入曲轴箱。

② 压缩系统配合件早期磨损，致使机油窜烧形成炭粉和烟灰，并落入油底壳。

③ 由于安装气缸套时，划破、损伤橡胶阻水圈，引起阻水圈失去密封性，使冷却液漏入油底壳。

4. 气门、气缸是否漏气的检查与判断

(1) 气门漏气的检查判断方法

1) 听声法。单缸柴油机，先拆下空气滤清器总成和消声器，在不减压的情况下，把曲轴摇到压缩行程的一半位置停留 15 ~ 20s，再摇转曲轴到压缩行程的后一半位置，同时用耳朵分别在进气管口处和排气管口处倾听，如听到“嘶嘶”声，则表明进气门漏气或者是排气门漏气。有时，也可能是气门座圈松动造成漏气。若分别在加机油口处和喷油器安装孔处听到“嘶嘶”与“嗤嗤”的声音，则表明气缸漏气或者是喷油器安装座孔处漏气。

2) 贴纸法或放棉絮法。检查小型单缸柴油机气门是否漏气可用此法，具体步骤如下：拆掉空气滤清器总成、排气管及气缸盖罩，摇转曲轴，当进、排气门由开到关，即压缩行程开始后，两气门均有正常间隙时停止。取两张与进、排气管垫大小相同的纸片（无破损），用水或胶水蘸湿，贴在气缸盖进、排气管孔上，要贴得平整严实。然后盘动飞轮，到上止点后停止转动。这时检查贴纸片，若吹起小缝，表明气门轻微漏气；若吹起一角或吹破贴纸，表明气门严重漏气。

或者是在活塞由下止点往上止点运动使气体被压缩时，分别侧耳在进、排气管口倾听，若气门漏气，可听到“嘘嘘”的漏气声。若把棉絮放在进、排气管口，可见棉絮被气流向外吹动，则说明气门漏气。

3) 气吹法。研磨后，把缸盖上的进气口和排气口两侧的双头螺柱拧下，将研磨好的气门、气门座擦净，把气门插入相应的气门导管中，然后把缸盖侧立在平台上（以使用嘴吹）。再取一张干净的纸，中间剪 $\phi 20\text{mm}$ 的孔（以免用嘴吹时沾上油污），盖在缸盖的进气口上，右手抵住气门头，左手扶住缸盖，嘴对着用纸盖的进气口用力吹。如两腮鼓得发胀也吹不动，则认为该气门密封良好，否则应重新研磨。这样依次吹完进气管，再把缸盖翻过来，依次吹排气管。

4) 通入压缩空气检查。将被检查气缸的喷油器拆下，在喷油器座孔装上一个通气接头，摇转曲轴，使被检查气缸处于压缩上止点，这时进、排气门均关闭。用空气压缩机以 0.5 ~ 1MPa 的气压经喷油器座孔上的通气接头通入气缸，然后用耳朵倾听的方法，判断其有无漏气声来确诊故障部位。拆下空气滤清器总成，在进气歧管处侧耳倾听，若听到有漏气声

为进气门密封不严；拆下消声器，在排气管口处侧耳倾听，若听到有漏气声为排气门密封不严。

(2) 气缸漏气的检查判断方法

1) 感觉法。

① 单缸柴油机，在不减压的情况下，摇转曲轴感到很轻松，说明气缸无压缩压力，漏气十分严重，可判断为气门卡死在开启状态或者活塞环卡死在活塞环槽里。也可在气门间隙正常的情况下，使油门处于停止供油位置，减压后像起动车一样摇转曲轴，当迅速放开减压手柄的同时：如看到飞轮反转，手握摇转手柄感觉有反弹，说明气缸、气门基本密封良好；如放开减压手柄后，能继续摇转曲轴3~4圈，则粗略判断为气门或气缸有漏气。

② 将被检查气缸的喷油器拆下，用大拇指堵住喷油器孔，摇转柴油机曲轴，凭感觉来判断气缸压力。若摇转曲轴很轻松，并感到压缩气体反作用力不大，则说明该气缸压力不足。

2) 故障分析法。

① 柴油机工作时，看到散热器中有气泡上冒，或者散热器水面上带有黑色机油泡沫，再加上排气冒白烟，机车停一段时间后油底壳机油增多，有水层，一般属于气缸垫烧损而造成漏气和漏水所致；若拆卸检查气缸垫未损坏，而发现活塞上有水珠，可断定为气缸套（多在台肩处）有裂纹而引起漏气。

② 柴油机冷却液温度达到75~95℃后，减小油门，打开机油加油口盖，从机油加油口处往外冒烟气，有的甚至往外窜机油，关上机油加油口盖，拆下通气管接头，则从通气孔往外冒大量烟气，加上柴油机有起车困难、工作无力易冒黑烟、机油容易过热现象，则说明气缸、活塞及活塞环磨损严重，废气反窜漏入曲轴箱。

3) CO₂ 检查法。在柴油机运转的状态下，将水冷却系统密封（堵塞散热器加水口），用胶管由散热器加水口导出气体，把胶管另一端插入盛有澄清石灰水的玻璃瓶中。若气缸密封良好，冷却系统内的气体为水蒸气，水蒸气与石灰水不起化学反应，溶液仍保持透明。若气缸有某个部位，如缸盖、缸体、缸套有微小裂纹或缸垫有微小渗漏，废气中的CO₂就窜入冷却系统，CO₂与石灰水起化学反应，溶液由透明变成乳白色。

4) 用压力表测量。测量时先起动车柴油机，使冷却液温度为70~80℃，将柴油机熄火后，把被测气缸的喷油器拆出，装上0~5MPa的压力表，在减压状态下快速摇转曲轴或用起动机带动后，立刻放下减压手柄，此时压力表指针第一次指示的读数即为所测得的压缩压力。当压缩压力低于1.2MPa时，可判断为气门或气缸漏气。拆下压力表，往喷油器座孔注入20~25mL的机油（避免弄到气门顶上），然后转动曲轴数圈，再测量气缸压力，如果气缸压力显著上升，即为缸套或活塞及环密封不良。如果压力保持不变，则是气门或气缸垫漏气。

5) 通入压缩空气检查。将被检查气缸的喷油器拆下，在喷油器座孔装上一个通气接头，摇转曲轴，使被检查气缸处于压缩上止点，这时进、排气门均关闭，用空气压缩机以0.5~1MPa的气压经喷油器座孔上的通气接头通入气缸，然后用耳朵诊听的方法，判断其有无漏气声来确定故障部位。打开散热器加水口盖后观察，若看到加水口处冒气泡，而且相邻气缸均有漏气，可能是气缸垫被烧损；打开加机油口盖后侧耳诊听，若在加机油口处有漏气声，说明该缸活塞与缸壁配合间隙过大或活塞环严重磨损、密闭不严。

6) 用棉团堵塞检查。将被检查气缸的喷油器拆下,用棉团将喷油器孔塞紧,迅速摇转曲轴或用起动机带转柴油机,如棉团能从喷油器孔中推出且听见明显的爆破声,棉团被推出越远,说明该缸压缩压力越好。检查相邻两缸是否窜气的方法是:将相邻两缸的喷油器拆下,用两个棉团分别将相邻两缸的喷油器孔塞紧,慢慢摇转曲轴,若两气缸喷油器孔处的棉团没有被推出,即为气缸垫鼻梁处烧损而使相邻两缸产生窜气。

7) 逐缸断油试验检查。当缸套、活塞及环磨损严重时,会有大量混合气、废气反窜入曲轴箱。因此,我们可利用这个现象对气缸是否漏气进行检查。检查时,先起动柴油机使其正常运转,再打开加机油口盖,然后逐缸断油试验,观察加机油口(或通气管)处的冒烟和窜气变化情况。当松开某缸高压油时,冒烟减少,窜气声减弱,则断定为该缸漏气。一般是缸套、活塞及环磨损严重,或者是活塞环走对口、积炭卡死等原因引起漏气。

(3) 喷油器安装孔处漏气的检查判断 喷油器安装孔漏气时,漏气部位会出现炭烟,严重时会出现漏气的声音。在漏气部位涂机油时会出现泡沫,可证明喷油器安装孔处漏气。

四、小型柴油机常见故障与排除方法

1. 柴油机排气管冒烟

正常运转的柴油机,排气管排烟是无色、透明或浅灰色的。当排气管冒烟是黑色的,或者是蓝色、白色的,则说明柴油机有了故障。通过对排气烟色的观察,分析排气烟色变化与内部故障之间的关系,可以诊断故障部位,同时能迅速地排除故障。

(1) 排气管冒黑烟 柴油机排气管冒黑烟的本质原因是柴油在燃烧室内燃烧不完全,或者说供入气缸的柴油和空气比例不适当,可燃混合气形成质量不好,使气缸内的柴油没有充分燃烧。柴油属碳氢化合物,燃烧室内未被燃烧的燃料受高温后分离,变成炭黑随废气排出,严重时会有碳粉排出。如空气不足,喷油量太多或雾化不良,都会使柴油不能充分燃烧。因此,此故障主要发生在空气供给系统、压缩系统、燃油供给系统。

柴油机冒黑烟的各种可能原因有:

1) 空气滤清器堵塞或排气管堵塞,致使吸入气缸内的空气量不足或废气不能完全排净,虽然喷油泵、喷油器工作正常,但混合气过浓,柴油燃烧不完全而冒黑烟。

2) 配气相位不对。如凸轮轴凸轮磨损严重,气门间隙过大等,导致进气不足、排气不净。

3) 气缸密封性差。如气门漏气、缸套与活塞之间漏气,使气缸压缩不良,气缸温度降低,柴油自燃时间延迟,就不能充分燃烧。

4) 喷油泵供油量过大。多缸柴油机喷油泵调整不当,如调节齿杆或调节拉杆行程过大,会使供油量过大,柴油和空气比例不适当,导致缸内混合气燃烧不完全。

5) 喷油器针阀卡死、锥面密封不严、调压弹簧弹力减弱、调压螺钉松动,使喷油压力下降,雾化质量不好、滴油等,使喷入气缸中颗粒较大的油滴来不及燃烧,排出废气便呈黑色。

6) 喷油泵供油时间不对。供油时间调整过迟或过早,或者是供油凸轮、传动齿轮磨损严重引发供油时间过迟,都会使柴油燃烧不完全。

7) 柴油机负荷过重。超负荷工作时,柴油机转速降低,调速器自动调节供油量,使供油量增加,但进气量没有相应增加,会引起混合气浓度增大,致使混合气不能完全燃烧。

8) 曲柄连杆机构运动阻力增加,如产生“拉缸”故障、主轴承或连杆轴承发生“拉瓦”或咬死故障等,也会引起柴油机冒黑烟。

(2) 排气管冒蓝烟 排气管冒蓝烟是由于柴油机燃烧室进入过量的机油而引起的,产生故障的各种具体原因,详见前面所述。

(3) 排气管冒白烟 柴油机刚刚起动时,由于气缸内温度较低,加上停机时排气管有潮气,排出白色水蒸气属于正常现象。若柴油机在作业中,排气管总是有白烟冒出,则为柴油机出了故障,应查找原因,及时排除。

柴油机冒白烟的各种可能原因有:

1) 柴油机温度过低,在 65°C 以下。如拆除节温器、散热器保温帘调整不当等,都有可能使柴油机温度降低。

2) 柴油中有水分。柴油中含水后,直接影响混合气的正常燃烧,因而冒出白烟。

3) 缸盖、缸垫、缸套之间渗水,使燃烧室温度降低。如烧缸垫、缸套有裂缝、缸盖螺栓松动,或者是缸盖贴合面有缺陷,缸盖有裂纹使水道的水漏入燃烧室,这些都会影响混合气的正常燃烧。

4) 喷油器工作不正常。如喷油嘴滴油、雾化不良、喷油压力低、针阀卡死在开启位置,也会造成排气管冒白烟的情况。

5) 气门漏气,气缸压力低,气缸温度随之降低,直接影响混合气的正常燃烧,也会出现冒白烟。

6) 供油时间过迟。当供油时间过迟、机温不高时,喷入气缸的一部分柴油来不及燃烧就随废气排出,排出的柴油油雾是白色气体。

(4) 排气管冒火花 由于排气管内温度很高,柴油雾化进入排气管后,遇到空气会引起燃烧,并伴有爆炸声。其主要原因有:供油量过多;供油提前角太小;配气相位不正时;排气门弹簧弹力减弱,使排气门漏气等。上述原因,导致气缸内的柴油燃烧不完全,以油粒状态从排气管排出,遇到空气就燃烧冒火花。

2. 柴油机发出异常响声的原因

柴油机长期使用,各相对运动配合件会逐渐磨损,间隙增大或零件损坏;还有维护与修理不当、安装与调整不合技术要求,都会使柴油机发出不正常的声音。

1) 轴瓦配合松动。主轴瓦与曲轴主轴颈、连杆瓦与曲轴连杆轴颈磨损严重,使配合间隙超过磨损极限。柴油机在运行中,在气缸下部会发出沉重而有力的金属撞击声。曲轴轴向间隙过大时,可听到“咯咚、咯咚”的闷击声。

2) 缸套与活塞磨损后间隙变大,活塞在缸内摆动,撞击气缸壁,在气缸套上、中、下三个位置,可以听到有节奏的尖锐的“咣、咣”异常响声。

3) 销孔配合松动。连杆衬套与活塞销、活塞销与销座孔磨损间隙过大,使两者配合松动,在活塞上、下运动中互相撞击发出“当、当”的响声,用大号螺钉旋具抵触在气缸上部就可听到清脆的金属敲击声。

4) 气门间隙过大。因配气机构零件磨损、推杆弯曲变形或者是紧固件松动,使气门间隙过大,致使摇臂撞头与气门杆尾端发生冲击,发出“嗒嗒嗒”的金属敲击声,在气门盖罩处可以听到。

5) 气门座圈松动。因气门座圈材质差、外圆粗糙度较低、圆度及圆柱度超限、外圆直

径过小与气缸盖座孔配合不紧等,引起气门座圈松动,柴油机工作时会发出“嚓嚓”异响。在气缸盖罩处就能听到。

6) 活塞顶部与气门头部发生撞击。如更换气门座圈过厚,且不用铰刀铰削,使气门头部凸出气缸盖平面过高,或者是齿轮室正时齿轮不按记号装配、减压机构调整不当等,导致气门与活塞顶相撞,发出“嗒嗒”的金属撞击声,在气缸盖和机体接合处可听到。

7) 齿轮室齿轮啮合间隙过大。由于磨损,使齿轮室齿轮啮合间隙过大,齿轮啮合不良,柴油机工作时便发出“咯啦咯啦”的噪声。在齿轮室盖附近就可以听到。

8) 凸轮轴凸轮与挺柱底面磨损严重,接触部位磨出凹坑,使气门开度变小、开启时间短,气流通过气门时因过于急促而发出“啪、啪”声,在排气管侧、气缸盖部位可听到。

9) 上下平衡轴轴向间隙过大,或者是平衡轴轴承磨损严重,使平衡轴轴向窜动量、径向圆跳动量增大,使连杆大头和上平衡轴或下平衡轴擦碰发出异响。在曲轴箱处可听到。

10) 飞轮锁紧螺母如果拧得不紧,或者安装时漏装止推垫圈,或者止推垫圈的折边折断,致使锁紧螺母松动,引起飞轮与曲轴锥面配合不紧。工作时会产生敲击声,特别是在启动时有较重的“咯咯”声,加大油门响声更大。严重时剪裂键槽、扭断曲轴。

11) 供油时间过早、供油量过大、喷油压力过高或过低等,都会引起柴油机发生“敲缸”。

3. 柴油机产生“敲缸”

所谓敲缸,就是指柴油机工作时,活塞在侧压力作用下左右摆动敲击气缸壁,使柴油机发出一种异常金属敲击声。小型柴油机“敲缸”的原因分析如下:

(1) 供油时间过早 当柴油机活塞上行还没有到达规定的位置时,喷油泵就过早地向气缸内喷油,使混合气提早燃烧做功,迫使活塞下行的力与继续上行的活塞惯性力发生对抗,造成工作粗暴,高压燃气冲击活塞,使活塞猛烈撞击气缸套,从而发出异常响声。

(2) 供油量过大 由于调整不当,使喷油泵供油量过大,气缸内的气体燃烧压力会升高,引起活塞敲击缸套。还有柴油机负荷过重时,调速器自动作用使供油量增加,也会引起敲缸。

(3) 喷油器工作不良 当喷油器喷油压力过低或过高、喷油后滴漏、喷油雾化不良时,都会造成混合气形成质量差、燃油燃烧不良、燃烧过程恶化,严重时造成活塞敲击缸套。

(4) 出油阀偶件磨损 当出油阀减压环带磨损后,与阀座导向孔配合间隙增大,减压效果变坏,使高压油管容积增大、管内剩余压力升高,致使喷油器喷油提早、喷后滴油,易引起燃油爆燃而敲缸。

(5) 柴油机压缩比过大 修理方法不对,如磨削气缸盖平面、磨削曲轴改变了曲轴的回转半径、更换活塞顶部凹坑不同、更换过薄的气缸垫等,致使燃烧室容积减少。压缩比增大后,不但使气缸内最高爆发压力升高,而且导致混合气提前着火,同样加重活塞对缸套的敲击。

(6) 活塞与缸套配合间隙过大 当活塞与缸套间隙过大时,缸套的导向作用减弱,活塞在缸套中往复运动时发生径向摇摆、振动,在活塞上、下止点转换方向处碰撞气缸壁而产生响声。

(7) 油底壳机油过稀 当油底壳机油过稀时,润滑油膜难以形成,使活塞直接与气缸壁接触,引起活塞敲缸严重。

4. 柴油机产生“拉缸”

拉缸是指活塞、活塞环与缸套在相对运动中，产生高温使其表面熔化损伤；或者因某零件损坏，把活塞和缸套划出竖向沟纹。小型柴油机“拉缸”的原因分析如下：

(1) 柴油机在工作中温度过高 由于冷却液消耗大，或者是冷却系统滴漏严重，未能及时补充、加注冷却液，使冷却液短缺引起柴油机过热。当气缸套温度过高时，使机油变稀、蒸发，保不住油膜，使活塞与缸套处于半干摩擦状态，压缩零件的放热和冷却系统的吸热、散热失去平衡，柴油机运转吃力，形成拉缸。

(2) 活塞与缸套间隙过小 在维修时，对购买的活塞、活塞环、缸套不进行测量或简易试验，认为都是标准的新零件，安装使用没问题。当遇到零配件不合格时，装配后使活塞与缸套间隙过小，在高温下活塞膨胀系数较大，引起拉缸，严重时卡死在气缸内，使柴油机自行熄火。

(3) 活塞环质量差或安装不当

1) 活塞环质量差。若活塞环过硬，则会因弹力过大而使气缸壁压强增加，易破坏油膜而产生拉缸。

2) 安装活塞环前，不预先检查其开口间隙。若开口间隙过小，工作时活塞环受热膨胀使环口对顶，就没有伸张的余隙，致使活塞环折断。

3) 安装活塞环不清除积炭，或工作中高温形成机油结胶，使活塞环及环槽积炭过多，引起活塞环积炭粘结卡死，也容易使活塞环折断，造成拉缸。

(4) 活塞销挡圈脱落或损坏 活塞销挡圈(卡簧)安装不妥，没有放入挡圈槽内；挡圈弹力不足或环槽磨损，使挡圈脱出槽外；或活塞销及销座孔磨损过大，使活塞销轴向窜动的力量增大，活塞销端面与挡圈频繁碰撞，易使挡圈磨损或折断，刮伤缸壁，还有活塞销窜出也会刮伤缸壁。

(5) 机油变质或过脏 使用变质的机油；冷却液漏入油底壳，使油水混合；油底壳机油长期不更换，使机油过脏等，都会使气缸内的润滑油膜难以形成，从而导致拉缸。

(6) 磨合不当 若大修后柴油机不经过磨合，或磨合不良就加大负荷运行，会使气缸局部表面因摩擦加剧而发热，因而造成拉缸。

5. 柴油机起动困难

要排除柴油机起动困难故障，有必要了解柴油机能够顺利起动的条件。

柴油机能否顺利起动，关键在于喷入气缸的柴油能否与被压缩的空气迅速形成可燃混合气和及时发火燃烧。不论是混合气形成，还是发火燃烧，都要求进入气缸内的空气被压缩后有较高的温度和压力。为此，柴油机顺利起动必须具备三个条件：①要有足够的起动转速，转速高，气体泄漏小，压缩空气向缸内传热时间短，热量损失少，容易形成高温和高压，以达到柴油的自燃温度 $350\sim 450^{\circ}\text{C}$ ；②气缸密封性要好，以减少气体泄漏，增加压缩终了时的压力和温度(空气温度高，易于柴油的蒸发)；③供油时间应准确，喷油质量要好(柴油雾化越细，与空气混合越好)。否则，不能形成可燃混合气。

单缸柴油机起动困难，主要有三方面的原因：压缩系统漏气严重；燃油系统供油不正常；环境温度过低等。

1) 压缩系统漏气严重，使气缸压缩压力不足，致使压缩终了的气缸温度、压力达不到要求(达不到柴油的自燃温度)，导致缸内的混合气无法正常燃烧做功。

检查方法：将油门置于停止供油位置，打下减压，以 100 ~ 120r/min 的转速摇转曲轴（好像起动柴油机的样子），当转速摇至最快时，迅速放开减压手柄，同时放松摇把不再使劲摇转，感觉摇把是否有回转趋势——反弹力，或观察飞轮是否有反向旋转。若感觉到反弹力较大，且飞轮回转角度很大，说明气缸压缩良好；反之，气缸压缩不好，有漏气之处。

产生故障的可能原因有：

① 气门间隙调整不当，使进气门或排气门间隙太小或无间隙。工作时，因机件受热膨胀，使摇臂头部顶开气门，引起漏气。

② 气门和气门座磨损、有麻点、积炭等缺陷，使气门关闭不严，引发气门漏气。

③ 减压间隙调整不当，使减压间隙太小，导致减压轴凸轮顶开进气门而漏气。

④ 活塞环磨损超限、外圆面失圆、弹力不足、走对口、被胶结等，使活塞环的密封作用减弱，致使缸内压缩气体从缸套、活塞及环的缝隙漏出，使曲轴箱的废气压力增加。

⑤ 气缸壁与活塞磨损，使两者的配合间隙过大，同样使缸内的压缩气体漏入曲轴箱。

⑥ 装配不当。如任意增加气缸垫厚度、更换的活塞型号不对、气门下陷值过大等，使存气间隙（或称为压缩余隙）过大，使燃烧室容积增大，废气余量增加，压缩终了的气缸温度下降，致使混合气不能自燃着火，造成柴油机起动困难。

⑦ 气缸盖螺母紧度不够，或气缸垫烧损，使缸内压缩气体从气缸垫处漏掉。

⑧ 喷油器压板螺母未拧紧，喷油嘴铜垫片（或铜锥体）变形或漏装，使气缸不能密闭。

2) 燃油系统供油不正常。故障原因、检查方法，在前面已经介绍，这里不再重复。

3) 喷油泵供油压力过低，使柴油机起动困难。如柱塞偶件磨损严重，间隙较大；泵油凸轮磨损严重，凸轮高度减少，导致喷油泵柱塞有效行程缩短等。

4) 供油提前角不对。如喷油泵柱塞偶件严重磨损，会使供油量减少，供油时间变晚，从而使柴油机起动困难。

供油提前角的检查、调整方法，详见第十四章“一、单缸柴油机主要部位的调整”所述方法。

5) 喷油器雾化不良、喷油嘴烧死，积炭过多，致使柴油机不能起动。

6) 农用小型柴油机有的是采用涡流式燃烧室，涡流式燃烧室设置有一个主喷孔和一个副喷孔。副喷孔又称为起动喷孔，它好像一个漏斗形，喷孔直径为 1.5 ~ 2mm。若起动喷孔积炭堵塞，会导致柴油机起动困难。还有镶块制造质量差，镶块安装有误，使主喷孔角度不对（正确的装配方法：应使起动喷孔与主喷孔中心的连线向进气门微偏 $2^{\circ}18'$ ），使喷油器喷出的燃油不能顺利从起动喷孔射出，也会引起柴油机起动困难。镶块产品质量如图 15-2 所示。镶块的正确安装如图 15-3 所示。

7) 进气不足，如空气滤清器滤芯堵塞严重等。

8) 环境温度过低。

① 气温过低，机油太稠，使机油粘度增大，流动性差，产生较大的起动阻力矩。

② 由于环境温度过低，气缸内温度随之降低，吸入气缸的空气温度较低，多次起动喷入气缸内的冷油过多，喷入气缸的柴油不易着火燃烧。

③ 由于环境温度过低，使蓄电池电解液粘度增加，电阻增加，蓄电池容量和端电压下降。电起动时，起动机的起动转矩减小，起动转速降低。

3) 喷油器喷油量少, 喷油质量差: 针阀偶件磨损, 尤其是圆柱导向面配合间隙增大, 使喷油器回油量增多; 喷油器雾化不良, 出现滴油, 都会使燃烧情况变坏, 指标效率降低。

4) 调速器工作不正常: 如调速弹簧变弱, 调速器零件磨损, 使喷油泵供油量时大时小, 引起柴油机转速时快时慢, 导致柴油机功率不足。详见“柴油机转速不稳”文中所述。

5) 供油提前角过大或过小。当供油提前角偏离最佳供油时间时, 喷入气缸内的柴油不能在最佳燃烧条件下充分燃烧, 使指示效率降低, 功率下降。

(3) 进气不足, 排气不净, 使燃油燃烧不完全

1) 空气滤清器堵塞, 使进入气缸内的空气量不足, 燃油与空气混合不均就燃烧, 造成燃油燃烧不完全, 引起柴油机输出功率不足。

2) 排气道、排气管积炭堵塞, 导致柴油机排气不畅, 排除废气不干净, 影响柴油机的工作性能, 以致柴油机功率不足。

3) 配气相位不正确。由于长期使用, 凸轮轴凸轮、正时齿轮、挺柱和推杆等零件的磨损, 还有气门间隙过大, 使进、排气门开闭时间向后推迟而偏离最佳配气相位, 使充气效率降低、功率下降。

(4) 其他方面的原因

1) 柴油机达不到最高转速, 输出功率则随着转速的降低而减少。其故障原因是调速器调整不当, 调速器产生故障, 使柴油机最高转速低于生产企业所规定的额定转速。

2) 柴油机过热, 冷却系统、润滑系统、曲柄连杆机构发生故障, 配合件松动或发生卡滞等, 摩擦损失增加, 机械效率降低, 也会导致柴油机功率不足。

7. 柴油机转速不稳

柴油机工作时转速不稳定, 发生规律性的变化, 转速忽高忽低, 称为游车。其故障现象多种多样, 有时是油门固定在某一位置产生游车, 有时是在负荷运行中产生游车。

小型单缸柴油机转速不稳常见有两种情况: 一种是在低速运转时产生游车; 另一种是在中速运转时发生游车。其故障主要有两方面的原因: 调速器反应不灵敏、作用推迟; 燃油系统供油量、喷油量不匀, 时大时小, 供油滞后。飞球式调速器如图 1-74 所示。

(1) 调速器的故障

1) 调速弹簧拉力变弱, 使钢球的离心力和调速弹簧的拉力不平衡。

2) 调速机构紧固螺栓、螺母松动, 传动杆件之间有旷量, 或有轻度卡滞, 如调速杆配合过松。

3) 调速钢球磨损失圆、产生麻点、剥落、凹陷, 或调速齿轮装钢球的平面凹凸不平、调速支架钢球导向槽磨损, 使钢球运动受阻、卡滞。

4) 调速滑盘 45°工作斜面磨损不均匀, 形成凹陷、剥落, 或铆接处松动, 调速滑盘与推力轴承之间磨损过大; 调速杠杆两只拨叉脚磨损不均匀, 使调速杠杆短臂拨叉圆弧面与推力轴承端面间隙过大。

5) 调速齿轮轴磨损, 轴颈表面粗糙度低, 使调速滑盘衬套在轴上移动受阻; 调速齿轮衬套内径磨损严重, 致使调速齿轮运转时轴向窜动。

6) 调速杠杆与调节齿杆凸柄之间的配合过大、过松。

7) 调速器内有污物杂质, 或机油过稠、过脏, 使运动件有卡滞。

8) 飞锤式调速器: 飞锤和调速拨叉转动不灵活; 调节螺钉头部的滚珠脱落; 调速拨叉

变形,使滚珠与调整轴端面不能保持接触,使调速作用滞后。

(2) 燃油系统的故障

- 1) 油路或滤清器堵塞;柴油中有水或空气,使供油时断时续,供油不畅。
- 2) 喷油泵调节齿杆不灵活,运动零件发卡、发涩,如柱塞运动阻力较大等。
- 3) 拨杆式喷油泵:柱塞调节臂有轻微松动。
- 4) 出油阀密封不良或磨损,使供油、停油动作不干脆,供油不稳定。
- 5) 供油凸轮、挺柱体、柱塞弹簧等零件的磨损,会改变供油规律,使供油时间滞后,供油不匀。

8. 柴油机“捣缸”的原因分析

柴油机“捣缸”,就是在工作中活塞、连杆将缸套捅破,严重时捣毁缸体,使机体零件产生破裂、破洞。

(1) 活塞销挡圈脱落 安装活塞销挡圈(卡簧)没陷入环槽内,易使挡圈脱出;活塞销与活塞销孔磨损过度,活塞销产生晃动,使挡圈脱落或折断,断片、碎片落入活塞与缸套的间隙,挤破、划破缸套;同时,活塞销窜出撞击气缸壁,使气缸壁被拉伤、拉槽,严重时撞破气缸壁。

(2) 活塞销折断 活塞销材料质量差或热处理有缺陷,如在热处理中产生细小裂纹,使活塞销内部应力集中,在交变载荷作用下,活塞销产生疲劳折断,拉断活塞、缸套,或使活塞撞击缸盖,因而造成捣缸。

修理时,连杆铜套与活塞销间隙超限,为了贪图方便或手上没有铜套铰刀,只更换活塞销,而不更换连杆铜套,则不能恢复配合关系,使两者配合间隙过大,活塞销同样会在交变载荷的冲击下而疲劳折断,或者引起连杆小头断裂而打坏机体。

(3) 连杆螺栓折断 连杆螺栓折断的原因有:①拧紧连杆螺栓力矩过大,使连杆螺栓被拉伸变形,强度降低;力矩过小,螺栓或螺母易产生松动,使轴瓦间隙增大,冲击载荷随之增加,把螺栓拉断。②安装时,两只连杆螺栓没能交替分几次紧固,松紧不一致。当一只螺栓松动后,因活塞连杆的惯性冲击和连杆大头处产生的离心力,很快使另一只螺栓拉断。③连杆螺栓防松、锁止不当,如锁止垫片或铁线折断,或者是螺栓自锁螺牙或螺钉头部防松锯齿磨损,螺纹精度降低,使防松作用失效,螺栓或螺母产生松动,冲击力过大而发生断裂。④平时不注意检查,不对连杆螺栓或螺母进行加固。当连杆螺栓松动后,工作中产生过大的冲击力,导致折断。

由于连杆螺栓折断,连杆大头从曲轴上脱开,猛甩在气缸套或气缸体上,将气缸套或气缸体捣破。

(4) 连杆折断 连杆折断的原因有:在制造时使连杆内部产生裂纹,又不经过磁力探伤,或者是连杆淬火时工艺不当,使脆性和内应力增大,工作中使连杆发生折断;机械加工,使连杆大头的连杆螺栓孔钻得过深,易造成连杆大头颈处强度降低而发生断裂;连杆盖的两螺栓座面根部有尖角,产生应力集中,也易产生断裂。

(5) 平衡轴折断 因平衡轴轴端的两个205轴承磨损,引起平衡轴轴向窜动和径向圆跳动。当平衡轴与曲轴的曲拐或曲轴上的平衡重块相碰时,会使平衡轴折断而产生捣缸。

(6) 气门掉入气缸 气门掉入气缸的原因有:安装不正确,如两片锁夹装入气门弹簧座锥孔夹住气门杆后,高低不一致;锁夹的外圆锥面与气门弹簧座锥孔磨损严重,易使锁夹

在工作中脱落；气门弹簧疲劳折断引起锁夹脱落；气门杆易在圆锥缩颈处折断等，都会导致气门掉入气缸撞坏活塞与缸盖。

9. 柴油机“烧瓦”的原因

柴油机“烧瓦”，就是润滑系统出故障，使在运动中的曲轴轴颈与轴瓦直接发生金属接触，很快使轴瓦发生磨损和咬合，使轴瓦和轴颈表面熔化，称为烧瓦。小型单缸柴油机“烧瓦”的原因分析如下：

1) 油底壳的集滤器安装倾斜，如图 15-4 所示，或者是集滤器的吸油管变形，引起滤网座滤网安装不平。柴油机在使用中，由于机油消耗，使机油油面下降至机油尺的下限以下时，滤网座滤网外露，使气体进入润滑油道，导致吸油盘吸不到油，致使机油泵无法泵油而发生“烧瓦”故障。

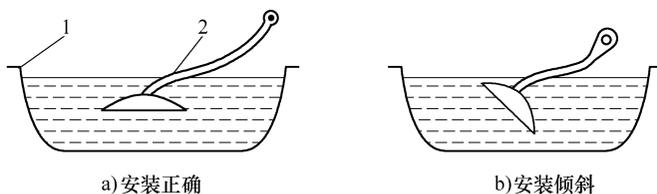


图 15-4 正确安装油底壳集滤器

1—油底壳 2—集滤器

2) 集滤器里的滤网堵塞严重，或者是机油滤清器滤芯堵塞。由于保养不当，集滤器滤网、机油滤清器滤芯不定期清洗，使油底壳的杂质、胶质、油泥、金属屑等脏物附着在滤网、滤芯表面上，致使滤网、滤芯堵塞，使机油供应中断，没有机油润滑轴颈与轴瓦，而造成“烧瓦”。

3) 机油过脏，堵塞润滑油道。由于油底壳的机油只顾添加，忽视了彻底更换，使脏物、杂质、铁屑越积越多，且长期不冲洗润滑油道，致使机体油道、曲轴油道、轴承油道积污堵死，导致轴瓦与轴颈配合表面之间缺油而烧死。还有机油过脏后，会使大量脏物或杂质进入曲轴与轴瓦接合面之间，致使润滑油膜受到破坏而引起烧瓦。

4) 吸油管路进入空气。吸油管接头的空心螺栓松动，或是安装时漏装垫片、垫片不平，使润滑油路不能密封，吸入空气产生气阻，使机油上不去而烧瓦。

5) 气缸体或气缸盖裂纹，缸套封水圈漏水，造成曲轴箱机油渗水；喷油器喷油不雾化、喷出油束、产生油滴，燃烧不完全，柴油从气缸壁漏入曲轴箱；单体式喷油泵漏柴油，使油底壳机油混入柴油。这些都会使机油变稀，轴瓦和轴颈表面润滑效果不良，引起烧瓦。另外，齿轮室盖产生裂纹，或其垫片在油孔处出现破损，使油道密封不严而漏气，引起机油不能向曲轴轴颈正常供给，因而造成烧瓦。

6) 曲轴轴颈磨损，圆度和圆柱度超差。由于机油中含有机械杂质和轴颈表面受力不均，引起曲轴轴颈磨损不均匀，产生锥度和椭圆，超过极限时，就不能形成油膜，使轴颈与轴瓦直接接触，引起烧瓦。

7) 轴瓦间隙过大或过小。主轴承和连杆轴瓦间隙过大或过小时，都会造成润滑不良。若轴瓦间隙过大，机油不易保留，机油压力低，形成的油膜过薄，甚至难以形成油膜，使承载能力下降，轴瓦承受的冲击力增加，容易造成烧瓦；若轴瓦间隙过小，机油难以进入，形

成的油膜过薄，机油温度上升过高而使油的粘度下降，引起承载能力下降，在满负荷运行的情况下会引起烧瓦。

8) 转子式机油泵磨损过大。内、外转子之间啮合间隙过大，转子端面与泵盖之间磨损后间隙过大，使油泵内漏增加，丧失供油能力；泵盖与泵体之间的垫片太厚，使转子端面间隙过大。这些都会使机油泵工作状况变坏，泵油压力降低，甚至无法供油。

9) 转子式机油泵轴端方榫与下平衡轴端开口槽磨损严重，产生打滑，油泵转速不足，无能力泵油。

10) 曲轴连杆轴颈的离心净化室两端的螺塞松脱，使机油流失，无法润滑连杆轴颈与连杆瓦，导致烧瓦。

11) 轴瓦安装不当，如主轴瓦凸肩缺口与机体轴承座孔上的定位销不对正；或者是工作中轴瓦自行转动，使轴承上的油孔与机体上的油孔不对正，把机油孔、机油通路堵死，造成烧瓦。

12) 长时间超负荷运转，机体和轴瓦温度升高，使机油变稀，润滑性能差，造成烧瓦。

10. 曲轴油封漏油原因

曲轴油封漏油，会使机油消耗量增加，还会使环境受污染。漏油严重时，造成部分机件润滑不良，加速其磨损。

1) 油封内自紧弹簧脱落。因安装不当，使油封内自紧弹簧脱落，失去自紧弹簧箍紧唇口的作用，导致油封唇口与曲轴轴颈表面贴合压力不足，即唇口不能紧压轴面，造成油封密封作用失效而漏油。

2) 曲轴露出外侧的轴颈泥沙、尘土过多，更换油封时未注意清洁，致使唇口与轴颈表面贴合处夹带尘土等杂物，引起油封唇口及轴颈早期磨损，油封唇口容易被拉伤、刮伤而漏油。

3) 油封骨架变形，或是主轴承盖制造质量差。安装油封时敲击不当，如用锤子敲击油封，使油封骨架受力不均，致使油封骨架变形，油封外径表面与主轴承盖座孔贴合不严，曲轴甩油时，使机油从贴合不严处的缝隙漏出。

主轴承盖是铸铁件。当铸造有气孔、砂眼，或加工精度差时，使油封外圆面与主轴承盖座孔配合不紧密，造成向外漏油。

4) 油封唇口翻边。在油封安装中操作不当，使油封唇口翻边，导致油封唇口与曲轴轴颈不能密合，油封唇口与曲轴轴颈配合松弛而漏油。

5) 油封安装偏斜。由于用铁棒单边敲击油封，使油封四周不能同时进入座孔，有可能出现油封唇口局部被切去一层橡胶，使轴颈与唇口不同心，也会造成径向压力不均匀而漏油。

6) 安装主轴承盖(带有油封)，在曲轴轴颈的键槽位置不用玻璃纸卷包，由于油封内孔小于轴颈，当油封唇口通过轴颈的键槽位置时，唇口有可能被零件棱角的毛刺或飞边擦伤、拉伤，因而使曲轴油封漏油。

7) 安装油封时，擅自用剪刀剪短一小段弹簧后再连接。由于油封唇口对曲轴轴颈压力过紧，加上曲轴高速旋转，轴颈与唇口难以形成润滑油膜，易使曲轴轴颈快速磨成“V”形沟槽，导致油封唇口与轴颈的贴合没有压力而漏油。

8) 保养不当，使呼吸器堵塞，当缸套和活塞、活塞环磨损严重时，气缸内的气体会窜

入曲轴箱，使曲轴箱内的废气压力升高，导致曲轴把机油甩出。

9) 调速器调整不当，使柴油机的最高空转转速超过规定值。工作时唇口与轴颈的摩擦，会使油封唇口的温度上升很快，过高的唇口温度会使橡胶快速老化，加速唇口的磨损。还有转速频繁变化极易破坏唇口的边界润滑油膜，容易使唇口与轴颈直接接触，同样加速唇口的磨损。

10) 油底壳的机油长期不彻底更换，致使机油过脏。机油杂质、硬质微粒进入唇口，会加速唇口的磨损和轴颈的磨损，导致油封漏油。

11) 长期使用，油封橡胶变质硬化，失去弹性，使唇口与轴面压不紧而漏油。

12) 曲轴制造质量差，油封位轴颈表面粗糙度低，或者有刮痕、拉伤等缺陷，加速油封唇口的磨损，引起径向压力减弱，曲轴容易把机油甩出。

13) 当曲轴旋转偏心量过大时，油封唇口就不能紧贴轴颈而失去密封。柴油机在工作中，由于轴颈与轴瓦产生很大的摩擦力，会导致轴瓦与轴颈偏磨，使轴颈旋转中心产生偏移而造成油封漏油。

11. 柴油机自动熄火的原因

柴油机自动熄火主要有三方面的原因：一是燃油系统出故障，使供油中断；二是配气机构和进、排气系统出故障，使气缸不能进气或排气；三是曲柄连杆机构出故障，使某一个部位的配合件卡死。

(1) 燃油供给系统的原因

- 1) 油箱内没有柴油。
- 2) 由于振动，使油箱开关自动关闭。
- 3) 油路堵塞，如油箱里的粗滤器、柴油滤清器滤芯堵塞；还有油箱盖通气孔堵塞。
- 4) 油路中进入空气，造成气阻。燃油系统漏油的地方，大多数是进入的空气的地方。
- 5) 柴油中有水，正常供油时突然被水隔断。喷油泵供应的是水，而不是油，使柴油机熄火。
- 6) 柱塞卡死在停供位置，使喷油泵不供油。
- 7) 柱塞弹簧折断，或者是出油阀弹簧折断、调速器调速弹簧折断，都会引起喷油泵不供油。
- 8) 喷油器针阀卡在关闭位置，致使燃油喷射中断。

熄火时柴油机表现为：转速逐渐降低，声音及排气无异常变化。

(2) 配气机构和进、排气系统的原因

- 1) 空气滤清器被污物堵塞，使气缸无法进气或进气不足。
- 2) 排气管、排气管道被积炭堵塞，使柴油机无法排气。
- 3) 气门杆卡死在关闭位置，或气门摇臂折断，使气门无法打开，无法进气或排气；积炭或异物卡在气门的密封环带，或者是气门杆卡死在打开位置，使气门无法关闭，造成气缸内气体压缩力不足，而自动熄火。

4) 气门调整螺钉松动，推杆脱出，使气门不能打开，同样无法进气或排气。

熄火时柴油机表现为：如果是进气门无法打开，排气管冒出白烟；如果是排气门无法打开，排气管不冒白烟。

(3) 曲柄连杆机构的原因

1) 活塞与缸套装配间隙过小, 当柴油机温度升高时, 因活塞膨胀增大, 使活塞卡死在气缸中。

2) 由于冷却系统缺水, 使柴油机温度过高, 活塞与缸套受热膨胀而卡死。

3) 润滑系统有问题, 使曲轴与轴瓦润滑不良, 导致烧瓦抱轴。

上述原因使柴油机熄火时, 其表现为: 转速急剧降低, 排气管排黑浓烟。

4) 曲轴折断、平衡轴折断、活塞销折断、连杆螺栓折断或螺母松脱、气门落入气缸等, 造成柴油机自动熄火。其表现为: 转速突然下降, 并伴随急促的异常响声。

5) 其他原因。

① 超负荷运行, 使柴油机自动熄火。

② 拖动的工作机械转动不灵活, 转动阻力很大, 引起柴油机自动熄火。

12. 柴油机反转的原因

柴油机反转时, 导致配气相位混乱, 工作顺序改变, 使排气门吸气、进气门排气, 空气滤清器冒烟。由于机油泵也随之反转, 无法泵油, 使各机构润滑不良。若反转时间长, 会引起拉缸或烧瓦事故。单缸柴油机反转的原因有以下几点:

(1) 起动柴油机方法不对 采用电起动柴油机操作不当。当用电起动柴油机不着火时, 因气缸压缩良好, 活塞的惯性力小于气缸的气体压缩压力, 使活塞未能越过上止点, 活塞向下运动使曲轴反转。此时, 在飞轮的作用下, 活塞会反向越过上止点运转, 则使柴油机反转着火。

采用手摇起动柴油机, 右手摇转曲轴, 左手打减压, 由于用力不足、配合不当, 活塞没有越过上止点, 就放开减压, 又不继续使劲全力摇转, 致使活塞不能越过压缩上止点燃烧做功。相反, 活塞受到气缸气体压力反弹而下行, 通过连杆带动曲轴反转。此时, 飞轮的能量释放, 帮助活塞反向越过上止点, 点燃混合气着火, 引起柴油机反转。

(2) 关闭油门, 熄火柴油机方法不对 将油门提起, 柴油机即将熄火时, 飞轮惯性力小于气缸内气体压力, 活塞不能越过压缩上止点, 反而被气体压力推动活塞反向运动而带动曲轴反转。此时, 如果放开加油手柄或加速踏板, 使调速手柄向加油方向运动, 油泵则恢复供油, 从而使柴油机反转着火。

(3) 调整不当, 使供油提前角过大 由于供油提前角过大, 活塞向上运动还没有到接近于压缩上止点位置时, 喷油泵就过早地向气缸供油, 使气缸内的混合气提早燃烧爆发做功, 产生的气体压力迫使活塞向下运动, 通过连杆带动曲轴反转运行。

(4) 多次起动柴油机, 使气缸内积油过多 将油门放在最大供油位置, 摇转曲轴起动多次, 柴油机还是不着火, 喷入燃烧室的柴油积聚过多, 当柴油机一旦能着火起动, 燃烧膨胀产生的压力过大, 也会造成柴油机反转。

13. 单缸柴油机燃油系统漏油的原因

柴油机燃油系统漏油, 使柴油供应不足, 会使柴油机产生“游车”, 功率下降; 会使油路进入空气, 产生气阻, 严重时使柴油机自动熄火。燃油系统漏油的原因有以下几点:

1) 各精密偶件接合面不平或有划痕、压伤、锈斑等, 如出油阀座和柱塞套的接合面、针阀体上端面 and 喷油器体前端面有上述缺陷时, 会造成密封不严, 引起漏油。

2) 各精密偶件的工作表面磨损, 如柱塞和柱塞套、针阀和针阀体的圆柱导向面磨损, 使配合间隙增大, 漏油量会增加。

- 3) 油箱开关阀座磨损或锈蚀。
- 4) 低压油管接头两端面损伤、接触面不平、垫片损坏。
- 5) 高压油管锥面和出油阀紧座出油口锥孔、高压油管锥面和喷油器油管接头有碰撞、压痕、压伤,使接头接触、贴合不良而漏油。
- 6) 油管接头空心螺钉松动、油管接头螺母松动,或油管破裂,引起漏油。
- 7) 清洗不干净,安装时接触面沾有污物、杂质。
- 8) 柴油滤清器盖体之间的橡胶圈膨胀,或密封环损坏,使壳体与滤清器座之间不能密封而漏油。

14. 油底壳机油油面升高的原因

柴油机在使用期间,油底壳油面逐渐升高是异常现象,多数是因冷却液或柴油渗漏至油底壳引起的。辨别的方法是:停机0.5h后,从油底壳中取少量机油置于玻璃杯中,若观察到玻璃杯底部有水珠沉淀,或者机油呈黄色泡沫状,说明机油已经渗水;若机油变稀,颜色变淡,并将机油滴在白纸上有明显的扩散油环,说明机油已经渗入柴油。

(1) 冷却液漏入油底壳的原因

1) 缸盖、缸垫、机体之间密封不良,或者是缸垫损坏,使水套与推杆孔相通,冷却液漏出进入机体的推杆孔,再渗入油底壳;或者是使水套与气缸相通,冷却液沿缸垫烧损处流入气缸内,沿缸壁流入油底壳。

2) 缸套阻水圈失效,使冷却系统密封不严,导致冷却液从缸套与机体之间渗入曲轴箱。

3) 缸盖水道孔闷头松动或破损,使冷却液漏出经过机体的推杆孔进入油底壳。

4) 缸盖或机体产生裂纹,使水套中的冷却液漏进油底壳。

(2) 柴油漏入油底壳的原因

1) 柱塞套定位螺钉的密封垫圈漏装,或误装入弹簧垫圈,使柴油从柱塞套内漏出→喷油泵壳体的定位螺钉孔→齿轮室盖底部→油底壳。

2) 柱塞套凸肩与喷油泵壳体的接合面不平、贴合不严,或者有异物垫住,使柴油从喷油泵内腔上部漏到内腔下部,经过齿轮室盖进入油底壳。

3) 喷油泵壳体铸造质量差,有砂眼、气孔等缺陷,使柴油从泵壳体漏出,再进入油底壳。

4) 喷油量过多,针阀漏油,喷油压力过低等,使柴油不能良好燃烧,当活塞环胶结时,柴油从气缸壁流入曲轴箱,使油底壳油面升高。

油底壳机油渗水或渗柴油,都会使机油变稀变质,使润滑效果变差,加速摩擦副的磨损,严重时发生烧瓦事故。为此,必须按照上述的可能原因查找,予以排除。

15. 柴油机过热原因分析

所谓柴油机过热,是指柴油机在工作中冷却液温度超过95℃直至沸腾(散热器开锅)的异常现象。对于小型柴油机来说,产生过热的原因是:

1) 冷却系统有故障,引起吸热、散热能力低,气缸盖、气缸体、活塞等零件正常放出的热量,冷却系统不能及时吸收、散发。

① 不及时添加冷却液,使散热器、水套严重缺水。

② 冷却系统漏水,引起散热器水量不足。单缸柴油机,漏水多出现在气缸体和散热器

接合处,原因是接合面不平、纸垫损坏、固定螺钉松动;还有缸盖或机体产生裂纹,气缸垫损坏、缸盖和机体接合面不平,湿式气缸套阻水圈失效,散热器芯管破裂等,也会造成冷却系统漏水。

③ 水套内沉积水垢过多,影响散热;燃烧室积炭过厚;散热效果差;排气管道积炭堵塞,使气缸排气不净。这些,都会引起冷却系统散热强度降低。

④ 散热器散热管被水垢及污物堵塞,使散热器有效散热面积减小,冷却液通过阻力增大,导致水循环量减少。

⑤ 风扇传动带过松,使风扇转速降低,吹入散热器的风量减少,带走的热量也减少。

⑥ 冷凝器式水冷却系统,冷凝器(散热器)上的空气-蒸汽阀失效,使凝气大量外逸,引起冷却液短缺。

⑦ 强制循环式水冷却系统,水泵有故障,密封件损坏或叶轮断裂,泵水量下降,不能强制性地冷却循环,把气缸水套内的热水送到散热器进行冷却;还有节温器阀门不能打开,冷却液只能经小循环流动,造成气缸水套内的冷却液过热。

2) 冷却系统无故障,但气缸盖、气缸体、活塞等零件放出的热量过高,超过了冷却系统吸热、散热的能力。

① 供油时间过晚、喷油器雾化不良等,使柴油机产生后燃,气缸温度过高,致使放热与吸热失去平衡。

② 配气相位过早或过晚,排气门间隙过大,使气缸排气不净,热量不能及时排出,使零件温度升高。

③ 压缩不良,空气滤清器、消声器堵塞等,使柴油机燃油燃烧不完全、排气管冒黑烟,也会造成柴油机过热。

④ 柴油机运转部位配合间隙过小,引起润滑不良,运动副剧烈摩擦,热量不能及时传递而产生过热。

⑤ 柴油机长时间超负荷运转。

16. 小型风冷柴油机过热的原因及排除

(1) 过热的诊断方法 风冷柴油机在使用中,一般辨认柴油机过热的方法是手摸或用水喷示。这种诊断方法只能对柴油机的发热程度大概估计。有时气缸盖过热,用水喷示会发出沸腾的声音,用手摸则容易被烫伤。因此,一般则用手触摸的部位是在机体、曲轴箱、轴承等处,感觉温度是否正常,很适合农村机手应用。

1) 如果用手摸时感到温热,则大约是在 40°C ,这表明机油在整个润滑系统中的循环是正常的。

2) 如果手感到很热,但用手触摸它时还没有被烫伤的危险,则大约是在 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$,这表示柴油机的负荷和发热是正常的。

3) 用手摸时热到烫手,或者难以接触则在 $80^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ 以上,这表示可能是超载,或者其他原因引起,不是正常现象,应该采取措施,防止柴油机的温度继续增高。

(2) 产生的原因及排除方法

1) 柴油机超负荷作业时间太久。应检查工作机械的输入功率与动力机的有效功率是否匹配。如小型耕整机犁耕过深、土壤粘度太大;水泵扬程过高、管道太长等。此时应立即卸掉负荷,使柴油机空转 $20 \sim 30\text{min}$ 后,关闭油门停机自然冷却,并调整或更换工作机械。

2) 柴油机供油提前角太小(过晚)。检查喷油泵的供油提前角度,按柴油机的技术要求,通过增减泵体与机体平面之间的垫片,调整准确。

3) 喷油器滴油。最好用喷油器试验器调校喷油压力,检查针阀偶件、出油阀偶件性能,研磨或更换新件。

4) 杂物堵塞在风罩、导风板、散热片表面。散热片之间沾有灰尘、杂物、油污会影响散热效果。折下风罩,清除导风板、散热片间的杂物,或在作业前用净水冲洗,保持散热片表面的清洁。

5) 风扇传动带过松使风力不足。做好日常保养,及时检查风扇传动带的张紧度。调整时,用手指压住数根传动带下沉量为15mm左右为合适。

6) 不装风罩或风罩破损。如165F风冷柴油机,飞轮上的辐条也是风叶,飞轮上的盖罩就是风罩。去掉了风罩,风叶旋转产生的风力、风量不能集中,使气缸得不到良好的散热。因此,要安装风罩,还要保持铁皮平整,组合服帖,结合面密封。

7) 空气滤清器和排气管严重堵塞。这两部件堵塞时,新鲜空气吸不足,废气排不干净,会使柴油机过热、冒烟。定期保养空气滤清器和排气管,使进、排气系统的气流畅通。

8) 润滑不良,各零件摩擦副放出大量热量,得不到冷却致使机体温度过高。检查油底壳机油,鉴定机油泵性能,检查油管、油道、机油滤网、滤清器是否堵塞或漏气,并及时处理。

9) 气门间隙过大,燃烧室积炭过厚。拆卸气缸盖,彻底地清除缸内积炭,且研磨气门提高其密封性。检查调整气门间隙至合乎要求。

17. 气门间隙变大或变小的原因与检查

(1) 气门间隙变大的原因 柴油机在使用中,气门间隙很快就会变大,其主要的原因为配气机构的零配件润滑不良,甚至发生干摩擦所致。如气缸盖罩的机油喷孔堵塞;通往缸体、缸盖、摇臂座、摇臂轴的润滑油道被堵塞;曲轴主轴颈与主轴瓦间隙过大,机油大量泄漏,使机油压力过低;油底壳机油变质结胶,运动阻力增加,使机油流动不畅;气门间隙调整过大,使摇臂撞头与气门杆尾端冲击力增大等,都会使配气机构缺少机油,致使往复运动配合件摩擦发热、快速磨损,因而造成气门间隙变大。

检查的部位有:摇臂撞头与气门杆尾端;气门调整螺钉圆头与推杆上端的球面凹坑;挺柱上端的球面凹坑与推杆端的圆头;挺柱底面与凸轮轴凸轮顶端等。

(2) 气门间隙变小的原因 柴油机在使用中,由于零件的磨损,一般是气门间隙变大。若气门间隙变小,则说明气门修理不当,使气门头部与气门座工作面磨损过快,致使气门在较短的时间内向上位移。

主要的缺陷有:①修理时,选购的气门和气门座配件质量差,或选用制作气门座的材料硬度、强度不够;②铰削气门座不正确,使气门接触环带太小;③气门弹簧弹力不足,使气门不能严密配合在气门座上,高温、高压气体漏出,冲刷、烧损气门与气门座。综合上述原因,当气门头部与气门座工作面的磨损量(使气门向上位移,气门间隙变小)大于配气机构的传动件的磨损量(使气门间隙变大)时,就会造成气门间隙变小。

(3) 气门间隙时大时小的变化 气门间隙时大时小的变化主要原因是:柴油机在工作时,配气机构运动副接触面凹凸不平,在运动过程中不断改变接触部位。当接触在凸起部位时,传动件伸长,则使气门间隙变小;当接触在凹陷部位时,传动件缩短,则使气门间隙变大。

检查的部位：摇臂撞头与气门杆尾端是否偏磨；气门调整螺钉圆头与推杆上端的球面凹坑是否偏磨；挺柱上端的球面凹坑与推杆端的圆头是否偏磨；挺柱底面与凸轮轴凸轮顶端是否偏磨；摇臂衬套与摇臂轴是否偏磨；凸轮轴是否弯曲，推杆是否弯曲等。

18. 单体式喷油泵齿杆不灵活的原因及修理方法

(1) 使用安装不当所致

1) 漏装柱塞套定位螺钉的小铜垫；或者随意做一个纸垫垫上，致使垫片过薄；或者是新更换的定位螺钉过长。排除方法：增加适当厚度铜垫；可自制几个纸垫代用；或将过长的定位螺钉在砂轮上磨短。

2) 定位螺钉头部弯曲。修理方法：螺钉头弯曲小，可用锉刀修整；如弯曲大，则应换新件。亦可选用 M6 × 18 半圆头普通螺钉代替，用手虎钳钳住螺钉后，用锉刀磨去下端螺纹，使形状、尺寸与原件相同即可装上。

3) 柱塞偶件本身不灵活。①清洗和使用的柴油有杂质、脏物进入柱塞偶件；②有时也由于柱塞头部顶了出油阀座，使柱塞头部碰毛。排除方法：必须用清洁的柴油清洗喷油泵零件，柱塞头部碰毛可用细研磨膏研磨后，试验其滑动性能合格为准。

4) 出油阀紧座拧得过紧使柱塞套变形。检查方法：适当拧松出油阀紧座，如齿杆不灵活的故障消除，则说明原来拧得过紧。排除方法：更换出油阀座垫片，用 49 ~ 68.6 N · m 的拧紧力矩分几次紧固。

(2) 零件磨损、碰伤所致

1) 由于零件发生磨损，或新更换的齿圈尺寸不符合要求，圆台过长。装配后，弹簧上座压在齿圈的圆台上，引起齿杆不灵活。排除方法：在弹簧上座和泵体之间加一垫圈或把弹簧转一个角度、调头安装、更换弹簧上座等故障即可消除。

2) 齿杆和齿圈、齿杆与泵体配合面磨损后间隙过大。修理方法：齿杆和齿圈的啮合过于松动，应更换新件；个别齿的损伤可用整形锉仔细修整。使装好柱塞套、齿杆、齿圈、柱塞后，齿杆能在齿杆孔内灵活移动。

3) 柱塞套凸肩下平面与泵壳底座支承面有崩边边角，或夹有脏物，使柱塞产生变形。检查方法：拆下喷油泵总成，将其侧置在清洁的柴油中，柱塞处于供油位置，用打气筒往进油口处向内充气，如果气泡在泵下体圆周处冒出，表明柱塞台肩与泵体支承面密封不严、有脏物或接触表面不平整。修理方法：用柴油清洗后，用铰刀或圆锉修整支承面，除去其表面小的裂纹、崩角，提高光洁度。或剪下一个与柱塞套和油泵体底座内、外径相同的塑料薄膜垫圈，套到柱塞套上，装好试验没问题后使用。

19. S195 型柴油机飞轮发电机常见的故障及修理方法

飞轮发电机是手拖电器主要部分，一旦出了故障，夜间行车极不安全，作业也很不方便。正确掌握其故障的规律，可以预防故障的发生。

(1) 常见的故障

1) 线圈绕组搭铁，一般搭铁部位是在铁心的边角。原因是绕组不坚固，浸漆不够；绝缘纸过薄、不耐磨，或者老化破裂；端面绝缘垫片损坏，致使线圈绕组搭铁短路。

2) 线圈绕组烧损。原因是曲轴油封漏油，不装防尘盖，使线圈绕组沾满油污和尘土，不及时清洗晾干，造成线圈绝缘性能下降，时间长久就形成匝间短路，致使线圈烧损。

3) 定子线圈短路或断路。由于发动机主轴承严重磨损；或者是固定转子的三只半头螺

钉松脱；或者是修理时，选用的漆包线直径过大，绕制后线圈膨大，使定子和转子发生扫膛而摩擦发热，造成转子损坏，定子线圈发生短路或断路，甚至严重烧焦。

4) 接线柱连接不牢、松动。由于发动机振动较大，使接线柱紧固螺钉松动，引起导线接触不良；有时是接线柱的绝缘套子破裂后，使接线柱搭铁短路。

5) 使用维护不当。由于灯光开关损坏后，将接通前照灯的线头裸露在机体上，使发电机外部短路，线圈电流增大而发热升温，致使线圈绕组烧损。有的机手将三路独立线圈串联使用，发电机输出电压过高，致使灯泡经常烧坏。

(2) 修理方法

1) 定子线圈搭铁时，应小心地拆下原线圈，另包上新的绝缘纸后，再按原来的线圈绕上即可；定子线圈断路时，可用电烙铁焊接后使用；如发生匝间短路和烧损，要更换定子线圈，重新绕制。

2) 拆除旧线圈时，应记下原线圈匝数、层数及漆包线的直径，作为重绕时的依据。SFF—45 飞轮式发电机绕组技术参数：三个铁心匝数相同，铁心只有一个线圈，匝数为 215 匝(共 6 层, 1~5 层每层 38 匝, 第 6 层 25 匝)，导线直径为 $\phi 1.00\text{mm}$ 。

3) 绕制时，绝缘纸、端面绝缘垫片要包好铁心，不能有破裂；将导线适当拉紧，在一个铁心的线圈，最好是连续绕制；每一层线圈应排列紧密整齐，不得重叠或交叉；绕制后要浸漆烘干。

20. 起动电路故障原因及查找

从 2000 年以来，许多小型农业机械所配用的柴油机都采用了电起动方式。柴油机的起动电路如图 1-98 所示，其电路复杂，故障较多。常见的故障有：起动机不运转；起动机运转无力；传动部分有故障等。

(1) 起动机不运转。起动机不运转的故障现象：将起动开关扭至起动位置，起动机不运转。其原因多为蓄电池容量不足；导线松动接触不良；电磁开关触点烧蚀；起动机内部断路、短路等所致。

1) 检查蓄电池及其导线的连接情况。

① 用万用表检查。将转换开关拨到直流电压档，使两表笔与单格电池连接(测量单格电压)。起动时，若蓄电池单格电压低于 1.7V，说明蓄电池容量不足；若下降至低于 1.5V，则表明蓄电池内部有故障。

② 开前照灯、按喇叭，若观察到灯光很暗或听到声音很小，说明蓄电池输出的电流很小，多数是蓄电池容量不足。

③ 起动时，蓄电池接线柱或搭铁线端产生火花，或有烧橡胶气味，或蓄电池处有烟冒出，柴油机不能起动，用手触摸蓄电池接线柱或搭铁线端感到温热，说明极桩接触不良(极桩与接头松动或氧化)，或搭铁线与机体接触不良。

④ 打减压起动柴油机时，起动机能够带动柴油机转动(但转速较慢)，放开减压使气缸有压缩压力后，起动机旋转吃力或干脆不转，说明蓄电池严重亏电或接线头氧化。

⑤ 起动时，听到起动机的电磁开关发出“嗒、嗒”声，柴油机转几圈，又继续听到电磁开关发出“嗒、嗒”响，而柴油机不能转动，则说明蓄电池有故障。

检查时，先检查各插头点的接触情况，必要时，将怀疑接触不良的插头拆开，用砂布或锉刀打磨平整，使接触面露出新金属，再连接紧固；如果导线接触良好，则判断是蓄电池容

量不足或有故障。

2) 检查起动机是否正常。在蓄电池及导线连接正常的情况下, 拆下起动机的护圈, 用螺钉旋具将起动机开关上的两个接线柱接通, 同时观察电刷与换向器。可能出现两种现象:

① 起动机不转, 其故障就在起动机内部。若用螺钉旋具搭接时, 起动机无火花产生, 说明起动机内部断路; 若有强烈火花出现, 则说明起动机内有搭铁或短路之处。

② 起动机高速运转, 则说明起动机正常, 故障可能在电磁开关及它们之间的连线上。

3) 起动机电磁开关的检查。在起动机正常的情况下, 用螺钉旋具将电磁开关的接线柱与起动机的电源接线柱接通, 可能有三种情况:

① 刚接通时, 能听到“啪”的吸合声, 开关铁心带动杠杆立即动作, 并观察到起动机的小齿轮与柴油机的飞轮齿圈已经啮合, 但柴油机不能转动, 则说明电磁开关失灵, 电磁线圈良好, 主要是由于触点和接触盘接触不良(严重烧蚀), 使起动机不能正常运转。

② 电磁开关铁心不动, 并听不到铁心及拨叉拨动小齿轮的吸合声, 则说明电磁开关的线圈(吸拉线圈与保持线圈)有断路或短路故障。

③ 柴油机能够顺利起动, 说明起动机和电磁开关都正常, 故障在起动开关及它们之间的连线上。

(2) 起动机运转无力 起动机运转无力的故障现象: 起动机转动缓慢无力, 带动柴油机困难。故障判断与起动机不运转的故障基本相同, 区别是起动机运转无力的故障程度相对较小。其故障原因常见有以下几点:

1) 蓄电池存电不足, 检查方法详见上面所述。

2) 打减压起动柴油机时, 起动机旋转缓慢, 换向器与电刷之间发出强烈的火花, 放开减压使气缸有压缩压力后, 起动机不转或旋转吃力, 可能是换向器与电刷严重磨损造成接触面积过小而导电不良, 或者是换向器云母绝缘烧损, 使铜片发生短路。

3) 打减压起动柴油机时, 起动机旋转缓慢, 并发出噪声或有冒烟现象, 放开减压使气缸有压缩压力后, 起动机不转或旋转吃力, 可能是电枢与磁极有相擦之处或是电枢绕组或磁场绕组有匝间短路。

4) 用螺钉旋具将起动机的两个大接线柱搭接, 若起动机高速旋转, 说明电磁开关触点烧蚀; 若起动机转动无力, 搭接时产生很大的火花或冒烟, 多数是电枢绕组或磁场绕组有匝间短路, 或者是轴承松动引起转子“扫堂”; 若搭接时火花较小, 转动无力, 说明换向器与电刷接触不良。

5) 拆下护圈(防尘罩), 检查换向器是否过脏; 电刷磨损是否严重; 电刷弹簧压力是否足够; 电刷架与端盖的联接是否松动; 搭铁是否良好等。

(3) 传动部分有故障 按下起动按钮, 起动机小齿轮不能与飞轮齿圈正常啮合, 而发出撞击声。其原因有以下几点:

1) 电磁开关提前供电(电磁开关铁心行程太短)。电磁开关中的电路和传动机构调整不当, 当起动机电路接通时, 小齿轮还未和飞轮齿圈啮合而发出撞击声。

2) 起动机小齿轮与飞轮齿圈磨损严重, 使轮齿损坏, 而不能正常传动。

3) 小齿轮端面被飞轮齿圈平面挡住, 使小齿轮不能迅速啮入齿圈。将曲轴摇转一个角度, 重新接通起动开关即可。

4) 起动机固定螺栓松动或飞轮齿圈与飞轮松旷等。

单缸柴油机主要零件的配合间隙和磨损极限见附表1~附表4。

附表1 单缸柴油机主要零件的配合间隙和磨损极限(1)

(单位:mm)

机 型 名 称	ZH1125		ZS1115G		ZH1110		195S	
	标准配合间隙	磨损极限	标准配合间隙	磨损极限	标准配合间隙	磨损极限	标准配合间隙	磨损极限
曲轴主轴颈与主轴承	0.069~0.108	0.20	0.08—0.12	0.25	0.08~0.12	0.20	0.07~0.11	25
曲轴连杆轴颈与连杆轴瓦	0.046~0.108	0.25	0.08—0.119	0.25	0.065~0.104	0.25	0.06~0.105	0.25
活塞销与连杆衬套	0.035~0.057	0.12	0.02—0.056	0.12	0.035~0.057	0.12	0.01~0.046	0.12
活塞裙部与气缸套	0.13~0.195	0.43	0.16—0.225	0.42	0.15~0.215	0.43	0.19~0.255	0.42
第一道气环开口间隙	0.40~0.60	2.5	0.30—0.50	2	0.40~0.60	2.5	0.30~0.40	8
第二、三道气环开口间隙	二道: 0.40~0.060 三道: 0.35~0.55	2.5	0.25—0.45	2	0.40~0.60	2.5	0.25~0.35	8
油环开口间隙	0.40~0.55	2	0.25—0.40	2	0.40~0.60	2.5	0.25~0.35	8
进、排气门杆与气门导管	进: 0.025~0.065 排: 0.040~0.080	0.30	0.04—0.098	0.30	进: 0.025~0.065 排: 0.040~0.080	0.30	0.04~0.08	0.30
摇臂轴与摇臂衬套	0.02~0.062	0.20	0.016—0.052	0.20	0.02~0.062	0.20	0.028~0.04	0.20
凸轮轴与凸轮轴前衬套	0.03~0.099	0.25	0.035—0.089	0.25	0.03~0.099	0.25	0.04~0.077	0.25
凸轮轴与凸轮轴后衬套	0.025~0.089	0.25	0.03—0.093	0.25	0.025~0.089	0.25	0.02~0.083	0.25
调速齿轮轴与调速齿轮衬套	0.02~0.066	0.25	0.02—0.066	0.25	0.02~0.066	0.25	0.02~0.065	0.25



(续)

机 型 名 称	ZH1125		ZS1115G		ZH1110		195S	
	标准配合间隙	磨损极限	标准配合间隙	磨损极限	标准配合间隙	磨损极限	标准配合间隙	磨损极限
起动轴与起动轴衬套(甲)	0.04~0.088	0.25	0.04—0.088	0.25	0.04~0.088	0.25	0.045~0.087	0.25
起动轴与起动轴衬套(乙)	0.04~0.12	0.25	0.04—0.12	0.25	0.04~0.12	0.25	0.04~0.097	0.25
曲轴轴向间隙			0.18—0.25	垫片调整			0.15~0.20	垫片调整

附表2 单缸柴油机主要零件的配合间隙和磨损极限(2)

(单位:mm)

机 型 名 称	ZS1115、ZS1110		ZH1105W		S1100		S195	
	标准配合间隙	磨损极限	标准配合间隙	磨损极限	标准配合间隙	磨损极限	标准配合间隙	磨损极限
曲轴主轴颈与主轴承			0.08~0.12	0.25	0.08~0.12	0.25	0.08~0.12	0.25
曲轴连杆轴颈与连杆轴瓦	0.06~0.104		0.065~0.104	0.25	0.08~0.119	0.25	0.05~0.118	0.25
活塞销与连杆衬套	0.025~0.048		0.035	0.12	0.20~0.056	0.12	0.02~0.056	0.12
活塞裙部与气缸套	0.11~0.185		0.13~0.195	0.42	0.16~0.225	0.42	0.16~0.225	0.42
第一道气环开口间隙	0.35~0.5		0.35~0.5	2.5	0.30~0.50	2	0.30~0.50	3
第二、三道气环开口间隙	0.35~0.45		0.30~0.45	2.5	0.25~0.45	2	0.25~0.40	3
油环开口间隙	0.4~0.55		0.25~0.40	2.5	0.25~0.40	2	0.25~0.45	3
进、排气门杆与气门导管	0.04~0.084		进: 0.025~0.069 排: 0.056~0.10	0.25 0.3	0.04~0.098	0.30	进: 0.022~0.062 排: 0.052~0.097	0.30
摇臂轴与摇臂衬套	0.016~0.054		0.02~0.062	0.2	0.016~0.052	0.2	0.016~0.052	0.2
凸轮轴与凸轮轴前衬套	0.025~0.08		0.025~0.089	0.25	0.035~0.089	0.25	0.035~0.089	0.25
凸轮轴与凸轮轴后衬套	0.04~0.086		0.025~0.089	0.25	0.03~0.093	0.25	0.03~0.093	0.25
调速齿轮轴与调速齿轮衬套	0.02~0.054				0.02~0.066	0.25	0.02~0.066	0.25
起动轴与起动轴衬套(甲)					0.004~0.088	0.25	0.004~0.088	0.25
起动轴与起动轴衬套(乙)	0.05~0.116				0.04~0.12	0.25	0.04~0.12	0.25
曲轴轴向间隙			0.2~0.25	垫片调整	0.18~0.25	垫片调整	0.15~0.25	垫片调整

附表3 单缸柴油机主要零件的配合间隙和磨损极限(3)

(单位:mm)

机 型 名 称	R185		R180		R175A、R175AN		R170、170	
	标准间隙	磨损极限	标准间隙	磨损极限	标准间隙	磨损极限	标准间隙	磨损极限
曲轴连杆轴颈与连杆轴瓦	0.22 ~ 0.254	0.20	0.052 ~ 0.113		0.052 ~ 0.114		0.04 ~ 0.097	
曲轴主轴颈与主轴承(瓦)								
活塞销与连杆衬套	0.027 ~ 0.046	0.10	0.020 ~ 0.035		0.025 ~ 0.043		0.017 ~ 0.05	
活塞销与活塞销座孔	0.000 ~ 0.015		0.000 ~ 0.015				-0.004 ~ 0.007	
活塞裙部与气缸套	0.15 ~ 0.215	0.35	0.145 ~ 0.20		0.1 ~ 0.155		0.135 ~ 0.20	
第一道气环开口间隙	0.40 ~ 0.60	2.0	0.25 ~ 0.40		0.15 ~ 0.30		0.10 ~ 0.25	
第二、三道气环开口间隙	0.30 ~ 0.45	2.0	0.25 ~ 0.40		0.15 ~ 0.30		0.10 ~ 0.25	
油环开口间隙	0.30 ~ 0.45	2.0	0.25 ~ 0.40		0.15 ~ 0.30		0.10 ~ 0.25	
凸轮轴颈与机体孔或衬套			0.06 ~ 0.102		0.08 ~ 0.114			
起动轴与起动轴衬套			0.026 ~ 0.086		0.026 ~ 0.086			
气门挺柱与机体孔			0.013 ~ 0.057		0.013 ~ 0.057			
摇臂轴与摇臂轴衬套孔	0.016 ~ 0.045	0.10	0.016 ~ 0.061		0.016 ~ 0.061		0.016 ~ 0.06	
气门与气门导管孔	0.025 ~ 0.093	0.20	0.013 ~ 0.057		0.04 ~ 0.096		0.04 ~ 0.09	
惰轮轴与惰齿轮衬套孔			0.035 ~ 0.085					
调速杠杆轴与衬套孔			0.025 ~ 0.069					
机油泵齿轮轴与泵体孔					0.025 ~ 0.056			
曲轴轴向间隙	0.040 ~ 0.072						0.10 ~ 0.20	

附表4 单缸柴油机主要零件的配合间隙和磨损极限(4)

(单位:mm)

机 型	175F		170F、X170F		165F、165FA		160F	
	标准间隙	磨损极限	标准间隙	磨损极限	标准间隙	磨损极限	标准间隙	磨损极限
曲轴连杆轴颈与连杆轴瓦	0.050 ~ 0.112	0.25	0.026 ~ 0.084	0.18	0.049 ~ 0.104	0.18	0.025 ~ 0.103	0.18
活塞销与连杆衬套	0.02 ~ 0.05	0.12	0.037 ~ 0.064	0.11	0.027 ~ 0.057	0.11	0.032 ~ 0.058	0.11
活塞裙部与气缸套	0.145 ~ 0.195	0.40	0.130 ~ 0.185	0.51	0.12 ~ 0.15	0.40	0.110 ~ 0.165	0.40
第一道气环开口间隙	0.10 ~ 0.25	1.5	0.10 ~ 0.25	2	0.10 ~ 25	2	0.10 ~ 0.25	2
第二、三道气环开口间隙	0.10 ~ 0.25	1.5	0.10 ~ 0.25	1.5	0.10 ~ 25	1.5	0.10 ~ 0.25	1.5
油环开口间隙	0.10 ~ 0.25	1.5	0.10 ~ 0.25	1.5	0.10 ~ 25	1.5	0.10 ~ 0.25	1.5
气门与气门导管孔	0.023 ~ 0.075	0.15	0.04 ~ 0.083	0.20	0.038 ~ 0.082	0.2	0.03 ~ 0.066	0.2
摇臂轴与摇臂轴衬套孔	0.016 ~ 0.060	0.15	0.016 ~ 0.061	0.14	0.013 ~ 0.05	0.14	0.013 ~ 0.05	0.14
调速拨叉轴与衬套孔	0.025 ~ 0.067	0.10	0.005 ~ 0.036	0.09	0.01 ~ 0.036	0.09	0.004 ~ 0.03	0.09
气门挺柱与机体孔			0.032 ~ 0.077	0.20	0.025 ~ 0.062	0.20	0.032 ~ 0.072	0.20
气缸压缩余隙					0.50 ~ 0.65		0.40 ~ 0.60	
气门凸出缸盖底面高度	1.6 ~ 2.0	1.0			-0.10 ~ 0.10	-0.60	0.90 ~ 1.10	-0.40
曲轴轴向间隙	0.10 ~ 0.20	调整			0.15 ~ 0.30			

双缸柴油机主要零件的配合间隙和磨损极限见附表 5 ~ 附表 7。

附表 5 CZ2105/C2110 型直喷式柴油机主要零件配合间隙

(单位:mm)

名称	标准尺寸	配合性质	新机装配间隙	允许磨损极限(参考)
边杆轴颈	轴 $\phi 65 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.019 \end{smallmatrix}$	间隙	0.04 ~ 0.108	0.25
连杆轴瓦	孔 $\phi 65 \begin{smallmatrix} +0.089 \\ +0.040 \end{smallmatrix}$			
连杆小头衬套	轴 $\phi 39 \begin{smallmatrix} +0.050 \\ +0.034 \end{smallmatrix}$	过盈	-0.050 ~ 0.059	
连杆小头孔	孔 $\phi 39 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$			
连杆大头宽	$38 \begin{smallmatrix} -0.17 \\ -0.33 \end{smallmatrix}$	轴向间隙	0.17 ~ 0.45	
连杆轴颈开挡	$38 \begin{smallmatrix} +0.12 \\ 0 \end{smallmatrix}$			
活塞销	轴 $\phi 35 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.007 \end{smallmatrix}$	间隙	0.025 ~ 0.048	
连杆小头衬套孔	孔 $\phi 35 \begin{smallmatrix} +0.041 \\ +0.025 \end{smallmatrix}$			
活塞销	轴 $\phi 35 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.007 \end{smallmatrix}$	间隙	-0.008 ~ 0.015	
活塞销座孔	孔 $\phi 35 \begin{smallmatrix} 0 \\ \pm 0.008 \end{smallmatrix}$			
第一道活塞环	环 $3 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$	端面间隙	0.05 ~ 0.082	0.21
活塞环槽	槽 $3 \begin{smallmatrix} +0.07 \\ +0.05 \end{smallmatrix}$			
第二道活塞环	环 $3 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$	端面间隙	0.05 ~ 0.082	0.18
活塞环槽	槽 $3 \begin{smallmatrix} +0.07 \\ +0.05 \end{smallmatrix}$			
油环	环 $5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$	端面间隙	0.03 ~ 0.062	0.18
活塞环槽	槽 $5 \begin{smallmatrix} +0.05 \\ +0.03 \end{smallmatrix}$			
活塞环开口间隙	在 $\phi 105 \begin{smallmatrix} +0.035 \\ 0 \end{smallmatrix}$ 环规中测量	开口间隙	气 1: 0.30 ~ 0.45 气 2: 0.30 ~ 0.50 油 3: 0.20 ~ 0.40	第一环 1.6, 其余 2.2
曲轴主轴颈	轴 $\phi 80 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.019 \end{smallmatrix}$	间隙	0.050 ~ 0.121	0.25
主轴瓦孔	孔 $\phi 80 \begin{smallmatrix} +0.102 \\ +0.050 \end{smallmatrix}$			
凸轮轴衬套	轴 $\phi 58 \begin{smallmatrix} -0.010 \\ -0.029 \end{smallmatrix}$	间隙	0.019 ~ 0.059	
机体孔	孔 $\phi 58 \begin{smallmatrix} +0.030 \\ 0 \end{smallmatrix}$			
凸轮轴轴颈	轴 $\phi 52 \begin{smallmatrix} -0.060 \\ -0.106 \end{smallmatrix}$	间隙	0.060 ~ 0.136	0.18
凸轮轴衬套孔	孔 $\phi 52 \begin{smallmatrix} +0.030 \\ 0 \end{smallmatrix}$			
气门挺柱	轴 $\phi 16 \begin{smallmatrix} -0.016 \\ -0.034 \end{smallmatrix}$	间隙	0.016 ~ 0.061	0.25
挺柱孔	孔 $\phi 16 \begin{smallmatrix} +0.027 \\ 0 \end{smallmatrix}$			
气门导管	轴 $\phi 16 \begin{smallmatrix} +0.046 \\ +0.028 \end{smallmatrix}$	过盈	-0.046 ~ -0.010	
气缸盖导管孔	孔 $\phi 16 \begin{smallmatrix} +0.018 \\ 0 \end{smallmatrix}$			
惰轮轴	轴 $\phi 45 \begin{smallmatrix} -0.025 \\ -0.041 \end{smallmatrix}$	间隙	0.025 ~ 0.066	0.2
惰轮轴孔	孔 $\phi 45 \begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix}$			
惰齿轮轴	轴 $\phi 10 \begin{smallmatrix} \pm 0.0045 \end{smallmatrix}$	过盈	-0.0105 ~ -0.0045	
机体惰齿轮轴孔	孔 $\phi 10 \begin{smallmatrix} +0.015 \\ 0 \end{smallmatrix}$			
各正时齿轮啮合间隙		间隙	0.13 ~ 0.17	0.30

(续)

名称	标准尺寸	配合性质	新机装配间隙	允许磨损极限(参考)
进气门座	轴 $\phi 48^{+0.122}_{+0.097}$	过盈	-0.122 ~ -0.072	
气缸盖	孔 $\phi 48^{+0.025}_0$			
排气门座	轴 $\phi 41^{+0.122}_{+0.0977}$	过盈	-0.122 ~ -0.072	
气缸盖	孔 $\phi 41^{+0.025}_0$			
进气门	轴 $\phi 9^{-0.025}_{-0.047}$	间隙	0.025 ~ 0.069	0.15
气门导管	孔 $\phi 9^{+0.022}_0$			
排气门	轴 $\phi 9^{-0.040}_{-0.062}$	间隙	0.040 ~ 0.084	0.15
气门导管	孔 $\phi 9^{+0.022}_0$			
摇臂轴	轴 $\phi 16^0_{-0.018}$	间隙	0.01 ~ 0.048	0.20
衬套	孔 $\phi 16^{+0.03}_{+0.01}$			
凸轮轴止推板	12 $^{-0.08}_{-0.15}$	轴向间隙	0.08 ~ 0.25	
凸轮轴止推凸肩	12 $^{+0.1}_0$			
曲轴轴向间隙	35 $^{-0.095}_{-0.225}$	轴向间隙	0.095 ~ 0.264	
	35 $^{+0.039}_0$			
气缸套翻边高	高 8 $^{+0.03}_0$	凸出量	0 ~ 0.08	
机体顶面止口	深 8 $^0_{-0.05}$			
机油泵外转子	轴 $\phi 50^{-0.025}_{-0.064}$	间隙	0.025 ~ 0.103	0.30
机油泵体	孔 $\phi 50^{+0.039}_0$			
机油泵轴	轴 $\phi 14^0_{-0.011}$	间隙	0 ~ 0.038	0.15
机油泵体	孔 $\phi 14^{+0.027}_0$			
水泵叶轮突出水泵体端面	50	端面间隙	0.1 ~ 0.4	
水泵轴	轴 $\phi 17_{\pm 0.0055}$	间隙	0.0055 ~ 0.0235	
水泵叶轮	孔 $\phi 17^{+0.018}_0$			
机油泵转子机油泵盖	垫片调整 35	端面间隙	0.03 ~ 0.09	
活塞裙部	轴 $\phi 105^{-0.13}_{-0.16}$	间隙	0.13 ~ 0.195	
气缸套	孔 $\phi 105^{+0.035}_0$ (分两组)			

附表 6 YC2108 型柴油机主要零件配合间隙

(单位:mm)

配合部位	图样尺寸	配合性质	配合间隙
排气门座孔/排气门座	$\phi 44.5^{+0.025}_0 / \phi 44.5^{+0.095}_{+0.070}$	过盈	0.045 ~ 0.095
进气门座孔/进气门座	$\phi 48.5^{+0.025}_0 / \phi 48.5^{+0.139}_{+0.114}$	过盈	0.089 ~ 0.139
气缸盖气门导管孔/气门导管外径	$\phi 16^{+0.018}_0 / \phi 16^{+0.046}_{+0.028}$	过盈	0.010 ~ 0.046
气门导管孔/排气门杆直径	$\phi 9.5^{+0.019}_0 / \phi 9.5^{-0.040}_{-0.062}$	径向间隙	0.040 ~ 0.081
气门导管孔/进气门杆直径	$\phi 9.5^{+0.019}_0 / \phi 9.5^{-0.040}_{-0.062}$	径向间隙	0.025 ~ 0.066
气门摇臂轴座孔/气门摇臂轴	$\phi 25^{+0.021}_0 / \phi 25^{-0.020}_{-0.041}$	径向间隙	0.020 ± 0.062
气缸套/活塞裙下部	$\phi 108^{+0.022}_0 / \phi 107.86_{\pm 0.0}$	径向间隙	0.130 ~ 0.172



(续)

配合部位	图样尺寸	配合性质	配合间隙
气门挺柱孔/气门挺柱	$\phi 28 \begin{smallmatrix} +0.052 \\ 0 \end{smallmatrix} / \phi 28 \begin{smallmatrix} -0.02 \\ -0.041 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.020 ~ 0.093
凸轮轴衬套底孔/凸轮轴衬套	$\phi 62 \begin{smallmatrix} +0.030 \\ 0 \end{smallmatrix} / \phi 62 \begin{smallmatrix} +0.106 \\ +0.087 \end{smallmatrix}$	过盈	0.057 ~ 0.106
凸轮轴衬套孔/凸轮轴轴颈	$\phi 58.5 \begin{smallmatrix} +0.03 \\ 0 \end{smallmatrix} / \phi 58.5 \begin{smallmatrix} -0.030 \\ -0.060 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.03 ~ 0.09
正时惰齿轮衬套孔/惰齿轮轴	$\phi 55.5 \begin{smallmatrix} +0.03 \\ 0 \end{smallmatrix} / \phi 55.5 \begin{smallmatrix} -0.030 \\ -0.060 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.03 ~ 0.09
正时惰齿轮/惰齿轮轴	$28 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.080 \end{smallmatrix} / 28 \begin{smallmatrix} +0.170 \\ +0.070 \end{smallmatrix}$	轴向间隙	0.07 ~ 0.25
活塞环槽/第一道气环	$2.85 \begin{smallmatrix} +0.07 \\ +0.05 \end{smallmatrix} / 2.816 \begin{smallmatrix} -0.010 \\ -0.030 \end{smallmatrix}$	轴向间隙	0.094 ~ 0.134
活塞环槽/第二道气环	$2.5 \begin{smallmatrix} +0.07 \\ +0.05 \end{smallmatrix} / 2.5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.015 \end{smallmatrix}$	轴向间隙	0.05 ~ 0.085
活塞环槽/油环	$5 \begin{smallmatrix} +0.06 \\ +0.04 \end{smallmatrix} / 5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.015 \end{smallmatrix}$	轴向间隙	0.04 ~ 0.075
连杆轴瓦孔/连杆轴颈	$\phi 66 \begin{smallmatrix} +0.09 \\ +0.02 \end{smallmatrix} / \phi 66 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.030 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.02 ~ 0.12
连杆衬套孔/活塞销	$\phi 38 \begin{smallmatrix} +0.036 \\ +0.025 \end{smallmatrix} / \phi 38 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.06 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.025 ~ 0.042
活塞销座孔/活塞销	$\phi 38 \begin{smallmatrix} +0.012 \\ +0.005 \end{smallmatrix} / \phi 38 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.06 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.005 ~ 0.018
主轴承孔/主轴颈	$\phi 85 \begin{smallmatrix} +0.105 \\ +0.03 \end{smallmatrix} / \phi 85 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.035 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.03 ~ 0.14
凸轮轴隔圈/凸轮轴止推板	$5 \begin{smallmatrix} +0.18 \\ +0.12 \end{smallmatrix} / 5 \begin{smallmatrix} -0.040 \\ -0.080 \end{smallmatrix}$	轴向间隙	0.16 ~ 0.26
机油泵转子厚/泵体孔深	$25 \begin{smallmatrix} -0.020 \\ -0.040 \end{smallmatrix} / 25 \begin{smallmatrix} +0.03 \\ 0 \end{smallmatrix}$	轴向间隙	0.020 ~ 0.070
外转子外圆/机油泵体孔	$\phi 50 \begin{smallmatrix} -0.080 \\ -0.119 \end{smallmatrix} / \phi 50 \begin{smallmatrix} +0.039 \\ 0 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.080 ~ 0.158
机油泵体孔/机油泵轴	$\phi 14 \begin{smallmatrix} +0.059 \\ +0.032 \end{smallmatrix} / \phi 14 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.032 ~ 0.070
机油泵盖孔/机油泵轴	$\phi 14 \begin{smallmatrix} +0.059 \\ +0.032 \end{smallmatrix} / \phi 14 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$	径向间隙	0.032 ~ 0.070
活塞环闭口间隙	第一道气环	间隙	0.5 ~ 0.65
	第二道气环	间隙	0.4 ~ 0.55
	油环	间隙	0.25 ~ 0.4
曲轴轴向间隙	$44 \begin{smallmatrix} +0.050 \\ 0 \end{smallmatrix} / 44 \begin{smallmatrix} -0.12 \\ -0.239 \end{smallmatrix}$	轴向间隙	0.12 ~ 0.289
齿轮之间啮合间隙		间隙	0.07 ~ 0.25

附表7 SL2100/SL2105 柴油机主要零件的配合间隙和磨损极限 (单位:mm)

配合部位	标准尺寸	标准间隙	磨损极限
主轴瓦孔与主轴颈	$\phi 80 \begin{smallmatrix} +0.122 \\ +0.070 \end{smallmatrix} / \phi 80 \begin{smallmatrix} -0.010 \\ -0.029 \end{smallmatrix}$	0.080 ~ 0.151	0.25
连杆轴瓦孔与连杆轴颈	$\phi 65 \begin{smallmatrix} +0.085 \\ +0.060 \end{smallmatrix} / \phi 65 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.019 \end{smallmatrix}$	0.060 ~ 0.104	0.25
曲轴开挡与止推瓦	$35 \begin{smallmatrix} +0.089 \\ +0.05 \end{smallmatrix} / 35 \begin{smallmatrix} -0.115 \\ -0.217 \end{smallmatrix}$	轴向 0.165 ~ 0.306	0.40
曲轴开挡与连杆大头	$38 \begin{smallmatrix} +0.100 \\ 0 \end{smallmatrix} / 38 \begin{smallmatrix} -0.180 \\ -0.242 \end{smallmatrix}$	轴向 0.180 ~ 0.342	0.40
气缸套孔与活塞裙部	$\phi 100 \begin{smallmatrix} +0.035 \\ 0 \end{smallmatrix} / \phi 100 \begin{smallmatrix} -0.14 \\ -0.17 \end{smallmatrix}$	0.140 ~ 0.205	0.30
连杆衬套孔与活塞销	$\phi 35 \begin{smallmatrix} +0.045 \\ +0.020 \end{smallmatrix} / \phi 35 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.011 \end{smallmatrix}$	0.020 ~ 0.056	0.12
活塞第一道环槽与第一道气环	$2.5 \begin{smallmatrix} +0.07 \\ +0.05 \end{smallmatrix} / 2.5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$	轴向 0.050 ~ 0.082	0.20
活塞第二道环槽与第二道气环	$2.5 \begin{smallmatrix} +0.05 \\ +0.03 \end{smallmatrix} / 2.5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$	轴向 0.030 ~ 0.062	0.15
活塞油环槽与油环	$5 \begin{smallmatrix} +0.05 \\ +0.03 \end{smallmatrix} / 5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$	轴向 0.030 ~ 0.062	0.20
第一道气环开口间隙	量规 $\phi 100 \begin{smallmatrix} +0.04 \\ +0.03 \end{smallmatrix}$	0.3 ~ 0.5	2.0
第二道气环开口间隙	量规 $\phi 100 \begin{smallmatrix} +0.04 \\ +0.03 \end{smallmatrix}$	0.25 ~ 0.40	2.0
油环开口间隙	量规 $\phi 100 \begin{smallmatrix} +0.04 \\ +0.03 \end{smallmatrix}$	0.25 ~ 0.40	2.0

(续)

配合部位	标准尺寸	标准间隙	磨损极限
凸轮轴衬套孔与凸轮轴	$\phi 25^{+0.030}_0 / \phi 52^{-0.06}_{-0.09}$	0.06 ~ 0.12	2.0
凸轮轴开挡宽与止推板	$12^{+0.20}_{+0.10} / 12^{-0.06}_{-0.12}$	轴向 0.16 ~ 0.32	0.45
机体止口深与气缸套	$8^{-0.07}_{-0.15} / 8^{+0.036}_0$	凸出 0.070 ~ 0.186	
气门挺柱孔与气门挺柱	$\phi 16^{+0.027}_0 / \phi 16^{-0.025}_{-0.040}$	0.025 ~ 0.067	0.20
惰齿轮孔与惰齿轮轴	$\phi 45^{+0.025}_0 / \phi 45^{-0.025}_{-0.050}$	0.025 ~ 0.075	0.25
惰齿轮轴开挡与惰齿轮	$28.5^{+0.10}_0 / 28.5^{-0.15}_{-0.25}$	轴向 0.15 ~ 0.35	0.45
气门导管孔与气门杆	$\phi 9^{+0.36}_0 / \phi 9^{-0.040}_{-0.055}$	0.040 ~ 0.091	0.15
气门摇臂衬套孔与摇臂轴	$\phi 16^{+0.043}_{+0.010} / \phi 16^0_{+0.018}$	0.016 ~ 0.091	0.20
机油泵内外转子端面间隙		调整 0.05 ~ 0.12	
机油泵内外转子径向间隙		0.07 ~ 0.18	
各齿轮之间的齿侧间隙		0.13 ~ 0.20	0.40

双缸柴油机主要螺栓螺母拧紧力矩见附表 8。

附表 8 双缸柴油机主要螺栓螺母拧紧力矩

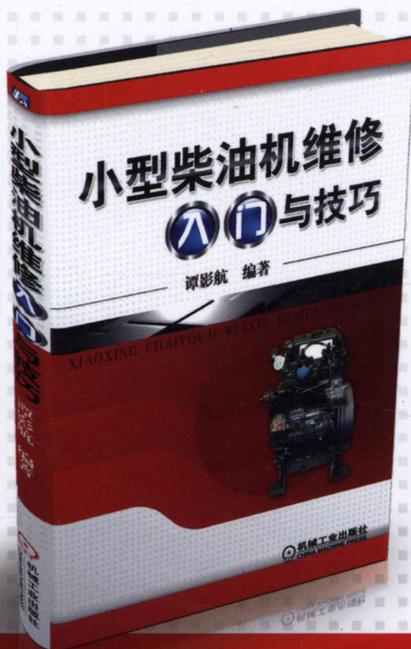
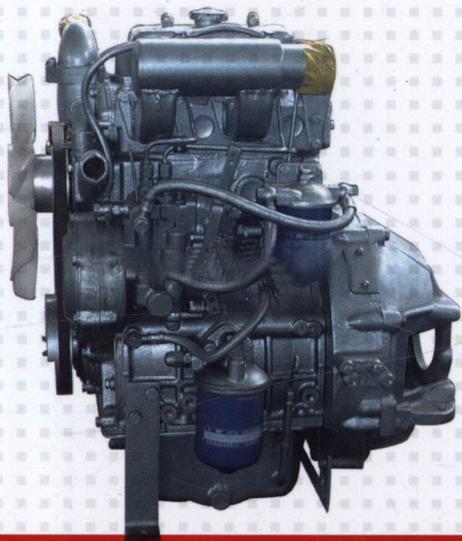
(单位: N · m)

机型	缸盖螺栓	主轴承螺栓	连杆螺栓	飞轮螺栓
YC2108	210 ~ 250	220 ~ 260	160 ~ 230	170 ~ 210
ZC2105	120 ~ 140	200 ~ 210	100 ~ 110	100 ~ 110
SL2100	107.9 ~ 137.3	137.3 ~ 166.8	98.1 ~ 117.7	98.1 ~ 117.7

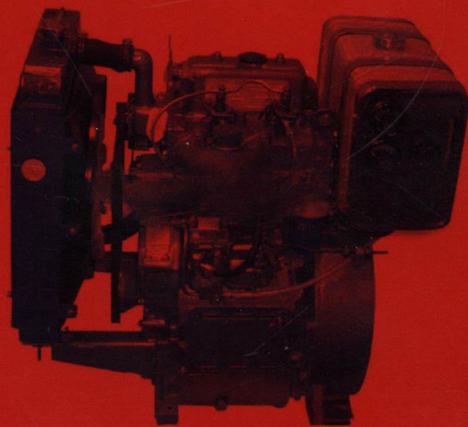


参 考 文 献

- [1] 陈国储, 胡雪英. 怎样维修小功率柴油机[M]. 北京: 金盾出版社, 1992.
- [2] 王树杰. 实用小型柴油机维修手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [3] 谭影航. 柴油机使用与维修实用技术问答[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [4] 席新明. 大中型拖拉机驾驶员读本[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2005.



XIAOXING CHAIYOUJI WEIXIU RUMEN YU JIQIAO



地址：北京市百万庄大街22号

邮政编码：100037

电话服务

社服务中心：010-88361066

销售一部：010-68326294

销售二部：010-88379649

读者购书热线：010-88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

上架指导 工业技术 / 机械工程 / 通用机械

ISBN 978-7-111-43846-5

策划编辑◎徐巍 / 封面设计◎陈沛

ISBN 978-7-111-43846-5



9 787111 438465

定价：39.00元