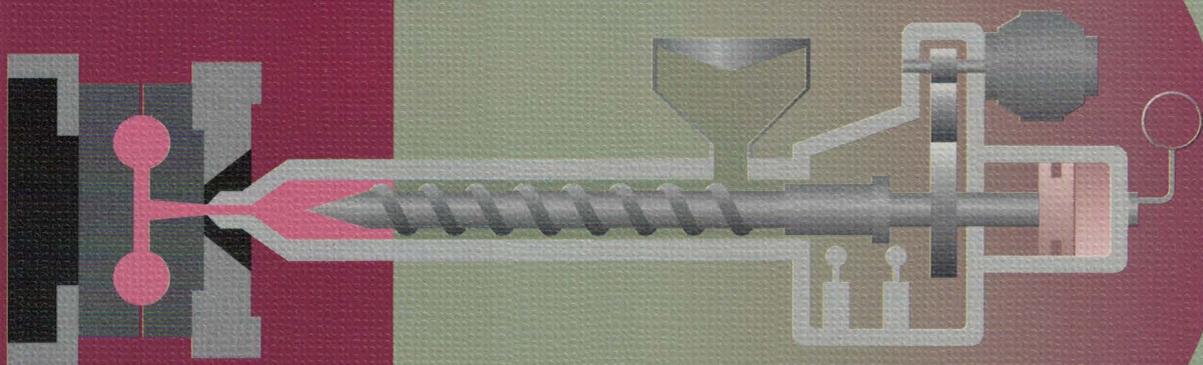


塑料注射成型 技术问答

周殿明 等编著



塑料注射成型技术问答

周殿明 等编著



机械工业出版社

本书以问答方式介绍采用注塑机注射成型塑料制品的原料、设备、工艺及设备的使用与维护技术。书中文字通俗易懂，内容重点突出，技术参数简明精确，涵盖了注射成型塑料制品生产中的多方面内容。

本书可供企业的新员工学习使用，也可供有关技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料注射成型技术问答/周殿明等编著. —北京: 机械工业出版社, 2010.3 (2011.3 重印)

ISBN 978-7-111-30022-9

I. ①塑… II. ①周… III. ①注塑—问答 IV. ①TQ320.66-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 038572 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: 孔 劲 责任编辑: 孔 劲 版式设计: 霍永明

责任校对: 张 媛 封面设计: 姚 毅 责任印制: 乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011 年 3 月第 1 版第 2 次印刷

169mm × 239mm · 19.5 印张 · 388 千字

3 001—5 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-30022-9

定价: 29.00 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

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

用注塑机注射成型的塑料制品种类繁多，包括动力机械和通用机械中的齿轮、凸轮、轴承、衬套、手柄、手轮、叶轮、紧固件、垫等，仪器仪表零部件、管件、风扇、标牌、光学镜片、医疗器械、生活日用品、各种容器和玩具等，广泛应用于汽车制造、电子工业、纺织工业、机电产品、国防工业、文教卫生和日常生活等领域，已经成为国民经济发展中不可缺少的重要物品。随着国民经济的飞速发展，注塑制品在现代制造工业中的应用日趋广泛，生产塑料制品的企业也在不断发展。目前，注射成型的塑料制品年产量已经高达 500 万 t 以上。

本书以问答方式向读者介绍采用注塑机注射成型塑料制品的原料、设备、工艺及设备的使用与维护技术。全文通俗易懂，重点突出，技术参数简明精确，涵概了注射成型塑料制品生产中的多方面内容。可供从事相关专业工作的新入职的大中专学生、技术工人和工程技术人员学习和参考使用。

本书由周殿明等编著，参加本书编写人员还有张丽珍、周殿阁、季丽芳、李洪喜、张力男、周恩会、张艳萍、廖伟伟、王丽、王立岩、康广乐。

书中内容涉及面较宽，由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 基础知识	1
1.1 什么是塑料?	1
1.2 什么是树脂?	1
1.3 什么是塑料制品?	1
1.4 塑料有哪些应用性能?	1
1.5 合成树脂有多少品种?	2
1.6 树脂、塑料和塑料制品有什么不同?	2
1.7 什么是热塑性塑料?	2
1.8 什么是热固性塑料?	2
1.9 热塑性塑料与热固性塑料有哪些不同之处?	2
1.10 什么是通用塑料、工程塑料?	3
1.11 塑料合金是一种什么物质?	3
1.12 高聚物的玻璃态、高弹态和粘流态是指什么?	3
1.13 什么是耐高温塑料?	3
1.14 什么是聚合物塑料?	4
1.15 什么是缩合物塑料?	4
1.16 什么是压塑料?	4
1.17 塑料的降解是指什么?	4
1.18 什么是高温(热)降解?	4
1.19 什么是氧化降解?	5
1.20 常用塑料的性能有哪些?	5
1.21 热塑性塑料中的熔体流动速率是指什么?	22
1.22 什么是注塑制品?	22
1.23 注塑制品有哪些?用途是什么?	23
1.24 注塑制品怎样注射成型?	23
1.25 注射成型制品用生产设备应具备哪些条件?	24
1.26 塑料注射成型制品与其他成型方法比较有哪些特点?	24
1.27 注塑制品成型常用哪些塑料?	25
第 2 章 注塑机	26
2.1 概述	26
2.1.1 什么是注塑机?	26
2.1.2 注塑机怎样分类?	26

2.1.3	按原料塑化和注射方法分类, 注塑机有几种类型?	26
2.1.4	注塑机按外形结构不同可分为几种类型?	27
2.1.5	注塑机按加工能力怎样分类?	29
2.1.6	注塑机按用途分有几种类型?	30
2.1.7	注塑机的机型规格怎样标注?	30
2.1.8	国内注塑机产品型号应怎样标注?	34
2.1.9	注塑机类型应怎样应用选择?	41
2.1.10	怎样选择注塑机的规格型号?	41
2.1.11	注塑机的理论注射量是指什么?	42
2.1.12	注射压力应怎样理解?	43
2.1.13	注塑机性能参数中的注射速度是指什么?	44
2.1.14	什么是注塑机的合模力? 应怎样选择和计算?	44
2.1.15	注塑机中合模部位参数应怎样选择?	46
2.1.16	模板的作用是什么?	46
2.1.17	成型模具尺寸与模板行程距离尺寸的关系是什么?	47
2.1.18	注塑制品用成型模具的厚度尺寸怎样确定?	48
2.1.19	模板移动速度应怎样调整? 有什么作用?	48
2.1.20	什么是注塑机的综合性能参数?	48
2.1.21	通用卧式注塑机有什么特点?	49
2.1.22	热固性塑料注射成型用注塑机有哪些特点?	49
2.1.23	排气式注塑机有哪些特点?	51
2.1.24	精密注塑机有什么特点?	52
2.1.25	全电动式注塑机有哪些特点?	52
2.1.26	塑料鞋用注塑机有几种类型? 用途是什么?	53
2.1.27	塑料鞋用注塑机的结构特点是什么?	53
2.1.28	注射吹塑中空制品成型用注塑机结构及工作方法有哪些特点?	57
2.1.29	注射成型工艺与设备的发展方向是什么?	58
2.2	注塑机的结构	58
2.2.1	注塑机主要由哪些零部件组成?	58
2.2.2	原料塑化注射装置常用结构形式有几种?	58
2.2.3	柱塞式塑化注射装置结构及工作特点是什么?	60
2.2.4	螺杆式塑化注射装置结构及工作特点是什么?	62
2.2.5	柱塞式塑化注射装置为什么要配供料计量装置? 它怎样工作?	62
2.2.6	柱塞式塑化料筒的作用是什么? 料筒内径尺寸应怎样选择计算?	64
2.2.7	柱塞式塑化注射装置中的柱塞作用及其工作条件要求是什么?	65
2.2.8	柱塞式塑化注射装置中料筒加热室的作用及容积确定条件是什么?	65
2.2.9	分流梳的作用及工作条件要求是什么?	66
2.2.10	料筒加热室用电功率怎样计算?	66
2.2.11	螺杆往复式塑化系统有哪些主要零件?	67

2.2.12	螺杆的结构及应用有哪些要求?	68
2.2.13	螺杆的螺纹部分几何形状尺寸怎样确定? 代号是什么?	70
2.2.14	止逆阀的作用及结构类型有哪些?	73
2.2.15	机筒的结构及工作要求条件有哪些?	74
2.2.16	喷嘴的作用是什么? 它对注射工艺有何影响?	76
2.2.17	常用喷嘴结构及工作特点有哪些?	76
2.2.18	喷嘴结构选择应用要注意哪些事项?	78
2.2.19	螺杆旋转有哪几种驱动方式? 各有什么特点?	79
2.2.20	螺杆注射移动有几种驱动方式? 各有什么特点?	82
2.2.21	注射座移动用液压缸驱动有几种类型? 各有什么特点?	83
2.2.22	注塑机中合模装置的功能作用是什么?	84
2.2.23	合模装置由哪些主要零部件组成?	84
2.2.24	合模装置工作应具备哪些条件?	85
2.2.25	合模装置有几种结构类型? 各有什么特点?	85
2.2.26	液压式合模装置由哪些零部件组成? 功能作用是什么?	86
2.2.27	液压式合模装置常用结构有几种? 各有什么特点?	86
2.2.28	液压-机械合模装置有几种结构类型? 工作特点有哪些?	87
2.2.29	电动机械式合模装置的结构特点是什么?	92
2.2.30	模板移动行程距离怎样调整?	92
2.2.31	模板间距调整机构有几种类型?	93
2.2.32	合模装置中顶出杆的作用与工作要求有哪些?	94
2.2.33	顶出杆移动时传动方式有几种? 各有什么特点?	94
2.2.34	合模装置中拉杆的作用与工作条件要求有哪些?	96
2.2.35	拉杆与模板怎样装配连接?	96
2.2.36	模板结构及工作条件有哪些要求?	97
2.2.37	模板托架的作用及结构类型有哪些?	98
2.2.38	什么是液压传动? 液压传动系统由哪些零部件组成?	98
2.2.39	液压传动有哪些工作特点?	101
2.2.40	液压油应用选择应注意哪些事项?	102
2.2.41	注塑机工作对液压传动的要求有哪些?	102
2.2.42	注塑机用液压传动工作应注意哪些事项?	103
2.2.43	液压传动有哪些工作异常现象? 怎样排除?	104
2.2.44	注塑机有哪些安全保护装置?	105
第3章	模具	107
3.1	什么是模具?	107
3.2	模具结构分几种类型?	107
3.3	注塑制品用成型模具有哪些零件组成部分?	109
3.4	做一套新制品模具应知道哪些技术要求条件?	109

3.5	模具中的模架制定标准有什么意义? 模架结构基本形式有几种?	110
3.6	模具工作温度控制的及对制品质量影响是什么?	111
3.7	模具温度应怎样控制?	112
3.8	模具安装前应做哪些工作?	112
3.9	模具怎样安装?	113
3.10	模具安装后怎样进行调试?	114
3.11	模具怎样使用与维护?	115
3.12	怎样从注塑制品质量问题中查找模具问题?	116
3.13	模具损坏原因有哪些?	117
3.14	模具损坏怎样修复?	118
第4章	注射成型工艺	119
4.1	塑料注射成型生产程序分几个阶段?	119
4.2	进厂塑料树脂怎样进行验收?	119
4.3	原料配混是指什么?	119
4.4	原料配混前还须做哪些准备工作?	119
4.5	有些塑料树脂为什么要进行干燥处理? 怎样进行干燥处理?	120
4.6	不同颜色的注塑制品用原料怎样配色?	121
4.7	原料配混生产应怎样操作?	123
4.8	原料混合用高速混合机结构及工作原理是什么?	124
4.9	原料配混后怎样成型粒料?	125
4.10	配混料造粒生产用哪些设备?	126
4.11	塑料挤出切粒机组结构组成及切粒方法有几种?	126
4.12	挤出造粒机中的切粒装置结构分几种? 各有什么特点?	126
4.13	开炼机结构及用途有哪些?	130
4.14	密炼机的结构及用途有哪些?	131
4.15	切粒机结构及工作方法是什么?	134
4.16	原料配混操作工艺参数有哪些?	135
4.17	玻璃纤维增强塑料怎样配制?	135
4.18	配混切粒料质量有哪些要求?	138
4.19	模具应怎样安装调试?	138
4.20	注塑机中的螺杆结构怎样选择应用?	138
4.21	注塑生产中机筒内残料应怎样清理干净?	139
4.22	注塑制品中的金属嵌件为什么要进行热处理?	141
4.23	模具中的脱模剂怎样选择应用?	141
4.24	注塑生产中哪些工艺参数会影响制品质量?	142
4.25	注塑制品生产中工艺温度控制分几部分? 如何控制?	142
4.26	注塑制品生产中工艺压力有几种? 怎样控制?	143
4.27	注塑制品生产成型周期包括哪些时间? 各程序工艺时间怎样确定?	145

4.28	注射成型塑料制品脱模后要进行哪些处理？	146
4.29	注塑制品为什么要进行退火处理？	146
4.30	聚酰胺类注塑制品为什么要进行调湿处理？	147
4.31	什么是聚乙烯？注塑聚乙烯制品常用哪些品种料？	147
4.32	聚乙烯树脂加工特点及应用范围有哪些？	147
4.33	聚乙烯树脂牌号怎样标注？	148
4.34	聚乙烯注塑制品的结构条件要求有哪些？	149
4.35	聚乙烯注塑制品应选用什么类型注塑机？	149
4.36	聚乙烯树脂注射成型用料怎样选择应用？	149
4.37	低密度聚乙烯的性能特征有哪些？	149
4.38	低密度聚乙烯树脂的质量标准有哪些规定？	149
4.39	注射成型低密度聚乙烯制品用料生产厂、牌号有哪些？	153
4.40	低密度聚乙烯注射成型工艺参数怎样确定？	154
4.41	高密度聚乙烯的性能特征有哪些？	155
4.42	高密度聚乙烯树脂的质量标准有哪些规定？	155
4.43	注射成型高密度聚乙烯制品用料生产厂及牌号有哪些？	159
4.44	高密度聚乙烯注射成型工艺参数怎样确定？	159
4.45	什么是聚丙烯？其分类型号及命名方法是什么？	161
4.46	聚丙烯有哪些性能特点？	161
4.47	聚丙烯可注射成型哪些塑料制品？	166
4.48	注塑用聚丙烯的原料条件是什么？	166
4.49	聚丙烯注射成型工艺参数怎样确定？	171
4.50	聚丙烯周转箱应用特点及用途有哪些？	171
4.51	聚丙烯周转箱注射成型应注意哪些事项？	171
4.52	聚烯烃周转箱的质量有哪些标准规定？	172
4.53	增强聚丙烯制品用途及应用特点是什么？	173
4.54	增强聚丙烯注射成型工业零部件应注意哪些事项？	173
4.55	聚丙烯蓄电池槽体怎样注射成型？	174
4.56	聚丙烯树脂怎样注射成型汽车风扇？	175
4.57	什么是聚苯乙烯？有哪些性能特征？	175
4.58	聚苯乙烯质量标准有哪些规定？	176
4.59	聚苯乙烯可注射成型哪些制品？对制件结构有哪些要求？	178
4.60	注射聚苯乙烯成型选用什么类型注塑机？	178
4.61	注塑成型聚苯乙烯制品用料条件有哪些要求？	178
4.62	高抗冲聚苯乙烯的性能特征有哪些？	178
4.63	聚苯乙烯注射成型制品的工艺条件要求有哪些？	182
4.64	什么是 ABS？其性能特征有哪些？	183
4.65	ABS 可注射成型哪些制品？其成型结构条件要求有哪些？	184
4.66	ABS 注射成型选用什么类型注塑机？	184

4.67	注射 ABS 制品用料条件有哪些要求?	185
4.68	ABS 注射成型制品时的工艺参数怎样选择?	187
4.69	什么是聚酰胺? 其性能特征有哪些?	187
4.70	聚酰胺可注射成型哪些制品? 对制件结构有哪些要求?	188
4.71	聚酰胺注射成型选用哪种类型注塑机?	188
4.72	聚酰胺注射成型用料条件有哪些要求?	188
4.73	聚酰胺注射成型制品时的工艺参数怎样选择?	189
4.74	什么是聚氯乙烯? 其性能特征有哪些?	190
4.75	悬浮法聚氯乙烯分几种类型? 性能特征是什么?	190
4.76	悬浮法聚氯乙烯可注射成型哪些制品? 成型应注意哪些事项?	193
4.77	聚氯乙烯注射成型选用注塑机有什么要求?	193
4.78	聚氯乙烯注射成型用料有哪些要求?	194
4.79	聚氯乙烯注射成型工艺参数怎样选择?	195
4.80	什么是聚碳酸酯? 有哪些性能特征?	196
4.81	聚碳酸酯可注射成型哪些制品?	197
4.82	注射聚碳酸酯成型制品用什么类型注塑机?	197
4.83	聚碳酸酯注射成型制品用料有哪些要求?	197
4.84	聚碳酸酯注射成型工艺参数怎样选择?	199
4.85	什么是聚甲醛? 有哪些性能特征?	200
4.86	聚甲醛可注射成型哪些制品?	201
4.87	注射成型聚甲醛制品用材料有哪些要求?	202
4.88	聚甲醛注射成型制品时的工艺参数怎样控制?	204
4.89	什么是聚甲基丙烯酸甲酯? 有哪些性能特征?	205
4.90	聚甲基丙烯酸甲酯可注射成型哪些制品?	206
4.91	注射成型聚甲基丙烯酸甲酯制品选用什么类型注塑机?	207
4.92	聚甲基丙烯酸甲酯注射成型制品用料有哪些要求?	207
4.93	聚甲基丙烯酸甲酯注射成型制品应注意哪些事项?	207
4.94	什么是聚对苯二甲酸乙二醇酯? 有哪些性能特征?	208
4.95	聚对苯二甲酸乙二醇酯可注射成型哪些制品?	208
4.96	聚对苯二甲酸乙二醇酯注射成型选用什么类型注塑机?	208
4.97	注射聚对苯二甲酸乙二醇酯成型制品结构有哪些要求条件?	209
4.98	聚对苯二甲酸乙二醇酯注射成型用原料怎样选择?	209
4.99	聚对苯二甲酸乙二醇酯注射成型工艺条件都有哪些要求?	210
4.100	注射成型 PMMA、PC、PET 透明制品应注意哪些事项?	211
4.101	什么是聚对苯二甲酸丁二醇酯? 有哪些性能特征?	212
4.102	聚对苯二甲酸丁二醇酯可注射成型哪些制品?	214
4.103	注射成型聚对苯二甲酸丁二醇酯制品用设备有哪些要求?	214
4.104	对聚对苯二甲酸丁二醇酯制品结构及成型模具有哪些要求?	214
4.105	聚对苯二甲酸丁二醇酯注射成型制品用料有哪些要求?	214

4.106	聚对苯二甲酸、丁二醇酯注射成型工艺参数怎样选择?	216
4.107	丙烯腈-苯乙烯共聚物有哪些性能特征?	217
4.108	丙烯腈-苯乙烯共聚物可注射成型哪些制品?	217
4.109	SAN 注射成型制品用原料有什么要求?	217
4.110	丙烯腈-苯乙烯共聚物注射成型工艺参数有哪些?	219
4.111	聚砜有哪些性能特点? 可注射成型哪些制品?	219
4.112	聚砜注射成型制品用料条件有哪些要求?	219
4.113	聚砜注射成型对使用设备有哪些要求?	221
4.114	聚砜制品注射成型工艺参数怎样选择?	221
4.115	聚苯醚的性能特征有哪些?	222
4.116	聚苯醚可注射成型哪些制品? 制品结构有什么要求?	223
4.117	聚苯醚注射成型对设备有哪些要求?	223
4.118	聚苯醚注塑制品用原料及工艺参数怎样选择应用?	223
4.119	聚苯硫醚有哪些性能特征?	226
4.120	聚苯硫醚可注射成型哪些制品?	228
4.121	聚苯硫醚注射成型工艺条件是什么?	228
4.122	增强型热塑性塑料注射成型时应注意什么事项?	229
4.123	注塑制品的质量缺点怎样查找?	230
4.124	怎样注射成型双色塑料制品?	233
4.125	气体辅助注射成型塑料制品怎样生产?	234
4.126	反应注射成型塑料制品怎样生产?	235
4.127	热固性塑料怎样注射成型?	237
第5章	注塑机的使用与维护	240
5.1	怎样选择注塑机?	240
5.2	怎样由制品的质量计算选择注塑机的理论注射量?	240
5.3	怎样按制品成型用合模力选择注塑机?	241
5.4	注塑机怎样验收检查?	241
5.5	注塑机投产前应怎样检查验收?	242
5.6	注塑机怎样进行空运转试车验收检查?	243
5.7	注塑机怎样进行投料试车验收检查?	244
5.8	注塑机生产操作工应知事项有哪些?	247
5.9	注塑机生产开首班车时的操作程序怎样排列?	249
5.10	对注塑机工作维护保养目的是什么?	252
5.11	注塑机工作时哪些部位需要每日检查维护保养?	252
5.12	注塑机的定期维护保养怎样安排?	253
5.13	喷嘴故障拆卸与维护方法有几种?	254
5.14	螺杆怎样维护保养?	254
5.15	机筒怎样维护保养?	255

5.16	合模机构部位怎样维护保养?	256
5.17	驱动螺杆注射传动部分维护保养应做哪些工作?	257
5.18	注塑机的加热、冷却装置怎样维护保养?	257
5.19	液压油怎样维护保养?	258
5.20	液压系统中密封件的作用与维护保养方法有哪些?	259
5.21	液压泵怎样维护保养?	259
5.22	液压泵工作出现异常声音怎样维护排除?	260
5.23	液压油温度过高怎样维护降温?	260
5.24	全电动注塑机中的传动系统怎样维护保养?	261
5.25	怎样对电气控制系统进行维护保养?	261
第6章	塑料中空制品注射吹塑成型	263
6.1	塑料中空制品种类及性能特点与用途有哪些?	263
6.2	中空制品怎样注射吹塑成型?	263
6.3	中空制品成型方法有几种?各有什么特点?	263
6.4	塑料中空制品挤出吹塑和注射吹塑成型各有什么特点?	264
6.5	塑料中空制品注射吹塑成型机由几部分组成?怎样工作?	265
6.6	国产中空制品注射吹塑成型机有哪些技术参数?	266
6.7	吹塑成型装置由哪些零部件组成?	271
6.8	瓶用型坯模具部位由哪些零部件组成?作用是什么?	271
6.9	吹塑成型制品模具结构及主要零部件的作用有哪些?	274
6.10	脱模装置结构及作用有哪些?	275
6.11	模具架的结构及作用是什么?	276
6.12	回转工作台的作用及工作方式有哪些?	276
6.13	中空容器注射吹塑成型常用哪些树脂?	277
6.14	型坯注射成型有哪些工艺条件要求?	277
6.15	型坯吹塑成型中空制品工艺参数怎样选择?	278
6.16	低密度聚乙烯怎样注射吹塑成型中空制品?	279
6.17	高密度聚乙烯怎样注射吹塑成型中空制品?	280
6.18	聚乙烯中空制品成型生产方式选择及注意事项是什么?	281
6.19	聚丙烯怎样注射吹塑成型中空制品?	282
6.20	聚氯乙烯怎样注射吹塑成型中空制品?	284
6.21	聚对苯二甲酸、乙二醇酯(聚酯)怎样注射吹塑瓶制品?	285
6.22	聚对苯二甲酸乙二醇酯注射拉伸吹塑成型应注意哪些事项?	287
6.23	聚对苯二甲酸乙二醇酯瓶的质量有哪些规定?	289
6.24	中空制品注射吹塑成型中的质量问题怎样查找排除?	289
附录		293
附录 A	常用塑料注射成型制品工艺参数(仅供参考)	293
附录 B	树脂名称及其缩写代号	295

附录 C 常用塑料助剂和缩写代号	297
参考文献	298

第1章 基础知识

1.1 什么是塑料？

塑料是一种以合成或天然的高分子化合物为主要成分，加入一定比例的辅助料（助剂或填充料），混合均匀后在一定的温度和压力条件下，可塑化熔融后成任意形状、当解除压力和温度降至室温时，其形状固定不变的一种材料。通俗地讲：凡是可塑成型的材料都称其为塑料。

1.2 什么是树脂？

树脂分为天然树脂和合成树脂两类。天然树脂是指自然界中动、植物体内分泌出的有机物，如松香、树胶、虫胶及橡胶上的胶乳。合成树脂是用自然界中的煤、食盐、石油及天然气在一定条件下聚合而成的高分子材料。也可理解为：树脂是一种由多种化学物品合成的，具有可熔性的粒（粉）状固体聚合物。

1.3 什么是塑料制品？

塑料制品以树脂为主要原料，加入一定比例的助剂和填充料，混合均匀后在一定温度和压力条件下，成型为某一种形状的制品。

1.4 塑料有哪些应用性能？

1) 容易成形加工。可用压缩模塑、注射模塑、挤出、压延、流延、喷涂、浇铸、层压和吹塑等方法成型，用机械切削、焊接、黏合和热成型等方法二次加工成型；可制造成板、片、薄膜、丝、棒、管、人造革、泡沫体等塑料制品。

2) 塑料制品体轻。大部分塑料的密度在 $0.9 \sim 2.3 \text{g/cm}^3$ 之间，这对于要求减轻制件质量的机械设备、高层建筑用材料、车辆及飞行器等有特殊意义。

3) 塑料易着色。可通过着色，使制品有美丽光泽的外观，制成有类似木质、大理石和有色金属质感的效果。

4) 有良好的电气绝缘性能。有些塑料在低频低压下有良好的电气绝缘性能。部分塑料在高频高压条件下，也能用作电气绝缘和电容器介质材料。

5) 塑料制品可制成透明体、不透明体、硬体、软体、柔软体和发泡体形材料。

6) 塑料制品具有隔热性好、耐水性优良、不生锈、不腐蚀、耐酸、碱类及减震消音等特性。

1.5 合成树脂有多少品种？

合成树脂品种很多，目前已达到 300 多种。塑料制品厂常见树脂的名称和它们的缩写代号，见表 1-1。

表 1-1 常用塑料树脂名称及代号

塑料树脂名称	缩写代号	塑料树脂名称	缩写代号
聚乙烯	PE	聚氨酯	PUR
高密度聚乙烯	HDPE	增强塑料	RP
低密度聚乙烯	LDPE	不饱和聚酯	UP
聚丙烯	PP	氯化聚乙烯	PEC
聚氯乙烯	PVC	酚醛树脂	PF
硬聚氯乙烯	PVC-U (R PVC)	脲醛树脂	UF
软聚氯乙烯	PVC-P (S PVC)	三聚氰胺甲醛树脂	MF
聚苯乙烯	PS	聚甲基丙烯酸甲酯	PMMA
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	ABS	聚对苯二甲酸乙二醇酯	PET
聚酰胺	PA	聚对苯二甲酸丁二醇酯	PBT
聚甲醛	POM	聚苯硫醚	PPS
聚碳酸酯	PC	改性聚苯醚	MPPO
聚砜	PSU	聚酰亚胺	PI
聚四氟乙烯	PTFE	热致性液晶聚合物	LCP

1.6 树脂、塑料和塑料制品有什么不同？

树脂是由各种化学物质合成的，具有可溶性的粉粒状固体或液体的聚合物。塑料是以树脂为主与其他辅助料组成的物料。塑料制品是把塑料在一定温度和压力等条件下，加工成有一定形状制品。

1.7 什么是热塑性塑料？

热塑性塑料是塑料中的一大类，它是以热塑性树脂为主要成分，并添加一定比例的辅助料（如各种助剂和填充料）而配制成的塑料。这种塑料在一定温度条件下，能软化或熔融成任意形状、冷却后形状不变，这种状态可多次反复而始终具有可塑性，且这种反复只是一种物理变化。应用较多的热塑性塑料有：聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS、聚酰胺（尼龙）、聚碳酸酯等。

1.8 什么是热固性塑料？

在一定温度条件下，塑料能软化成熔融态、降温后形状固定、变硬；但是，如果把这种变硬定形的固体再加热升温，则不能再熔融软化，说明这种塑料在第一次加热升温时，内部已经发生化学变化，称这种塑料为热固性塑料。常用热固性塑料有酚醛和环氧树脂等。

1.9 热塑性塑料与热固性塑料有哪些不同之处？

简单的区别方法是：热塑性塑料可以反复加热软化或熔融以成型成制品，而热

热固性塑料一旦成型，即使加热也不能软化、熔融而再次成型加工。从生产方法上看：热塑性塑料成型工艺可以连续化，可以高速成型，工艺方法很多，且残次品和废旧塑料可以重复回收利用，制品具有较好的力学性能，但耐热性和刚性较差。热固性塑料成型只能间断性生产，很难做到连续化生产，生产效率较低，另外，热固性塑料制品与热塑性塑料制品相比，有较高的耐热性和受压不易变形性。

1.10 什么是通用塑料、工程塑料？

通用塑料和工程塑料是按塑料制品的使用范围与用途进行的一种分类。通用塑料是目前应用范围最广，产量很大、日常生活中随处可见的塑料制品，包括聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛树脂和氨基塑料六大品种，它们不但价格低，而且年总产量占合成树脂总产量的3/4以上。

工程塑料是指能代替一些金属材料、用于制造各种机械设备中配套零件的塑料，它们的力学性能好，长期使用温度较高。这类塑料有聚碳酸酯、聚酰胺、聚甲醛、聚砜、聚苯硫醚、聚氯醚等。

1.11 塑料合金是一种什么物质？

“合金”一词来自冶金学，是指两种或两种以上的金属化学元素混合组成的一种新物质，其同样具有金属材料的特性，称其为合金。“塑料合金”是借用金属合金一词用于高分子学中，它是由两种或两种以上的聚合物，按比例在一定温度和切应力条件下掺混在一起而成的。不论是采用物理方法或化学方法进行混合，形成的这种多组分的聚合物体系是处于完全相容状态，界面上形成共价键，增加了界面亲和力，成为稳定的微相分离状态。实质上这种“塑料合金”就是聚合物的一种共混物。

1.12 高聚物的玻璃态、高弹态和粘流态是指什么？

非晶高聚物的玻璃态、高弹态和粘流态是指当对它施加一个恒定的压力时，这些制品的形变状态与温度变化的关系。在较低温度环境时，高聚物呈刚性固体态，在外力作用下只有很小的形变，与玻璃相似，所以称这种状态为玻璃态。如果把这个环境温度升高至一定温度，则其在外力作用下，形状会有明显的变化，在一定的温度区间内，形态变化相对稳定，这个状态称为高弹态。如果温度继续升高，则形变量随温度的升高逐渐增加，直至变为粘性流体，这时其形状已不能恢复，这个状态即为粘流态。一般把玻璃态向高弹态的转变叫做玻璃化转变，形态转变过程的温度区间称为玻璃化温度；高弹态向粘流态转变，这个转变过程区间的温度称为粘流温度。

1.13 什么是耐高温塑料？

耐高温塑料是指这种塑料制品的耐高温性能较好，一般可在大于150℃温度环

境中应用，是一种价格较高、产量不大、应用范围也较小的一个品种。这一类塑料有：有机硅塑料、氟塑料、聚酰亚氨、聚苯硫醚、聚二苯醚等。

1.14 什么是聚合物塑料？

许多相同的分子链结而成庞大分子，并且基本化学组成不发生变化的化学反应物，即为聚合物塑料。这类塑料有：聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯和聚甲基丙烯酸甲酯等。

1.15 什么是缩合物塑料？

两个或两个以上的不同分子化合时，放出水或其他简单物质而生成一种与原料分子完全不同的化学反应物，称为缩合物，这一类塑料称为缩合塑料，如酚醛塑料、氨基塑料和有机硅塑料等。

1.16 什么是压塑料？

以热塑性树脂和填充料为主要原料，按配比混合而成的粉（或纤维状）料，采用压塑法而制成的各种形状制品称为压塑料。如以木粉为主要填料的压塑料，以石棉为主要填料的压塑料和以玻璃纤维为主要填料的压塑料等。

1.17 塑料的降解是指什么？

塑料（或塑料制品）在挤压、加热成型过程中（或在贮存及使用期间），在外界的高温和挤压、光、氧、水或酸碱杂质及霉菌等条件因素的作用下，发生分子量降低或大分子结构改变等化学变化，造成塑料（或塑料制品）的性能降低（或形状发生变化）甚至劣化，这种现象称为塑料降解。

塑料降解主要受高温、氧化、应力和水解等作用影响。

1.18 什么是高温（热）降解？

塑料（树脂）在过高的温度或在较长时间的受热环境中产生的降解，称为热降解。其降解首先从分子中最弱的化学键开始，反应速度随温度的继续升高而加快。所以，塑料（树脂）在塑化熔融加热成型制品过程中，必须把制品的成型温度和加热时间控制在其工艺要求允许条件范围内。常用树脂的热降解温度见表 1-2。

表 1-2 常用树脂的热降解温度

树脂名称	降解温度/℃	树脂名称	降解温度/℃	树脂名称	降解温度/℃
LDPE	>300	ABS	>250	PC	320~340
HDPE	>350	PA6	>300	PMMA	>270
PP	315	PA66	>350	PTFE	>400
PVC	200~210	POM	约 250	PASF	460
PS	>300	PBT	280	PPS	500

1.19 什么是氧化降解?

塑料制品在日常使用中,长时间与空气中的氧接触,在高温环境的作用下使其化学链较弱的部位形成不稳定的过氧结构,过氧结构极易分解产生游离基,从而加剧降解反应的进行,这种因氧化而发生的塑料制品降解称为氧化降解。

氧化降解速度与塑料的受热温度、受热时间和环境中的含氧量有关。正常情况下,其加热温度越高、受热时间越长、含氧量越多、热氧化降解速度越快。

1.20 常用塑料的性能有哪些?

(1) 密度 塑料的密度是指单位体积塑料在一定温度时的质量。常用塑料密度见表 1-3。

表 1-3 常用树脂的密度

树脂名称		ASTM 测试法	密度/(g/cm ³)	树脂名称		密度/(g/cm ³)
聚乙烯 PE	LDPE	D792	0.91 ~ 0.925	聚四氟乙烯 PTFE	普通级	2.14 ~ 2.20
	MDPE	D792	0.926 ~ 0.940		20% 玻璃纤维增强	2.26
	HDPE	D792	0.941 ~ 0.965	聚酰胺 PA	PA6	1.12 ~ 1.14
聚丙烯 PP		—	0.90 ~ 0.91		阻燃 PA6	1.18
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	1.16 ~ 1.35		PA66	1.13 ~ 1.15
	硬 PVC	—	1.30 ~ 1.58		PA610	1.07 ~ 1.09
聚苯乙烯 PS	通用级	D792	1.04 ~ 1.07		PA1010	1.03 ~ 1.05
	抗冲级	—	1.04		PA11	1.03 ~ 1.05
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		D792	1.06 ~ 1.08	PA12	1.09	
丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	D792	1.02 ~ 1.08	聚甲醛 POM	均聚	1.42
	阻燃级	D792	1.16 ~ 1.21		共聚	1.41
	耐热级	D792	1.05 ~ 1.08	聚醚砜 PES		1.14
聚苯硫醚 PPS	中抗冲级	D792	1.03 ~ 1.06	聚对苯二甲 酸丁二醇酯	纯 PPS	1.34
	高抗冲级	D792	1.01 ~ 1.05		40% GF 增强	1.67
	电镀级	D792	1.04 ~ 1.07	纯 PBT	1.31	
聚苯砜 PPSO		D1505	1.09	FRPBT	1.45 ~ 1.69	
聚芳砜 PASF		—	1.36	聚对苯二甲 酸乙二醇酯	PET	1.385 ~ 1.405
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA		—	1.17 ~ 1.20			
聚碳酸酯 PC		—	1.20	聚芳酯 PAR		1.20 ~ 1.26
聚砜 PSF		—	1.24	聚三氟氯乙烯 PCTFE		2.11 ~ 2.13
聚醚醚酮 PEEK		—	1.32	氯化聚醚		1.4
聚苯醚 MPPO		—	1.06	聚苯酯 POB		1.45

(2) 吸水量 塑料的吸水性是指把塑料试样在 23℃ 条件下浸泡在蒸馏水中 24h 后所吸收的水量。吸水量与试样质量之比为吸水率。常用塑料吸水率见表 1-4。

表 1-4 常用树脂的吸水性

树脂名称		ASTM 测试法	吸水性 (%)	树脂名称		吸水性 (%)
聚乙烯 PE	LDPE	—	<0.01	聚四氯乙烯 PTFE	普通级	<0.01
	MDPE	—	—		20% 玻璃纤维增强	<0.01
	HDPE	—	<0.01	聚酰胺 PA	PA6	1.8
聚丙烯 PP			—		阻燃 PA6	0.7
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	0.2 ~ 1.0		PA66	1.5
	硬 PVC	—	0.03 ~ 0.04		PA610	0.5
聚苯乙烯 PS	通用级	D570	0.01 ~ 0.03		PA1010	0.39
	抗冲级	D570	0.05 ~ 0.08		PA11	0.4
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		—	0.15 ~ 0.25	PA12	0.6 ~ 1.5	
丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	D570	0.20 ~ 0.45	聚甲醛 POM	均聚	0.25
	阻燃级	D570	0.2 ~ 0.6		共聚	0.22
	耐热级	D570	0.20 ~ 0.45	聚醚砜 PES		0.43
	中抗冲级	D570	0.20 ~ 0.45	聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	<0.02
	高抗冲级	D570	0.20 ~ 0.45		40% GF 增强	<0.05
聚苯砜 PPSO	—	—	—	聚对苯二甲 酸丁二醇酯	纯 PBT	0.08 ~ 0.09
	—	—	—		FRPBT	0.05 ~ 0.07
聚芳砜 PASF	—	1.8	聚对苯二甲酸 乙二醇酯	PET	<0.6	
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA	—	0.4				
聚碳酸酯 PC	—	0.23 ~ 0.26	聚芳酯 PAR		0.15 ~ 0.26	
聚砜 PSF	—	0.22	聚三氟氯乙烯 PCTFE		<0.01	
聚醚醚酮 PEEK	—	0.5	氯化聚醚		接近 0	
聚苯醚 MPPO	—	0.1 ~ 0.3	聚苯酯 POB		0.02	

(3) 透明度 透明度通常用透光度来表示。透明度 (也可称透光率) 是指透过被测物体的光通量和射到被测物体上的光通量的百分数比值 (%)。在光度计上进行测定。

透光率计算公式为

$$T_1 = \frac{T_2}{T_1}$$

式中 T_1 ——透光率 (%)；

T_2 ——透射光通量；

T_1 ——射到被测物体上光通量。

聚苯乙烯透光率为 88% ~ 92%，聚甲基丙烯酸甲酯透光率大于 91%。

(4) 摩擦因数 阻碍两个接触物移动所产生的力即为摩擦力。摩擦力与两个接触物表面间的压力比值即为摩擦因数。塑料的摩擦因数不仅与表面粗糙度和清洁程度有关，还与接触面的受压力、移动速度、温度和湿度等因素有关。常用塑料的动态摩擦因数见表 1-5。

表 1-5 常用塑料的动态摩擦因数

树脂名称		自身	对钢	树脂名称		自身	对钢
聚乙烯 PE	LDPE	0.12	0.3 ~ 0.5	聚四氟乙烯 PTFE	普通级	0.04	0.05 ~ 0.1
	MDPE	0.12	—		20% 玻璃纤维增强	—	—
	HDPE	0.12	0.22 ~ 0.29	聚酰胺 PA	PA6	0.04 ~ 0.13	0.2
聚丙烯 PP		0.12	0.33		阻燃 PA6	—	—
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	—		PA66	0.04 ~ 0.13	0.25
	硬 PVC	—	0.5		PA610	—	0.27
聚苯乙烯 PS	通用级	0.12	0.35 ~ 0.45		PA1010	—	0.31
	抗冲级	0.12	0.5		PA11	—	0.17
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		—	—	PA12	—	—	
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 ABS	通用级	0.12	0.5	聚甲醛 POM	均聚	0.35	0.1 ~ 0.3
	阻燃级	—	—		共聚	0.35	0.15
	耐热级	—	—	聚醚砜 PES		—	—
	中抗冲级	—	—	聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	—	—
	高抗冲级	—	—		40% GF 增强	—	—
电镀级	—	—	聚对苯二甲酸丁二醇酯	纯 PBT	0.13	0.54	
聚苯砜 PPSO		—		—	FRPBT	—	—
聚芳砜 PASF		—	—	聚对苯二甲酸乙二醇酯	PET	0.17	0.13
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA		—	0.5		聚芳酯 PAR		—
聚碳酸酯 PC		0.12	0.35	聚三氟氯乙烯 PCTFE		—	0.43
聚砜 PSF		0.67	0.40	氯化聚醚		0.35	0.33
聚醚醚酮 PEEK		—	0.35	聚苯酯 POB		—	—
聚苯醚 MPPO		0.24 ~ 0.30	0.36				

摩擦力 F_f 与两接触面的法向压力有下列关系

$$F_f = fp$$

式中 p ——两接触面间的法向压力 (N)；

f ——摩擦因数。

(5) 拉伸强度 塑料的拉伸强度是指在规定的标准 (试验温度、湿度和拉伸

速度) 试验条件下, 对试样沿其纵向(轴向)拉伸载荷, 直至试样断裂所承受的最大拉伸力, 即为此塑料的拉伸强度。拉伸强度计算公式为

$$\sigma_t = \frac{p}{bd}$$

式中 σ_t ——拉伸强度 (Pa);
 p ——试样最大拉伸载荷 (N);
 b ——试样宽 (m);
 d ——试样厚 (m)。

塑料拉伸强度按 GB/T 1040—1992 标准测试。

常用塑料的拉伸强度见表 1-6。

表 1-6 常用树脂的拉伸强度和拉伸模量

树脂名称		ASTM 测试法	拉伸强度/MPa	拉伸模量/MPa
聚乙烯 PE	LDPE	D638	6.9 ~ 15.8	117 ~ 241
	MDPE	D638	8.3 ~ 24	172 ~ 379
	HDPE	D638	21 ~ 38	413 ~ 1033
聚丙烯 PP		—	25 ~ 35	—
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	10 ~ 21	—
	硬 PVC	—	35 ~ 55	2500 ~ 4200
聚苯乙烯 PS	通用级	—	35.9 ~ 51.7	22.8 ~ 32.8
	抗冲级	D638	27.4 ~ 35.3	1100 ~ 2550
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		D638	68 ~ 82.7	3300 ~ 3900
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 ABS	通用级	D638	30 ~ 44	900 ~ 2900
	阻燃级	D638	26 ~ 51	1900 ~ 2800
	耐热级	D638	30 ~ 48	2000 ~ 2400
	中抗冲级	D638	35 ~ 50	2000 ~ 2700
	高抗冲级	D638	18 ~ 41	1000 ~ 2400
	电镀级	D638	46	2200 ~ 2600
聚苯砜 PPSO		D638	71.7	2100
聚芳砜 PASF		D638	90	2550
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA		—	49 ~ 77	2700 ~ 3200

(续)

树脂名称	ASTM 测试法	拉伸强度/MPa	拉伸模量/MPa
聚碳酸酯 PC	—	60 ~ 70	—
聚砜 PSF	—	75	—
聚醚醚酮 PEEK	—	92	—
聚苯醚 MPPO	—	63	2500
树脂名称	拉伸强度/MPa		拉伸模量/MPa
聚四氟乙烯 PTFE	普通级	27.6	—
	20% 玻璃纤维增强	17.5	—
聚酰胺 PA	PA6	82	—
	阻燃 PA6	80	—
	PA66	80	—
	PA610	60	—
	PA1010	50 ~ 60	—
	PA11	53	—
	PA12	48	—
聚甲醛 POM	均聚	68.9	3100
	共聚	60.6	2830
聚醚砜 PES		85	—
聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	67	—
	40% GF 增强	121	—
聚对苯二甲 酸丁二醇酯 PBT	纯 PBT	55	—
	FRPBT	135	—
聚芳酯 PAR		71.5	—
聚三氟氯乙烯 PCTFE		35 ~ 40	—
聚苯酯 POB		75	3000

(6) 拉伸弹性模量 拉伸弹性模量是表示某种材料刚性大小、是否容易被拉

伸变形的物理量。这个值愈高，其刚性愈大，愈不易变形。常用塑料拉伸模量见表 1-6。

(7) 伸长率 伸长率是指材料被拉伸断裂破坏时的长度变化率（即拉伸断裂时伸长值与初始长度值之比），表示材料的韧性大小。对于塑料制品，其伸长率愈大，说明它愈柔软。

常用塑料伸长率见表 1-7。

表 1-7 常用树脂的伸长率

树脂名称		ASTM 测试法	伸长率 (%)	树脂名称		伸长率 (%)	
聚乙烯 PE	LDPE	D638	90 ~ 800	聚四氟乙烯 PTFE	普通级	233	
	MDPE	D638	50 ~ 600		20% 玻璃纤维增强	207	
	HDPE	D638	15 ~ 100				
聚丙烯 PP		—	>200		PA6	7	
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	100 ~ 450		阻燃 PA6	6	
	硬 PVC	—	2 ~ 40		PA66	60	
聚苯乙烯 PS	通用级	D638	35.9 ~ 51.7	聚酰胺 PA	PA610	85	
	抗冲级	D638	20 ~ 65		PA1010	100 ~ 250	
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		D638	2 ~ 3			PA11	60 ~ 230
丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	D638	20 ~ 100			PA12	230 ~ 240
	阻燃级	D638	1.5 ~ 80		聚甲醛 POM	均聚	40
	耐热级	D638	3 ~ 45	共聚		60	
	中抗冲级	D638	5 ~ 60	聚醚砜 PES		80	
	高抗冲级	D638	5 ~ 75	聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	1.6	
电镀级	D638	10 ~ 30	40% GF 增强		1.3		
聚苯砜 PPSO		D638	7	聚对苯二甲 酸丁二醇酯 PBT	纯 PBT	>200	
聚芳砜 PASF		D638	8		FRPBT	5.5	
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA		—	2 ~ 7	聚芳酯 PAR		50	
聚碳酸酯 PC		—	60 ~ 130	聚三氟氯乙烯 PCTFE		125	
聚砜 PSF		—	50 ~ 100	聚苯醚 POB			
聚醚醚酮 PEEK		—	50				
聚苯醚 MPPO		—	60				

(8) 弯曲强度 把试样水平放在两个支点上，在两个支点间施加集中载荷，使试样变形直至破裂时的强度即为弯曲强度。常用塑料的弯曲强度见表 1-8。

表 1-8 常用树脂的弯曲强度和弯曲模量

树脂名称		弯曲强度 /MPa	弯曲模量 /MPa	树脂名称	弯曲强度 /MPa	弯曲模量 /MPa	
聚乙烯 PE	LDPE	12 ~ 17	150 ~ 250	聚四氟乙烯 PTFE	普通级	21	—
	MDPE	—	—		20% 玻璃纤 维增强	21	—
	HDPE	25 ~ 40	1100 ~ 1400				
聚丙烯 PP		50	—				
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	—		PA6	110	2900
	硬 PVC	80 ~ 110	2100 ~ 3500		阻燃 PA6	115000	35000
聚苯乙烯 PS	通用级	69.0 ~ 100.7	26.2 ~ 33.8	聚酰胺 PA	PA66	127	3000
	抗冲级	22.8 ~ 69	1100 ~ 2690		PA610	100	1960
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		75.8 ~ 131	3400 ~ 4200		PA1010	80 ~ 89	1300
丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	26 ~ 97	900 ~ 3000		PA11	67.6	1000
	阻燃级	43 ~ 97	2100 ~ 4200		PA12	86 ~ 92	1100
	耐热级	62 ~ 90	2100 ~ 2800		聚甲醛 POM	均聚	97.1
	中抗冲级	49 ~ 90	2100 ~ 2800	共聚		89.6	2580
	高抗冲级	37 ~ 76	1200 ~ 2600	聚醚砜 PES		89	—
电镀级	72 ~ 79	2300 ~ 2700					
聚苯砜 PPSO		85.5	2300	聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	98	3800
聚芳砜 PASF		119	2720		40% GF 增强	179	11.9
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA		91 ~ 130	3103	聚对苯二甲 酸丁二醇酯	纯 PBT	81	—
聚碳酸酯 PC		82 ~ 92	2000 ~ 2500		FRPBT	200	—
聚砜 PSF		128	—	聚芳酯 PAR		97	1900
聚醚醚酮 PEEK		170	3630	聚三氟氯乙烯 PCTFE		70	
聚苯醚 MPPPO		88	2500	聚苯酯 POB		85	4700

(9) 弯曲弹性模量 在比例极限内试样的弯曲应力与相应的应变之比称为材料的弯曲弹性模量。它是表示塑料制品是否容易弯曲变形的物理量。常用塑料的弯曲弹性模量见表 1-8。

(10) 压缩强度和压缩弹性模量 在标准试样条件下对其两端施加压缩载荷，直至破坏时的最大压缩应力为材料的压缩强度。

在比例极限内试样的压缩应力与相应的应变之比称为材料的压缩弹性模量。常用塑料的压缩强度和压缩弹性模量见表 1-9。

表 1-9 常用树脂的压缩强度和压缩弹性模量

树脂名称		压缩强度 /MPa	压缩弹性 模量/GPa	树脂名称	压缩强度 /MPa	压缩弹性 模量/GPa	
聚乙烯 PE	LDPE	12.5	—	聚四氟乙烯 PTFE	普通级	13	—
	MDPE	—	—		20% 玻璃 纤维增强	17	—
	HDPE	22.5	—	聚酰胺 PA	PA6	—	—
聚丙烯 PP		45	—		阻燃 PA6	—	—
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	6.2 ~ 11.7	0.015		PA66	98	—
	硬 PVC	20.5	1.5 ~ 3.0		PA610	90	—
聚苯乙烯 PS	通用级	82.7 ~ 89.6	0.0331 ~ 0.0338		PA1010	79	—
	抗冲级	—	—		PA11	80 ~ 100	—
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		96.5 ~ 103	3.7 ~ 4.0	PA12	—	—	
丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	36 ~ 69	1.0 ~ 2.7	聚甲醛 POM	均聚	123.5	—
	阻燃级	45 ~ 52	0.9 ~ 2.1		共聚	109.8	—
	耐热级	50 ~ 69	1.3 ~ 3.0	聚醚砜 PES		110	—
	中抗冲级	12 ~ 86	1.4 ~ 3.1	聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	112	—
		高抗冲级	31 ~ 55		1.0 ~ 2.1	40% GF 增强	179
	电镀级	—	—	聚对苯二甲 酸丁二醇酯	纯 PBT	—	—
聚苯砜 PPSO		—	FRPBT		—	—	
聚芳砜 PASF		123	2.35	聚对苯二甲酸 乙二醇酯	PET	—	—
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA		—	3.104			聚芳酯 PAR	
聚碳酸酯 PC		75 ~ 80	—	聚三氟氯乙烯 PCTFE		14	—
聚砜 PSF		98	—	氯化聚醚		—	—
聚醚醚酮 PEEK		—	—	聚苯酯 POB		—	—
聚苯醚 MPPPO		—	—				

(11) 冲击强度 工程上用材料的韧性来表示冲击强度。它表示材料在快速载荷作用下因产生塑性变形吸收能量而抵抗断裂破坏的能力。用单位断裂面积所消耗能量的大小来表示, 单位为 kJ/m^2 。常用塑料的冲击强度见表 1-10。

表 1-10 常用树脂的冲击强度

树脂名称		有缺口 / (J/m ²)	无缺口 / (J/m ²)	树脂名称	有缺口 / (J/m ²)	无缺口 / (J/m ²)		
聚乙烯 PE	LDPE	> 854	—	聚四氟乙烯 PTFE	普通级	2400 ~ 3100	—	
	MDPE	26 ~ 854	—		20% 玻璃 纤维增强	1800	5400	
	HDPE	80 ~ 1067	—	聚酰胺 PA	PA6	50000	—	
聚丙烯 PP		15 ~ 17	—		阻燃 PA6	40000	—	
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	—		PA66	40000	—	
	硬 PVC	2200 ~ 10600	—		PA610	3500 ~ 5500	6500	
聚苯乙烯 PS	通用级	18.7 ~ 24	—		PA1010	4000 ~ 5000	—	
	抗冲级	51 ~ 187	—		PA11	3500 ~ 4800	9800 ~ 380000	
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		96 ~ 145	—		PA12	10000 ~ 11500	110000 ~ 120000	
丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	105 ~ 215	—		聚甲醛 POM	均聚	76	—
	阻燃级	185 ~ 280	—			共聚	65	—
	耐热级	120 ~ 320	—		聚醚砜 PES		12100	296000
	中抗冲级	215 ~ 375	—	聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	27	110	
		高抗冲级	375 ~ 440		40% GF 增强	69	245	
电镀级	265 ~ 375	—	聚对苯二甲 酸丁二醇酯	纯 PBT	6000 ~ 10000	20000 ~ 60000		
聚苯砜 PPSO		640		—	FRPBT	105	—	
聚芳砜 PASF		106 ~ 212	—	聚对苯二甲 酸乙二醇酯	PET	4000	—	
聚甲基丙烯酸 甲酯 PMMA		16	—		聚芳酯 PAR		150 ~ 250	—
聚碳酸酯 PC		75 ~ 1020	—	聚三氟氯乙烯 PCTFE		17000	—	
聚砜 PSF		14200	310000	氯化聚醚		—	—	
聚醚醚酮 PEEK		70	—	聚苯酯 POB		40	—	
聚苯醚 MPPO		180	—					

(12) 疲劳强度 疲劳强度是指塑料在交变周期性应力作用下发生破坏的极限强度。

(13) 硬度 塑料硬度是指塑料制品表面抵抗其他较硬物体压入的性能。硬度的检测和计算方法分为几种,常用方法有布氏硬度、洛氏硬度和肖(邵)氏硬度。塑料的硬度随环境温度和湿度的不同会有所变化,温度升高和湿度增加都会使塑料硬度值减小。

常用塑料制品的硬度见表 1-11。洛氏、布氏和邵氏三种硬度值的换算关系见表 1-12。

表 1-11 常用树脂的硬度

树脂名称		ASTM 测试法	硬度	树脂名称	硬度	
聚乙烯 PE	LDPE	D785	41 ~ 50 邵氏 D	聚四氟乙烯 PTFE	普通级	456HBW
	MDPE	D785	50 ~ 60 邵氏 D		20% 玻璃 纤维增强	546HBW
	HDPE	D785	62 ~ 72 邵氏 D	聚酰胺 PA	PA6	119HRR
聚丙烯 PP		—	80 ~ 110HRR		阻燃 PA6	120HRR
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	A50 ~ 100HRR		PA66	118HRR
	硬 PVC	—	65 ~ 85 邵氏 D		PA610	111HRR
聚苯乙 烯 PS	通用级	D785	65 ~ 80HRM		PA1010	—
	抗冲级	D785	82HRR		PA11	108HRR
苯乙烯-丙烯酸共聚物		D785	83HRR	PA12	106HRR	
丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	D785	75 ~ 115HRR	聚甲醛 POM	均聚	94HRM
	阻燃级	D785	100 ~ 120HRR		共聚	80HRM
	耐热级	D785	100 ~ 115HRR	聚醚砜 PES		98HRM
聚苯砜 PPSO	中抗冲级	D785	102 ~ 115HRR	聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	123HRR
	高抗冲级	D785	85 ~ 106HRR		40% GF 增强	—
	电镀级	D785	103 ~ 109HRR	聚对苯二甲 酸丁二醇酯 PBT	纯 PBT	119HRR
聚苯砜 PPSO		—	—		FRPBT	120HRR
聚芳砜 PASF		—	110HRR	聚芳酯 PAR		125HRR
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA		—	85 ~ 105HRM	聚三氟氯乙烯 PCTFE	115HRR	
聚碳酸酯 PC	—	—	60 ~ 70HRM			
			90 ~ 100HRL			
			122 ~ 124HRR			
聚砜 PSF		—	169HRM	氯化聚醚		—
聚醚醚酮 PEEK		—	—	聚苯酯 POB		88HRR
聚苯醚 MPP0		—	119HRR			

注：邵氏硬度分邵氏 A 和邵氏 D、邵氏 A 用于较软塑料。洛氏硬度分为 R、L、M 三种标尺，分别依次用于从软至硬的塑料。HBW 为布氏硬度。

(14) 热导率 当材料在某方向存在温度梯度时就会产生热的流动，即称为导热，热导率是材料导热能力大小的衡量。热导率是指通过垂直于温度梯度方向上单位面积的热传导速率。塑料的热导率很低，所以可用来作绝热材料，特别是泡沫塑

表 1-12 三种硬度值的换算关系

洛氏硬度 HRC	布氏硬度 HBW	邵氏硬度 HS	洛氏硬度 HRC	布氏硬度 HBW	邵氏硬度 HS
67		94.6	43	401	57.9
66		92.6	42	391	55.9
65		90.5	41	380	54.7
64		88.4	40	370	53.5
63		86.5	39	360	52.3
62		84.8	38	350	51.1
61		83.1	37	341	50.0
60		81.4	36	332	48.8
59		79.7	35	323	47.8
58		78.1	34	314	46.6
57		76.5	33	306	45.6
56		74.9	32	298	44.5
55		73.5	31	291	43.5
54		71.9	30	283	42.5
53		70.5	29	276	41.6
52		69.1	28	269	40.6
51		67.7	27	263	39.7
50		66.3	26	257	38.8
49		65.0	25	251	37.9
48		63.7	24	245	37.0
47	449	62.3	23	240	36.3
46	436	61.9	22	234	35.5
45	424	59.7	21	229	34.7
44	413	58.4	20	225	34.0

料，是一种优异的绝热保温材料。常用塑料的热导率见表 1-13。

(15) 线胀系数 塑料制品的线胀系数是指温度升高 1℃ 时，每 1cm 长的塑料伸长的长度 (cm) 与原料长度之比。塑料的线胀系数比其他材料的线胀系数大数倍。常用塑料制品的线胀系数见表 1-14。

(16) 比热容 比热容是指单位质量的材料升高 1℃ 从外界吸收的热量，单位为 J/(kg·K)。几种常用塑料比热容见表 1-15。比热容对于挤出机和注塑机的机筒、螺杆等的设计及机筒加热用电功率的计算是一个重要参数，它关系到塑料塑化时用工艺温度加热所需要的能量。

表 1-13 常用树脂的热导率

树脂名称		ASTM 测试法	热导率 / (W/m·K)	树脂名称	热导率 / (W/m·K)	
聚乙烯 PE	LDPE	—	0.347	聚四氟乙烯 PTFE	普通级	0.24
	MDPE	—	—		20% 玻璃 纤维增强	0.41
	HDPE	—	0.046 ~ 0.051	聚酰胺 PA	PA6	0.19
聚丙烯 PP		—	0.17 ~ 0.196		阻燃 PA6	—
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	—		PA66	0.34
	硬 PVC	—	0.12 ~ 0.17		PA610	0.22
聚苯乙烯 PS	通用级	C177	0.10 ~ 0.156		PA1010	—
	抗冲级	—	0.042 ~ 0.156		PA11	0.29
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		C177	0.1256	PA12	0.23	
丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	—	—	聚甲醛 POM	均聚	0.22
	阻燃级	—	—		共聚	0.28
	耐热级	C177	0.188 ~ 0.335	聚醚砜 PES		—
	中抗冲级	—	—	聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	0.288
	高抗冲级	—	—		40% GF 增强	—
电镀级	—	—	聚对苯二甲 酸丁二醇酯 PBT	纯 PBT	—	
聚苯砜 PPSO		—		FRPBT	—	
聚芳砜 PASF		—	0.159	聚芳酯 PAR		—
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA		—	—	聚三氟氯乙烯 PCTFE		0.251
聚碳酸酯 PC		—	6.9	氯化聚醚		—
聚砜 PSF		—	0.26	聚苯酯 POB		0.29
聚醚醚酮 PEEK		—	—			
聚苯醚 MPPO		—	0.159 ~ 0.216			

(17) 玻璃化温度 玻璃化温度是指高聚物的温度降至此温度时成为玻璃态固体。玻璃化温度是无定形聚合物由玻璃态向高弹态的转变温度，或半结晶型聚合物的无定形相由玻璃化向高弹态的转变温度。通常，玻璃态温度是塑料理论上能够工作的温度上限。超过这个温度，塑料制品便丧失了力学性能，其他许多性能也会急剧下降。玻璃化温度用 T_g 表示。常用塑料的玻璃化温度见表 1-16。

(18) 熔融温度和流动温度 塑料的熔融温度是结晶型聚合物由晶态转变为熔融态的温度，用 T_m 符号表示。

对于无定形塑料，转变为熔融状态的温度即是流动温度，用 T_f 符号表示。从

分子运动观点, T_m 或 T_f 是聚合物分子链整链能够运动、相互滑移的温度。超过 T_m 或 T_f 温度, 则塑料成为流体, 它是塑料成型加工的温度下限。常用塑料的熔融温度和流动温度见表 1-16。

表 1-14 常用树脂的线胀系数

树脂名称		ASTM 测试法	线胀系数 / ($\times 10^{-5}/K$)	树脂名称		线胀系数 / ($\times 10^{-5}/K$)	
聚乙烯 PE	LDPE	—	16 ~ 19.8	聚四氟乙烯 PTFE	普通级	10.5	
	MDPE	—	14 ~ 16		20% 玻璃 纤维增强	7.1	
	HDPE	—	11 ~ 13	聚酰胺 PA	PA6	8	
聚丙烯 PP		—	5.8 ~ 10.2		阻燃 PA6	—	
聚氯乙烯 PVC	软 PVC	—	7 ~ 25		PA66	9.6	
	硬 PVC	—	5 ~ 18.5		PA610	9 ~ 12	
聚苯乙烯 PS	通用级	D696	6 ~ 8		PA1010	10.5	
	抗冲级	D696	7.956		PA11	11.4 ~ 12.4	
苯乙烯-丙烯腈共聚物 SAN		D696	11.7 ~ 12.2		PA12	10	
丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 ABS	通用级	D696	10.8 ~ 23.4		聚甲醛 POM	均聚	7.5 ~ 99
	阻燃级	D696	11.7 ~ 17.1			共聚	8.5
	耐热级	D696	10.8 ~ 16.7		聚醚砜 PES		5.5
	中抗冲级	D696	14.4 ~ 18.0	聚苯硫醚 PPS	纯 PPS	—	
	高抗冲级	D696	17.1 ~ 19.8		40% GF 增强	—	
电镀级	D696	8.5 ~ 9.5	聚对苯二甲 酸丁二醇酯 PBT	纯 PBT	9		
聚苯砜 PPSO		—		5.5	FRPBT	3	
聚芳砜 PASF		—	4.7	聚芳酯 PAR		—	
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA		—	4.5 ~ 7	聚三氟氯乙烯 PCTFE		4.5 ~ 7	
聚碳酸酯 PC		—	6 ~ 7	氯化聚醚		—	
聚砜 PSF		—	3.1	聚苯酯 POB		2.9	
聚醚醚酮 PEEK		—	4.7				
聚苯醚 MPPO		—	6				

表 1-15 塑料的比热容

塑料名称	PE	PA	PP	POM	PS	PC	PPS	PTFE	PSF
比热容 / [$J/(kg \cdot K)$]	1925 ~ 2301	1255 ~ 2092	1883	1464	1255 ~ 1464	1255	1088	1046	1004

表 1-16 塑料不同状态时的温度/°C

塑料名称	脆化温度 T_b	玻璃化 温度 T_g	最高使用 温度	热变形温度		熔融温度 T_m	流动温度 T_f	连续使用 温度
				0.45MPa	1.81MPa			
低密度聚乙烯 LDPE	-55 ~ -80	-20	82 ~ 100	—	38 ~ 49	108 ~ 126	—	—
高密度聚乙烯 HDPE	-70	-20	80 ~ 121	—	60 ~ 82	126 ~ 135	—	—
聚丙烯 PP	约 -10	5	107 ~ 149	80 ~ 110	57 ~ 66	170 ~ 172	—	110 ~ 120
聚苯乙烯 PS	-30	90 ~ 100	60 ~ 80	—	76 ~ 94	150 ~ 180	120	—
聚氯乙烯 PVC	-50 ~ -60	87	65 ~ 80	—	60 ~ 77	—	136	—
聚甲基丙烯酸 甲酯 PMMA	90	104	65 ~ 95	—	60 ~ 102	—	160	—
聚碳酸酯 PC	-135	150	121	136 ~ 142	130 ~ 136	230	220 ~ 230	-60 ~ 120
聚酰胺 1010 PA1010	-60	—	—	—	—	200 ~ 210	—	80 ~ 120
聚酰胺 6 PA6	-32 ~ -40	50	180	190	63	215 ~ 225	—	—
聚酰胺 66 PA66	-35 ~ -80	60	—	180	70	250 ~ 260	—	—
聚酰胺 610 PA610	-20	40	—	150	51 ~ 56	213 ~ 220	—	80 ~ 120
聚四氟乙烯 PTFE	—	126	288	—	—	327	—	-250 ~ 260
聚三氟氯乙烯 PCTFE	-150	58	150	—	—	215	—	-50 ~ 130
共聚甲醛 POM	-60	-50	100	158	110 ~ 157	165	—	-40 ~ 100
均聚甲醛 POM	-40	-13	91	170	124	175	—	-40 ~ 90
聚对苯二甲酸 乙二醇酯 PET	≤ -40	69	150	155	85	250 ~ 265	—	120
聚对苯二甲酸 丁二醇酯 PBT	—	<50	—	120	55 ~ 70	224 ~ 227	—	—
聚砜 PSF	—	190	180	—	175	—	>300	-120 ~ 150
聚芳砜 PASF	约 -240	290	260	—	274	—	—	160

(续)

塑料名称	脆化温度 T_b	玻璃化 温度 T_g	最高使用 温度	热变形温度		熔融温度 T_m	流动温度 T_f	连续使用 温度
				0.45MPa	1.81MPa			
聚醚砜 PES	约 -100	225	180	—	203 ~ 208	—	—	-100 ~ 180
改性聚苯醚 MPPO	-170	204		190	170	268	257	-40 ~ 150
氯化聚醚	—	74	143	—	99	178 ~ 182	—	—
聚苯硫醚 PPS	—	85 ~ 100	220 ~ 240	—	137	285	—	—
聚醚醚酮 PEEK	—	143	250	—	152	334	—	—
苯乙烯-丙烯腈 SAN	—	—	—	—	95 ~ 104	—	—	—
丙烯腈-丁二烯- 苯乙烯 ABS	-18 ~ -60	—	—	—	87	190 ~ 240	—	55 ~ 110

(19) 分解温度 塑料的分解温度是指其受热时大分子链断裂时的温度，也就是塑料在加热后温度上升，使其失重突然加速时的温度，即热分解温度。用符号 T_d 表示。常用塑料的分解温度见表 1-2。

(20) 热变形温度 热变形温度也称为弯曲负载热变形温度，是按 GB1634—79 标准，在试验仪器上把规定尺寸试样以简支梁方式水平支承，置于热浴装置中，以 $(12 \pm 1)^\circ/6\text{min}$ 速度均匀升温，当试样在 1.81MPa 或 0.45MPa 的垂直弯曲载荷作用下，挠度达到 0.21mm 时的温度，以 $^\circ\text{C}$ 表示。

常用塑料的热变形温度见表 1-16。

(21) 最高连续使用温度 塑料制品的最高连续使用温度是指这种塑料制品在实际应用条件中可以长时间正常工作而性能不致严重恶化的温度。塑料制品的最高连续使用温度见表 1-16。

(22) 脆化温度 塑料的脆化温度高低体现出这种塑料的耐寒性能。一般情况下塑料都是随着温度的下降而变得愈来愈硬而脆。脆化温度是指塑料在冲击载荷作用下由于脆性而破坏的温度。脆化温度是塑料使用温度的下限，用符号 T_b 表示。

常用塑料制品的脆化温度见表 1-16。

(23) 成型收缩率 塑料从模具中成型脱离后尺寸缩小的现象称为收缩。成型收缩率是指塑料成型后的尺寸缩小量与收缩前尺寸之比的百分数来表示。

$$S = \frac{L_M - L}{L_M} \times 100\%$$

式中 S ——收缩率 (%)；

L_M ——室温下的模具型腔实际尺寸；

L ——制品脱模收缩后的尺寸。

塑料制品收缩率及其变化范围见表 1-17。

表 1-17 不同塑料制品成型收缩率

塑料名称	LDPE	HDPE	PP	均 POM	共 POM	硬 PVC	软 PVC	PCTFE	PA6	PA66
收缩率 (%)	1.5 ~ 3.5	1.5 ~ 3.0	1 ~ 3	2 ~ 3	2.0 ~ 2.5	0.2 ~ 0.4	1.5 ~ 3.0	1.0 ~ 2.5	0.6 ~ 1.6	0.8 ~ 1.5
塑料名称	PA610	PA1010	PA11	PA12	PBT	PEEK	POB	PAR	PPO	PMMA
收缩率 (%)	1.0 ~ 2.5	1 ~ 2	1.0 ~ 2.5	0.3 ~ 2.0	1.7 ~ 2.3	约 1.1	约 1.0	0.8 ~ 1.0	0.2 ~ 0.8	0.2 ~ 1.0
塑料名称	PASF	PES	PS	ABS	PC	PSF	MPPO	PPS	HIPS	GFRPP
收缩率 (%)	约 0.8	0.4 ~ 0.8	0.2 ~ 0.8	0.5 ~ 0.7	0.5 ~ 0.7	0.5 ~ 0.7	0.6	0.1 ~ 0.5	0.2 ~ 0.8	0.4 ~ 0.8
塑料名称	GFRABS	CPVC	GFRPPO	增强 PA6	增强 PA66	增强 PA1010	增强 PPS	FRPC		
收缩率 (%)	0.1 ~ 0.2	0.3 ~ 0.7	0.5 ~ 0.7	0.35 ~ 0.70	0.35 ~ 0.70	0.2 ~ 0.6	0.1 ~ 0.2	0.1 ~ 0.3		

注：表中树脂前加增强或 GFR 标注者均为玻璃纤维增强料。

(24) 相对介电常数 相对介电常数是绝缘材料介质极化的一个宏观参数，是指把这种材料作为电容器介质时，电容器的电容与以真空（或空气）为介质时同尺寸电容器电容之比，用符号 ϵ 表示。相对介电常数表示该材料作为绝缘物贮存电能的能力。塑料制品是一种较优良的电介质。相对介电常数愈小，说明这种塑料的绝缘性能就愈好。常用塑料的相对介电常数见表 1-18。

(25) 介质损耗角正切 接在交流电源上的电容器，当电介质是理想的绝缘体时，则在电量的贮存和回流过程中不消耗电能，若电介质不是理想的绝缘体时，就会有泄漏电流通过，此泄漏电流转变为热能使绝缘体发热，于是有一部分电流被消耗了，这种被消耗的电能称为介质损耗。如果没有介质损耗则施于绝缘体上的电压与通过绝缘体的电流间相角应为直角，但实际上由于各种绝缘体的介质损耗关系，使电压与电流间的相角必小于直角，两者之差称为介质损耗角 (δ)，损耗角的大小通常用其正切值来表示，即 $\tan\delta$ 。损耗角的正切值称介质损耗因数（此值愈小，说明塑料的绝缘性能愈好）。常用塑料的介质损耗因数按标准 GB 1409—1989 标准规定测试。

常用塑料介质损耗正切值见表 1-18。

(26) 表面电阻率和体积电阻率 表面电阻率是指沿试样表面电流方向的直流电场强度与单位长度的表面传导电流之比，称为此试样的表面电阻率，用符号 ρ_s 表示。

表 1-18 常用塑料的电性能

塑料名称	介电常数		介质损耗角 $\tan\delta$		体积 电阻率/ ($\Omega \cdot m$)	介电强度 / (kV /mm)	耐电弧性 /s
	/10 ³ Hz	/10 ⁶ Hz	/10 ³ Hz	/10 ⁶ Hz			
低密度聚乙烯 LDPE	2.25 ~ 2.35		—	0.2 ~ 0.5	$>10^{16}$	18 ~ 29	135 ~ 160
高密度聚乙烯 HDPE	2.25 ~ 2.35		—	0.2 ~ 0.5	$>10^{16}$	18 ~ 20	—
聚丙烯 PP	—	2.15	—	0.2 ~ 0.5	10^{19}	25.6	135 ~ 180
聚苯乙烯 PS	2.15 ~ 2.65		—	0.1 ~ 0.5	$10^{12} \sim 10^{19}$	>19.7	60 ~ 135
ABS	2.4 ~ 3.2		—	8 ~ 10	(1.05 ~ 3.60) $\times 10^{16}$	11.8 ~ 16.3	50 ~ 85
聚氯乙烯 PVC	—	—	0.009 ~ 0.017	6 ~ 19	$10^{12} \sim 10^{16}$	9.85 ~ 35	60 ~ 80
苯乙烯-丙烯腈 SAN	0.007 ~ 0.012	—	0.007 ~ 0.012	—	10^{16}	—	—
聚甲基丙烯酸-甲酯 PMMA	3.3	2.5	—	—	$>10^{15}$	18 ~ 22	不漏电
聚碳酸酯 PC	3.1 (50Hz)	—	0.0007 (50Hz)	10	2×10^{16}	17.7	10 ~ 120
聚酰胺 6 PA6	—	—	0.08	30 ~ 40	$10^{14} \sim 10^{15}$	15.7	121
聚酰胺 66 PA66	—	—	—	40	10^{14}	15.2	120
聚酰胺 610 PA610	3.9 (60Hz)	—	0.04 (60Hz)	—	10^{14}	≥ 15	—
聚酰胺 1010 PA1010	2.5 ~ 3.6 (60Hz)	—	0.02 ~ 0.026 (60Hz)	≤ 40	$>10^{14}$	≥ 12	—
聚四氟乙烯 PTFE	1.8 ~ 2.2		—	0.1 ~ 0.25	$>10^{17}$	15.7 ~ 19.7	>200
聚三氟氯乙烯 PCTFE	2.3 ~ 2.7	2.5 ~ 2.7	0.023 ~ 0.027	7 ~ 10	10^{18}	20.9 ~ 23.6	>360
共聚甲醛 POM	—	3.7	—	6	10^{14}	19.7	240
均聚甲醛 POM	—	3.8	—	4.8	10^{15}	19.7	220
聚对苯二甲酸乙二 醇酯 PET	—	—	—	—	10^{16}	—	—
聚对苯二甲酸丁二 醇酯 PBT	—	3.2	—	20 ~ 30	10^{16}	29.5	63 ~ 190
聚砜 PSF	3.07 (60Hz)	—	—	1 ~ 6	3×10^{16}	16.7	25 ~ 190

(续)

塑料名称	介电常数		介质损耗角 $\tan\delta$		体积电阻率/ ($\Omega \cdot m$)	介电强度 / (KV /mm)	耐电弧性 /s
	/10 ³ Hz	/10 ⁶ Hz	/10 ³ Hz	/10 ⁶ Hz			
聚醚砜 PES	3.5 (60Hz)	—	0.001 (60Hz)	6	5×10^{16}	17	116
改性聚苯醚 MPPO	—	2.64	0.0004 (60Hz)	0.9	10^{17}	22	—
聚苯硫醚 PPS	3.2	3.2	0.003 (60Hz)	—	4.5×10^{16}	23.4	75

体积电阻率是指沿试样体积电流方向的直流电场强度与电流密度之比，称为此试样的体积电阻率，用符号 ρ_v 表示。常用塑料体积电阻率按 GB/T 1410—2006 标准规定的试验方法测试。

(27) 介电强度 介电强度是指某种绝缘材料所能承受电压的能力，定义为在规定试验条件试样在均匀电场中被击穿时的电压值与试样厚度的比值，用符号 E_b 表示。常用塑料和其他一些绝缘材料的介电强度按 GB/T 1408.1—2006 标准规定试验方法测试。

(28) 耐电弧性 耐电弧性是指塑料制品耐高压电弧作用的能力。耐电弧性是以在电弧作用下引起材料表面形成导电通路而电弧熄灭所需的时间 (s) 来表示。常用塑料的耐电弧性按 GB/T 1411—2002 标准、固体电工绝缘材料高压小电流间歇耐电弧试验方法测试。

1.21 热塑性塑料中的熔体流动速率是指什么？

热塑性塑料性能中的熔体流动速率 (MFR) 是表征这种塑料分子量大小的物理量。其测试方法是：用熔体流动速率仪，加入被测的塑料，在一定的温度和负荷 (常用 2160g) 作用下，将塑料变为熔融态，在 10min 内从标准毛细管中流出的熔体数量 (g) 即为被测塑料的熔体流动速率。

熔体流动速率值越大，说明该塑料的熔体流动性越好，反之，则熔体流动性越差。同一种塑料，熔体流动速率值大，表示其分子量小。

1.22 什么是注塑制品？

用注塑机把塑料加热塑化熔融，然后再注射到成型模具空腔内成型，经冷却降温，熔体固化后脱模，即为用注塑机注射成型的制品，通常称这种塑料制品为注塑制品。

1.23 注塑制品有哪些？用途是什么？

塑料用注塑机注射成型的制品品种比较多，应用范围也比较广，如各种机械设备中的轻负荷齿轮、轴衬、垫、外壳、手柄、凸轮，特别是在纺织设备和汽车制造业中，有多种形状注塑制品作配件；电器中的各种绝缘件、仪表配件、外壳、灯具；液体输送管路中的各种阀门和不同规格形状的管件、泵件、电机风扇、医疗器械、文教用品及人们日常生活中随处可见的各种容器、周转箱、鞋、拉链、灯罩和眼镜等；还有各种复杂的注塑结构件、功能件及特殊用途的精密件等，注塑制品广泛应用在运输、包装、邮电、通讯、建筑、家电、计算机、航空航天和国防尖端等国民经济的所有领域，已成为不可缺少的生产资料和消费物品。

1.24 注塑制品怎样注射成型？

制品用原料按一次成型塑料制品的用料量，由料斗加入到注塑机的机筒内、转动的螺杆推动原料前移，与此同时原料接收机筒外部的加热。由于原料在机筒内既要受热升温，又要因螺杆上螺纹容积的逐渐缩小而受压缩，再加上不停转动螺杆的螺纹使翻动前移物料间及物料与机筒间的摩擦等多种条件作用，使原料在被推动前移的同时逐渐被塑化成熔融态。至螺杆前端的熔料，由于受喷嘴的阻力而产生反螺杆螺纹推压力，随着螺杆推动熔料前移量的增加，则产生的这个熔料反推压力也逐渐增加，当这个反推压力大于油缸活塞对螺杆的推力和摩擦阻力时（这个阻力即是螺杆的背压力），螺杆开始后退、同时开始料斗的加料计量。螺杆后退的距离大小由一次成型注塑制品的注射料量来决定，由生产前调整好的行程限位开关控制。后退的螺杆碰到行程开关后，则停止转动和后退，完成一次预塑化原料程序。

合模部分完成锁模动作后，注射座被油缸活塞推动前移，直至喷嘴紧靠衬套口；然后注射油缸活塞推动螺杆迅速前移，按熔料进入成型模具中所需要的压力和流动速度，把熔料注入成型模具空腔内。为防止注满成型模具腔内的熔料回料和及时补充熔料冷却固化前的熔料收缩量，完成注射的喷嘴仍然紧靠在衬套口上，而且保持着一定的压力，这个过程称为保压、降温定型。

保压、降温定型达到预先设定的时间后，即制品固体成型完成。注射座被油缸活塞拉动后退，开始螺杆的第二次预塑化，成型模具打开，制品被顶出模腔，完成注塑制品的全过程。

塑料制品的注射成型生产工艺循环程序如下。

闭模→高压低速锁模→注射座前移→熔料注射→保压→入模熔料冷却（此工序时间内同时还有塑化螺杆随注射座后退、螺杆旋转塑化原料）→模内成型熔料冷却固化、开模（同时顶出制品）→闭模（下一个注塑制品循环生产开始）。

注射成型制品时注塑机的动作示意图 1-1。

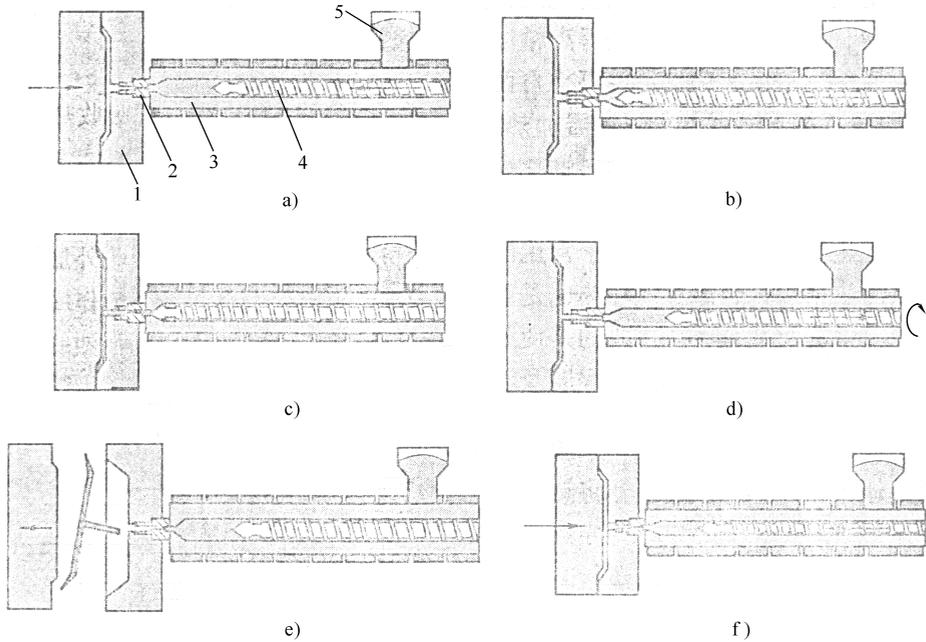


图 1-1 注塑机注射成型制品动作程序示意图

- a) 动模移动合模 b) 注射座前移后注射 c) 入模熔料保压 d) 螺杆旋转塑化原料
 e) 开模、制品顶出 f) 重复 a) 动作
 1—成型模具 2—喷嘴 3—机筒 4—螺杆 5—料斗

1.25 注射成型制品用生产设备应具备哪些条件？

- 1) 按制品成型质量需要，要保证一次注射供料量的准确性。
- 2) 按制品用料的塑化条件，有稳定的机筒升温供热源。
- 3) 按制品成型用原料的性能，选择其塑化条件需要的螺杆结构。
- 4) 为保证原料的塑化质量，螺杆旋转塑化、推动原料时要有一定的背压力。
- 5) 塑化熔料注入模时要有足够的（工艺条件要求下的）注射压力和熔料流速。
- 6) 合模后的注塑机锁模力要大于熔料注入模具型腔时的胀模力。
- 7) 成型模具温度控制可调，合理控制入模熔料的降温固化速度。
- 8) 注射熔料入模应流通通畅，模具型腔应有适宜的制品脱模斜度。按制品的形状复杂程度和结构尺寸大小，应合理安排制品成型后的顶出装置。

1.26 塑料注射成型制品与其他成型方法比较有哪些特点？

- 1) 可以注射成型各种形状复杂的塑料制品。

- 2) 注塑制品成型结构尺寸比较准确、表面质量较好。
- 3) 制品的各部位尺寸可按应用需要设计，相互位置准确，有良好的装配互换性。
- 4) 可以注塑成型带有金属嵌件的塑料制品。
- 5) 注塑制品可以标准化、规格化、系列化。
- 6) 注塑机操作比较简单，成型模具调整、更新方便。
- 7) 注塑制品可采用全自动化生产，生产效率高。
- 8) 注塑成型设备投资比较大，模具制造费用高，制品成型工艺条件需要严格控制。

1.27 注塑制品成型常用哪些塑料？

注塑制品成型应用较多的塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯和 ABS 等。这 4 种树脂用注塑机注射成型的塑料制品约占注塑制品用原料总量的 80% 以上。其中聚苯乙烯、聚乙烯和聚丙烯树脂的应用量达到总用原料量的 70%。另外，注塑制品用原料还有：聚氯乙烯、聚酰胺、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯、聚甲醛、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、苯乙烯-丙烯腈共聚物、聚氨酯、聚苯醚、聚砜、聚苯硫醚、聚醚砜、聚芳酯、聚苯砜、聚四氟乙烯等。

第 2 章 注 塑 机

2.1 概述

2.1.1 什么是注塑机?

能够把塑料在机筒内加热、并通过机筒内的螺杆旋转，把塑料混合、向前推移输送，同时将其翻动、压缩、直至塑化熔融；然后，借助螺杆前移的推力，迫使熔态料通过喷嘴进入模具型腔，经冷却固化后成为有一定形状和尺寸精度的制品，这种设备即为塑料注射成型机，简称为注塑机。

2.1.2 注塑机怎样分类?

用注塑机成型塑料制品的种类比较多，所以，成型注塑制品的注塑机类型也比较多。对于注塑机的品种分类没有统一规定，通常的分类方法有下列几种方式。

- 1) 按注塑制品用原料的塑化和注射方法分类。
- 2) 按注塑机的外形结构分类。
- 3) 按注塑机的加工能力分类。
- 4) 按注塑机的用途分类。

2.1.3 按原料塑化和注射方法分类，注塑机有几种类型?

按注塑制品用原料塑化和注射方法分类，注塑机分柱塞式注塑机，往复螺杆式注塑机和螺杆塑化原料、柱塞注射式注塑机。

1. 柱塞式注塑机

柱塞式注塑机的结构形式如图 2-1 所示。

柱塞式注塑机用柱塞依次把落入机筒中的塑料树脂推向机筒前端塑化空腔内，空腔内的原料依靠机筒外围的加热器提供热量，塑化成熔融状态，然后，通过柱塞快速前移，把熔料经由喷嘴注射到成型模具内，冷却定型。

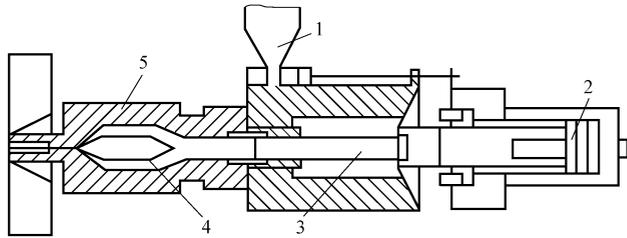


图 2-1 柱塞式注塑机结构示意图

1—料斗 2—液压缸 3—柱塞 4—分流梳 5—机筒

2. 往复螺杆式注塑机

往复螺杆式注塑机的结构如图 2-2 所示。

往复螺杆式注塑机中原料的塑化，是由注塑机上机筒内的螺杆旋转完成的。进

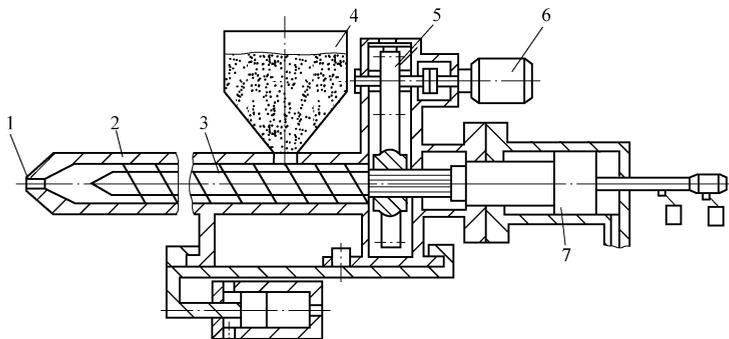


图 2-2 往复螺杆式注塑机结构中的原料塑化部分

1—喷嘴 2—机筒 3—螺杆 4—料斗 5—齿轮减速箱 6—电动机 7—注射缸

入机筒内的原料经挤压、翻转、剪切和机筒外围加热的配合被熔融塑化均匀，同时，被连续转动的螺杆推向机筒前端，然后，螺杆停止转动，用较快的速度前移，像柱塞一样把塑化均匀的熔融料注射到成型模具空腔内，冷却定型。

3. 螺杆塑化原料、柱塞注射式注塑机

由螺杆塑化原料，柱塞完成注射熔料工作的注塑机，其原料塑化和注射部分装置结构如图 2-3 所示。

从图 2-3 中可以看到，螺杆塑化原料柱塞完成注射工作的注塑机由两部分组成，即原料的塑化部分和注射部分。这种结构形式注塑机工作时，首先原料在塑化部分的挤出机中被均匀塑化，然后经由单向阀被挤入注射料筒的空腔中；此时，注射部分中的柱塞快速前移，把塑化均匀的熔融料经由喷嘴注射到成型模具空腔内，冷却定型。

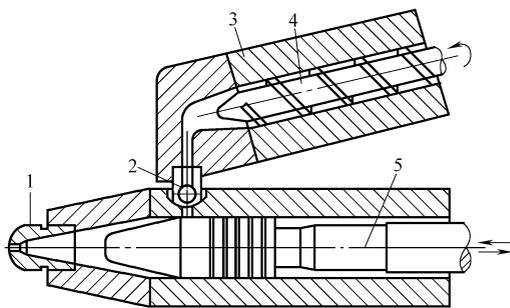


图 2-3 螺杆塑化柱塞注射式注塑机的塑化、注射装置结构

1—喷嘴 2—单向阀 3—机筒 4—螺杆 5—柱塞

2.1.4 注塑机按外形结构不同可分为几种类型？

注塑机按外形结构的不同分类，可分为立式注塑机、卧式注塑机、角式注塑机和多模式注塑机及组合式注塑机。

1. 立式注塑机

立式注塑机的外形结构如图 2-4 所示。这种注塑机的特点是设备的高度尺寸大于设备的宽度尺寸，注射部分和合模部分装置轴线上、下垂直成一直线排列。它的优点是机身占地面积小，成型模具安装拆卸方便。不足之处是工作时上料比较费力，设备工作稳定性比较差。这种结构形式注塑机多为小型塑料制品注射成型用，注塑机的规格都比较小，注塑量一般都小于 100cm^3 。

2. 卧式注塑机

卧式注塑机的外形结构如图 2-5 所示。它的结构特点是机身的外形长度尺寸大于宽和高度尺寸，注塑部分和合模部分装置轴线在一条直线上呈水平排列。这种注塑机的优点是注塑机的主要工作部分（塑化装置和注射合模装置）位置比较低，工作时平稳性好，生产操作和维修都比较方便，也容易实现自动化工作。目前，卧式注塑机在塑料注塑机中应用数量最多。

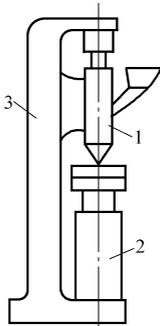


图 2-4 立式注塑机外形结构示意图

1—注射部分 2—合模部分 3—机身

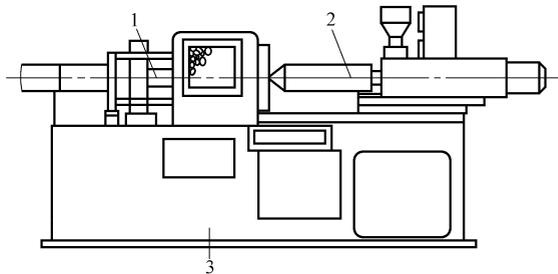


图 2-5 卧式注塑机外形结构示意图

1—合模部分 2—注塑部分 3—机身

3. 角式注塑机

角式注塑机的外形结构如图 2-6 所示。这种注塑机的注塑部分和合模部分装置轴线在一个与机身垂直的平面上，两个轴线互相垂直。角式注塑机比较常见，其结构形式的优缺点介于卧式和立式注塑机之间。如果注塑制品的中心部位不允许有浇注系统痕迹，使用此种结构形式注塑机就比较理想。

4. 多模式注塑机

所谓多模式注塑机是指注塑机结构中有多组模具组成。其结构形式如图 2-7 所示。这种注塑机工作时可依次顺序工作，注射时成型模具一个工位，冷却时此成型模具转移到另一个工位，开模制品顶出时此模具又转到第三工位。这样连续工作，成型模具的冷却、定型和制品脱模，不受辅助工作时间

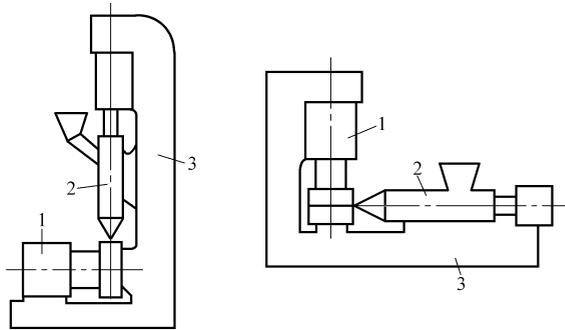


图 2-6 角式注塑机外形结构示意图

1—合模部分 2—注塑部分 3—机身

限制，缩短了注射成型制品的生产周期，使生产效率得到提高。

5. 组合式注塑机

组合式注塑机的塑化注射部分与合模部分为适应不同注塑制品的成形生产工艺

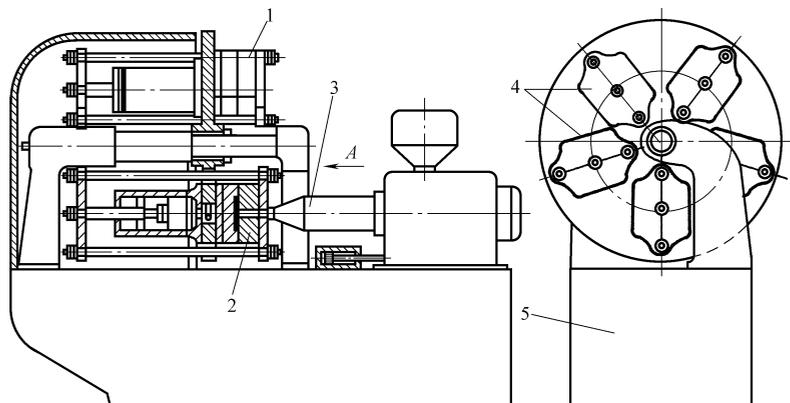


图 2-7 多模式注塑机外形结构示意图

1—另一组合模装置 2—合模部分 3—注塑部分 4—五组合模装置的位置分配 5—机身
需要，而组合成各种结构布置形式。图 2-8 所示就是这种组合式注塑机的几种常用结构组合布置。

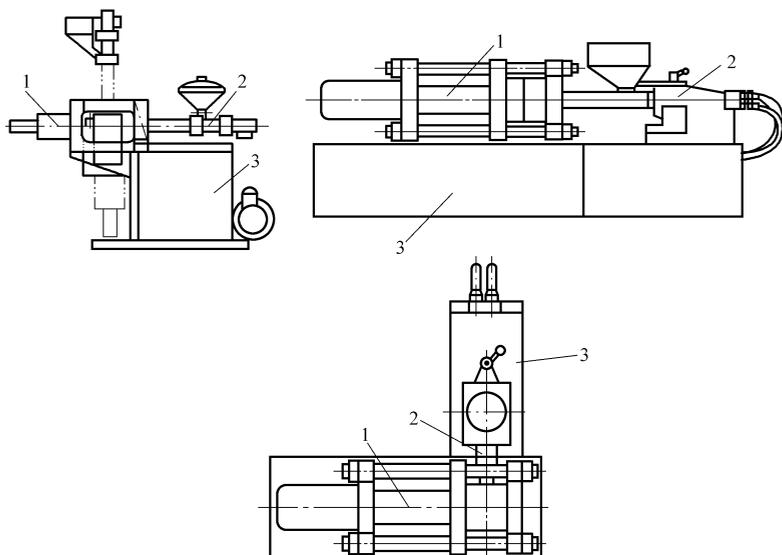


图 2-8 组合式注塑机的几种常用结构组合布置

1—合模部分 2—注塑部分 3—机身

2.1.5 注塑机按加工能力怎样分类？

按加工能力大小给注塑机分类是注塑机分类最常用的一种方法。注塑机的加工能力大小，就是指注塑机的合模力和一次注射原料量的大小。按加工能力大小分类，注塑机可分为下列几种类型。

(1) 超小型注塑机 合模力小于 160kN，一次理论注射熔料容积小于 16cm³。

(2) 小型注塑机 合模力在 160 ~ 2000kN 之间，一次理论注射熔料容积在 16 ~ 630cm³ 之间。

(3) 中型注塑机 合模力在 2500 ~ 4000kN 之间，一次理论注射熔料容积在 800 ~ 3150cm³ 之间。

(4) 大型注塑机 合模力在 5000 ~ 12500kN 之间，一次理论注射熔料容积在 4000 ~ 10000cm³ 之间。

(5) 超大型注塑机 合模力大于 16000kN，一次理论注射熔料容积大于 16000cm³。

2.1.6 注塑机按用途分有几种类型？

注塑机按其功能用途可分为通用型注塑机和专用型注塑机。专用型注塑机中比较常用的有热固型塑料注塑机，注射吹塑成型注塑机、排气式注塑机、精密高速型注塑机、塑料鞋用注塑机、三注射头单模位注塑机和双注射头两模位注塑机等。

2.1.7 注塑机的机型规格怎样标注？

注塑机机型的标注有下列几种。

(1) 国际常用注塑机机型标注方法 合模力—当量注射容积。

(2) 国内机械行业注塑机机型标注方法 (JB/T 7267—2004) SZ 合模力—当量注射容积。

(3) 国家标准 (GB/T 12783—2000) 橡胶塑料机械产品型号编制标注方法 SZ 合模力 (t)、当量注射容量 (cm³)。

(4) 一些主要注塑机生产厂家标注方法 生产厂代号—合模力。

(5) 欧洲塑料橡胶机械制造者委员会建议标准标注方法 (1983) 合模力—当量注射容积。

我国国家标准 (GB/T 12783—2000) 规定的塑料注塑机型号编制标注方法见表 2-1。塑料注塑机基本参数 (JB/T 7267—2004) 介绍见表 2-2。JB/T 7267—2004 标准中规定的合模力值见表 2-3。合模装置中 JB/T 7267—2004 标准规定的一些设备尺寸数值见表 2-4。

表 2-1 我国国家标准 (GB/T 12783—2000) 规定的塑料注塑机型号和名称

型 号	名 称
S Z ————— 250/A □ □ □ → □ △△□□	注塑机
<p>└── 模数和色数。用数字表示，单模单色的普通机无此项</p> <p>└── 设计序号。用英文字母 A、B、C… 表示。原设计无此项</p> <p>└── 主参数。分子代表一次最大注射量 (g 或 cm³)</p> <p> 分母表示合模力 (kN)</p> <p>└── 型别代号。用汉语拼音字母表示</p> <p>└── 品种代号</p> <p>└── 注塑机</p> <p>└── 塑料</p>	
—	螺杆式省去
Z	柱塞式

表 2-2 塑料注塑机基本参数 (第一部分) (JB/T 7267—2004)

理论注射容积系列/ cm ³	16	25	40	63	100	160	200	250	320	400	500	630	800	1000
实际注射质量(物料: 聚苯乙烯)/g	14	22	36	56	89	143	179	223	286	357	446	562	714	890
塑化能力(物料:聚苯 乙烯)/(g/s)	2.2	3.3	5.0	6.9	9.7	11.7	13.9	16.1	18.9	22.2	26.4	29.2	33.3	37.5
注射速率(物料:聚苯 乙烯)/(g/s)	20	30	40	55	75	90	100	110	120	140	170	210	250	300
注射压力/MPa	≥150								≥140					
理论注射容积系列/ cm ³	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300	8000	10000	16000	25000	32000	40000
实际注射质量(物料: 聚苯乙烯)/g	1115	1425	1785	2230	2855	3570	4460	5620	7140	8925	14280	22310	28559	35700
塑化能力(物料:聚苯 乙烯)/(g/s)	42.5	50.0	58.3	66.7	76.3	88.9	100.0	116.7	133.3	144.4	175.0	222.0	261.1	305.6
注射速率(物料:聚苯 乙烯)/(g/s)	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1500	2200	2713	3300
注射压力/MPa	≥140								≥130					

表 2-3 塑料注塑机合模力参数(第二部分) (JB/T 7267—2004)

系 列	合模力参数值/kN														
第 1 系列	160	200	250	320	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000
	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	25000	32000	40000	50000				
第 2 系列	180	220	280	360	450	560	(600)	710	900	1100	(1200)	1400	(1500)		
	1800	(2100)	2200	(2400)	(2700)	2800	(3000)	(3500)	3600	(4200)	(4300)				
	4500	5600	(5700)	(6500)	7100	(7500)	9000	11000	14000	18000	22000				
	28000	36000	45000												

表 2-4 塑料注塑机合模装置中的参数(第三部分) (JB/T 7267—2004)

拉杆有效间距/mm	模具定位孔直径/mm		注射喷嘴球半径/mm
	基本尺寸	极限偏差	
200 ~ 223	80	+0.054	10
224 ~ 279	100	0	
280 ~ 449	125	+0.063	15
450 ~ 709	160	0	
710 ~ 899	200	+0.072	25
900 ~ 1399	250	0	
1400 ~ 2239	315	+0.081	30
≥2240		0	

表 2-5 国产注塑机型号及主要技术性能参数

型 号	XS-Z30	XS-Z60	SZA-YY60	XS-ZY125	XS-ZY125(A)	XS-ZY250	XS-ZY250(A)	XS-ZY350 (G54-S200-400)
理论注射量(最大)/cm ³	30	60	62	125	192	250	450	200~400
螺杆(柱塞)直径/mm	(28)	(38)	35	42	42	50	50	55
注射压力/MPa	119.0	122.0	138.5	119.0	150.0	130.0	130.0	109.0
注射行程/mm	130	170	80	115	160	160	160	160
注射时间/s	0.7		0.85	1.6	1.8	2	1.7	
螺杆转速/(r/min)			25~160	29、43、56、 69、83、101	10~140	25、31、39、 58、32、89	13~304	16、28、48
注射方式	柱塞式	柱塞式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式
锁模力/kN	250	500	440	900	900	1800	1650	2540
最大成型面积/cm ²	90	130	160	320	360	500		645
模板行程/mm	160	180	270	300	300	500	350	260
模具高度								
最大/mm	180	200	250	300	300	350	400	406
最小/mm	60	70	150	200	200	200	200	165
模板尺寸/mm	250×280	330×440				598×520		532×634
拉杆间距/mm	235	190×300	330×300	260×290	360×360	295×373	370×370	290×368
合模方式	肘杆	肘杆	液压	肘杆	肘杆	液压	肘杆	肘杆
液压泵流量/(L/min)	50	70、12	48	100、12		180、12	129、74、26	170、12
液压泵压力/MPa	6.5	6.5	14.0	6.5		6.5	7.0、14.0	6.5
电动机功率/kW	5.5	11	15	11		18.5	30	18.5
螺杆驱动功率/kW			(40)	4		5.5	9	5.5
螺杆转矩/(N·m)								
加热功率/kW		2.7		5	6	9.83		10
外形尺寸/m	2.34×0.80×	3.61×0.85×	3.30×0.83×	3.34×0.75×		4.70×1.00×	5.00×1.30×	4.70×1.4×
	1.46	1.55	1.6	1.55		1.82	1.90	1.80
电源电压/V	380	380	380	380	380	380	380	380
电源频率/Hz	50	50	50	50	50	50	50	50
机器质量/t	0.9	2	3	3.5		4.5	6	7

(续)

型 号	XS-ZY500	ZS-ZY500(B)	XS-ZY1000	XS-ZY1000(A)	SZY-2000	XS-ZY3000	XS-ZY4000	XS-ZY32000
理论注射量(最大)/cm ³	500	538	1000	2000	2000	3000	4000	32000
螺杆(柱塞)直径/mm	65	65	85	100	110	120	130	250
注射压力/MPa	104.0	135.0	121.0	121.0	90.0	90.0,115.0	127.5	130.0
注射行程/mm	200	190	260		280	340	380	
注射时间/s	2.7	2.7	3		4	3.8	约4	约10
螺杆转速/(r/min)	20,25,32,38、 42,50,63,80	19~152	21,27,35,40、 45,50,65,83	21,27,35,40、 45,50,65,83	0~47	20~100	0~60	0~45
注射方式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式
锁模力/kN	3500	2000	4500	5500	6000	6300	10000	35000
最大成型面积/cm ²	1000	1000	1800	2000	2600	2520	3800	14000
模板行程/mm	500	560	700	700	750	1120	1100	3000
模具高度								
最大/mm	450		700	700	800	960,680	1000	2000
最小/mm	300	240(440)	300	300	500	400	250	1000
模板尺寸/mm	700×850			1180×1180		1350×1250		2650×2460
拉杆间距/mm	540×440	540×440	650×550	650×550	760×700	900×800	1050×950	2260×2000
合模方式	肘杆	液压	特殊液压	特殊液压	肘杆	液压	特殊液压	特殊液压
液压泵流量/(L/min)	200,25	148,26	200,18,1.8	200,25	17.5×2、 14.2	194×2.0、 48,63		
液压泵压力/MPa	6.5	14.0	14.0	14.0,15.0	14.0	14.0,21.0		
电动机功率/kW	22	30	40,5.5,5.5	40,7.5	40,40	45,55	142	3×155,30,0.75
螺杆驱动功率/kW	7.5	11	13	15	23.5	37	40	170
螺杆转矩/(N·m)								
加热功率/kW	14	17	16.5	18,25	21	40	45.2	
外形尺寸/m	6.50×1.30× 2.00	6.0×1.5× 2.0	7.67×1.74× 2.38	7.4×1.7× 2.4	10.908×1.9× 3.43	11×2.9× 3.2	14×2.4× 2.85	20×3.24× 3.85
电源电压/V	380	380	380	380	380	380	380	380
电源频率/Hz	50	50	50	50	50	50	50	50
机器质量/t	12	9	20	25	37	50	65	240

2.1.8 国内注塑机产品型号应怎样标注?

国内部分注塑机生产厂产品型号及主要技术性能参数见表 2-5。表 2-6 ~ 表 2-10 是大连华大机械有限公司生产的部分注塑机产品规格型号及主要技术性能参数。

表 2-6 所列是 HD 系列注塑机的规格型号及主要技术参数。这是一种通用型注塑机, 可用 PC、UPVC、PMMA、PET 和 PA 等原料注塑成型制品。

表 2-6 HD 系列注塑机规格型号及主要技术性能参数

型 号	HD-95G			HD-165G			HD-285G		
螺杆直径/mm	30	35	40	43	50	56	54	62	70
螺杆长径比(L/D)	23	20	18	23	20	18	23	20	18
理论注射容积/cm ³	120	163	214	341	461	579	648	854	1089
理论注射量/g	126	171	224	358	484	608	680	897	1143
注射压力/MPa	217	159	122	206	152	121	207	157	123
注射速率/(cm ³ /s)	67	91	119	103	140	175	151	199	254
塑化能力/(g/s)	7.3	10	13.2	14	22	36.9	16.8	28.2	37.5
螺杆最高转速/(r/min)	197			154	179		130	165	
螺杆行程/mm	170			235			283		
合模力/kN	950			1650			2850		
拉杆有效间距/mm	390 × 355			480 × 410			590 × 520		
移动模板行程/mm	320			400			520		
最大模厚/mm	350			465			640		
最小模厚/mm	100			155			200		
顶出力/kN	36			45			62		
顶出行程/mm	85			100			130		
电动机功率/kW	7.5			15			22		
系统压力/MPa	15			16			16		
加热功率/kW	6.2			12.95			18.25		
加热段数目	3 + 1			4 + 1			4 + 1		
机器质量/t	3			4.7			7.2		
外形尺寸/mm	3860 × 920 × 1800			4830 × 1055 × 1915			5970 × 1370 × 2055		

注:理论注射量是指用 PS 料时的质量。

表 2-7 所列是专用生产成型瓶坯的 PET 系列注塑机的规格型号及主要技术性能参数。

表 2-7 PET 系列瓶坯专用注塑机型号及主要技术性能参数

型 号	90PET			160PET			260PET			380PET		
螺杆直径/mm	35	40	45	45	50	55	55	60	65	70	80	90
理论注射容积/cm ³	177	231	293	366	452	546	656	780	916	1416	1850	2341
注射量/g	189	247	313	391	483	585	702	835	980	1515	1979	2505
注射压力/MPa	222.0	170.0	134.3	210.2	170.2	140.7	199.9	168.0	143.1	208.2	159.4	125.9
螺杆长径比(L/D)	25.1	22.0	19.6	24.4	22.0	20.0	24.0	22.0	20.3	25.1	22.0	19.6
注射速率/(cm ³ /s)	64	84	106	106	131	158	192	229	269	259	339	429
螺杆最高转速/(r/min)	177			162			173			140		
螺杆行程/mm	184			230			276			368		
合模力/kN	900			1600			2600			3800		
合模行程/mm	320			446			525			710		
拉杆间距/mm	360×360			460×460			740×740			660×660		
最大模厚/mm	360			460			580			740		
最小模厚/mm	150			150			200			250		
模板最大间距/mm	680			906			1105			1450		
顶出力/kN	25			37			60			100		
顶出行程/mm	85			130			160			200		
顶出杆数量	1			5			9			13		
电动机功率/kW	7.5			15			22			37		
液压泵输出量/(L/min)	54			84			145			203		
电热功率/kW	10.6			15.3			18.3			25		
加热段数目	4+1			5+1			5+1			5+1		
机器质量/t	3			4.8			11			15.5		

注：注射量是指用 PET 料时的质量。

表 2-8 所列是采用 PVC 粉料注塑成形各种管件、阀门类产品、PVC 系列粉料专用注塑机的规格型号及主要技术性能参数。

表 2-8 PVC 粉料成型注塑机规格型号及主要技术性能参数

型 号	90PVC			190PVC			380PVC			600PVC		
螺杆直径/mm	35	40	45	50	55	60	70	80	90	90	100	110
理论注射容积/cm ³	177	231	293	497	601	715	1416	1850	2341	2863	3534	4277
注射量/g	212	277	351	596	721	858	1699	2220	2809	3435	4241	5132

(续)

型 号	90PVC			190PVC			380PVC			600PVC		
注射压力/MPa	222.0	170.0	134.3	204.8	169.3	142.2	208.2	159.4	125.9	199.1	161.3	133.3
螺杆长径比(L/D)	26.3	23.0	20.4	25.3	23.0	21.1	26.3	23.0	20.4	25.6	23.0	20.9
注射速率/(cm ³ /s)	64	84	106	132	160	190	259	339	429	397	490	593
螺杆最高转速/(r/min)	177			162			140			80		
螺杆行程/mm	184			253			368			450		
合模力/kN	900			1900			3800			6000		
移动模板行程/mm	320			490			710			910		
拉杆间距/mm	360 × 360			510 × 510			740 × 740			900 × 900		
最大模厚/mm	360			510			740			910		
最小模厚/mm	150			175			250			350		
模板最大间距/mm	680			1000			1450			1820		
顶杆顶出力/kN	25			44			100			246		
顶杆行程/mm	85			140			200			280		
顶杆数	1			5			13			17		
电动机功率/kW	7.5			18.5			37			55		
液压泵输出量/(L/min)	54			102			203			297		
加热功率/kW	10.6			15.3			25			34		
加热段数目	4 + 1			5 + 1			5 + 1			5 + 1		
机器质量/t	3			6			15.5			26		

注：注射量是指用 PVC 料时的质量。

表 2-9 所列是注塑成型大规格塑料制品用 F₂ 系列注塑机的规格型号及主要技术性能参数。

表 2-9 F₂ 系列注塑机规格型号及主要技术性能参数

型 号	750F ₂			1250F ₂			2200F ₂		
螺杆直径/mm	90	100	110	110	125	140	140	160	180
理论注射容积/cm ³	2863	3534	4277	5293	6835	8574	10391	13572	17177
注射量/g	2577	3181	3849	4764	6152	7717	9352	12215	15459
注射压力 A/MPa	199.1	161.3	133.3	219.0	169.6	135.2	208.3	159.5	126.0
注射压力 B/MPa	151.3	122.6	101.3	167.1	129.4	103.2	155.4	119.0	94.0
注射速率 A/(cm ³ /s)	590	729	882	724	935	1173	1141	1491	1887

(续)

型 号	750F ₂			1250F ₂			2200F ₂		
注射速率 B/(cm ³ /s)	777	959	1161	949	1225	1536	1530	1998	2529
螺杆行程/mm	450			557			675		
螺杆长径比(L/D)	22	20	18	23	20	18	23	20	18
注射喷嘴行程/mm	600			800			1080		
螺杆转速/(r/min)	125			110			64		
合模力/kN	750			1250			2200		
最小模厚/mm	350			500			900		
最大模厚/mm	1025			1300			1800		
模板最大间距/mm	2050			2600			3700		
移动模板行程/mm	1025			1300			1900		
拉杆间距/mm	1000 × 1000			1250 × 1250			1800 × 1600		
顶杆顶出力/kN	246			246			385		
顶杆行程/mm	350			350			450		
顶杆数	17			21			21		
电动机功率/kW	74			110			165		
电热功率/kW	33.8			41			68		
系统压力/MPa	16			16			16		
液压泵排量/(L/min)	441			595			892		
油箱容积/L	1350			1550			2150		
加热段数目	5 + 1			5 + 1			5 + 1		
机器质量/t	39			68			169		

注：A 为高压低速，B 为低压高速。

表 2-10 所列是注塑成型小型、薄壁精密塑料制品用 TTI-Fx 系列注塑机的规格型号及主要技术性能参数。

表 2-10 TTI-Fx 系列注塑机型号及主要技术性能参数

型 号	TTI-100Fx		TTI-180Fx		TTI-260Fx	
螺杆直径/mm	30	35	40	45	50	55
理论注射容积/cm ³	114	155	260	329	497	601
注射量/g	102	139	234	296	447	541
螺杆长径比(L/D)	23.3	20	22.5	20	22	20
注射压力/MPa	232.0	174.0	216.0	170.7	204.8	169.3

(续)

型 号	TTL-100Fx		TTL-180Fx		TTL-260Fx	
	注射速率/(cm^3/s)	96	131	160	203	245
螺杆转速/(r/min)	310		420		300	
塑化能力/(kg/h)	42	58	76	97	142	173
注射台行程/ mm	255		320		400	
合模力/ kN	100		180		260	
模板最大间距/ mm	680		906		1105	
移动模板行程/ mm	320		446		525	
拉杆间距/ mm	360 × 360		460 × 460		580 × 580	
最小模厚/ mm	150		150		200	
最大模厚/ mm	360		460		580	
顶杆顶出力/ kN	37		44		60	
顶杆行程/ mm	85		130		160	
顶杆数	1		5		9	
电动机功率/ kW	15		22.37		30	
油箱容积/ L	200		28		430	
系统压力/ MPa	16		16		16	
加热段数目	3 + 1		4 + 1		5 + 1	
加热功率/ kW	6.2		10.6		15.3	
机器质量/ t	3.2		5.5		8.5	

注：注射量和塑化能力计算，系指用 PS 料。

表 2-11 是江苏无锡市格兰机械有限公司生产的注塑机型号及主要技术性能参数。SZ 系列注塑机型号及主要技术性能参数见表 2-12。

表 2-11 格兰机械有限公司产注塑机型号及主要技术性能参数

产品型号	主要技术性能参数				
	注射量/ g	螺杆直径/ mm	注射压力/ MPa	锁模力/ kN	
塑料注塑机 (机铰式)	WG-180	275	45	184	1800
		340	50	149	1800
WG-220	425	50	179	2200	
	535	55	148	2200	

(续)

产品型号	主要技术性能参数			
	注射量/g	螺杆直径/mm	注射压力/MPa	锁模力/kN
WG-250	522	55	240	2500
	662	60	202	2500
WG-320	724	60	171	3200
	850	65	145	3200
WG-400	1292	75	223	4000
	1476	80	196	4000
WG-550	1856	80	196	5500
	2095	85	173	5500
WG-650	2729	85	203	6500
	3060	90	182	6500
WG-1000	3912	100	192	10000
	4734	110	158	10000
WG-1300	5778	110	200	13000
	6876	110	168	13000
WG-1600	8243	120	214	16000
	9675	130	182	16000
塑料注塑机 (液压式)				
SZK-500	1658	75	186	5000
	2125	85	145	5000
SZK-630	2255	85	179	6300
	2720	95	144	6300
SZK-800	3512	100	161	8000
	4250	100	133	8000
SZK-1000	4500	110	158	10000
	5355	120	133	10000
SZK-1250	5795	120	156	12500
	6800	130	133	12500
SZK-1600	7329	130	159	16000
	8500	140	137	16000
SZK-2000	10462	140	177	20000
	13600	160	130	20000
SZK-2500	16825	160	164	25000
	21250	180	130	25000

表 2-12 SZ 系列注塑机型号及主要技术性能参数

型 号	SZ-100/ 60	SZ-160/ 60	SZ-250/ 100	SZ-630/ 200	SZ-800/ 2500	SZ-1250/ 4000	SZ-2500/ 500	SZ-4000/ 630	SZ-4000/ 800	SZ-6300/ 1000	SZ-10000/ 1600
螺杆直径/mm	35	40	45	60	65(60)	80	90	110	110	130	150
注射行程/mm	110	130	160	230	242	250	395	425	425	480	570
塑化能力/(g/s)	11.1	11.7	13.9	36	35	57.2	66.7	88.9	88.9	116.7	148.7
注射压力/MPa	150	145	150	147	141(166)	150.4	141	130	130	150	140
理论注射量/cm ³	100	160	250	630	800(700)	1250	2500	4000	4000	6300	10000
注射速率/(g/s)	≥85	≥100	135	245	258	355	560	760	760	1060	1130
螺杆转速/(r/min)	20~200	20~200	16~170	0~150	0~150	20~180	20~120	20~120	20~120	0~80	0~80
锁模力/kN	600	600	1000	2200	2500	4000	5000	6300	8000	10000	16000
模板最大开距/mm	600	600	740	1000	1160	1400	1600	2040	2150	2600	3000
模具厚度 最大/mm 最小/mm	170 300	170 300	220 380	200	240	400	400	400	500	600 1250	750
拉杆内间距/mm	320×320	320×320	400×400	540×440	560×560	735×735	850×850	900×800	1050×1000	1200×1100	1300×1300
模具定位孔直径/mm	125	125	110	160	160	200	250	225	250	315	250
喷嘴球半径/mm	35	35	35	15	15	35	35	35	35	35	35
机筒加热功率/kW	6	6.22	6.72	15	17.7	24	35	40	40	50	80
液压泵电动机功率/kW	11	18.5	18.5	30	37.5	52	85	122	122	132	151
外形尺寸(L×W×H)/m	3.9×1.29 ×1.81	3.95×1.27 ×1.8	5.07×1.84 ×1.66	6×1.5 ×2.2	6.5×3.2 ×1.4	7.86×1.45 ×2.05	10×3.75 ×2.95	11×2.9 ×3.2	11×3.21 ×3.43	12×2.5 ×3.1	12.6×4.25 ×3.9
电源电压/V	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380	380
电源频率/Hz	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
机器质量(约)/t	2.8	3	5	9	9.5	17.5	30	41	50	42	78

2.1.9 注塑机类型应怎样应用选择?

注塑机类型的选择,要从准备生产塑料制品的品种类型和制品用原料这个主要条件来考虑;当然也要注意注塑机的使用操作方便性、结构合理性、设备中的一些装置是否齐全、有几个安全预防措施装置及设备的精度质量检查项目及检查方法等因素。应对几个注塑机生产厂进行全面比较,然后选择售价比较便宜些的。注塑机类型的选择可参照表 2-13 (供选择参考)。

表 2-13 按塑料制品种类或所用原料的不同选择注塑机类型

塑料制品名称或所用原料	注塑机类型
家用电器用塑料配件	选用卧式螺杆型注塑机
精密仪表类塑料件	选用注射压力、注射量和温度控制较精确的精密注塑机
塑料拉链	选用专用注塑机
生活日用品各种塑料件	用卧式注塑机或双色注塑机
原料为聚砜树脂注塑件	最好用排气式注塑机,采用普通注塑机时原料要进行干燥处理
原料为聚碳酸酯注塑件	选用排气式注塑机
酚醛塑料注塑件	采用热固性注塑机

2.1.10 怎样选择注塑机的规格型号?

注塑机的规格型号应按准备要注射成型制品的成型用料量和所需成型用锁模力值来选择。工作顺序如下:

- 1) 查看注塑机生产厂家产品说明书中给出的理论注射量(或容积)和合模力。
- 2) 将注射制品的成型用料量与注塑机说明书中的理论注射量(或容积)进行比较,注射制品用料量应在注塑机理论注射量的 40% ~ 80% 之间。

计算方法如下:

采用 PS 料注射制品用熔料总量

$$Q = k \times (\text{制品质量} + \text{浇注系统用料质量})$$

式中 k 为系数, $k = 1.1 \sim 1.3$ 。

计算用其他塑料成型时应用熔料总量

$$Q_s = Q \times \frac{1.05}{\rho_r}$$

式中 ρ_r 为不同塑料的密度。

- 3) 将注射制品成型所需合模力(锁模力)与说明书中给出的合模力进行比较,注塑机的合模力应略大于制品注射成型所用合模力。

注射制品用合模力

$$F = KS$$

式中 F ——合模力(锁模力)(kN);

S ——制品在模板上的垂直投影面积(cm^2);

K ——不同塑料用常数 (kN/cm^2)，见表 2-14。

表 2-14 不同原料的 K 值

原料名称	PE	PP	PS	ABS	PA	其他工程塑料
$K/(\text{kN}/\text{cm}^2)$	3.2	3.2	3.2	3.2~4.8	6.4~7.2	6.4~8.0

2.1.11 注塑机的理论注射量是指什么?

理论注射量是指注塑机中的螺杆（柱塞）在一次最大行程中注射装置所能推出的最大塑化熔料量 (cm^3)。理论注射量是注塑机的主要性能参数。从这个参数中可以知道注塑机的加工能力，从而可确定一次注射成型塑料制品的最大质量。

国家标准 GB/T 12783—2000 中规定，理论注射量的大小用物料熔融状态时质量 (g) 或容积 (cm^3) 表示。目前，国内和世界各国用容积 (cm^3) 标注方式较多，因为物料容积与物料熔融状态的密度无关，此种标注方法适应于任何塑料的计量。

理论注射量（容积）计算公式为

$$Q_L = \frac{\pi}{4} D^2 S$$

式中 Q_L ——理论注射量 (cm^3)；

D ——螺杆（柱塞）直径 (cm)；

S ——螺杆（柱塞）的最大行程 (cm)。

由于螺杆（柱塞）外径与机筒内径之间有一个相互运动的装配间隙，当螺杆（柱塞）推动熔料前移时，受喷嘴口直径缩小和物料与机筒内壁摩擦等阻力影响，会有一部分料从间隙中回流。另外，熔料冷却时会有一定收缩量需要补充。所以，注塑机的实际注射量要小于理论注射量，计算时需要用系数 K 值修正， K 值的大小与螺杆（柱塞）的结构及参数、外径和间隙、注射力的大小、熔料流速、背压大小、模具结构、制品形状和塑料的性质等因素有关。当螺杆头部有逆止阀时，取 K 值为 0.9；如只考虑熔料的回流时，取 K 值为 0.97。按照 JB/T 7267—2004 标准， K 值通常取 0.85。

实际注射量（容积）

$$Q_s = K Q_L = K \frac{\pi}{4} D^2 S$$

如果知道塑料制品的密度，在选择注塑机时，则可将熔融状态下塑料的容积换算为质量。即

$$Q_s = K Q_L \rho_r$$

式中 Q_s ——注塑机实际注射量 (g)；

ρ_r ——塑料熔融状态下的密度 (g/cm^3)。

塑料在不同温度条件下的密度见表 2-15。

表 2-15 塑料在不同温度条件下的密度

名 称	室温下密度/ (g/cm ³)	加工温度/℃	熔融状态下密度/ (g/cm ³)
聚苯乙烯 (PS)	1.05	180 ~ 280	0.93 ~ 0.98
低密度聚乙烯 (LDPE)	0.92	160 ~ 260	0.73 ~ 0.78
高密度聚乙烯 (HDPE)	0.954	260 ~ 300	0.71 ~ 0.73
聚甲醛 (POM)	1.42	200 ~ 210	1.16 ~ 1.17
尼龙 6、尼龙 10 (PA6、PA10)	1.08	260 ~ 290	1.008 ~ 1.01
聚丙烯 (PP)	0.915	250 ~ 270	0.72 ~ 0.75

2.1.12 注射压力应怎样理解?

在注塑成型塑料制品的生产过程中, 螺杆 (柱塞) 前移时对塑化均匀熔料施加的推力, 即为注射压力。施加的这个压力是为了克服熔料进入成型模具腔过程中, 克服流经喷嘴、浇道和模具腔内各部位的摩擦阻力, 保证熔料在此压力作用下充满型腔各部位。

注射压力计算公式为

$$p_{\text{注}} = \frac{\frac{\pi}{4} D_0^2 p}{\frac{\pi}{4} D^2} = \left(\frac{D_0}{D} \right)^2 p_0$$

式中 p_0 ——油压 (MPa);

D_0 ——注射液压缸内径 (cm);

D ——螺杆 (柱塞) 外径 (cm)。

注射压力的大小选择, 要从熔融料的粘度、成型制品的形状、塑化条件、成型模具的温度及制品外形尺寸精度要求等因素考虑。注射力选择得过大, 塑料制品成型时容易产生毛边, 制品的内应力较大, 而且脱模也要困难些。如果注射力选择得偏小, 则容易造成被注射的熔料不能充满模腔, 使制品不能达到要求的形状, 有的即使成型制品, 其外形尺寸精度也难达到质量要求。

表 2-16 中给出了塑料制品的尺寸精度要求和用料粘度要求不同时, 需要注射成型制品的注射压力, 供注塑成型时选择注射压力参考。

表 2-16 制品尺寸精度和用料粘度与注射压力关系

塑料制品成型条件	注射压力/MPa
制品尺寸精度一般, 原料粘度较低	70 ~ 100
制品外形有一定的尺寸精度要求, 原料粘度中等	100 ~ 140
制品外形尺寸精度要求较高, 原料粘度较高	140 ~ 170
制品外形较复杂, 尺寸精度要求高	230 ~ 250

一般情况下, 选择注塑制品用注射压力要大于注塑成型制品用压力的 20%。

对注塑机的注射压力调整, 可采用调换注塑机中螺杆 (柱塞) 直径的方法。

这是因为由于液压系统的额定压力和注射液压缸的压力值不变，而螺杆（柱塞）得到的最大推力也是恒定不变值。

不同螺杆（柱塞）直径与注射压力的关系是

$$D_n^2 p_n = D_1^2 p_1$$

式中 D_1 ——第一根螺杆（柱塞）直径（mm）；

p_1 ——第一根螺杆（柱塞）的注射压力（MPa）；

D_n ——调整后螺杆（柱塞）直径（mm）；

p_n ——调整后螺杆（柱塞）注射压力（MPa）。

2.1.13 注塑机性能参数中的注射速度是指什么？

被均匀塑化的熔融料，在被螺杆（柱塞）推动前移时，为了能尽快把熔料充满成型模具的空腔，除了要求有足够的注射压力外，还要求熔料有一定的流动速度，为防止降温冷凝，要求其在最短的时间内充满空腔，然后迅速冷却固化。熔料被注射时的流动速度即为注射速度。

注射速度计算

$$v = \frac{S}{t_z}$$

式中 S ——螺杆（柱塞）行程（mm）；

t_z ——注射时间（s）。

按公式解释注射速度，是指单位时间（s）内螺杆（柱塞）移动的距离（mm）。

注射速度的快慢直接影响成型注塑制品的质量和生产效率。速度慢、注塑成型制品用时间增加，熔料受降温的影响充满模腔的时间加长，流动阻力变大，这样会造成成型制品出现冷合料缝痕。而注射速度过快，则会产生物料摩擦热过高，容易造成熔料因温度偏高而降解或变色；同时，过快的注射熔料流速会让模腔内空气被急剧加压而升温，也会使熔料汇合处因降解而出现焦黄色。

注射熔料的流速快慢选择，要注意考虑原料的性能、制品的形状及模具的冷却条件影响。

由注塑机的注射量大小而决定的制品注射时间可参照表 2-17 中的经验数据来初步确定。然后再在生产工作中结合制品的实际工作时间，适当加以调整。

表 2-17 注射量与注射时间的关系

注射量/g	125	250	500	1000	2000	4000	6000	10000
注射时间/s	1.0	1.25	1.5	1.75	2.25	3.0	3.75	5.0

2.1.14 什么是注塑机的合模力？应怎样选择和计算？

注塑机的合模力（也称锁模力）是指合模装置中，对两片（或多片）模具合成一制品空腔体的最大夹紧力。当熔料以一定的注射力和流速进入模具空腔时，

有这个合模力作用，使成型模具不至于被熔料的注射力作用而胀开。

注塑机的合模力和注塑机的注射量一样，是注塑机的一个重要性能参数。从这个参数中就可知道注塑机规格的大小。在注塑机的规格型号标准（GB/T 12783—2000）标注中，分子数值是注塑机的理论注射量（g 或 cm^3 ），分母数值就是合模力（kN）。

塑料制品注塑成型所需的最小合模力（即不被熔料把成型模具胀开的合模力）为

$$F \geq 10KpA$$

式中 F ——合模力（kN）；

K ——安全系数，一般取 $K = 1 \sim 1.2$ ；

p ——模腔的内压力（MPa）；

A ——制品外形在模具分形面上的投影面积（ cm^2 ）。

成型模具腔内的压力值 p 的计算比较困难，它与注射压力、熔料的粘度、原料塑化工艺条件、制品的形状、模具结构和冷却定型温度有关。在这里，取模具腔内的平均压力（这个平均压力是个试验数据，即模具腔内的总压力与制品投影面积的比值）来计算注塑机的合模力

$$F \geq 10Kp_{\text{平均}}A$$

不同塑料制品注塑时成型模具腔内的平均压力见表 2-18。

表 2-18 不同塑料注塑时模腔内平均压力

塑料名称	平均压力/MPa	塑料名称	平均压力/MPa
LDPE	10 ~ 15	AS	30
MDPE	20	ABS	30
HDPE	35	有机玻璃 PMMA	30
PP	15	乙酸纤维树脂类塑	35
PS	15 ~ 20	料 (CA)	

不同塑料制品的成型条件与模具腔内平均压力见表 2-19。

表 2-19 制品成型条件与模腔内平均压力

成型条件	模腔平均压力/MPa	制品结构
易于成型制品	25	PE、PP、PS 成型壁厚均匀日用品、容器等
普通制品	30	薄壁容器类原料为 PE、PP、PS
物料粘度高 制品精度高	35	ABS、聚甲醛（POM）等精度高的工业用零件
物料粘度特高 制品精度高	40	高精度机械零件

合模力、注射压力 $p_{\text{注}}$ 和制品投影面积 A 及成型模具腔内的平均压力的分布示意如图 2-9 所示。

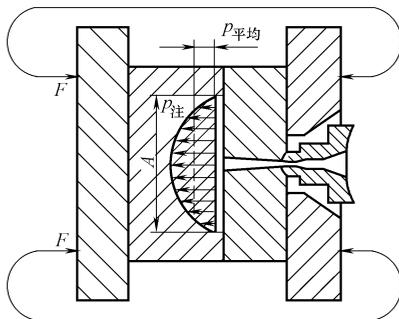


图 2-9 合模力、模腔内压力及制品投影面积分布示意图

2.1.15 注塑机中合模部位参数应怎样选择？

合模部位的参数要根据注塑制品的外形尺寸要求来确定选择。如要按制品的高度计算出成型模具的厚度，根据成型模具的厚度和制品高度数值之和和查看模板开距最大尺寸数值是否够用，制品是否能取出；根据成型模具的外形尺寸核对拉杆间距尺寸，是否能通过模具；模具装配固定在模板上，模板的尺寸是否适合；模板的移动速度方式是否适合制品成型要求等。

2.1.16 模板的作用是什么？

模板是注塑机上合模部分中一个重要零件。一般注塑机上有 2 块模板：一个固定在 4 根拉杆上，为固定模板；另一个通过 4 个孔与拉杆连接，同时在油缸的推动下能在拉杆上滑动，为移动模板。作用主要是用来固定塑料制品成型用模具。

图 2-10 所示为 HD 系列注塑机用模板结构尺寸，它是大连华大机械有限公司生产的一种常用型注塑机。模板上中心部位为模具定位和注射衬套用孔，模板面上

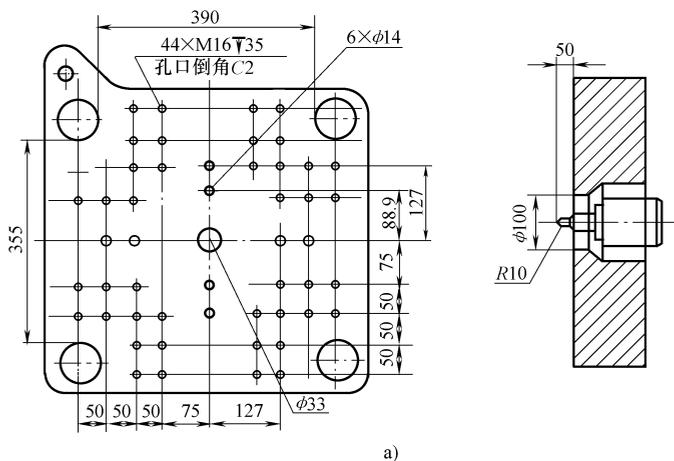


图 2-10 HD 系列注塑机模板结构尺寸

a) HD-95G 注塑机用模板

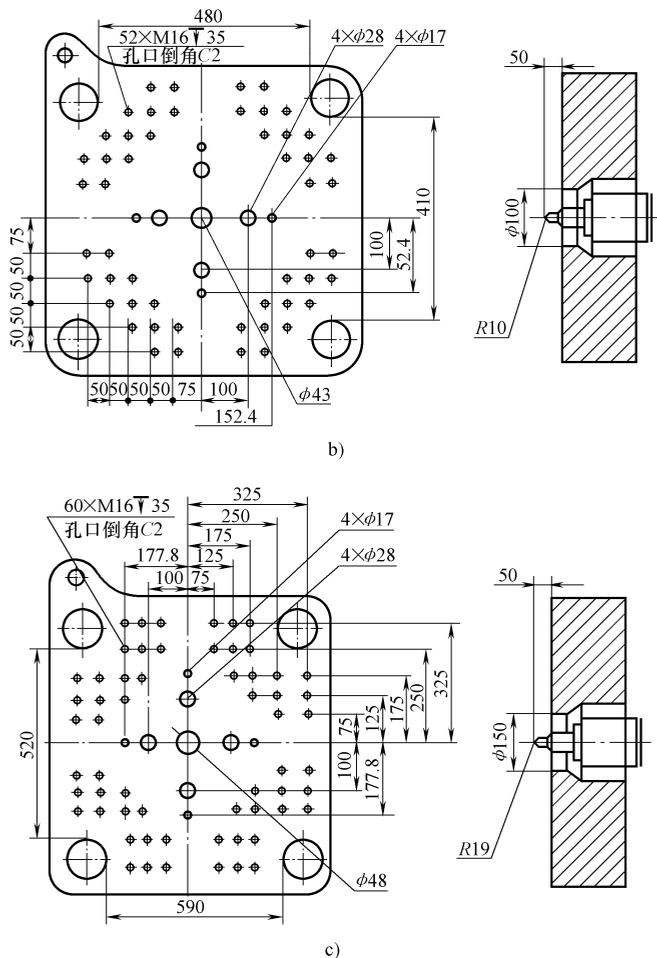


图 2-10 (续)

b) HD-165G 注塑机用模板 c) HD-285G 注塑机用模板

的螺纹孔用来固定成型模具，四个角上的孔是装配拉杆、固定模板位置用孔。安装成型模具前首先要核对模具各部位尺寸是否与模板尺寸相符。

2.1.17 成型模具尺寸与模板行程距离尺寸的关系是什么？

模板行程尺寸的大小由注塑制品的高度和成型模具（移动部分模具）的厚度尺寸来决定。一般条件是模板的行程距离大于移动模具厚度尺寸的 2 倍，以开模后能取出注塑制件为准。图 2-11 所示为注塑机模板行程距离与注塑件及成型模具的尺寸关系。为了缩短注塑件的生产循环时间，提高生产效率，应注意调整模板行程，使其在能取出制件的条件下越短越好。

图 2-11 中， L 是模板的最大行程（间距）。在液压机械式合模机构中，固定模板与移动模板间最大行程（间距）等于移动模板的工作行程与固定模具最大厚度

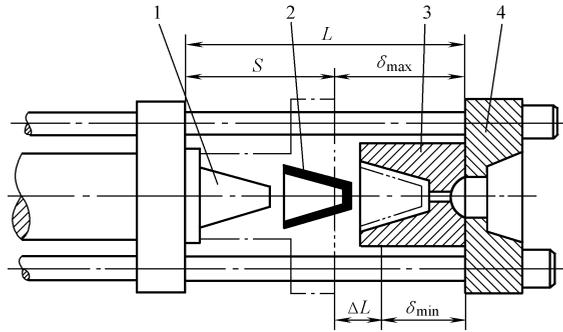


图 2-11 模板行程与制品尺寸的关系

1—移动模板和阳模 2—注塑制品 3—固定阴模 4—固定模板

值之和，即

$$L = S + \delta_{\max}$$

2.1.18 注塑制品用成型模具的厚度尺寸怎样确定？

成型模具在设计时，首先要由注塑件的高度尺寸来设计决定模具厚度，然后再按注塑机上模板的最大行程尺寸来核对。从图 2-11 中可以看出：如果固定成型模具中的阴模部分厚度小于 δ_{\min} 值时，装配固定模具时要加垫板，否则注塑合模时会损坏机械零件；如果这个尺寸大于 δ_{\max} 值，则这台注塑机将不能合模工作。

在液压机械式合模装置中，设计成型模具时，一定要注意控制固定模具（阴模）厚度的最小值与最大值；模具厚度尺寸的最大值与最小值之差值，就是合模机构模具安装调整的最大尺寸。

2.1.19 模板移动速度应怎样调整？有什么作用？

模板的工作移动速度是变化的：合模移动时的速度变化，是先快速移近固定模板，然后变慢速与固定成型模具合模；开模移动工作时，是先慢速开模，然后快速移开，再慢速停止。移动模板的快速度，一般为 $20 \sim 35\text{m}/\text{min}$ ，移动模板的慢速度，为 $0.3 \sim 3\text{m}/\text{min}$ 。移动模板采用快速度，是为了缩短单件制品生产周期；慢速开模是为了保护制品使其不至于损坏；合模时的慢速度，是为了使两片模具能平稳、准确闭合，避免模具损坏。

2.1.20 什么是注塑机的综合性能参数？

注塑机的综合性能参数，也是考核注塑机经济指标中的一项，它是指能够满足生产合格注塑制品之外的参数值。综合性能参数有注射时空循环次数、时间，用电总功率，设备总质量和设备外形尺寸等。

空循环时间是指注塑成型生产动作中合模时注射座前移、合模、注射、保压、冷却定型、开模、原料塑化、取出注塑件等生产动作之外的切换时间之和。它是完成注塑件成型生产一次循环中的无用功时间。这个时间的长短反映出注塑机结构设计的合理科学性、设备零件的制造精度质量、动作灵敏度、液压系统及电器性能参

数的工作质量。

这几个综合性能参数对设备的制造费用大小、缩短制件生产周期、提高生产效率和降低注塑件的生产成本都有一定的影响。在保证满足生产合格制品的条件下，都应该是最小值。

2.1.21 通用卧式注塑机有什么特点？

通用卧式注塑机是目前国内使用最多的一种机型，多数用来注射成型热塑性塑料，其注塑成型塑料制品的数量，在各种类型的注射成型塑料制品中也占有较大比例。表 2-5 ~ 表 2-11 中列出的注塑机型号均为卧式注塑机型号。卧式注塑机的外观结构如图 2-5 所示。卧式注塑机的立体外观如图 2-12 所示。

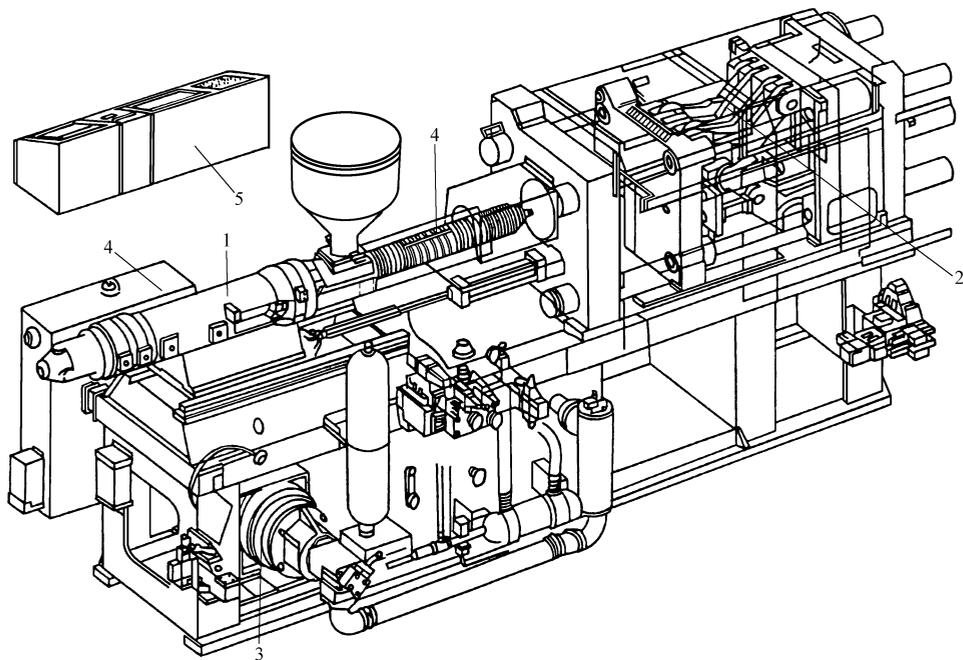


图 2-12 卧式注塑机的立体外观

1—原料塑化注射部分 2—合模、制品成型部分 3—液压传动工作部分
4—电加热控制部分 5—操作控制台

2.1.22 热固性塑料注射成型用注塑机有哪些特点？

加工热固性塑料（如酚醛、聚氨酯等）成型制品用注塑机，可称其为热固性注塑机。由于热固性原料成型制品工艺过程中的特殊条件要求，所以，用来成型热固性塑料制品用注塑机的结构（图 2-13）也就有些特殊的要求。

(1) 螺杆的结构形式 长径比 L/D 为 12 ~ 16，压缩比为 1.05 ~ 1.15，螺纹槽深为渐变型，螺杆头部为锥形结构。目的是为了减少原料在机筒内停留时间和对原料的剪切作用。

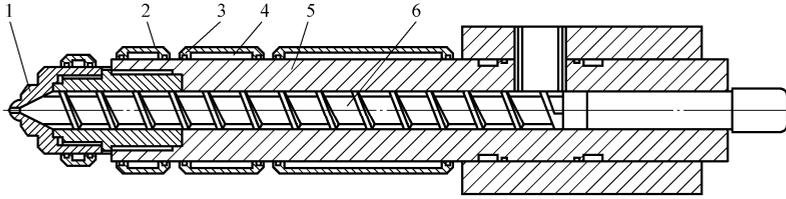


图 2-13 热固性塑料成型用注塑机的机筒结构

1—喷嘴 2—前机筒的加热装置 3—前机筒 4—加热装置 5—主机筒 6—螺杆

(2) 机筒的结构形式 分两段机筒、为组合式。两段机筒采用油或水为加热介质，各自单独控温，以保证机筒内原料升温缓慢、平稳，防止原料过热而提早固化在机筒内。这样的机筒结构也方便机筒的拆装清理。

(3) 考虑到热固性原料粘度比较大，喷嘴直径应在 4~8mm 之间，为直通式。

(4) 机筒与螺杆的装配组合间隙应在 0.1~0.2mm 之间，以防止机筒内滞留残料固化。

(5) 注意防止成型模具温度控制有较大波动，模具与模具固定板间要加隔热垫板，防止模具加热温度的传导，影响模具温度的稳定性。

(6) 成型热固性塑料制品用模具要注意设置排气流道，以解决热固性塑料固化反应中的气体逸出。

表 2-20 所列为热固性塑料成型用注塑机型号及主要技术性能参数，供选择时参考。

表 2-20 热固性注塑机的型号及主要技术性能参数

名 称	600H-200	900H-270	1300H-380	1800H-680	2300H-800	2800H-1325
合模力/kN	600	900	1300	1800	2300	2800
移模行程/mm	240	300	350	400	425	425
加热板厚度/mm	60	60	60	75	75	75
模具厚度(有加热板)/mm	20/280	20/280	20/280	0/250	100/500	100/500
移模调节行程/mm	260	260	260	260	400	400
模具厚度(无加热板)/mm	140/400	140/400	140/400	140/400	250/650	250/650
模板尺寸/mm	460×460	510×510	565×565	640×640	730×750	800×850
加热板尺寸/mm	460×460	510×510	565×565	640×640	730×750	800×850
固定模板厚度/mm	100	110	135	160	190	190
拉杆内间距/mm	300×300	310×310	360×360	400×400	460×460	515×515
拉杆直径/mm	50	65	65	80	90	100
顶出力/kN	46	70	70	70	70	70
顶出行程/mm	60	80	80	80	140	140
螺杆直径/mm	30,35,40	35,40,45	38,45,52	45,52,60	50,60,70	70,75,80

(续)

名称	600H-200	900H-270	1300H-380	1800H-680	2300H-800	2800H-1325
注射压力/MPa	200,148,112	180,138,109	207,148,110	194,145,109	203,141,104	176,153,135
理论注射容积/cm ³	98,135,176	153,200,254	180,255,340	349,490,670	395,565,770	750,857,980
公称注射量(PF)/g	106,146,184	165,215,275	195,275,365	376,490,670	425,610,830	810,925,1058
机筒加热功率/kW	1.2	1.2	1.4	1.5	2.2	2.2
模板加热功率/kW	2×3	2×3	2×4.5	2×5.75	2×7.5	2×9.5
电动机功率/kW	11	15	15	15	30	30
机器尺寸/mm	4900×1200 ×1800	5100×1300 ×1900	5200×1300 ×2000	6250×1350 ×2000	7000×1400 ×2100	7650×1850 ×2370
机器质量/kg	2600	3200	4200	6000	8200	9500
机器中心高/mm	1300	1370	1382	1456	1505	1470

2.1.23 排气式注塑机有哪些特点?

排气式塑料注射成型用注塑机,是指原料在被挤塑过程中,产生的挥发性气体或原料中的水蒸气,能在熔料注射成型前、从机筒内排出,这种在塑料被注射成型前能排除气体的注射机被称为排气式注塑机。如果熔料中的这些气体不被排出,混在注塑成型制件中,会影响制品的强度和外观质量。排气式注塑机可提高注塑制品的合格率,减少这种原料在注塑前的干燥处理工序,并缩短注塑制品的生产周期。

排气式注塑机中原料塑化、注射部位设备结构如图 2-14 所示。从图 2-14 中可以看到,排气式注塑机的塑化注射机筒上有排气孔,熔料的挥发性气体可直接排入大气中,也可通过管路与抽真空系统连接,使排气口部位产生负气压,以加快气体的排出。

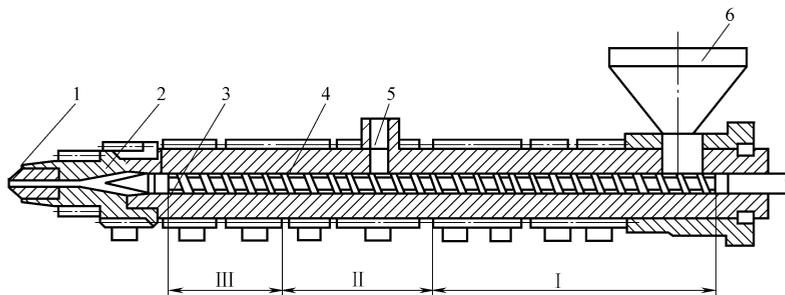


图 2-14 排气式注塑机中机筒和螺杆的结构

1—喷嘴 2—前段机筒 3—螺杆 4—主机筒 5—排气孔 6—料斗
I—螺杆的第一阶段 II—螺杆的排气区 III—螺杆的第二阶段

机筒内螺杆从排气区部位分开，分为螺杆的第一阶区和第二阶区。螺杆的第一阶区结构与渐变型螺杆结构相同，分为加料段、塑化段和计量段；第二阶区螺杆结构只有塑化段和计量段。

排气式注塑机对注塑原料塑化时，注射工作顺序是：注塑制品用原料从料斗进入机筒→螺杆转动把原料从加料段输入到塑化段→原料在挤压、高温等多种条件作用下塑化熔融→熔融的原料被转动的螺杆经计量段输送到排气部位→熔料减压，熔料中气体逸出排走→熔料在转动的螺杆螺纹槽中继续前移，进入第二阶区，进一步塑化→进入第二阶区计量段→贮存在注射室→螺杆迅速前移，熔料被强力推入成型模具中，冷却定型。

2.1.24 精密注塑机有什么特点？

塑料制件的结构和各部尺寸精度要求较高的塑料制品注射成型用注塑机，称为精密注塑机。如一些仪表和特殊要求的机械零件，它们的结构尺寸精度要求在0.01~0.005mm范围，一般通用注塑机成型难以达到此精度，所以，必须在专用精密注塑机上，再配以相应精度的成型模具，这样才能注塑成型较精密的塑料注射件。

精密注塑机的结构特点如下。

- 1) 塑化注射用机筒和螺杆应将其工作面特殊硬化处理，以提高硬度和耐磨性。
- 2) 螺杆的结构应适合对物料有较强的塑化能力，驱动转矩比较大，而且能无级调速。
- 3) 为适应较高的注射压力（注射压力在220~250MPa），注塑机合模部件各零件应有较好的工作强度和刚度。
- 4) 成型模具中型腔尺寸精度要求较高，合模部位应配备低压保护调整装置和锁模力调整装置。

精密塑料成型用注塑机型号及主要技术性能参数见表2-10，供选择时参考。

2.1.25 全电动式注塑机有哪些特点？

全电动式注塑机是指注塑机中的螺杆旋转、开闭模和注射等各种动作全部由交流伺服电动机驱动，取消原注射工作中液压传动系统的新型结构注塑机。其性能特点如下。

- 1) 注塑机中的各部件运动全部由交流伺服电动机驱动，使注塑机的工作噪声降到最小。
- 2) 注塑机中无液压滴漏油现象，使注塑机工作环境很清洁。
- 3) 减少液压油用冷却循环用水，节省能源，降低塑料制品制造成本。
- 4) 肘杆式合模和注射装置采用滚珠丝杠传动，保证了注塑机的合模、注射工

作重复精度。

5) 注塑机中设有液压系统工作、大大减轻了对设备的维修工作。

目前,国内大连华大机械有限公司已经生产有全电动式注塑机。全电动注塑机的主要技术性能参数见表 2-21。

表 2-21 全电动注塑机型号及主要技术性能参数

型 号	Zeus50	型 号	Zeus50
螺杆直径/mm	28	最小模具厚度/mm	100
注射容积/cm ³	80	顶杆顶出力/kN	20
注射压力/MPa	200/160	顶杆行程/mm	70
螺杆长径比 (L/D)	20	顶杆数	1
塑化能力/(g/s)	10	电动机总功率/kW	18.5
注射速率/(cm ³ /s)	105	电热功率/kW	4.5
锁模力/kN	500	电加热段	4 + 1
拉杆间距/mm	355 × 355	电源/kW	220 (1 ± 33%) 3/P 50/60Hz
模板行程/mm	270	机身外形尺寸/mm	4000 × 980 × 1600
最大模具厚度/mm	350	机器质量/t	3

2.1.26 塑料鞋用注塑机有几种类型?用途是什么?

鞋用塑料注塑机是成型塑料鞋用专用设备。这种注塑机有几种类型:只用来注射成型鞋底的注塑机称为结帮鞋用注塑机。这种鞋的鞋帮面料一般都是布、人造革或真皮。所注射成型的鞋,为全塑料原料的,称为全塑鞋注塑机。按鞋底的颜色和用料层的不同,又可分为单色注塑机和双色注塑或多色注塑机。

结帮鞋类型中有旅游鞋和运动鞋;全塑鞋类型中有旅游鞋、拖鞋和凉鞋。这些鞋中的塑料部分用料主要有 PVC、改性 PVC、SBS 和 TPR 树脂等。

2.1.27 塑料鞋用注塑机的结构特点是什么?

常见到的单色结帮鞋用注塑机结构组成如图 2-15 所示,单色全塑鞋用注塑机结构组成如图 2-16 所示。

从图 2-15 中可以看到,鞋用成型注塑机结构的塑料塑化和注射部分与通用型注塑机完全相同,不同的只是成型合模部位。这个装置有上、下 2 个圆盘,由转位机构驱动做间断式转换工位运动,压楦装置在上圆盘,合模装置在下圆盘,两圆盘间各工位处都装有模具,是完成制鞋部位。

图 2-16 中单色全塑鞋注塑机的成型部位,是一个开有 12 个矩形孔的支承式圆盘,以支承中心轴为轴心转动,圆盘上安装 6 双鞋模,开闭模由液压系统控制;螺杆的旋转可用机械传动,也可用液压方式驱动;注射工作由螺杆的往复动作完成,

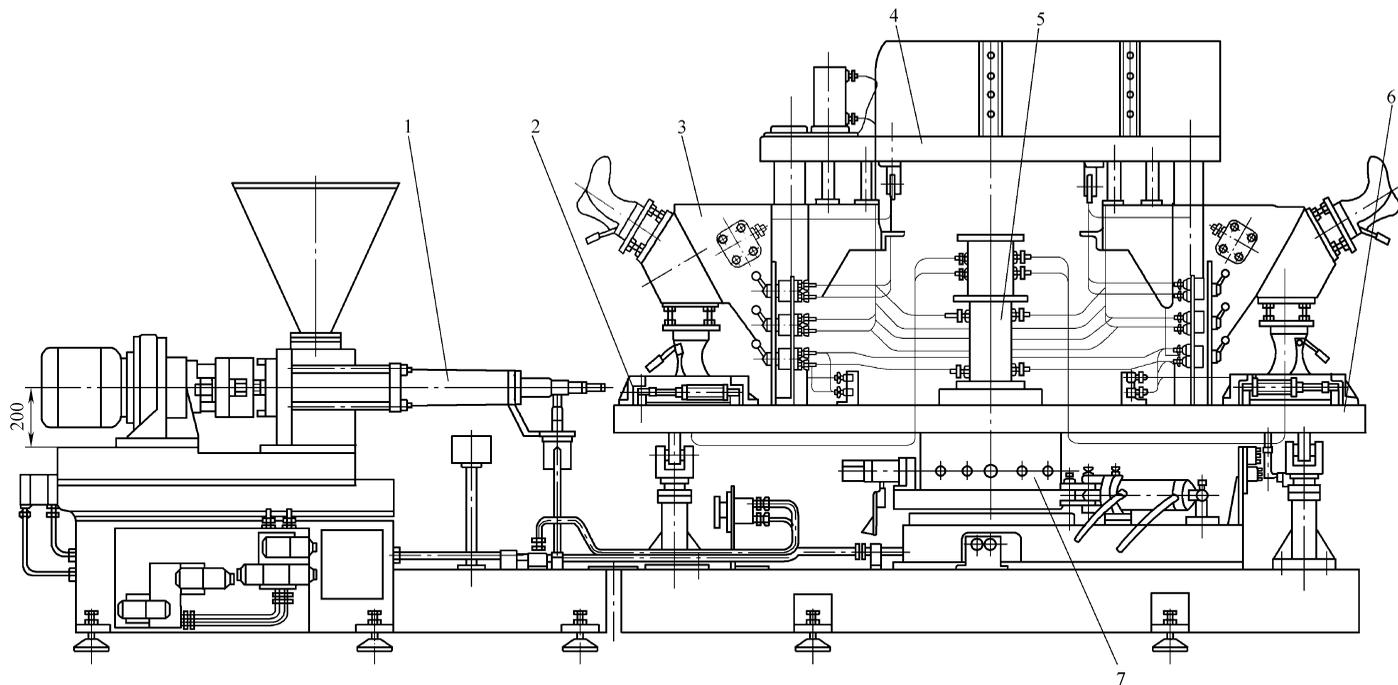


图 2-15 单色结帮鞋用注塑机结构组成

- 1—原料塑化注射部分 2—合模装置 3—自动翻植装置 4—上圆盘
5—液压油控制阀 6—下圆盘 7—圆盘转动装置

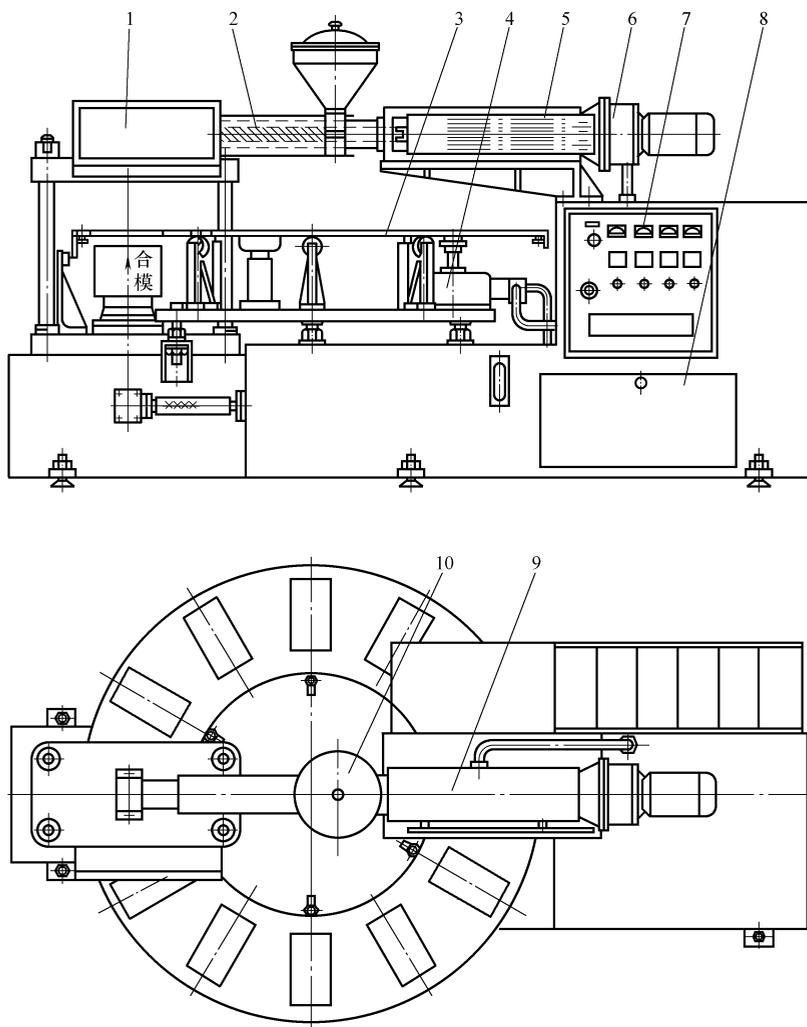


图 2-16 单色全塑料鞋用注塑机结构组成

- 1—合模装置 2—塑化装置 3—圆盘 4—圆盘转动减速箱
 5—注射计量装置 6—螺杆转动减速箱 7—操作控制器
 8—液压系统 9—注射装置 10—加料斗

每次注射量的大小由计量装置控制。对于塑料鞋的注射成型操作程序，要在开车生产前详细阅读设备使用说明书，按说明书中所示操作程序进行生产操作。

结帮鞋用注塑机型号及主要技术性能参数见表 2-22。全塑鞋用注塑机型号及主要技术性能参数见表 2-23。

表 2-22 结帮鞋用注塑机型号及主要技术性能参数

型 号	SZ-10CZ	SZ-12D	XSZ-12F	XSZ-12CF	2SZ-12D	2SZ-14AF
机筒数	1	1	1	1	2	2
工位数	10	12	12	12	12	14
螺杆直径/mm	60	60	60	60	60	60
螺杆长径比 (L/D)	18	16	16	16	16	16
螺杆转速/(r/min)	0~110	130	130	130	130	130
注射量/g	450	500	500	500	500×2	500×2
注射速率/(g/s)	100	100	100	100	100	100
注射压力/MPa	45	45	45	45	45	45
塑化能力/(cm^3/s)	20	>20	>20	>20	>20	>20
加热功率/kW	6	6	6	6	6×2	6×2
总功率/kW	24	19	21	21	36	40
生产率/(双/h)	80~120	≥80	≥80	≥80	≥70~110	70~110
设备质量/t	6.5	7	9	9.5	11	15
设备外形尺寸/mm	4800×2100 ×2500	4600×2400 ×2120	4875×2400 ×2122	4875×2400 ×2330	5640×4530 ×2005	8000×6000 ×2100

表 2-23 全塑鞋用注塑机型号及主要技术性能参数

型 号	QSZ-12J	QSZ-12LY	2QSZ-20Y	2QSZ-16LY
机筒数	1	1	2	2
工位数	12	12	20	16
螺杆直径/mm	65	60	65	60
螺杆长径比(L/D)	15	13	15	13
螺杆转速/(r/min)	135	88	0~100	88
注射量/g	700	400	700×2	400×2
注射速率/(g/s)	200	120	200	120
注射压力/MPa	45	35	45	35
塑化能力/(cm^3/s)	≥26		≥26	
锁模力/kN	700	305	700	305
加热功率/kW	8	3.5	8×2	3.5×2
总功率/kW	32	16.5	53	33
生产率/(双/h)	≥80	≥80	≥80	≥80
设备质量/t	5.5	8	13	10
设备外形尺寸/mm	3760×2300×2300	3170×2050×3470	8635×3458×2440	5150×3640×3470

2.1.28 注射吹塑中空制品成型用注塑机结构及工作方法有哪些特点?

注射吹塑中空成型制品用注塑机中的塑化注射部分与普通型注塑机完全相同。合模成型中空制品部分的成型模具，一般都是多工位结构。常用模具换位方式有模具往复式换位和模具旋转式换位2种。往复式换位方式，模具工位只有2个。旋转式模具换位，模具工位可以有2个、3个或4个，其中以三工位结构型式应用较多，其结构如图2-17所示。

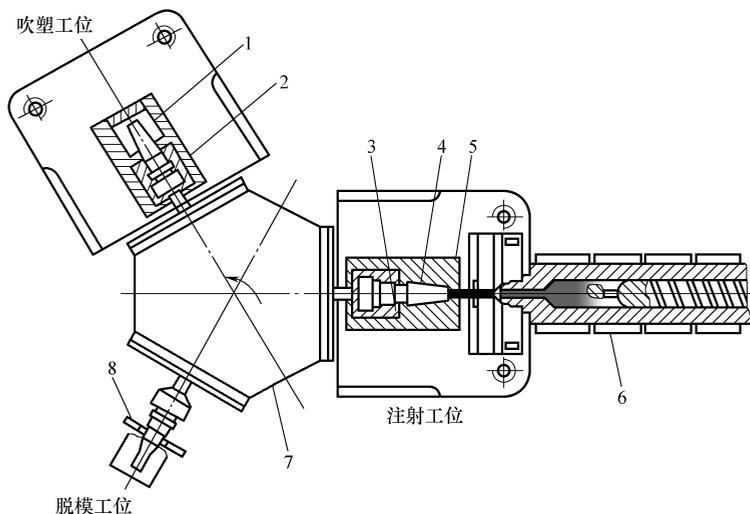


图 2-17 模具三工位旋转式注射吹塑中空成型注塑机结构

1—中空制品 2—成型模具 3—芯棒 4—制品型坯 5—型坯用模具
6—原料塑化注射装置 7—模具转位固定架 8—脱模板

图2-17中模具成型中空制品的工作程序为：制品原料首先在注塑机的机筒内塑化成熔融态，然后被前移的螺杆把熔料经喷嘴迅速注射入成型中空制品型坯的模具内，成型为有封底的管状型坯。注入模具内的熔料温度也略有下降，此动作即是图中的注射工位。然后开模，管状型坯在芯棒上随同旋转固定架转位 120° ，至吹塑工位。在吹塑工位芯棒和管状型坯同时置于下半吹塑成型模具型腔内，合模，然后把压缩空气经芯棒内孔吹入型坯内，把型坯吹胀，使被吹胀的型坯紧贴在成型模具腔的内壁，成型中空制品形状。制品经降温冷却定型后，开模。模具固定旋转架再旋转 120° ，芯棒与制品转至脱模工位，把制品从芯棒上拨出。完成中空制品成型的三工位动作。连续生产时，芯棒随旋转架再次转至注射工位，重复第二件中空制品的成型生产过程。

2.1.29 注射成型工艺与设备的发展方向是什么？

1) 缩短注塑制品的生产周期，向生产高效率方向发展。为了提高注塑成型制品的生产效率，从下面几点加强改进：提高原料塑化用螺杆的工作转速，增加原料塑化能力，缩短注射行程时间，加快模板移动速度；另外，改进注射装置为连续注射，合模装置采用回转式或多模成型注射等，从而达到注射成型制品的生产周期缩短，高速度的注射成型制品生产周期。目前，可达到 2s 内完成一件注射制品的生产能力。

2) 向注射成型制品的生产程序控制高度自动化方向发展。把注射成型全部过程中的原料输送、干燥、机筒供料、工艺温度控制、注射合模及制件的取出等实行全自动程序控制，从而达到注射成型生产自动化。

3) 为了节省贵重的金属材料，降低零件的制造成本，减轻设备重量，注塑成型制品开始向大型和小型精密化发展。目前，国内注塑机能注射成型的最大塑料制件可达 50000cm^3 ；国外生产注塑小型精密制件，最小可达 $0.5\sim 2\text{g}$ ，尺寸精度能达到 $2.5\mu\text{m}$ 。

4) 对注塑成型制品的工艺采取多种方案。如注塑新工艺有流动注塑成型制品、注射压缩成型制品、夹层注塑成型制品、反应注塑成型制品和气体辅助注塑成型制品等。

5) 向注塑制品采用专用型注塑机方向发展。注塑成型制品采用专用注塑机，这对提高制品生产效率、降低制件生产成本很有利。如采用粉料注塑机、瓶坯用注塑机、排气式注塑机、多色注塑机、纤维增强塑料注塑机、注射吹塑成型注塑机和热固性塑料注塑机等。

2.2 注塑机的结构

2.2.1 注塑机主要由哪些零部件组成？

注塑机的结构组成形式有多种，但不管是哪种组成形式的注塑机，要想在这台设备上全部完成塑料制品的注射成型工作，它就必须具备有塑料制品用原料的塑化、注射、成型模具合模、保压、冷却固化和制件的脱模等功能动作方式。由于注塑机的结构组成形式不同，各部位装置的形状位置也就有所不同。图 2-12 所示注塑机，是目前国内应用比较普遍、数量最多的一种普通型卧式注塑机的外观结构图。从图 2-12 中可以看到，注塑机由塑化注射、合模成型、液压传动、电控、加热冷却、润滑和安全保护及监控测试等几部分组成。

图 2-18 是卧式注塑机结构及主要零部件工作位置。

2.2.2 原料塑化注射装置常用结构形式有几种？

注塑机的原料塑化注射装置常用结构有柱塞式和螺杆往复式。这两种装置的结构如图 2-19 和图 2-20 所示。

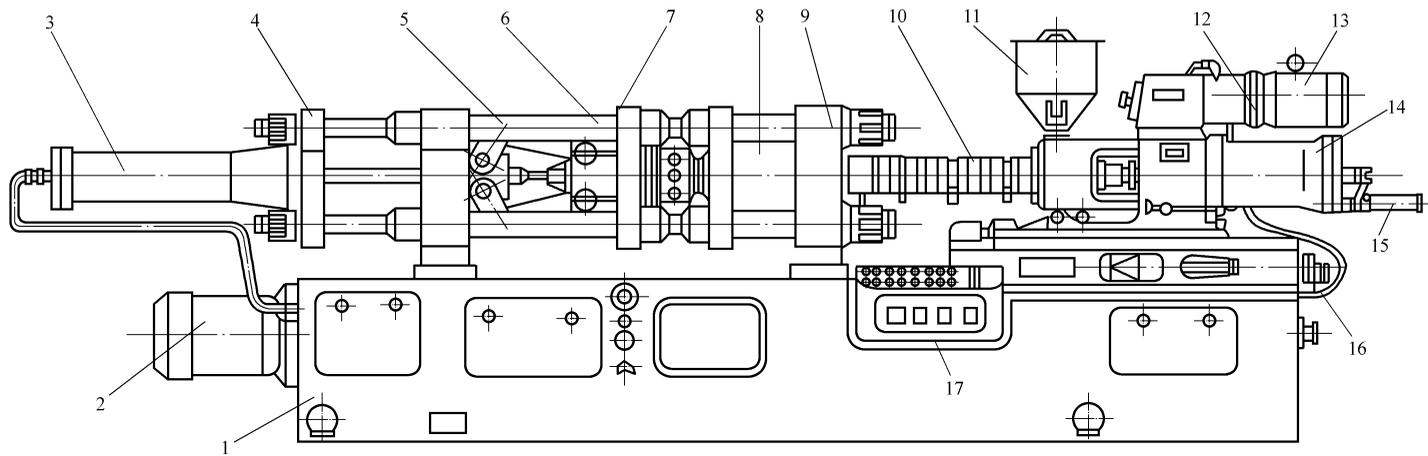


图 2-18 卧式注塑机主要零件工作安装位置

- 1—机身 2—液压系统用电动机 3—合模液压缸 4,9—固定模板 5—合模机构 6—拉杆 7—移动模板 8—成型模具
 10—机筒、螺杆和电加热装置 11—料斗 12—传动减速箱 13—驱动螺杆用电动机 14—注射用液压缸
 15—计量装置 16—注射座移动液压缸 17—操作台

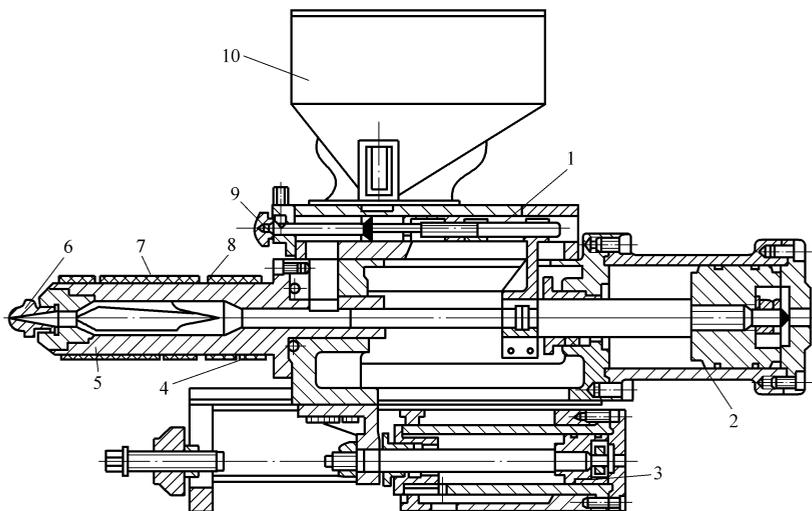


图 2-19 柱塞式塑化注射装置结构

1—供料控制液压缸 2—注射液压缸 3—注射座移动液压缸 4—柱塞
5—机筒 6—喷嘴 7—电加热器 8—分流梳 9—计量供料 10—料斗

2.2.3 柱塞式塑化注射装置结构及工作特点是什么？

柱塞式塑化注射装置结构如图 2-19 中所示，它主要由料斗，计量供料及供料控制液压缸，柱塞，机筒，电加热器，分流梳，喷嘴和注射座移动液压缸及注射液压缸等零件组成。

柱塞式塑化注射装置工作方法如下。

柱塞式塑化系统开始工作时，由液压缸控制的加料门开通，料斗中的粒料自动落入料筒内；按注塑制品的用料量（即制品质量）由控制液压缸控制料斗供料量，达到需要量时，供料门自动关闭；注射液压缸推动柱塞前移，把进入料筒中的粒料推向前部塑化区，料筒外围的电加热器不断供热，通过机筒壁传给被塑化料，再加上柱塞对原料的推压，使原料在柱塞的推压力和机筒高温作用下逐渐塑化成熔融状态；当成型模具合模需要成型制品供料时，注射装置由液压缸推动前移，使喷嘴紧靠成型模具的进料端衬套口，这时注射液压缸推动柱塞迅速前移，粘流态熔融料被柱塞推入成型模具内成型制品形状，经冷却定型后脱模完成一次塑化注射工作。

对于柱塞式塑化注射装置，由于原料在塑化机筒内不能被搅拌和翻转混炼，只是在高温和高压作用下塑化成熔融态，所以，原料塑化质量不均匀；由于受塑化料筒直径限制原料一次塑化量也不能太大，一般只能注射成型较小制件。

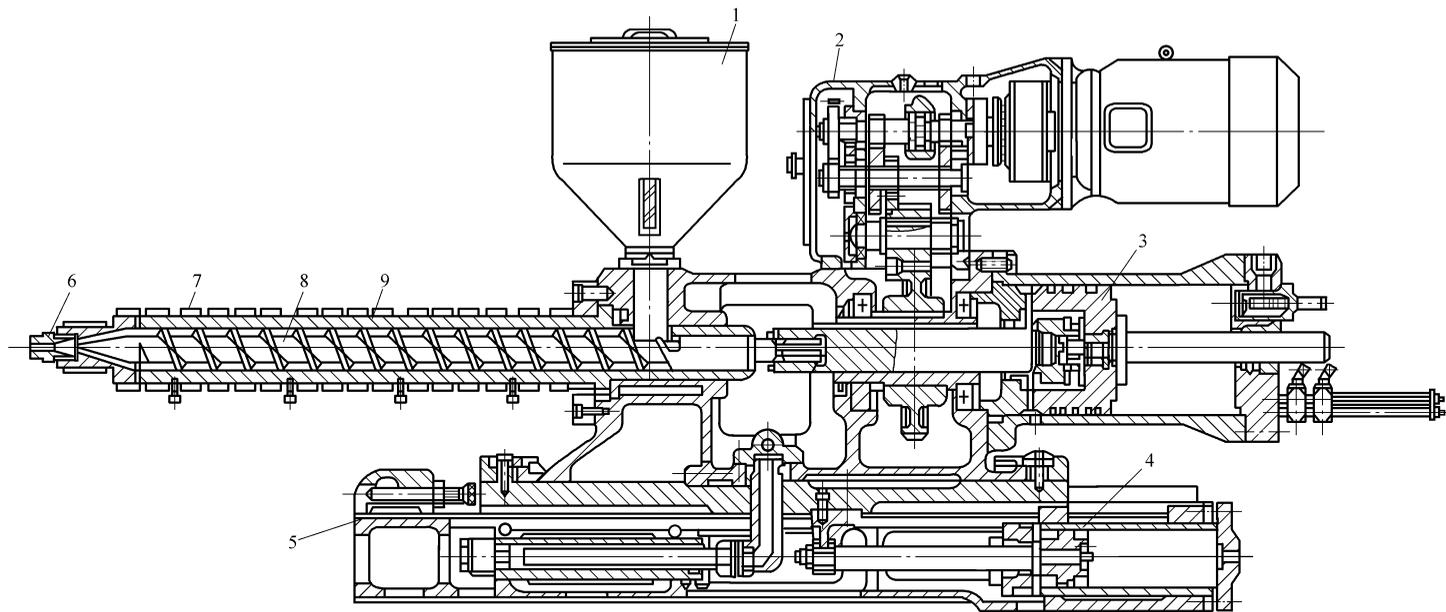


图 2-20 螺杆往复塑化注射装置结构

1—料斗 2—齿轮减速箱 3—螺杆移动注射液压缸 4—注射座移动液压缸 5—注射装置移动导轨座

6—喷嘴 7—加热器 8—螺杆 9—机筒

2.2.4 螺杆式塑化注射装置结构及工作特点是什么？

螺杆往复式塑化注射装置结构如图 2-20 所示，主要由螺杆、机筒、齿轮减速箱、料斗、加热器、喷嘴和螺杆移动注射液压缸及注射座移动用液压缸等零部件组成。由于原料的塑化和注射工作是由螺杆在机筒内转动和往返移动来完成的，所以称这种塑化装置为螺杆往复式塑化注射装置。这种结构形式的注塑机是目前国内产量最大、应用最多的一种注塑机。

螺杆往复式塑化注射装置工作方法如下。

注塑制品用原料从料斗下端开口进入塑化机筒内，随着螺杆的转动粒料被螺纹推动前移。粒料前移过程中受机筒加热而升温，又因螺纹槽容积的逐渐缩小而受挤压，再加上原料被向前推动时与机筒内壁和螺纹面间的摩擦及原料间的翻动、剪切动作的摩擦作用，原料逐渐熔融成粘流态。前移的熔料受机筒前喷嘴的阻力作用，随着前移料的增多阻力逐渐增大，熔料被向前推动的反阻力也相应的增大，当这个反阻力超过液压缸活塞推动螺杆退回的阻力时，螺杆开始一点点后退，在螺杆头部形成一个能存放塑化均匀的熔融料腔。当这个熔料腔中的熔料达到注塑件需要用料量时，计量装置动作，螺杆停止转动，停止后退；这时，合模机构动作，成型模具合模；注射座液压缸工作，推动注射座前移，使喷嘴紧靠成型模具入料口；注射液压缸升压，液压缸中活塞推动螺杆以一定的压力和工艺要求速度前移，把熔料腔中原料一次性注入成型模具内，再保压一段时间，用以补充因制件冷却收缩用料。至此，完成螺杆往复式的塑化、注射和保压 3 个生产工艺程序。制品冷却定型后，开模取出制件。与此同时，螺杆转动，料斗供料，原料随螺杆转动前移塑化，螺杆后退，开始注射成型制品的第 2 次动作循环。

螺杆往复式塑化注射装置工作特点如下。

- 1) 由一根螺杆的转动、后退和前移来完成原料的塑化注射工作。
- 2) 能适应多种塑料的注射成型工作。
- 3) 对原料的混合均匀、塑化能力强，质量稳定，能注塑大型制件。
- 4) 能保证热敏性塑料的注射成型质量，适应工程塑料制品尺寸形状精度的条件要求。
- 5) 注射压力均匀稳定，速度快，成型周期短，功率消耗较低。
- 6) 设备零件组合紧凑，布置合理，对设备维护、维修和清理都比较方便。
- 7) 与柱塞式塑化注射装置相比较，螺杆往复式塑化注射装置结构比较复杂，但其工作效率高、节约能源、生产周期短及成型制品质量要比柱塞式注塑机优越许多。

2.2.5 柱塞式塑化注射装置为什么要配供料计量装置？它怎样工作？

柱塞式塑化注射装置中配有供料计量部件，是为了保证每次原料塑化注射质（重）量的均匀性，这样既保证注塑制品的成型质（重）量，也使塑化注射工艺条

件（加热温度、塑化时间）比较稳定，容易控制。所以，这种柱塞式塑化注射装置必须配有供料计量装置。

供料计量方法有两种，即用料的容积计量法和质（重）量计量法。按原料的质（重）量计量装置如图 2-21 所示。这种计量方法不受原料的密度和容积大小的影响，但是其装置结构比较复杂。

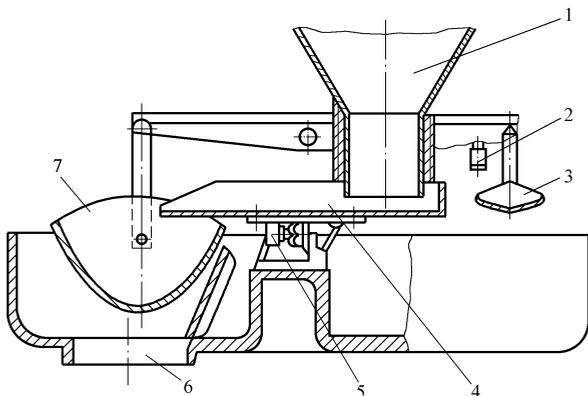


图 2-21 物料的质（重）量计量法装置

1—供料斗 2—电触头 3—砝码盘 4—输料盘 5—电磁振动器
6—落料口 7—计量料斗

目前，供料计量应用较多的方法，是采用容积计量供料。这种方法由于受原料的密度不同影响，使用不同原料时，首先应按制品的质（重）量，对供料计量的容积大小进行调试，以保证注塑制品的用料量要求。容积计量法装置如图 2-22 所示。

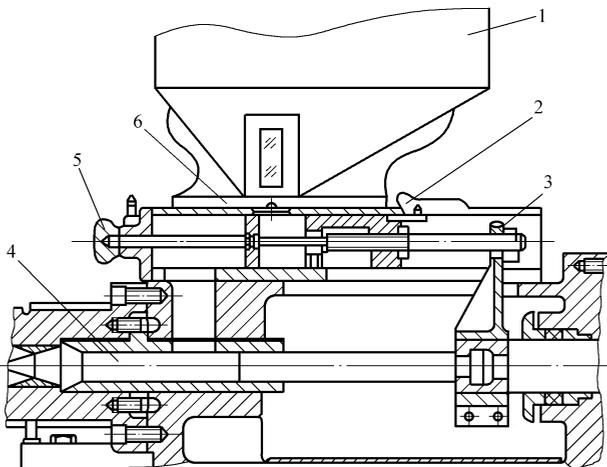


图 2-22 容积计量法装置结构

1—料斗 2—推料板 3—推料板轴 4—柱塞 5—调节手轮 6—供料挡板

容积计量供料的工作方法是：开始供料时，料斗中的粒料落入预先调整好的加料计量空腔内；当注射柱塞前移开始注射时，与柱塞轴连接的推料板和柱塞同步同向移动，则推料板把计量腔内粒料推落到加热料筒空腔内；用手轮可调节移动推料板，则计量容积大小可变化调整。加料量容积大小的变化同时会影响注射柱塞行程距离变化，柱塞行程变化又影响与其连接的推料板移动距离变化，从而保证供料的大小与柱塞行程的距离比例变化。

2.2.6 柱塞式塑化料筒的作用是什么？料筒内径尺寸应怎样选择计算？

柱塞式塑化注射料筒，也可称其为机筒。它的作用就是把注塑制品用原料，在筒内经柱塞推压和加热塑化成熔融状态，然后被筒内柱塞用一定推动压力和速度，把塑化均匀的熔料经喷嘴注入成型制品的模具腔内，完成一次注塑制品成型工作。加热料筒的结构型式如图 2-23 所示。

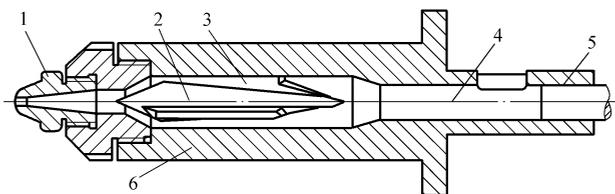


图 2-23 加料筒部件组成及结构示意图

1—喷嘴 2—分流梳 3—加热室 4—加料室 5—柱塞 6—料筒体

从图 2-23 中可以看到，料筒内分有不同功能作用的空腔。粒料落入部分可叫加料室；能把粒料加热塑化的部位叫加热室。

加料室的容积 ($V_{料}$)，即柱塞注射一次粒料被推移的体积。计算公式 (图 2-24) 为

$$V_{料} = \frac{\pi d^2}{4} L_1$$

式中 d ——柱塞直径 (cm)；

L_1 ——料柱被推移距离 (cm)。

料筒内径的选择 (也是加料室内径，也可看作是柱塞的直径) 与注塑制品的质 (重) 量和一次注射量有关，同时还应注意柱塞直径与柱塞注射行程距离的比例关系：行程大，增加功率消耗；行程小，由于注射量是一个不变数值，因此注射用柱塞直径就必须加大，同时注射压力也要加大。所以，柱塞注射行程与柱塞直径的比例关系要适当，一般取 $\frac{L_1}{d} = 1 \sim 1.3$ 。

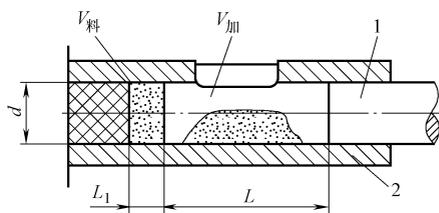


图 2-24 加料室直径和柱塞行程示意图

1—柱塞 (行程 $L + L_1$) 2—料筒

加料室的容积

$$V_{\text{加}} = (2 \sim 2.2) \frac{G}{\rho}$$

式中 $V_{\text{加}}$ ——加料室容积 (cm^3);
 G ——一次公称注射量 (g);
 ρ ——粒料密度 (g/cm^3)。

柱塞行程

$$L = V_{\text{加}} / \frac{\pi d^2}{4} = \frac{4V_{\text{加}}}{\pi d^2}$$

为了保证料筒进料口能顺利进料, 注意料筒的进料口处要降温冷却; 料口应是料筒中心对称的长方形: 轴向长为 $1.5d$, 宽为 $\frac{2}{3}d$ (d 为料筒直径)。

2.2.7 柱塞式塑化注射装置中的柱塞作用及其工作条件要求是什么?

柱塞工作时安装在料筒内, 它的功能就是按时把料筒的原料推动前移, 然后再把塑化均匀的熔融料用一定的压力和速度注入到制品的成型模具内。柱塞的移动是由液压缸中的活塞推动工作。正常柱塞 (指工作能力在 125cm^3 以下时) 注射时的工作压力为 $120 \sim 180\text{MPa}$, 注射移动速度为 $50 \sim 100\text{mm}/\text{s}$, 一次注射时间为 $2 \sim 4\text{s}$ 。

柱塞是柱塞式注塑机中一个主要零件, 其外形结构如图 2-25 所示。

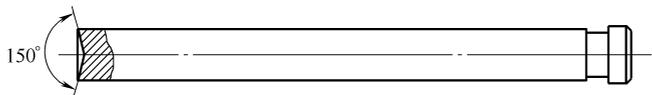


图 2-25 柱塞零件外形结构

柱塞零件的技术条件要求如下。

- 1) 柱塞用 40Cr 或 38CrMoAl 合金钢制造。
- 2) 毛坯需经锻造成型, 然后经过粗加工切削、调质处理, 最后再精车、表面热处理、精磨而制造完成。柱塞零件应耐磨、耐腐蚀, 而且有一定的工作表面硬度。
- 3) 能够保证正常工作的柱塞零件, 其工作表面粗糙度 R_a 应不大于 $1.25\mu\text{m}$ 。
- 4) 柱塞与料筒的装配精度应采用 H10/e8 或 H9/f9 配合; 这种配合既能保证柱塞在料筒内高速往复移动, 又不至于在柱塞注射工作时有过多的熔料回流。
- 5) 对于较大直径 (大于 125mm) 柱塞, 为保证柱塞能长时间与料筒正常工作, 应注意对柱塞采取冷却措施。

2.2.8 柱塞式塑化注射装置中料筒加热室的作用及容积确定条件是什么?

料筒上的加热室 (图 2-23) 在料筒前部, 它是原料注射前被加热熔融塑化处。在这个空腔内, 还有一个特殊形状零件分流梳 (图 2-26), 此部位有分流梳的存在, 是为了增加被塑化原料的受热面、缩小料层厚度、改善提高原料在腔内的塑化

质量和塑化速度。

加热室的容积大小，由料层的表面积 S 和分流梳内原料的体积 V 的比值来决定；如果分流梳为鱼雷形结构（图 2-26），则 $\frac{S}{V}$ 的比值在 400 左右。一般情况下，加热室容积为一次注射料量的 4~6 倍。容积过大，注射阻力增加，熔料滞留时间长，容易分解变黄。按工作实践经验数据，一般取加热室内径在柱塞直径的 1.3~1.8 倍之间，长度为柱塞直径的 5 倍左右，分流梳与加热料筒间的料层厚取 4~10mm。

分流梳的安装位置，注意在距离柱塞注射行程终点的 $0.5d$ 处（ d 为柱塞直径）。保持这个距离以避免两零件相撞，造成零件损坏。

2.2.9 分流梳的作用及工作条件要求是什么？

分流梳的功能作用在料筒的加热室介绍中已经说明，要想使这个零件更好地发挥作用，其结构形状应该是有较合理的流线外形和光滑的工作表面，它在加热室内的位置和形成的熔料通道应该是容积逐渐缩小的空间，这样才能对促进原料的塑化速度和提高塑化质量有利。分流梳的外形结构如图 2-26 所示。

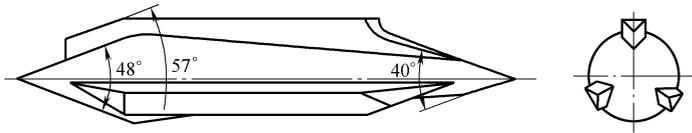


图 2-26 分流梳的外形结构

分流梳制造用材料，一般多为 40Cr 合金钢。分流梳毛坯要经锻造成形，外形粗加工后，要进行调质处理，然后再精铣、表面热处理、精磨，完成外形加工。为了提高表面耐磨性，增强耐腐蚀能力，工作表面应镀硬铬。

进行外形结构设计时，注意进料端扩张角应小于出料端收缩角。进料端扩张角，一般设计取 $30^\circ \sim 60^\circ$ 。

2.2.10 料筒加热室用电功率怎样计算？

料筒上加热室用电加热功率计算公式

$$P = 0.00418 \frac{HG}{\tau\eta}$$

式中 H ——1g 原料塑化所需当量热（不同塑料的 H 值可查表 2-24）（J/g）；

表 2-24 塑化 1g 塑料所需当量热

塑料名称	温度/℃	比热容/[J/(kg·K)]	塑化需热量/(J/g)	相当 1g PS 体积所需加热量/(J/g)
乙烯类塑料	142	0.24	34.1	44
聚苯乙烯	186	0.32	59.6	59.6
乙酸纤维素	175	0.35	61.4	75.6
有机玻璃	186	0.40	74.5	82

- G ——一次注射量 (g);
- τ ——制品一次成型周期 (s);
- η ——效率, 一般取 0.4 ~ 0.5。

国产小型柱塞式注塑机中加热室的电加热功率见表 2-25。

表 2-25 国产小型柱塞式注塑机的加热功率

一次注射量/cm ³	30	60	125	250
加热功率/kW	1.75	2.7	4.2	7.85

2.2.11 螺杆往复式塑化系统有哪些主要零件?

螺杆往复式塑化系统中主要零件有: 螺杆、机筒、螺杆头部、喷嘴和电加热器。它们之间的相互关系和工作安装位置如图 2-27 所示。

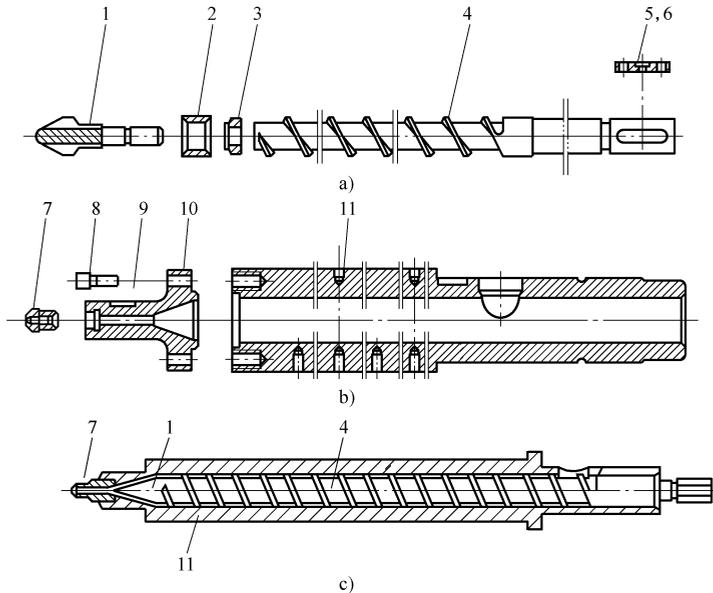


图 2-27 往复螺杆式塑化装置中主要零件位置

a) 螺杆上零件 b) 机筒上零件 c) 主要零件位置

- 1—螺杆头部 2—垫圈 3—止逆环 4—螺杆 5—键 6—沉头螺钉 7—喷嘴
- 8—内六角螺钉 9—弹簧垫圈 10—机筒法兰 11—机筒

往复螺杆式注射装置, 由预塑、注射用螺杆、机筒等主要零件组成。另外, 还有让螺杆转动的传动动力机构、供料斗等零部件, 这些零部件组装在一个能在导轨上滑动的注射座上, 注射座由液压缸中的活塞带动, 在导轨上前后移动。为了方便螺杆从机筒中退出, 进行清理

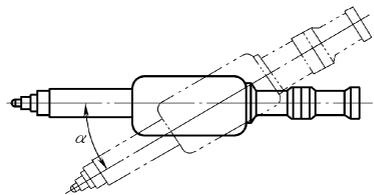


图 2-28 注射座的旋转调整

或维修，在滑动注射座的中部下方设有回转支点装置。必要时可让注射座绕支点旋转一个角度。如图 2-28 那样进行调整。

2.2.12 螺杆的结构及应用有哪些要求？

螺杆是螺杆往复式注塑机中的重要零件。在注塑机中，螺杆被机筒包容，螺杆在机筒内旋转，则把进入机筒内的塑料向前推移、此时，由机筒外部加热传导热量给塑料；再加上螺纹容积的逐渐缩小，使塑料受到挤压、翻转及剪切等力的作用；同时，塑料与机筒内壁和螺纹工作面间摩擦和原料间的摩擦等多种条件因素影响。使塑料被均匀混炼，塑化成熔融态，完成对塑料塑化工作；然后螺杆迅速前移、推动熔料经喷嘴进入模具，完成注塑机对原料的塑化注射工作。由此可见，螺杆的结构形式及其制造精度对注塑制品的质量和产量都会产生较大影响。注塑机螺杆结构见图 2-27a。

1. 螺杆结构类型

注塑机用螺杆，一般都是螺纹部分的螺距相等。按其螺纹槽深度的变化，螺杆可分为渐变型，突变型和通用型三种结构形式。

(1) 渐变型螺杆 这种结构形式螺杆的压塑段（塑化段）长度较长，一般要占全螺纹长的 50%。此种结构螺杆对原料的塑化时能量转换较缓和，适合用于原料塑化温度范围较宽，高粘度的非结晶型塑料，如聚氯乙烯、聚碳酸酯和聚甲基丙烯酸甲酯等塑料。

(2) 突变型螺杆 突变型结构螺杆的压塑段（塑化段）长度较短，一般只有 $(1 \sim 1.5) D$ (D 为螺杆直径)。这种结构螺杆对原料塑化时，经过压塑段时将会发生较剧烈的能量转换。对于非结晶型塑料塑化，难以承受高的剪切作用，所以，突变型螺杆只能用于结晶型（如聚乙烯、聚丙烯等）塑料的注射塑化。

(3) 通用型螺杆 通用型螺杆结构中的压塑段长度介于渐变型和突变型螺杆之间，它既考虑到非结晶型塑料的特点，也注意到结晶型塑料的塑化特点，所以，这种结构螺杆适用于结晶型和非结晶型两种物料的塑化。使用通用型螺杆，可减少因原料更换而需更换螺杆的麻烦。但由于多种塑料的性能各有不同，从其塑化能力和能源消耗考虑，还应以采用专用螺杆为宜。

2. 专用型螺杆

专用螺杆是指从塑化原料的不同性能（热稳定性、粘度、流动性及软、硬度等）条件考虑，而为某种塑料塑化所设计的特殊结构螺杆。如用于 PVC、PC、PA、PET 和热固性塑料等原料注塑用的专用螺杆。

(1) 聚氯乙烯料注塑用螺杆结构特点 聚氯乙烯塑化熔体的热稳定性和流动性都较差，在高温塑化中易分解，释放出对设备有腐蚀性 HCl 气体，所以，用于塑化 PVC 料的注塑机螺杆和机筒应选用耐腐蚀的合金钢材制造，或者在其工作面镀防腐铬层。螺杆塑化这种热敏性较强的物料，应选用长径比和压缩比值小些的

渐变型螺杆。一般 $L/D = 16 \sim 20$ ，压缩比为 $1.6 \sim 2$ ；加料段和压塑段较长，约各占 40% 左右；均化段的螺纹槽略深些、约为 $(0.067 \sim 0.08) D$ ；螺杆头部为圆锥形，锥度为 $20^\circ \sim 30^\circ$ ，不设止逆环。

(2) 聚碳酸酯注塑用螺杆结构特点 聚碳酸酯塑化熔体粘度大、热稳定性好，选用的螺杆长径比应大些；PC 料的熔融温度范围较宽，应选用渐变型结构螺杆、压塑段可长些，约占螺杆螺纹长的 46%，压缩比约为 3；螺杆头部可设有屏障型混炼头结构，可提高塑化质量和使吸水较强的料中水分变成气体逸出。

(3) 聚酰胺注塑用螺杆结构特点 聚酰胺熔融温度范围窄、粘度低、流动性好，但热稳定性差，所以，塑化时应选用突变型螺杆结构，长径比 $L/D = 18 \sim 20$ ，压缩比为 $3 \sim 3.5$ ；螺杆均化段螺纹槽深为 $0.07 \sim 0.08 D$ ，螺杆外圆与机筒配合间隙为 $0.08 \sim 0.012 \text{mm}$ ；螺杆头部要设有止逆环，止逆环外圆与机筒内圆配合间隙为 $0.05 \sim 0.08 \text{mm}$ 。机筒前喷嘴应选择自锁型。

(4) 聚对苯二甲酸乙二醇酯注塑用螺杆结构特点 PET 料熔点高（约为 $250 \sim 260^\circ\text{C}$ ），熔融温度范围宽（约为 $255 \sim 290^\circ\text{C}$ ），熔体粘度受温度影响大，热稳定性差。应选用低剪切，低压缩比的螺杆。螺杆结构中的长径比 $L/D = 20$ ，压缩比为 $1.8 \sim 2$ ；加料段长度约占全螺纹长度的 $50\% \sim 55\%$ ；均化段螺纹槽深为最大值，可达 $0.09 D$ ，不需加混炼头。这对防止熔料变色和保证制品透明度有利。

(5) 热固性塑料注塑用螺杆结构特点 用于注射热固性塑料成型的螺杆结构，要注意防止出现因过剪切而产生大量的热量使其固化；螺杆的螺纹深度应在 $(1 \sim 1.3) D$ 尺寸范围，长径比 $L/D = 12 \sim 15$ ，压缩比也较小，螺纹棱宽尺寸较大，约为 $(0.15 \sim 0.2) D$ 。螺纹棱宽的增加可提高螺杆外圆的耐磨性，增加了注射熔料回流的阻力。注塑热固性塑料用螺杆结构中的几个主要尺寸参考值见表 2-26。

表 2-26 注塑热固性塑料用螺杆结构主要尺寸参考值

螺杆直径/mm	螺纹深/mm	长径比 L/D	螺棱宽/mm
30	4	12 ~ 15	4
40	4/4.5		5
50	5/5.5		6
60	7		7
75	8.5		8.5
80	12		12

3. 新型螺杆

新型螺杆与常规螺杆不同之处是螺杆的螺纹部分结构有些变化。有的是在螺杆的加料段（计量段）设置屏障（图 2-29）或加销钉（图 2-30），还有的在加料段、压塑段（塑化段）的螺纹间再加条副螺纹（图 2-31）等多种改变常规螺杆结构规律的一种新型结构。目的是为了提提高螺杆对物料的塑化能力和均化效果，提高注塑

机的注射成型生产效率。

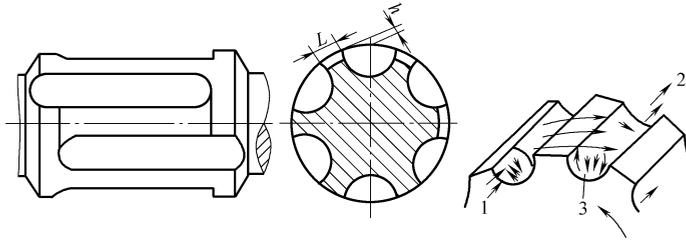


图 2-29 直槽型屏障螺纹头及熔料在槽内流动方式

1—料入口槽 2—料出口槽 3—环流

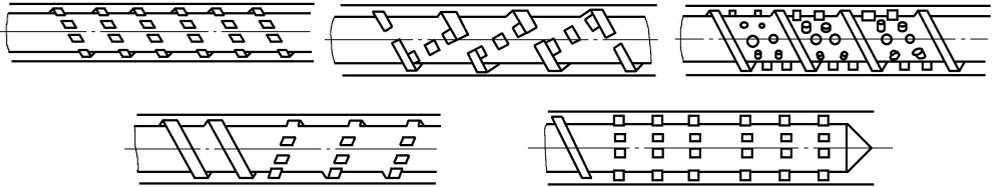


图 2-30 分流型螺杆的销钉或菱形块布置示意图

4. 质量要求

1) 螺杆的制造材料为 38CrMoAlA、40Cr 或 45 钢。

2) 螺杆的毛坯应锻造成形。

3) 螺杆粗加工后应进行调质处理，硬度为 260 ~ 290HBW。

4) 螺杆精加工后的外圆精度，应达到 GB/T 1800.1—2009 中 8 级精度要求。

5) 螺杆螺纹部分表面粗糙度 R_a 值：螺纹两面不大于 $1.6\mu\text{m}$ ，螺纹槽底和外圆不大于 $0.8\mu\text{m}$ 。

6) 螺纹表面氮化处理，氮化层深 $0.3 \sim 0.6\text{mm}$ ，硬度为 $700 \sim 840\text{HV}$ 。

7) 螺杆脆性不大于 2 级。

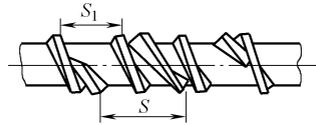


图 2-31 附加螺纹与原螺纹的位置示意图

2.2.13 螺杆的螺纹部分几何形状尺寸怎样确定？代号是什么？

螺杆的螺纹部分几何形状尺寸的确定及代号，参照图 2-32。

1. 螺杆的直径和行程关系

螺杆的直径和注射往复行程距离大小，是决定注塑塑料制品的形状和质量保证的关键。从保证注射料量、塑化能力和注射压力等条件考虑，螺杆直径与注射行程距离，有一定的比例关系，一般比值取 $3 \sim 5$ 。如果这个比值过大，说明螺杆行程大，则螺杆的工作部分长度就会缩小，这会影响物料的塑化质量。如果这个比例值小、螺杆行程小，为了保证注射量就要加大螺杆直径，这样注射功率消耗增加，也难以保证加料量的准确。

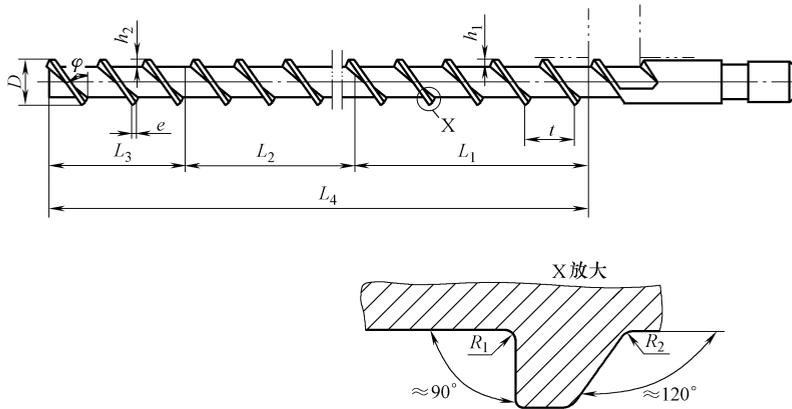


图 2-32 螺杆螺纹部分几何形状及代号

L —螺纹部分总长度 L_1 —加料段长 L_2 —压塑段（塑化段）长 L_3 —均化段（计量段）长
 D —螺杆直径 h_1 —加料段螺槽深 h_2 —均化段螺槽深 t —螺纹距 e —螺棱宽 φ —螺纹升角

2. 螺距和径向间隙

注塑机用螺杆，一般是全螺纹段的螺距相等，螺距与螺杆直径相等，这样螺杆的螺旋升角为 $17^\circ 42'$ 。

螺杆与机筒的装配间隙，即螺杆外径与机筒内径间距离，称为径向间隙。如果这个值较大，则原料的塑化质量和塑化能力下降，注射时熔料的回流量增加，影响注射料量的准确性。如果径向间隙要求小些，这要给螺杆和机筒的机械加工带来较大难度，通常这个间隙值取 $0.002D \sim 0.005D$ （ D 为螺杆直径）。

在维修中，重新修复的螺杆与机筒装配间隙，可参照表 2-27。

表 2-27 螺杆与机筒的装配间隙

(mm)

螺杆直径	30 ~ 50	55 ~ 80	100 ~ 115	130 ~ 170	200 ~ 250	280 ~ 350
最大径向间隙	0.30	0.40	0.45	0.55	0.65	0.80
最小径向间隙	0.18	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50

3. 螺杆的长径比及分段

(1) 长径比 螺杆螺纹部分长与螺杆直径的比值，即 L/D 。专业标准 JB/T 8061—1996 中规定，螺杆的长径比值为 $(20 \sim 30) : 1$ 。挤出聚烯烃类塑料制品时，取长径比 $(25 \sim 30) : 1$ ；挤出聚氯乙烯塑料制品时，取长径比 $(20 \sim 25) : 1$ 。

较大长径比的螺杆，对挤出物料塑化有利，也可提高螺杆的工作转速，达到提高制品产量的目的；但是，长径比值加大，螺杆的长度增加，给螺杆的制造加工工艺带来一定的难度。

(2) 螺杆的螺纹部分分段 按螺杆转动时的功能作用，把螺纹部分分为加料段、塑化段和均化段三部分。

加料段在图 2-32 中用 L_1 表示, 是接受料斗供料后输送给塑化段的部分。

塑化段在图 2-32 中用 L_2 表示。在此段, 温度逐渐升高, 加料段输送来的物料被压塑、搅拌, 逐渐变成熔融态, 并随着螺杆的转动被推入均化段。塑化段也叫压塑段。

均化段在图 2-32 中用 L_3 表示。由塑化段输送到均化段的物料, 在这里进一步得到均匀塑化后, 被等量、等压、均匀地推入螺杆头部空腔内。均化段也叫计量段。

加料段、塑化段和均化段, 三段长度的确定是在长径比选定的条件下再分配。塑化段长度的选取要符合塑料熔融速率要求, 与螺杆选择的压缩比有关。对非结晶型塑料, 一般取螺纹长的 45% ~ 50%; 对结晶型塑料, 取 (3 ~ 5) D ; 对于尼龙, 取 (1 ~ 2) D ; 通用型螺杆的塑化段长度介于渐变型螺杆和突变型螺杆的塑化段长度之间。三段长度在不同结构型螺杆中的分配比例参见表 2-28。

表 2-28 螺杆中各段螺纹长度在不同型螺杆结构中的分配比例

螺杆结构类型	加料段 (%)	塑化段	均化段 (%)
渐变型	30 ~ 50	50%	20 ~ 35
突变型	65 ~ 70	(1 ~ 1.5) D	20 ~ 25
通用型	45 ~ 50	20% ~ 30%	20 ~ 30

4. 螺纹截面形状及尺寸

图 2-33 是螺纹截面形状和尺寸标准代号。注塑机用螺杆截面多为锯齿形。锯齿形中的推力面与螺杆轴线垂直, 另一面为斜面, 与螺杆轴线有一个 30° 夹角。根部圆弧半径 $R_1 = \frac{1}{3} \sim \frac{1}{2} h_3$ 、 $R_2 = (2 \sim 3) R_1$ 。锯齿形截面提高了螺纹的工作强度, 能承受较大的注射熔料入模的阻力造成物料前移的反推力, 有利于物料混合、熔融, 且不易存料。

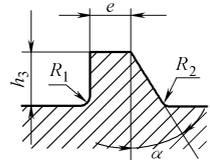


图 2-33 螺纹截面形状与尺寸

(1) 螺纹槽深与压缩比 i 注塑机用螺杆的螺纹槽深, 是指其均化段的螺纹槽深 h_3 值, 经验数据 $h_3 = (0.04 \sim 0.07) D$, D 为螺杆直径。从为提高注塑机的生产能力方面考虑, h_3 值应尽量取大些。压缩比是指螺杆的压塑段的进、出料端螺纹槽深度的比值 (即螺杆的加料段螺纹槽深与均化段螺纹槽深的比值)。由于物料在此段进出过程中受到挤压、剪切等多种力和高温的作用而塑化熔融。为使螺杆能适应多种不同塑料性能及提高其对物料的塑化能力, 压缩比 i 值应尽量取小些。生产中为提高或改进原料的塑化质量, 可通过调整螺杆背压实现。

加料段的螺纹槽深, 经验数据为 $h_1 = (0.12 \sim 0.14) D$ 。如果已知均化段 h_3 值和压缩比 i 值, 则加料段螺纹槽深 $h_1 = h_3 \cdot i$ 。常用注塑机的螺纹槽深与压缩比

值见表 2-29。

表 2-29 注塑机的螺纹槽深与压缩比值

D/mm	h_1/mm	h_3/mm	压缩比
30	4.3	2.1	2.0:1
40	5.4	2.6	2.1:1
60	7.5	3.4	2.2:1
80	9.1	3.8	2.4:1
100	10.7	4.3	2.5:1
120	12	4.8	2.5:1
>120	最大 14	最大 5.6	最大 3.0:1

(2) 螺棱宽 e 螺棱宽是指螺纹外圆部位螺纹宽度，一般取 $e = (0.08 \sim 0.12)D$ ， e 过大会影响注塑机的塑化能力，增加能耗； e 值过小，则会降低螺杆工作强度，易出现熔料漏流。常用值取 $e = 0.1D$ 。

(3) 螺杆头部 螺杆的头部形状一般多采用尖锥形，这主要是为了减少熔料的注射阻力、减少螺杆前面熔料滞留，特别是对那些熔料粘度高的热敏性塑料，采用这种锥形结构对熔料注射更有利。螺杆的头部锥形结构见图 2-34。尖锥形角度为 $15^\circ \sim 30^\circ$ 。图 2-35a 所示的结构一般多在注塑 PVC 料时应用；图 2-35b 所示的锥形部位有螺纹，对熔料的清洗净化效果会更好。有的螺杆头部设有止逆环（阀），目的是为防止低粘度熔料在注射和保压时沿螺纹的外圆回流。螺杆头部零件一般都采用螺纹联接方式与螺杆装配成一体。

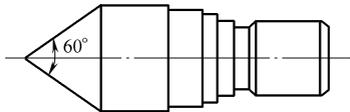


图 2-34 普通型螺杆头部锥形

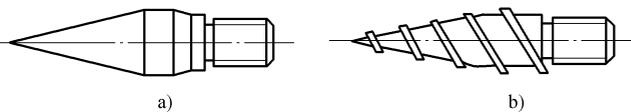


图 2-35 适合注射 PVC 料尖锥形螺杆头

2.2.14 止逆阀的作用及结构类型有哪些？

止逆阀（环）装在注射螺杆的头部，一般多用在熔料为中、低等粘度塑料的成形注射。螺杆头部有止逆阀，注射时能防止或减少熔料的漏流和回流，从而提高注射工作效率。止逆阀的结构类型较多，比较常见的有环形止逆阀和球形止逆阀。

环形止逆阀结构见图 2-36，它由螺杆头主体、环座和止逆环组成。这种止逆环的工作方式是：塑化成熔融状态的原料，被螺杆推动继续前进时，经止逆环与螺杆头之间间隙进入螺杆头前部，当注射工作开始时，由于螺杆头部原料受压力的增加，则把止逆环

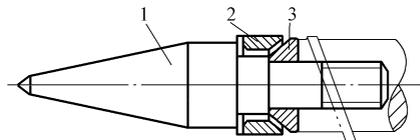


图 2-36 环形止逆阀结构
1—环体 2—止逆环 3—止逆环座

推后后退与环座紧密接触贴合，阻止熔融料的回流。止逆环阻止熔融料回流效果的好坏，由止逆环与机筒的工作间隙决定；这个间隙不能过小，过小的间隙，阻止回流效果好，但会造成与机筒内径壁的摩擦；间隙过大，料的回流量增加，影响注射量的准确性。比较合理的工作间隙，一般在 $0.01 \sim 0.02\text{mm}$ ，止逆环宽度为止逆环直径的 $2/3$ 。

球形止逆阀结构见图 2-37，它由密封钢球、球座和球头组成。球形止逆阀的工作方式是：被螺杆推动塑化好的熔融料，在前进移动时，推开钢球，经钢球与球座间的间隙流入螺杆前部。注射开始时，螺杆头部熔融料压力增加，钢球被熔融的压力推回原位球座上，封住了熔融料的回流口，阻止了料的回流。

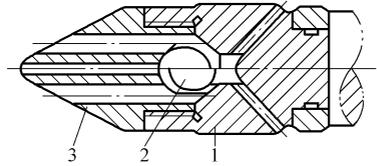


图 2-37 球形止逆阀结构
1—钢球 2—钢球座 3—球阀体

2.2.15 机筒的结构及工作要求条件有哪些？

机筒也叫料筒。它和螺杆一样，是塑化注射装置中的重要零件。机筒在螺杆的外围，包容螺杆，螺杆在机筒内转动工作，由于两者的配合工作及在其他辅助工艺条件的协助下，完成对塑料的混炼塑化。机筒的外形及与螺杆的相互配合位置，见图 2-27。

机筒的工作环境和螺杆一样，它们都是在高温、高压、有腐蚀性和承受较大摩擦力的条件环境中工作，所以，机筒的结构，一般是整体式。机筒一般用合金钢或 $38\text{CrMoAlA}o$ 氮化钢制造。为了节省贵重的合金钢材，目前，还可用碳素钢制作机筒体，然后机筒内孔浇注高硬度耐磨合金，经加工后应用。内孔表面粗糙度 R_a 不大于 $1.6\mu\text{m}$ ，硬度不小于 940HV 。

注塑机的机筒结构组成零件见图 2-38。

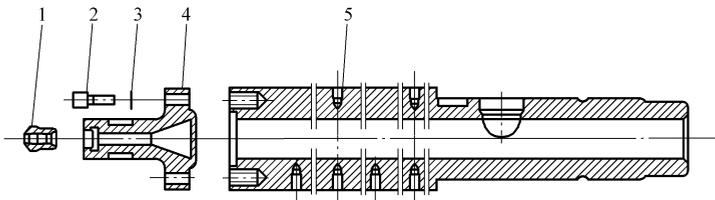


图 2-38 注塑机的机筒结构组成零件

1—喷嘴 2—螺钉 3—弹簧垫圈 4—机筒连接法兰 5—机筒

(1) 机筒的加料口 注塑机成形制品用料一般都是粒料，工作时加料方式是靠料斗中的粒料自重，自由落入机筒内，机筒料口形状应适合粒料的自重落入。机筒加料口形状可采用图 2-39 中几种截面形状。图 2-39b、图 2-39c 的形状是根据螺杆的转动方向，开成有一定偏斜角形，以方便粒料随螺杆转动顺利落入；图 2-39a 是没有偏斜角的进料口。

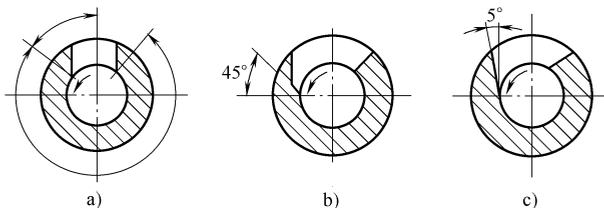


图 2-39 机筒加料口的截面形状

(2) 机筒壁厚 机筒的壁厚设计尺寸选择,首先要从机筒的工作强度考虑;另一点是从工艺温度控制需要选择。过薄的机筒壁厚,机筒加热升温快,机筒节省材料、体轻,但是工艺温度稳定性差;过厚的机筒壁,加热升温慢,机筒笨重,对温度调节变化缓慢。一般经验壁厚数据见表 2-30。

表 2-30 注塑机用注射压力和机筒经验壁厚数据

螺杆直径/mm	34	42	50	65	85	110	130	150
注射压力/MPa	120	120	130	100	120	90	100	85
壁厚/mm	25	29	35	48	48	75	75	60

(3) 机筒的加热和冷却 原料在机筒内塑化,与螺杆和机筒的配合工作有关。但是塑化条件也绝不能没有使机筒升温的热源。机筒的加热主要是靠电阻加热,由热电偶和温度毫伏计,对机筒各段温度进行控制。近几年来用计算机控制机筒温度方式也在逐渐应用。机筒的用电加热功率,可参照表 2-31 经验数据。

表 2-31 注塑机用机筒加热功率和螺杆驱动功率的经验数据

螺杆直径/mm	30	35	42	50	55	65	80	100	115	130	150	160	185	200	225	250
加热功率/kW	2.5	4	5.5	8.5	10	12	18	28	38	42	55	68	86	100	145	165
螺杆驱动功率/kW	2.2	3	4	5.5	6.5	7.5	13.5	20	25	38	43	50	65	70	80	105

电阻加热器的结构形式有多种。图 2-40 是一种常用型,电阻丝放在金属管内,然后用氧化镁类绝缘材料填充管内,再把金属管铸入铝合金套内。

机筒的冷却只用在机筒进料口处,最简便的方法是用夹套,通冷却水降温,目的是为了防止此段温升过高,粒料容易产生“架桥”现象,影响粒料的自由落入供料。

(4) 机筒加料段加纵向沟槽 机筒的加料段内圆上开出长约 $(4 \sim 5)D$ 的纵向沟槽(图 2-41),目的是为提高进入机筒内物料的输送效率,槽的截面有矩形、梯形;有的还有一些锥度(锥角约为 3° 左右)。结构如图 2-42 所示。

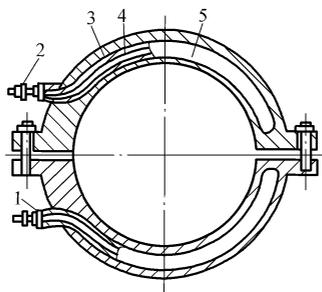


图 2-40 铸铝套形加热器

1—钢管 2—接线柱 3—电阻丝
4—氧化镁粉 5—铸铝

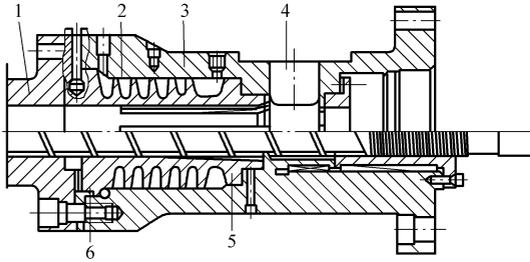


图 2-41 机筒进料段沟槽形式
1—机筒 2—冷却水槽 3—机筒料斗座
4—进料口 5—开槽衬套 6—隔热垫

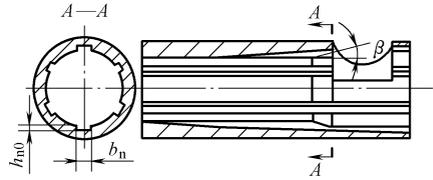


图 2-42 矩形锥槽机筒衬套结构

2.2.16 喷嘴的作用是什么？它对注射工艺有何影响？

喷嘴在机筒的前端，用螺纹连接固定在机筒上，注射时喷嘴与模具衬套口紧密接触，完成塑化熔料进入模具空腔的输送传导工作。熔料被螺杆或柱塞用高压、高速通过喷嘴注入成型模具空腔时，由于喷嘴直径的缩小，使熔料通过时受到挤压摩擦，使料温升高。熔料在模具腔内降温固化收缩时，还需要有一些熔料补充。这两项工作都与喷嘴的结构有关。在选择喷嘴结构时，要注意熔料流经喷嘴时的压力损失及温度变化，同时也要考虑到注射后熔料在喷嘴处是否流延对工艺操作的影响。

2.2.17 常用喷嘴结构及工作特点有哪些？

为了适应多种塑料性能在注射条件下顺利成型，喷嘴相应的也设计成多种结构形式；最常用的结构类型有直通式、关闭式和专用式喷嘴。

(1) 直通式喷嘴 直通式喷嘴也可叫开式喷嘴。这种喷嘴是一种常用型结构，图 2-43 中是 3 种不同型直通式喷嘴。

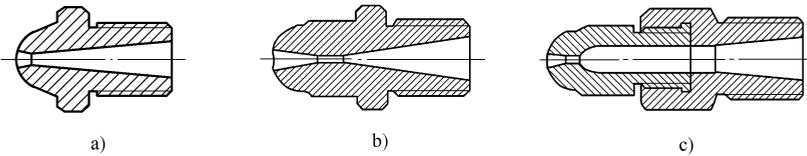


图 2-43 直通式喷嘴

a) 喷嘴体较短 b) 喷嘴体较长 c) 喷嘴直径较小

这种结构形式喷嘴，结构简单，机加工制造方便容易，工作时压力损失小，熔融料成型固化收缩时补缩量较大，流经过的料不易滞留分解，一般常用几种塑料都可用此种喷嘴。但对于硬聚氯乙烯不宜用直径较小的喷嘴。图 2-43a 型喷嘴由于其体形短，不能用加热装置。当喷嘴与模具衬套口接触时，有降温现象，容易使喷嘴前部料冷硬，常会有阻塞喷嘴情况发生。

对于图 2-43b 型喷嘴，它的主体部分已经加长，所以，有加热装置，克服了图 2-43a 型中的不足，喷嘴前部不会有冷硬料现象产生，对制品收缩时的补缩功能也优于图 2-43a 型。比较适合于高粘度、壁厚较大尺寸的注射工作。

图 2-43c 型喷嘴的直径比图 2-43a、图 2-43b 型直径小，喷嘴部位储料也较多，再加上体外有加热器，所以不易发生冷硬料现象。这种直径小的喷嘴射程远，注射后的流延现象也比较小，主要用于低粘度料、成型形状较复杂、壁较薄的注塑制品。

这 3 种结构形式喷嘴，工作时不足之处，是当注射工作完成，机座退回时，熔融料有流延现象，容易在浇道中留下冷料，影响下次注射工作正常进行。

(2) 关闭式喷嘴 关闭式喷嘴的产生，主要是为了消除直通式喷嘴的熔融料流延现象。图 2-44 是一种弹簧式关闭喷嘴。

弹簧式关闭喷嘴工作时，它是靠弹簧的压力、推动挡圈及导杆，带动顶针关闭喷嘴口。注射工作开始时，由螺杆或柱塞的推动作用，熔融料受压力高于弹簧对顶针的压力，则熔融料把顶针推开，从喷嘴口射入成型模具中。

当注射工作完成，螺杆或柱塞又退回时，前部喷嘴口部位的压力减小，则弹簧力又把顶针推到喷嘴口位置，封闭料流。阻止了注射工作完成后熔融料的流延。这种依靠弹簧的压力能自动关闭的喷嘴，工作灵巧方便、准确可靠，但结构比较复杂，熔融料的注射压力损失较大，对熔融料固化成型时收缩量的补充量较小。要注意弹簧的材料选择和热处理方式，避免在高温环境下工作的弹簧，受压缩弹力降低。

把弹簧的压力控制改变成由液压缸控制，推动顶针的关闭开启工作，这又是一种喷嘴结构，见图 2-45。

从图 2-45 中可以看出，液压缸控制式喷嘴的结构与弹簧式关闭喷嘴结构基本相似，不同之处是弹簧推动顶针，改变为液压缸代替弹簧对顶针的开启和关闭。这种喷嘴顶针，注射开始时，由液压缸控制自动开启，减小了压力损失、控制灵活、方便可靠。但是，结构中增加了控制液压缸、液压管线和电控线路，比较复杂。

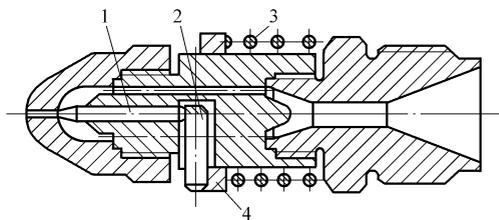


图 2-44 弹簧式关闭喷嘴

1—顶针 2—导杆 3—弹簧 4—挡圈

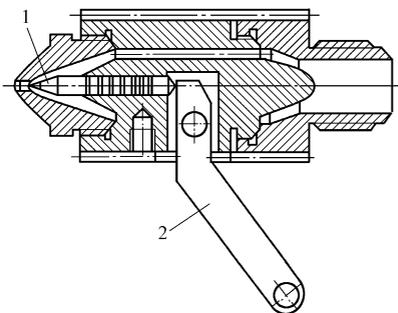


图 2-45 液压缸控制式喷嘴结构

1—顶针 2—控制杆

(3) 专用型喷嘴 专用型喷嘴是指喷嘴的结构形式,是专为注塑某一种用料而设计,针对这种料的熔体性能来设计喷嘴的结构。图 2-46 喷嘴,只适合对聚乙烯和聚丙烯料的注射,这种喷嘴的结构简单、压力损失小,喷嘴与模具空腔很近,熔融料经喷嘴流道很短,几乎没有料道把。这对于稳定性好,物料熔融温度范围较宽的聚乙烯、聚丙烯,注塑薄壁形制品较有利。

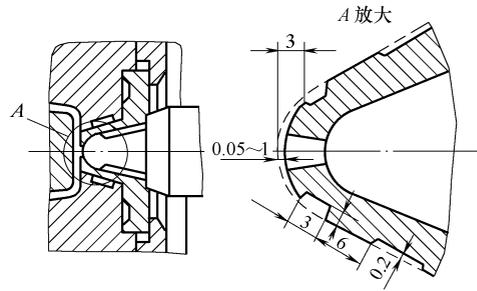


图 2-46 专用无流道式喷嘴

2.2.18 喷嘴结构选择应用要注意哪些事项?

- 1) 喷嘴口直径要略小于衬套口直径,一般要比衬套口直径小 $0.5 \sim 1\text{mm}$ 。
- 2) 当喷嘴与模具上的衬套口紧密贴合时,两零件上的熔料口中心线应在同一轴线上,以保证熔料流道的畅通,既无熔料滞留区,又不会出现死角。采用这样的熔料通道,制件取出时,可同时把流道内料柱带出,以保证下次注射工作的顺利进行。
- 3) 喷嘴头部应是圆弧形,圆弧半径应等于或略小于模具衬套口圆弧半径。避免两零件紧密接触时有缝隙产生及出现熔料注射时有外溢现象。
- 4) 注塑制品采用粘度较高、热稳定性较差的原料,制件用料量较大、制品壁厚尺寸较大时(如用聚氯乙烯原料),应选用流道口直径较大、阻力小的直通式喷嘴结构。
- 5) 注塑制品采用原料的粘度较低,制件的形状较复杂,而且壁厚尺寸较小时,应选用喷嘴口径较小、带有加热装置的封闭式喷嘴结构。

喷嘴头部与模具衬套口接触位置示意如图 2-47 所示。

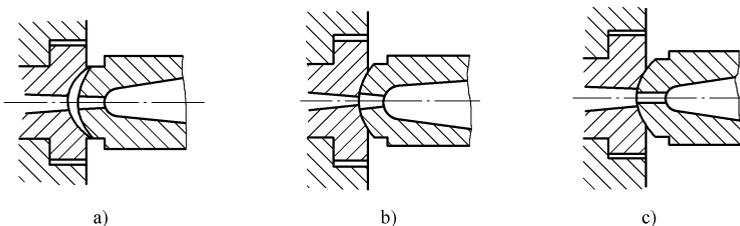


图 2-47 喷嘴与衬套口接触位置示意

a) 不正确 b) 不正确 c) 正确

图 2-47a 中喷嘴头部圆弧半径大于模具衬套口圆弧半径,这样的接触使熔料容易出现外溢现象。图 2-47b 中喷嘴的口径大于模具衬套口直径,这样容易出现注射熔料滞留。图 2-47c 所示为喷嘴与模具衬套口的正确配合接触。

6) 喷嘴结构应用选择。ABS、CA、CAB、PC、PE、PMMA、POM、PP、PPO、PVC、SAN 和热固性塑料注射成形应选用直通式结构喷嘴。PA、PBT、PAI、PET、PEEK、PPS 等塑料注射成型应选用关闭式结构喷嘴。

2.2.19 螺杆旋转有哪几种驱动方式？各有什么特点？

塑化原料时螺杆的旋转驱动、有电动机驱动、液压马达驱动和液压马达直接驱动三种方式。

1. 电动机驱动

由电动机驱动、通过液压离合器与齿轮减速箱连接带动螺杆转动，是目前生产设备中应用最多的一种传动形式。其传动系统结构型式如图 2-49 所示。

电动机驱动方式还有的采用伺服电动机通过齿轮减速箱直接驱动螺杆和伺服电动机通过同步带驱动。

采用图 2-49 中的电动机驱动方式，由于有液压离合器连接，使频繁启动的电动机和螺杆工作的过载，能得到保护。螺杆用止推轴承安装在注射油缸的活塞内。螺杆计量时的背压力由背压阀调节；不同原料的塑化采用不同的螺杆背压力，以保证原料的塑化质量。当螺杆后退计量达到制件质量要求时，计量装置压合行程开关，液压离合器分离，螺杆停止工作。注射开始时，高压油进入注射液压缸，推动螺杆完成注射工作。

2. 液压马达驱动

液压马达驱动螺杆旋转的传动，是由叶片液压马达（也可用齿轮马达、径向或轴向活塞马达等）驱动，经齿轮减速箱减速带动螺杆转动。螺杆的转速变化可以通过无级调速得到调整。这种马达体积小，启动惯性小，结构比较简单，而且体轻。如果螺杆工作超载，还可以起到安全保护作用。用液压马达驱动，是一种比较理想的传动类型。

液压马达驱动螺杆转动的传动结构如图 2-48 所示。

从图 2-48 中可以看到，螺杆由止推轴承支撑，承受轴向力。止推轴承安装在油缸外面，这样的布置对此部位的维修拆卸、安装都比较方便。喷嘴与模具衬套口的对中调节，可通过调节支撑注射座部位的调节螺母解决。

3. 液压马达直接驱动

直接由液压马达驱动螺杆转动时，液压马达是一种大转矩低转速特殊型马达；这种液压马达直接固定在注射液压缸上，不经任何机械传动减速，直接带动螺杆转动工作，自行无级调速，使螺杆的转速有较大变化范围。

从设备的整体外形看，无论是传动部分还是整个注塑机的各部位，其组成零件都比较少，所以，整套设备结构紧凑，运转平稳，工作噪声低，操作运行安全可靠，塑化运转螺杆不会有超载现象。运转调整和维修都比较方便。目前，较先进的注塑机多采用此种驱动方式。

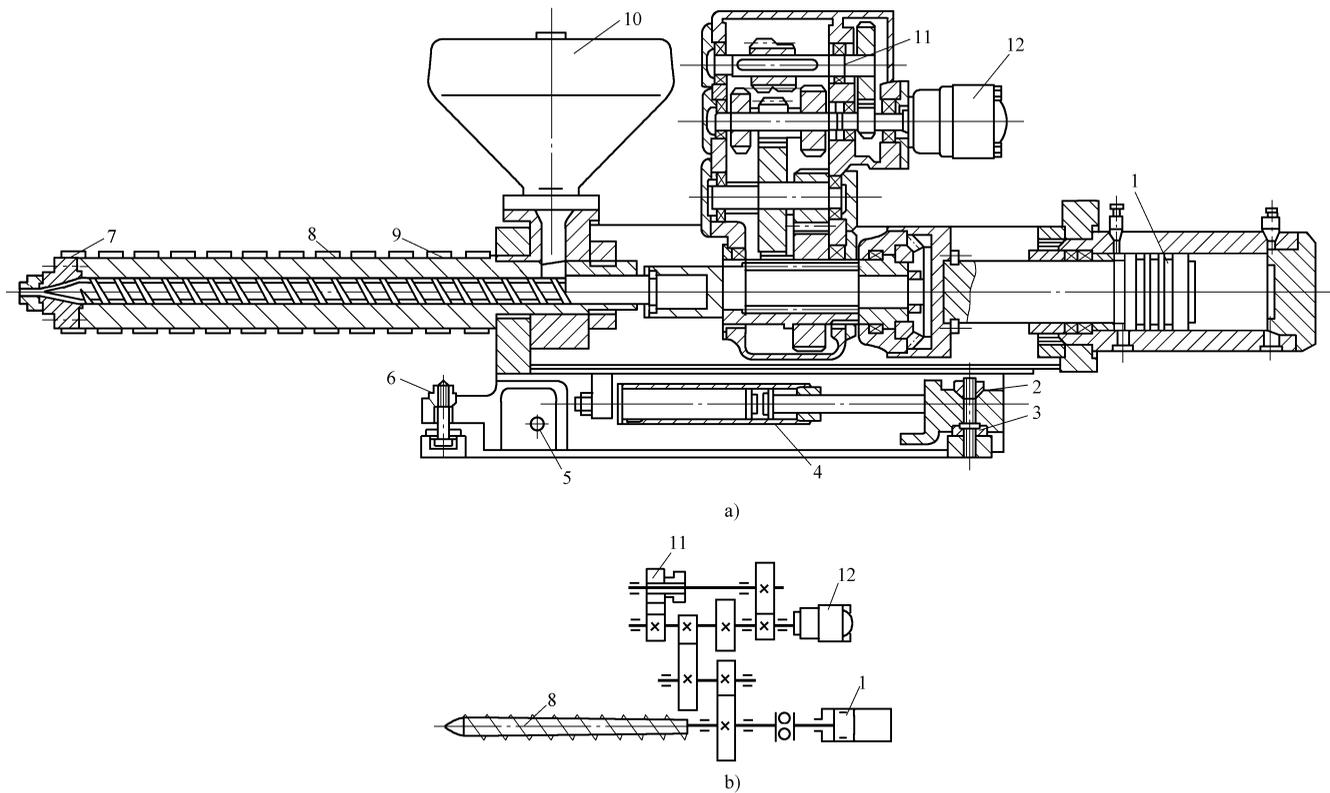


图 2-48 液压马达驱动螺杆转动的传动结构

a) 装配图 b) 传动系统示意图

- 1—注射液压缸 2—调节螺母 3—球形支撑 4—注射座移动液压缸 5—注射座移动部件 6—螺母
7—喷嘴 8—螺杆 9—机筒 10—料斗 11—减速箱 12—液压马达

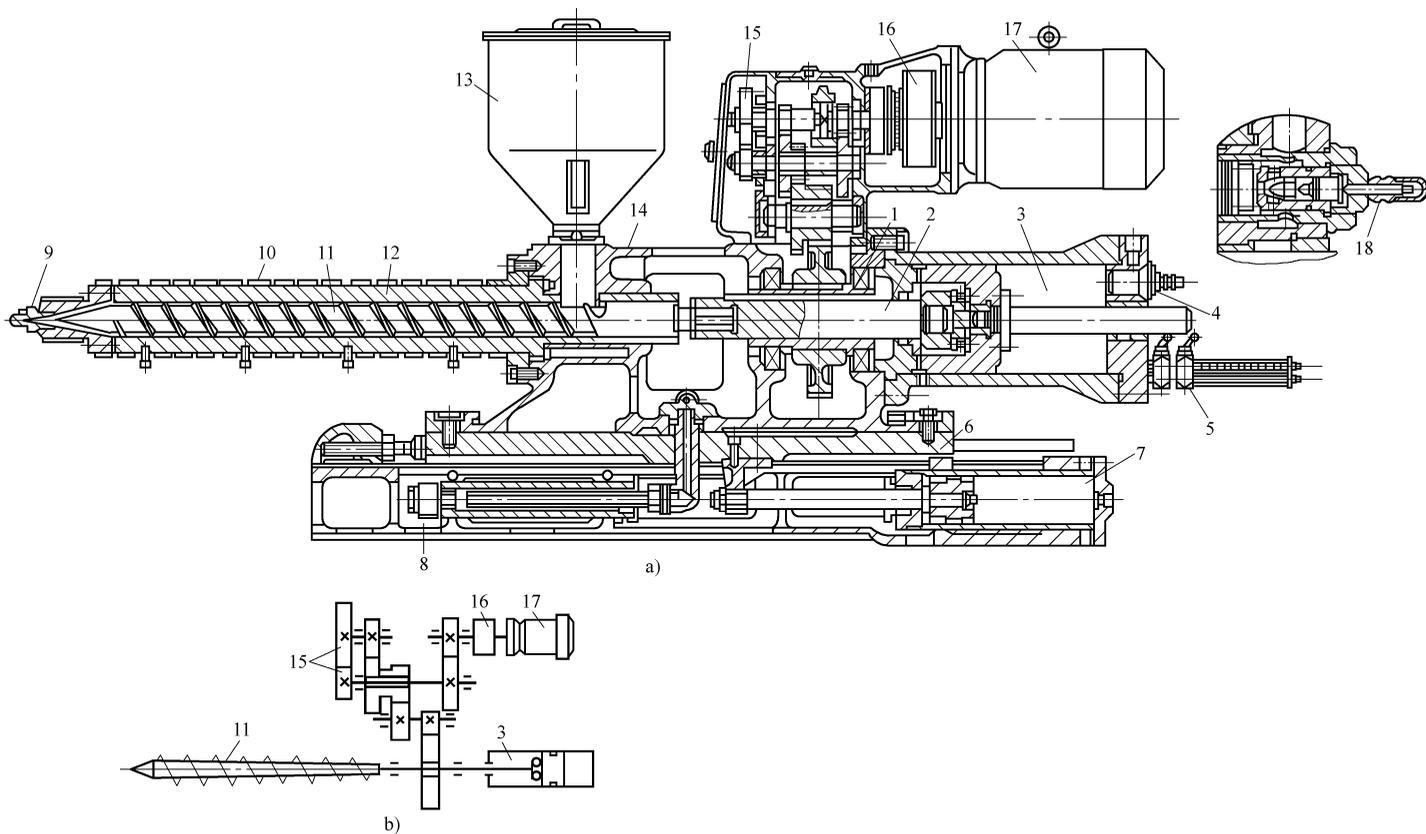


图 2-49 电动机驱动螺杆转动的传动结构

a) 装配图 b) 传动系统示意图

1—花链套 2—传动轴 3—注射液压缸 4—背压调节阀 5—计量装置 6—导板 7—注射座移动液压缸 8—输油管 9—喷嘴
10—加热器 11—螺杆 12—机筒 13—料斗 14—注射座体 15—减速箱 16—液压离合器 17—电动机 18—背压调节螺丝

液压马达直接驱动螺杆转动的形式结构如图 2-50 所示。

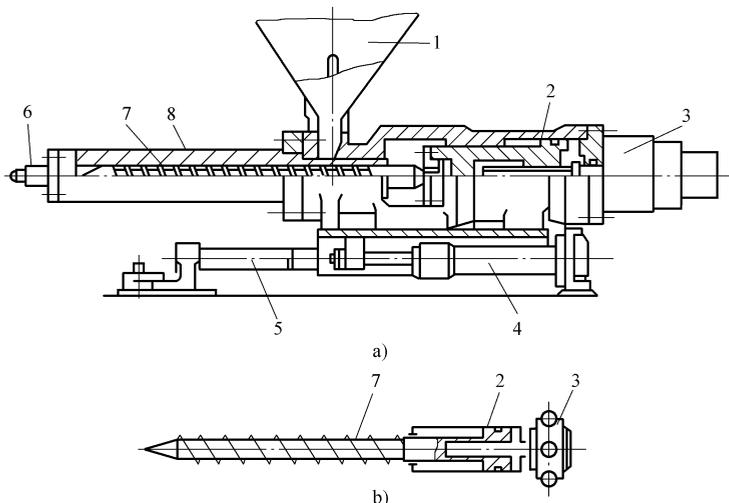


图 2-50 液压马达直接驱动螺杆转动的形式结构

a) 装配图 b) 传动系统示意图

1—料斗 2—注射液压缸 3—液压马达 4—移动液压缸 5—导柱 6—喷嘴 7—螺杆 8—机筒

2.2.20 螺杆注射移动有几种驱动方式？各有什么特点？

螺杆注射时的轴向移动、驱动方式有液压式和电动式两种。螺杆注射时移动位置的准确性将直接影响熔料注射量的稳定性，这对注塑制品成型质量有较大影响。

1. 螺杆注射采用液压驱动

螺杆注射用液压缸驱动、液压缸结构布置有单液压缸型和双液压缸型两种类型。单液压缸的结构及工作布置如图 2-51 所示。从图 2-51 中可以看到，这种液压缸中的活塞杆与螺杆轴心线重合在一条直线上，活塞杆直接推动螺杆。在对原料进

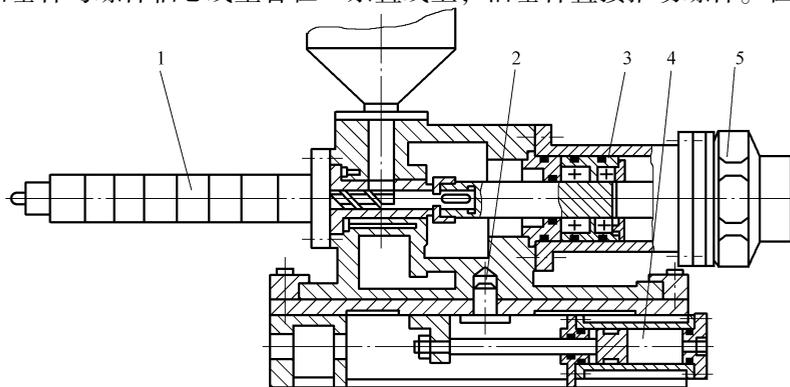


图 2-51 单液压缸型液压注射缸结构

1—塑化机筒和螺杆 2—注射装置旋转轴 3—注射用液压缸 4—注射座移动用液压缸 5—液压马达

行塑化时，螺杆既有轴向运动又有旋转运动，所以它的传动轴结构比较复杂，注射油缸的直径尺寸也比较大。

双液压缸的工作布置如图 2-52 所示。由于注射时有左右对称双液压缸推动推力座移动，推力座在导柱上滑动，使与其相连的螺杆随推力座前后移动，完成螺杆的塑化、注射动作。由于这种结构是由 2 个液压缸推动螺杆完成注射动作，所以，2 个液压缸的直径尺寸要小一些；2 个液压缸在两侧对称布置，则整体轴向尺寸也要小许多。不过，这种结构中的液压缸装配校正时，要注意保证双缸活塞移动时的同步运行精度。

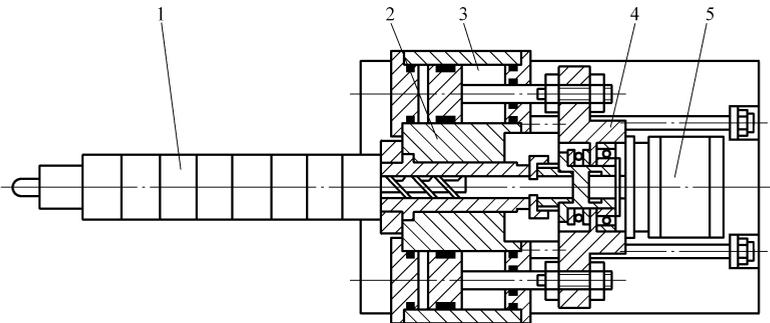


图 2-52 双液压缸型液压注射缸结构

- 1—塑化机筒和螺杆 2—注射装置支撑座 3—注射移动用液压缸 4—注射推力座 5—液压马达
2. 螺杆注射采用电动机驱动

螺杆注射时的轴向移动由电动机驱动，主要是采用伺服电动机、齿形带和滚珠丝杆传动机构驱动注射螺杆。丝杆传动机构中，可以用传动螺母转动，带动与其配合的丝杆作轴向移动；也可为丝杆旋转，带动丝杆上的螺母作轴向往复运动。小型注塑机中的螺杆注射时的轴向移动传动机构中，可不加齿形带和减速箱、而是直接由电动机和丝杆传动机构驱动注射螺杆作注射时的轴向往复动作。另一种电动机驱动方式，是电动机通过齿轮减速箱带动曲柄滑块机构，推动螺杆作注射时的轴向移动。

2.2.21 注射座移动用液压缸驱动有几种类型？各有什么特点？

注射座移动用液压油缸结构布置，有单液压油缸驱动型和双液压油缸驱动型两种。单液压油缸的工作布置如图 2-53 所示。

单液压油缸一般多数安装在注射座下方位置。液压缸活塞杆与推

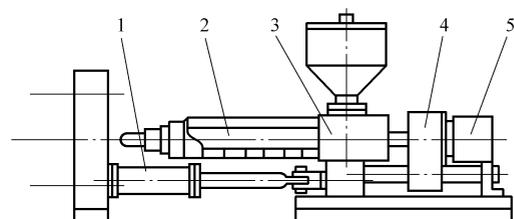


图 2-53 单液压油缸驱动注射座移动结构

- 1—驱动注射座移动液压缸 2—塑化机筒和螺杆
3—注射装置支撑座 4—推力座 5—液压马达

力座相连接，活塞的前后移动，通过推力座在导柱上滑动，带动注射装置前后移动。这样的传动结构，活塞杆的推力点与注射装置中的喷嘴着力点不在一条直线上，作用力的偏移使注射座受力条件差，注射、保压时，喷嘴处易产生溢料。但是，采用这种单液压缸工作，设备结构简单，制造容易，设备维修也较方便。

双液压缸驱动注射座结构布置如图 2-54 所示。

这种结构中的双液压缸安装在移动注射座的两侧，对称排列，使注射座的运行受力均匀，整体移动运行平稳。但与单液压缸驱动比较，结构比较复杂，这给维修工作也带来一定的难度。

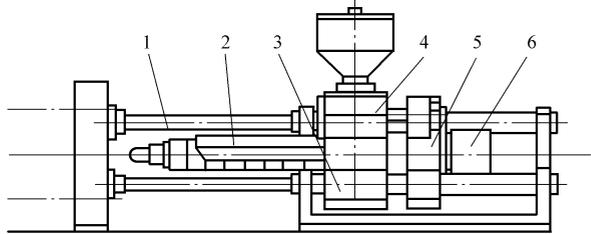


图 2-54 双液压缸驱动注射座移动结构

- 1—导柱 2—塑化机筒和螺杆 3—驱动注射座移动液压缸
- 4—注射装置支撑座 5—推力座 6—液压马达

2.2.22 注塑机中合模装置的功能作用是什么？

合模装置中的工作程序，是注塑机工作中合模注射、保压降温成型和预塑化、制品脱模工作程序中的一项重要工序。合模装置成型工作的好坏同样是影响注塑制品质量主要一环，在这个工作程序中，一组成型模具结合的牢固可靠性，模具开启结合的灵活性和成品制件脱模、取出的方便安全性，都要由合模装置中准确、可靠的动作来保证。

2.2.23 合模装置由哪些主要零部件组成？

目前塑料制品厂中应用最多的液压—机械式合模装置的主要组成零部件如图 2-55 所示。这些零部件主要包括：合模液压缸、调模装置、固定后模板、活塞杆、曲肘连杆机构、顶出液压缸、曲肘连杆机构、顶出液压缸、移动模板、保护装置、拉杆、固定前模板和固定拉杆螺母等。

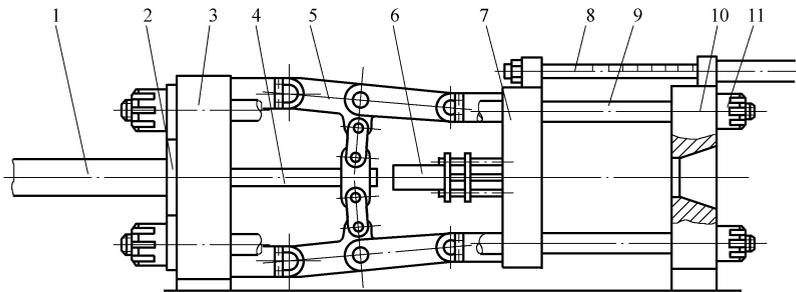


图 2-55 液压—机械式合模装置中主要零部件位置

- 1—合模液压缸 2—调模装置 3—固定后模板 4—活塞杆 5—曲肘连杆机构 6—顶出液压缸
- 7—移动模板 8—保护装置 9—拉杆 10—固定前模板 11—固定拉杆螺母

2.2.24 合模装置工作应具备哪些条件?

1) 模具的合模力要大于熔料注入成型模具空腔时的胀力,以保证成型模具在承受熔料以一定压力和速度充满模具空腔时,不因受较大的胀力而开缝。

2) 要按注塑制品的注射量和外形尺寸的大小合理选择设计注塑机的模板面积、模板行程和模板移动时的最小与最大距离,以保证注塑制件的注射行程中模具的厚度值和制件取出的需要。

3) 为了缩短一次注射成型制件的循环时间,开闭模的速度应尽量加快。但为了保证模具间不许有冲击碰撞现象和延长模具的使用寿命,模板速度的变换调整应注意:闭模时应先快后慢,开模时应先慢,后快,然后再慢停。

4) 制品的脱模顶出力要平稳、均匀,特别是对于较大型注塑制件,只有各个顶出杆的顶出速度和顶出力均匀,才能使制件顺利脱模;否则,制件在各项出点不同力作用下,很容易损坏。

5) 合模装置的开启、闭合动作要有安全保护装置,以保证操作工生产安全和避免成型模具的损坏。

2.2.25 合模装置有几种结构类型?各有什么特点?

注塑机的合模装置结构类型有:液压式合模结构、液压-机械式合模结构、液压-曲肘式合模结构和电动机械式合模结构。

1. 液压式合模装置的结构特点

1) 模板移动行程开距大,可注射成型有较高度尺寸的制件。

2) 模具的锁模力通过调节液压油的压力得到,这种模具锁模力的大小调节方便。

3) 模板行程调距工作比较方便简单。

4) 液压式合模结构的不足之处是:注射工作消耗动力比较大,输油管路易滴漏油,液压油工作压力的稳定性差。

2. 液压-机械式合模装置的结构特点

1) 液压缸直径比较小,减轻设备体重,节省能源消耗,用液压油量少。

2) 由两个不同直径的液压缸与机械装置配合工作(小直径液压缸完成模具的移开与闭模动作,机械装置配合锁住定位,然后由大直径液压缸加压锁牢模具),能得到高的合模力,锁模工作可靠。

3) 不足之处:液压-机械式合模结构比较复杂,给设备维修工作增加了一定难度。

3. 液压-曲肘式合模装置的结构特点

液压-曲肘式合模装置实际也是一种液压-机械式合模装置,不同之处在于机械部分是连杆机构或曲肘撑杆结构,合模时由合模机构系统中产生预应力而使模具合紧。由于其驱动力由液压装置提供,所以,称这种结构为液压-曲肘式合模装置。

其结构特点如下。

- 1) 由较小的液压推力，通过连杆机构的放大，得到较大的合模锁紧力。
- 2) 合模速度快，缩短了注射制品的成型周期。
- 3) 用液压油量少，节省能源消耗。
- 4) 降低注塑制件制造成本。
4. 电动机械式合模装置的结构特点

1) 合模机构装置中没有液压油参与工作，合模运动用交流伺服电机驱动，由滚珠丝杆和同步皮带传动机构完成。

- 2) 不用液压油驱动，工作环境易保持清洁。
- 3) 节省了大量液压油降温用冷却水。
- 4) 节省能源消耗。
- 5) 工作噪声低。
- 6) 设备维护和维修比较简单。

2.2.26 液压式合模装置由哪些零部件组成？功能作用是什么？

液压式合模装置结构如图 2-56 所示。它主要由合模液压缸、固定后模板、移动模板、拉杆、成型模具、固定前模板和固定拉杆螺母等组成。

合模液压缸也叫锁模液压缸，固定在后模板上。液压缸的作用主要是用液压缸中液压油的压力推动液压缸中活塞做往复运动，活塞的往复运动通过活塞杆带动模板做往复运动；由于成型模具固定在模板上，则完成了注射成型工作中的开合模具动作。拉杆把前后固定模板连接成一体，由螺母紧固，保证了移动模板在拉杆上平行、匀速滑动。

2.2.27 液压式合模装置常用结构有几种？各有什么特点？

液压式合模装置常用结构有充液式合模装置和增压式合模装置。液压式合模装置的特点是：注射开合模运动的全过程（即模板的前后往复运动）以及锁模力大小全部由液压油的压力来控制保证。

1. 充液式合模装置

充液式合模装置结构如图 2-57 所示。

充液式合模装置的工作顺序是：合模动作时，压力油首先进入小直径的移模液压缸中，推动液压缸中活塞，活塞带动与其连接的移动模板快速合模。合模动作过程中，充液阀打开，锁模液压缸活塞在小直径移动液压缸作用下迅速前移，这时，

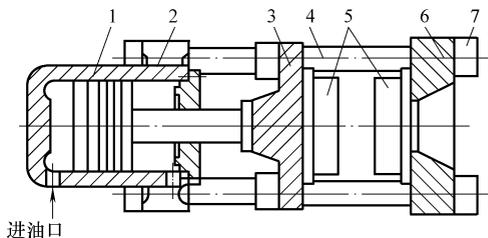


图 2-56 液压式合模装置结构

- 1—合模液压缸 2—固定后模板 3—移动模板
4—拉杆 5—成型模具 6—固定前模板
7—固定拉杆螺母

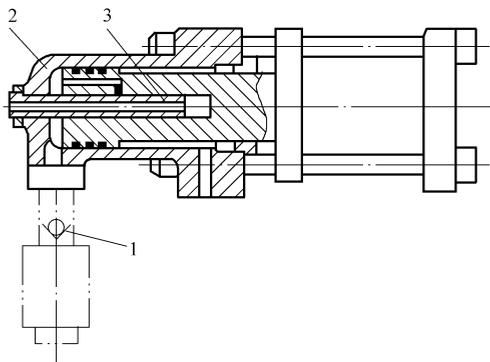


图 2-57 充液式合模装置结构

1—充液阀 2—锁模液压缸 3—移模液压缸

大量液压油进入形成负压的锁模液压缸中，当模具闭合时，锁模液压缸与高压油接通，增大锁模力至合模需要吨位。开启模具时，液压油从锁模油缸右端（图 2-57 所示方向）进入，由于活塞右侧是一个环形较小容积空腔，所以开模移动速度较快。

2. 增压式合模装置

增压式合模装置结构如图 2-58 所示。

增压式合模装置的工作顺序是：合模动作开始时，压力油首先进入直径小、行程较长的移模液压缸内，推动模板和锁模液压缸活塞快速前移；合模过程中，充液阀打开，液压油被吸入到形成负压的锁模液压缸内；模具闭合后，充液阀关闭，压力油进入增压液压缸，使直径较大的锁模液压缸内活塞的推力增加，达到模具锁紧力大于注射成型熔料进入模腔内的胀力，保证注塑制品的成型工作。

增压式合模装置的合模速度最高可达 30m/min，锁模力可提高到 3000 ~ 4000t。但是，这种结构型装置提高合模力是靠加大锁模液压缸直径得到的，随着液压缸直径的加入，用液压油量增加，设备的结构尺寸加大，显得较为笨重。

2.2.28 液压-机械合模装置有几种结构类型？工作特点有哪些？

液压-机械合模装置在注塑机中的应用，有多种结构类型。常见的结构有液压-闸板式合模装置，液压-转盘式合模装置，液压-抱合螺母式合模装置和液压-曲肘式合模装置。目前，国内应用的注塑机中多为液压-曲肘式合模装置。合模机构是由推动模板移动的液压缸和曲肘连杆两部分串联组成，工作时液压缸带动曲肘连杆机构来实现模具的启闭和锁紧。液压-曲肘式合模机构工作特点是：可用较小的液压缸推力，通过曲肘连杆机构对力能放大的作用来得到较大的锁模力；工作中开合模运行时，能够实现慢-快-慢的运行速度和工作程序。这对注塑制品生产降低能耗和缩短注射成型制品生产周期有利。液压-曲肘连杆式合模装置与全液压式合模装置比较，具有合模运行动作快，速度变换平稳，节省能耗和超载性能好等优点，不足

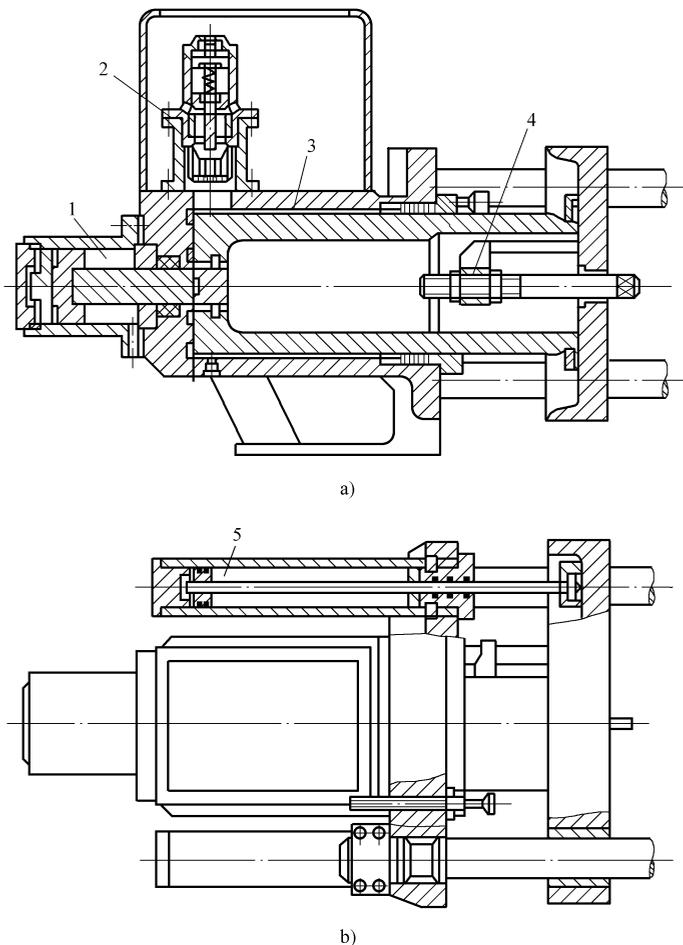


图 2-58 增压式合模装置结构

a) 侧视图 b) 俯视图

1—增压液压缸 2—充液阀 3—锁模液压缸 4—顶出杆 5—移模油缸

之处是调模工作较复杂，锁模力重复精度不高，对模板的运行平行度要求高，不能成型深孔制品等。常用肘杆式合模装置有单曲肘和双曲肘及其他特殊型。

1. 液压-单曲肘式合模装置

液压-单曲肘式合模装置的结构组成，见图 2-59。它由模板、拉杆、单曲肘连杆、锁模液压缸、顶出装置和调模距离装置组成。

液压-单曲肘式合模装置的工作顺序是：当压力油从液压缸上部进入液压缸时，液压缸内活塞下移，拉动曲肘连杆伸展，同时推动移动模板右移（图 2-59 所示方向），曲肘连杆被活塞拉动成一直线时，移动模板与固定模板上模具两平面严密结合，同时锁紧。开模时，压力油从液压缸底部进入液压缸，活塞上升，推动曲肘连

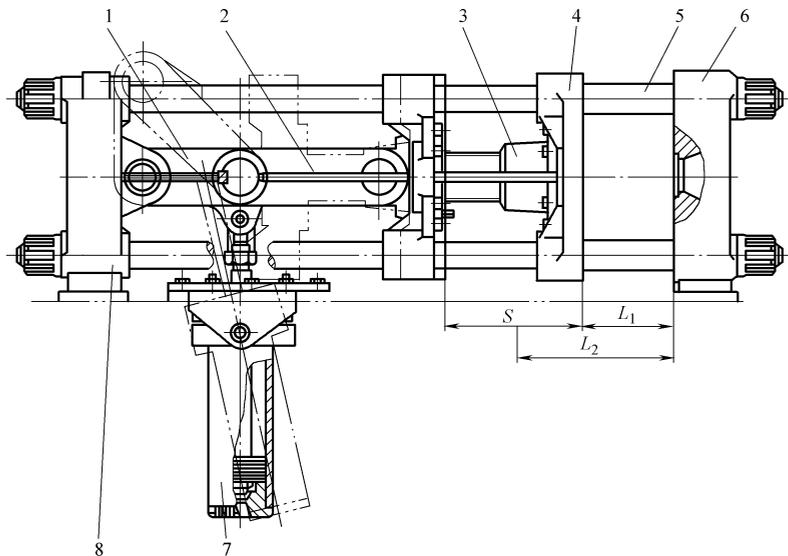


图 2-59 液压-单曲肘式合模装置结构组成

1—曲肘连杆 2—顶出杆 3—调距螺母 4—移动模板 5—拉杆

6、8—固定模板 7—合模液压缸

S—模板行程 L_1 —最小模具厚 L_2 —最大模具厚

杆偏左上移（图 2-59 中假想线位置），拉动模板左移。液压缸用铰链与机架连接。活塞升降时，液压缸能够摆动。

在 XS-ZY-125 型注塑机上用这种合模装置，工作液压缸规格小，可以装在机架内，外形尺寸小、结构简单，模板的距离调整也很方便。这种曲肘连杆机构，液压缸仅用 7.2t 的拉力，就可产生接近 90t 的合模力。注意液压缸活塞下移拉动曲肘连杆成一直线即可，不能让曲肘连杆下屈，避免活塞的上升回程移动力不足，开启模具困难。

2. 液压-双曲肘式合模装置

液压-双曲肘式合模装置，在中小型注塑机中应用较普遍。图 2-60 是在 XS-Z60 型注塑机上应用的液压-双曲肘式合模装置结构组成。主要组成零部件有：合模液压缸 1、固定模板 2、曲肘连杆 3、调距装置 4、顶出杆装置 5、顶出杆 6、移动模板 7、拉杆 8（共 4 根）和固定模板 9 等。

图 2-60a 是液压-曲肘合模装置的侧视图。上半部为合模时各部件零件的位置，即液压缸从左侧进入压力油，推动活塞右移，带动模板前移，合模时的各件工作装置。图 2-60a 下半部为模板不工作移开时各部位零件位置，此时压力油从液压缸的右侧下方进入，液压缸活塞左移，拉动曲肘连杆屈曲，带动模板后退，模具分开。

这种液压-双曲肘合模装置比单曲肘合模装置合模力的增力作用大许多倍，单

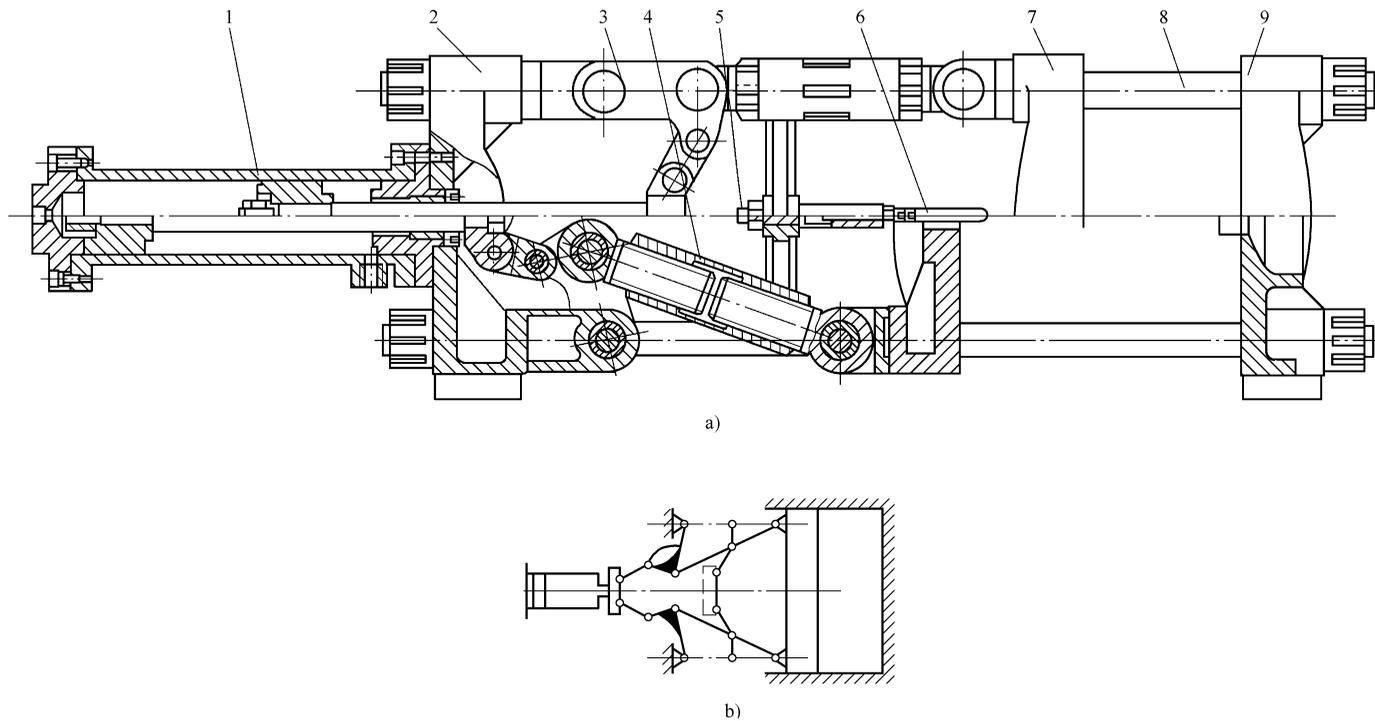


图 2-60 液压-双曲肘式合模装置结构工作图

a) 侧视图 b) 曲肘连杆动作示意图(开模状态)

1—合模液压缸 2,9—固定模板 3—曲肘连杆 4—调距装置 5—顶出杆装置 6—顶出杆 7—移动模板 8—拉杆

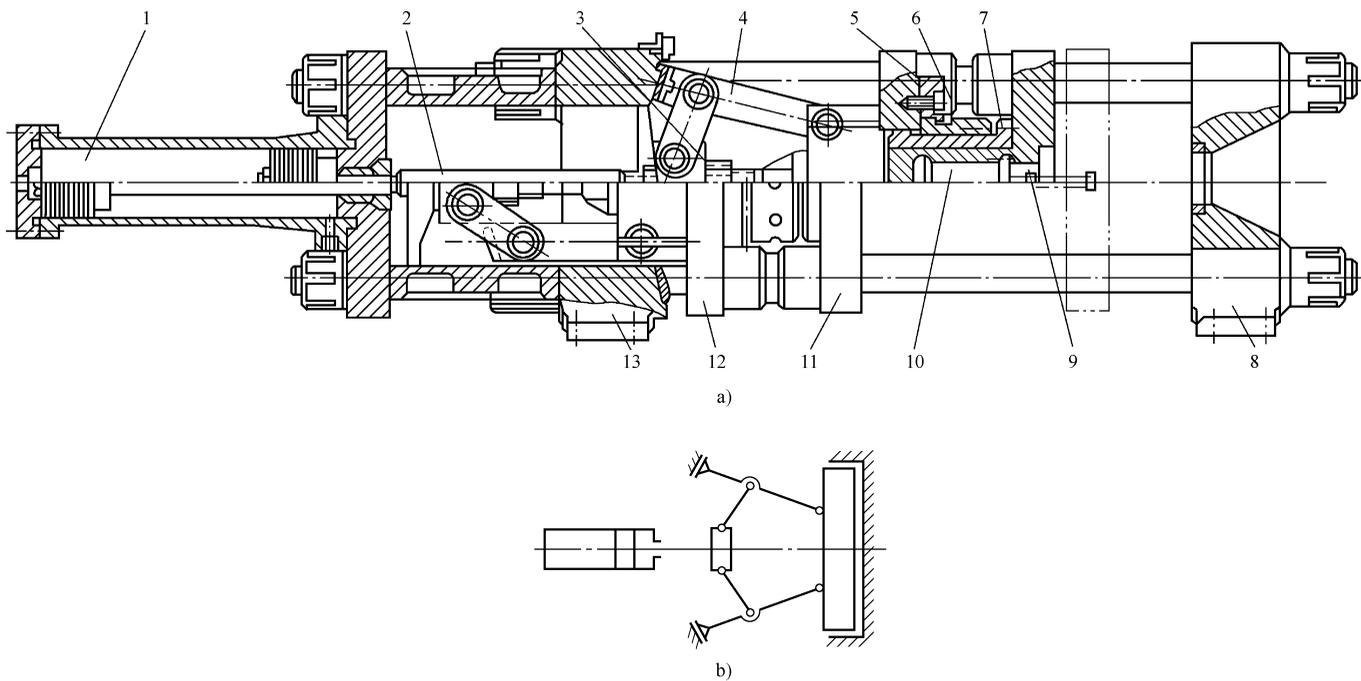


图 2-61 双曲肘撑板式合模装置结构工作图

a) 组装图 b) 曲肘连杆动作示意图(合模状态)

- 1—合模液压缸 2—活塞杆 3—肘支座 4—曲肘连杆 5—楔块 6—调节螺母 7—调节螺钉 8—前固定模板
9—顶出杆 10—顶出液压缸 11—右移动模板 12—左移动模板 13—后固定模板

曲肘合模装置只能用在锁模力在 100t 以下的注塑机中，而双曲肘合模装置的锁模力在几百吨。甚至可高达 2000 多吨。不过这种双曲肘合模装置结构较复杂，制造精度要求高，模板的行程还比较小，所以，多数还只用在中小型注塑机中。

图 2-61 是 XS-ZY500 型注塑机用合模装置结构组成图。

双曲肘撑板式合模装置（图 2-61）的特点，模具的可靠性工作锁紧，是利用连杆和楔块的增力及自锁作用。由于它不需要固定铰链装置，而使模板行程加大。

图 2-61a 中上半部分是：液压缸的左侧进入高压油，活塞右移，推动双曲肘连杆带动模板右移，使成型模具合模锁紧。图 2-61a 中下半部分是：液压缸的右侧进入高压油，而使模板分开后退时各零件位置。

3. 液压-曲肘式合模装置的工作特点

1) 有自锁功能。当液压缸活塞拉动曲肘伸展成直线时，合模锁紧后，即可自锁。此时，液压缸卸载，锁模力不会自行消失。这一点是液压-抱合螺母式和液压-机械式合模装置所不具备的功能。

2) 有可靠的锁模力。当模具的内压力高，胀力大于锁模力时，这种机构有一种附加力，模具仍能可靠锁牢。

3) 高压不用长时间工作，及时卸载，以减少功率消耗。

4) 模板移动速度变化，合模时由快速到慢速，锁模力很快达到要求吨位。开模时模板移动速度变化是先慢后快再慢慢停止。这种运动速度变化，使模具结合时不易发生撞击现象。

5) 传动机构复杂，运动副多，调整困难，对零件的加工精度要求高。要经常注意观察各支撑点的润滑情况，注意保持良好的润滑条件。

6) 对锁模力的调整，应由小到大逐渐增加一步步调整。注意液压系统不允许超过额定压力值。

2.2.29 电动机械式合模装置的结构特点是什么？

电动机械式合模装置结构与液压-机械合模装置结构不同之处，是注塑机的合模部分工作传动全部由伺服电动机驱动完成。传动系统工作时，首先由齿形带减速传动，带动滚珠丝杠旋转，使其代替液压缸推动模板移动，完成合模装置中移动模板的开、合模动作。电动机械式合模装置结构工作示意图见图 2-62。

2.2.30 模板移动行程距离怎样调整？

移动模板行程距离大小的调整，以液压-曲肘式合模装置为例，说明如下。

由于曲肘式装置合模时，曲肘动作要伸展成直线，这一动作功能不变，所以，它推动模板的行程距离也是固定不变的。这样，当更换不同厚度模具时，模板的行程距离必须随其变化，以适合能锁紧新换模具合模要求距离。这就是模板行程需要经常调整的原因。对于合模装置中行程的调整，一般都是整体调整移动模板、连杆和固定模板。

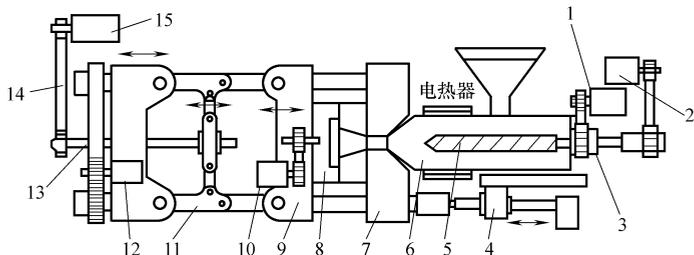


图 2-62 电动机机械式合模装置结构及工作示意图

- 1—螺杆旋转用伺服电动机 2—螺杆注射移动用伺服电动机 3—压力传感器
4—注射座移动工作系统 5—螺杆 6—塑化注射机筒 7—固定模板 8—模具
9—移动模板 10—顶出伺服电动机 11—曲肘机构 12—模板调距电动机
13—传动滚珠丝杠 14—齿形带 15—伺服电动机

调整顺序是：首先测量出更换后新模具结合后的厚度尺寸，然后把曲肘连杆伸展成直线状态，即两半模具合模状态，再调整固定模板与移动模板间距离，使两模板间距离等于或略小于两模具结合时的厚度尺寸。调整后移动模板后退。安装吊运两半模具，移动模板前进，让两半模具平面均匀接触，然后再紧固模具。检查一下，全部安装调整达到尺寸要求时，进行合模动作试验；如在合模时，曲肘连杆伸展成直线状态动作轻松、合模油压不高，应在开模后，再把动、定模板间距离稍调小些。然后即可进行塑化熔料注射成型试验，直到成型制品无飞边现象出现，则模板行程距离调整为合格，即可进行正常连续生产。

2.2.31 模板间距调整机构有几种类型？

对于固定模板与移动模板间的距离调整，通常小型注塑机用手动，大型注塑机用电动，通过齿轮、蜗轮蜗杆或链条传动调整。应用较多的调整机构有下面几种类型。

1. 拉杆螺母调节

由拉杆螺母调节模板间距离的机构如图 2-63 所示。

由拉杆螺母调节模板间距离的操作方法如下：首先松动两端紧固螺母，再调节调距螺母（两端螺母的内螺纹，一端右旋，另一端左旋；小型注塑机由手动调节，大型注塑机由电机驱动齿轮或蜗轮蜗杆、带动螺母转动调节），使拉杆轴向移动，则模板间的距离得到变化。采用这种调距方法，机构零件少，结构简单，调距操作较方便，在中小型注塑机中用手动调节；大型注塑机中用电动机驱动调节。这种结构合模后的锁模力作用在螺纹上，调距时要注意 4

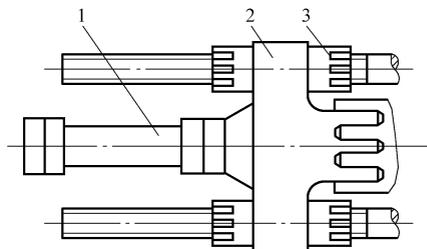


图 2-63 拉杆螺母调节模板间距离机构

- 1—油缸 2—固定模板 3—螺母

根拉杆移动距离要相等，即要保证移动后的模板工作面间的平行精度。

2. 变动合模油缸位置

变动合模液压缸位置的调距机构如图 2-64 所示。在这种结构中，合模液压缸与固定模板用螺纹方式连接成一体。在调节两模板间距离时，只要转动调节螺钉，使液压缸上螺母转动，则液压缸体由于螺母固定不动而产生轴向移动，使合模机构也跟着移动，从而改变两模板间的距离。

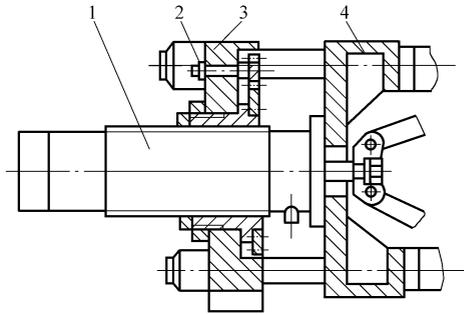


图 2-64 变动合模油缸位置调距机构
1—移动液压缸 2—调节螺钉 3—固定模板 4—移动模板

3. 变动两移动模板间距离

在图 2-61 中，移动模板是 2 块，中间有螺纹连接，如果转动调节螺母，则两块模板间距离改变，这样也会使移动模板与固定模板间的距离得到变化，达到模板调距的目的。

4. 螺纹肘杆调距

图 2-60 液压-双曲肘式合模装置中的调距装置“4”即为螺纹肘杆调距。当模板距离尺寸需要变动调整时，旋转带有正反扣的调节螺母，即能得到需要的模板距离尺寸。这种调距结构，既可得到模板间距离的调整，又可使肘杆长度及锁模力发生变化。结构比较简单，调距也很方便。但调节螺母要承受较大的锁模力和机构运动力的作用，所以只能用在小规格注塑机中。

2.2.32 合模装置中顶出杆的作用与工作要求有哪些？

注塑机上合模装置中顶出杆的作用就是为了使成型后的注塑制件在开模时给制件一个顶出力，让制件顺利脱模。顶出杆在工作时要有能够使制件脱模的顶出力，以把制件顶出成型模具。

小型注塑机中只用一个顶出杆就能够完成对制件的顶出工作，而在大型注塑机中，由于制件形体大，则需要多个顶出杆才能让制件脱模。多个顶出杆（点），在顶出制件时，要求各顶出杆（点）的顶出力要均匀，以避免损坏制件。顶出杆的移动速度和工作频率要与模板的开合速度协调匹配；而顶出杆的行程大小也要与模具的厚度尺寸相适应。

2.2.33 顶出杆移动时传动方式有几种？各有什么特点？

顶出杆移动时的传动机构，有机械式、液压式和电动式；另外，制品的脱模还可用压缩空气的压力，把制品吹出模具。

1. 机械式顶出

机械式顶出传动结构如图 2-65 所示。

机械式顶出杆的工作是依靠移动模板的开闭模动作来完成的。按成型模具的厚度和移动模板的行程大小，先调整好顶出杆应伸入模具腔内的长度，然后固定在固定模板上，这样，模板在开闭模注射成型时，顶出杆借助移动模板的行程大小和移动速度完成对制品的顶出工作。

这种顶出杆工作结构，在小型注塑机中可以只有一根，如图 2-66 所示，安装在成形模具的中心，即可完成制品顶出工作；如果在大型注塑机中，也可按注塑件的形状配置多个顶出杆。

2. 液压式顶出

液压式顶出传动结构如图 2-67 所示。

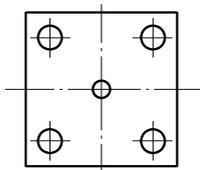


图 2-66 只有一个顶出杆的工作位置示意图

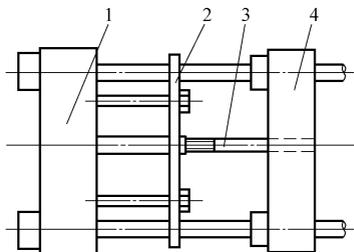


图 2-65 机械式顶出杆结构
1—固定后模板 2—调距支撑板
3—顶出杆 4—移动模板

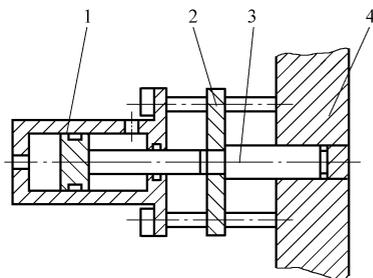


图 2-67 液压式顶出杆结构
1—顶出液压缸 2—调距支撑板
3—顶出杆 4—移动模板

液压式顶出杆的工作，是通过液压缸中活塞的前后滑动，带动与其通过支撑板相连的顶出杆，使顶出杆得到与活塞推力相同的顶出力，能够随同移动模板的前后移动而配合作相应的顶出或退回工作，完成对注射制品的顶出脱模动作。在目前生产的注塑机中，这种液压式顶出结构应用较多。因为液压式顶出结构对顶出杆的位置安装、顶出力的调节、行程大小的调整都比较方便，工作可靠，也可通过多个顶出液压缸，控制、安装多个顶出杆，同时、同步工作。

3. 气动式顶出

气动式顶出装置是在成型模具后面开许多微型小孔。开模时压缩空气接通，把制品从模具腔内吹出。此法很方便简单，不留痕迹，适合于薄壁制品。供气方式用电磁阀控制换向即可完成。

4. 电动式顶出

电动式顶出是由伺服电动机通过齿形带带动滚珠丝杆，实现制品从模具中顶出。电动顶出可以实现顶杆速度及工作位置的准确性，工件顶出后顶杆自行复位。

全电动注塑机中应用。

2.2.34 合模装置中拉杆的作用与工作条件要求有哪些？

拉杆在各种结构形式的合模装置中都起着重要作用。主要功能是把安装在拉杆两端模板用螺母固定位置，以保证移动模板在液压缸活塞推动下，在拉杆轴上前后移动、承受锁紧模具时的巨大拉伸力和支撑模板和模具体重量作用的弯曲力。

根据拉杆的工作条件，选择制造的拉杆材料应有足够的强度和刚度，同时，表面要耐磨。按拉杆的工作环境，其形状应设计成圆柱体；用优质碳素钢制造。如用45钢制造时，毛坯应进行锻造、调质处理，然后精加工完成。圆柱体工作面的粗糙度 R_a 应不大于 $0.65\mu\text{m}$ ，为了提高工作面的耐磨性，表面应热处理，硬度应不小于45HRC；拉杆与模板装配时，配合部分应采用H7/f7或H8/f7配合。

2.2.35 拉杆与模板怎样装配连接？

拉杆与固定模板的装配连接方式有多种，图2-68a所示连接方式是一种常用的连接方式。模板与拉杆的安装定位是通过拉杆两端的端面固定，然后由螺母固定位置。这种安装模板形式结构简单，连接尺寸精确可靠，加工制造和安装都很方便。

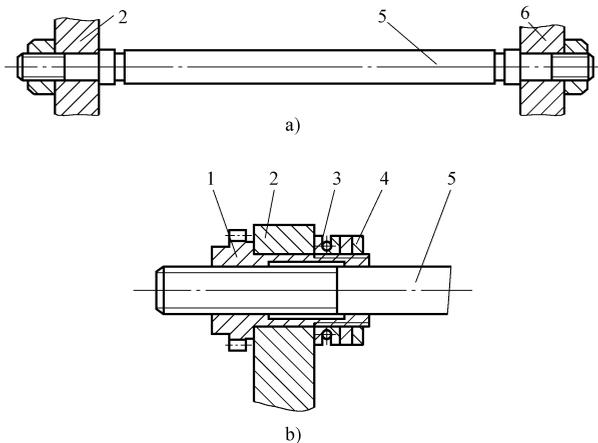


图2-68 拉杆与模板的装配方式

1—调距齿轮 2—模板 3—推力轴承 4—挡板 5—拉杆 6—固定螺母

图2-68b所示连接方式，其拉杆的右端与模板的连接方式与图2-68a相同。这种拉杆与模板的连接，可以通过拉杆上的齿轮螺纹套的转动，带动固定在螺纹套的模板左右移动，达到两模板间距离大小的调节。这种装配方法要求拉杆上螺纹和齿轮套上的螺纹加工精度要高，以保证4根拉杆上螺纹转动运行的同步性，保证模板调距移动时工作面的平行精度。此种结构多用在肘杆式合模装置中。

为了保证移动模板在拉杆上的前后移动平稳、能长期顺利运行、保证合模后两模具接触面各点的拉力均匀，对拉杆与模板的装配精度提出几点要求。

1) 装配后的4根拉杆位置，中心线要对称、平行、距离相等。

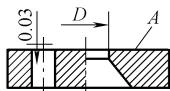
2) 两固定模板的内工作平面和移动模板与前固定模板的两工作平面要平行。

3) 移动模板上模具固定后, 前固定模板与移动模板上模具的合模面要平行。在 100mm 内不平行度允差不超过 0.03mm。

模板的工作面不平行度偏差, 参照表 2-32。拉杆的中心线对模板平面的不垂直度允差为 0.03mm/100mm。

表 2-32 模板工作面不平行度偏差 (mm)

模板工作面长度	25 ~ 60	60 ~ 160	160 ~ 400	400 ~ 1000	1000 ~ 2500
极限偏差	0.025	0.040	0.060	0.1000	0.160



2.2.36 模板结构及工作条件有哪些要求?

合模装置中的模板, 在拉杆两端由螺母固定的模板为固定模板, 还有一块是在拉杆上, 模板的 4 个孔分别穿在拉杆轴上, 与拉杆轴成滑动配合, 能在拉杆轴上前后滑动, 叫移动模板。模板的正面侧视图, 见图 2-10, 与拉杆装配时的正面侧视图见图 2-69, 它一般有图 2-69a ~ 2-69d 4 种形式。结构示意图见图 2-70。

两块固定模板与拉杆用螺母紧固连接, 形成一个承受合模时拉力的封闭系统。模板在模具锁紧时, 承受弯曲应力, 为了适应这样的工作条件需要, 通常固定模板设计成工作面为平面, 而后面设计成为提高板的工作强度, 有筋支撑的截面。如图 2-70 形式。

在图 2-69a、2-69b 中, 与拉杆有两个连接配合孔的模板, 用于小型注塑机。在图 2-69c、2-69d 中, 与拉杆有 4 个连接配合孔的模板, 承受弯曲力较大, 刚性好, 在注塑机中多数采用此种形式模板。图 2-69c、2-69d 为两种不同的模板安装位置, 根据模具形状需要选择, 以图 2-69c 型位置居多数。

模板的制造材料多数用韧性好、刚性好的 ZG35、ZG45 钢铸造成形。模板的工作面经过退火失效热处理后, 机械加工, 表面粗糙度 $R_a \leq 1.25 \mu\text{m}$ 。与拉杆配合的 4 个装配孔和工作平面最好在镗床上, 一次装夹完成加工成型, 以保证 4 个孔的中心线与模板工作面的垂直度精度要求与模板中心线对称的精度要求和模板工作面的不平行度精度要求。机加工时, 应分粗、精两次加工。减少机加工后的变形和保证各部位的相互位置的精度要求。模板的工作面偏差, 即不平行度参照表 2-32 条

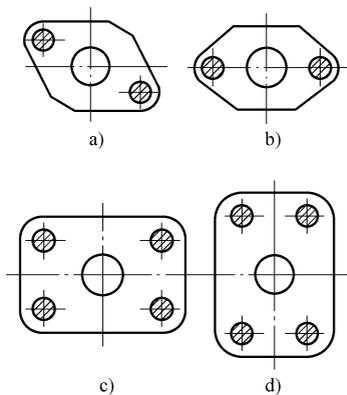


图 2-69 模板与拉杆装配时的正面侧视图

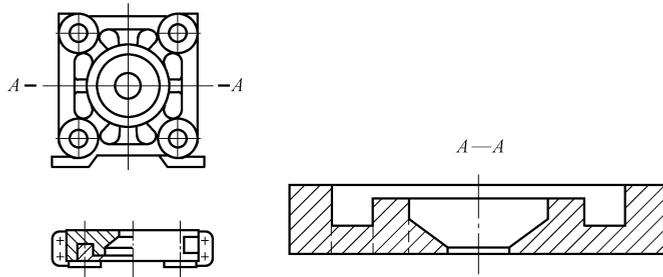


图 2-70 模板的结构示意图

件控制。

2.2.37 模板托架的作用及结构类型有哪些？

模板托架在中型和大型注塑机中应用较多，其功能作用主要是支撑移动模板在机座上滑动，以减轻拉杆支撑移动模板和成型模具承重负担、防止拉杆长期负重变形。

模板托架结构，应用较多的有楔块调整型和螺栓调整型。其结构分别如图 2-71 和图 2-72 所示。

楔块调整型托架多用在中型注塑机上，支撑移动模板。楔块调整型结构，主要是通过调节螺钉的转动，来带动滑块在楔块滑座上前后移动，以使托架的高度发生变化，达到调整移动模板与支撑托架之间间隙的目的，使移动模板得到可靠支撑。

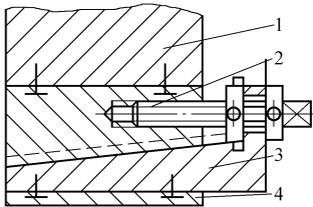


图 2-71 模板托架为楔块调整型结构

1—移动模板 2—调整螺钉
3—滑动楔块 4—滑动楔座

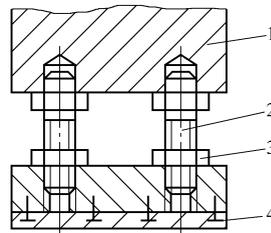


图 2-72 模板托架为螺栓调整型结构

1—移动模板 2—调节螺栓
3—紧固螺母 4—螺栓调整座

螺栓调整型模板托架，多用在大型注塑机上，支撑移动模板做滑动工作。螺栓调整型结构，主要是通过调节螺钉的转动，来消除模板与托架间的间隙，使模板得到支撑。

2.2.38 什么是液压传动？液压传动系统由哪些零部件组成？

液压传动是用液体油（矿物油）作为传递运动能量的介质，按工作程序需要，对传递能量的液体油进行控制，完成所需的运动或控制运动的力，这种传动称为液压传动。

图 2-73a 是由液压系统经操作控制，完成液压缸中活塞往复运动最基本、最简单的组成机构。它的工作顺序是：电动机驱动液压泵，从油箱中吸油至输送管中，经过节流阀调整油的流量（油量的大小由工作液压缸需要量决定），再经过换向阀，改变液压油的流动方向、图示换向阀位置，使液压油经换向阀进入液压缸的左侧空腔，推动活塞右移。液压缸右侧腔内的液压油，经过换向阀已经开通的回油管，液压油卸压，流回油箱。如果操作手柄在图 2-73b 位置，则高压油与液压缸的右侧空腔接通。液压缸左侧腔内的油经换向阀与通向油箱的输油管接通，高压油卸压，则流回油箱。操作手柄的进出移动、变换高压油输入液压缸的方向，推动活塞的左右运动。液压泵输出油的压力由液压缸工作能量需要决定。调整油压，由管路中的溢流阀调节，恒定输油管中的油压，多余的油经溢流阀流回油箱。使输油工作管路在额定压力下安全流通，正常工作。

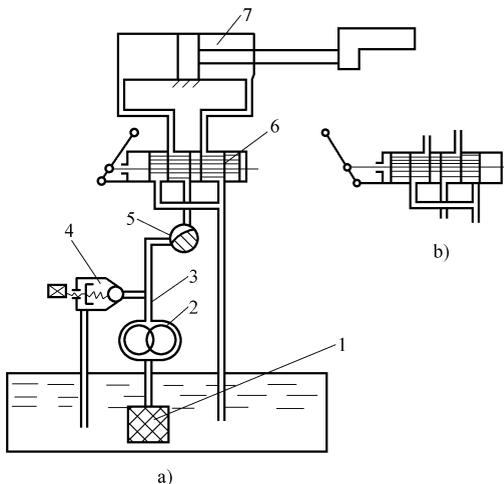


图 2-73 液压传动系统的组成机构

1—过滤器 2—液压泵 3—输油管 4—溢流阀
5—节流阀 6—换向阀 7—液压缸

从这个简单的液压油路工作系统中可知带有一定压力能量的液压油，经操作程序控制，完成所需的某一机械运动，须具备下列结构组成：

1) 要有一定压力的动力油——用液压泵提供。把电动机的机械能转换成具有一定能量的压力油。

2) 能力变换的执行机构——由液压缸执行。它的作用是把液压油的压力能量转换为机械能，驱动某一机构工作。

3) 液压油工作控制——由具备各种功能的阀完成。如换向阀改变液压油流动方向，溢流阀控制输油管中的油压，节流阀限制输油管中油的流量等。

4) 完成液压工作的辅助装置——辅助装置比较多，如油箱、冷却降温装置、输送油管、管接头、滤油器、蓄能器、压力表等。

5) 能量传递转换介质——液压油。多数用矿物油。

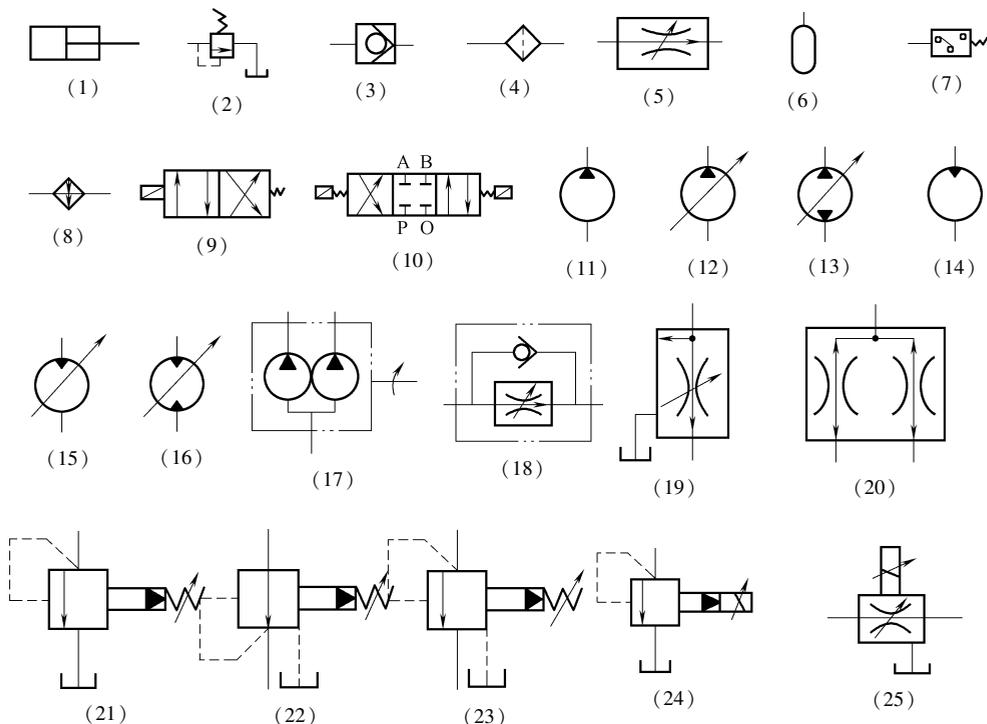
液压传动系统中常用零部件标注方式及工作特点与作用见表 2-33。

表 2-33 常用液压件工作特点及标注

液压件名称	工作特点
液压泵	液压泵的作用是把机械能转换为液压能,工作时输送出固定流量的液压油,为液压系统提供动力。应用较多的有叶片泵、齿轮泵和柱塞泵
液压马达	液压马达是把液体压力能变为机械能的能力转换装置。工作时输出一定的转矩和转速
液压缸	液压缸在液压系统中工作,是把液压油的能量转换为机械能,液压缸中的活塞作双向直线运动来带动其他零件运动
溢流阀	能保持液压工作系统中的液压油工作压力恒定,保持液压油流量稳定,防止液压系统压力过载
减压阀	液压油通过减压阀后,出口液压油的压力低于进口液压油压力,能够保持出口液压油的压力恒定
背压阀	通过背压阀的液压油能产生背压,增加液压系统中回流油的阻力,以保持工作机构运动的平稳性
节流阀	能够调节进入工作机构中的液压油流量,以改变机构的运动速度。是用改变阀体中的液体流量口截面的大小来改变流量
单向节流阀	用于对液压油的一个方向节流调速,而另一个方向无节流,以达到工作机构的正向节流,反向快速运行
单向调速阀	用在要求负载稳速移动的油路中,可保持节流阀前后压差稳定,以提高工作速度的稳定性
单向阀	能够保持液压系统中的液压油只向一个方向流动,不能反方向流动
换向阀	是利用换向阀体内阀芯与阀体相对位置的变换来控制液压油的通过或断流及方向变换,以实现工作机构的运动停止或改变运动方向
比例压力阀	根据油路各工作阶段的不同要求,来改变输入电流的大小,可得到连续按比例变化液压油压力,液压系统中有了不同的压力,则可减少液压系统中的元件数
比例流量阀	改变输入电流的大小,能得到连续按比例变化的液压油流量,由于改变了进入工作机构液压油流量的大小,而使其运动速度变化;也可切断油路
滤油器	用来过滤液压油中的杂质。结构比较简单,应用时,视油中杂质及对液压油质量要求来选择滤油器型号
堵塞指示器	用以监视过滤器的工作精度质量。当滤油装置出现杂质堵塞时,滤芯前后的油压差增大,这时通过指针发出堵塞信号,避免未过滤油进入液压系统
蓄能器	在液压系统中能够储存和释放液体的压力能,这样可作辅助动力源及消除脉泵的脉动或回路冲击压力的缓冲器
压力继电器	工作时能将某一定值的液体压力转换为电信号,控制电磁阀的接通或断开
热交换器	可通入冷却水为液压油降温,使液压油温度保持稳定

(续)

液压件标注符号:



(1) 液压缸 (2) 溢流阀 (3) 单向阀 (4) 滤油器 (5) 节流阀 (6) 蓄能器 (7) 压力继电器
 (8) 热交换器 (9) 二位四通换向阀 (10) 三位四通换向阀 (11) 定量液压泵 (12) 单向
 变量液压泵 (13) 双向变量液压泵 (14) 定量液压马达 (15) 单向变量液压马达 (16) 双向
 变量液压马达 (17) 双联叶片泵 (18) 单向节流阀 (19) 旁通型调速阀 (20) 分流集流阀 (21)
 先导型溢流阀 (22) 先导型减压阀 (23) 先导型顺序阀 (24) 先导型比例溢流阀 (25) 比例调
 速阀

2.2.39 液压传动有哪些工作特点?

1. 液压传动的优点

- 1) 可以直接用低速高转矩液压电动机驱动某一机构运动, 这样的设备结构比较简单。
- 2) 传动平稳, 可实现频繁换向, 传递运动冲击小。
- 3) 能无级调速, 调速范围变化大。
- 4) 设备工作超载, 能起到安全保护作用。
- 5) 在同样的功率工作条件, 液压传动结构紧凑, 体积比较小。
- 6) 液压系统中的工作零件, 润滑条件好, 工作寿命长。

7) 采用电液联合协调工作, 可以得到较复杂的自动化程序控制, 循环工作。

8) 液压系统中的零部件, 可以实现通用化、标准化、系列化, 降低液压系统生产制造成本, 对液压系统的维修、更换零件也提供了方便条件。

2. 液压传动缺点

1) 液压输油管路容易泄漏。

2) 传动速比不够准确。

3) 液压油温度的变化, 对传动工作的稳定性有一定的影响。

4) 注意防止液压油中混有空气, 否则会产生传动工作振动和噪声。

5) 液压系统中各工作零件制造精度要求较高。

6) 维修工作较复杂, 需要有较高级技术的人员维修。

2.2.40 液压油应用选择应注意哪些事项?

液压传动中, 液压油的质量直接影响液压传动的稳定性, 选用时应注意以下几点:

1) 在矿物油中, 应选用有较好的抗氧化、耐磨损、耐锈蚀和泡沫少的油质; 目前注塑机常用液压油有 L-AN32 或 L-AN46。

2) 有较好的润滑性。

3) 化学性能稳定, 在工作中或高温下不易氧化。

4) 油的粘度适当, 工作环境温度较高的夏季, 采用粘度较高些的液压油, 冬季采用粘度低些的液压油, 油的粘度随温度变化要小。

5) 油质对机件和密封件的腐蚀性要小。

6) 油质的燃点(闪点)要高, 凝固点要低, 以适应不同温度环境。

7) 油质要清洁, 不许油中混有任何杂物, 油中水含量要低于 0.025%。

8) 在满足上述条件的情况下, 油的价格要低廉。

2.2.41 注塑机工作对液压传动的要求有哪些?

1. 合模装置对液压传动工作要求

1) 锁模液压缸的推力必须使锁模机构的锁紧力超过熔融料在 40 ~ 130MPa 注射压力下的入模具胀力, 以避免制品由于模具被胀开产生飞边。

2) 合模液压缸的工作推力, 能顺利开闭模具。为提高工作效率, 合模液压缸工作速度在合模移动时, 应先快后慢。开模时应先慢后快再慢停。同时, 要以一定的速度完成这项工作。

3) 为了较好地完成注射工作速度要求, 一般用双泵并联或多泵分级控制及节流调速等方法来保证开闭模速度的调节。

2. 注射座移动对液压传动要求

1) 移动液压缸有足够推力使注射座迅速前移和后退。

2) 移动液压缸的推力, 应保证喷嘴与模具口紧密、牢靠贴合。另外还应满足

预塑中的固定加料、前加料和后加料要求，以保证移动液压缸及时动作。

3. 注射工作对液压传动要求

1) 注射液压缸应有足够的注射压力，能适应不同塑料及制品形状对注射压力要求不同变化。对于料的粘度较高、制品件壁薄、面积大和形状较复杂制件，应采用较高的注射压力，反之要低些。

2) 注射料流速要选择适当，过慢易形成冷接缝，制品外形不易保证。注射料流速过快，料易分解发黄，模具腔内空气不易排出，制品中易产生气泡。

3) 注射完成，要有保压压力。保证熔融料在模具中充满和料冷却收缩的补充。

4) 应能适应不同塑料在预塑时的螺杆转速及背压的调节。

4. 制件顶出装置对液压传动要求

1) 顶出装置应有足够的顶出力，使制件顺利脱模，有多支点顶出装置时，各顶出支点力要均匀。

2) 顶出支杆的运行速度要平稳可调，与开闭模动作协调。

2.2.42 注塑机用液压传动工作应注意哪些事项?

1) 液压传动系统的工作环境温度不应超过 30℃，工作场地不允许有烟火、风沙和灰尘。

2) 贮油箱要有防尘盖和通气孔，排气孔处要设置空气过滤器。

3) 经常检查冷却水管，不能有泄漏现象，液压油中不许混有水分和任何杂质。

4) 定期对液压油进行检验，粘度变化值不应超过 20%；酸值不大于 2mg KOH/g。

5) 输油管路和系统中零部件应耐腐蚀。

6) 正常工作情况下，液压油应在 1~1.5 年时间内更换一次新油。

7) 新设备开车生产 1 个月后，要排除液压传动系统中的液压油，清洗管路，然后再加注新液压油。加注油时要用 100 目过滤网过滤。

8) 液压传动系统中的工作压力不允许随意调节，不要认为液压油的压力越高越好。使用过高的液压油压力工作，既浪费能源，又会对制品质量产生不利影响（制品易出飞边，内应力增大，容易变形）。

9) 注意液压油温度的控制，正常工作油温应在 45~50℃ 范围，最高不能超过 55℃。油温过高会造成油质加快变质和降解，也会使液压系统元件和密封件使用寿命降低。

10) 如果油中混有水分或杂物，应对其进行过滤或沉淀，清出杂物及水分。

11) 油箱内壁不能涂刷油漆，避免油漆溶于油中产生沉淀物。

12) 发现液压系统管路有漏油现象时，要及时维修排除故障。设备周围地面不许有油污，防止发生火灾或人身事故（滑倒跌伤）。

13) 维修安装液压系统零部件时，拆卸、安装不允许用手锤击打液压工作零

件，防止损坏零件工作面、影响控制件的工作质量。安装各控制件和液压油管路时，一定要先把各零件清洗干净，防止异物混入液压油中，不洁净的液压油控制件会影响其工作效果。

14) 维修中要注意液压系统密封的可靠性，防止气体进入液压油中影响工作。

2.2.43 液压传动有哪些工作异常现象？怎样排除？

1. 液压冲击现象

(1) 液压冲击现象产生原因 液压传动工作中，突然关闭阀门或换向会使液压传动中的液流立即停止或变换方向。但是，有一定压力的液流有其流动惯性，而且受其液流推动的液压缸活塞所带动的机械运动也有一定的惯性，两种惯性的作用造成液压系统中局部内压力突然急速变化，瞬间使内压力急剧增加，形成一股液流压力冲击。这种液流冲击作用在输油管壁上，会产生猛烈的冲击声，严重时有可能造成输油管破裂或损坏液压系统工作零件。这种突发现象，通常也称为水锤现象。

(2) 液压冲击现象的预防与排除

- 1) 注意减慢阀门的关闭或换向动作速度。
- 2) 注意在满足液压系统工作要求的情况下控制液压油流速不能过快。
- 3) 在液压缸的液流进出口安装控制液压油压力升高的安全阀。
- 4) 产生液压冲击现象时，应降低液压系统压力、油温，提高液压缸中活塞的背压力，排除液压油管路中气体。如果是换向阀动作速度快，可清洗换向阀附近的节流阀和单向阀，有可能是这种控制阀工作出现异常，造成换向阀的阀芯滑动过快。

2. 液压系统工作噪声大、液流或压力不稳定原因与排除

- 1) 液压泵工作零件磨损严重，产生较大工作噪声，应对液压泵进行维修。
- 2) 油过滤网堵塞、液压泵吸油困难，应清洗过滤网。
- 3) 油温过高或偏低都容易造成液压传动工作不正常，适当调整控制油温在 15~50℃ 范围内。
- 4) 液压油粘度偏高，流动阻力大，适当调换粘度低些液压油。
- 5) 液压系统中各控制元件磨损严重或液压油中杂质过多，应检查维修或更换液压油。
- 6) 液压系统管路中有空气，应排除油中空气。
- 7) 油箱中液面过低，回油管口在液面上产生气泡沫，使油中混入空气。此时应补加液压油量，使回油口在液压油的液面以下。

3. 液压油温度高的原因与排除

- 1) 降低液压油温度用循环冷却水流量小。检查输水管路是否有堵塞现象，排除故障后加大冷却水流量。
- 2) 液压泵磨损严重，工作效率低，使液压泵体发热，则油温也随之升高。应

对液压泵进行维修。

3) 液压系统油压过高, 应适当降低油压。

4) 回油没有完全卸压, 产生回油压高现象。应完全卸除回油压力。

5) 液压系统中的管路和控制阀件口径选配不当, 造成油流阻力大, 使油温升高。检查调整输油管径或清除输送管路内异物。

2.2.44 注塑机有哪些安全保护装置?

1. 操作工安全生产保护装置

操作工在注塑机注射成型塑料制品的生产过程中, 经常用手在两半开合模具间取制件、清理模具内残料及异物, 有时还要对模具进行调试工作。所以, 在注射装置中的合模部位设有安全门。只有安全门关合严, 模具才能有合模动作。安全门关合不严或处于打开位置时, 合模动作停止。这里所以能有动作的相互制约, 是由于有行程开关的作用, 限制合模动作。关闭安全门, 压合合模行程开关, 此时合模液压缸才能工作, 推动注射座前移, 喷嘴与模具熔料进口紧密吻合, 开始注射动作; 打开安全门, 合模行程开关复位断电, 此时开模限位开关被压合, 模具才有开模动作。如果两种开关被同时压合或同时都不被压合, 此时, 此处设置的安全防护装置工作, 发出设备故障报警。

为了确保开合模动作的相互制约安全, 在限位开关端还设有液压油油路行程开关。它的作用是: 只有安全门关严, 才能使换向阀动作, 接通合模液压缸的液压油通入油路, 使油缸活塞动作前移, 推动曲肘连杆合模。

此处的各行程限位开关要安装在隐蔽处, 以防止人为碰撞或误压, 造成事故。

操作台附近还设有紧急停车红色按钮, 发生意外事故需要紧急停车时使用。

2. 模具安全工作保护装置

注塑制品用成型模具是注塑机生产用主要成型部件, 它的结构形状比较复杂, 制造生产工艺条件要求高, 工艺程序也较复杂, 所以, 一件注塑制品用模具的生产制造价格很高。生产中如果模具损坏或出现故障, 不仅会影响注塑制品的质量, 有时还会使注射生产工作无法进行, 因此, 模具的使用安全也是重点保护对象。为防止模具合模时出现冲击现象, 合模动作至两半模具面快要接近时, 模板行程速度要放慢; 合模时, 液压油低压推动活塞移动合模, 待两半模具结合面接触碰到微行程开关后, 合模液压缸中液压油的油压升高, 两半模具面紧密合模; 当低压液压油推动活塞进行合模动作时, 若两半模具间有异物, 则两半模具不能接触, 碰不到微行程开关, 合模液压缸液压油不能升压, 无法高压锁紧模具。此种互相制约动作装置起到保护模具不被损坏的目的。

3. 液压传动系统安全生产保护装置

(1) 润滑油供应不足报警装置 用以保证注塑机中各相互运动配合部位零件有良好的润滑条件, 以减少零件配合面的磨损, 延长设备工作寿命, 保证生产长时

间正常工作。

(2) 液压油工作油量不足报警装置 及时提示操作工加注补充液压油用量,防止因液压油不足影响液压传动工作。

(3) 液压油的油温过高报警装置 液压油的油温过高,油的粘度降低,使液压传动工作受影响,也容易使系统中的各工作元件损坏。

(4) 滤油器堵塞、吸油管中供油不足报警装置 为防止空气混入液压油中影响液压油正常工作。

第3章 模 具

3.1 什么是模具？

模具是注塑机生产时间来成型塑料制品、使其有固定形状和尺寸精度的一种金属结构件。经注塑机塑化的熔融料只有注射入成型模具空腔内，经冷却定型后才能达到注塑制品的各部形状和尺寸精度及其内在质量要求。所以，成型模具是注塑机生产塑料制品时的关键部件、其结构形状的设计选择，各部位尺寸的确定和机构中各零件相互位置的分布安排及制造精度、材料选择的正确与否，对注塑制品成型质量及模具使用时的使用寿命都有重大影响。

3.2 模具结构分几种类型？

塑料注塑用成型模具结构形式很多，它的分类方法有多种，按制件用塑料品种分，有热塑性塑料模具和热固性塑料模具。按塑料制品的精度质量分，有普通型注塑模具和精密型注塑模具。按分型结构分，有两开模、三开模、四开模、六开模和侧开模等多种类型。

1. 两开式模具

两开式模具，主要由动、静两部分模板组成，结构见图 3-1。

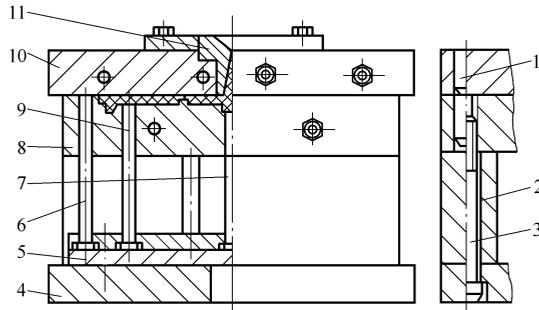


图 3-1 两开式模具结构组成

1—导柱 2—支板 3—螺钉 4—动模底板 5—顶板 6—回程杆
7—勾料杆 8—动模板 9—顶出杆 10—静模板 11—衬套

动静模板也可叫凸模板和凹模板。一般凸模板固定在移动模板上，凹模板安装在静模板上。两模板开启后，制件被顶杆顶出模腔。这种模具结构简单，工作比较可靠，制造容易，比较适合箱、盒、盆类型制品生产。

2. 三开式模具

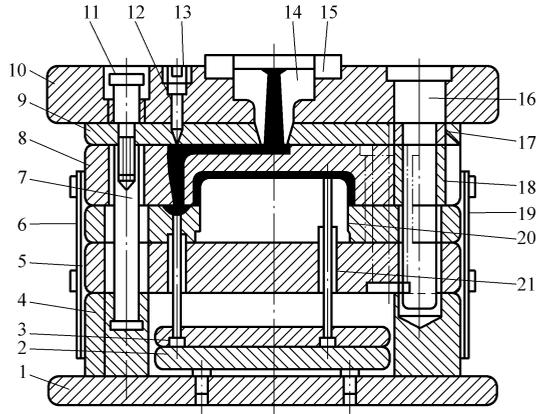


图 3-2 三开式模具结构

- 1—动模底板 2—推板 3—顶出杆固定板 4—垫块 5—支
 承板 6—动模板 7—导柱 8—定模板 9—垫板 10—定
 模底板 11—限位螺钉 12—拉料杆 13—螺塞 14—衬套
 15—定位圈 16—导柱 17, 18—导套 19—拉板
 20—型芯 (凸模) 21—顶出杆

三开式模具是由三块模板组成：一块模板固定在注塑机的静模板上，模板上有注射熔料流通。中间模板可移动，上面开有熔料流道或型腔。第三块模板是型芯。三块模板在开启模具时分开，从中间模板上取出注塑制品和流道中料柱。

三开式模具结构组成见图 3-2。这种结构形式模具，适合于中心进料，开流道、设冷料槽也较方便，在单型腔和多型腔模具中都有应用。制品和流道中料柱的取出都比较方便。

3. 四开式模具

四开式模具结构，应用时模具中的动、静模板分开后，还须把模具型腔的左右侧分开，这样才能把注塑成品取出。图 3-3 是四开式模具的结构。这种结构形式的设计，

是为了适应注塑制品侧面有筋板或有槽形结构形状需要。只有把模具的侧面左右分

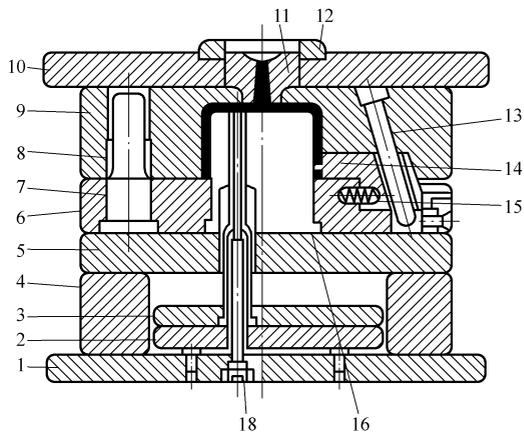


图 3-3 四开式模具结构

- 1—动模底板 2—推板 3—顶出杆固定板 4—垫块
 5—支承板 6—动模板 7—导柱 8—导套 9—定
 模板 10—定模板座 11—衬套 (浇道套) 12—定位
 圈 13—斜导柱 14—侧型芯 15—弹簧 16—型
 芯 17—内型芯 18—定位螺塞

开，才能顶出制品脱模。

六开式模具结构设计因素与四开式模具相同，即注射成型制品的四个侧面均有筋板类形状结构。在动静模板分开后，四个侧面的模板要都分开，顶杆才能把制品顶出脱模。

3.3 注塑制品用成型模具有哪些零件组成部分？

注射成型模具的结构组成可分为下列几部分：有注塑制品的成型部分，合模导向部分，制品的推出部分，型芯抽出部分，模具体的加热和冷却部分，模具体的支撑部分和浇注、排气通道等。

(1) 成型部分 即是模具组装合模后直接形成塑料制品的型腔部分组成零件，有凸模、凹模、型芯、杆或镶块等。

(2) 合模导向部分 是为了使动、定模具合模时能正确对准中心轴线而设置的零部件，有导柱、导向孔套或斜面锥形件等。

(3) 制品推出部分 是把成型的注塑制品从成型模具腔中推出用的零部件，有顶出杆、固定板、推板和垫块等。

(4) 型芯抽出部分 注射成型带有凹坑或侧孔的塑料制品脱模时，先抽出凹坑、侧孔成型用的型芯机构零件，如经常应用的斜导柱、斜滑块和弯销等抽芯机构。

(5) 模具体的加热和冷却部分 是指适应塑料制品注射成型工艺温度的控制系统，如电阻加热板、棒及其电控元件；冷却部分用循环冷却水管等。

(6) 成型模具体支撑部分 是指为了保证模具体能正确工作的辅助零件，如动、定模垫板、定位圈、吊环和各种紧固螺钉等。

(7) 浇铸熔料道 是指能把经喷嘴注入的熔融料引向成型模具空腔的流道，通常可分为主流道、分流道、衬套口（浇道）和冷料槽等几部分。

(8) 排气孔 是指能使模具腔内空气排出的部分。一般小型制品可不用专设排气孔，型腔内空气可从各配合件的间隙中排出；对于大型注塑制品用模具，则一定要设置排气孔。

3.4 做一套新制品模具应知道哪些技术要求条件？

若想制造一套新注塑制品用模具，应向模具制造厂提出下列模具订制条件。

- 1) 注塑模具成型制品用原料。
- 2) 该原料成型注塑制品的收缩率。
- 3) 制品对透明度要求条件，制品颜色。
- 4) 制品单件质量。
- 5) 制品投影面积。

- 6) 注塑机规格型号 [注塑机的结构形式, 一次注射量 (g/次), 锁模力 (kN)]。
- 7) 拉杆间距离尺寸 (包括纵向和横向, cm × cm)。
- 8) 动、定模板尺寸, 长 × 宽及固定模具架孔位置和孔的直径 (mm)。
- 9) 成型模具厚度, 最大和最小尺寸 (mm)。
- 10) 模具体定位圈直径中尺寸 (mm)。
- 11) 注射用喷嘴孔直径 (mm) 和喷嘴端圆弧半径 (mm)。
- 12) 注塑制品实样。

3.5 模具中的模架制定标准有什么意义? 模架结构基本形式有几种?

从外观上看, 注塑机用成型模具体基本相似, 大多数为长方体结构。为了降低成型模具的制造费用, 节省对模具的设计、制造加工时间, 方便模具的安装、操作和维修, 把成型模具中的一些通用、形体相似的零件制定出标准, 即塑料注塑模中小型模架标准 GB/T 12556. 1—2006 和塑料注塑模大型模架标准 GB/T 12555. 1—2006。

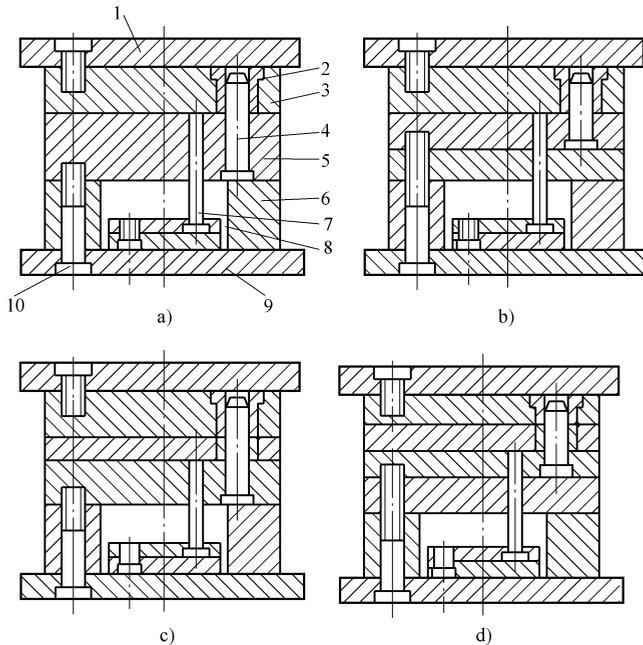


图 3-4 中小型模架基本型号结构

a) A₁ 型 b) A₂ 型 c) A₃ 型 d) A₄ 型

1—定模底板 2—定模板 3—导套 4—动模板 5—导柱 6—垫块
7—顶出杆 8—底板 9—推板 10—导柱

中小型模架标准规定：模架周界尺寸范围为不大于 $560\text{mm} \times 900\text{mm}$ 。规定有 4 种基本模架结构形式，即 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 。这 4 种形式 $A_1 \sim A_4$ 就是基本模架的型号，其结构形式如图 3-4 所示。

大型模架标准规定：模架周界尺寸范围为 $630\text{mm} \times 630\text{mm} \sim 1250\text{mm} \times 2000\text{mm}$ 。主要适用于热塑性塑料制品用模架。大型模架基本结构有两种：即 A 型和 B 型，其结构形式如图 3-5 所示。

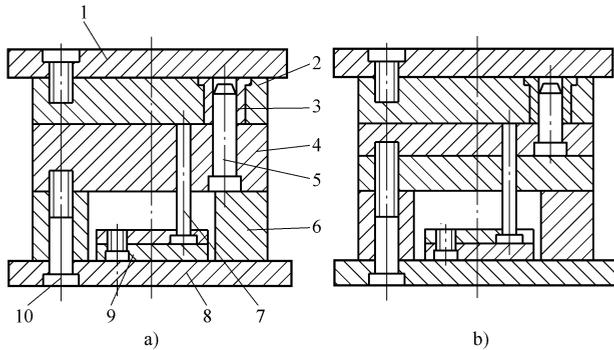


图 3-5 大型模架基本型号结构

a) A 型 b) B 型

1—定模底板 2—导套 3—定模板 4—导柱 5—动模板 6—垫块
7—顶出杆 8—推板 9—底板 10—导柱

另外，模架标准中规定，按模具中板块的数量和结构形状的不同，按动、定模板座的有肩和无肩，又派生出多个模架品种。这里不再赘述。

3.6 模具工作温度控制的及对制品质量影响是什么？

注射入模具型腔内的熔料，在冷却固化定型时要释放出大量热量。为了缩短注射成型制品的生产周期及满足不同塑料冷却固化定型时对其成型条件的要求，所以，必须对成型模具温度进行调节控制。

模具温度对制品成型质量影响如下：

1) 模具体各部位温度均匀，则熔料在模具腔内的冷却降温速度能趋于一致，这样制品各部成型后的收缩率较均匀，减少了制品出现局部应力集中的可能，制品也会很少出现变形现象。

2) 不同塑料熔融料注射时，模具体的适宜工艺温度利于熔料流动、充模和控制缩短制品生产成型周期，这有利于提高生产效率。

3) 适宜的模具温度能够改进型腔截面较大部位的熔料充模效果，使制品有较好的成型质量，保证了成型制品的外形各部尺寸精度要求。

4) 模具体温度的调节变化，是为了适应不同塑料粘度的成型温度需要，适应不同塑料制品降温固化及冷却速率变化的需要。

5) 模具温度过高, 制品脱模困难, 外形尺寸精度难以保证, 而且会产生翘曲变形现象。

6) 模具温度偏低, 对某些塑料的注射成型容易造成熔料流动性差、熔料充模困难、制品表面出现波纹或有熔料接痕, 甚至会降低制品的工作强度。

7) 较适宜合理的模具成型工艺温度控制, 会使成型的塑料制品强度有所改善。

3.7 模具温度应怎样控制?

1. 模具温度控制方法

模具体的加热或冷却调节温度方法有几种方式, 可用蒸汽、热油循环、热水循环和电阻等方法对模具体进行加热升温。模具的降温冷却可用冷却循环水或空气进行。注塑机用模具的温度调节, 应用较多的是电阻加热, 冷却水循环冷却。

电阻加热模具时, 平面部位用电阻丝加热板, 圆柱体部位用电热圈, 模具体内用电热棒加热。模具需要冷却降温部位布置循环冷却水管, 即可降温。

电阻加热和冷却水循环, 两者按模具体温度条件需要交替工作, 使模具温度控制在工艺要求温度范围内。

2. 模具体温度控制注意事项

1) 成型模具加热后的各部位温度应均匀, 以保证熔料有较好的充模质量, 这样也就使注塑制品的成型质量有了保证, 使注塑制品的合格率提高。

2) 模具体的工艺温度调节, 应以熔料的粘度高低来决定。较高粘度熔料注入模, 应把模具体温度调节得略高些; 而较低粘度熔料充模, 可适当把模具体温度降低些。在准备注射生产时, 模具体的温度必须控制在工艺要求范围内。为了保证模具体温度均匀, 加热至工艺要求温度的模具体要恒温一段时间。

3) 注射成型大型塑料制品时, 由于其成型用熔料量大, 熔料流道较长, 大型模具体内的熔料流道部位要加热保温, 防止因熔料流道过长使熔料流动时降温, 增加熔料的粘度, 从而使料流减慢, 影响熔料注射充模质量, 甚至造成熔料提前降温凝固, 使注射工作无法进行。

4) 为了减少因熔料流道长而使熔料降温、增加热能损耗, 要在模具型腔的低温部位和熔料流道高温部位之间加隔热保温层。

3.8 模具安装前应做哪些工作?

成型模具进厂后, 在往注塑机模板上安装之前, 应对成型模具做如下检查验证工作。

1) 验证模具的成型制品用料容积(体积)是否与注塑机的一次注射量(容积)相匹配。模具成型一次需用熔料容积计算公式为

$$V = nV_i + V_j$$

式中 V ——制品成型一次需用熔料容积;
 V_i ——一个成型模腔容积;
 V_j ——浇注系统及飞边所需熔料容积;
 n ——型腔数量。

成型模具用熔料量 (容积) 与注塑机一次注射熔料量 (容积) 的关系为

$$V \leq 0.8V_{\max}$$

式中 V_{\max} 为注塑机的理论一次注射容积。

2) 验证成型模具工艺要求合模力与注塑机的最大合模力的关系。模具工艺要求合模力应小于注塑机的最大合模力, 即 $F_1 \leq 0.9F_{\max}$ 。

$$F_1 \leq \alpha p A \times 10^{-2}$$

式中 F_1 ——制品需要 (工艺) 合模力 (kN);
 α ——安全系数, 一般取 $\alpha = 1 \sim 1.2$;
 p ——模腔平均压力 (MPa);
 A ——模具分型面上投影面积 (cm^2)。

3) 检测成型模具的总厚度 (高度) 是否在模板行程长度范围内。应该保证

$$L \geq H_1 + H_2 + H_3$$

式中, H_1 为制品高度与移动模具高度的总和; $H_2 = 5 \sim 10\text{mm}$; H_3 为固定模具高度 (mm)。

具体尺寸位置如图 3-6 所示。

4) 检查核对成型模具中的脱模装置与注塑机合模系统中的制品推出板位置、尺寸是否配套, 能否协调工作。

5) 检测注塑机上拉杆的间距是否大于成型模具体外形尺寸。模板上螺纹孔布置与成型模具体的紧固安装是否适合。

6) 检查注塑机上喷嘴的圆弧半径是否略小于成型模具衬套孔处圆弧半径。

7) 检测模板上定位套与成型模具定位装置是否有间隙配合; 两者装配后是否能保证喷嘴孔与衬套孔中心线的重合。

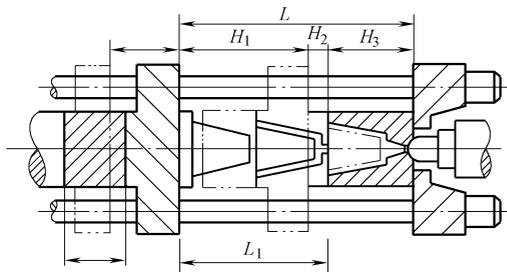


图 3-6 模板行程与模具厚度关系

3.9 模具怎样安装?

- 1) 把模板和模具的装配固定平面清洗干净。
- 2) 把注塑机的操作按钮调至调整位置。
- 3) 切断注塑机操作用电电源。
- 4) 检查成型模具合模状态用锁紧板是否紧固牢靠。

5) 检查、试验模具体外围附件(阀门、开关、油嘴)是否齐全,动作是否灵活。

6) 模具吊运安装。如吊运装置吨位不够,也可把模具分开吊运安装。然后,两部位安装固定时,以导柱和导套的滑配合为基准找正。

7) 模具的固定视模板螺纹孔与模具间的相互位置而定,可用螺钉也可用压板紧固。各紧固点的分配要布置合理,各螺母的紧固力要均匀。对于大型模具的紧固,注意紧固成型模具体时,要与模具体的支撑装置的承力调节协调进行。

3.10 模具安装后怎样进行调试?

成型模具在动、定模板上安装固定后,要进行空运转试车调试检查,以保证动、定模板上的两半成型模具的开、合模动作与合模机构的动作协调,以利于注塑生产工作的顺利进行及避免模具工作中出现故障或损坏。

模具调整试车顺序如下。

1) 检查模具上导柱与导向套的滑动配合工作在开、合模具动作时是否能正确导向,两零件的滑动配合应无卡紧干涉现象。

2) 低压、慢速合模。检查动、定两半模的合模动作过程工作是否准确,两半模结合面应能严密接触。

3) 如果两半模的合模结合动作一切正常,再重新紧固一次各部位装夹固定螺母。注意各螺母的拧紧力要均匀。

4) 慢速开模。调整顶出杆的工作位置,顶出杆的工作位置调整到使模具的顶出板与动模板间有不小于5mm的间隙,使顶出杆既能正确工作,又可防止损坏模具。

5) 依靠顶出力或开模力实现抽芯动作的模具,应注意顶出杆的动作距离要和抽芯动作协调,以保证两机构工作的安全及准确性,防止工作中有相互干涉现象,把模具损坏或无法工作。

6) 按计算好的动模板开合模行程距离尺寸调整固定行程滑块控制开关。

7) 调整、试验锁模力。锁模力的调试应先从低值开始,以合模动作时曲肘连杆的伸展运动看上去比较灵活轻松为准。如果按注射制品工艺条件要求,模具成型时需有一定的温度,则锁模力的调试工作应在把模具体温度升至工艺要求温度后再进行。

8) 合模装置的各部位及模具合模调整试验一切正常后,各相互滑动配合部位应适当加注润滑油。

9) 安装成型模具工作用辅助配件,如电热元件,控制仪表,液压、气动及冷却循环水管路的安装。然后进行调试,检查电阻加热和仪表控制工作的准确性;液压、气动用工作压力调试及试验其工作的可靠性;检查各管路连接是否有渗漏现象

等。

10) 模具的调试、合模运动及锁模力的调整工作全部完成后,开始投料试车检验。注射成型的塑料制品以不出现飞边的最小锁模力为合理。过大的锁模力既容易使模具变形,又会使合模系统中的各零件加快磨损;较适宜的合模力(锁模力)也可节省能源的消耗。

3.11 模具怎样使用与维护?

1) 选用适合的注塑机。一般情况下,都是按注塑机的各参数选择设计成型模具。比较特殊的情况是已有成型模具,然后选择一台各参数能满足成型模具工作需要的注塑机。这时,就应对注塑机的理论注射量(容积)、锁模力、注射压力、拉杆的间距尺寸、模具的厚度是否在模板最大与最小行程要求范围内、制件推出方式、喷嘴与模具衬套口圆弧半径尺寸等各条件核实,只有符合模具条件要求时方可采用。

2) 按第3.9题所述要求正确安装模具。

3) 在能够保证制品成型质量的条件下,对模具的应用,应选用最小合模及锁模力、最小注射压力、最低模具温度和较小的熔料流速。

4) 成型模具的开闭动作速度一定要按照慢、快、慢三段速度运行,以防止模具间出现撞击现象,损坏模具。注意闭模时的接触前动作,系统压力应是最低值,同时要有设备低压保护功能。

5) 注塑件的脱模推出动作的行程、速度和推出力的调整,应从低到高调节试运行。以能使制品顺利脱模、不损伤制品为原则,各值要尽量取小些。

6) 经常检查调整模具的工艺温度,保证温度波动在工艺要求范围内。

7) 每次制件取出后,要保证模腔内干净、无油污、无残料。

8) 清理模具时,要用铜质刀具或竹具清理,防止刮伤模具表面。

9) 模具内型腔面不许有油污、残料、汗渍,用棉布擦净污物,不许用手摸型腔表面。

10) 交接班时,要检查、试验开合模动作,查看各零件动作是否协调,磨损是否严重,相互滑动配合部位润滑是否良好。每班在各润滑点加注润滑油应不少于2次。

11) 暂时停止工作时,要清除模具中的污物,并涂一层防锈油,把模具调至闭合状态。

12) 成型模具的存放

① 暂不使用的成型模具,从模板上拆卸后,要进行一次清理检查。各部位不许有油污、残料;各主要部位要进行尺寸检测,发现有严重磨损、划伤和撞击痕处,要及时向有关人员报告,以便维修。

- ② 有锈蚀部位要清除修整，然后涂防锈油。
- ③ 排除模具加热、冷却管中的油和水。把两半模组合。用锁紧板连接固定。
- ④ 模具吊运存放在干燥、通风、无腐蚀性气体和液体的货架上，模具上不允许存放重物。
- ⑤ 存放室温度 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 68%。

3.12 怎样从注塑制品质量问题中查找模具问题？

注射成型的塑料制品质量除了受注塑机的塑化、注射工作条件影响外，还与成型模具的结构、制造精度及工作条件有关。成型模具对制品成型质量影响的具体问题分析如下。

1. 制品外形不平整、尺寸精度误差大

- 1) 两半模结合面合模不严，制品有飞边溢料多。
- 2) 模具体温度偏低，熔料成型降温速度快。
- 3) 模具内熔料流道结构尺寸不合理，熔料流动阻力大，排气效果不良，进料口或冷料槽位置不当。

4) 导向机构工作精度不良，配合间隙大，定位精度误差大。

5) 模具制造材料强度不足，有模具结构变形现象。

2. 制品有飞边

1) 两半模的结合平面不平整或平面上有异物，合模不严。

2) 合模定位零件的配合精度误差大。

3) 锁模力不足。

3. 制品有熔料接痕

1) 熔料流道阻力大，流程过长。

2) 熔料进入模具口的位置选择不当。

3) 嵌件温度偏低。

4) 模具体的工艺温度设定偏低。

5) 排气效果不良。

4. 制品表面有波纹

1) 模具体温度偏低。

2) 熔料流道阻力大，冷料槽位置不当。

3) 型腔内成型表面有些潮湿。

5. 制品变形

1) 模具体各部位温度不均衡。

2) 顶出制品的脱模力不均。

3) 熔料在模具内保压、降温固化时间不足。

6. 制品局部有裂纹
 - 1) 模具体温度低, 熔料降温速度不均匀。
 - 2) 顶出制品脱模力不均。
 - 3) 嵌件温度偏低。
 - 4) 模具成型面交接处结构不合理。
7. 制品表面不光洁
 - 1) 成型模的内腔表面不光洁, 工作面加工粗糙。
 - 2) 模具体工作面温度偏低。
 - 3) 制品脱模斜度小, 脱模困难。
8. 制品表面有色泽条纹
 - 1) 熔料浇道截面小, 阻力大。
 - 2) 进料口位置选择不当。
 - 3) 模具型腔表面有水珠。
9. 制品脱模困难
 - 1) 模具的脱模斜度小。
 - 2) 模具成型面粗糙或有划痕。
 - 3) 顶出杆工作出现故障。
 - 4) 模具各组合件装配间隙偏大, 制品有飞边。
10. 熔料柱不易脱模
 - 1) 熔料流道结构设计不合理, 脱模锥度小。
 - 2) 熔料流道面粗糙。
 - 3) 熔料降温固化时间短。
11. 制品有冷料块
 - 1) 成型模具温度偏低。
 - 2) 冷料槽位置选择不当。

3.13 模具损坏原因有哪些?

1) 最先容易损坏的部位是导柱和导向套, 因为这两个滑动配合零件长期频繁的相互滑合运动, 有时出现干涉、润滑油不足等情况, 从而造成两零件磨损。

2) 模具的分型结合面、型腔成型制品面, 由于长期开闭动作, 受挤压、撞击等原因, 使边缘尖角变钝; 频繁的高压注射熔料和脱模、取出制件, 使工作型面出现磨损或腐蚀麻坑。

3) 金属嵌件在型腔中被高压熔料冲击, 出现歪斜或变形, 合模时造成型腔面出现压痕或凹坑。

4) 模具中的定位止口和随开合模动作滑动的滑块因受挤压而变形或磨损等。

5) 模具结构中有尖角, 或两平面交接成直角部位由于应力的影响, 工作一段时间后此处出现裂纹。

3.14 模具损坏怎样修复?

成型模具的质量精度对注塑制品的成型质量精度有直接的影响。模具一旦出现损坏、压痕、磨损麻坑等现象, 则在制品的相应部位都会表现出来。所以, 模具出现质量精度问题时, 必须及时进行维修。

1. 模具的常用维修方法

(1) 更换新配件 这种方法应用于损坏的轴、杆或套类零件。由于磨损严重或弯曲折断不能修复时, 采用配制法制造、更换。

(2) 电镀修补 对于型腔成型面出现磨损的, 可镀一层硬铬层, 然后进行研磨、抛光修复。

(3) 堆焊修补 对于出现凹坑或局部损坏件, 可采用低温氩弧焊、电焊堆补缺欠部位, 然后经钳工研磨修光。

(4) 环氧树脂粘补 对于有较高硬度的成型面上的凹坑, 可采用环氧树脂粘补, 然后修光。

(5) 扩孔修复 磨损严重、孔径变大部位, 如果不影响模具的强度, 可把此孔扩大一些尺寸, 然后重新配制与它配合的导柱。

(6) 镶嵌件修复 对于大型模具局部损坏, 可机加工铣去损坏部位, 然后镶嵌一块同样材料金属块, 重新加工成型。

(7) 加垫补厚修复 大型平面的磨损, 可在此件底部加垫钢板, 增加此件厚度后, 把磨损面刨平修整至原件厚度。

2. 维修举例

1) 模具的分型面出现磨损压痕, 由于表面粗糙, 合模注射制品出现飞边。这时应修磨两半模具的分型面, 磨平后可采用镀铬方法, 恢复至原厚度; 也可磨后不采用镀铬层方法, 而是把型腔加深, 型芯去掉原平面磨削厚度值。

2) 如果因强度原因出现有裂纹, 可采用形体外加框方法, 由螺栓紧牢加固。

3) 对于型腔面产生锈蚀的修复, 比较轻的锈痕可用抛光法修复; 锈蚀比较重时, 可采用喷砂除锈, 然后再抛光; 出现麻坑时, 应磨平, 然后镀铬, 再抛光修复。

4) 对于模具冷却用水管及模具体内通冷却水孔, 如果产生较厚水垢, 影响冷却效果, 可采用锅炉清洗液清洗除垢。铁锈、水垢清除后, 要进行水压试验, 用 2MPa 水压试验时, 以不渗漏水为合格。

第4章 注射成型工艺

4.1 塑料注射成型生产程序分几个阶段？

塑料注射成型生产程序，通常可分为三个阶段。

第一程序阶段是注射成型生产前的准备工作阶段，这个程序阶段中的工作内容有原料的验收、原料的配色、对粉状原料的造粒、原料的干燥处理，选择螺杆、机筒清理、嵌件的热处理、脱模剂的选择和模具的安装调试等。

第二程序阶段是注射工艺参数的选择应用及工艺参数控制、调整操作阶段。

第三程序阶段是注射成型制品脱模后的制件处理阶段，它包括对注塑制品的清除飞边处理、退火处理和调湿处理。

4.2 进厂塑料树脂怎样进行验收？

用于注射制品成型的塑料树脂，进厂后应对其取样验收检查，具体工作内容如下。

1) 根据制品用原料的工艺要求，核实进厂原料的名称、规格牌号及数量，看是否与制品的工艺参数条件相符。

2) 抽检原料的外观质量，如原料的色泽、颗粒大小的均匀性及有无杂质等。

3) 检查原料包装是否完好。

4) 抽检原料的熔体流动速率、流动性、含水量等与工艺条件有关的原料性能参数。

5) 抽检验证原料的密度、熔点、含水量限制指标及成型制品后的收缩率，看是否与原料的性能相符。

4.3 原料配混是指什么？

原料的配混工作是塑料制品生产成型工作中的第一道工序。原料的配混是把以树脂为主要原料和其他一些辅助材料（制品成型用料配方中的材料），按配方要求用量计量后掺混在一起，在高速混合机中搅拌混合均匀，然后再按原料成型制品的工艺条件，直接投入到挤出机或注塑机内塑化成型塑料制品的型坯，或者是把混合料先预混炼塑化造粒后再投入到挤出机或注塑机内塑化成型塑料制品型坯。这项工艺即是原料的配混和准备工作。

4.4 原料配混前还须做哪些准备工作？

原料配混前要做的工作是检查生产用原料的质量，验证或检查其质量是否符合

生产工艺中要求的质量条件，具体内容要求如下。

- 1) 查看生产塑料制品用原料树脂牌号是否与工艺要求相符。
- 2) 试验原料的熔体流动速率值是否在工艺要求范围内。
- 3) 检查原料是否潮湿，如果原料中含水量超过工艺要求指标，应进行干燥处理。
- 4) 检查原料的颗粒大小是否均匀，原料中是否洁净，不允许有杂质混入。

4.5 有些塑料树脂为什么要进行干燥处理？怎样进行干燥处理？

有些原料由于其分子结构及元素构成的不同、存放期内极易吸收空气中的水分，使原料的含湿量较大。用这种原料生产，会使注射成型制品出现气泡或斑纹等表观质量问题，较严重时还会使原料在注射过程中发生降解，降低制品的性能指标。所以，用于注塑成型制品的ABS、聚碳酸酯、聚酰胺、聚甲基丙烯酸甲酯和乙酸纤维素等原料，在生产前必须进行去湿干燥处理。对于聚乙烯、聚丙烯和聚甲醛等树脂，如果包装没有破损，一般可不用干燥处理。

原料的去湿干燥方法很多，可用鼓热风干燥法、微波烘箱等方式干燥。国产塑料干燥机JB/T 6494—92中规定料斗式干燥机规格参数见表4-1。常用原料的干燥用温度及干燥处理时间见表4-2。原料的吸水性及含水量允许值见表4-3。

表4-1 料斗式塑料干燥机基本参数

容积/L	装料量/kg ≥	干燥能力 /(kg/h) ≥	电热功率 /kW ≤	风 机		
				风量 /(m ³ /min) ≥	风压/Pa ≥	额定功率 /kW ≤
16	10	4	1.5	1.6		0.06
25	15	6	1.6	2.2	370	
32	20	8	2.1			
40	25	10	2.7			
(63)	40	16	3.6	3.0		0.12
80	50	20	3.9	3.5	630	0.18
125	75	30	4.8	4.0		0.25
160	100	40	5.4			
(200)	120	48			7.5	780
250	150	60	9.0	10.0	1200	0.55
315	200	80	12.6			
400	250	100	15.0			
500	300	120	18.0			
800	500	200	24.0	20.0		1.10

注：1. 装料量是指干燥机可装载表观密度为0.64的尼龙6颗粒状塑料原料的质量。

2. 尽可能不采用括号内的规格。

表 4-2 注塑成型常用材料干燥处理条件

原料名称	干燥温度/℃	干燥时间/h
聚乙烯、聚丙烯	70 ~ 80	1 ~ 2
聚苯乙烯、ABS	70 ~ 80	2 ~ 4
聚甲基丙烯酸甲酯	70 ~ 90	4 ~ 6
聚碳酸酯	120 ~ 130	6 ~ 8
聚酰胺	80 ~ 100	12 ~ 16
乙酸纤维素	70 ~ 80	2 ~ 4
硬聚氯乙烯	80 ~ 90	1 ~ 2

表 4-3 常用热塑性塑料的吸水率及允许含水量

塑料名称	吸水率(%)	允许含水量(%)	塑料名称	吸水率(%)	允许含水量(%)
ABS	0.2 ~ 0.45	0.1	PA66	1.5	0.2
PE	<0.01	0.05	PMMA	0.3 ~ 0.4	0.05
PP	<0.03	0.5	PC	0.24	0.02
PS	0.03 ~ 0.10	0.1	PSU	0.22	0.1
POM	0.02 ~ 0.35	0.1	PPO	0.07 ~ 0.2	0.05
PA6	1.3 ~ 1.9	0.2	PPS	0.02 ~ 0.08	0.1

对于在高温条件下干燥处理容易氧化变色的原料（如聚酰胺材料的干燥），应采用真空干燥方法为原料去湿。

干燥处理后的原料不宜长时间存放。比较理想的生产方式是连续化生产，干燥后的原料直接由传送带输入注塑机料斗中，投入生产。

4.6 不同颜色的注塑制品用原料怎样配色？

不同颜色的注塑制品用原料的配色方法，有浮染着色法、色母料着色法和液态色料着色法 3 种。

1. 浮染着色法

浮染着色法用于螺杆式注塑制品。用料的配色比较简单，把树脂、颜料和分散剂按一定的配比计量，先把树脂和分散剂混合搅拌均匀，然后再把颜料和树脂加入混合机中，搅拌混合均匀后即可投入注塑机中生产。

颜料的加入量约占树脂质量的 2% ~ 3%，分散剂（白油、松节油）的加入量约占树脂质量的 1%。

如果树脂原料是粉料，则必须把配好的混合料搅拌均匀，然后经挤出混合塑化造粒后，才能加入注塑机中生产。

2. 色母料着色法

色母料是指此种颜色的浓色颜料。色母料着色法是把原料与色母料按一定比例配比、经计量后混合，经搅拌均匀后即可投入生产。这种既方便、清洁，又较经济的染色操作，目前已经得到广泛应用。

为了保证注塑制品的质量和得到较好的染色效果，采用此种染色配料生产时，

应注意下列事项。

1) 为了使颜料进入机筒内能尽快地熔化扩散, 与原料能较好地掺混, 应注意机筒的加料段温度要略高些。

2) 为了改善原料的塑化混炼质量, 应适当提高螺杆的混炼塑化工作背压。

3) 对几种色母料的混合、配比和计量, 要认真审核和计量。

4) 注意提高和保持注射成型模具中型腔的内表面的光洁亮度, 以达到制品色泽表现的最佳效果。

3. 液态色料着色法

液态色料着色法的配色操作顺序为: 把颜料和分散剂 (PE 蜡) 按配比计量→混合→加热搅拌均匀→三辊研磨机上把混合均匀的色浆颗粒磨细→把树脂和色浆按配比计量加入混合机中, 混合搅拌均匀→投入注塑机生产。

液态色料着色法与浮染着色法比较, 其原料与颜料的配比虽然相同, 但它的操作环境可得到较好的改善, 既没有颜料的飞扬又减少了对环境的污染, 制品的质量又得到了较好的保证。

树脂原料与颜料的混合, 可采用回转式混合机。根据注塑机的生产用料量, 参照表 4-4 中规格型号选用。

研磨色浆用三辊研磨机, 其结构如图 4-1 所示。它主要由 3 个转动的辊筒、传动减速装置、铜挡料板、辊距调节装置和刮料刀等零部件组成。

表 4-4 混合机的规格型号

混合机型号	WH 直立式		WH 回转式	
	WH-50VM	WH-100VM	WH-50TM	WH-100TM
混合量/kg	50	100	50	100
电动机功率/kW	1.5	4.0	0.55	0.75
混合时间/min	0~30	0~30	0~30	0~30
混合桶直径/mm	650	820	600	800
设备重/kg	180	320	65	90
设备外形尺寸/mm	110×780×780	1250×850×850	920×860×1300	1100×1020×1400

注: 混合时间可在 0~30min 时间内设定自动停机。

三辊研磨机的工作方法是: 高速旋转的 3 根铸造辊筒由电机通过 V 形带、齿轮减速箱和 1 组传动齿轮带动, 色浆料在 3 辊间通过时, 由手工调整 3 根辊筒的辊面间隙的大小, 可使被研磨的色浆在通过辊筒间隙时, 直径较大的颜料颗粒被压碎细化, 使颜料颗粒细度变小。这可提高和改善颜料的扩散, 使其与原料混合均匀。

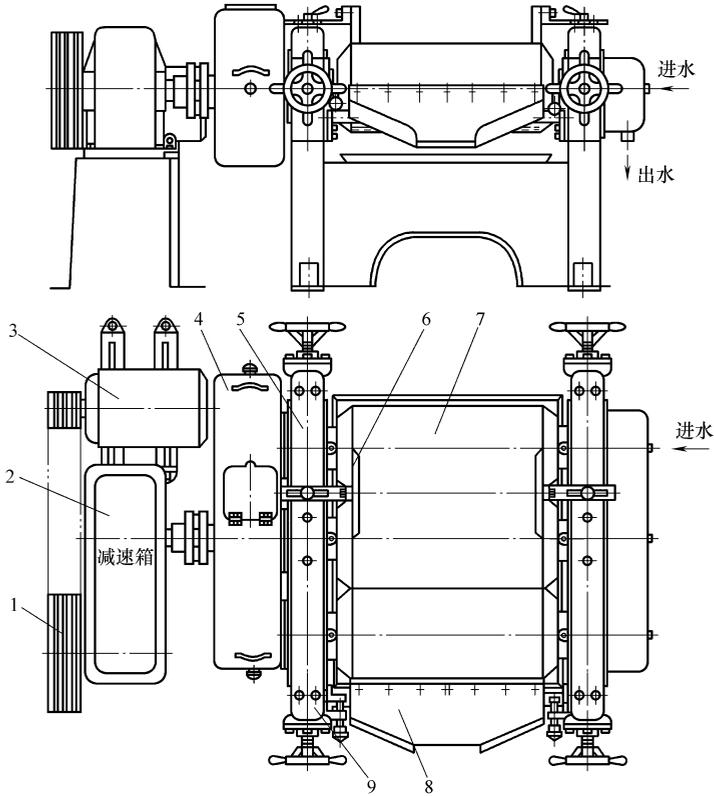


图 4-1 三辊研磨机结构

1—V形带 2—减速箱 3—电动机 4—齿轮传动箱 5—机架 6—铜挡料板
7—三个辊筒 8—刮刀 9—辊筒调距装置

4.7 原料配混生产应怎样操作？

塑料制品成型用原料的配混生产操作顺序如下。

- 1) 主要原料树脂和辅助材料按配方要求配比分别计量。
- 2) 原料的混合可用卧式捏合机，也可用高速混合机。投料前把混合机的混合室清理干净，然后加热升温。
- 3) 混合机加热升温到工艺要求温度后加料。顺序是：先把主要原料树脂和增塑剂倒入混合室内，混合搅拌 1 ~ 2min，然后再加入稳定剂、色浆及其他辅助材料，混合搅拌，把掺混料混合均匀。

混合工艺条件（以 PVC 中空制品为例）是：混合机用蒸汽加热混合室及混合室夹套输入蒸汽压力为 0.2MPa；用 GRH-500 型高速混合机混合掺混料时，一次加料量为 160kg；混合时间在 5 ~ 10min 范围内。混合均匀后排出，料温约为 110℃。

4.8 原料混合用高速混合机结构及工作原理是什么？

塑料制品成型用原料中的树脂与其他辅助材料（稳定剂、润滑剂、色料和相容剂等）配混用设备，主要是高速混合机。目前，国内应用最多的高速混合机结构如图4-2所示。

高速混合机工作混合原料原理是：高速混合机的混合室外壁空腔，先通入蒸汽（也有用电阻加热）加热升温，然后把按配方计量的各种原料加入混合室内，当混合室内的搅拌桨高速旋转时，搅拌桨附近的原料由于受桨叶面摩擦力和叶片端面推力作用而随搅拌桨旋转；在高速旋转离心力作用下，这些料又被抛向混合室内壁，成为连续碰壁的原料，在后来料的推力下，碰壁料沿混合室的内壁上升到

一定高度时，原料的重力又使它落回到混合室的中心部位，然后再被旋转的桨叶抛出，重复原来的运动；由于混合室内还设有一个折流板，它能破坏原料旋转流比较规则的运动方式，则搅乱了物料的运动方向；再由于几种料流的混合运动，使原料间产生摩擦、碰撞和推挤，使这些原料间产生一定的摩擦热；另外，有时原料的配混还需要有混合室外的供热，使混合料升温，由于这些条件的综合作用，使混合室内的各种掺混材料得到均匀混合。

国内部分高速混合机生产厂及产品基本参数见表4-5和表4-6。

表4-5 阜新红旗塑料机械厂混合机基本参数

产品型号	主要技术参数					
	总容积 /L	一次投料量 /kg ≤	产量 /(kg/h) ≥	搅拌桨转速 /(r/min)	混合 时间 /s	总功率 /kW
GRH-10	10	3	18	3000	8	3
GRH-50	50	15	90	750/1700	8	7/11
GRH-100	100	30	180	650/1500	8	14/22
GRH-200	200	65	325	475/1300	10	30/42
GRH-300	300	100	500	350/800	10	47/67
GRH-500	500	160	800	350/700	10	83/110
GRH-800	800	260	1040	350/700	12	110/160
GRH-1000	1000	325	1300	300/600	12	140/190

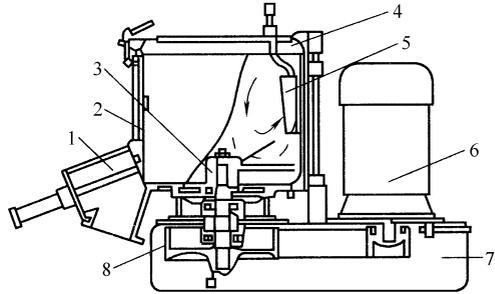


图4-2 高速混合机结构

- 1—排料装置 2—混合室 3—搅拌桨 4—盖
5—折流板 6—电动机 7—机座 8—V带轮

(续)

冷却混合机	总容积 /L	一次投料量 /kg	产量 /(kg/h)	搅拌浆转速 /(r/min)	混合 时间 /s	总功率 /kW
LH-350	350	65	325	130	10	7.5
LH-500B	500	100	500	130	10	11
LH-1000B	1000	160	800	130	10	18.5
WLH-1000(卧式)	1000	100	500	50	12	7.5
WLH-1500(卧式)	1500	160	800	50	12	11

高速分散机	总容积 /L	有效容积 /L	主轴转速 /(r/min)	加热形式	总功率/kW
GFJ-200	200	120 ~ 140	475/860	水	30/42
GFJ-300	300	180 ~ 210	475/950	水	40/55

表 4-6 大连橡胶塑料机械厂混合机基本参数

塑料热炼混合机	总容积 /L	产量 /(kg/h)	搅拌浆转速 /(r/min)	电动机功率 /kW
SHR-100 × 740 × 1470	100	180	747/1300	14/22
SHR-200 × 650 × 1470	200	325	350/1300	30/42
SHR-300 × 550 × 1100	300	500	550/1100	47/67
SHR-500 × 535 × 800	500	800	535/800	55/72
SHR-800 × 500 × 1000	800	1040	500/1000	110/160

塑料冷却混合机	总容积 /L	一次投料量 /kg ≤	产量 /(kg/h) >	搅拌浆转速 /(r/min)	电动机 功率 /kW
SHL-350 × 100	350	55	275	100	3
SHL-500 × 70	500	80	400	70	5.5
SHL-1000 × 50	1000	100	500	50	7.5
SHL-1500 × 60	1500	100	800	60	11
SHL-2000 × 50	2000	260	1040	50	11

4.9 原料配混后怎样成型粒料?

经混合机搅拌混合均匀的掺混料,需要经过混炼塑化后切成粒状料。混合料的生产造粒,根据混合料中掺混料的不同,可采用以下两种工艺流程方式。

1) 高速混合机混合均匀料→冷混料降温至 45℃ 以下→挤出机(单螺杆或双螺

杆挤出机)把混合料混炼塑化→挤出切粒。

2) 高速混合机混合均匀料→密炼机混炼塑化→开炼机混炼塑化→第二台开炼机把原料塑化均匀切片→引出片冷却→收卷;然后用切粒机切成粒状料。

造粒生产工艺流程的选择应用:如聚丙烯树脂与碳酸钙或滑石粉的掺混料造粒应选用第①工艺流程;聚丙烯树脂与乙丙橡胶(添加量为10%~15%)共混的掺混料,生产造粒就应选择第②工艺流程。

4.10 配混料造粒生产用哪些设备?

从第4.9题中的原料成型生产粒料工艺流程可以看到,配混料造粒生产用设备有挤出造粒机、密炼机、开炼机和切粒机等主要设备。

4.11 塑料挤出切粒机机组结构组成及切粒方法有几种?

塑料挤出切粒机机组中的挤出机结构和普通常用的挤出机结构完全相同。挤出切粒机中特殊的部位,只是在普通挤出机前多了一套挤出的塑料条切粒装置和粒料的冷却、干燥处理装置。风冷热切造粒生产用挤出造粒机机组结构如图4-3所示。

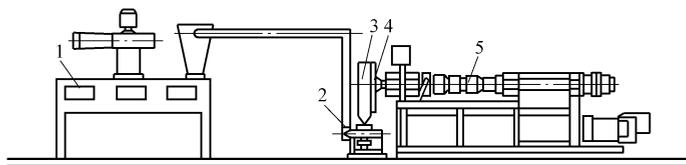


图 4-3 风冷热切挤出造粒机机组结构

1—粒料冷却过筛装置 2—粒料风送系统 3—切粒装置
4—切粒前成型条状料模具 5—挤出机

风冷热切挤出造粒机的工作方法是:把按生产粒料用原料配方中各种料先经计量配混,加入高速混合机中搅拌混合均匀后,投入挤出造粒机的机筒内,经塑化熔融成粘流态,从机筒前的多孔板挤出呈条状,然后被旋转的刀片切成长度均匀的粒料,由风压管路输出,经冷却、过筛后装袋。

4.12 挤出造粒机中的切粒装置结构分几种?各有什么特点?

挤出造粒机中的切粒装置结构如图4-4所示,它是挤出切粒设备辅机中主要装置。切粒辅机按其工作方式和作用的不同,可分为热切与冷切两部分,而热切又可分为干切、水环切和水下切等结构方式,它们具体工作方法与应用特点如下。

(1) 干切 干切粒生产方法是指挤出机挤出条状料后立即被旋转的刀片切成长度均匀的粒状,然后由风机通过管道把粒料送至冷却、过筛装置。这种切粒方式适合于聚氯乙烯料的混炼切粒。

(2) 水环切 水环切粒生产方法是指挤出机挤出条状料后立即被旋转的刀片切

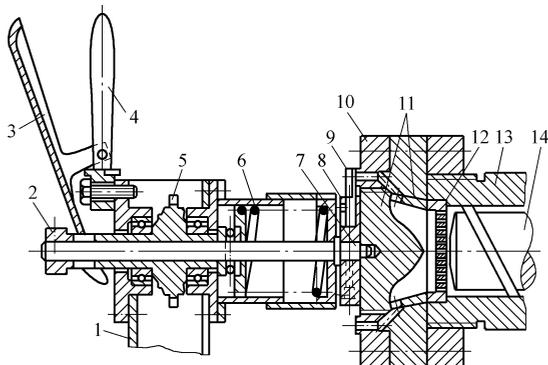


图 4-4 挤出成型条状料模具及切粒装置结构

- 1—机架 2—轴套 3—离合器 4—手柄 5—传动链轮
6—弹簧 7—传动轴 8—刀架 9—切刀片
10—条状料成型模板 11—分流锥 12—多
孔板 13—机筒 14—螺杆

粒，并抛向附在切粒罩内壁高速旋转的水环，然后水流把粒料带到水分离器脱水，干燥后再送至料降温装置处冷却降温，即为成品。此生产方法适合于聚烯烃料的混炼切粒。

(3) 水下切 水下切粒生产方法是指挤出机挤出的条状料立即进入水中冷却降温，然后切成粒料，再由循环水把粒料送至离心干燥机中脱水、干燥。此种切粒方式比较适合双螺杆挤出机混炼原料切粒，用于较大批量生产。

(4) 冷切 冷切粒是指经挤出机混炼塑化后的料，从机筒前的成型模具中成型片状料，先落入水槽中冷却降温后卷取，然后再用专用切粒机切粒。这种挤出切粒生产方式，适合于聚乙烯、聚丙烯、ABS、聚对苯二甲酸乙二醇酯的原料混炼切粒。

国内部分塑料挤出造粒机机组生产厂及产品主要技术参数见表 4-7 ~ 4-13。

表 4-7 兰泰（甘肃省兰州市）塑料机械有限公司
挤出造粒辅机主要技术参数

型 号	成品粒规格 /mm	切条 根数	牵引速度 /(m/min)	生产能力 /(kg/h)	适应塑料	电动机 功率 /kW
TQ-600A(拉条切粒机)	3×3 可调	50	6~60	600	热塑性	7.5
TQ-400A/B(拉条切粒机)	3×3 可调	40	3.6~36	400	热塑性	5.5
XQ-300(拉条切粒机)	3×3 可调	30	3.6~36	300	热塑性	4
XQ-150(拉条切粒机)	3×3 可调	15	3.6~36	150	热塑性	2.2
FLQ-100(风冷模面热切粒)	3×3 可调	40	15	100	PVC、PE、 ABS、TPR	0.75

(续)

型 号	成品粒规格 /mm	切条 根数	牵引速度 /(m/min)	生产能力 /(kg/h)	适应塑料	电动机 功率 /kW
FLQ-200(风冷模面热切粒)	3×3 可调	60	15	200	PVC、PE、 ABS、TPR	0.75
SHQ-300(水环热切粒)	3×3 可调	25	25	300	高流动速 率塑料	0.75
SNQ-500(水环热切粒)	3×3 可调	40	40	500	高流动速 率塑料	1.5

表 4-8 青岛精达塑料机械有限公司塑料
挤出造粒辅机主要技术参数

型 号	切粒规格 /mm	切刀转速 /(r/min)	生产能力 /(kg/h)	冷却方式	总功率 /kW
SJL-F200			200	风冷	7.35
SJLZ-60/125-250	3.2×3.5	40~200	250	风冷	55
SJLZ-90-100	3.2×3.5	40~200	100	风冷	49.5
SJLZ-6513-60	3×3	40~200	60	风冷	47.37
SJLZ-120-190	3×3	40~200	180	风冷	106.75

表 4-9 大连橡胶塑料机械厂塑料挤出造粒辅机主要技术参数

型 号	机头孔径 /mm	切刀转速 /(r/min)	粒子箱 冷却能力 /(kg/h)	外形尺寸 (长×宽×高) /mm	总功率 /kW
SJS-FL110(双螺杆)	3	100~1000	1000	6190×6430×3940	13.1
SJ-FL120		114~1140	250	4750×3000×3030	7.4

型 号	模孔直径 /mm ×数量 /个	冷却 水槽 容积 /L	切粒机最 大生产 能力 /(kg/h)	切刀 外径 /mm	粒子规格 (直径×长度) /mm	外形尺寸 (长×宽× 高) /mm	总功率 /kW
SJSL-F92(双螺杆)	4×52	720	2000	200	(2.3~3)×2	12805× 1890× 1720	
SJL-F180(单、双螺杆交联 PE)	2.1×469		550~600			10034× 5860× 5280	68

表 4-10 上海轻工机械股份有限公司上海挤出机械厂挤出造粒机机组技术参数

型 号	切刀数 /把	造粒尺寸 /mm	生产能力 /(kg/h)	转速 /(r/min)	总功率 /kW
SJBZ-ZL-65-F0.3A	3	3×3	50~140	2.96~695	49.55
SJZ-ZL-65B-JF0.3A	3	3×3	6.7~80	2.96~695	38.8
SJZ-ZL-45C-F0.3B	12	3×3	6~60	80~800	32.5

表 4-11 山东塑料橡胶机械总厂双螺杆挤出造粒机机组技术参数

平行双螺杆 造粒机组	型 号	螺杆直径 /mm	切刀转速 /(r/min)	切刀数 /把	造粒规格 /mm	生产能力 /(kg/h)	总功率 /kW
	SJSP-80×21	80	1000	3	3×3	250	

锥形双螺 杆粉料造 粒机组	型 号	螺杆小端直径 /mm	螺杆转速 /(r/min)	切刀数 /把	造粒规格 /mm	总功率 /kW
	SJL-55	55	3~30	3	3×3	42.6

表 4-12 东方塑料机械厂（河北省沧州市）双螺杆挤出造粒机机组技术参数

型 号	螺杆直径 /mm	长径比	螺杆转速 /(r/min)	生产能力 /(kg/h)	外形尺寸 (长×宽×高)/mm	总功率 /kW
SHL-60(造粒)	60	(22~26):1	30~300	80~180		53
SHL-60 II (色母粒造粒)	60	(22~36):1	30~300	80~250		65
SHL-100(均化造粒)	100	(28~32):1	30~300	800	8000×1300 ×1200	286

表 4-13 大连塑料机械厂塑料挤出造粒机型号与基本参数

型 号	SZL55/120×13	SZL65/120×13	SZL75/140×18
螺杆直径/mm	55/120	65/120	75/140
长径比(L/D)	13:1	13:1	18:1
螺杆转速/(r/min)	13.5~135	15~150	13.2~132
最大产量/(kg/h)	35	60	100
主电动机功率/kW	15	18.5	30
设备总功率/kW	27.35	32.75	47.47

(续)

型 号	SZL55/120 × 13	SZL65/120 × 13	SZL75/140 × 18
中心高/mm	970	1000	1000
外形尺寸(长 × 宽 × 高)/mm	3000 × 2900 × 2300	3500 × 4000 × 2550	4040 × 5030 × 2770
质量/kg	1600	2100	2600

注：1. 此设备适合于 LDPE、HDPE、LLDPE、PVC、ABS、EVA 和 PP 树脂成型的薄膜粉料、粉碎物及废丝等制品回收造粒。

2. 螺杆用 38CrMoAlA 合金钢制造，精加工时经渗氮处理。

3. 双工位换网，用风冷却粒料和输送。

4.13 开炼机结构及用途有哪些？

开炼机是开放式炼塑机的简称，在塑料制品厂，人们又都习惯称它为两辊机。开炼机是塑料制品生产厂应用比较早的一种混炼塑料设备。在压延机生产线上，开炼机在压延机前，在高速混合机后，作用是把混合均匀的原料进行混炼、塑化，为压延机成型塑料薄膜提供混合炼塑较均匀的熔料。生产粒料或电缆料时，开炼机把高速混合机混合均匀的粉料混炼塑化成熔融态，最后压塑成片带，经冷却降温后卷取，然后由专用切粒机切成均匀粒。

开炼机结构比较简单，其结构中的主要零部件位置如图 4-5 所示。从图 4-5 中可以看到：开炼机中主要零件是两根辊筒，平行排列，固定在机架的水平轴承框内，两端轴颈由轴承支撑。辊筒右侧是带动辊筒旋转的传动系统。输汽管路为辊筒的加热升温向辊筒内输入蒸汽。调距装置是为辊筒炼塑不同塑料时经常改变两根辊筒间的工作面间隙而设置的。紧急停车装置是开炼机生产工作出现异常事故时，为保证人身和设备安全而设置的；当设备出现故障时拉动设备上方的操作杆，旋转的辊筒即可紧急停车。

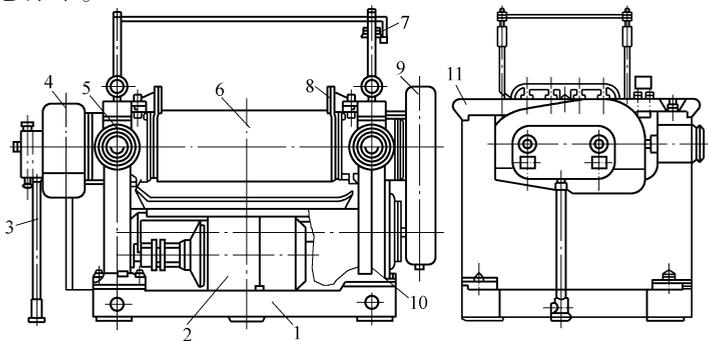


图 4-5 开炼机结构组成

- 1—机座 2—电动机 3—输汽管路 4—速比齿轮 5—调距装置 6—辊筒
7—紧急停车装置 8—挡料板 9—齿轮罩 10—机架 11—横梁

开炼机的规格型号是按其设备上辊筒直径大小和辊筒工作面长度表示（单位为 mm）。标准 GB/T 13577—2006 规定开炼机基本参数见表 4-14。

表 4-14 开炼机基本参数（GB/T 13577—2006）

辊筒直径 /mm	前后辊速比	前辊面线 速度/(m/min)	主电动机功率 /kW	一次投料量 /kg
160 × 320	1: (1.20 ~ 1.35)	8	7.5	2 ~ 4
250 × 620	1: (1.10 ~ 1.30)	13	32	10 ~ 15
360 × 900	1: (1.10 ~ 1.30)	15	37	15 ~ 20
400 × 1000	1: (1.10 ~ 1.30)	17	55	18 ~ 25
450 × 1200	1: (1.10 ~ 1.30)	22	75	25 ~ 35
550 × 1500	1: (1.05 ~ 1.30)	24	110	50 ~ 60
660 × 2130	1: (1.05 ~ 1.30)	28	260	75 ~ 95

上海橡胶机械厂和大连橡胶塑料机械厂生产的开炼机型号及技术参数见表 4-15 和表 4-16。

表 4-15 上海橡胶机械厂开炼机型号及技术参数

型 号	辊筒 直径 /mm	辊筒工作 长度/mm	前后辊 速比	最大 辊距 /mm	一次加 料量 /kg	外形尺寸 (长 × 宽 × 高) /mm	总功率 /kW
SK-160A	160	320	1: 1.35	4.5	1 ~ 2	1120 × 920 × 1295	5.5
SK-160B							9.7
SK-400A	400	1000	1: 1.2727	10	18	4600 × 1950 × 2340	40.25
SK-400B	400	1000	1: 1.2727	10	18	4350 × 1830 × 1880	66.65
SK-450B	450	1200	1: 1.20	10	25 ~ 50	4550 × 1830 × 1743	55
SK-550	550	1500	1: 1.20	15	56	6200 × 2150 × 2050	111.5

表 4-16 大连橡胶塑料机械厂开炼机型号及技术参数

型 号	辊筒工 作长度 /mm	辊筒工作 长度/mm	前辊线 速度 /(m/min)	前后辊 速比	一次加 料量 /kg	外形尺寸 (长 × 宽 × 高) /mm	总功率 /kW
SK-400	400	1000	18.46	1: 1.27	18	4300 × 1280 × 1910	45
SK-450	450	1200	24	1: 1.27	30 ~ 50	5300 × 2150 × 1860	55
SK-550E	550	1500	27.5	1: 1.28	35	5240 × 2400 × 2050	75
SK-550E ₁	550	1500	27.5	1: 1.28	35	5560 × 2400 × 2045	75
SK-550F	550	1500	36	1: 1.167	35	5740 × 2400 × 2050	110
SK-550F ₁	550	1500	38.15	1: 1.95	35	5780 × 2473 × 2130	75
SK-660	660	2130	28.4	1: 1.24	85 ~ 100	7505 × 3290 × 2620	155
SK-660A ₁	660	2130	32	1: 1.22	85 ~ 100	6410 × 2550 × 2670	110
SK-660A ₂	660	2130	39	1.22: 1	85 ~ 100	6700 × 2680 × 2210	110
SK-660A ₃	660	2130	32	1: 1.22	85 ~ 100	6375 × 2560 × 2099	110
SK-660W	660	2130	8 ~ 32	1: 1.22	85 ~ 100	6720 × 2550 × 2670	132
SK-660W ₁	660	2130	8 ~ 32	1: 1.22	85 ~ 100	8790 × 2550 × 2670	132
SK-660A ₄	660	2130	39	1.22: 1	85 ~ 100	6470 × 2550 × 2030	110

4.14 密炼机的结构及用途有哪些？

密炼机与开炼机的功能作用相同，也是塑料的混炼塑化设备。密炼机是在开炼机的基础上改进变化的结果。密炼机是一种封闭式混炼设备，它工作时克服了开炼

机那种粉尘飞扬、混炼塑化时间长、需要操作工用手工操作、劳动强度大的缺点。由于密炼机混炼原料时是用一种结构比较特殊的混炼转子，被混炼的原料是在一个密闭、具有一定的温度环境中，所以，用密炼机混炼塑化塑料，与开炼机比较，有混炼塑化时间短、工作效率高、多种原料掺混后混合均匀、塑化质量好等优点。在用原料混炼塑化造粒生产工艺中，密炼机布置在高速混合机后，在开炼机前。造粒生产时，高速混合机把混合均匀的粉料直接投入到密炼机混合密炼室内，进行粉料的第一次混炼，然后把原料转送到开炼机，进一步把原料混炼成熔融态。以方便熔料切成带状片，经冷却降温卷取。粒料成型生产工艺中有了密炼机，而使原料的混炼塑化时间缩短，提高了生产效率，同时，也改进了原料塑化造粒的质量，减少了操作工的体力消耗。

密炼机结构组成如图 4-6 所示。从图 4-6 中可以看到：两根能够相对旋转运动的转子装在密炼室内；上部有能开闭的翻板门，由汽缸活塞控制其动作；上部还有能上下滑动的上顶栓，生产时能对混合料施加一定的压力。密炼室壁腔和上下顶栓腔均可通入蒸汽和冷却水，进行加热和冷却。密炼室的底部排料口，由液压缸动作控制，能对下顶栓进行开关和锁紧。按工艺条件要求由温度控制装置对其自动控温。转子的两端与安装在密炼室两侧轴承座转动配合，配合转动部位加密封装置，防止粉料泄漏。密炼机开始工作时，前道工序混合机排出的混合均匀粉料直接由上部加料斗进入密炼室；在密炼室内混炼工作完成后，由底部的卸料口排出。

密炼机的规格是用密炼机中密炼室的总容积 (L) 和转子的转速 (r/min) 表示。在数字前加代号 SM；S 代表塑料，M 代表密炼机。标准 GB/T 9708—1988 中规定的密炼机基本参数见表 4-17。部分国产密炼机生产厂及产品基本参数见表 4-18 ~ 表 4-20。

表 4-17 密炼机基本参数 (GB/T 9708—1988)

规格	总容积/L		填充系数	压砣对物料 单位压力/MPa	转子转速 /(r/min)	功率/kW	
						二棱	四棱
1	1	0.93	0.55 ~ 0.80	0.40 ~ 0.60	20 ~ 150	11	15
1.5	1.45	1.35	0.55 ~ 0.80	0.40 ~ 0.60	20 ~ 150	30	37
30	30	27	0.55 ~ 0.80	0.20 ~ 0.45	40	75	100
					80	150	200
50	50	46	0.55 ~ 0.80	0.20 ~ 0.45	40	132	160
					80	250	315
75	75	—	0.60	0.20 ~ 0.40	35	110	—
					40	160	—
					70	220	—
80	80	74	0.55 ~ 0.80	0.35 ~ 0.45	40	220	280
					60	315	400

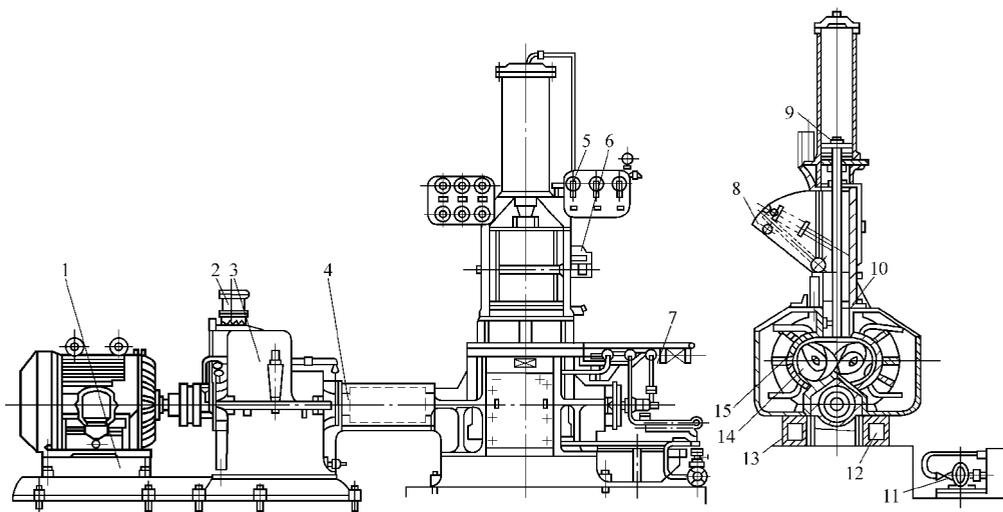


图 4-6 密炼机结构组成

- 1—电动机 2—密封润滑系统 3—减速箱 4—联轴器 5—操作盘 6—加料操作系统
7—加热输汽管路 8—进料装置 9—汽缸 10—上顶栓 11—齿轮泵 12—底座
13—下顶栓 14—转子 15—密炼室

表 4-18 部分国产密炼机的基本参数

项 目	型 号			
	MLX-25	SHM-50	SM-50/35×70	SM-50/48
总容积/L	46	75	75	75
工作容积/L	25	50	50	50
前转子转速/(r/min)	30.31	61/31	30.5/60.9	48.2
后转子转速/(r/min)	35.16	70/35	35/70	40.7
电动机功率/kW	55	220/110	220/110	160
蒸汽压力/MPa	0.8~1.0	0.4~1.0	0.8~1.0	0.8~1.0
气体压力/MPa	0.6~0.8	0.6~0.8	0.6~0.8	0.6~0.8
卸料形式	滑动	滑动	滑动	滑动
外形尺寸(长×宽×高)/mm	3535×1210×2973	6600×3800×4000	6500×3500×4000	8000×3000×4800
质量/kg	7.5	23	18	17

表 4-19 大连橡胶塑料机械厂密炼机型号及技术参数

型 号	密炼室总容积/L	工作容积/L	后转子转速/(r/min)	转子速比	蒸汽消耗量/(m ³ /h)	总功率/kW
X(S)M-50×40	50	30	40	1:1.72	200	95
X(S)M-80×40	80	60	40	1:1.15	300	210
X(S)M-110×40	110	82.5	40	1:1.15	720	240
X(S)M-110×6~60	110	82.5	6~60	1:1.15	720	450
SM-75/40E	75	50	40	1:1.15	300	155
SM-75/35/70E	75	50	35/70	1:1.15	300	110/220

(续)

型 号		混炼室 捏合总 容积/L	混炼室 密炼总 容积/L	转子转速 (前/后) /(r/min)	混炼室 翻转角 度/(°)	蒸汽压力 /MPa	总功率 /kW
塑料加压 式捏炼机	SN-55 × 30	125	55	30/24.5	140	0.5 ~ 0.8	77.2
	SN-75 × 30	175	75	30/24.5	140	0.4 ~ 0.8	114
	SN-110 × 30	250	110	30/24.5	140	0.4 ~ 0.8	189

表 4-20 上海橡胶塑料机械厂密炼机型号及技术参数

型 号		密炼室 总容积/L	密炼室 工作容积/L	转子速比	生产效率 /(min/次)	总功率 /kW
X(S)-50/42		50	30	1:1.19	10	82.5
X(S)-80/42		77 ~ 86	50 ~ 55	1:1.16	6	217.5

型 号		密炼室 总容积/L	密炼室 工作容积/L	密炼室翻 转角度/(°)	转子 速比	生产效率 /(min/次)	总功率 /kW
塑料加压 式捏炼机	X(S)N-75/30	75	50	140	1:1.16	10	93
	X(S)N-55/32	55	3.5	110 ~ 140	1:1.21	10	56.5

4.15 切粒机结构及工作方法是什么?

切粒机是一种能够把一定宽度和厚度的片材切成粒料的专用设备,主要用在电缆料和配混料的切粒工序中,厚片用切粒机的结构示意图如图 4-7 所示。

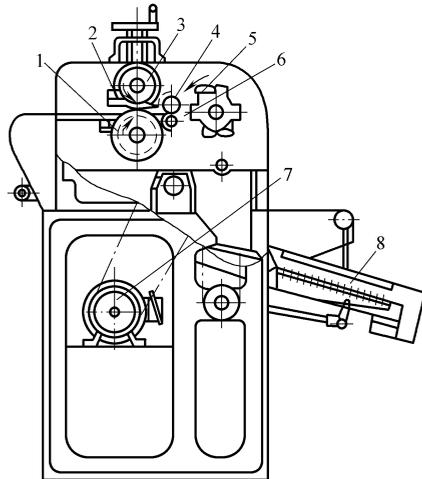


图 4-7 厚片用切粒机的结构示意图

- 1—下梳板 2—上梳板 3—切条用圆辊刀 4—压辊 5—旋转切刀
6—固定底刀 7—电动机 8—筛斗

切料机开始切粒工作时,已经切成固定宽度的厚片,从切料机的两圆辊刀间的间隙进入(图4-7所示方向的左侧进入两圆辊刀间),先被圆辊刀切成纵向连续不断的条形,然后由压辊夹紧条状料,牵引送入高速旋转刀处,切成有固定长度的粒料。切好的粒料落入筛斗内,把未切断的长条和连体粒筛除。

塑料切料机基本参数见表4-21。

表4-21 塑料切料机(SCQ-200B)基本参数

项 目	指 标	项 目	指 标
切片最大宽度/mm	200	圆盘刀转速/(r/min)	50
切片厚度/mm	1~3	主电动机功率/kW	15
切条宽度/mm	4	刀片材料	9SiCrW18Cr4V
切条速度/(m/min)	18	外形尺寸(长×宽×高)/ mm	690×910×1685
粒料尺寸/mm	4×4		
切刀转速/(r/min)	1137	质量/kg	1270

4.16 原料配混操作工艺参数有哪些?

塑料制品成型用原料的品种比较多,配混料中各种材料的性能又各具特点,所以,其原料的配混工艺条件也就各有不同。如聚氯乙烯中空制品用原料的配混工艺条件如下。

(1) 混合料 用高速混合机把制品用料配方中的各种原料混合。

先把PVC树脂和各种液体辅助材料加入混合室内,搅拌混合;待料温升至75℃左右时加入MBS抗冲击改性剂,再搅拌混合;料温升至85℃左右时再加入稳定剂、润滑剂等其他辅助材料,直至料温升至100℃左右,即完成PVC混合料的搅拌混合工作。

(2) 造粒

1) 如果高速混合机混合后的原料采用挤出机把原料混炼塑化造粒,则塑化原料挤出机机筒各段工艺温度是:加料段80~120℃,塑化段130~160℃,均化段160~170℃。模具部位170~180℃。

2) 如果采用密炼机、开炼机混合炼塑原料成型带状片后再用切料机切粒,则密炼机是用输入0.7MPa蒸汽加热,加料量85kg(密炼机型号SHM-50),出料温度约为165℃。开炼机辊筒温度约为165℃,两辊面间隙为3mm。炼塑好的带状片经冷却降温后卷取,然后用切料机切粒。

4.17 玻璃纤维增强塑料怎样配制?

塑料制品增强的方法有多种,树脂内混有玻璃纤维后挤出造粒,用以注塑制品,是一种常见的增强塑料制品方法。增强后的树脂成型制品,除具有树脂原有的

优良性能和相对密度增加之外，其强度，刚度和硬度均有较大程度的提高。如拉伸强度，弯曲强度和冲击强度提高1倍以上、热变形温度和尺寸稳定性及低温冲击性和耐电弧性能也得到较大的提高；同时，制品成型后的收缩率也有较大幅度的降低。用玻璃纤维增强塑料，树脂内混入玻璃纤维规格、含量及混合方法的不同对树脂性能影响关系见表4-22。

表4-22 制法不同玻璃纤维增强聚丙烯性能

项目名称	增强方式					
	单螺杆挤出机	连续混合器	双螺杆挤出机(1)	双螺杆挤出机(2)	双螺杆挤出机(3)	双螺杆挤出机(4)
玻璃纤维含量(%)	25(3mm短切纤维)	25(3mm短切纤维)	25[纤维束(粗纱)]	25[纤维束(粗纱)]	25[纤维束(粗纱)]	25(3mm短切纤维)
拉伸强度/MPa	42.7	32.9	40.6	34.3	56	56
弯曲弹性模量/GPa	4.8	3.2	4.2	3.85	3.85	3.85
悬臂梁缺口冲击强度/(J/m)	31	15	19.2	23.5	25.65	27.8
热变形温度/℃	128	60	95	84	131	130
供给方式		玻璃纤维于挤出机输送段前供料	强力螺杆供给玻璃纤维	中等程度螺杆供给玻璃纤维	缓和螺杆供给玻璃纤维	

以聚丙烯内混入玻璃纤维增强材料为例，制造玻璃纤维增强聚丙烯料方法如下。

1) 玻璃纤维一般多用无碱或中性纤维，纤维直径为 $8 \sim 15\mu\text{m}$ ，丝的长度可切成 $3 \sim 12\text{mm}$ 短纤维、也可用多股无捻粗纱。

2) 与聚丙烯混合前，须把玻璃纤维进行预处理、或在聚丙烯中加入马来酞亚胺等改性剂对其进行改性。

3) 聚丙烯树脂中加入玻璃纤维量为 $10\% \sim 40\%$ ，挤出混合后的玻璃纤维长度为 $0.3 \sim 5\text{mm}$ 。

玻璃纤维增强聚丙烯料生产方法分混合法和包覆法两种。

1. 混合法

混合法又分为间隙法和连续法两种。

1) 间隙法生产是把切成一定长度的短玻璃纤维与聚丙烯树脂按一定比例计量后，放入高速混合机（或捏合机）中热混合，然后排出。经降温后（低于 45°C ）再投入挤出机中混炼塑化，然后挤出切粒。

2) 连续法生产是把切短的玻璃纤维按一定混合比例加入到聚丙烯树脂内混合后，再加入到挤出机内（单、双螺杆挤出机均可），经混炼塑化后挤出条状料，经

冷却后切粒。如果是用双螺杆挤出机，也可用多股无捻长玻璃纤维与 PP 树脂混合炼塑；生产方法是在双螺杆挤出机的机筒中段加入玻璃纤维，与预塑化树脂混合，然后在螺杆的高剪切作用下，长玻璃纤维边与树脂混合边被切断。

2. 包覆法

包覆法生产玻璃纤维增强聚丙烯，也是采用挤出机生产。工作时挤出机把树脂塑化成熔态状，挤入机筒前端的模具内（此种机头模具结构类似于电线电缆生产用模具结构），把无捻玻璃纤维长丝送入模具，被塑化的熔态料包覆（模具温度控制在 200 ~ 230℃）连续挤出模具成条状，经冷却后切粒，得到长纤维型的增强聚丙烯粒料。如果想得到短纤维型聚丙烯增强粒料，可把生产出的长纤维型增强粒料，再投入到挤出机内重新塑化混炼，经挤出造粒即可。这种包覆法生产玻璃增强聚丙烯粒料的工艺流程如图 4-8 所示。

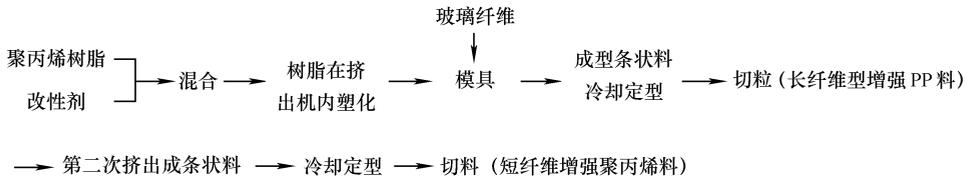


图 4-8 包覆法生产玻璃增强聚丙烯粒料的工艺流程

玻璃纤维增强塑料生产，目前国内大多采用双螺杆挤出，用经处理的玻璃纤维束，加入一定比例量的改性剂后，再经挤出机塑化混合挤出条状料、冷却定型后切粒。国内生产的玻璃纤维增强聚丙烯性能指标见表 4-23。

表 4-23 国内生产的玻璃纤维增强聚丙烯性能

项 目	特殊型		自熄型
	FRPP-T ₂₀	FRPP-T ₃₀	
PP 质量分数(%)	79.5	68.4	62 ~ 78
玻璃纤维质量分数(%)	20.5	31.6	22 ~ 27
拉伸强度/MPa	80 ~ 95	85 ~ 100	55 ~ 65
弯曲强度/MPa	100 ~ 115	110 ~ 130	60 ~ 75
冲击强度/(kJ/m)			
缺口	9 ~ 11	10 ~ 25	7 ~ 8
无缺口	25 ~ 30	25 ~ 32	—
布氏硬度/MPa	166.7 ~ 196.1	186.3 ~ 215.7	—
马丁耐热度/℃	100 ~ 105	100 ~ 110	130 ~ 145
体积电阻率/(Ω·cm)	10 ¹⁵ ~ 10 ¹⁶	10 ¹⁵ ~ 10 ¹⁶	(热变形温度, 0.46MPa) (1.5 ~ 2.4) × 10 ¹⁴

(续)

项 目	特殊型		自熄型
	FRPP-T ₂₀	FRPP-T ₃₀	
表面电阻率/ Ω	$10^{12} \sim 10^{13}$	$10^{12} \sim 10^{13}$	$7 \times 3.6 \times 10^{14}$
介电损耗角正切(60Hz)	$(3 \sim 5) \times 10^{-3}$	$(3 \sim 5) \times 10^{-3}$	$(1.7 \sim 3.35) \times 10^{-2}$
介电常数(60Hz)	2.5 ~ 2.7	2.5 ~ 2.7	3.85 ~ 3.96
介电强度/(kV/mm)	—	—	7.5 ~ 15.8
燃烧等级(UL94 法)	—	—	V-0 至 V-1

4.18 配混切粒料质量有哪些要求?

配混切粒料的质量要求没有具体的规定。为了保证粒料成型塑料制品质量,对配混粒料的质量提出下列几点要求。

- 1) 配混料切粒后的形状,可以是直径为3~4mm,长度为2~4mm的圆柱形或体积相当的方形颗粒。
- 2) 切粒料的颗粒形状一致、均匀、表面光滑、色泽一致、无明显杂质,不允许有3颗及以上连体粒。
- 3) 粒料含水的质量分数应不大于0.5%,必要时要在70~80℃温度烘箱中干燥处理4h。

4.19 模具应怎样安装调试?

模具安装时是把型腔安装固定在定模板上,型芯安装在移动模板上(具体安装,调试方法参照第3.8~第3.10题),注意事项如下所述。

- 1) 注意模具上定位圈外径与固定模板上定位孔直径的间隙配合调整,保证注射喷嘴口直径中心线与模具进料衬套口中心线的重合。
- 2) 把型芯和型腔配合安装好。导向套和导柱配合滑动合理时,固定两部位模具。一般用螺钉把模具固定在模板上,如果丝孔位置不对,也可用压板固定模具。
- 3) 调节移动模板行程时参照第3.8题中方法进行模板行程计算调试。

4.20 注塑机中的螺杆结构怎样选择应用?

通用型注塑机中的螺杆结构,一般都采用通用性较强的标准直径螺杆。特殊条件需要时,再配一根适合高压或低压需要的常规螺杆。通用注塑机中的这种螺杆配备,基本能满足常用树脂的注塑成型工作。按注射制品用料性能的不同,可选择配置较合理的螺杆结构。下面提出几种注塑制品用螺杆的结构条件,供应用时参考选择。

1. 硬聚氯乙烯注塑制品用螺杆

由于硬聚氯乙烯树脂的热稳定性差，熔料的黏度高，所以，注塑硬聚氯乙烯制品用螺杆应选用压缩比小些（一般取 1.4 ~ 2）、长径比值也较小、螺杆的均化段（计量段）和加料段（输料段）较短，而且均化段的螺纹槽要比较深些。螺杆的头部要选用锥形，注射喷嘴为直通式。

2. ABS 等非结晶型塑料注塑制品用螺杆

ABS 等非结晶型塑料的注塑成型用螺杆结构，可用没有均化段（计量段）而只有加料段和过渡段的螺杆。这样可减少熔料过热，提高螺杆的塑化能力和混炼效果。对于非结晶型高粘度熔料的注射（如：PS、PPO、PC、PMMA、AS 和 POM 料），应采用直通式喷嘴。

3. 聚乙烯、聚丙烯等结晶型塑料注塑制品用螺杆

聚乙烯、聚丙烯等结晶型塑料的注塑用螺杆，一般要选用有较大压缩比（3 ~ 3.5）的螺杆，同时还应有止逆环装置，这是为了保证注塑机的工作效率，防止熔料注射时有较大的回流。由于这种树脂的熔料粘度较低，应采用防止流涎型喷嘴。

4.21 注塑生产中机筒内残料应怎样清理干净？

注塑生产中，有时会调换制品用料或调换颜色，有时会因温度失控造成原料分解，发生这些情况时都应对机筒进行清理。具体方法如下。

1) 采用机筒清理剂。如果注射制品用原料更换比较频繁或者是机筒中残料与换料的塑化温度范围相差较大，为了节省原料和提高工作效率，采用机筒清理剂是比较经济的。专用清理剂是一种类似橡胶料的物质，在机筒中高温不熔融，在螺杆的螺纹槽中呈软化胶团状，在螺杆的螺纹槽中前移时可把残料带走，使机筒内得到清理。

2) 采用换料顶出法。如果准备新换的原料塑化温度范围高于机筒中残料的塑化温度范围，可把机筒和喷嘴加热升温至新换原料的最低塑化温度，然后加入新换料并连续对空注射，直至料筒中没有残料。

如果机筒中残料的塑化温度范围高于准备更换料的塑化温度范围，应先将机筒加热升温至机筒中残料的塑化温度范围，然后加入新换料，进行残料的清除。

机筒中残料和更换原料的塑化温度范围及清除残料用温度值见表 4-24 和表 4-25。

表 4-24 换料塑化温度高于残料塑化温度时机筒清理加热温度

残料名称	残料塑化温度/℃	换料名称	换料塑化温度/℃	清理温度/℃
LDPE	160 ~ 220	HDPE	180 ~ 240	180
		PP	210 ~ 280	210

(续)

残料名称	残料塑化温度/℃	换料名称	换料塑化温度/℃	清理温度/℃
PS	140 ~ 260	ABS	190 ~ 250	190
		PMMA	210 ~ 240	210
		PC	250 ~ 310	250
PA6	220 ~ 250	PA66	260 ~ 290	260
PA66	260 ~ 290	PET	280 ~ 310	280
PC	250 ~ 310	PET	260 ~ 310	260
ABS	190 ~ 250	PPO	260 ~ 290	260
PPO	260 ~ 290	PPS	290 ~ 350	290
		PSF	310 ~ 370	310

表 4-25 换料塑化温度低于残料塑化温度时机筒清理加热温度

残料名称	残料塑化温度/℃	换料名称	换料塑化温度/℃	清理温度/℃
HDPE	180 ~ 240	LDPE	160 ~ 220	180
PP	210 ~ 280	LDPE	160 ~ 220	210
		HDPE	180 ~ 240	210
ABS	190 ~ 250	PS	140 ~ 260	190
PA66	260 ~ 290	PA6	220 ~ 250	260
PMMA	210 ~ 240	PS	140 ~ 260	210
PC	250 ~ 310	PS	140 ~ 260	250
PET	280 ~ 310	PC	250 ~ 310	280

3) 采用过渡换料顶出法。用过渡换料顶出法清除机筒中残料比第二种换料顶出清除残料法多一道工序, 这种方法适合于残料塑化温度低于换料塑化温度且极易分解的残料清除。方法是: 先用热稳定性比较好的高密度聚乙烯或聚苯乙烯, 按表 4-26 中第一次换料温度加热, 直至基本清除机筒中残料, 再用准备生产用料, 按此料的最低塑化温度, 最后全部清除残料, 即可继续生产。

表 4-26 过渡换料法的机筒清理温度

残料名称	残料塑化温度/℃	过渡料名称	机筒温度/℃	过渡料塑化温度/℃	生产料名称	机筒温度/℃
PVC-U	170 ~ 190	HDPE	180	180 ~ 240	PCTFE	270
		HDPE	180	180 ~ 240	PA66	260
		PS	170	140 ~ 260	ABS	190
		PS	170	140 ~ 260	PC	250
		HDPE	180	180 ~ 240	PET	280

(续)

残料名称	残料塑化温度/℃	过渡料名称	机筒温度/℃	过渡料塑化温度/℃	生产料名称	机筒温度/℃
POM	170 ~ 180	HDPE	180	180 ~ 240	PPO	260
		HDPE	180	180 ~ 240	PET	280
		PS	170	140 ~ 260	ABS	190
		PS	170	140 ~ 260	PC	250
		PS	170	140 ~ 260	PMMA	210

注：表中 PCTFE 是聚三氟氯乙烯。

4) 如果换新料需要更换不同结构型螺杆，这时对机筒的清理就比较简单。可按图 2-28 方式把预注塑装置转一个角度，卸出螺杆，机筒的清理就可较方便地进行。

4.22 注塑制品中的金属嵌件为什么要进行热处理？

注塑制品中镶有金属嵌件是为了提高塑料制品的工作强度和增加制品的使用功能（如改善导电性或方便与其他件的连接等）。由于金属镶嵌件与塑料的热性能和收缩率的差别很大，所以，注射进入成型模具腔中的熔料在金属镶嵌件周围的温度降低得非常快，使这周边塑料产生应力集中现象，严重时还会出现裂纹，使两件的连接牢固性降低。为了调节金属嵌件的温度与塑料注射时温度趋于接近、缩小两件镶嵌时的温差，镶嵌件在与熔料成型前必须进行加热升温处理，加热温度一般在 110℃ 以上。对于直径较小的金属嵌件，注射熔料温度会很快将其加热，故一般不需要进行预热处理。

4.23 模具中的脱模剂怎样选择应用？

注塑制品脱模顺利与否主要取决于成型模具结构的合理设计和注塑制品工艺参数的合理选择。在注射成型生产中，由于工艺条件的波动，有时也会出现制品脱模困难的现象。为了保证制品注射成型的生产顺利进行，避免因制品脱模困难而造成制品生产周期延长，成型模具的型腔表面要喷涂或擦涂一层脱模剂。

脱模剂的选择应根据注射制品用原料决定。应用较多的一种脱模剂是硬脂酸锌，除了聚酰胺树脂，其他原料均可应用。另一种是液体石蜡（俗称白油），多用于聚酰胺类树脂；还有硅油类脱模剂，其脱模效果好，但价格较贵。目前应用较多、操作较方便的，是采用喷涂雾化脱模剂。市场上销售的脱模剂有 TG 系列甲基硅油和 TB 系列液体石蜡及 TBM 系列蓖麻油，其脱模效果均较好。不同树脂成型制品脱模剂的选用可参见表 4-27。

表 4-27 不同塑料制品脱模剂的选用

原料名称	脱模剂名称	原料名称	脱模剂名称
聚苯乙烯、ABS	甲基硅油	常用塑料	TG 系列(甲基硅油)
硬质或增强塑料	硬脂酸丁酯	PC、POM	硅酮类脱模剂
除聚酰胺外的各种塑料	硬脂酸锌	热固塑料	硅酮类脱模剂
聚酰胺	液体石蜡	常用塑料	碳氟液体

无论是哪种脱模剂，在喷涂时用量要以能顺利制品脱模为准，尽量少用。喷涂脱模剂用量过大会影响制品的外观质量，出现油斑或使制品表面发暗，特别是对透明性要求较高制品有较大影响，有时要禁止应用。如果对制品的表观质量要求较高，则只能在制品脱模困难的部位应用脱模剂。

4.24 注塑生产中哪些工艺参数会影响制品质量？

注塑制品生产中，在制品用原料、设备和模具结构确定之后，影响制品成型质量的主要问题就是注塑制品工艺参数的选择确定。注塑成型制品的整个生产过程中，只有在合理的工艺参数操作控制中，才能保证注塑成型制品质量。影响注塑制品质量的工艺参数是：注射参数、合模参数、温度参数和注射成型周期。其中温度、压力和动作程序时间的工艺参数条件对制品的质量影响比较大。

4.25 注塑制品生产中工艺温度控制分几部分？如何控制？

塑料制品进行注塑成型生产时，需要对工艺温度进行控制的部位有机筒、喷嘴部位和成型模具体。

1. 机筒温度的选取控制原则

机筒的各段温度控制，对制品用料的塑化质量和制品成型质量都有较大影响，所以，这个温度值是注射成型塑料制品生产中一个重要参数条件。为了保证注塑制品的质量，使生产能顺利进行，这个温度变化值一定要控制在原料的熔点（流动温度）至分解温度范围内。在这个温度范围内，温度值的选取应按原料的性能、设备条件和制品的结构特点等条件在生产时酌情调节控制。下列几点建议供生产时调温参考。

1) 原料的熔点温度至分解温度的温度差值较小时，机筒的温度应控制在较低值，以避免原料产生降解的危险；如果这个温度差值较大，则可取较高值的温度，这对原料的塑化质量和减少原料塑化时间有利。

2) 原料的熔体流动速率（MFR）较小、熔料粘度较大时，机筒的温度应取略高些；反之应把机筒温度略降些。

3) 注塑制品用 PC、PMMA、PA66 等原料时，为改善此种原料塑化后的流动性，应适当取机筒温度在这些原料塑化用温度范围内的高值。

4) 对于那些加入增强填充料的塑料树脂,为减少原料塑化时间、提高熔料的流动性,机筒的温度应适当高些。

5) 制品的结构较复杂、壁厚尺寸较小或体内有金属嵌件时,机筒温度应取高值。

6) 制品的结构简单、壁厚尺寸较大时,机筒温度应取原料塑化温度范围内的低值。

7) 同样一种原料,在柱塞式注塑机内塑化时,机筒温度应高于在螺杆式注塑机内塑化时机筒的温度。螺杆用机筒的温度应比柱塞用机筒温度低 10 ~ 30℃。

机筒的温度控制还应注意下列几点。

1) 机筒的温度应分几段控制。从机筒进料口至喷嘴处,机筒全长温度应逐渐平稳升高,以使机筒内原料逐渐升温,达到塑化均匀。

2) 螺杆型注塑机的喷嘴部位温度可略低于机筒中段(塑化段)温度,以防止高速、高压注射熔料经喷嘴时,因摩擦力过大而使熔料升温分解。

3) 混有填充料或原料湿度较大时,为减少原料对螺杆的磨损和尽快逸出原料中的水分或挥发物,机筒的进料口部位和加料段温度可适当提高些。

2. 喷嘴部位温度调节

喷嘴的温度应比机筒的最高温度低 10℃ 左右。如喷嘴温度偏高,则熔料注射时,因与喷嘴口摩擦产生高温而分解;喷嘴温度偏低,则熔料在此处易形成冷凝块,会影响熔料的流动和制品的注射成型质量。

喷嘴温度的调节,还应注意与注射压力大小的协调。注射压力大时,喷嘴温度调低些;反之,则调高些。

喷嘴温度的高低,还可在验证熔料质量对空注射时观察。当料中有色条时,说明喷嘴和机筒温度有些偏高,应适当降低。

3. 成型模具体温度控制

成型模具温度的控制,应根据注塑制品用料的性能、制品的结构形状及尺寸和注射工艺参数条件来确定。成型模具温度范围的调节对注射制品的质量同样有重大影响。应控制模具体温度在原料的热变形温度以下。

原料的熔体粘度较低、制品的形状比较简单时,模具体的温度应取偏低些。原料的熔体粘度较高、制品的形状比较复杂、壁厚的薄厚尺寸差较大时,模具体的温度应取高些,以保证注射熔料的顺利充模。通常把模具体温度控制在适宜熔料冷却定型要求温度范围的中等水平,这种温度对熔料的冷却降温速度和结晶速度都比较适宜。较高模具温度仅适合于结晶速率较低的塑料。模具的温度调节偏低,制品熔料冷却定型快,产生内应力较大。

4.26 注塑制品生产中工艺压力有几种?怎样控制?

塑料制品的注塑生产中,有原料的塑化压力和熔体的注射压力。在注射压力

中，又包括保压压力。

1. 塑化压力

塑化压力是指螺杆转动，把塑化熔融料推向螺杆头部，螺杆头部的熔料同时对螺杆头部有一个反压力，当这个反压力值大于螺杆与机筒内壁间的摩擦力与液压缸活塞后退中的回油阻力之和时，螺杆开始后退，能够使螺杆后退的这个反压力就是螺杆转动对原料的塑化压力，也可称为螺杆背压。可通过调节液压缸内的回油压力大小，得到螺杆不同的塑化压力。

塑化压力的调节对注塑制品用原料的塑化质量和生产效率影响较大。塑化压力提高，可改善原料的混炼、塑化质量，对原料中的挥发物排出有利，这样可以使注塑制品的质量得到保证。不足之处是：提高塑化压力后，原料在机筒内的塑化时间要延长，降低了塑化速率，塑化时间的延长又会增加原料分解的可能性。所以，对原料塑化压力大小的调节，应以能达到注塑制品质量为准，在此基础上取塑化压力值越小越好。

对不同性能的塑料，其塑化压力大小也要适当控制。对于热敏性原料（PVC、POM），为了防止其在机筒内停留时间过长而分解，应取较小塑化压力；对于原料熔体粘度较低的塑料（PET、PA），为了减少塑化和注射时的漏流，也应取较小的塑化压力；对于热稳定性较好的塑料（PE、PP、PS），可取较高的塑化压力，这对提高生产率，改进原料的塑化、混炼质量有利。

2. 注射压力

注射压力是指螺杆头部对塑化熔体所施加的压力。在注射时，螺杆头部对熔料的这种压力，使熔料克服在机筒内流向成型模腔中的摩擦阻力，以一定的速度进入模腔，并且使熔料得到压实。注射压力大小的选择由注塑机的类型、规格、制品的形状、模具结构、原料的性能及有关的工艺参数来确定。

注射力大小的选择条件具体如下。

1) 注塑制件出现外形尺寸误差大，表面有凹陷等缺料现象时，应增加注射压力。

2) 制品脱模比较困难，而且出现有溢料和飞边现象时，应降低注射压力。

3) 制品的外形尺寸较大、形状较复杂、壁厚尺寸较小时，应采用较高的注射压力。

4) 制品用原料的熔体粘度大、玻璃化温度高时（如PC料），应采用较高注射压力。

5) 用较高注射压力注塑制品容易使制品产生较大的内应力，对于容易变形的制品，注射成型后应进行退火处理。

6) 塑化熔料的温度较高，应适当降低注射压力，反之则要适当提高注射压力。

按注塑制品用原料的性能和制品形状复杂程度选取注射压力，可按表 4-28 中的经验数据选择参考。

表 4-28 不同原料、不同制件形状用注射压力

制件形状	适用原料	注射压力/MPa
熔体粘度低,形状精度一般	PE、PS	70 ~ 100
中等粘度,形状一般,有精度要求	PP、PC、ABS	100 ~ 140
粘度高,形状复杂,精度高	PPO、PMMA	140 ~ 180
优质,精密,微型		180 ~ 250

保压压力是指注射压力完成熔料充模后的一段时间（熔料降温、型内料冷凝时间）内熔体的压力。保压的目的，是为了对熔料冷凝收缩时提供足够的熔料补充，以保证注塑制品的成型密度和外形尺寸精度。保压的压力大小，可与注射压力相同，也可略低于注射压力。保持与注射压力相同的保压压力，可对制品充分补缩，制品成型后收缩率小，外形尺寸精度高。保压时间长短由熔料流道口直径大小、模具温度和熔料温度来确定。

4.27 注塑制品生产成型周期包括哪些时间？各程序工艺时间怎样确定？

注塑制品的成型周期，即是完成一次注塑件生产所需要各动作程序的时间总和。成型周期中的各程序动作时间包括注射时间、熔料进入模腔后的冷却时间和其他辅助时间。注射时间中包括注射充模时间和保压时间。辅助时间中包括开模时间、闭模时间、涂脱模剂时间和安置嵌件时间等。

注塑制品成型周期的长短对生产率和设备利用率有直接影响。所以，对成型周期中各动作程序时间的选择，在保证注塑制品质量的条件下，应该是越短越好。

1. 注射时间

注射时间包括注射熔料充模时间和保压时间。注射充模时间，是指螺杆快速前移，推动塑化好的熔料进入模具，充满型腔所用时间，一般为 3 ~ 5s。熔体粘度高、冷却速率快的制品，应采用快速注射，以减少熔料充模时间。

保压时间是指螺杆前移注射后的停留时间，即熔料进入模腔的冷却和被注射压力充实时间。这段时间在全部注射时间中所占比例较大，一般约 20 ~ 120s。制件形状简单、外形尺寸小，则保压时间短；大型制件、壁厚尺寸较大时，保压时间长。

2. 冷却时间

冷却时间是指熔料充模后，制品的降温冷却固化时间。冷却时间的长短选择与制品厚度、原料的性能和模具温度有关。一般以制品脱模时不引起变形为准，时间越短越好。制品的冷却时间，一般在 30 ~ 120s 范围内。

4.28 注射成型塑料制品脱模后要进行哪些处理？

脱模后的注塑制品，根据其外形结构和应用的需要，通常要进行一些处理。比如：一些部位要进行机械加工，有的制品表面进行涂饰或抛光，用手工去掉制品的毛刺或飞边；另外，还有对制品进行退火处理或调湿处理。

4.29 注塑制品为什么要进行退火处理？

注塑制品在生产过程中，由于塑化不均匀或在成型模具中受热温度不均影响，冷却降温速度不同，使制品产生不均匀结晶、取向和收缩，造成制品产生内应力。在使用或储存时，制品的性能发生变化或出现变形及裂纹等现象。为了消除或减小制品的内应力，比较适合的方法，就是对制品进行退火处理。

退火处理方法为：把注塑件放在有一定温度的加热介质（油、液体石蜡、甘油）或有热空气循环的烘箱中，加热温度低于制件的热变形温度 20℃ 左右。具体处理方法也可参照表 4-29 中要求进行。

热处理时间达到要求后，制件随介质一起缓慢降温至室温。注意，处理后的制品如果急剧降温或直接从热处理介质中取出降温，制品由于冷却速度的不同，又会产生新的内应力。

表 4-29 塑料制品的热处理条件

塑料名称	处理介质	制品厚度/mm	处理温度/℃	处理时间/min
ABS	水或空气	—	60 ~ 75	16 ~ 20
PS	水或空气	≤6	60 ~ 70	30 ~ 60
		>6	70 ~ 77	120 ~ 360
PMMA	空气	—	75	16 ~ 20
POM	空气	2.5	140 ~ 150	60
	油	2.5	135 ~ 140	30
PP	空气	≤3	150	30 ~ 60
		≤6		60
HDPE	水	≤6	100	15 ~ 30
		>6		60
PC	油或空气	1	120 ~ 130	30 ~ 40
		3	120 ~ 130	180 ~ 360
		>6	130 ~ 140	620 ~ 960
PET	充氮炉	3	130 ~ 150	30 ~ 60
PBT	充氮炉	3	130 ~ 150	30 ~ 60
PA6	水	>6	100	25
	油	3 ~ 6	130	20 ~ 30
PA66	水/乙酸钾 (1/1.25)	3 ~ 6	100	120 ~ 360
PA1010	水	6	100	120 ~ 360
PPO	油或空气	3 ~ 6	120 ~ 140	60 ~ 240

4.30 聚酰胺类注塑制品为什么要进行调湿处理？

聚酰胺类（特别是 PA6）制品在贮存或使用过程中会从空气中吸收水分而使形体膨胀变形，在高温环境中还极易氧化变色，在成型后的几周内，外形结构尺寸很不稳定。所以，对这类型制品一定要进行调湿处理。

调湿处理方法为：把脱模后的制品放在热水或乙酸钾水溶液中（水/乙酸钾 = 1/1.25），加热温度为 100 ~ 120℃。制品在热水中，既可隔绝空气进行防止氧化的退火处理，又可使制品达到吸湿平衡，故称其为调湿处理。

聚酰胺制品经调湿处理后，既消除了制品的内应力，提高其结晶度，又加快制品结构尺寸稳定进程。适量的水分对制品的性能（柔韧性、冲击强度和抗拉强度）起到改善和提高作用。

对制品的退火处理或调湿处理，在达到需要的温度和时间后，应注意缓慢降温，冷却到室温。如果降温过快或突然冷却，对制品的性能影响极大，又会产生新的内应力。

4.31 什么是聚乙烯？注塑聚乙烯制品常用哪些品种料？

聚乙烯（PE）是由乙烯单体聚合而成的。以聚乙烯树脂为基材，添加少量抗氧剂、爽滑剂等塑料助剂后造粒制成的塑料称为聚乙烯塑料。

聚乙烯是一个可用多种工艺方法生产，具有多种结构和特性的系列品种，品种多达几百个。目前，应用较多品种有：低密度聚乙烯（LDPE）、高密度聚乙烯（HDPE）、线型低密度聚乙烯（LLDPE）及一些具有特殊性能的品种，如超高相对分子质量聚乙烯（UHMWPE）、低相对分子质量聚乙烯（LMWPE）、高相对分子质量高密度聚乙烯（HMWHDPE）、极低密度聚乙烯（VLDPE）、交联聚乙烯（VPE）、氯化聚乙烯（CPE）和多种乙烯共聚物。

4.32 聚乙烯树脂加工特点及应用范围有哪些？

1. 加工特点

1) 聚乙烯是结晶型塑料，结晶速度随温度的变化而变化，当温度升高时，结晶度下降。

2) 注塑用聚乙烯的熔体流动速率在 1 ~ 10g/10min 范围内。

3) 聚乙烯在熔融状态时，性能比较稳定，流动性好，温度高于 300℃ 时，才逐渐开始分解，但软化温度范围比较小；在空气中易氧化，加工中要尽量减少与空气接触。

4) 注塑容易，对温度变化不敏感。但对剪切速率和剪切应力要适当控制，以避免影响产品质量。

- 5) 吸湿性差, 含水的质量分数在 0.01% 以下, 加工前不需干燥处理。
- 6) 结晶成型时收缩率较大, 制品易变形, 收缩率在 1.5% ~ 3.5%。
- 7) 加工后的边角料和废品可回收使用。

2. 应用

聚乙烯树脂在全部树脂中的应用量最大。目前, 国内聚乙烯制品的年产量在 500 万吨左右。用聚乙烯树脂成型塑料制品, 主要有薄膜、各种形状中空容器、管材、编织袋、周转箱、单丝、瓦楞板、电缆料、板材和鞋等。由于聚乙烯制品的力学性能、电性能良好, 化学性能稳定, 成型加工性能好, 所以, 其制品广泛应用在工业、农业、医药卫生和日常生活用品中。

4.33 聚乙烯树脂牌号怎样标注?

聚乙烯树脂的牌号, 目前国内各生产企业的标注方法有多种。国家标准 GB/T 1845.1—1999 中规定的标注方式举例说明如下。

例: PE-FSB-23D045

第一组符号是聚乙烯的缩写代号, 即 PE。第二组符号是表明聚乙烯树脂用途或加工方法及重要性能和添加剂。F 代表挤出薄膜或片用树脂 (如果是用于压延树脂, 则应改为 C; 用于涂覆树脂则为 H)。S 表示添加有润滑剂, B 表示添加有抗粘连剂。数字 23 表示树脂的密度范围为 0.921 ~ 0.925 g/cm³。D 表示熔体流动速率的测试条件为 190℃ 和 21.6N 标准负荷。045 表示该树脂的熔体流动速率在 0.30 ~ 0.60g/10min 范围内。

聚乙烯树脂的国家标准 (GB/T 1845.1—1999) 规定牌号标注见表 4-30。

表 4-30 聚乙烯树脂的国家标准规定牌号标注

树脂名称	标准标注	旧标注	树脂名称	标准标注	旧标注
LDPE 树脂	PE-FSB-23D012	2F1.5B	HDPE 树脂	PE-EA-50G200	DGD6093
	PE-FSB-23D022	2F2B		PE-GA-50D006	GF7750
	PE-FAS-18D-12	1F1.5B		PE-GA-57D006	J-1
	PE-FAS-18D075	1F7B		PE-GA-57D012	J-1
	PE-FA-18D006	1F0.5A		PE-LA-50D012	5000S
	PE-H18D45	1C5A		PE-LA-57D006	GF7750J
	PE-H18D075	1C7A		PE-MA-50D045	GD7255
	PE-H13D075	1C8A		PE-MA-57D045	Z-1
HDPE 树脂	PE-EA-57D003	J-1		PE-MA-57D075	DMD7008
	PE-EA-57D012	DEMA6158		PE-MA-62D045	2200J
	PE-EA-50D12	3300F		PE-ML-57D075	GC7260
				PE-BA-62D003	5200B

4.34 聚乙烯注塑制品的结构条件要求有哪些？

1) 制件的壁厚应在 1 ~ 3.5mm 范围内，壁厚最薄不应小于 0.8mm。对于大型制件的加强肋厚度，最大可达 5mm。

2) 制件的厚度要尽量均匀，薄厚尺寸的交接过渡处应有较大的过渡圆弧。

3) 设计制件结构时，注意各面要有脱模斜度，型芯斜度在 25' ~ 45'（即 0.417° ~ 0.75°）。型腔脱模斜度在 20' ~ 45'（0.333° ~ 0.750°）间。

4.35 聚乙烯注塑制品应选用什么类型注塑机？

注塑机可用柱塞式或螺杆式，均可注射成型聚乙烯原料制件。

当用螺杆式注塑机注塑时，最好应用突变型螺杆，也可用注塑机购进时设备上带的通用型螺杆，但均化段（计量段）螺槽应浅些。

4.36 聚乙烯树脂注射成型用料怎样选择应用？

① 选用原料的熔体流动速率在 1 ~ 9g/10min 范围内，含水量不超过 0.1%。

② 对于制品需要有颜色的可采用浮染法，按配比加入粒料中，搅拌均匀即可投产。

③ 原料的含水量超过 0.1% 时，对原料应干燥处理，在 70 ~ 80℃ 温度条件下烘烤 1 ~ 2h 处理。

4.37 低密度聚乙烯的性能特征有哪些？

低密度聚乙烯为乳白色蜡质半透明固体颗粒，无毒、无味，密度在 0.910 ~ 0.925g/cm³ 范围内，在聚乙烯树脂中，是仅次于超低密度聚乙烯树脂的较轻品种。与高密度聚乙烯相比，其结晶度（55% ~ 65%）和软化点（90 ~ 100℃）较低些；有良好的柔软性、延伸性、透明性、耐寒性和加工性；化学稳定性较好，能耐酸、碱和盐类水溶液；有良好的电绝缘性和透气性；吸水性低；易燃烧，放出一种石蜡气味。不足之处是力学强度低于高密度聚乙烯，透湿性、耐热性、抗氧化性和耐日光老化性差，在日光或高温作用下易老化分解而变色，性能下降，所以，低密度聚乙烯应用时要添加抗氧剂和紫外线吸收剂来加以改善。另外，低密度聚乙烯制品的粘合性和印刷性很差，为了改善这方面的应用，表面需要经过电晕处理或化学腐蚀后才可应用。

4.38 低密度聚乙烯树脂的质量标准有哪些规定？

低密度聚乙烯树脂的质量要求，要按 GB/T 11115—1989 标准中规定的内容数据评定。具体内容数据见表 4-31。标准中规定出各种用途薄膜、注塑件和涂层用树脂的质量等级，选择树脂时可按表 4-31 中数值，根据制品品种的不同来选择应用。

表 4-31 GB/T 11115—1989 低密度聚乙烯树脂的质量要求

产品型号等级		清洁度 /(个/kg) ≤	熔体流动速率		密度(23℃)		薄膜外观		开口性	雾度 (%) ≤	拉伸 强度 /MPa ≥	断后 伸长 率 (%) ≥	溶胀比		维卡软 化点 /℃ ≥	
			标准值 /(g/ 10min)	偏差 /(g/ 10min)	标准值 /(g/cm ³)	偏差 /(g/cm ³)	鱼眼 (0.3~ 2mm) /(个/ 1200cm ²) ≤	条纹 (≥1cm) /(cm/ 20cm ²) ≤					标准值	偏差		
轻 膜 料	PE-FSB-23D012	优级品	10	1.5	±0.2	0.9222	±0.0015	14	20	易于 揭开	9.0	11.0	550	—	—	—
		一级品	15	1.5	±0.2	0.9222	±0.0015	20	20		10.0	11.0	550	—	—	—
		合格品	20	1.5	±0.2	0.9222	±0.0015	30	20		11.0	11.0	550	—	—	—
	PE-FSB-23D022	优级品	10	2.0	±0.4	0.9222	±0.0015	14	20	易于 揭开	9.0	11.0	550	—	—	—
		一级品	15	2.0	±0.4	0.9222	±0.0015	20	20		10.0	11.0	550	—	—	—
		合格品	20	2.0	±0.4	0.9222	±0.0015	30	20		11.0	11.0	550	—	—	—
农 膜 料	PE-FAS-18D012	优级品	15	1.5	±0.4	0.9182	±0.0015	15	20	—	—	12.5	550	—	—	—
		一级品	15	1.5	±0.4	0.9182	±0.0015	20	20		—	12.5	550	—	—	—
		合格品	20	1.5	±0.4	0.9182	±0.0015	30	20		—	12.5	550	—	—	—
	PE-FAS-18D075	优级品	15	7.0	±1.5	0.9195	±0.0015	15	20	易于 揭开	—	11.0	450	—	—	—
		一级品	15	7.0	±1.5	0.9195	±0.0015	20	20		—	11.0	450	—	—	—
		合格品	20	7.0	±1.5	0.9195	±0.0015	30	20		—	11.0	450	—	—	—

(续)

产品型号等级		清洁度 /(个/kg) ≤	熔体流动速率		密度(23℃)		薄膜外观		开口性	雾度 (%) ≤	拉伸 强度 /MPa ≥	断后 伸长 率 (%) ≥	溶胀比		维卡软 化点 /℃ ≥	
			标准值 /(g/ 10min)	偏差 /(g/ 10min)	标准值 /(g/cm ³)	偏差 /(g/cm ³)	鱼眼 (0.3~ 2mm) /(个/ 1200cm ²) ≤	条纹 (≥1cm) /(cm/ 20cm ²) ≤					标准值	偏差		
重 膜 料	PE-FA-18D006	优级品	20	0.45	±0.15	0.9182	±0.0015	—	—	—	—	16.0	650	—	—	—
		一级品	30	0.45	±0.15	0.9182	±0.0015	—	—	—	—	15.5	550	—	—	—
		合格品	40	0.45	±0.15	0.9185	±0.0015	—	—	—	—	15.0	500	—	—	—
	PE-FA-18D002	优级品	20	0.30	±0.06	0.9200	±0.0015	—	—	—	—	18.0	650	—	—	—
		一级品	30	0.30	±0.06	0.9200	±0.0015	—	—	—	—	16.0	550	—	—	—
		合格品	40	0.30	±0.06	0.9200	±0.0015	—	—	—	—	15.0	500	—	—	—
	PE-FA-23D003	优级品	20	0.40	±0.06	0.9212	±0.0015	—	—	—	—	18.0	650	—	—	—
		一级品	30	0.40	±0.06	0.9212	±0.0015	—	—	—	—	17.0	550	—	—	—
		合格品	40	0.40	±0.06	0.9212	±0.0015	—	—	—	—	16.0	500	—	—	—
PE-FA-23D002	优级品	20	0.30	±0.04	0.9212	±0.0015	—	—	—	—	18.0	650	—	—	—	
	一级品	30	0.30	±0.04	0.9212	±0.0015	—	—	—	—	17.5	550	—	—	—	
	合格品	40	0.30	±0.04	0.9212	±0.0015	—	—	—	—	17.0	500	—	—	—	

(续)

产品型号等级		清洁度 /(个/kg) ≤	熔体流动速率		密度(23℃)		薄膜外观		开口性	雾度 (%) ≤	拉伸 强度 /MPa ≥	断后 伸长 率 (%) ≥	溶胀比		维卡软 化点 /℃ ≥	
			标准值 /(g/ 10min)	偏差 /(g/ 10min)	标准值 /(g/cm ³)	偏差 /(g/cm ³)	鱼眼 (0.3~ 2mm) /(个/ 1200cm ²) ≤	条纹 (≥1cm) /(cm/ 20cm ²) ≤					标准值	偏差		
注 塑 料	PE-M-18D022	优级品	10	2.0	±0.3	0.9122	±0.0015	—	—	—	—	13.0	500	—	—	85
		一级品	15	2.0	±0.3	0.9122	±0.0015	—	—	—	—	13.0	500	—	—	85
		合格品	40	2.0	±0.3	0.9122	±0.0015	—	—	—	—	12.0	500	—	—	85
	PE-M-13D022	优级品	10	2.0	±0.3	0.9175	±0.0015	—	—	—	—	13.0	500	—	—	85
		一级品	15	2.0	±0.3	0.9175	±0.0015	—	—	—	—	13.0	500	—	—	85
		合格品	40	2.0	±0.3	0.9175	±0.0015	—	—	—	—	12.0	500	—	—	85
	PE-M-18D500	优级品	10	50	±7.0	0.9162	±0.0015	—	—	—	—	7.5	370	—	—	73
		一级品	15	50	±7.0	0.9162	±0.0015	—	—	—	—	7.5	370	—	—	73
		合格品	40	50	±7.0	0.9162	±0.0015	—	—	—	—	6.0	300	—	—	73
涂 层 料	PE-H-18D045	优级品	10	6.0	±0.9	0.9190	±0.0015	—	—	—	—	—	—	1.70	±0.1	—
		一级品	15	6.0	±0.9	0.9190	±0.0015	—	—	—	—	—	—	1.70	±0.2	—
		合格品	20	6.0	±0.9	0.9190	±0.0015	—	—	—	—	—	—	1.70	±0.3	—
	PE-H-18D075	优级品	10	7.0	±1.0	0.9182	±0.0015	—	—	—	—	—	—	1.70	±0.1	—
		一级品	15	7.0	±1.0	0.9182	±0.0015	—	—	—	—	—	—	1.70	±0.2	—
		合格品	20	7.0	±1.0	0.9182	±0.0015	—	—	—	—	—	—	1.70	±0.3	—
	PE-H-13D075	优级品	10	8.0	±1.2	0.9162	±0.0015	—	—	—	—	—	—	1.70	±0.1	—
		一级品	15	8.0	±1.2	0.9162	±0.0015	—	—	—	—	—	—	1.70	±0.2	—
		合格品	20	8.0	±1.2	0.9162	±0.0015	—	—	—	—	—	—	1.70	±0.3	—

4.39 注射成型低密度聚乙烯制品用料生产厂、牌号有哪些?

用低密度聚乙烯树脂注射成型的塑料制品用料,国内有多家生产,表4-32列出国内部分生产厂LDPE注塑级产品牌号。

表4-32 低密度聚乙烯注塑制品用料生产厂及产品牌号

生产厂家	LDPE 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	密度/ (g/cm ³)	特点和用途
北京燕化 ^①	1150A	50	0.9162	管件等注塑制品
	1140A	40	0.9165	人造花、盆景
	LD100	2	0.9225	多种注塑件
	LD600	2	0.9225	同上
	LD662	2	0.9275	同上
	LD617	3	0.923	同上
广州 石油 化工 ^②	DMDA7144	20	0.924	注塑生活用品
	DMDA8320	20	0.924	注塑大型容器盆、桶等
	DMDA8350	50	0.926	生活用品及瓶盖等
	DNDA1077	100	0.931	用于食品容器、杯、盖等
	DNDA1081	125	0.931	用于各种薄壁容器
	DNDA7147	50	0.926	生活用品等
	DNDB1077	100	0.931	同上
扬子 石化 ^③	1810H	1.3~1.8	0.919	医药包装等注塑件
	1816H	1.3~1.8	0.919	内衬等注塑件
	2220H	1.8~2.2	0.923	适用注塑电缆料
	1810S	1.7~2.2	0.917	多种注塑件
	2410T	3.3~3.9	0.923	同上
	3026K	3.4~4.6	0.928	同上
	3020H	1.7~2.2	0.927	同上
	DNDA-8350	50	0.926	生活用品等高速注塑件
兰州 石化 ^④	PE-M-13D022	2	0.917	通用注塑级,无添加剂
	PE-M-18D500	50	0.914	注塑级,高流动,高光泽度,优良的柔软性

(续)

生产厂家	LDPE 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	密度 / (g/cm ³)	特点和用途
上海石化 ^⑤	Q200/Q280	2/2.8	0.922/0.925	适合小型注塑件
	ZH015	0.15	0.920	均聚物注塑级
	ZH080	0.8	0.917	同上
	ZH120	1.2	0.920	同上
	ZH200	2	0.922	同上
	ZH280	2.8	0.925	同上
	ZH400	4	0.920	同上
	ZH700	7	0.920	同上
中国台湾省	ZH1200	12	0.920	同上
	M202	26	0.917	注塑小型日用品、流动性好、光泽、韧性、耐开裂性好
	M2100	26	0.924	同上
	M2200	50	0.917	高流动性、易染色、适合各种塑料花
	M5100	50	0.917	同上

注：① 单位全称：中国石化北京燕化石油化工有限公司。

② 单位全称：中国石化广州石油化工分公司。

③ 单位全称：中国石化扬子石油化工分公司。

④ 单位全称：中国石油兰州石油化工公司。

⑤ 生产厂：亚洲聚合股份有限公司。

4.40 低密度聚乙烯注射成型工艺参数怎样确定？

- 1) 原料在注塑机的机筒内塑化温度为 160 ~ 220℃。
- 2) 喷嘴温度为 160 ~ 200℃。
- 3) 模具温度为 35 ~ 55℃。取较高的模具温度时制品结晶度高，强度和刚性好，但脱模后的制品收缩率高。模具温度偏低时制品结晶度低，透明度好，强度增加，但内应力也增大，制品容易变形。
- 4) 熔料注射压力在 30 ~ 90MPa 范围内，对于薄形制件或模具熔料流道较长时，最高注射压力可达 120MPa。
- 5) 注射后的模具保压压力可等于或略低于注射压力。
- 6) 熔料注射流速不宜过快。
- 7) 熔料入模保压，降温固化时间，由制件壁厚和流道截面大小来决定，通常

控制在 10 ~ 40s 间。

8) 聚乙烯注塑制品, 一般不进行退火处理。对一些特殊要求制件退火处理时, 应把制品浸在 80℃ 溶液介质中, 处理 1 ~ 2h。聚乙烯注塑制品进行退火处理, 既可提高制品强度, 又能减小制品变形。

4.41 高密度聚乙烯的性能特征有哪些?

高密度聚乙烯是种白色粉末或颗粒状产品, 无毒、无味, 密度在 0.940 ~ 0.976g/cm³ 范围内; 结晶度为 80% ~ 90%, 软化点为 125 ~ 135℃, 使用温度可达 100℃; 硬度、拉伸强度和蠕变性能优于低密度聚乙烯; 耐磨性、电绝缘性、韧性及耐寒性均较好, 但与低密度聚乙烯比较略差些; 化学稳定性好, 在室温条件下, 不溶于任何有机溶剂, 耐酸、碱和各种盐类的腐蚀; 薄膜对水蒸气和空气的渗透性小、吸水性低; 耐老化性能差, 耐环境开裂性不如低密度聚乙烯, 特别是热氧化作用会使其性能下降, 所以, 树脂须加入抗氧剂和紫外线吸收剂等来提高改善这方面的不足。高密度聚乙烯薄膜在受力情况下的热变形温度较低, 这一点应用时要注意。

不同密度聚乙烯对其性能的影响见表 4-33。

表 4-33 聚乙烯的密度对性能的影响

指标名称	注射级	吹塑级	挤出级
MFR/ (g/10min)	14	0.35	1.2
密度/ (g/cm ³)	0.965	0.964	0.954
相对分子质量分布	窄	中等	窄
灰分 (质量分数) (%)	0.03	0.03	0.02
屈服强度/MPa	28.42	27.44	23.52
拉伸强度/MPa	19.6	34.3	29.4
断后伸长率 (%)	200	500	500
弯曲模量/GPa	0.98	1.08	0.88
冲击强度 (缺口) / (J/m)	29.4	343	1.47
耐应力开裂 (F ₅₀) /h	3	40	30

4.42 高密度聚乙烯树脂的质量标准有哪些规定?

高密度聚乙烯树脂的质量要求, 要按 GB/T 11116—1989 标准中规定的内容数据评定。具体内容数据见表 4-34。标准中规定出不同成型制品方法时用料质量等级, 选择时可按表中数据选择与其成型方法适应的树脂。

表 4-34 GB/T 11116—1989(高密度聚乙烯树脂)

产品型号等级		清洁度 ^①		熔体流 ^① 动速率/ (g/10min)	密度 ^① /(g/cm ³)	粉末 灰分 ^② (%)	拉伸 ^① 屈服 强度 /MPa ≥	断后 ^② 伸长 率 (%) ≥	简支 梁 ^② 冲击 强度 /(kJ /m ²) ≥	悬臂 梁 ^② 冲击 强度 /(J /m) ≥	鱼眼 ^①		环境 应力 开裂 ^② /h ≥	冲击 脆化 温度 ^② /°C ≤	
		色粒 /(粒 /kg 树脂)	杂质 /(粒 /kg 树脂)								0.8mm /(个 /1520 cm ²)	0.4mm /(个 /1520 cm ²)			
挤 塑 类	PE-EA-57D003	优级	0~5	0~20	0.24~0.36	0.952~0.956	0.02	24.0	120	—	—	—	—	—	
		一级	6~10	21~40	0.24~0.36	0.952~0.956	0.03	23.0	120	—	—	—	—	—	
		合格	11~20	41~60	0.20~0.40	0.951~0.957	0.05	22.0	120	—	—	—	—	—	
	PE-EA-57D012	优级	0~5	0~20	0.70~1.10	0.957~0.961	0.02	24.0	150	—	—	—	—	—	
		一级	6~10	21~40	0.70~1.20	0.957~0.961	0.03	23.0	150	—	—	—	—	—	
		合格	11~20	41~60	0.70~1.50	0.956~0.962	0.05	22.0	150	—	—	—	—	—	
	PE-FA-50D012	优级	0~5	0~20	0.88~1.3	0.948~0.952	0.02	23.0	500	—	—	0~1.5	0~15	—	—
		一级	6~10	21~40	0.88~1.3	0.948~0.952	0.03	22.0	500	—	—	1.6~3.0	16~25	—	—
		合格	11~20	41~60	0.70~1.5	0.947~0.953	0.05	21.0	500	—	—	3.1~8.0	26~40	—	—
	PE-GA-50D006	优级	0~5	0~20	0.36~0.54	0.949~0.953	0.02	24.0	500	—	—	—	—	—	—
		一级	6~10	21~40	0.36~0.54	0.948~0.953	0.03	23.0	500	—	—	—	—	—	—
		合格	11~20	41~60	0.30~0.60	0.948~0.954	0.05	22.0	500	—	—	—	—	—	—
	PE-FA-50G200	优级	0~5	0~20	13~19	0.947~0.951	0.02	23.0	150	—	—	0~15	0~15	—	—
		一级	6~10	21~40	13~19	0.947~0.951	0.03	22.0	150	—	—	16~25	16~25	—	—
		合格	11~20	41~60	11~21	0.946~0.952	0.05	21.0	150	—	—	26~40	26~40	—	—

(续)

产品型号等级		清洁度 ^①		熔体流 ^① 动速率/ (g/10min)	密度 ^① /(g/cm ³)	粉末 灰分 ^② (%)	拉伸 ^① 屈服 强度 /MPa ≥	断后 ^② 伸长 率 (%) ≥	简支 梁 ^② 冲击 强度 /(kJ /m ²) ≥	悬臂 梁 ^② 冲击 强度 /(J /m) ≥	鱼眼 ^①		环境 应力 开裂 ^② /h ≥	冲击 脆化 温度 ^② /℃ ≤
		色粒 /(粒 /kg 树脂)	杂质 /(粒 /kg 树脂)								0.8mm /(个 /1520 cm ²)	0.4mm /(个 /1520 cm ²)		
挤塑类	PE-GA-57D006	优级	0~5	0~20	0.48~0.72	0.952~0.958	0.02	24.0	120	—	—	—	—	—
		一级	6~10	21~40	0.48~0.72	0.952~0.958	0.03	23.0	120	—	—	—	—	—
		合格	11~20	41~60	0.40~0.84	0.951~0.967	0.05	22.0	120	—	—	—	—	—
	PE-GA-57D012	优级	0~5	0~20	0.80~1.2	0.954~0.958	0.02	24.0	120	—	—	—	—	—
		一级	6~10	21~40	0.80~1.2	0.954~0.958	0.03	23.0	120	—	—	—	—	—
		合格	11~20	41~60	0.80~1.4	0.953~0.959	0.05	22.0	120	—	—	—	—	—
	PE-LA-50D012	优级	0~5	0~20	0.80~1.1	0.949~0.953	0.01	24.0	500	—	—	—	—	—
		一级	6~10	21~40	0.80~1.2	0.949~0.953	0.02	23.0	500	—	—	—	—	—
		合格	11~20	41~60	0.62~1.3	0.948~0.954	0.04	22.0	500	—	—	—	—	—
	PE-LA-57D006	优级	0~5	0~20	0.52~0.78	0.952~0.956	0.01	24.0	500	—	—	—	—	—
		一级	6~10	21~40	0.52~0.78	0.951~0.956	0.02	23.0	500	—	—	—	—	—
		合格	11~20	41~60	0.42~0.88	0.951~0.957	0.04	22.0	500	—	—	—	—	—
注塑类	PE-MA-50D045	优级	0~5	0~20	3.2~4.8	0.950~0.954	0.03	26.0	80	—	45	—	—	—
		一级	6~10	21~40	3.2~4.8	0.949~0.955	0.04	25.0	80	—	40	—	—	—
		合格	11~20	41~60	2.6~5.4	0.949~0.955	0.05	23.0	80	—	35	—	—	—

(续)

产品型号等级		清洁度 ^①		熔体流 ^① 动速率/ (g/10min)	密度 ^① /(g/cm ³)	粉末 灰分 ^② (%)	拉伸 ^① 屈服 强度 /MPa ≥	断后 ^② 伸长 率 (%) ≥	简支 梁 ^② 冲击 强度 /(kJ /m ²) ≥	悬臂 梁 ^② 冲击 强度 /(J /m) ≥	鱼眼 ^①		环境 应力 开裂 ^② /h ≥	冲击 脆化 温度 ^② /°C ≤	
		色粒 /(粒 /kg 树脂)	杂质 /(粒 /kg 树脂)								0.8mm /(个 /1520 cm ²)	0.4mm /(个 /1520 cm ²)			
注 塑 类	PE-MA-57D045	优级	0~5	0~20	3.6~5.4	0.958~0.962	0.03	26.0	60	10.0	—	—	—	—	
		一级	6~10	21~40	3.6~5.4	0.958~0.962	0.04	25.0	60	9.0	—	—	—	—	
		合格	11~20	41~60	3.0~6.0	0.947~0.953	0.05	23.0	60	8.0	—	—	—	—	
	PE-MA-57D075	优级	0~5	0~20	6.0~9.0	0.955~0.959	0.03	26.0	80	—	35	—	—	—	—
		一级	6~10	21~40	6.0~9.0	0.955~0.959	0.04	25.0	80	—	25	—	—	—	—
		合格	11~20	41~60	5.0~10.0	0.954~0.960	0.05	23.0	80	—	20	—	—	—	—
	PE-MA-62D045	优级	0~5	0~20	4.5~6.5	0.962~0.966	0.03	26.0	80	5.0	—	—	—	—	—
		一级	6~10	21~40	4.5~6.5	0.962~0.966	0.04	25.0	80	4.0	—	—	—	—	—
		合格	11~20	41~60	3.5~7.5	0.961~0.967	0.05	23.0	80	3.0	—	—	—	—	—
	PE-ML-57D075	优级	0~5	0~20	6.0~9.0	0.956~0.960	0.03	26.0	60	—	30.0	—	—	—	—
		一级	6~10	21~40	6.0~9.0	0.955~0.960	0.04	25.0	60	—	25.0	—	—	—	—
		合格	11~20	41~60	5.0~10.0	0.955~0.961	0.05	23.0	60	—	20.0	—	—	—	—
吹 塑 类	PE-BA-62D003	优级	0~5	0~20	0.25~0.45	0.958~0.962	0.03	26.0	500	—	300	—	—	25	-70
		一级	6~10	21~40	0.25~0.45	0.958~0.962	0.04	25.0	500	—	250	—	—	25	-70
		合格	11~20	41~60	0.20~0.50	0.958~0.962	0.05	23.0	500	—	200	—	—	25	-70

注:① 为出厂必检项目。

② 为抽查项目。

4.43 注射成型高密度聚乙烯制品用料生产厂及牌号有哪些？

高密度聚乙烯制件注射成型用料生产厂及产品牌号见表 4-35。

4.44 高密度聚乙烯注射成型工艺参数怎样确定？

- 1) 原料在注塑机的机筒内塑化温度为 180 ~ 240℃。
- 2) 喷嘴温度为 170 ~ 210℃。
- 3) 模具温度为 50 ~ 70℃（模具温度变化对制品质量影响与 LDPE 制品相同）。
- 4) 熔料注射压力在 100MPa 以下（压力变化调整与 LDPE 成型相同）。保压压力可等于或略低于注射压力。

表 4-35 高密度聚乙烯注塑制品用料生产厂及产品牌号

生产厂家	HDPE 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	密度 / (g/cm ³)	特点和用途
上海石化	SH021	0.20	0.951	通用级注塑件原料
	SH061	0.60	0.952	
	SH151	1.50	0.952	
	SH280	2.80	0.955	
	SH361	3.60	0.954	
	SH400	4.00	0.955	
	SH600	6.00	0.960	
	SH502	5.00	0.954	
	SH702	7.00	0.956	
	SH800	8.00	0.965	
	BL1100	12.00	0.931	
	SH1400	14.00	0.963	
	SH1502	15.00	0.957	
	SH200	20.00	0.959	
	SH2902	29.00	0.960	
	SH4502	45.00	0.962	
	SH1200	12.00	0.960	注塑箱、桶、软管、玩具、日用品、汽车配件、密封圈等
	SH400	4.00	0.960	颜料桶
	SH400U	4.00	0.960	颜料桶、盖
SH800U	8.00	0.964	注塑周转箱、室外用品、料箱等防紫外线件	
SH2000U	20.00	0.958	同上	

(续)

生产厂家	HDPE 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	密度/ (g/cm ³)	特点和用途
大庆 ^① 扬子 兰州 石化	1300J	14.00	0.965	用于日用品和精密小型机械零件、刚性好、变形小
	2100J	6.500	0.985	多种注塑件、尤其适合大型容器和高抗冲汽车零件
	2200J	5.800	0.968	用于工业各种包装箱、瓶、水果筐、鱼筐等
	2208J	5.800	0.968	多种注塑件, 如瓶、水果箱、鱼筐等
	5122A	21.50	0.959	适宜薄壁容器, 如一次性民航杯
	519.9AC	9.50	0.961	共聚、性能优良, 日用品、电器零件、工业件、儿童玩具
北京 燕化	2200J	5.50	0.964	注塑瓶、箱及一般工业用件
	2100J	6.50	0.953	用于封闭材料
	1600J	18.00	0.956	用于生活日用品
天津石 油化工 ^②	DGDA-6094	1.00	0.95	化学稳定性好、耐腐蚀用于小型中空容器
	DMDA-8007	9.00	0.961	制品的强度、硬度均较好, 用于周转箱、容器、盘等
	DMDA-8920	20.00	0.954	用薄壁、形状复杂注塑件, 如容器盘等
辽阳 石化 ^③	PE-ML-57D075	6.00 ~ 9.00	0.955 ~ 0.960	周转箱
	PE-MA-50D045	3.20 ~ 4.80	0.949 ~ 0.955	适宜厚壁容器、运输箱
	PE-MA-57D100	25.00 ~ 31.00	0.955 ~ 0.960	用于形状复杂制品
	PE-MA-57D045	13.00	0.955 ~ 0.960	周转箱
抚顺 石化 ^④	2709	14.50	0.950	用于桶、盖、家具
	2916	8.50	0.959	用于薄壁容器
上海赛科 石化 ^⑤	HD6070AA	8.40	0.960	周转箱、汽车部件、托盘、椅子等

注: ① 单位全称为中国石油大庆石化公司。

② 单位全称为天津石油化工公司。

③ 单位全称为中国石油辽阳石化分公司。

④ 单位全称为中国石油抚顺石油化工公司。

⑤ 单位全称为上海赛科石油化工有限责任公司。

4.45 什么是聚丙烯？其分类型号及命名方法是什么？

聚丙烯是聚烯烃类塑料中的一个重要热塑性塑料品种之一。它是丙烯的高分子量聚合物，由 C、H 两元素构成。聚丙烯的结构式为 $\left(\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ | \qquad \qquad | \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array} \right)_m$ 。

聚丙烯缩写代号为 PP。

聚丙烯和丙烯共聚物材料命名及型号，是按国家标准 GB/T 2546—88 规定。命名型号中是以聚丙烯的缩写代号、聚合物的类型、主要用途等指数、熔体流动速率及材料的其他特性等内容组成。具体的命名形式如下。

单元 1：聚丙烯树脂代号和聚合物类型，PP 为聚丙烯，H 代表丙烯均聚物，B 代表丙烯嵌段共聚物，R 代表丙烯无规共聚物，Q 代表多种聚合物的共混物。

单元 2：材料的主要用途及加工方法，其中 C 代表压延，F 代表挤出平膜和薄片，H 代表涂覆，I 代表吹塑薄膜。

单元 3：聚合物的等规指数标称值、熔体流动速率标称值及其测试条例。

单元 4：填充料、增强材料及其标称含量。

单元 5：为了详细说明问题，可加上此单元作为补充说明，在单元之间用连字符号（-）分隔。

说明例：PP-H-I-105，为均聚聚丙烯，用于吹塑薄膜，熔体流动速率范围为 7.1 ~ 13g/10min。

聚丙烯树脂是当今五大塑料品种中发展最快的一种。由于其原料来源方便，价格比较便宜，性能优良，用途广泛，所以，对聚丙烯的应用，每年在以 10% 左右的速度发展。

丙烯聚合时由于使用催化剂的品种不同，则生产出的聚丙烯分子结构也就有所差异。按 CH_3 排列方式的不同（分为无序排列分布和有序排列分布），聚丙烯形成了三种不同的立体结构：等规聚丙烯（IPP）、间规聚丙烯（SPP）和无规聚丙烯（APP）。三种聚丙烯中，目前以等规聚丙烯应用量最大，约占聚丙烯总产量的 95%。

4.46 聚丙烯有哪些性能特点？

聚丙烯树脂中的等规聚丙烯，是一种构型规整的高结晶性（结晶度高达 95%）热塑性树脂。在常用的塑料中，它是一个最轻的品种。人们常说的聚丙烯树脂就是指的等规聚丙烯。这里介绍的聚丙烯特性也就是指等规聚丙烯树脂的性能。

1) 聚丙烯是一种乳白色蜡状物，无毒、无味、无臭，密度为 0.90 ~ 0.91g/cm³。

2) 聚丙烯的力学强度、刚性和耐环境应力开裂性优于高密度聚乙烯；耐磨性

好、硬度高、高温冲击性好（但 -5°C 以下则急剧下降）、耐反复折叠性好。

3) 耐热性好，热变形温度为 114°C ，维卡软化点大于 140°C ，熔点为 $164 \sim 167^{\circ}\text{C}$ ，使用温度在无负荷情况下可达 150°C ，可在 130°C 中消毒应用，连续使用温度最高为 $110 \sim 120^{\circ}\text{C}$ 。

4) 化学稳定性较好，除强氧化性酸（如发烟硫酸、硝酸）对其有腐蚀作用外，与大多数化学药品不发生作用；不溶于水，几乎不吸水，在水中 24h 吸水性仅为 0.01%。但分子量低的脂肪烃、芳香烃和氯化烃对它有软化或溶胀作用。

5) 电绝缘性优良，耐电压性和耐电弧性好。

6) 制品在使用中易受光、热和氧的作用而老化；在大气中 12d 就老化变脆，室内放置 4 个月就会变质。制品用料中须添加紫外线吸收剂和抗氧化剂来提高制品的耐候性。

7) 聚丙烯制品的透明性比高密度聚乙烯制品的透明性好。

8) 制品耐寒性差，低温冲击强度低，韧性不好，静电度高，染色性、印刷性和粘合性差。应用时要在原料中添加助剂或采用共混、共聚方法来改善这方面性能。

等规聚丙烯主要性能见表 4-36。

表 4-36 等规聚丙烯主要性能

项 目	性能参数	项 目	性能参数
密度/ (g/cm^3)	0.90 ~ 0.91	连续耐热温度/ $^{\circ}\text{C}$	120
吸水性 (%)	0.02 ~ 0.03	脆化温度/ $^{\circ}\text{C}$	-10
成型收缩率 (%)	1.0 ~ 2.5	线膨胀系数/ $(\times 10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1})$	6 ~ 10
拉伸强度/MPa	30 ~ 40	热导率/ $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$	8.8×10^{-2}
拉伸模量/GPa	1.1 ~ 1.6	比热容/ $[\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})]$	1.92
伸长率 (%)	>200	体积电阻率/ $(\Omega \cdot \text{cm})$	$\geq 10^{16}$
冲击强度 (缺口) / (kJ/m^2)	2.2 ~ 6.4	介电强度/ (kV/mm)	32
洛氏硬度 (R)	95 ~ 105	相对介电常数 (10^6Hz)	2.25
熔融温度/ $^{\circ}\text{C}$	165 ~ 170	介电损耗角正切 (10^6Hz)	0.0005 ~ 0.00181
热变形温度 (1.82MPa) / $^{\circ}\text{C}$	56 ~ 67	耐电弧性/s	125 ~ 185

等规聚丙烯的质量标准见表 4-37。

表 4-37 等规聚丙烯的质量标准 (GB 12670—90)

项 目	注 塑 类														
	PPH-M-012			PPH-M-022			PPH-M-022-A			PPH-M-045			PPH-M-075		
	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
清洁度(色粒) /(个/kg)	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20
熔体流动速率 /(g/10min)	1.1~1.9		0.9~2.1	2.2~3.8		1.8~4.2	1.9~3.1		1.5~3.5	3.8~6.2		3.7~70	5.2~8.8		4.2~9.8
等规指数(%) ≥	96.0			96.0			96.0			96.0			96.0		
粉末灰分(%) ≤	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05
拉伸屈服强度/ MPa ≥	31.0	30.0	28.0	31.0	30.0	28.0	31.0	30.0	28.0	31.5	30.0	28.5	31.5	30.5	28.5
悬臂梁冲击 强度/(J/m) ≥	23℃	19		17			17			17			15		
	-20℃														
维卡软化点/℃ ≥	150			150			150			150			150		
洛氏硬度(R) ≥	95			95			95			95			95		

(续)

项 目	注 塑 类									挤出扁丝类					
	PPH-M-015			PPH-M-012			PPH-M-022			PPH-T-045			PPH-T-045-A		
	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
清洁度(色粒) /(个/kg)	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20
熔体流动速率 /(g/10min)	8.2~14		6.6~15	0.98~2.0		0.82~2.2	1.7~2.9		1.4~3.2	2.6~4.4		4.5~7.5	4.5~7.5		3.6~8.4
等规指数(%) ≥	96.0						96.0			96.0			96.0		
粉末灰分(%) ≤	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04
拉伸屈服强度/ MPa ≥	32.0	31.0	29.0	22.5	21.0	20.0	31.0	30.0	28.0	31.5	30.5	28.5	31.5	30.5	28.5
悬臂梁冲击 强度/(J/m)	23℃	15													
	≥ -20℃			30	25	23									
维卡软化点/℃ ≥	150			135											
洛氏硬度(R) ≥	95			75											

(续)

项 目	挤出扁丝类			挤出平膜类			绳索丝类			吹塑薄膜类		
	PPH-TL-045			PPH-F-012			PPH-L-022			PPH-I-015		
	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品	优级品	一级品	合格品
清洁度(色粒) /(个/kg)	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20	0~5	6~10	11~20
熔体流动速率 /(g/10min)	2.6~4.4		2.1~4.9	1.1~1.9		0.90~2.1	1.9~3.1		1.5~3.5	7.1~12		5.7~13
等规指数(%) ≥	96.0			96.0			96.0			96.0		
粉末灰分(%) ≤	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04
拉伸屈服强度/ MPa ≥	30.5	29.5	27.5	29.0			30.0	29.0	27.0	30.0		
悬臂梁冲击 强度/(J/m) ≥	23℃											
	-20℃											
维卡软化点/℃ ≥				150								
洛氏硬度(R) ≥												
雾度(%)										6.0		
鱼眼/(个/ 1520cm ²)	0.8mm						0~8			0~1.0	1.1~3.0	3.1~5.0
	0.4mm						0~40			0~10	11~20	21~30

4.47 聚丙烯可注射成型哪些塑料制品？

聚丙烯树脂用注塑机成型塑料制品，主要有中空制品、工业配件、汽车配件及生活用品等。如周转箱、集装箱、大型容器、酒柜、商品货架、花盆、办公桌、汽车配件中的轴承、轴套、小齿轮、电风扇、车体、蓄电池外壳、阀门盖、管件及吹塑料瓶等。

4.48 注塑用聚丙烯的原料条件是什么？

聚丙烯树脂注射成型塑料制品，选用树脂的熔体流动速率（MFR）可在 1 ~ 15g/10min 范围内。一般注塑制品选择 PP 树脂应用较多的还是熔体流动速率在 1 ~ 5g/10min 范围内；大型薄壁注塑件还可选用熔体流动速率大于 18g/10min 树脂。按制品应用条件需要，树脂中还应加入适当的着色剂及一些辅助料。

表 4-38 列出国内部分聚丙烯注塑制品用料生产厂及产品牌号，供应用时选择参考。

表 4-38 聚丙烯注塑制品用料生产厂及产品牌号

生产厂家	PP 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途
上海石化	M30	0.3	均聚物，适合管件
	M70	0.7	均聚物，适合型材
	M180	1.8	均聚物，适合多种注塑件
	M1600	16.0	均聚物，适合日用品、玩具、包装
	M300	3.0	均聚物，适合多种注塑件
	M700	7.0	同上
	M1100	11.0	同上
	M2600	26.0	同上
	M300HS	3.0	均聚物、注塑高光泽、耐热、高刚性容器
	M800HS	8.0	同上
	M500HS	5.0	同上
	M1200HS	12.0	同上
	M1600HS	16.0	同上
	M2600HS	26.0	同上
	M450E	4.5	无规共聚物、注、拉、吹或注塑饮料包装瓶等
	M800E	8.0	同上
	M1200E	12.0	无规共聚物、适合生活日用品

(续)

生产厂家	PP 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途
上海石化	M1600E	16.0	无规共聚物, 适合注塑形状复杂件和薄壁容器
	M12000E	20.0	无规共聚物, 适注、拉、吹和形状复杂件及薄壁容器
	M3000	30.0	无规共聚物, 适合大型容器
	M1300R	13.0	嵌段共聚物、强度好、耐磨损、抗冲击、耐应力开裂, 化学稳定性好、用于家用电器和汽车零件等
	M2101R	21.0	
	M150U	1.5	嵌段共聚物, 适合注塑周转箱、重包装
	M3000R	30.0	嵌段共聚物, 适合洗衣机内桶
	M180R	1.8	嵌段共聚物, 周转箱, 重包装
	M500R	5.0	嵌段共聚物, 汽车配件、家具
	M900R	9.0	嵌段共聚物, 汽车配件、蓄电池壳
扬子石化	J540	2.8 ~ 8.0	注塑级
	J740	15 ~ 30.0	注塑级
	F401H	—	粉料 注塑级
	K9935	12 ~ 36.0	汽车内饰件、仪表盘、空气导管等
	K8003	2.7 ~ 2.8	汽车挤压件
中国石化 福建炼化 油化工有限公司	C30G	6.0	玩具、日用品、密封件
	T30G	3.0	玩具、日用品、机械零件
	T50G	3.0	汽车电器、家用制品部件、工业零部件
	V30G	16.0	玩具、日用品、密封件
	Z11G	25.0	家具、抗 γ 射线注射器
	Z30G	25.0	玩具、日用品、包装
兰州石化	J400	3.0	均聚物、日用品、汽车配件等
	J600	7.0	均聚物、玩具、厨具等
天津石油 化工有限公司	T30S	3.5	适合注塑周转箱、玩具、家用生活品
	T30S (粉料)	2.1 ~ 4.9	同上
	Z30S	18 ~ 22	成型薄壁型制品
	EPC40R	6 ~ 8	熔料流动性好, 抗冲击性好, 用于汽车蓄电池壳、汽车零件和家庭用品
	V30S	14 ~ 18	熔料流动性好、可注塑玩具、家庭用品、包装盒等
	H30S	35	注塑薄壁型制品

(续)

生产厂家	PP 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途	
抚顺石化	C30G	6.0	均聚物	生活日用品、家具、玩具、薄壁制品
	F30G	10 ~ 12		生活日用品、家具、玩具、包装制品
	S60D	1.1 ~ 2.4		熔料流动性好、适合洗衣机配件、容器等
	T30G	3		适合薄壁家用品
	T50G	2.9		家庭用品、玩具、工程配件
	V30G	16		包装容器、玩具、日用品
	X30G	8		高速成型日用品、玩具、罩壳、医用品等
	Z11G	22 ~ 28		适合注射器、医用品
	EP-C30M	6	嵌段共聚物	有高抗冲性、热稳定性好, 适合日用品、罩壳、家具、玩具
	EP-C30R	7		同上
	EP-C40R	7		同上
	EP-F30R	13		适合高抗冲击性薄壁包装品
	EP-H30R	38 ~ 50		同上
	EP-S30ME	1.0 ~ 1.5		适合抗冲击性的一般用途制品
	EP-S30R	1.3 ~ 1.8		低温抗冲击性、热稳定性好。适合周转箱、油漆桶等
	EP-S30U	1.3 ~ 1.8		低温抗冲击性、热稳定性好。适合重型周转箱、滑轮等
	EP-T30M	3.0 ~ 4.0		低温抗冲击性、热稳定性好。用于家具、汽车方向盘、工程配件
	EP-T40M	3.0 ~ 4.0		适合抗冲击性的家庭用品
	EP-T60R	3.0 ~ 4.0		-10℃下抗冲击性、热稳定性好。家电配件、玩具、家庭用品
	EP-X30G	7.0 ~ 9.0		适合抗冲击性好的家庭用品
ER-30U	3.0 ~ 4.0	适合抗冲击性好的周转箱、行李箱、玩具、鸡笼等		
EP2X32GA	7.0 ~ 10.0	无规共聚物	适合食品包装容器	
H32GA	38.0 ~ 46.0	无规共聚物	适合高速成型薄壁制品	

(续)

生产厂家	PP 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途		
中国石油 盘锦 乙烯有限 责任公司	J300	1.0 ~ 1.8	低流率、用于机械零件、汽车零件		
	J340	1.3 ~ 2.3	高抗冲强度，中流率。用于周转箱、工具箱及吸塑制品		
	J400	2.2 ~ 3.8	中流率。汽车零件、日用品		
	J402	2.2 ~ 3.8	耐候性好、用于室外电气和电子零件		
	J440	3.6 ~ 6.5	高抗冲强度中等流率、用于面包箱、水果箱、各种容器，洗衣机波轮		
	J441	3.5 ~ 6.5	高抗冲强度中等流率。用于蓄电池槽		
	J600	5.0 ~ 9.0	高流率。用于厨房用具、玩具、设备零件		
	J640	8.0 ~ 12.0	高抗冲强度、高流率。用于洗衣机附件、底座、甩干桶、各种容器		
	J740	18.0 ~ 32.0	高抗冲强度、非常高流率、用于汽车、电气等设备上的大型复杂零件		
	J746B	25.0 ~ 32.0	高抗冲强度非常高的流率、用于洗衣机内筒、大容积箱体		
	J840	35.0 ~ 55.0	高抗冲强度超高流率。用于汽车、电气设备零件		
	J900G	30.0 ~ 50.0	超高流率、(J900 为透明型)		
P340	0.7 ~ 1.3	管件、食品箱			
生产厂家	PP 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	密度 / (g/cm ³)	特点和用途	
北京燕化	K1005	5.5	0.905	均 聚 物	通用级
	K1008	10.0	0.905		同上
	K1015	14.0	0.905		同上
	K1020	20.0	0.905		同上
	1400	3.0	0.91		汽车零件及家具
	1700	11.0	0.91		篮子、盘子等一般用途
	K7735	40.0	0.905	中 抗 冲 型 共 聚 物	洗衣机桶及部件、汽车零部件等
	1947	28.0	0.91		同上
	1240	0.7	0.91		饮料瓶周转箱、吹塑制品
	1340	1.5	0.91		啤酒瓶箱、汽车零部件等
	1740	12.0	0.91		抗冲制品、汽车、摩托车配件等

(续)

生产厂家	PP 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	密度 / (g/cm ³)	特点和用途	
北京燕化	K8303	2.0	0.90	高抗冲	汽车零部件、器具
	K8003	2.5	0.90	共聚物	负重零件、汽车零件
	K9920	20.0	0.90	超高抗冲共聚物	汽车、摩托车配件等
	K9935	35.0	0.90		同上
	K4812	12.0	0.90	无规共聚物	医用注射器、透明制品
中国石油化工股份 广州分公司	CJS700	8.0~15.0		均聚物	大型容器, 电器部件、玩具、日用品, 塑料花、周转箱
	CJS700G	8.0~15.0			医疗仪器、药瓶、饮料杯、熟食容器、卫生用品透明容器
	J300	1.4			流动性较低、适合一般用途、主要用于汽车零件
	J400	3.0			中等流动性、良好加工性、用于日用品及汽车零件
	J600	7.0			流动性及加工性好, 厨房用具、玩具、日用品及工业零件
	J340	1.8		共聚物	极高抗冲强度、工具箱、大型容器、周转箱、吹塑制品
	J440	5.0			水果周转箱、面包箱、各种大型容器
	J740	25.0			极高抗冲强度、用于大型复杂工业零件, 汽车、洗衣机件
	中国石油新疆独山子石化公司	PPB-M-012	0.9~3.1		嵌段共聚物
PPB-M-045		2.0~5.0		抗冲型、适合家具、玩具、鞋楦、汽车方向盘	
PPB-M-075		4.2~9.8		抗冲型。适合蓄电池瓶壳、家用器皿、玩具等	
PPB-M-140		8.1~17.9		抗冲型。适合快速成型、薄壁包装品、日用品	
PPB-MP-012		0.82~2.2		抗冲型、热稳定性好, 适合重型周转箱、滑轮	
PPB-MP-105		4.8~11.2		聚烯烃合金。适合汽车保险杠、阻流板	
PPB-MP-225		15.0~25.0		流动性好、易成型、尺寸稳定、抗冲击, 洗衣机内桶	

4.49 聚丙烯注射成型工艺参数怎样确定？

聚丙烯树脂注射成型塑料制品的生产工艺和操作比较好掌握。因为这种树脂的热稳定性好，原料塑化熔融用工艺温度范围比较宽，熔体粘度比 HDPE 树脂的熔体粘度低，有很好的流动性，所以成型加工性好。生产时对塑化工艺温度控制比较容易，即使是出现一些工艺温度升降波动现象，也不会影响熔料的注射成型制品质量。原料塑化过程中提高塑化温度则可增加熔体的流动性，由于 PP 树脂的熔点高于 PE 树脂，所以，塑化 PP 料加工温度一般控制在 180 ~ 280℃ 之间（高于 PE 料塑化温度），常用塑化温度为 200 ~ 230℃。原料存放过程中的吸水性很低，一般原料出厂包装完好，原料在生产前可不必进行干燥处理。注意原料塑化工艺温度不应超过 300℃，熔料温度超过 315℃ 时开始分解。喷嘴温度控制在 170 ~ 200℃ 之间。

塑料熔体的注射压力一般控制在 70 ~ 140MPa 之间。通常对聚丙烯熔料的注射压力多采用较高的注射压力。高的注射压力对降低熔料粘度、提高熔体流动性和制品伸长率及降低制品收缩率有利。

成型模具温度一般控制在 30 ~ 100℃ 之间。采用较高模具温度时，制品的结晶度高，刚性和硬度增加，表面也比较光亮；如果模具温度偏低，则制品的韧性增加，成品的收缩率降低，但制品的表面光亮度会下降。

聚丙烯熔料入模后的降温定型速度较快，所以，聚丙烯注射成型制品的生产周期较短。PP 料注射成型制品的收缩率为 1% ~ 2.5%。

4.50 聚丙烯周转箱应用特点及用途有哪些？

聚丙烯周转箱是用共聚聚丙烯为主要原料注射成型的一种塑料制品。和其他聚丙烯塑料制品一样，聚丙烯周转箱是一种色泽鲜艳美观、强度高、质量轻、使用寿命长、防虫、防潮、防霉、无毒、清洁卫生、容易清洗和方便搬运的一种较大型容器。周转箱的结构形式分固定式和折叠式两种：固定式周转箱是在较大型的注塑机（注射能力在 1000cm³ 以上）一次注射成型；折叠式周转箱是由多个零部件组装成型，各个零件在不同规格的注塑机上分别注射成型，然后组装在一起。

周转箱的用途，主要是用于各种食品、饮料、农业产品、工业零部件、化工产品、药品等的周转、运输用传递包装箱，很方便各种物品的装箱，贮存、搬运和存放。

4.51 聚丙烯周转箱注射成型应注意哪些事项？

1) 原料选择。聚丙烯周转箱注射成型用原料，主要是共聚聚丙烯树脂，要求树脂的熔体流动速率（MFR）在 1.5 ~ 5g/10min 范围内，缺口冲击强度大于 10J/m，拉伸强度大于 23MPa，洛氏硬度大于 75。为了降低制品的生产成本，可在主原

料中加 10% 左右的无规聚丙烯填充母料。如果制品需要有颜色，在树脂中还须加入一定比例的着色剂。

2) 由于周转箱外形尺寸较大，成型用料较多，注射成型固定式周转箱应选用注射能力大于 1000cm^3 注塑机。

3) 注射成型周转箱的生产工艺程序比较简单；只要按成型周转箱用料配方要求，把各种主辅原料计量、掺混在一起搅拌均匀，即可投入到注塑机中塑化熔融后注射成型，脱模后的制品经过表面去毛刺修整、印刷后即是成品。

4) 聚丙烯周转箱注射成型工艺条件（仅供参考）如下。

塑化原料机筒分段温度：前部 $190 \sim 220^\circ\text{C}$ ，中部 $220 \sim 240^\circ\text{C}$ ，后部 $180 \sim 200^\circ\text{C}$ 。喷嘴温度 $170 \sim 200^\circ\text{C}$ 。

注射压力： $70 \sim 100\text{MPa}$ 。注射成型制品周期为 $60 \sim 180\text{s}$ ，其中注射时间为 $5 \sim 10\text{s}$ ，保压时间 $5 \sim 15\text{s}$ ，冷却定型时间为 $20 \sim 60\text{s}$ 。

5) 由于周转箱结构大而又较复杂，成型模具应设计成多向开模结构。

4.52 聚烯烃周转箱的质量有哪些标准规定？

聚烯烃周转箱的质量要求，应符合标准 GB/T 5737—1995 规定。具体条件如下。

1) 箱体的外形尺寸可参考下列尺寸规格选择：箱体的长 \times 宽尺寸为： $475\text{mm} \times 335\text{mm}$ 、 $500\text{mm} \times 355\text{mm}$ 、 $530\text{mm} \times 375\text{mm}$ 、 $560\text{mm} \times 400\text{mm}$ 、 $600\text{mm} \times 425\text{mm}$ 、 $630\text{mm} \times 425\text{mm}$ 、 $670\text{mm} \times 450\text{mm}$ 。箱体的高度可在下列尺寸中任选： 125mm 、 140mm 、 160mm 、 200mm 、 236mm 、 265mm 。

2) 箱体外形尺寸偏差：最大上偏差为核定尺寸的 $+0.5\%$ 。最大下偏差为核定尺寸的 -1.5% （当尺寸小于 200mm 时）； -1.25% （当尺寸为 $200 \sim 400\text{mm}$ 时）； -1.0% （当尺寸大于 400mm 时）。

3) 箱体的外观质量

① 表面完整无裂损，光滑平整，不允许有明显白印，边沿及把手部位无毛刺。

② 同批产品色泽一致，无明显色差。

③ 箱体各面每 500cm^2 面积中， $0.5\text{mm} \times 2\text{mm}$ 的黑点杂质不超过 5 个，并分散分布，不准有长度大于 2mm 的黑点杂质。

④ 浇注系统处平整不影响箱体平置。

4) 同规格的箱体堆码时不允许滑垛，箱体相互堆放配合适宜。

5) 直接接触食品的箱体应符合 GB 9687 标准卫生规定。

6) 箱体外的印刷字样图案清晰，不允许油墨脱落。

7) 箱体的物理性能要求是：

- a) 箱体承重后的底平面变形量不大于 10mm。
- b) 箱体内对角线收缩变形率不大于 1.0%。
- c) 箱体跌落后不允许产生裂纹。
- d) 箱体堆码后高度变化率不大于 2.0%。
- e) 箱体悬挂时不允许产生裂纹。

4.53 增强聚丙烯制品用途及应用特点是什么？

增强聚丙烯这里指的是把直径为 8 ~ 15 μm 的玻璃短纤维，按一定比例与聚丙烯树脂混合后，经挤出混炼、造粒而制得的产品。用这种增强聚丙烯可注射成型汽车、电器和化工等行业中设备零部件。如小轿车的前护板、风扇罩、加热器罩、电池箱等；各种仪表中的壳体、座、架、泵叶轮、电冰箱部件等；化工用管道、管件、泵体、阀门等；农业机械中柴油箱、喷雾器室、水箱漏斗等。另外，在无线电专用设备、动力机械、水暖器材等方面也有广泛应用。

用增强聚丙烯注射成型的各种工业零部件，除了具有聚丙烯原有的优良性能外，这种制品的力学强度、刚性和硬度均有较大幅度的提高，制品的结构外形尺寸稳定，低温抗冲击性和耐电弧性能良好，成品收缩率小和制造成本低。在塑料制品中可代替尼龙、聚碳酸酯等工程塑料使用。

4.54 增强聚丙烯注射成型工业零部件应注意哪些事项？

1) 原料配制或选择。把直径为 8 ~ 15mm 的无碱或中性的玻璃纤维，切成 3 ~ 12mm 长度，按 25% 左右的比例均匀掺混在聚丙烯树脂中，再加入 0.5% ~ 1% 的马来酰亚胺偶联剂，在混合机中加热混合均匀，然后用挤出机混炼造粒，即为增强聚丙烯料。也可外购，目前国内有多家生产厂（如山东道恩化学有限公司、中石油北京燕山石化公司）可提供此种原料。

2) 如果购进原料较潮湿（含水分较高），应先把原料在 80 $^{\circ}\text{C}$ 的热风循环烘箱中干燥处理 4h 后再投入生产。

3) 注塑增强聚丙烯用注塑机，要求螺杆要经氮化处理或表面镀硬铬层，以提高螺杆的耐磨性和耐腐蚀性；螺杆前端的止逆阀外圆与机筒内圆间的间隙控制在 20 ~ 80 μm 范围内，以方便熔料中玻璃纤维的通过。机筒采用组装式结构，以方便机筒内衬套磨损后的维修更换。

4) 注塑机塑化混炼原料时，机筒温度控制在 210 ~ 280 $^{\circ}\text{C}$ 范围内，注射熔料温度约为 (230 \pm 10) $^{\circ}\text{C}$ 。注射压力为 100 ~ 130MPa。

成型模具温度控制在 30 ~ 50 $^{\circ}\text{C}$ 之间。

注射压力过高，制品易出现飞边，脱模后的制品易变形。保压时间要适当延长些，以保证熔料冷却降温收缩时得到充分熔料补充，保证制品的外形结构尺寸。模

具温度不宜过高，避免制品收缩率和变形增加。

5) 由于增强聚丙烯熔料的流动性差，要求熔料注射时要有较高的注射压力和较快的注射速度。这是增强 PP 熔料注射成型不同于普通 PP 熔料注射成型之处。

6) 成型模具中的浇注系统和熔料流道，要短而粗，截面为圆形；两半模的合模缝处应设有排气孔或溢料穴，以方便熔料中分解气体的排出；注意主流道锥度要大于 5° ，制品脱模斜度要大于 1° ，以方便制品的脱模。

4.55 聚丙烯蓄电池槽体怎样注射成型？

蓄电池槽体是蓄电池中的主要部件，用聚丙烯塑料代替硬质橡胶材料做蓄电池槽体，具有很好的电绝缘性、耐酸和抗冲击性能；而且塑料蓄电池槽体的制造成本又低于硬质橡胶蓄电池槽体的制造成本，所以，近几年来很受广大用户的欢迎。

1. 原料的选择与配制

(1) 原料选择 塑料蓄电池槽体注射成型，应选用熔体流动速率 (MFR) 为 $1.5 \sim 2.5\text{g}/10\text{min}$ 注塑级聚丙烯树脂，如燕山石化公司产 1330、1332 型耐低温树脂。对特殊环境中应用，要求在低温条件下有较好冲击强度时，可选用多元共混改性聚丙烯料注射成型。

多元共混改性聚丙烯配方（仅供参考）：

均聚聚丙烯粉料（熔体流动速率 $1.5 \sim 2.5\text{g}/10\text{min}$ ）100 份，共聚聚丙烯（熔体流动速率 $1.5 \sim 2\text{g}/10\text{min}$ ）12 份；高密度聚乙烯（熔体流动速率 $2.2 \sim 4.8\text{g}/10\text{min}$ ）8 份，苯乙烯-丁二烯-苯乙烯共聚弹性体（SBS）4 份，抗氧化剂及紫外线吸收剂和其他一些辅助料约占 3 份。

(2) 多元共混改性聚丙烯料的配制造粒 把多元共混改性聚丙烯用料配方中各种材料，按配方要求分别计量（材料中的 SBS 应先预处理），加入混合机中（在 90°C 左右的温度条件下）掺混、搅拌均匀，然后投入到挤出机（单螺杆或双螺杆挤出机均可）中混炼塑化，挤出切粒。混炼塑化原料挤出机机筒工艺温度，加料段 $100 \sim 120^\circ\text{C}$ ，塑化段 $160 \sim 180^\circ\text{C}$ ，均化段 $210 \sim 230^\circ\text{C}$ 。切粒多孔板处温度为 $220 \sim 230^\circ\text{C}$ 。

2. 注塑蓄电池槽体（以蓄电池槽体质量 1350g、单腔槽为例）成型

- 1) 选用 SZY-2000 型注塑机（锁模力为 6000kN）。
- 2) 注塑机注射制品用熔料温度为 $190 \sim 220^\circ\text{C}$ ，注射压力为 $95 \sim 100\text{MPa}$ 。
- 3) 槽体成型用三块式、一模单腔、四个浇口典型结构成型模具。
- 4) 成型槽体模具中的模芯温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，模腔温度为 $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

3. 槽体注塑成型质量

聚丙烯注塑成型蓄电池槽体的质量应达到表 4-39 中技术指标。

表 4-39 聚丙烯蓄电池槽技术指标

检验项目		指 标
耐酸性		表面膨胀不产生变色, 质量增减小于 $0.60\text{g}/\text{dm}^2$, 渗出铁含量小于 $0.006\text{g}/\text{dm}^2$, 渗出有机物消耗 $0.1\text{mol}/\text{L}$ 浓度的高锰酸钾溶液小于 $50\text{mL}/\text{dm}^2$
耐电压	干法	8000 ~ 12000V 交流电压作用 3 ~ 5s 不击穿
	湿法	5000 ~ 10000V 交流电压作用 1 ~ 5 μm 不击穿
落球冲击强度		500g 钢球 1m 高度自由落体冲击试样不产生裂痕或细小裂纹
热变形	整体槽	不能有 2mm 以上的变化
	单体槽	不能有 1% 以上的变化和槽体变形

4.56 聚丙烯树脂怎样注射成型汽车风扇?

汽车上用的风扇和风扇罩是汽车运行工作中不可缺少的一个主要部件。由于汽车长时间在各种不同气候条件下工作, 为了保证这个部件的工作强度和使用寿命, 所以要求用聚丙烯制作的风扇不仅要有较高的强度和刚性, 还应具有在低温环境中韧性好的性能, 以适应其在温差较大 ($-40 \sim 80^\circ\text{C}$) 条件下的应用。为了满足上述条件的性能要求, 目前, 用聚丙烯制作风扇, 多采用以聚丙烯为主要原料, 加入增韧剂乙烯-丙烯-二烯烃三元共聚物 (EPDM)、滑石粉 (增加刚性和耐热性) 和 1% 的偶联剂 (强化树脂与填料的界面粘接作用)。通过共混、复合并用技术来制成一种新的材料。三种主要材料的混合比例是: 聚丙烯 (均聚或共聚 PP 均可) 55 份, EPDM 30 份, 滑石粉 15 份。

配方中几种原料的配混与挤出造粒方法是: 先把滑石粉在 $(90 \pm 10)^\circ\text{C}$ 烘箱中进行干燥处理约 3h, 然后加入偶联剂 (常用偶联剂为钛酸酯类), 制成活化填料。把各种原料 (配方中材料) 计量, 加入高速混合机中掺混搅拌均匀, 然后加入挤出机 (单螺杆或双螺杆挤出机均可) 中混炼塑化, 挤出条状料入冷却水槽中冷却定型, 再由切粒机切粒 (要求采用排气型挤出机, 混炼塑化熔料温度在 $190 \sim 230^\circ\text{C}$ 范围内)。

用经过改性的聚丙烯粒料即可在通用型螺杆型注塑机中注塑成型汽车风扇和风扇罩制品。

4.57 什么是聚苯乙烯? 有哪些性能特征?

聚苯乙烯 (PS) 树脂是苯乙烯系列中产量最大的一个品种, 它是以苯和乙烯为原料, 用本体聚合法或悬浮聚合法制成。

聚苯乙烯树脂是一种无色透明、无味、无臭而有光泽的粒状固体。其制品酷似玻璃, 质坚性脆; 敲击时有清脆的金属声、易裂; 熔融温度为 $150 \sim 180^\circ\text{C}$, 热变形温度为 $70 \sim 100^\circ\text{C}$, 长时间使用温度为 $60 \sim 80^\circ\text{C}$, 热分解温度 300°C ; 易燃烧、

燃烧时冒黑烟，同时散出一种特殊臭味；制品刚度和表面硬度大、吸水率低，在潮湿环境中应能保持其力学性能和尺寸稳定性；光学性仅次于丙烯酸类树脂；电性能优良，体积电阻率和表面电阻率都很高；耐辐射性能也好；有良好的加工性和着色性，价格也比较便宜；可溶于芳香烃、氯代烃、脂肪族酮和酯等，可耐某些矿物油、有机酸、碱、盐、低级醇及水溶液的作用。不足之处是：制品脆易裂，冲击强度较低，耐磨性差，易燃，不耐沸水。

为了改善聚苯乙烯树脂的不足之处，通过共聚、掺混、复合及填充等方法，又开发出以苯乙烯为单体的高性能的树脂及塑料。如高冲击聚苯乙烯（HIPS）、苯乙烯-丙烯腈共聚物（SAN）、甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯共聚物（MBS）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（ABS）等，使聚苯乙烯树脂的冲击强度、耐热性、耐候性和耐应力开裂性均有所提高。

4.58 聚苯乙烯质量标准有哪些规定？

聚苯乙烯质量标准 GB/T 12671—2008 见表 4-40。树脂及制品的卫生标准规定见表 4-41 和表 4-42。

表 4-40 聚苯乙烯标准（GB/T 12671—2008）

项目		牌号			PS-GN、095-03			PS-GN、095-06			PS-GN、085-03			PS-GN、085-06		
		级别			优	一	合	优	一	合	优	一	合	优	一	合
100g 精洁度	杂质/颗 <	1	3	6	1	3	6	1	3	6	1	3	6	1	3	6
	色粒/颗 <	1	3	6	1	3	6	1	3	6	1	3	6	1	3	6
维卡软化点/℃	>	97	94	91	96	93	90	88	85	82	85	82	79			
弯曲强度/MPa	>	88	86	84	86	84	82	83	80	78	82	80	78			
悬臂梁冲击强度/(J/m)		10	10	10	10	10	10	13	13	13	13	13	13			
熔体流动速率/(g/10min)		1.5~4			4~7			1.5~4			4~7					
透光率(%)		85			85			87			87					
介电常数(10 ⁶ Hz)	≤	2.6			2.6			2.6			2.6					
介电损耗角正切(10 ⁶ Hz)	≤	4.5×10 ⁻⁴			5.0×10 ⁻⁴			4.0×10 ⁻⁴			4.5×10 ⁻⁴					

表 4-41 聚苯乙烯树脂卫生标准（GB 9692—1988）

指标名称	指 标	指标名称	指 标
干燥失重(100℃, 3h)(%) ≤	0.2	乙苯(%) ≤	0.3
挥发分(%) ≤	1.0	正己烷提取物(%) ≤	1.5
苯乙烯(%) ≤	0.5		

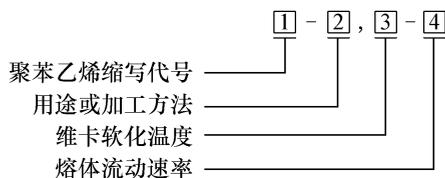
表 4-42 聚苯乙烯制品卫生标准 (GB 9689—1988)

指标名称		指 标	指标名称		指 标	
蒸发残渣	4% 乙酸	≤	30	脱色试验	冷餐油或用无色油脂 乙醇 浸泡液	阴性 阴性 阴性
	65% 乙醇	≤	30			
高锰酸钾消耗量 (水)		≤	10			
重金属 (4% 乙酸)		≤	1			

聚苯乙烯牌号标注规定说明如下。

① 标准 GB/T 6594—1986 规定聚苯乙烯模塑和挤出料命名。本标准适用于无定形苯乙烯均聚物，也适用于加有着色剂或添加剂的无定形苯乙烯均聚物。

② 牌号内容如下。



单元 1 标注聚苯乙烯缩写代号 PS。

单元 2 标注用途和加工方法标注在 PS 后，用 E 表示挤出管材、片材和型材；F 表示薄膜和薄片；G 表示普通用途；M 表示注塑；X 表示未指明用途。主要特性标注在 PS 用途和加工方法后，用 A 表示加工稳定性；C 表示着色的；F 表示具有阻燃性的；L 表示耐光、耐气候老化的；N 表示未着色的；R 表示加脱模剂的；S 表示经润滑的；Z 表示抗静电的。

单元 3 和单元 4 标注维卡软化温度及熔体流动速率，用数字代号标注，见表 4-43。

表 4-43 维卡软化温度及熔体流动速率的分档和对应字符表

维卡软化温度 (VST)		熔体流动速率 (MFR)	
字符	℃	字符	g/10min
075	VST ≤ 80	03	MFR ≤ 4
085	80 < VST ≤ 90	06	4 < MFR ≤ 8
095	90 < VST ≤ 100	12	8 < MFR ≤ 16
105	100 < VST ≤ 110	20	MFR > 16
115	VST > 110		

注：1. 按照 GB/T 1633—2000 《热塑性塑料软化温度的测定》 [升温速度 (5.0 ± 0.5)℃/6mm；负荷 49N]。

2. 按照 GB 3682—2000 《热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定》条件 7 (200℃；5kg)。

牌号标注例：PS-MLN、085-06。

PS 为聚苯乙烯缩写代号。M 表示注塑用，L 表示耐光、耐气候老化的。N 表示未着色。085 表示维卡软化温度在 80 ~ 90℃ 之间（表 4-43）。06 表示熔体流动速率在 4 ~ 8g/10min 之间值（表 4-43）。

4.59 聚苯乙烯可注射成型哪些制品？对制件结构有哪些要求？

由于聚苯乙烯制品具有透明、卫生和价廉等特点，又具有优良的刚性、电气性能和印刷性，所以，聚苯乙烯制品广泛应用在机电、仪器仪表和通讯器材等领域，如制做各种仪表外壳、灯罩、光学零件、仪器零件、化工贮酸槽、电讯零件、高频电容器，日常生活中的瓶盖、容器、各种装饰品、纽扣和玩具等。

聚苯乙烯制品结构条件要求如下。

- 1) 制件壁厚应在 1 ~ 4mm 范围。
- 2) 制品壁厚要均匀，不同壁厚的交接处应圆滑过渡连接，结构中不允许有缺口或尖角，以避免应力集中而引起开裂。
- 3) 制品的脱模斜角：型芯为 30' (0.5°) ~ 1°，型腔为 35' (0.583°) ~ 1.5°，形状复杂件的脱模斜度可放大到 2°。
- 4) 成型模具中的熔料流道长度与制品壁厚之比为 200:1 左右。

4.60 注射聚苯乙烯成型选用什么类型注塑机？

聚苯乙烯原料注塑制品，可用柱塞式注塑机或螺杆式注塑机。用螺杆式注塑机时，螺杆的结构形式选用渐变型螺杆较好，当然，注塑机设备上的通用型螺杆也可应用。聚苯乙烯注射喷嘴，可采用直通式喷嘴。

4.61 注塑成型聚苯乙烯制品用料条件有哪些要求？

- 1) 原料吸湿性差，含水分低于 0.05%，可直接拆开包装投入生产。特殊情况，原料含水分超过 0.1% 时，应在 70 ~ 80℃ 的热风循环中干燥处理 2 ~ 3h。
- 2) 原料的着色方法，用浮染法或加入色母料，按比例加入粒料中，均匀混合搅拌。如用柱塞式注塑机注塑，为避免色差，应先把混合均匀的配色料挤出造粒后再注塑生产。

表 4-44 列出国内部分聚苯乙烯树脂生产厂的产品牌号及用途，可供应用时选择参考。

4.62 高抗冲聚苯乙烯的性能特征有哪些？

高抗冲聚苯乙烯 (High impact polystyrene, HIPS) 是一种白色不透明珠状或粒状型树脂，其制品有较高的韧性和抗冲击性；着色性、化学性能、电性能和加

工性与聚苯乙烯相同，但其拉伸强度、硬度、透光和耐光性及热稳定性与聚苯乙烯相比略有下降。加入橡胶，HIPS 的冲击强度得到提高，以橡胶含量的多少和树脂性能的差别，将其分为中抗冲级、高抗冲级和超高抗冲级三种级别增韧聚苯乙烯。

表 4-44 聚苯乙烯注塑制品用料生产厂及产品牌号

生产厂家	PS 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途
广州石化	525		通用级、流动性中等。适合医疗用品、家用器皿，雷达绝缘材料，日用品
	825		高抗冲级。设备零件、玩具、家电外壳
兰州石化	PS-GN, 085-06	4.0 ~ 7.0	用于注塑或吹塑，光学仪器零件，日用品
	PS-GN, 085-03	1.5 ~ 4.0	用于注塑或吹塑。光学仪器零件，无线电、电视、雷达绝缘材料
	SB, GN, 078-12-040	90 ~ 17.0	日杂品、玩具、各种容器
	SB, GN, 093-06-040	3.6 ~ 6.0	注塑低压电器零件、仪表零件
	SB, EN, 088-03-040	1.5 ~ 4.0	注塑冰箱和食品容器等
北京燕化	666D	8.0	通用级、注塑玩具，容器及家庭用品
	685	2.5	注塑磁带盒
	492J	2.8	高抗冲级，注塑电视机外壳、汽车零件
	492L	3.0	抗冲级、家用电器外壳、玩具
盘锦乙烯有 限责任公司	525	7.0 ~ 9.0	性能优良，注射成型容器、家具、医用和实验仪器零件
	535	3.0 ~ 5.0	高温注射成型、录音带盒、瓶子和包装材料
	625	10.0 ~ 14.0	易流动、中等抗冲强度、适合薄壁型容器、玩具和家具等
	680	1.3 ~ 3.0	有较高的热变形温度和刚性，适合磁带盒
	825	6.0 ~ 9.0	高抗冲型、适合机械零件、玩具等
齐鲁石化	QC7555		有良好的透光性、刚性、电绝缘性、易加工各种容器用于食品、医药、日用品等
	QC7535A		高强度。适合成型各种薄壁容器、日用品等
	QH7860		抗冲型、高光泽、注射成型电话机、吸尘器、录像带外壳等

(续)

生产厂家	PS 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途	
大庆石化	730	3.0	抗弯曲性好、易成型、适合奶酪盒、盖、线轴、家具冰箱零件	
	731	4.0	高抗冲性、高光泽、耐热、适合设备零件、空调机箱、食品包装、电视机外壳	
	760	8.5	高抗冲性、用于办公用品、玩具、家具、成型泡沫	
	840	3.0	很高的抗冲击性、易成型，大型容器、电冰箱衬、衣挂、冰激凌盒	
	850	3.0	超高抗击性易成型，小型日用品、活塞、玩具、插座	
	GPPS-210		通用级 熔体易流动、固化快、透明度高、耐热、易成型。VCD 光盘、磁带盒、食品筐等	
	GPPS-203			耐热、透明、脆性小、易成型。磁带盒、音箱外壳、水杯，冰激凌盒
	GPPS-200D			性能与 203 相同。用于医药、食品包装、办公用品及玩具等
	GPPS-207			熔体易流动、固化快、耐热透明性好、易成型、磁带盒、VCD 光盘、食品筐
	GPPS-206			透明度高、脆性小易成型。用于医药器具，小瓶、盘子、办公用品、玩具等
	上海赛科 石油化工有 限责任公司	GPPS-116	23.0	医药包装、培养皿、展示牌
GPPS-123		10.0	杯子、培养皿、展示牌、容器、音像包装材料	
GPPS-153D		7.4	电子元件绝缘材料、发泡隔热板	
GPPS-232		3.8	医用品、冰箱内衬附件、航空杯	
GPPS-251		2.5	广告板、化妆品包装	
GPPS-321		3.1	CD 盒、医用品、冰箱蔬菜盒、杯	
HIPS-416		22.0	家具部件、浴室厨柜、日用	
HIPS-424		16.0	家具部件、浴室厨柜、CD 盒、日用品	
HIPS-433		9.3	磁带盒、CD 盒、日用包装材料	
HIPS-514		10.0	电器外壳、家用物品、剃刀架	
HIPS-622		4.8	吹塑制品、日用包装、玩具，像框	
HIPS-632E		3.6	冰箱内胆、脂肪食品包装	
HIPS-641	2.5	电视机外壳、电器外壳、咖啡杯		

(续)

生产厂家	PS 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途
抚顺石化	500	13.0	注塑容器、玩具等一般用途
	525	8.0	注塑录音带盒、饮料杯, 家用器具, 汽车部件
	625	14.0	中抗冲型。注塑大型薄壁件、容器、玩具、家用器具
	680	2.8	中抗冲型。磁带盒、磁带骨架、盖、套、罩
	740	4.0	中抗冲型。耐热壳体、容器、玩具
	825	6.0	中抗冲型。家电、计算机壳体, 容器、玩具
	825E	2.8	超高抗冲型。家电壳体、管件、工业部件
	945	6.5	超高抗冲型。家电壳体等
镇江奇美 化工有 限公司	PG33		适合一般通用的耐热级制品
	PH55L		高抗冲型注塑件
	PH88		高抗冲型注塑件
	PH88E		高抗冲型、注塑阻燃制品
	PH88G		高抗冲型、注塑光泽性制品
	PH88H		高抗冲型、注塑耐热性制品
	PH99		抗冲击型、注塑高流动性、高光泽制品
广东高明 高聚化学 工业有 限公司	110		注塑大、中型材, 吹塑成型瓶、盒、电器部件、玩具、饰灯
	190		高流动性、高透明度, 注塑或吹塑薄壁器件、容器、生活用品
	210		注塑冰箱部件、托盘、电器、汽车部件、家电外壳等
	220		注塑家电外壳及杯盘、盒盖等有较高的冲击强度
	230		耐热性、光泽性较好。注塑电器设备部件、壳、灯饰、容器等
	250		玩具、器具、电器设备外壳等
	290		注塑各种容器、玩具、器具和发泡塑料等

(续)

生产厂家	PS 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途	
湛江新中美化工有限公司	500		通用注塑级	高透明、易流动、适合日用品、薄壁和多腔部件
	525			良好抗冲性、适合日用品
	535			适合包装品
	585			透明、流动性好、适合大型工业配件
	625		中抗冲	流动性良好、适合日用品、容器、玩具、家用器皿
	680			高刚性、耐热性良、适合工业配件、日用品
	740		高抗冲	高光泽、适合容器和包装制品
	825			适合日用品和家具
	835			耐磨、电子电器、磁带盒等
	835S			耐磨性很好,适合录音带、录像带盒等
	945		超高抗冲	高流动性、高刚性、适合工业配件及ABS塑料代用品
	945E			同上
	广州石化公司	525		流动性中等,适合医疗用品、家用器皿,杯子,日用品等
825			高抗冲型,适合设备部件、玩具、家用电器外壳	

4.63 聚苯乙烯注射成型制品的工艺条件要求有哪些?

1) 预塑化机筒温度在 160 ~ 220℃ 范围内, 温度偏高时, 制品的透明度好, 但制品强度下降。温度偏低时, 制品透明度差, 内应力大。生产时一般取较高温度。喷嘴温度低于塑化温度, 一般在 170 ~ 190℃ 间。

2) 注射压力为 60 ~ 120MPa。注射压力的选择应根据制件的结构形状及模具条件考虑: 复杂形状、流道又较长的制品成型注射, 应取较高些注射压力。但也应注意, 较高注射压力的成型制品, 它的收缩率能降低些, 但内应力增加, 制品强度降低, 容易出现裂纹。

3) 注射速度应是在不出固化成型熔接线情况下越慢越好。这样制品的透明度好, 强度得到改善, 内应力也相应小些。

4) 制品的成型降温固化速度较快, 所以, 注射后的保压时间也比较短。

5) 模具各部位温度要均匀、温差小。可通冷却水降温, 各部位温差不应超过 3~5℃, 这样避免由于各部位降温速度不一致而产生应力集中现象。

6) 由于保压降温时间较短, 制品脱模后内部没有降温到室温。所以, 应将制品浸在 70~80℃热水中, 处理 2~3h, 缓慢降温至室温, 消除制品中的内应力。

4.64 什么是 ABS? 其性能特征有哪些?

ABS 实际是非晶态、是丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物, 在塑料加工企业人们多习惯称其为 ABS。ABS 树脂是一种浅黄色粒状或珠状树脂, 其制品具有坚韧、质硬、刚性好、无毒、无味、吸水率低、极好的低温抗冲击性能等特点; 尺寸稳定性、电性能、耐磨性、抗化学药品性、染色性和成型加工及机械加工性都较好; 树脂的熔融温度为 217~237℃, 热分解温度为 250℃以上; 树脂耐水、无机盐、碱和酸类, 不溶于大部分醇类和烃类溶剂, 但容易溶于醛、酮、酯和某些氯代烃中; 热变形温度较低、不透明、可燃、耐候性差。

ABS 质量标准 (GB 12672—2009) 规定见表 4-45。

表 4-45 ABS 性能标准 (GB 12672—2009)

项目		牌号			ABS-1, GN, 095-15-150-2.5			ABS-1, GN, 095-15-150-2			ABS-1, XN, 095-15-250-2		
		级别			优级	一级	合格	优级	一级	合格	优级	一级	合格
熔体流动速率/(g/10min)					1.5~3.0			1.3~2.3			1.3~2.3		
维卡软化点/℃		≥			96.0	94.0	92.0	96.0	94.0	92.0	96.0	94.0	92.0
屈服弯曲强度/MPa		≥			66.0			63.0			59.0		
弯曲弹性模量/GPa		≥			2.40			2.20			2.10		
屈服拉伸强度/MPa		≥			40			37			33		
冲击强度 /(J/m)		23℃, 缺口 6.35mm ≥			127	107	87	215	195	175	235	215	195
		-40℃, 缺口 6.35mm ≥			—			—			—		
洛氏硬度 (R)		≥			105			103			104		
电镀性					—			—			镀层牢固光亮		

(续)

项目	牌号	ABS-1, XN, 095-08-350-1.5			ABS-1, EN, 083-08-150-1.5			ABS-1, MN, 095-08-065-2		
	级别	优级	一级	合格	优级	一级	合格	优级	一级	合格
熔体流动速率/(g/10min)		0.5~1.5			0.2~1.2			0.5~2.0		
维卡软化点/℃	≥	92.0	90.0	88.0	90.0	88.0	86.0	96.0	94.0	92.0
屈服弯曲强度/MPa	≥	47.0			48.0			50.0		
弯曲弹性模量/GPa	≥	1.70			1.60			2.10		
屈服拉伸强度/MPa	≥	27			30			40		
冲击强度 /(J/m)	23℃, 缺口 6.35mm ≥	340	320	300	125	110	95	62	55	48
	-40℃, 缺口 6.35mm ≥	160	140	120	—			—		
洛氏硬度 (R)	≥	87			97			110		
电镀性		—			—			—		

4.65 ABS 可注射成型哪些制品？其成型结构条件要求有哪些？

ABS 具有综合性能好，价格较低和易成型加工等优点，所以已经成为目前应用量较大的一个塑料品种。广泛应用在电子电器、家用电器、办公用设备、仪器仪表、机械和汽车等工业设备配件中。如电视机、收录机、洗衣机、电冰箱、电话机、计算机、吸尘器、电风扇和空调器的外壳及一些零部件；在仪器仪表和轻纺工业中，用来制作仪表盘、仪表箱；纱锭、照相机、钟表、乐器等；建筑工业中用于排水、排气管道、管件、门窗框架、百叶窗和安全帽等；汽车工业中用于车内外的一些组合件、散热器格栅、灯罩、仪表面板和控制板等。

ABS 注射成型结构条件要求如下。

- 1) 制品壁厚应在 1.5~5mm 范围内，形体表面平整光滑。
- 2) 制品的收缩率在 0.3%~0.6% 范围内，注意成品收缩对表观形状的影响。
- 3) 模具流道截面直径应大于 5mm，流道长度与制品壁厚之比为 190:1，浇道厚度应大于制品壁厚 1/3。注意浇注系统位置不能在电镀表面处。

4.66 ABS 注射成型选用什么类型注塑机？

应选用螺杆式注塑机。螺杆的结构形式应该是渐变型螺杆，对原料塑化比较有

利。注塑机设备上的通用型螺杆也可应用。

4.67 注射 ABS 制品用料条件有哪些要求?

- 1) 原料要干燥处理,可在 70 ~ 80℃ 热风循环中干燥处理,烘干时间为 2 ~ 4h。
- 2) 原料中应加入紫外线吸收剂和抗氧化剂,以提高耐老化能力。

表 4-46 列出国内部分 ABS 树脂生产厂的产品牌号及用途、可供应用时选择参考。

表 4-46 ABS 注塑制品用料生产厂及产品牌号

生产厂家	ABS 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途
兰州石化	N-I	1.0	耐热树脂, 注塑高档家电、电子仪表件、汽车部件
	N-II	1.5	同上
	V-1	11.0	ABS 粉添加 PVC 共混料、易成型电子配件、电视机外壳、磁带盒等
中国石油 大庆石 化公司	711		电镀级, 易流动, 高耐热。成型汽车部件
	722		高刚性级, 耐化学品。蓄电池外壳、化妆盒
	740		高耐热级, 低温下冲击强度高。安全帽、鞋跟、滑轮、散热栅
	745		高抗冲级。安全帽、鞋跟、滑雪板、旱冰鞋
	780		高流动性、易成型。生产周期短。家电, 计算器, 打字机、玩具、空调机
	H-2938		耐热性好, 机械强度高。汽车部件、仪表盘、控制台, 仪表壳
	HFA-450		阻燃性好, 抗冲级, 易加工成型。电脑显示器, 打字机、录像机
	HFA-4600		耐气候级。微型电脑显示器及零件
	HFA-700		通用阻燃级, 冲击强度高、寿命长。家电壳, 电风扇、录像机
	HGX-4440		耐热性、化学稳定性、模塑加工性均好, 汽车部件、家用电器、壳体
HU-630		高耐热性, 高抗冲强度。汽车部件、仪表盘、外壳, 电子部件、控制台	
HU-670		与 HU-630 性能相同。仪表壳、烘干箱罩、内部镜壳、电吹风、微波炉	

(续)

生产厂家	ABS 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途
中国石油 大庆石 化公司	HZ-340		低光泽、耐热、高抗冲性。仪表壳、表头盒、开关盒、烘干箱、汽车件
	SG-728		高光泽、中抗冲性、电话、真空吸尘器等
	ABS-750A		易成型。广泛用于家电、汽车部件、办公设备、室内装潢材料等
	ABS-710		电镀级、易成型。电镀件、汽车部件, 电子部件等
	ABSHFA-75		阻燃性, 耐候性, 耐用性好, 监视器壳, 电视机壳, 电子机械等
中国石油 盘锦乙 烯有 限责任 公司	AF650	14.0	用于各种对阻燃性要求较高产品
	CH510	6.7	用于电视机部件、空调、收录机、电话及生活用品
	AS570	9.0	用电视机、汽车部件、电话和各种家用电器等
	CH530	4.4	用于冲击性要求较高零部件。如安全帽、卷轴
	HG560	10.0	用处与 AS570 相同
	RH330	6.0	用于冰箱内胆、浴池、汽车内饰件、行李箱、手提箱
上海康柏 特工程塑 料有限 公司	1101A		适合高耐热制品
	1102A		适合超高耐热制品
	1103A		适合高抗冲、高耐热件
	1103B		适合超高抗冲、高耐热件
	1200		高抗冲、高流动制品
	1200-3		高刚性、高流动性件
镇江奇美 实业股份 有限公司	PA707K		高光泽高刚性
	PN-128H		通用级高耐化学性
	PA757		通用标准级、高刚性、高光泽、电话机、复印机外壳、化妆品盒
	PA768		热稳定性好、抗冲击、力学强度高。用于电视机、计算机、复印机外壳
	PA777A		耐热、高抗冲、高光泽、尺寸稳定。适合发热家电外壳和汽车零件
	PA777C		有高耐热、抗冲、刚性、热稳定性。适合家电外壳、录像机、文教品

(续)

生产厂家	ABS 牌号	熔体流动速率 / (g/10min)	特点和用途
中国石油 吉林石化 公司	0212a		高抗冲、高光泽、超白
	0215a		高硬度、高光泽、超白
	0247		高耐热、高光泽、超白
	9710a, 9738R, 9815		广泛用于汽车、家电、电子产品外壳、配件、玩具及日用品

4.68 ABS 注射成型制品时的工艺参数怎样选择?

1) 不同品级的原料塑化温度略有差异, 机筒温度可控制在 160 ~ 220℃ 范围内, 喷嘴温度在 170 ~ 180℃ 范围内。

2) 注射压力在 60 ~ 120MPa。壁厚、浇注系统截面较大时, 注射压力可略低些。而壁薄、流道较长时, 注射压力可提高至 130 ~ 150MPa。

3) 注射熔体流速以缓慢些为好。这对保证制品外观质量、改善制品强度有利。

4) 模具温度为 60 ~ 70℃ 间。较高的冷却温度, 制品外表光泽、内应力小, 但收缩率较大。由于流道截面较大, 制品固化时间有些延长。为了缩短成型周期, 一般制品的模具温度应低些。

5) 制品的收缩率不大, 但内应力较高。必要时应进行热处理, 在 70℃ 左右的热风循环中处理 2 ~ 3h, 缓慢冷却至室温, 以消除制品的内应力。

4.69 什么是聚酰胺? 其性能特征有哪些?

聚酰胺 (PA) 是一种主链上有酰氨基团 (—HNCO—) 重复结构单元的热塑性高分子化合物, 通常称为尼龙。PA 是聚酰胺的缩写代号。

聚酰胺是一种应用量较大, 用途广泛的一种工程塑料。聚酰胺的品种比较多, 主要是根据合成单体的碳原子数来分类命名, 品种有 PA6、PA11、PA12、PA13、PA66、PA610、PA612、PA1010 等。塑料制品中应用较多的聚酰胺品种是 PA6、PA66、PA610 和 PA1010 等牌号。

聚酰胺是一种淡黄色至琥珀色透明固体, 无毒、无味。多数聚酰胺能在火源中缓慢燃烧, 离开火源后能自熄, 燃烧时起泡, 发出一种羊毛焦味; 有较高的吸水率, 使制品强度降低, 尺寸的稳定性受到影响; 有优良的力学性能, 良好的冲击强度和抗拉强度, 耐摩擦性能好, 耐磨耗; 由于制品的热稳定性比较差, 一般只能在 80 ~ 100℃ 以下使用; 耐多种化学药品, 不受弱酸、弱碱、醇、酯、烃、润滑油、汽油和油脂影响; 在常温下能溶于乙二醇、冰醋酸和氯乙醇等; 电性能比较差, 只适合做工频绝缘材料。

4.70 聚酰胺可注射成型哪些制品？对制件结构有哪些要求？

聚酰胺可注射成型机械、仪器仪表配件和汽车、纺织机械等设备用零件，如轴承、齿轮、油管、油箱、化工设备配件、电子电器用配件、凸轮、涡轮、泵用零件、阀门、垫圈、电缆包覆、风扇叶片、医用品及食品包装等。

聚酰胺制品注射成型时，其结构尺寸确定应注意下列几点。

- 1) 成型制品的收缩率较大，一般在 1% ~ 2.5% 范围内。
- 2) 制品壁厚应在 1 ~ 4mm 范围内，最薄壁厚不应小于 0.8mm。
- 3) 外形及内腔的脱模斜度为 40' ~ 1°30'，内腔脱模斜度应取较大值。
- 4) 熔体流道斜度为 4° ~ 6°，分流道截面直径应等于或大于制品壁厚。以采用梯形截面流道为好，截面尺寸：梯形高为上底长度的 2/3，下底长为上底的 2/3。浇口截面直径为制品壁厚的 2/3 ~ 3/4，最小也不能小于 1mm。

4.71 聚酰胺注射成型选用哪种类型注塑机？

聚酰胺类注塑，可用柱塞式注塑机或螺杆式注塑机。但一般多用螺杆式注塑机，螺杆结构形式应为突变型螺杆，压缩比应大些，在 2 ~ 3 范围内，PA 专用型螺杆压缩比为 3 ~ 3.5，长径比为 18 ~ 20。螺杆前部应有止逆环，而且止逆环外径与机筒间隙应尽量小（最好在 0.05mm 以内），以减少漏料、降低注射压力。喷嘴采用自锁式，以防止熔体料的流延现象出现。

4.72 聚酰胺注射成型用料条件有哪些要求？

聚酰胺类树脂生产前一定要进行干燥处理。一般多用真空法干燥，温度为 95 ~ 105℃，真空度应大于 95kPa，料层厚度为 40 ~ 50mm，干燥时间为 12 ~ 16h，含水分应小于 0.06%。

如果用热风循环法干燥，温度应控制在 80 ~ 90℃ 间，这样的处理干燥法时间更长些。干燥后的原料应立即投入生产。

表 4-47 列出国内部分聚酰胺生产厂的产品牌号及用途，可供应用时选择参考。

表 4-47 聚酰胺注塑制品用料生产厂及产品牌号

生产厂家	PA 牌号	特 点 和 用 途		
上海赛璐璐化工股份有限公司	PMFC	高流动性、抗冲、硬质	注塑成型薄壁制品、油箱、齿轮、轴承、罩子、电子元件、纺织和农用机械部件、音响器材用消音齿轮。厚壁和低模塑应力的巨大部件	
	PMNC	抗冲、硬质		
	PMNC P20	高抗冲、耐热、耐寒、半软		
	PMNC P40	高抗冲、耐热、耐寒、半软		
上海塑料制品十八厂	PMNY	耐磨、抗冲、硬质	耐磨性、自润滑性、耐低温性、耐候性、耐热性优良、力学性能好、适合机电、纺织、轻工等设备配件	
	PA6	I 型		相对黏度 2.4 ~ 3
		II 型		相对黏度 > 3.0
	增强型	注塑级，含 30% 玻璃纤维		

(续)

生产厂家	PA 牌号	特 点 和 用 途
上海塑料制品十八厂	PA66	M17、M20 分子量 15500 ~ 18400、耐磨性高、力学强度高，耐油性、耐化学性同 PA6 (M20 分子量 18500 ~ 21500)
		PA66 符合 HG2350—92。用途与 PA6 相同。也可作把手、壳体、支撑架等
	PA610 产品性能符合 HG235—92。用于机械、汽车工业的齿轮、衬垫、轴承、滑轮等，精密部件、输油管、传动带储油容器、仪表壳、纺织机械配件	
天津中和化工厂	PA1010 产品性能符合 HG2349—92 和 HG2350—92。主要用于机械、汽车、纺织工业配件。如轴承架、轴套、油箱衬里及电缆护套等	
北京化工研究院	玻璃纤维增强 聚酰胺 6 粒料	用于机械、汽车、纺织工业用高强度、耐磨的零部件
吉林石井沟联合化工厂 合肥化工厂 武汉有机合成厂	PA1010	产品性能符合 HG2349—92。主要用于机械、汽车、纺织用设备配件。如轴承架、轴承、油符衬里等
淮阳大从塑料厂	PA9	适合机械、医疗、纺织工业设备配件。如齿轮、工具架、线圈架等
	PA12	适合机械、纺织设备配件、如油管、软管等
南京立汉化学有限公司	PA6	B100 通用级、易流动。用于机器零部件、铁路部件和线圈骨架
		B103S 高热稳定型、易成型。电器元件及一般用途
		B240 增强级、含 20% 矿物质增强改性、高刚性，耐热。用于发动机零件、仪器壳体
		B601 增韧级、高抗冲击、润滑。用于轴承保持架、轮罩、接插件
		B706 增强级、含 30% 玻璃纤维、用于机器零件、电动工具壳体、汽车配件、电气元件
		B9000 阻燃级、通用，UL94 V-0。用于电子元件、电器端子
		B9706 增强阻燃级 UL94 V-0。30% 玻璃纤维增强。用于电子元件、电器端子
	PA66	A100 通用级、易流动、易脱模。用于机器设备配件及接插件
		A103S 高热稳定性、快速成型。用于机器设备配件及电器端子
		A601 增韧级、高抗冲击性、润滑。用于纺织器材，运输器材、管件
		A706 增强级、含 30% 玻璃纤维。用于机器设备配件、汽车零部件、电器元件、渔具，轴承保持架
		A801 特点和用途与 A601 相同
		A9700 阻燃增强级、含 30% 玻璃纤维、UL94 V-0。用于电器元件、如线圈骨架、断路器、接触器壳体

4.73 聚酰胺注射成型制品时的工艺参数怎样选择？

1) 聚酰胺的注塑工艺温度应高于它的结晶熔点，偏高的预塑注射熔体温度，对制品的强度不利。具体的机筒、喷嘴和模具温度，可参照表 4-48。由于聚酰胺的热稳定性差，注意熔体不宜在机筒内停留时间过长（不应超过 30min），较长时间停留熔体易变色，分解温度超过 300℃。

2) 注射压力为 60 ~ 100MPa，特殊情况时（制品形状复杂，流道较长），最大

注射压力不超过 120MPa。

表 4-48 聚酰胺机筒、喷嘴和模具温度

聚酰胺规格	PA6	PA66	PA610	PA1010
注射温度/℃	210 ~ 260	260 ~ 315	225 ~ 285	245 ~ 275
喷嘴温度/℃	210 ~ 260	260 ~ 300	220 ~ 260	240 ~ 260
模具温度/℃	60 ~ 80	40 ~ 100	40 ~ 100	40 ~ 100

3) 注射速度以制品不出现飞边、排气通畅为前提, 应使注射速度快些。

4) 模具温度为 60 ~ 100℃。从制品的壁厚方面考虑, 当壁厚小于 6mm 时, 为 40 ~ 60℃; 大于 6mm 时, 为 60 ~ 100℃, 也可参照表 4-48 选用。模具温度取高些, 制品的结晶度高、强度好。相应的收缩率也比较高, 这一点应注意。

5) 保压压力一般在 30 ~ 60MPa 间, 时间为 15 ~ 40s。

6) 制品的后处理是为了消除内应力, 稳定制品的外形尺寸, 同时, 也可提高制品的强度。热处理方法是把制品浸在 100 ~ 120℃ 甘油或液体石蜡中, 约 10 ~ 30min (壁厚取大值), 然后缓慢降温至室温。

对聚酰胺的热处理, 最常用的方法是调湿处理, 把制品浸入 80 ~ 100℃ 热水中, 存放 1 ~ 2h 即可。壁厚尺寸较大时, 还可延长处理时间。

4.74 什么是聚氯乙烯? 其性能特征有哪些?

聚氯乙烯 (PVC) 树脂是由氯乙烯在引发剂作用下聚合而成的, 其分子式可表

示为 $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{[CH}_2\text{—CH]}_n \end{array}$ 。聚氯乙烯是世界上最早实现工业化的塑料品种之一。目前, 聚氯乙烯树脂及其制品的产量仅次于聚乙烯, 在各种塑料制品产量中为第二位, 2006 年, 我国聚氯乙烯产量达到 764.1 万吨。

聚氯乙烯是一种难燃、耐化学腐蚀、耐磨、有很好的电绝缘性、力学性能又比较好的一种综合性能优良的塑料; 又由于其价格较便宜, 所以, 一直是一个发展迅速、应用广泛的品种。为了改进聚氯乙烯热稳定性差、易分解、对应变敏感和低温环境下变硬的缺点, 为适应多种场合环境的应用, 又发展了以聚氯乙烯为主的, 具有多种特殊性能的共聚物, 目前, 产品品种牌号已达千余种。

聚氯乙烯树脂按其生产聚合方法的不同, 可分为悬浮法聚氯乙烯、乳液法聚氯乙烯、本体法聚氯乙烯、微悬浮法聚氯乙烯; 另外, 聚氯乙烯改性品种中应用较多的还有氯化聚氯乙烯、交联聚氯乙烯、高分子量聚氯乙烯及一些特殊性能专用聚氯乙烯等。其中, 悬浮法聚氯乙烯应用量最大, 其产量约占聚氯乙烯树脂总产量的 85%。

4.75 悬浮法聚氯乙烯分几种类型? 性能特征是什么?

悬浮法聚氯乙烯树脂结构分紧密型和疏松型两种, 目前, 应用的聚氯乙烯树脂都是疏松型结构。标准 GB/T 5761—93 规定的疏松型聚氯乙烯技术指标见表 4-49。

表 4-49 国产悬浮法疏松型聚氯乙烯的技术指标(GB/T 5761—2006)

型号与级别		SG1			SG2			SG3			SG4			SG5			SG6			SG7			SG8		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
粘度/(mL/g) K 值 平均聚合度		156~144 77~75			143~136 74~73			135~127 72~71 1350~1250			126~119 70~69 1250~1150			118~107 68~66 1100~1000			106~96 65~63 950~850			95~87 62~60 850~750			86~73 59~55 750~650		
杂质粒子数/个 ≤		16	30	90	16	30	90	16	30	90	16	30	90	16	30	90	16	30	90	20	40	100	20	40	100
挥发物(包括水) 含量(%) ≤		0.30	0.40	0.50	0.30	0.40	0.50	0.30	0.40	0.50	0.30	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50
表观密度/(g/mL) ≥		0.45	0.42	0.40	0.45	0.42	0.40	0.45	0.42	0.40	0.45	0.42	0.40	0.45	0.42	0.40	0.48	0.45	0.40	0.48	0.45	0.40	0.48	0.45	0.40
筛余物 (%)	0.25mm 筛孔 ≤	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	8.0
	0.063mm 筛孔 ≥	90	90	80	90	90	80	90	90	80	90	90	80	90	90	80	90	90	80	90	90	80	90	90	80
鱼眼数/(个/ 400cm ²) ≤		20	40	—	20	40	—	20	40	—	20	40	—	20	40	—	20	40	—	30	50	—	30	50	—
100g 树脂的增塑剂 吸收量/g ≥		27	25	—	27	25	—	26	25	—	23	22	—	20	19	—	18	16	—	16	14	—	14	14	—
白度(160℃,10min 后)(%) ≥		74	—	—	74	—	—	74	—	—	74	—	—	74	—	—	74	—	—	70	—	—	70	—	—
水萃取液电导率/ (S/m) ≤		5 × 10 ⁻³			5 × 10 ⁻³			5 × 10 ⁻³			—			—			—			—			—		
残留氯乙烯含量/ (mg/kg) ≤		8	10	—	8	10	—	8	10	—	8	10	—	8	10	—	8	10	—	8	10	—	8	10	—

注: 1. 粘度、K 值和平均聚合度指标可任选其一。

2. 使用者若对热稳定性还有其他指标要求, 可与生产厂协商确定, 并根据指标选用 GB 2917 (或 GB 9349、HG 2-1278) 进行测定。

国内引进氯碱装置生产的聚氯乙烯树脂是按聚合度大小来命名树脂的牌号，其技术指标见表 4-50。

表 4-50 聚氯乙烯牌号及技术指标

上海氯碱化工股份有限公司牌号		WS-700	WS-800	WS-900	
相应日本信越牌号		TK-700	TK-800	TK-900	
指 标 名 称	比粘度	0.262 ~ 0.293	0.291 ~ 0.319	0.318 ~ 0.345	
	K 值(DIN 55726)	57 ~ 59	60 ~ 62	63 ~ 65	
	表观密度/(g/mL)	0.52 ~ 0.62	0.51 ~ 0.61	0.50 ~ 0.60	
	挥发物含量(最大)(%)	0.4	0.4	0.3	
	增塑剂吸收量(最大)(%)	14	16	19	
	VCM 残留量(最大)/ $\times 10^{-6}$	10	10	10	
	粒度	大于 35 μm 筛孔(最大)(%)	0.1	0.1	0.1
	分布	通过 149 μm 筛孔(%)	25 ~ 93	25 ~ 95	25 ~ 95
	热稳定性(与标准片比)	合格	合格	合格	
	鱼眼数/(个/100 cm^2)	约 50	约 50	约 100	
	体积电阻率/($\Omega \cdot \text{cm}$)	—	—	—	
	干完时间(布拉本德仪)/min	约 17	约 18	约 20	
	杂质/(个/100g)	约 50	约 50	约 50	
平均聚合度	655 ~ 750	750 ~ 850	850 ~ 950		
上海氯碱化工股份有限公司牌号		WS-100	WS-1200	WS-1300	
相应日本信越牌号		TK-1000	TK-1200	TK-1300	
指 标 名 称	比粘度	0.356 ~ 0.380	0.389 ~ 0.412	0.411 ~ 0.433	
	K 值(DIN 55726)	66 ~ 68	69 ~ 71	71 ~ 73	
	表观密度/(g/mL)	0.47 ~ 0.57	0.44 ~ 0.54	0.42 ~ 0.52	
	挥发物含量(最大)(%)	0.3	0.3	0.3	
	增塑剂吸收量(最大)(%)	22	25	27	
	VCM 残留量(最大)/ $\times 10^{-6}$	7	5	5	
	粒度	大于 35 μm 筛孔(最大)(%)	0.1	0.1	0.1
	分布	通过 149 μm 筛孔(%)	30 ~ 70	30 ~ 70	30 ~ 70
	热稳定性(与标准片比)	合格	合格	合格	
	鱼眼数/(个/100 cm^2)	约 100	约 50	约 50	
	体积电阻率/($\Omega \cdot \text{cm}$)	71×10^{12}	71×10^{12}	71×10^{12}	
	干完时间(布拉本德仪)/min	约 20	约 22	约 23	
	杂质/(个/100g)	约 50	约 50	约 50	
平均聚合度	1000 ~ 1100	1150 ~ 1250	1250 ~ 1350		

注：表中列出的聚氯乙烯牌号及技术指标是上海氯碱化工股份有限公司生产的产品，是引进日本信越化学公司悬浮法生产技术。

性能特征如下所述。

1) 外观为白色无定形粉末, 粒径在 $60 \sim 250\mu\text{m}$ 范围内, 表现密度 $400 \sim 600\text{kg}/\text{m}^3$, 制品密度硬质为 $1.4 \sim 1.6\text{g}/\text{cm}^3$, 软质为 $1.2 \sim 1.4\text{g}/\text{cm}^3$ 。

2) 聚氯乙烯热性能: 没有明显的熔点, 在 $80 \sim 85^\circ\text{C}$ 开始软化, 130°C 左右变为粘弹态, $160 \sim 180^\circ\text{C}$ 变为粘流态, 分解温度 $200 \sim 210^\circ\text{C}$, 脆化温度 $-60 \sim -50^\circ\text{C}$ 。

3) 对光和热的稳定性差, 在 100°C 以上或长时间阳光曝晒, 会分解而产生氯化氢。

4) 与其他类热塑性塑料相比, 有较好的力学性能, 耐磨性能超过硫化橡胶, 硬度和刚性优于聚乙烯。

5) 难燃烧, 离开火源能自熄。

6) 介电性能很好, 对直流、交流电的绝缘能力与硬质橡胶相似, 是一种介电损耗较小的绝缘材料。

7) 不溶于水、酒精、汽油, 在醚、酮、氯化脂肪烃和芳香烃中能膨胀和溶解; 在常温下耐不同浓度盐酸、90% 以下硫酸、50% ~ 60% 的硝酸及 20% 以下的烧碱溶液, 对盐类相当稳定。

8) 聚氯乙烯塑料有硬质和软质类型, 成型制品的树脂中, 增塑剂的加入量小于 10% 为硬质塑料, 增塑剂的加入量大于 30% 为软质塑料, 增塑剂的加入量在 10% ~ 30% 之间为半硬质塑料。

聚氯乙烯的性能指标见表 4-50。

4.76 悬浮法聚氯乙烯可注射成型哪些制品? 成型应注意哪些事项?

悬浮法聚氯乙烯注射成型, 是以悬浮法聚氯乙烯树脂为主要原料, 加入一定比例的辅助料(稳定剂、润滑剂、填充剂、着色剂和其他一些助剂)后、掺混搅拌均匀、经挤出造料后(也可根据注塑机的条件直接投入粉料), 可注射成型汽车配件、仪表盘、后盖板、座椅、管件、泵体、塑料鞋、医用容器、手轮和密封圈等。

注射成型聚氯乙烯制品应注意事项如下。

1) 制品壁厚应在 $1.5 \sim 5\text{mm}$ 之间, 特殊情况最薄壁厚不应小于 1.2mm 。

2) 流道长度与制品壁厚之比为 $100:1$ 左右。

3) 脱模斜度为 $1^\circ \sim 1.5^\circ$ 。

4) 为提高模具防腐能力, 型芯与型腔表面应镀铬。

5) 为保证制品表现质量, 注意流道末端冷料槽容积应大些。

4.77 聚氯乙烯注射成型选用注塑机有什么要求?

硬质聚氯乙烯注射成型制品, 应选用螺杆式注塑机。对螺杆的结构要求应参照

第 2.2.12 题中专用型螺杆的内容选择,也可按表 2-8 选用 PVC 粉料成型用注塑机型号。目前应用较多的是渐变型螺杆,压缩比为 2~2.5,长径为 12~20,螺杆头部结构为锥形。

4.78 聚氯乙烯注射成型用料有哪些要求?

1) 硬质聚氯乙烯制品注射成型用主原料,应选用 SG7 或 SG8 型树脂。表 4-51 列出注射 PVC 制品用料国内部分生产厂和产品牌号,可供应用时选择参考。

表 4-51 聚氯乙烯注塑制品用料生产厂及产品牌号

生产厂家	PVC 牌号	特点和用途
上海氯碱集团化工	EB101—1	透明料。用于化妆品包装容器
	EB101—2	增强型透明粒料。用于化妆品包装容器
	EB101—3	透明粒料。用于小型化妆品包装容器
	EB104—2	增强型彩色粒料。用于化妆品包装容器
	EB104—3	彩色粒料。用于小型化妆品包装容器
	EB105—1	彩色粒料。用于化妆品包装容器
	EB105—2	增强型彩色珠光粒料。用于化妆品包装容器
	EB105—3	彩色珠光粒料。用于化妆品小型包装容器
沧州化工实业集团有限公司	S450	注塑料。适合注塑一般用途、工业用、管道部件及杂物等
	MR800、ML1100、MH1500	注塑凉鞋、汽车部件、电器用品、厨房用品,吹塑容器
	SM1300、SD700、SD1000	消光树脂。注塑、鞋、汽车部件、电器用品、吹塑瓶、容器
	H12L	高抗冲树脂。注塑一般用途制品、吹塑瓶、容器
天津化工厂	TH—400 型	流动性好、透明度好、阻燃性高、塑化时间短,可代替 ABS 注塑家电外壳和瓶
齐鲁石油化工	S—700	注塑硬质、半硬质、透明制品。可成型接头、阀、电气和汽车配件、容器等
	S—1000	注塑软质鞋底、软质杂品、软管
天津乐金大沽化学有限公司	TL—700、TL—800	加工成型容易。用于硬质管件,注塑吹塑瓶子
福州二化集团	K57、K59	硬质、高透明。适合注塑吹塑中空制品、瓶及各种硬质制品
	K61、K63	适合注塑成型硬质管件、吹塑瓶子
	K70	注塑软管、全塑凉、拖鞋

2) 树脂中加入辅助料组成 PVC 制品成型用料配方。辅助料有稳定剂、润滑剂、填充剂、着色剂及改性剂和加工助剂。

① 稳定剂。加入树脂中的作用,是防止主原料在受高压、高温塑化熔融过程

中分解。常用稳定剂有三碱式硫酸铅和二碱式亚磷酸铅等。

② 润滑剂。加入树脂内是为了减少原料间的摩擦阻力、改善塑化熔融料的流动性。常用内润滑剂有硬脂酸 (HSt)。外润滑剂加入树脂中是为了克服原料与设备和模具工作面黏附性和改善制件的表现质量及方便脱模。常用外润滑剂有石蜡和高效外润滑剂 G-70 等。

③ 填充剂。主要为降低注塑件生产成本,可改善注塑件外形尺寸稳定性,降低收缩率,降低塑化熔融料的粘度,有利于注射成型。

④ 加工助剂。是为了改善主原料混炼、塑化质量,增加注射制品表面光泽。常用加工助剂是丙烯酸类树脂。

⑤ 改性剂。与主原料共混是为了改善 PVC 树脂的低温脆性和冲击性能。常用改性剂有氯化聚乙烯 (CPE) 和乙烯-乙酸乙烯共聚物 (EVA)、ABS 等。

3) 一般情况下,如果原料含水分不超过 0.4%,可直接投产使用。

4) 如果原料受潮,含水分超过 0.4% 时,应干燥处理。在 90 ~ 110℃ 的恒温箱中,烘烤 1 ~ 1.5h,降温后即可使用生产。

5) 按 PVC 制品用料配方要求把主、辅料计量、掺混后,按第 4.7 ~ 第 4.9 内容挤出造粒。

聚氯乙烯注射制品用料配方(硬质)实例:

1) PVC (SG7) 100, 甲基丙烯酸酯-丁二烯-苯乙烯共聚物 (MBS) 3、邻苯二甲酸二辛酯 (DOP) 3, 月桂酸有机锡 2.5, 硬脂酸钙 (CaSt) 0.5, 石蜡 (P-C1) 0.6。

2) 软质 PVC 鞋底料: PVC (SG2) 100、邻苯二甲酸二辛酯 (DOP) 85、环氧大豆油 (ESO) 5、硬脂酸钡、镉 2、石蜡 (P-C1) 0.8。

4.79 聚氯乙烯注射成型工艺参数怎样选择?

1) 机筒中原料塑化温度为 165 ~ 190℃, 螺杆转数为 200 ~ 500r/min。

2) 喷嘴温度应低些,一般在 170 ~ 180℃ 间。

3) 由于注射温度与熔体分解温度很接近,注意要经常校正仪表显示温度与机筒实际测温度差,避免原料分解,影响生产。

4) 注射压力应大于 90MPa, 保压压力为 60 ~ 80MPa。较高的注射压力,有利于熔料充模,成型制件密实、收缩变形小,但给制品脱模带来些困难。

5) 在高注射压力条件下,注射速度应慢些,以避免熔料经过喷嘴时因速度过快而升温,造成一些料分解,影响制品质量。

6) 模具温度在 30 ~ 60℃ 间。薄形、形状复杂制件的模具温度应偏高些。为了减小制件应力的产生,模具各部位温差应不超过 5℃。

7) 制品的成型周期应尽量缩短,这既能提高生产率,又可防止熔体料的分解。以制品脱模时有一定强度,不变形为依据,时间越短越好。一般在 40 ~ 80s 内完成。

8) 用硬聚氯乙烯树脂生产前, 如果塑化机筒内有 PS 或 ABS 料时, 应在硬聚氯乙烯预塑温度条件下, 加入聚氯乙烯树脂清洗机筒。若机筒内是 POM 料, 温度高于聚氯乙烯树脂塑化温度范围时, 应先用 PE 或 PS 原料清洗机筒, 然后再用聚氯乙烯树脂清洗。清洗排净后再投入生产。

如发现料为棕色条纹颜色, 说明原料已接近分解, 应清洗干净。正式生产前应对空注射, 检查熔体料样, 熔体料光亮, 说明清理干净、塑化温度合理, 即可注塑生产。

停产时按同样方法, 用 PE 或 PS 料清洗机筒, 直至把聚氯乙烯全部排净, 方可断电停产。

4.80 什么是聚碳酸酯? 有哪些性能特征?

聚碳酸酯 (PC) 是在大分子主链中含有碳酸酯链节的高分子化合物的总称。聚碳酸酯的生产方法有酯交换法和光气化法。目前应用量最大、用途较广的是双酚 A 型芳香族聚碳酸酯和工程塑料玻璃纤维增强聚碳酸酯。

(1) 性能与特征 聚碳酸酯是一种透明、白色或微黄色聚合物, 无定形, 无味、无毒; 制品刚硬, 耐冲击, 有良好的韧性, 吸水率较低; 力学性能优良。但耐疲劳强度低, 容易产生开裂; 耐热性和耐寒性较好, 应用温度范围为 $-60 \sim 120^{\circ}\text{C}$, 热变形温度为 135°C 左右, 温度在 $220 \sim 230^{\circ}\text{C}$ 呈熔融态, 分解温度 $> 310^{\circ}\text{C}$; 熔体粘度大, 流动性差, 成型加工难度较大, 但着色性好; 有较好的电绝缘性, 不易燃, 有自熄性; 耐酸、盐类和油、脂肪烃及醇, 不耐氯烃、碱、胺、酮等介质, 易溶于二氯甲烷、二氯乙烷等氯代烃类溶剂中。

(2) 质量 聚碳酸酯 (酯交换法树脂) 质量标准 (GB/T 2920—1982) 见表 4-52。

表 4-52 酯交换法树脂 (GB/T 2920—1982)

项 目	指标		
	一级品	二级品	三级品
含有杂质的颗粒 (%)	≤ 3	3 ~ 5	5 ~ 10
溶液色差	≤ 4	4 ~ 8	8 ~ 12
热降解率 (%)	≤ 10	10 ~ 15	15 ~ 20
冲击强度 (缺口) / (kJ/m^2)		≥ 45	
拉伸强度/MPa		≥ 60	
断后伸长率 (%)		≥ 70	
屈服弯曲强度/MPa		≥ 95	
热变形温度/ $^{\circ}\text{C}$		126	
体积电阻率/ ($\Omega \cdot \text{cm}$)		5.0×10^{15}	
相对介电常数 (1MHz)		2.7 ~ 3.0	
介电损耗角正切 (1MHz)		$\leq 1.0 \times 10^{-2}$	
介电强度/ (kV/mm)		16	

4.81 聚碳酸酯可注射成型哪些制品？

聚碳酸酯是一种综合性能优良的工程塑料，其制品广泛应用在机械、电子电器工业、交通运输和纺织工业、医疗和生活日用品中。

1) 机械方面，各种工作负荷不大的齿轮、齿条、凸轮、蜗杆、螺钉、螺母、管件、叶轮、阀门用零件、照相器材用零件及钟表用零件等。

2) 电子电器工业，作电子计算机、电视机、收音机、音响设备和家用电器等的绝缘接插件、线圈框架、垫片等，仪表外壳，手电钻外壳，吹风机，灯具和控制器等。

3) 生活日用品，太阳眼镜、打火机、烟具、洗澡盆、头盔、灯片、餐具、信号灯体及啤酒瓶等。

4) 军工方面，飞机、汽车和船用风挡玻璃，反坦克地雷，枪械握把，潜望镜等。

5) 其他方面，如纺织工业用各种纬纱管、纱管、毛纺管等，建筑业和农业中用作高冲击强度的玻璃窗和玻璃暖房具，具有很高的安全性和装饰性。

4.82 注射聚碳酸酯成型制品用什么类型注塑机？

注射聚碳酸酯成型制品，除小型制件可使用柱塞式注塑机外，一般多用螺杆式注塑机注射成型。螺杆结构为等距不等深螺纹，带止逆环的渐变压缩型，单头螺纹式，螺杆长径比为15~20，压缩比为2~3。喷嘴结构为普通敞口延伸式。

4.83 聚碳酸酯注射成型制品用料有哪些要求？

聚碳酸酯吸湿性差，但在高温下对水很敏感，即使在原料中有微量水存在，也会使聚碳酸酯剧烈分解。粘度下降、放出二氧化碳等气体，各种性能严重劣化，塑料变色。成型的制品带银丝、气泡、强度下降或出现破裂等现象。含水量越高，则对制品质量影响越厉害。所以，原料投产前必须进行干燥处理。处理方法可参照表4-53进行。

表 4-53 聚碳酸酯的干燥处理条件

干燥方法		热风循环	真空干燥 (真空度 95kPa 以上)	料斗式干燥
干燥处理条件	温度/℃	120 ~ 130	110 ~ 115	110 ~ 120
	时间/h	6	10 ~ 20	
	料层厚/mm	< 30	< 40	

原料干燥处理后的含水量应小于0.02%，同时注意应立即把干燥后的原料投入料斗中生产。如果存放时间超过30min，则要把干燥后的原料存放在高温

(100℃以上)防吸潮的贮槽中。

表 4-54 列出注射聚碳酸酯制品用料,是国内部分 PC 生产厂的产品牌号及应用特点,可供应用时选择参考。

表 4-54 PC 注塑制品用料生产厂及产品牌号

生产厂家	PC 牌号	特点和用途
上海中联 化工厂	T—1230	低粘度、相对分子质量 23000 ± 1000 , 微黄至透明, 流动性好, 适合成型工程制品
	T—1260B	黑色、适合可着色的制品
	T—1260W	耐磨型, 摩擦因数和磨耗小, 成型各种耐磨注塑件
	T—1290	注塑及吹塑型, 高粘度相对分子质量 29000 ± 1000 , 外观微黄至透明; 适合力学性能好的工程件
	TE260. X	注塑型, 含 PE2% ~6%, 为 PE 改性型制品
	TE260. 7—H1	抗冲性好, 草绿色, 适合抗冲性制品
	TE—1005	聚乙烯改性、耐沸水、外观乳白不透明, 适合工程制件
	TG—2620S ₁	增强脱模型, 20% 玻璃纤维增强改性, 力学性能好, 易脱模
天津有机 化工二厂	TG—2620S ₂ 、TG—2620S ₃	增强脱模型、20% 玻璃纤维增强改性、熔体流动性好、力学性能好、易脱模
	JTG—1	低粘度, 相对分子质量 26000 ± 2000 , 熔体流动性好, 适合电子工程制品, 仪器仪表和生活日用品等
	JTG—2	中粘度, 相对分子质量 30000 ± 2000 , 熔体流动性好, 适合电讯器材及纺织器材等工程制品
	JTG—3	高粘度, 相对分子质量 35000 ± 3000 , 适合机械工业、各种型材要求高强度的工程制品
常州有机 化工厂	JTG—4	超高粘度, 相对分子质量大于 38000, 适合高强度大型制品和带有金属嵌件的工程制品
	PG—1	低粘度, 相对分子质量 25000 ± 2000 , 外观透明至微黄, 流动性好。适合精密成型及高强度工程制品
	PG—2	已改性, 中粘度, 相对分子质量 30000 ± 2000 , 外观透明至微黄, 流动性好, 用途与 PG—1 相同
	PG—3	高粘度, 相对分子质量 35000 ± 2000 、外观透明至微黄, 适合成型高强度各种工程制品
常州有机 化工厂	PG—4	超高粘度, 相对分子质量大于 38000, 外观透明至微黄; 适合成型高强度大型或中空制品

(续)

生产厂家	PC 牌号	特点和用途
大连第七塑料厂	GL20	含 20% 长玻璃纤维增强改性, 适合工程制品
	GL30	含 30% 长玻璃纤维增强改性, 适合工程制品
	GS15	含 15% 短切玻璃纤维增强改性, 适合工程制品
	GS20	含 20% 短切玻璃纤维增强改性, 适合工程制品
	GS20E	含 20% 短切玻璃纤维增强改性, 适合工程制品。聚乙烯改性
	GS25	含 25% 短切玻璃纤维增强改性, 适合工程制品
山东东聚化工有限公司	HE—100/TK、HP—100/F	PC/ABS, HE—100/TK 低密度, 高流动性, HP—100/F 高抗冲、高耐热。适合手提电话、车载电话
	NH—1000M、NH—1000A、NH—1014B	阻燃合金、非卤素磷系。适合笔记本电脑外壳、监视器外壳及其他要求非卤素阻燃制品
	HM—1101S	加入高流动性玻璃纤维 10% 改性。适合锅炉部件、传真机外壳、照像机外壳及部件
	HM—1201S	加入玻璃纤维 20% 改性、高抗冲。用途与 HM—1101S 相同
	HM—1301S	加入玻璃纤维 30% 改性, 耐热。用途与 HM—1101S 相同
	HM—1302V	高流动、低收缩、GF/MF。用途与 HM—1101S 相同

4.84 聚碳酸酯注射成型工艺参数怎样选择?

1. 塑化注射温度

聚碳酸酯原料的塑化注射温度选择与树脂的相对分子质量及其分布和制品结构形状的复杂程度有关, 一般控制在 250 ~ 310℃ 之间。对于熔体粘度值较高、制品的形状较复杂或壁厚件, 应取较高温 (280 ~ 310℃); 对于制品结构形状比较简单的壁厚件, 应取较低温度 (250 ~ 280℃)。

螺杆式注塑机塑化注射温度应取较低温度值; 柱塞式注塑机的塑化注射温度应取较高温值。

聚碳酸酯原料在机筒内的进料段加热温度应取较高温, 一般应在 230℃ 以上, 以减少进料段原料前进的阻力。

喷嘴部位注射时的温度应控制在 260 ~ 310℃。

2. 熔体的注射压力

由于聚碳酸酯树脂熔体粘度较高, 注射成型时用注射压力在 80 ~ 150MPa 之间。一般注塑制品用螺杆式注塑机时, 取注射压力在 80 ~ 120MPa 之间, 柱塞式注塑机取注射压力在 100 ~ 150MPa 之间; 用螺杆式注射机成型结构复杂制品或壁厚件时, 由于熔料流程长, 注射压力应取高些 (可达 150MPa)。

注意: 为减小制品的内应力, 塑化注射聚碳酸酯树脂时, 应取高温、低注射

压力。

聚碳酸酯制品成型后的收缩率不大（在 0.5% ~ 0.8% 之间），为尽量缩短制品成型生产周期，保压时间不宜太长，以避免制品内应力增加、脱模困难。

3. 成型模具温度

为了尽量避免注塑制品产生较大内应力、由于聚碳酸酯原料塑化注射温度较高，所以，成型模具温度也不应太低（两者温差过大，是制品产生较大内应力主要原因）。一般控制在 80 ~ 140℃ 之间。制品的结构形状比较简单，应取温度低些，一般为 80 ~ 100℃；制品的结构形状复杂或壁薄时，应取温度高些，可达到 100 ~ 140℃。

聚碳酸酯制品的成型工艺参数控制中，还应注意螺杆的转速应控制在 30 ~ 60r/min；背压压力在 8 ~ 15MPa 之间。

4. 制品成型后的处理

脱模后的注塑件应进行热处理，目的是为了消除或降低制品成型过程中所产生的内应力。热处理方法：将制品放入 120 ~ 140℃ 的油、水、液体石蜡或热风循环烘箱等任一种加热环境中，加热 8 ~ 24h（壁厚制品（20mm 以上）取长时间；薄壁制品（5mm 以上）取 8h），然后缓慢降至室温（注意：不可降温过快，否则会重新产生内应力）。热处理后的注塑件，既可避免了因有内应力而产生的开裂现象，又可使制品的拉伸强度、弯曲强度、硬度和热变形温度都得到不同程度的提高。

4.85 什么是聚甲醛？有哪些性能特征？

聚甲醛（POM）是一种没有侧链，主链上含有许多重复醛基（ $-\text{CH}_2-\text{O}-$ ）、高密度、高结晶型聚合物。按其原料和合成方法及分子结构的不同，可分为均聚甲醛和共聚甲醛。均聚甲醛是三聚甲醛或甲醛的均聚物；共聚甲醛是三聚甲醛、少量二氧五环和水的共聚物。

性能与特征：聚甲醛树脂为乳白色，不透明，易着色，其制品表面光滑，有光泽；有良好的综合性能，其强度、刚性、耐冲击性能和耐蠕变性能等都很好，耐疲劳性在热塑性塑料中最佳，耐磨性和电性能优良，吸水性低；制品形状尺寸稳定，但成型时收缩率较大；有良好的耐农药性和耐油性，但耐强酸、强碱、酚类和有机卤化物性差；使用温度为 $-40 \sim 100^\circ\text{C}$ ，可在 85°C 水中， 105°C 空气中，有机溶剂、无机盐溶液和润滑剂中长期使用。

均聚甲醛除有上述性能外，其密度，结晶度、力学性能好。共聚甲醛短期强度、模量、伸长率、热变形温度、耐蠕变性能、耐热老化、耐热水性都优于均聚甲醛，成型温度范围也较宽。

共聚甲醛国家标准见表 4-55。

表 4-55 共聚甲醛树脂国家标准

型号	密度 /(g/cm ³)	熔体流 动速率 /(g/10min) >	熔点 /°C ≥	热变形温 度(1.82MPa) /°C ≥	拉伸屈 服强度 /MPa ≥	断后 伸长 率 (%) ≥	冲击强度		弯曲弹 性模量 /GPa ≥	
							简支梁 (无缺口) /(kJ/m ²) ≥	悬臂梁 (缺口) /(J/m ²) ≥		
M10	优等品	1.37 ~ 1.41	0.5 ~ 2.0	162	105	59	40	100	48	2.0
	一等品							80		
	合格品							60		
M25	优等品	1.37 ~ 1.41	2.0 ~ 4.0	162	105	57	40	100	48	2.0
	一等品							80		
	合格品							60		
M60	优等品	1.37 ~ 1.41	4.0 ~ 7.5	162	105	57	40	100	48	2.0
	一等品							80		
	合格品							60		
M90	优等品	1.37 ~ 1.41	7.5 ~ 10.5	162	105	57	40	90	48	2.0
	一等品							70		
	合格品							50		
M120	优等品	1.37 ~ 1.41	10.5 ~ 14.0	162	105	57	35	80	48	2.0
	一等品							70		
	合格品							50		
M160	优等品	1.37 ~ 1.41	14.0 ~ 18.0	162	105	57	35	80	48	2.0
	一等品							70		
	合格品							50		
M200	优等品	1.37 ~ 1.41	18.0 ~ 23.0	162	105	57	25	70	48	2.0
	一等品							60		
	合格品							50		
M270	优等品	1.37 ~ 1.41	23.0 ~ 32.0	162	105	57	25	60	48	2.0
	一等品							50		
	合格品							40		

4.86 聚甲醛可注射成型哪些制品?

聚甲醛制品是较理想的工程塑料,注射成型的制品可代替铜、铝、铸锌和钢等金属,广泛应用在农业机械、汽车、电子电器、仪表和建筑、轻工各行业中。如在汽车方面,可制作排水阀门、散热器箱盖、水泵中叶轮、加热器风扇、轴承架、制

动器和方向盘上用零件等；在机械设备中，用来制作轻负荷齿轮、联轴节、泵体外壳和泵用零件、机床导轨及机床用零件等；在电器方面，用来制作电话、无线电、录音机、录像机、电视机、电子计算机和传真机中零件等；在日常生活中，用于制作水箱、水龙头、窗框、水管接头、水表壳体和燃气表中零件等；由于聚甲醛无毒性、不污染环境，还可大量应用在食品机械设备中，如传动齿轮、轴承及支架等。

4.87 注射成型聚甲醛制品用材料有哪些要求？

聚甲醛树脂成型制品前应在 90 ~ 100℃ 的烘箱中干燥处理 3 ~ 4h，处理后的树脂含水量应不大于 0.1%。先把树脂挤出造粒，然后粒料中加入一定比例的填充料、稳定剂及甲醛吸收剂，混合搅拌均匀后再挤出造粒。则此料即可注射成型制品。

国内部分聚甲醛生产厂的产品牌号及特点与用途见表 4-56。

表 4-56 聚甲醛注塑制品用料生产厂及产品牌号、特点和用途

生产厂家	POM 牌号	特点和用途
上海太平洋化工 (集团) 公司溶剂厂	M60	韧性好，注塑一般工程制品和吹塑容器
	M90、M120	熔体流动性好，加工性能稳定，可塑性优良，注塑一般工程制品
	M160、M200	熔体流动性好，易成型，可注塑各种结构件
	M270、M400	熔体流动性好，制品内应力小，适合注塑结构复杂小型制件及多模腔薄壁工程制品
东聚化工 股份有 限公司	K—2025	含 20% 玻璃纤维改性增强，注塑汽车泵、动力阀、万向节轴承、马达齿轮；轴承、叶轮、家电、电子部件
	K—2021	耐摩擦、高润滑。用途与 K—2025 相同
	K—1001	高耐候性，用途与 K—2025 相同
	KV—188	阻燃。用途与 K—2025 相同
杜邦中国 有限公司 (产品性能参数见表 4-57)	100 ^{1,2} , 100P	高粘树脂，易于填充模具、100P 加工性能好，有较高韧性，适合高应力件
	500 ^{1,2} , 500P	一般用途、易成型。适合一般机械零件、齿轮、拉链、凸轮
	900 ^{1,2} , 900P	高流动性、低粘度。适合成型多模腔及较不易填充的薄壁制件
	1700、1700P	超低熔体粘度、易成型，适合形状复杂，薄壁、长流道或多模腔制品成型
	100ST	高粘性、超强韧性、适合高负载、有超强韧性制件
	500AF'	加入 20% TEFLON ³ 纤维、表面润滑，低摩擦因数，高耐磨耗率，齿轮、衬套，凸轮等耐磨件

(续)

生产厂家	POM 牌号	特点和用途
杜邦中国有限公司 (产品性能参数见表 4-57)	500CL'	加入化学润滑剂、低摩擦、低磨损率、适合耐抗磨耗的机械零件
	570	加入 20% 玻璃纤维、高刚性、低翘曲, 高温环境性能稳定。要求较高刚性一般机械零件
	577	加入 20% 玻璃纤维并添加 UV 安定剂, 适合有较好耐候性与刚性的一般机械零件
上海溶剂厂 (产品性能参数见表 4-58)	M250 熔体流动速率小于 4g/10min	适合于对冲击强度或韧性有要求的机械零件、轴套、小模数齿轮等
	M900 熔体流动速率在 (4 ~ 14) g/10min	适合一般注塑件、轴套、齿轮线圈骨架、喷雾器零件, 水暖零件等
	M170 MFR = 14 ~ 23g/10min	适合于塑料拉链和小型薄壁零件
	M170 MFR = 2 ~ 14g/10min	适合于机械性能要求一般的注塑件
	M170 MFR > 4g/10min	适合于冲击强度要求不高的零件

表 4-57 聚甲醛性能

性 能	最强聚 甲醛 100P	一般 用途 500P	高流动 性能 900P	极高流 动性 1700P	冲击改良		低摩擦、低磨耗		高钢性 570,577
					100ST	500T	500AF	500CL	
拉伸强度/MPa 23℃	69	69	69	70	64	58	48	66	59
破裂点拉伸变形量(%) 23℃	65	35	25	15	521	91	15	50	12
弹性系数/MPa 23℃	3220	3360	3640		1280	2330	2890	3100	6200
挠曲系数/MPa 23℃	2840	3090	3220	3230	1280	2420	2410	2940	5030
挠曲变形强度/MPa 23℃	98	97	97	103	40	70	72	90	74
Izod 冲击试验/(J/m) 无缺口 23℃	>5300	2160	1620	—	不破裂	不破裂	—	—	—
热畸变温度/℃ 1.8MPa	136	136	136	—	65	85	118	124	158
0.5MPa	172	172	172	—	168	174	168	170	174
熔点/℃	175	175	175	—	175	175	175	175	—
导热系数/(W/m·K)	0.37	0.37	0.37	—	—	—	—	—	—
线胀系数/(10 ⁻⁵ m/m℃) 29 ~ 60℃	12.2	12.2	12.2	—	10.6	12.0	12.2	12.2	—
介电常数 50% RH, 23℃, 10 ² ~ 10 ⁶ Hz	3.7	3.7	3.7	—	4.1	3.6	3.1	3.5	3.9
相对密度	1.42	1.42	1.42	—	1.34	1.39	1.54	1.42	1.56
洛氏硬度 M	94	94	94	89	58	79	78	90	90
洛氏硬度 R	120	120	120	107	105	117	118	120	118

表 4-58 上海溶剂厂产聚甲醛树脂性能

性 能	试验方法/T	M250	M900	M1700
相对密度	GB/T 1033.1—2008	1.40	1.40	1.40
熔体流动速率(190℃ × 2.16kg)/(g/10min)	GB/T 3682—2000	≥4	4 ~ 14	14 ~ 23
拉伸强度/MPa	GB/T 1040.5—2008	55	55	55
断后伸长率(%)	GB/T 1040.5—2008	50	50	50
弯曲强度/MPa	GB 1042—1979	97	97	97
压缩强度/MPa	GB/T 1041—2008	81	81	81
冲击强度/(J/cm ²)	GB/T 1043.1—2008	10	10	10
悬臂梁冲击强度(缺口)/(J/cm ²)	GB/T 1043.1—2008	1.5	1.5	1.5
白度/度	GB/T 2913—1982	≥75	>75	≥50
马丁耐热温度/℃	GB/T 1035—1970	55	55	55
线膨胀系数/K ⁻¹	GB/T 1036—2008	10.7×10^{-5}	10.7×10^{-6}	10.7×10^{-5}
体积电阻率/($\Omega \cdot m$)	GB/T 1044—1970	3×10^{14}	3×10^{14}	3×10^{14}
相对介电常数(10 ⁶ Hz)		3.8	3.8	3.8
介电强度/(kV/mm)	GB/T 1046—1970	19.5	19.5	19.5
热碱(222℃ × 10min)(%)		≥99.0	≥99.20	
热分解常数(K222℃)/(%/min)		≤0.040	≤0.030	
外观	乳白色至淡黄色颗粒,颗粒均匀、光亮、无黑粒杂质			

4.88 聚甲醛注射成型制品时的工艺参数怎样控制?

1) 无特殊要求的聚甲醛树脂注射成型前可不进行干燥处理,但如果含水分质量分数较高(超过0.2%)则必须对其进行干燥处理,使其含水分质量分数低于0.1%。这样可提高制品的表面光泽,减少制品中白芯和气泡的产生。

2) 制品中有嵌件时,注射前嵌件要在100~150℃温度中进行预热处理。这样,可减少嵌件在制品中周围应力,保证制品质量、以避免制件在使用中受周围环境温度变化影响,出现裂纹或开裂现象。

3) 原料在注塑机的机筒内塑化温度控制在170~200℃间,最高不超过210℃。塑化熔料在机筒内停留时间不宜过长,以避免熔态料分解变色并产生刺激性和腐蚀性气体。

4) 喷嘴温度控制一般略低于机筒塑化原料用最高温度。

5) 成型模具温度控制在80~120℃范围内。模具温度偏高时,成型制品结晶时间长,使结晶完整、熔料流动好,充模质量好,这样对保证制品成型质量有利,可得到良好的制品表面。但为了缩短生产成型周期,一般注射制品成型可取模具温度低些。

6) 注射压力控制在40~130MPa范围。通常,薄壁或形状复杂制品成型取高的注射压力;形状简单壁厚制品取低压力。但应注意:注射压力过高时,熔料充模速度快,容易使制品产生内应力,制品内混有气泡或表面形成雾斑。

7) 注射速度为 $40 \sim 80 \text{cm}^3/\text{s}$; 厚壁制品成型取慢速注射; 薄壁制品取快速注射。为防止壁厚制品熔料注射出现喷射现象、影响制品外观质量, 有时注射速度还可低于 $40 \text{cm}^3/\text{s}$ 。

8) 聚甲醛制品, 特别是带有金属嵌件的制品, 由于两种材料的线膨胀系数不同及制品使用中进一步结晶而发生收缩, 产生内应力, 使用时易出现变形或开裂现象。成型后的制品进行热处理, 就是为了消除内应力, 以保持制品外形尺寸稳定, 防止制品翘曲或开裂。聚甲醛制品成型后的热处理方法, 可按表 4-29 中的条件进行。

检查制件消除内应力的效果, 可把热处理后制品浸入浓度为 30% 的盐酸溶液中, 30min 后取出, 查看制品是否有裂纹, 没有出现裂纹的制品说明其残余内应力已经较小, 达到了制品热处理效果。

4.89 什么是聚甲基丙烯酸甲酯? 有哪些性能特征?

聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 是聚丙烯酸类聚合物中的一种, 分子量在 50 万 ~ 100 万之间, 俗称有机玻璃。

聚甲基丙烯酸甲酯的光学性能优良, 透光率可达 92%, 无色, 几乎不吸收可见光, 着色性好, 在热作用下几乎不褪色, 不变色; 耐腐蚀, 耐候性好, 电性能好, 耐酸、碱、无机盐、有机盐和油脂类, 在室外长期暴露时其透明性和色泽变化很小, 有良好的耐电弧性及不漏电、表面电阻大。不足之处是制品表面硬度小, 易划伤, 热膨胀系数大, 吸水性高, 因温度和湿度引起的尺寸伸缩量大; 缺口冲击强度低, 易产生应力开裂; 电绝缘性高, 易带电; 制品可燃, 无火焰, 无毒。

可注射成型的甲基丙烯酸甲酯—苯乙烯共聚物 (372 模塑料) 和甲基丙烯酸甲酯—丙烯酸甲酯共聚物 (613 模塑料) 的质量标准见表 4-59 和表 4-60。

表 4-59 PMMA (372) 质量标准 (GB/T 15597—1995)

指标名称		GN (C) -100-015			GN (C) -100-030		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
粒度 (对径 1.5 ~ 3.0mm, 长度 3.0 ~ 6.0mm) (%) ≥		95			95		
含杂质颗粒数/ (粒/ 10g)	直径大于 0.25mm						
	直径小于 0.25mm ≤	2	4	7	2	4	7
拉伸强度/MPa ≥		68	65	60	68	65	60
冲击强度	简支梁/ (kJ/m ²) ≥	30	22	18	30	22	18
	悬臂梁/ (J/m) ≥	30	22	18	30	22	18
硬度	球压痕/ (N/mm ²) ≥	140	130	120	140	120	110
	洛氏硬度 (M) ≥	140	130	120	140	120	110

(续)

指标名称	GN (C) -100-015			GN (C) -100-030			
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	
透光率 (%)	≥	92	90	88	92	90	88
折射率 (25℃)		1.50 ~ 1.51			1.50 ~ 1.51		
相对密度 (23℃)		1.16 ~ 1.17			1.16 ~ 1.17		
吸水性 (%)	≤	0.45			0.45		
维卡软化温度/℃		96 ~ 104			96 ~ 104		
熔体流动速率/(g/10min)		1 ~ 2			2 ~ 4		
体积电阻率/($\Omega \cdot m$)	≥	1.0×10^{11}			1.0×10^{11}		
介电常数 (工频)	≤	4.0			4.0		

注：对着色材料，必须用着色前的材料试验。

表 4-60 PMMA (613) 质量标准 (GB/T 15597—1995)

指标名称		WN-100-015			WN-100-015			WN-100-030			
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	
粒度(对径 1.5 ~ 3.0mm, 长度 3.0 ~ 6.0mm) (%) ≥		95			95			95			
含杂质颗粒数/(粒/10g)	直径大于 0.25mm	不允许									
	直径小于 0.25mm	≤	2	4	7	2	4	7	2	4	7
拉伸强度/MPa		≥	68	65	60	68	65	60	68	65	60
冲击强度	简支梁/(kJ/m ²)	≥	30	22	18	30	22	18	30	22	18
	悬臂梁/(J/m)	≥	30	22	18	30	22	18	30	22	18
硬度	球压痕/(N/mm ²)	≥	140	130	120	140	130	120	140	130	120
	洛氏硬度(M)	≥	140	130	120	140	130	120	140	130	120
透光率 (%)		≥	92	90	88	92	90	88	92	90	88
折射率 (25℃)			1.49 ~ 1.50			1.49 ~ 1.50			1.49 ~ 1.50		
相对密度 (23℃)			1.18 ~ 1.19			1.18 ~ 1.19			1.18 ~ 1.19		
吸水性 (%)		≤	0.45			0.45			0.45		
维卡软化温度/℃			96 ~ 104			96 ~ 104			96 ~ 104		
熔体流动速率/(g/10min)			1 ~ 2			1 ~ 2			2 ~ 4		
体积电阻率/($\Omega \cdot m$)		≥	1.0×10^{11}			1.0×10^{11}			1.0×10^{11}		
介电常数 (工频)		≤	4.0			4.0			4.0		

注：对着色材料，必须用着色前的材料试验。

4.90 聚甲基丙烯酸甲酯可注射成型哪些制品？

由于聚甲基丙烯酸甲酯制品有一定的强度，并且透明度好，所以多用在要求透明、防震和防爆方面。如汽车、船舰上的玻璃窗、挡风玻璃、仪表盘、仪器罩及灯

罩等；军工上用于光学透镜、防爆、消声玻璃、防弹玻璃、防毒面具视镜、激光防护镜等；飞机用的透明舱盖、高速飞机用挡风玻璃等及电器方面用磁带盒、光学显像盘和电绝缘零件等。

4.91 注射成型聚甲基丙烯酸甲酯制品选用什么类型注塑机？

聚甲基丙烯酸甲酯注射成型，可用柱塞式注塑机或螺杆式注塑机。螺杆结构为渐变型，压缩比为 1.4 ~ 2.5。喷嘴直径应大些，一般在 5 ~ 7mm，最大直径可达 10mm，结构为直通式。

4.92 聚甲基丙烯酸甲酯注射成型制品用料有哪些要求？

聚甲基丙烯酸甲酯易吸湿、原料投产前要进行干燥处理。处理方法是把原料在 80℃ 左右温度中，料层厚 30mm、烘干 2h 以上，最终使料中含水量要小于 0.05%。

上海制笔化工厂产 613 牌丙烯酸酯共聚物，可成型笔、军工和仪表等。上海珊瑚化工和苏州安利化工生产的 PMMA 牌料，可注射成型汽车、仪表、建筑、工艺美术、日用品、交通运输工具等零部件，如透镜、防护罩、安全窗、控制板、设备外罩和医用部件等。另外，黑龙江龙新化工有限公司生产的 LX-040、LX-060 牌号的 PMMA，熔体流动速率较高，可注射成型力学性能要求较高的制品。

4.93 聚甲基丙烯酸甲酯注射成型制品应注意哪些事项？

1) 一般 PMMA 投产前应按第 4.5 节要求进行干燥处理。对于 PMMA613 牌料的投产前干燥，应先把料在 100 ~ 105℃ 烘箱中预热 4h（此工序中要注意经常翻动料，防止结块），然后在 80℃ 温度中保温 1h。

2) 塑化原料注塑机的机筒温度为：进料段 180 ~ 200℃，塑化段 200 ~ 230℃，均化段 190 ~ 210℃。熔融态料温控制在 180℃ 左右（指 PMMA372 和 613 型料注射料温）；在保证制品质量情况下，塑化料温可高些，这样可改善熔料的流动性，降低成型制品内应力及提高制品的透明性和强度。

3) 喷嘴温度控制在 180 ~ 200℃。

4) 模具温度为 40 ~ 90℃。一般模具温度控制可取高值，这样熔料注射时充模速度快，不易出现熔料熔接痕，降低成型制品的内应力，透明性也得到改善。对于模具的选择：注意熔料流道和模腔要尽量光洁、脱模斜度应大些，要设有排气孔；这样成型制品可顺利顶出模具，也可防止制品少出现气泡。

5) 注射压力为 70 ~ 150MPa。可尽量取高值，这有利于改善成品的收缩率（成型收缩率一般在 0.5% ~ 0.7%）。保压压力为 40 ~ 60MPa。

6) 原料塑化工序中的螺杆转速，应控制在 20 ~ 40r/min。螺杆背压为 14 ~ 40MPa。

7) 为减少成型制品的内应力, 脱模后的制品要进行处理, 方法是: 把制品放在 70 ~ 80℃ 的热风循环箱中 4h, 然后缓慢冷却至室温。

8) 对成型制品内应力大小的检测试验, 可按下列两种方法中的一种进行。

① 偏振光检验法。这种检验方式可用于各种透明制品的检测。检测时把被测样品放在偏振光镜片之间, 利用制品的透明性, 从仪器上观察其表面彩色光带面积大小来确定制品内应力发生的范围大小, 光带面积越大, 则其内应力范围也就越大。

② 溶剂浸渍法。这种检测方式是把被检测制品浸在某些溶剂(如苯、四氯化碳、甲醇、乙醇等溶剂)内, 然后观察制品龟裂所用时间来判断其应力的大小: 如果是在 5 ~ 15s 内开裂, 说明该制品的内应力较大, 如果超过 1 ~ 2min 未见开裂, 说明制品的内应力较小。

4.94 什么是聚对苯二甲酸乙二醇酯? 有哪些性能特征?

聚对苯二甲酸乙二醇酯(简称 PET)是饱和二元酸和饱和二元醇通过缩聚反应聚合而成的线型高分子聚合物。PET 是聚对苯二甲酸乙二醇酯的缩写代号。聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯统称为热塑性聚酯。

聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂未干燥前呈透明状态, 干燥后呈乳白色。密度为 1.30 ~ 1.38g/cm³, 吸水性低(约为 0.13%), 成型收缩率较大(约为 0.7% ~ 1%), 燃点高(着火点 480℃); PET 制品在塑料制品中最强韧, 而且在较宽的温度范围内有较好的物理、力学性能, 能长期在 120℃ 温度条件下应用; 有较好的电绝缘性和耐候性; 结晶型 PET 不透明, 无定形 PET 透明, PET 在强酸、强碱或水蒸气作用下会发生水解。对有机溶剂及油类(如丁酮、二甲苯、乙二醇、乙酸、甲醇、食用油等)、酒、洗涤剂等有较好的化学稳定性。能溶解在四氯乙烷、甲酚、邻氯苯酚的混合液及过量的硝基苯中。

4.95 聚对苯二甲酸乙二醇酯可注射成型哪些制品?

注射成型瓶制品, 可采用以下几种工艺。

- 1) 注射预塑瓶坯, 然后直接进行拉伸吹塑成型。
- 2) 注射预塑瓶坯, 冷却定型, 然后在吹塑成型机上进行瓶坯预热、双轴向拉伸、吹塑成型制品。
- 3) 用增强 PET 树脂直接在注射成型机上注射成型各种机械设备配件。如汽车、电器行业中的齿轮、凸轮、叶片、泵壳体、离心泵、电器开关、电器外壳、绕线管、电容器等。

4.96 聚对苯二甲酸乙二醇酯注射成型选用什么类型注塑机?

PET 注射成型一般多选用螺杆式专用型注塑机。螺杆结构为等螺距渐变型, 长

径比为 20，加料段约占有效螺杆长度的 50% 左右，塑化段（压缩段）长约占 20% 左右，压缩比取 1.8~2，均化段螺纹槽较深（可达 0.09D，D 为螺杆直径），螺杆前端不设混炼段。

4.97 注射聚对苯二甲酸乙二醇酯成型制品结构有哪些要求条件？

1) 制品壁厚应大于 2mm。过薄时熔料成型冲模困难，制品强度差；制品壁厚过大会浪费原料、增加成型周期，还会使制品出现缩孔、翘曲等质量问题。

2) 要求制品壁厚尽量均匀，以防止制品冷却收缩不均而产生内应力。

3) 制品外形较大平面上应设有加强肋，以防止制品弯曲变形。

4) 平面交接处要圆弧过渡、圆弧半径约是制品壁厚的 0.7~0.8 倍。

5) 制品结构中不允许出现尖角，避免出现应力集中现象，应力集中会降低制品承负荷能力，在受力或冲击载荷时会出现破裂。

6) 制品脱模斜度要大于 1°，以便于顺利脱模。

4.98 聚对苯二甲酸乙二醇酯注射成型用原料怎样选择？

注射成型 PET 制品用原料，这里分为两类，一类是增黏的 PET 料，是用来注-拉-吹瓶制品；另一类是用于注射工程制件料，即用玻璃纤维增强的 FR-PET 料。表 4-61 列出上海涤纶厂和杜邦中国集团有限公司产 PET 料牌号及用途，可供应用时选择参考。表 4-62 列出杜邦中国集团有限公司生产的 PET 料性能参数。

表 4-61 PET 注塑制品用料生产厂产品牌号及原料特点和用途

生产厂家	PET 牌号	特点和用途	
上海涤纶厂	SD—102 SD—103	力学性能好、耐热性好、电器性好、化学性能好、尺寸稳定性好、且价格低廉。可广泛用于电器、电器工业、仪表、汽车、机械工业等，如接插件、线圈骨架、电解槽、开关、电磁阀封装件等	
生产厂家	PET 牌号	特点	用途
杜邦中国集团有限公司	PYNITE 530	一般用途级。30% 玻纤增强聚酯，具有杰出的综合强度、刚性、韧性、优异的电性能、良好的外观	点火元件、线圈盖、继电器座、齿轮、各种泵壳、真空清洁器部件、贮藏设备部件
	RYNITE 545	一般用途级。45% 玻纤增强聚酯，更好强度和刚性；优异的尺寸稳定性和耐蠕变性	压缩机罩、燃料空气和温度传感器罩、骨架、阳极线轴、点火线圈传递元件、医疗器械
	RYNITE 555	一般用途级。55% 玻纤增强聚酯，最高的刚性、尺寸稳定性、耐热性和杰出的耐蠕变性	结构支撑座、夹具、结构罩壳和盖，传递元件、螺旋桨
	RYNITE 935	低翘曲级。35% 云母/玻纤增强聚酯，低翘曲，优异的电性能、高刚性、耐热温度高	外壳部件、结构罩壳、骨架、水利灌溉部件，电器元件

(续)

生产厂家	PET 牌号	特点	用途
杜邦中国集团有限公司	RYNITE 430	韧性级。30% 玻纤增强聚酯, 改善了耐冲击性能、杰出的综合强度、刚性、耐热性	水泵壳、结构罩壳、支架、压缩空气挡板
	RYNITE SST35	韧性级。35% 玻纤增强聚酯, 具有优异的韧性、伸长率、刚性、耐热性、良好的成型性和外观	汽车元件、轮子、罩、运动器械、工场围墙、工具罩壳、家具、皮箱部件
	RYNITE FR530	阻燃级。30% 玻纤增强聚酯, 阻燃级, UL94V-0 级, 温度指数 150℃ 认可, 杰出综合性能和优异的流动特性	电器、电子连接器及要求阻燃特性元件、应用于蒸汽状态和波形软焊、也使用于高温条件下点火线圈
	RYNITE FR945	阻燃级。45% 矿物/玻纤增强聚酯, 阻燃级, 成本比 FR530 低, 翘曲小	类似于 FR530, 用于要求低翘曲成本低的产品

表 4-62 杜邦中国集团有限公司 PET 性能

性能	RYNITE	RYNITE	RYNITE	RYNITE	RYNITE	RYNITE	RYNITE	RYNITE
	FR-515	FR-530	FR-543	FR-945	530	545	555	935
拉伸强度/MPa(23℃)	107	152	172	104	158	193	196	96.5
断后伸长率(%)(23℃)	2.6	2.3	1.8	1.4	2.7	2.1	1.6	2.2
剪切强度/MPa(23℃)	52	65.5	58.6	48.3	79.2	86.1	82.7	53.7
埃佐冲击强度/(J/m)(23℃)	64	85.4	96.1	48.1	101	128	123	64.1
熔点/℃	254	254	254	250	254	254	255	252
体积电阻率/($\Omega \cdot \text{cm}$)	10^{15}	10^{15}	10^{15}	10^{15}	10^{15}	10^{15}	—	10^{15}
相对密度	1.53	1.67	1.79	1.84	1.56	1.69	1.80	1.58
吸水率(24h, 23℃)(%)	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05
洛氏硬度 R	120	120	122	120	120	120		
摩擦因数								
对同类	0.21	0.18	0.18	0.20	0.28	0.17		
对钢	0.18	0.19	0.16	0.20	0.17	0.20		

4.99 聚对苯二甲酸乙二醇酯注射成型工艺条件都有哪些要求?

1) 原料干燥处理。PET 是一种吸湿性聚合物, 生产中如原料含水分超过规定值 (应小于 $50\mu\text{g/g}$), 水分与 PET 发生水解反应, 使 PET 的特性粘数下降, 导致制品力学性能和透明度下降。原料干燥采用图 4-9 式干燥机, 并带有空气去湿系统。原料干燥时, 风机把经过电阻加热的空气由料斗底部吹入干燥室, 热风由下往上吹经过原料时, 把原料中水分加热蒸发并带走; 由料斗顶部排出的湿空气经降温 (在 65°C 以下)、过滤后, 再经去湿床中被干燥, 然后再经电阻加热进入原料干燥室, 如此循环, 直至原料中水分降至要求值。

原料干燥温度为 $165 \sim 175^\circ\text{C}$ 。温度过高影响制品质量; 过低原料干燥达不到

要求。干燥原料用空气露点为 $-40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ ；干燥时间为 $4 \sim 5\text{h}$ 。干燥好的原料要存放在 120°C 保温箱或料斗内。注意保温存放时间不得超 2h ，否则应重新对料进行再干燥处理。

2) 原料在注塑机的机筒内塑化加热温度：加料段（后部） $200 \sim 230^{\circ}\text{C}$ 、塑化段（中部） $240 \sim 280^{\circ}\text{C}$ ，均化段（前部） $250 \sim 270^{\circ}\text{C}$ 。对于玻璃纤维增强的 PMMA 熔料最高温度应不超过 300°C 。熔体温度过高，喷嘴要出现流延现象，同时产生过多的乙醛；制品会出现飞边、颜色加深，力学性能下降。但熔体温度也不能过低，这样会造成喷嘴堵塞、成型制品的外形结构尺寸不完整、表面发暗。

3) 喷嘴温度应控制在 $260 \sim 270^{\circ}\text{C}$ 范围。

4) 熔料注射压力控制在 $60 \sim 100\text{MPa}$ 之间。由于熔体流动性好，所以通常可取较低的注射压力；如果是含玻璃纤维增强的熔态料注射，注射压力应取高值，同时要随着玻璃纤维加入量的加大而加大注射压力。但要注意：过高的注射力，制品脱模困难，产生飞边，易损坏模具。

5) 模具温度的控制分 $50 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 和 $130 \sim 140^{\circ}\text{C}$ 两种方式。壁厚小于 2mm 时模具采用低温方式控制，成型的制品为无定形透明状、适宜于常温下使用的一般制品。采用高温模具成型制品，可得到内部均匀高结晶态乳白色不透明制品，经 130°C 、 30min 热处理后，得到外观好，力学性能高，耐腐蚀和有一定硬度的制品。

6) 制品脱模后应在 $130 \sim 140^{\circ}\text{C}$ 的热风循环烘箱处理 $1 \sim 2\text{h}$ 。这样可消除成型制品的内应力，保持制品在使用中外形结构尺寸稳定。

4.100 注射成型 PMMA、PC、PET 透明制品应注意哪些事项？

1) 透明制品应不允许有黑点、变色、光泽性差及出现斑纹、气泡、泛白等影响透光率的质量问题。

2) 原料要保持洁净，生产前要进行干燥处理，使原料的含水量小于 0.03% ，干燥后的原料要立即投入生产。应注意：干燥用的热循环风也要经过滤和去湿处理，以保持料的纯净。

3) 生产前把机筒和螺杆及喷嘴等与熔料接触部位清洗干净，不允许有任何污物或残料存在。

4) 注塑机塑化原料时间不宜过长，出现意外事故需要停机时，机筒内熔料需降温（PC、PMMA 降至 160°C 以下；PET 料降至 240°C ）。

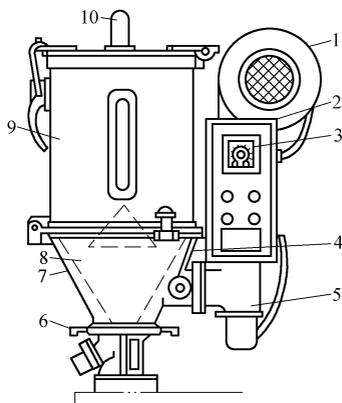


图 4-9 料斗式塑料干燥机结构
1—风机 2—电控箱 3—温度控制器
4—热偶 5—电热器 6—放料板
7—集尘器 8—网状分离器
9—干燥室 10—排气管

- 5) 注塑制品和成型模具的结构要求如下所述。
- ① 制品壁厚要均匀一致，最薄处壁厚不小于 1mm (PET 制品可适当薄些)。
 - ② 制品壁厚不同尺寸的过渡应圆滑，不允许有尖角或缺口、锐边出现。
 - ③ 成型模具结构尽量简单，组成零件少，熔料流通截面宽大、流程短、型腔和流道表面光洁 (表面粗糙度 R_a 不大于 $0.4\mu\text{m}$)。
 - ④ 型腔内要设有排气孔、位置分布合理，保证注射时能顺利排出腔内空气。
 - ⑤ 适当设置冷料槽。
- 6) 注塑机应尽量采用专用螺杆结构，螺杆的螺纹工作面，要有较高的硬度和耐损性。
- 7) 螺杆的转速和工作背压在满足原料塑化要求的前提下要尽量取低值。
- 8) 喷嘴温度要能独立，较准确控制。
- 9) 在保证熔料不分解的前提下注射熔料温度尽量取高值。
- 10) 为克服注射熔料粘度较大缺陷，注射压力可酌情取大些，但要注意不能影响制品顺利脱模。
- 11) 注射速度应以能达到理想充模为主，尽量取慢速注射。
- 12) 保压时间和制品生产周期在保证产品质量条件下要尽量短。
- 13) 回收料可加入新料中使用，但边角料要洁净、无分解料，混入量应不超过 20%。
- 14) 为保证制品透明度和表面光泽，模腔面要尽量少用或不用脱模剂。

4.101 什么是聚对苯二甲酸丁二醇酯？有哪些性能特征？

聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) 是一种结晶型热塑性塑料。相对密度 1.31 ~ 1.55，熔点 225℃ 左右，吸水率在热塑性塑料中是最低者之一，仅为 0.07%；强韧性和抗疲劳性优良，抗冲击强度高，摩擦因数小，有自润滑性；耐热、耐气候性好，不易燃烧、但能慢燃；电性能优良，体积电阻率为 $10^{16}\Omega \cdot \text{cm}$ ，高于一般工程塑料。耐电弧性 190s，在塑料中也最高；耐化学性能好，除强氧化性酸如浓硝酸、浓硫酸及碱性物质对其产生分解作用外，对有机溶剂、汽油、机油、一般清洁剂等稳定；尺寸稳定，但对缺口冲击敏感。

国产 PBT 性能见表 4-63。增强 PBT 性能见表 4-64。

表 4-63 国产 PBT 性能

项 目	北京市化工研究院		上海涤纶厂	
	PBTP301		SD2000	SD2100
相对密度	1.45 ~ 1.55		1.32	1.48
吸水性 (%)	0.01 ~ 0.06			
模塑收缩率 (%)	1.5 ~ 2.2		1.2 ~ 2.2	1.2 ~ 2.0
布氏硬度/MPa			151	132

(续)

项 目	北京市化工研究院		上海涤纶厂	
	PBTP301		SD2000	SD2100
拉伸强度/MPa	51 ~ 63		55	51
弯曲强度/MPa	83 ~ 100		110	99
压缩强度/MPa			11.9	95
冲击强度/(kJ/m ²)				
缺口	≥6		6.4	5.5
无缺口	≥20		31.8	17.6
摩擦因数			0.326	0.302
马丁耐热/℃			49	52
热变形温度(1.86MPa)/℃	55 ~ 70		64	63
阻燃性 UL-94	V-0 级			V-0 级
介电常数(1MHz)	3 ~ 4		2.84	2.4 ~ 3.3
体积电阻率/Ω·cm	5 × 10 ¹⁵ ~ 16		2.6 × 10 ¹⁶	3 × 10 ¹⁶
介电损耗角正切(1MHz)	≤2 × 10 ⁻²		2.4 × 10 ⁻²	2 × 10 ⁻²
介电强度/(kV/mm)	18 ~ 24			
含水量(%)	≤0.3			
外观	乳白色 φ2 ~ 4mm × 2 ~ 7mm 颗粒			

表 4-64 国产增强 PBT 性能

项目	北京市化工研究院				上海涤纶厂 沪 Q/HGB-458—81	
	301-G10	301-G20	301-G30	201-G30	FR-PBT-1	FR-PBT-2
外观	乳白色粒状, φ2 ~ 4mm × 2 ~ 7mm	乳白色 粒状	乳白色 粒状	乳白色 粒状		
玻璃纤维含量 (%)	10 ± 2	20 ± 3	30 ± 3	30 ± 3	20 ± 2; 30 ± 3	20 ± 2; 30 ± 3
相对密度	1.45 ~ 1.60	1.50 ~ 1.60	1.58 ~ 1.69	1.50 ~ 1.60		
吸水性 (%)	0.05 ~ 0.09	0.04 ~ 0.09	0.03 ~ 0.08	0.03 ~ 0.09		
收缩率 (%)	0.7 ~ 1.5	0.3 ~ 1.0	0.2 ~ 0.8	0.2 ~ 1.0		
拉伸强度/MPa	70 ~ 90	90 ~ 110	110 ~ 130	110 ~ 130	80 ~ 120	60 ~ 80
伸长率 (%)					4	4
弯曲强度/MPa	110 ~ 130	150 ~ 170	170 ~ 200	170 ~ 200	150 ~ 200	160 ~ 180
冲击强度/(kJ/m ²)						
缺口	≥6	≥7	≥10	≥10	6 ~ 15	4 ~ 10
无缺口	≥20	≥25	≥35	≥35	35 ~ 60	25 ~ 40
热变形温度/℃	180 ~ 200	200 ~ 210	205 ~ 218	205 ~ 218	210	210
马丁耐热/℃					160 ~ 190	160 ~ 190
体积电阻率/(Ω·cm)	5 × 10 ¹⁵ ~ 5 × 10 ¹⁶	5 × 10 ¹⁵ ~ 5 × 10 ¹⁶	5 × 10 ¹⁵ ~ 5 × 10 ¹⁶	5 × 10 ¹⁵ ~ 5 × 10 ¹⁶	10 ¹⁵	10 ¹⁵
介电损耗角正切(1MHz)	≤2 × 10 ⁻²					
介电强度/(kV/mm)	19 ~ 25	19 ~ 27	20 ~ 30	20 ~ 30	20	20
介电常数(1MHz)	3.2 ~ 4	3.4 ~ 4	≤4.2	≤4.2	3.2	3.2
阻燃性 UL-94	V-0 级	V-0 级	V-0 级	V-0 级		
湿含量 (%)	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.3		

4.102 聚对苯二甲酸丁二醇酯可注射成型哪些制品？

聚对苯二甲酸丁二醇酯是一种综合性能优异的工程塑料之一。其制品广泛应用在电气、电子、汽车、机械、仪器仪表等行业中，如电视机和收音机用线圈骨架，接插件和要求有良好润滑及耐腐蚀性的齿轮、轴承等，特别是 PBT 经玻璃纤维增强后（如阻燃增强型），在电子电气方面，适合注塑成型要求阻燃、耐热、电绝缘、耐电弧、尺寸稳定和耐化学药品的零部件，如熔断器盒、开关插座、显像管插座、高电压部位的行输出变压器阻燃结构件、继电器和电容器外壳等。在汽车工业方面，可制作排汽阀、凸轮、挡板、电刷杆、各种配电器罩壳等。在其他方面如制作照像机外壳、仪器外壳、电动工具外壳和缝纫机部件等，以及农业和纺织机械用配件等。

4.103 注射成型聚对苯二甲酸丁二醇酯制品用设备有哪些要求？

聚对苯二甲酸丁二醇酯注射成型可用柱塞式注塑机和螺杆式注塑机，但目前多采用螺杆式注塑机，螺杆结构为渐变型，长径比为 15~20，压缩比为 2~2.5。喷嘴结构为自锁式，多选用液压自锁式喷嘴；要求喷嘴处的温度能独立控制。

4.104 对聚对苯二甲酸丁二醇酯制品结构及成型模具有哪些要求？

1) 成型 PBT 制品在满足其工作强度和刚度的前提下壁厚尺寸可尽量小些，以缩短制品生产成型周期、降低生产成本。

2) 壁厚要均匀，以减少由于制品成型冷却收缩不均时产生过大的内应力，使制品出现翘曲变形现象。

3) 制品结构中要尽量避免出现尖角，平面转向过渡处要圆滑，圆弧半径应不小于 1mm。

4) 成型模具中的熔料流道、截面直径尺寸要尽量大些，流程长度要尽量短些，以减少熔料注入模腔的阻力。

5) 型腔内要有排气孔，位置分布要合理，以使熔料入模顺畅，保证注射成型制品质量。

4.105 聚对苯二甲酸丁二醇酯注射成型制品用料有哪些要求？

聚对苯二甲酸丁二醇酯的吸水率很低（仅为 0.07%），但投产前也一定要对其进行干燥处理。处理方法是：把 PBT 料在 120℃ 热风循环烘箱中干燥处理 7~8h，使料中的含水量低于 0.03% 才能投产。为防止干燥处理后原料再吸湿，存放料箱或加料斗要有 90℃ 左右的保温装置。如果干燥后的原料在普通料箱中存放、时间不能超过 2h，否则，应用时一定要再进行干燥处理。

表 4-65 列出国内部分 PBT 生产牌号及产品特点与用途, 供应用时选择参考。

表 4-65 PBT 注塑制品用料生产厂牌号及产品特点与用途

生产厂家	PBT 牌号	特点和用途
上海涤纶厂	SD200	纯 PBT 树脂 $[\eta]$: $(1.0 \pm 0.1) \times 10^{-4} \text{Pa} \cdot \text{s}$, 熔点 $\geq 228^\circ\text{C}$ 。具有很好的抗冲击性, 电器性抗化学性和力学性能、生产周期快, 工艺条件要求低、易成型。广泛用于电器、机械、仪表轻工、汽车工业配件中
	SD202, 20% 玻璃纤维增强	强度、刚性好, 尺寸稳定性良好, 生产周期短, 易成型, 广泛用于电器、仪表、轻工照像、纺织, 机械、汽车、航空、造船等行业, 如外壳、开关、电子零件、电器开关等工程制品
	SD2015, 15% 玻璃纤维增强	
	SD203, 30% 玻璃纤维增强	
	SD210 (阻燃级)	燃烧性等级为 UL94V—0, 具有防性, 但不影响其原有的特性和成型性, 生产周期短, 易成型。适合成型电器、仪表、照像、纺织机械、汽车、航空、造船、矿山等行业的阻燃工程制品
	SD211, 10% 玻璃纤维增强	阻燃级, 燃烧等级 UL94V—0, 强度刚性好, 蠕变性低, 尺寸稳定性良好, 加工周期短、易成型。适合电器、仪表、纺织、轻工、照像、机械、汽车、航空、造船、矿山等行业阻燃型工程制品
	SD212, 20% 玻璃纤维增强	
	SD213, 30% 玻璃纤维增强	
北京市化工研究院 北京泛威工程塑料有限公司	210G30、205GM30 30% 玻璃纤维增强, 非阻燃型	刚性和抗冲击强度高; 电性能、抗化学药品性、力学性能等良好、蠕变性低、尺寸稳定性好、易成型, 加工周期短。适合小型电容器、录音带、包装材料的复合膜, 电器部件、机械零件、外壳等工程制品。205GM30 还有低翘曲性
	301G0, 纯 PBT 树脂、未增强	抗冲击性、电性能、抗化学性和力学性能等良好, 加工周期短、易成型。广泛适用于小型电容器、录音带、包装用复合膜, 电器部件、机械零件等工程制品
	301—G10, 10% 玻璃纤维增强	抗冲击性、电性能、抗化学性、力学性能等良好, 刚性好、蠕变性低、尺寸稳定性好、加工成型周期短、易成型。适合电器部件、机械零件、仪表外壳等工程制品
	301—G20, 20% 玻璃纤维增强	
	301—G30, 30% 玻璃纤维增强	
	305G30E, 30% 玻璃纤维增强, 阻燃型	燃烧等级 UL94V—0, 抗冲击强度和刚性高, 蠕变性低, 尺寸稳定性好, 电性能、抗化学药品性, 力学性能等良好, 加工周期短、易成型。适合电器部件、机械零件、设备仪表外壳等工程制品。305GM30 制品还有低翘曲性
305GM30, 玻璃纤维加填料填充增强, 阻燃型		

(续)

生产厂家	PBT 牌号	特点和用途
北京市化工研究院	201—G10、201—G15、201—G20 201—G30、301—G15	为非阻燃型，几个品牌均具有优良的力学、电、热性能及加工性能
	305G30E	含 30% 玻璃纤维增强，阻燃韧性好
北京泛威工程塑料有限公司	431GM30S	含 30% 玻璃纤维加矿物填充。低翘曲、阻燃、耐电压性好
	551GT20S	矿物质、玻璃纤维填充，高电性能、阻燃级、表面光洁、防翘曲
	551GT30S	矿物质、玻璃纤维填充，高电性能、阻燃级、防翘曲
南京立汉化学有限公司	T602	注塑通用型、增韧型、适合线圈骨架、接插件高压包等
	T703，含 15% 玻璃纤维增强	适合继电器、电容器、电机、电位器、带焊片嵌件、各类电器开关的外壳
	T704，含 20% 玻璃纤维增强	
	T706，含 30% 玻璃纤维增强	
	T9703，含 15% 玻璃纤维增强阻燃型	UL94V—0 适合阻燃的高强度的电子电器制品
	T9704，含 20% 玻璃纤维增强阻燃型	
	T9706，含 30% 玻璃纤维增强阻燃型	

4.106 聚对苯二甲酸、丁二醇酯注射成型工艺参数怎样选择？

1) 塑化 PBT 料时的机筒温度控制：加料段 200 ~ 220℃、塑化段 230 ~ 250℃，均化段 230 ~ 240℃。由于这种材料熔点温度明显，为防止塑化熔料粘度过度下降，通常可把高于熔点 5℃ 左右温度作为 PBT 塑化加热温度的下限。塑化温度不宜过高，否则会使熔料在喷嘴流延，制品易出飞边，甚至会造成料分解。

玻璃纤维增强、阻燃型原料的塑化温度可略高于纯 PBT 料塑化温度，一般可高出 10 ~ 20℃。

2) 喷嘴温度应略低于熔料温度，控制在 200 ~ 220℃。增强料注射时的喷嘴温度应比纯 PBT 注射温度略高些。

3) 模具温度一般控制在 50 ~ 100℃。由于这种料容易结晶，即使在常温下结晶也很快，所以成型模具温度应不宜过高，一般可取 80℃ 左右；过低的模具温度下制品成型，制品脱模后还可能出现结晶，引起制品收缩、造成产品翘曲变形。

4) 注射压力一般取 60 ~ 90MPa；增强料的注射压力可略高些。

5) 一般 PBT 制品注射成型后可不必进行热处理。特殊要求制件为消除部分由于结晶不完全而引起的内应力，保证制品外形结构尺寸的稳定，可在 120 ~ 150℃ 烘箱内处理 1 ~ 2h。

4.107 丙烯腈-苯乙烯共聚物有哪些性能特征?

丙烯腈-苯乙烯共聚又称 SAN 或 AS 树脂。它是一种非结晶态无色透明的颗粒状热塑性树脂, 相对密度 1.07, 成品收缩率为 0.2% ~ 0.5%, 无毒。是一种坚固而有刚性的材料, 具有良好的尺寸稳定性、耐候性、耐热性、耐油性、抗震动和化学稳定性; 力学性能好于聚苯乙烯, 透明性和聚苯乙烯相同; 能耐汽油、煤油和芳香烃等非极性物质的侵蚀, 耐水、酸、碱、洗涤剂 and 卤代烃类溶剂等, 但能为有机溶剂所溶胀, 且溶于酮类。SAN 的物理力学性能参数见表 4-66。

表 4-66 兰州石化公司合成橡胶厂 SAN (AS) 性能

项目	牌号	测试方法	正常流动	高流动级	高耐热级	高流动、高耐化学、
		ASTM	级 (NF)	(HF)	(HH)	高耐热级 (HC)
熔体流动速率/(g/10min)		D1238	1.4	2.2	1.4	3.3
拉伸强度/MPa		D638	74.0	72.0	78.0	78.0
伸长率 (%)		D638	3.2	3.2	3.4	3.4
拉伸弹性模量/ 10^4 MPa		D638	0.26	0.26	0.27	0.27
悬臂梁冲击强度/(kJ/m)		D256	0.024	0.024	0.025	0.026
洛氏硬度 (R)		D785	76	76	77	80
热变形温度 (1.8MPa) / $^{\circ}$ C		D648	93	93	95	95
总含腈 (质量分数) (%)		D1013	21.5	24.5	28	31
透光度 (%)		D1003	90	90	90	90

4.108 丙烯腈-苯乙烯共聚物可注射成型哪些制品?

SAN 树脂多用于掺混生产 ABS、ASA 和 AES 树脂等。用于注塑制品, 主要应用于仪表和汽车工业, 成型机械零部件、油箱、车灯罩, 仪表罩、仪表透镜、各种开关按钮等; 蓄电池外壳、电视机、收录机旋钮和标尺; 电池盒、接线盒、电话及其他家用电器零部件; 空调机、照相机零件、电扇叶片等; 笔杆、文教用品、渔具、玩具等; 盘、杯、餐具、化妆品和其他物的包装材料及卫生用品、一次性打火机 etc 生活日用品。

4.109 SAN 注射成型制品用原料有什么要求?

SAN 注射成型制品用料, 投产前须在 70 ~ 80 $^{\circ}$ C 热风循环烘箱中干燥处理 2h 左右。表 4-67 列出国内部分 SAN 生产厂产品牌号及其特点与用途, 可供生产时选择参考。

表 4-67 SAN 注塑制品用料生产厂牌号及产品特点与用途

生产厂家	SAN 牌号	特点和用途
中国石油兰州石化公司合成橡胶厂	HF	高流动性透明性、尺寸稳定性好、强度高, 适合耐酸碱油的风叶、电池瓶壳、磁带盒等
	HH	高耐热、高抗冲、耐酸碱油、尺寸稳定性好。适合蓄电池瓶壳、打火机壳, 壁灯、洗衣机计时器座
	NF	透明性好, 适合灯具、打火机壳、家电透明制品、仪表元件、食品容器等
	HH—C100	蓄电池壳专用料
	HH—C200	打火机壳专用料
中国石油大庆石化分公司	300	高流动性, 适合电扇风叶、蓄电池瓶壳、磁带盒、打火机壳等
	325	高透明性, 适合电扇风叶、录像带盒、冰箱保鲜盒、混合器等
	350	耐热性好, 汽车用蓄电池壳、录像带盒、医疗用品等
	SNA—GF HSG—5110	易流动性, 适合计算机、磁盘、录音机磁带盒
	SNA—GF HSG—5120	高抗冲强度, 适合干燥箱箱盖、仪表外壳等
SNA—GF HSG—5130	高刚性和耐热性, 适合高刚性制件, 如电风扇配件	
镇江奇美公司	PN—117	通用型、流动性佳。适合日用品, 家庭五金透明制品、化妆品盒等
	PN—117C	高流动性、高透明性。适合家用电器配件、磁带盒、化妆品盒等
	PN—127	耐热、流动性、抗冲性、硬度、拉伸强度中等, 原子笔外壳、磁带盒、风扇叶片、电器制品透明板
	PN—127H	耐化学性型、硬度和拉伸强度高、蓄电池外壳、打火机外壳, 要求有较高强度的透明制品
宁波 LG 甬兴公司	82TR	力学性能好、成型加工性、耐化学品性、高透明性均好。适合透明度高的制品
	80HF 高耐热型	易成型, 透明性、耐化学品性均好, 适合食品容器、电子琴键盘、自行车反射镜、磁带盒等透明性产品
	81HF 高流动性	
	90HR	高耐热型成型加工性、透明性、耐化学品性。适合汽车蓄电池瓶外壳、电子和汽车配件
	92HR	
	95HC	抗化合物侵蚀性、成型加工性、透明性、耐化学品性均好。适合一次性打火机、化妆箱(盒)等需抗化合物侵蚀性制品
95HC—TC		

4.110 丙烯腈-苯乙烯共聚物注射成型工艺参数有哪些?

- 1) 螺杆式注塑机塑化原料时的机筒温度: 加料段 170 ~ 180℃, 塑化段 210 ~ 230℃, 均化段 200 ~ 210℃。
- 2) 喷嘴温度: 直通式喷嘴结构, 温度 180 ~ 190℃。
- 3) 模具温度: 50 ~ 70℃。
- 4) 注射压力: 80 ~ 120MPa; 保压压力为 40 ~ 50MPa。

4.111 聚砜有哪些性能特点? 可注射成型哪些制品?

聚砜也叫双酚-A 聚砜 (PSU), 由双酚 A 和二氯二苯基亚砜在二甲基亚砜中缩聚制成, 是一种高性能热塑性工程塑料。

(1) 性能与特点 聚砜是一种略带琥珀色呈透明的非结晶型聚合物。有优异的力学性能, 强度高, 抗冲击性好, 耐磨, 尺寸稳定, 抗蠕变性能好, 成型收缩率小, 可作精密零件, 但容易应力开裂; 热稳定性好, 可在 -100 ~ 150℃ 温度范围内使用, 短期使用温度可达 190℃; 制品无毒、耐辐射、耐燃、有自熄性; 介电性能好, 即使在水和潮湿空气中, 也会保持很高的介电性能; 化学稳定性好, 除浓硫酸和浓硝酸外, 对其他酸、碱、醇、脂族烃等化学药品稳定, 但在酯和酮类中会发生溶胀, 且有部分溶解, 易溶于二氯甲烷和二氯乙烷。耐候性和耐紫外线性能差。

(2) 注塑制品 PSU 制品主要用在电子电气、食品和日用品及汽车、航空、医疗等行业。如制作各种接触器、接插件、变压器绝缘件, 可控硅帽、线圈骨架、接线柱、轴套、罩, 电视机内零件; 齿轮、蓄电池盖、飞机的一些零件、灯具部件、传感器; 日用品中的餐盘、牛奶盛器、微波烹调器、饮料和食品分配器; 卫生医疗器械中的手术盘、喷雾器、加湿器、牙科器械, 流量控制器、实验室器械及食品加工设备、奶制品加工设备和环保控制传染设备等。

4.112 聚砜注射成型制品用料条件有哪些要求?

聚砜料投产前要在 120 ~ 140℃ 热风循环烘箱内干燥处理 4h 以上, 要求聚砜含水率小于 0.05%。表 4-68 列出国内部分 PSU 生产厂的产品牌号及树脂特点与用途, 可供应用时选择参考。

表 4-68 PSU 注塑制品用料生产厂牌号和产品特点与用途

生产厂家	PSF 牌号	特点和用途
上海曙光化工厂	S100 (冲击强度 $\geq 370\text{kJ}/\text{m}^2$)	力学强度高、耐热、耐寒、尺寸稳定。 S100 还有化学稳定、电绝缘好和自熄性。 S101 和 S110 还有低翘曲和优异的介电强度。适合成型汽车、机械、电子绝缘件
	S101	
	S110 (冲击强度 $\geq 200\text{kJ}/\text{m}^2$)	

(续)

生产厂家	PSF 牌号	特点和用途
上海曙光化工厂	S140 (冲击强度 $\geq 200\text{kJ}/\text{m}^2$)	力学强度高、耐氧化、耐化学药品、耐热、耐寒、尺寸稳定、低翘曲、优异的介电强度。适合成型汽车、机械和电子绝缘件
	S170 (冲击强度 $\geq 200\text{kJ}/\text{m}^2$)	
	S215 (密度 $1.45\text{g}/\text{cm}^3$ 、冲击强度为 $70\text{kJ}/\text{m}^2$)	含 15% 玻璃纤维。优异的高强度、高刚性、耐热、耐寒、耐氧化、耐化学药品、尺寸稳定、低翘曲、抗蠕变、极好的介电性能和绝缘性。用于工程零部件
	S310 (冲击强度为 $160\text{kJ}/\text{m}^2$)	阻燃、低毒、无挥发物、低发烟、力学强度高、电性能好。S315 为增强阻燃型、力学强度和尺寸稳定性比 S310 更高。适合电子、航天航空领域制品。还有 S340、S370、S380 的性能特点和用途与 S310 相同
	S340 (冲击强度为 $160\text{kJ}/\text{m}^2$)	
	S315 (冲击强度为 $55\text{kJ}/\text{m}^2$)	
	S410 (冲击强度为 $80\text{kJ}/\text{m}^2$)	原料中含聚四氟乙烯、耐磨性好、还具有耐热、润滑、强度高、抗蠕变、尺寸稳定、耐化学品等性能。适合要求润滑、耐磨工程件制作
	S510 (瓷白色粒料)	原料中含碳酸钙, 与纯 PSF 相比, 热变形温度从 150°C 提高到 165°C , 刚度提高到 4GPa 以上, 但抗冲强度有所下降。适合制作多种工程件
	S540 (海蓝色粒料)	
	S580 (黑色粒料)	
SF415	原料中含聚四氟乙烯, 具有耐热、耐磨、高强度、低翘曲、抗蠕变, 优异的介电性能。适合成型工程上要求耐磨、润滑好的结构件	
大连塑料厂	P7301 (纯 PSF)	耐高温、耐电弧性强、耐化学腐蚀及自熄性优良、强度高、刚性好、尺寸稳定和抗蠕变性优良。适合于电子、电器、仪器、仪表和宇宙航空工业中的高强度、耐热的工程零部件及绝缘制品
	P7302 (改性、着色粒料)	
	P7303 (着色粒料)	耐高温、耐电弧性强、耐化学腐蚀及自熄性优良, 强度高、刚性好、尺寸稳定性和抗蠕变性优良。适合电子、电器、仪器、仪表和宇宙航空工业等高强度、耐热的工程零部件及绝缘制品等
天津合成材料厂	PSU	强度高、刚性好、尺寸稳定性好、抗蠕变性优良, 可在 $-100 \sim 150^\circ\text{C}$ 温度范围内长期使用, 耐电弧性强、耐化学腐蚀性及自熄性优良, 加工性能好, 可加玻璃纤维、石英粉 MoS_2 等填料改性。适合成型电器、仪器、仪表零部件、骨架、仪器外罩、电池盒、耐热纱管、型材等工程制品

大连塑料一厂产 PSU 性能见表 4-69。天津合成材料厂产 PSU 性能见表 4-70。

表 4-69 大连塑料一厂 PSU 性能

性 能	P7301	P7302	P7303
颜色	浅棕色	着色颗粒	着色颗粒
吸水性 (%)	≤0.1	≤0.1	≤0.1
热变形温度/℃	174	174	174
使用温度/℃	-100 ~ 150	-100 ~ 150	-100 ~ 150
成型收缩率 (%)	0.55 ~ 0.65	0.55 ~ 0.65	0.55 ~ 0.65
无缺口冲击强度/kJ/m ²	≥300	≥300	≥300
电性能	优良	优良	优良

表 4-70 天津合成材料厂 PSU 性能

性 能	试验方法	PSU
外观	浅琥珀色半透明粒状	
相对密度	GB/T 1033—2008	1.24
吸水性 (24h) (%)	GB/T 1034—2008	0.25
拉伸强度/MPa	GB/T 1040.5—2008	70
弯曲强度/MPa	GB/T 1042—1979	100
压缩强度/MPa	GB/T 1041—2008	100
冲击强度/kJ/m ²	GB/T 1843—2008	100
马丁耐热温度/℃	GB/T 1035—1970	170
布氏硬度	HG2—168—1965	20
体积电阻率/(Ω·cm)	GB/T 1044—1970	1.5 × 10 ¹⁷
表面电阻率/Ω	GB/T 1044—1970	1 × 10 ¹⁷
介电常数		3.4
介电损耗角正切	GB/T 1045—1970	4.5 × 10 ⁻³
介电强度/(kV/mm)	GB/T 1046—1970	20
比浓粘度		0.42 ~ 0.65

4.113 聚砜注射成型对使用设备有哪些要求?

聚砜注射成型制品多采用螺杆式注塑机；小型聚砜注射制品也可用柱塞式注塑机，但对原料的塑化温度控制和成型制品的质量保证，难度较大。螺杆式注塑机用螺杆结构为渐变型。喷嘴结构为延伸式，有独立加热控温装置。

由于注塑熔料入模需要较高的注射压力，所以要求模具结构要有足够的强度和刚度，熔料入型腔流道要尽量短、浇道截面直径尺寸应大于制品壁厚的 35%，还要设置冷料槽。

4.114 聚砜制品注射成型工艺参数怎样选择?

1) 原料塑化时机筒温度控制：加料段 290 ~ 320℃、塑化段 330 ~ 360℃、均化段 320 ~ 350℃。塑化料温度可尽量取高些，可降低熔体粘度，但温度过高会降低

制品的抗冲击强度，易使制品出现色泽变深，有黑色条纹和气泡等质量问题。

2) 喷嘴温度可略低于塑化熔体温度，控制在 300 ~ 330℃ 范围。

3) 成型模具温度为 80 ~ 150℃。模具温度的选择，可按制品壁厚来确定；小于 5mm 的制品壁厚成型，模具温度可略低些（一般在 80 ~ 120℃ 之间）；壁厚大于 5mm 的制品成型，模具温度可控制在 130 ~ 150℃ 之间。模具温度取高些，会降低制品内应力，但生产成型周期延长，制品脱模易变形。

4) 注射压力控制在 80 ~ 200MPa 范围。由于聚砜熔体流动性差，为了保证充模质量和充分补充入模料冷却收缩而引起的缺料，避免制品出现表面波纹、凹痕和气孔等质量问题，注射 PSU 料应尽量取较高的注射压力，这同时也可使制品密实，降低其成型后的收缩率，但过高的注射压力又易使制品出现飞边、脱模困难、增加内应力，使成型模具变形，这一点应引起注意。通常，薄壁型制品、模具熔料流程长，进料口截面较小时，取较高些注射压力，反之可取低的注射压力。保压压力在 30 ~ 90MPa 范围。

5) 塑化原料螺杆转速为 50 ~ 100r/min；螺杆背压为 5 ~ 20MPa。

6) 熔料的注射速度选择，应采取变速注射方式，即慢（开始）→快（注射中期）→慢（注射接近结束时）。注意观察熔料注射速度对产品质量的影响：当制品表面出现雾斑、透明度和光泽度下降时，应适当降低些注射速度；为提高产品生产率，缩短制品生产周期，可适当提高些注射速度。

7) 为减少制品的内应力，脱模后的制品应在 160 ~ 170℃ 甘油浴中处理 0.5 ~ 1h；也可在热风循环（160 ~ 170℃）烘箱中处理 2 ~ 4h。这种处理后的制品，保证了其机械强度和外形结构尺寸的稳定，防止使用时制品出现变形、翘曲和易开裂现象的产生。

4.115 聚苯醚的性能特征有哪些？

聚苯醚（PPO）也叫聚亚苯基氧化物，是一种耐高温的热塑性树脂。

聚苯醚无毒、透明、密度小；综合性能好、有高的强度、耐应力松弛、耐蠕变性好、尺寸稳定、耐热性好，热变形温度最高可达 190℃，可在 -90 ~ 150℃ 温度范围内长期使用，玻璃化温度 211℃，熔点 268℃，在 330℃ 时出现分解现象；质轻、阻燃性良好、能自熄、耐光差；熔体流动性差，成型困难；耐稀酸、稀碱及盐溶液，不耐强氧化性酸，链烃、酮、酯类使制品在应力下开裂；溶于芳烃或氯化链烃中。

注射成型生产中多采用改性聚苯醚，如用苯乙烯与聚苯醚共混或共聚而成。这种改性聚苯醚，可使 PPO 的加工性能得到改善，提高了其制品的耐应力开裂性和冲击性能、降低制品的生产成本；但耐热性和表面光泽性略有下降。改性聚苯醚的性能参数见表 4-71。

表 4-71 改性聚苯醚理化性能参数 (HG 2232—1991)

项 目	M-106			M-109-G20		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
密度/(g/cm ³)	1.08			1.25		
吸水率(23℃,24h)(%)	0.16	0.18		0.16	0.18	
成型收缩率(%)	0.7~0.8			0.5~0.6		
拉伸强度/MPa	60	58	56	85	83	80
弯曲强度/MPa	104	98		113	105	100
冲击强度(简支梁,缺口)/(kJ/m ²)	14	12	10	11	10	9
体积电阻率/(Ω·m)	1.0×10 ¹⁴	1.0×10 ¹³		1.0×10 ¹⁴	1.0×10 ¹³	
相对介电常数(1MHz)	2.60	2.70		2.80	2.90	3.0
介质损耗角正切值(1MHz)/×10 ⁻³	8	10		8	9	10
介电强度/(MV/m)	22		21	22		21
热变形温度(1.82MPa)/℃	123	115	110	128	120	115
燃烧性	FV-0			FV-0	FV-1	

注：用户需要横、纵向收缩率时，供需双方协商。

4.116 聚苯醚可注射成型哪些制品？制品结构有什么要求？

聚苯醚和改性聚苯醚的注塑制品，主要用于电子电器、汽车、家用电器、工业机械配件和办公室设备中，利用改性聚苯醚的耐热性、耐冲击性、尺寸稳定性、耐擦伤、耐剥落、可涂性和电气性能，多用来成型汽车仪表盘、散热器格子、扬声器格栅、控制台、保险盒、继电器箱、连接器；电子电器工业中的线圈绕线轴，调谐设备、大型电子显示器、可变电容器、话筒及蓄电池配件等；各种家用电器中的零部件；照相机、计时器、水泵、鼓风机的外壳和零部件；仪表齿轮、阀体、外科手术器具，消毒器等医疗器具零部件；复印机、计算机系统、打印机、传真机等办公设备中的零部件；大型设备中的机器外壳、底座、支架和汽车阻流板、保险杠等。

聚苯醚及其改性 PPO 的注塑制品，要求其结构中的壁厚不可太薄（应大于 0.8mm），尽量避免出现缺口、锐角和壁厚差过大现象的出现。

4.117 聚苯醚注射成型对设备有哪些要求？

聚苯醚注射成型制品应选用螺杆式注塑机。要求螺杆结构为渐变型，长径比大于 15，压缩比为 2.5~3.5。喷嘴要选用直通式，孔径为 3~6mm，要设有喷嘴的独立加热控温装置。模具的独立控温应准确、平稳；模具体与模架板间要有隔热垫；注意模具中的熔料流道锥度应稍大些（约为 3.5°），浇道和分流道，截面应取圆形，以短些、粗些为宜。

4.118 聚苯醚注塑制品用原料及工艺参数怎样选择应用？

聚苯醚注射成型时由于吸水率较低，可不必进行干燥处理、直接投产使用。如

表 4-72 MPPO 性能及特点

性能	方法	条件	牌				
	ASTM		M104	M104N	M105	M105N	M106
相对密度	D792	23℃	1.07	1.07	1.08	1.08	1.06
吸水率(%)	D570	23℃24hs	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
玻纤含量(%)							
热变形温度/℃	D648	1.82MPa	90	90	100	102	120
线膨胀系数/[mm/(mm·℃)]	D696	-30~ +30℃	7× 10 ⁻⁵	7× 10 ⁻⁵	7× 10 ⁻⁵	7× 10 ⁻⁵	7× 10 ⁻⁵
模塑收缩率/(mm/mm)	D955		0.005~ 0.007	0.005~ 0.007	0.005~ 0.007	0.005~ 0.007	0.005~ 0.007
阻燃性	UL94	3.2mm	V-1	V-0	V-1	V-0	V-1
拉伸强度/MPa	D638	23℃	41.2	41.2	49.0	49.0	59.9
断后伸长率(%)	D638	23℃	40	30	30	30	30
弯曲强度/MPa	D790	23℃	63.7	63.7	78.4	78.4	88.2
弯曲模量/MPa	D790	23℃	2.16× 10 ³	2.16× 10 ³	2.35× 10 ³	2.35× 10 ³	2.35× 10 ³
冲击强度(缺口)/(kJ/m ²)	D256	23℃/6.2mm	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
洛氏硬度	D785	R	R110	R110	R113	R115	R116
介电强度/(kV/mm)	D149	50% RH23℃	22	20	22	20	20
体积电阻/(Ω·cm)	D257	50% RH23℃	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶
介质损耗角正切	D150	50% RH23℃ 10 ⁶ CPS	0.005	0.007	0.003	0.007	0.003
介电常数	D150	50% RH23℃ 10 ¹⁶ CPS	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
特点 用途			流动性好、 阻燃一般、 壳体、仪表 表盘	流动性好、 高阻燃	耐热、 阻燃、 大型壳体、 底座等	耐热、 高阻燃	高耐热、 阻燃、 壳体底座、 插件

与用途 (北京化工研究院)

号

M107	M109-G20N	M109-G30	M109-G30N	MM 106H	S01	S02	DF01	NP201	NP202	NP220	NP221
1.07	1.25	1.25	1.30	1.06	1.07	1.07	1.06	1.12	1.12	1.25	1.25
0.1	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.1	0.9	0.9	0.9	0.9
	20	30	30							20	20
125	135	140	140	110	110	130	80	120	130	170	170
7 × 10 ⁻⁵	4 × 10 ⁻⁵	3 × 10 ⁻⁵	4 × 10 ⁻⁵	8 × 10 ⁻⁵	7 × 10 ⁻⁵	7 × 10 ⁻⁵					
0.005 ~ 0.007	0.002 ~ 0.004	0.002 ~ 0.003	0.002 ~ 0.003	0.005 ~ 0.007	0.005 ~ 0.007	0.005 ~ 0.007	0.005 ~ 0.007	0.010 ~ 0.02	0.01 ~ 0.012	0.005 ~ 0.012	0.005 ~ 0.012
V-0	V-1	HB	V-1	V-1	HB	HB	V-0	HB	HB	HB	HB
59.9	98.0	112.7	112.7	53.9	49.0	59.9	29.4	49.0	53.9	107.8	107.8
30	4~6	4~6	4~6	30	30	30					5.5
88.2	122.5	137.2	137.2	78.4	83.3	98.0	58.8	78.4	100	147.0	166.5
2.35 × 10 ³	3.92 × 10 ³	4.9 × 10 ³	4.9 × 10 ³	2.35 × 10 ³	2.35 × 10 ³	2.55 × 10 ³				4.9 × 10 ³	
14.7	9.8	9.8	9.8	19.6	34.3	34.3	9.8	13.7	19.6	9.8	13.7
R115	R120	R120	R125	R110	R110	R115	R110				
20	22	22	22	22			22	22	22	22	22
10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶			22	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶
0.007	0.003	0.003	0.003	0.003			0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2.8	3.0	2.9	3	2.7			2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
高耐热 高阻燃	20% 玻纤增 强阻燃 壳体机 械零件	30% 玻纤增 强	30% 玻纤增 强阻燃	耐热、 高抗冲	超高 抗冲、 耐高温 纺织织 管、工 程件	超高 抗冲、 耐热	低发 泡	PPO/ PA合金	PPO/ PA合金	PPO/ PA合金 增强	PPO/ PA合金 增强

果由于对原料的运输和贮存不当,原料中含水分较高时,可在 110 ~ 130℃ 热风循环烘箱中干燥处理 2 ~ 3h,使材料的含水率小于 0.06%。

表 4-72 列出国产 MPPO 的性能、特点与用途,可供应用时选择参考。

表 4-73 列出 PPO 和 MPPO 料注射成型工艺参数。

表 4-73 PPO 与 MPPO 注射成型工艺参考条件

工艺参数		PPO	MPPO
机筒温度/℃	加料段(后)	240 ~ 280	240 ~ 275
	塑化段(中)	280 ~ 310	265 ~ 290
	均化段(前)	290 ~ 320	270 ~ 290
喷嘴温度/℃		280 ~ 300	270 ~ 290
模具温度/℃		100 ~ 150	80 ~ 100
注射压力/MPa		80 ~ 150	120 ~ 140
保压压力/MPa		40 ~ 80	—
成型周期/s		40 ~ 140	30 ~ 60

4.119 聚苯硫醚有哪些性能特征?

聚苯硫醚(PPS)是一种综合性能优异的热塑性塑料。耐热性能很好(熔点 280 ~ 290℃,分解温度大于 600℃,能在 230℃ 左右温度下长期使用),长期在较高温度环境中使用,其热稳定性好于所有工程塑料;力学性能好、刚性极强、表面硬度高,有优异的耐蠕变和耐疲劳性和突出的耐磨性,其耐腐蚀性、耐化学药品性仅次于聚四氟乙烯,除强氧化性酸以外,对 200℃ 以下的有机溶剂、无机酸、有机酸及碱为惰性,对各种辐射也很稳定;吸水性、尺寸稳定性好,成型收缩率低;电性能很好,即使在高温、高湿和高频条件下变化也不大,有很好的阻燃性。不足之处是脆性大,韧性较差,熔接强度不好、价格较高(高出其他通用工程塑料 2 倍左右),纯 PPS 很难注射成型。

国内产 PPS 树脂的性能参数见表 4-74 和表 4-75,注射制品用料牌号与用途见表 4-76。

表 4-74 PPS 的典型性能

项 目	指标	项 目	指标
密度/(g/cm ³)	1.35	热导率(23℃)/[W/(K·m)]	0.3
颜色	棕色	线膨胀系数(23 ~ 150℃)/(×10 ⁻⁶ /K)	50
吸潮率(23℃, 50RH)(%)	0.01	线膨胀系数(>150℃)/(×10 ⁻⁶ /K)	50
熔化温度/℃	280	热变形温度(1.8MPa)/℃	110
玻璃转变温度/℃	90	最高短期工作温度(2h)/℃	260

(续)

项 目	指标	项 目	指标
最高持续工作温度/°C	230	球压硬度/MPa	190
UL 等级 (1.6/3.2mm)	V-0	洛氏硬度	M
屈服强度/断裂强度/MPa	75	介电强度/(kV/mm)	17
断后伸长率(%)	4	体积电阻/($\Omega \cdot \text{cm}$)	10^{13}
弹性模量/MPa	3700	体表电阻/ Ω	10^{15}
Charpy 无缺口冲击强度/(kJ/m ²)	25	介电损耗角正切(100Hz)	0.01
Charpy 缺口冲击强度/(kJ/m ²)	3.5	介电损耗角正切(1MHz)	0.01

表 4-75 余姚市高科塑化有限公司技术指标

项 目	测试标准	PR-0	PR-3	PR-4	PR-5	PR-7
密度/(g/cm ³)	GB 103—1986	1.35	1.56	1.65	1.70	1.90
成型收缩比(%)	GB 1004—1986	1.5	0.3	0.25	0.20	0.16
吸水率(%)	GB/T 1034—2008	0.05	0.06	0.06	0.05	0.04
拉伸强度/MPa	GB/T 1040.5—2008	55	130	145	150	130
伸长率(%)	GB/T 1040.5—2008	6	1.2	1.0	1.0	0.5
弯曲强度/MPa	GB/T 9341—2008	106	145	200	210	150
冲击强度/(kJ/m ²)	GB/T 1043.1—2008	2	8	8	10	6
热变形温度/°C	GB/T 1634.1—2004	100	255	260	260	260
阻燃性	GB/T 2408—2008	FV-0	FV-0	FV-0	FV-0	FV-0
体积电阻/($\Omega \cdot \text{m}$)	GB/T 1410—2006	10^{13}	10^{13}	10^{13}	10^{13}	10^{13}
介电常数	GB/T 1409—2006		3.8	3.8	3.8	4.5
介电损耗角正切	GB/T 1409—2006		0.002	0.002	0.003	0.008
介电强度/(kV/mm)	GB/T 1408.1—2006		15	15	14	14

表 4-76 PPS 注塑制品用料生产厂牌号及产品特点与用途

生产厂家	PPS 牌号	特点和用途
成都乐天塑 料有限公司	PPS—P I	白色颗粒、无填充料, 适合改性增强注塑制品
	PPS—P II	白色颗粒, 线型高分子量无填充料, 适合改性增强、注塑制品
	PPS—P III	白色颗粒, 线型高分子量, 无填充料, 适合改性增强高强度结构件, 如轴承、齿轮活塞套
	PPS—Z I	灰白色颗粒、填充玻璃纤维增强、注塑制品
	PPS—Z II	同上
	PPS—Z III	灰白色颗粒、填充玻璃纤维增强, 氟塑料合金, 适合注塑高强度结构工程制品

(续)

生产厂家	PPS 牌号	特点和用途
宝丽塑料 (上海)有限公司	0220A9	非填充料等级、注塑级、一般用途
	1140A1	同上
	1140A62	玻璃纤维增强、不易产生溢边
	1140T11	玻璃纤维增强、高抗冲
	6165A4	玻璃纤维/无机物增强、注塑级、一般用途
	6465A62	玻璃纤维/无机物增强、超高流动、低变形、低翘曲
	2130A1	碳纤维增强、高强度、高刚性、耐磨损、抗静电

4.120 聚苯硫醚可注射成型哪些制品？

1) 电子电器行业中，由于 PPS 制品适应环境温度高于 200℃，可制作发电机和发动机上的电刷托架、起动机线圈、屏蔽罩及叶片；在电视机中用于作高电压外壳及插座、接线柱等；在电子工业中，制造变压器，阻流圈及继电器的骨架和壳体，集成电路载体；另外，用于制作接触开关，绝缘底座、熔断丝夹具、继电器、电熨斗、吹风机、灯头、暖风机、微波炉等。

2) 运输机械领域。主要用于制作发动机零件，燃料泵及点火装置部件，水泵叶轮，气动信号调节器，汽化器部件、排气装置、轴承、传感器部件、配电盘、灯光反射和刮雨部件等。

3) 化工和机械行业。主要用来制作各种压缩机零部件，如阀门、流量计、齿轮泵、叶轮、复印机部件、计算机零件、照相机零件、测量仪器和钟表零件等；化工机械中的耐酸、碱阀门、管件、垫片、泵体和叶轮等。

4) 航空航天领域。采用 PPS 与玻璃纤维、碳纤或芳纶复合增强，得到一种有极高比强度和比刚性的复合材料，可用来制作机舱门、座椅、战斗机的机身和机翼，导弹的垂直尾翼等。

4.121 聚苯硫醚注射成型工艺条件是什么？

1) PPS 注射前应进行干燥处理，方法是：把原料放在 130℃ 左右的热风循环烘箱中，料层厚度为 30mm、干燥处理 3~4h。

2) 采用螺杆式注塑机注射成型制品，这样可比较准确控制原料在机筒内的塑化温度、缩短生产成型周期。

3) 塑化原料时的机筒温度：加料段（后部）280~310℃、塑化段（中部）300~340℃、均化段（前部）300~310℃。

4) 喷嘴温度：280~300℃。

5) 模具温度: 80 ~ 200℃。

6) 注意增强 PPS 料塑化温度控制不可过高, 以避免塑化熔料在机筒或熔料通道内形成硬橡胶产物, 要及时清除。模具温度控制高于 120℃ 时, 制品的热变形温度可达到 260℃; 随着模具温度的提高, 可得到高结晶度, 高硬度制品, 但其抗弯强度要受到影响。

7) 注射压力为 80 ~ 140MPa, 保压压力 40 ~ 80MPa。

8) 塑化 PPS 料时的螺杆转速控制在 20 ~ 60r/min, 螺杆背压应小于 1MPa; 由于塑化熔料凝固较快、收缩小, 一般要采用较高的注射压力和快速注射入模。

9) 改性增强的 PPS 料, 选用熔体流动速率 10 ~ 20g/10min 注射成型为较适宜。注意成型模具中的主流道锥度应大些, 流程要尽量短、排气孔的位置要合理安排。

4.122 增强型热塑性塑料注射成型时应注意什么事项?

增强性热塑性塑料是指在主原料树脂中混入玻璃纤维等材料, 而使制品的某些力学物理性得到提高的一种掺混料。目前, 所使用的增强材料主要是长短不同的玻璃纤维, 树脂中随着玻璃纤维加入量的增加, 而使制品的强度、模量、硬度、耐热性和阻燃性能得到逐步提高, 但熔料的流动性和制品成型收缩率则会降低。

注射增强型热塑性塑料成型注意事项如下。

1) 由于掺混在树脂中的玻璃纤维, 在原料塑化和注射成型制品生产过程中始终保持其固体状态, 熔体中由于玻璃纤维的存在而使其流动性变差。所以, 注射成型增强塑料时, 对原料的塑化温度、注射压力等工艺条件, 都应适当高于非增强塑料的工艺条件。

2) 增强型塑料注射成型后的收缩率小于非增强塑料。增强塑料成型制品时的收缩特点是: 沿熔态料流方向的收缩小, 垂直料流方向的收缩大, 近浇道处收缩小, 远离浇道部分的收缩变化大。所以, 对这种料成型制品结构和成型模具中型腔的设计时, 要注意其收缩特点对制品的影响, 以减少或避免因制品收缩导致其变形。

3) 由于树脂中加入玻璃纤维的规格、比例及分布均匀性的变化, 会造成制品的性能不稳定, 注意生产中对其变化时工艺条件的调整, 以改善或减少制品性能的波动。

4) 增强塑料成型制品的表面粗糙度会略有上升, 熔接痕明显或有灼伤等质量问题, 注射成型时除适当提高熔料温度、注射压力、注射速率和模具温度外, 还应注意降低成型模具中型腔的表面粗糙度。

5) 玻璃纤维增强塑料注射成型生产中一般不使用再生料。

6) 增强塑料在其塑化注射过程中, 由于其熔料粘度高, 玻璃纤维硬度高, 再加上有部分腐蚀性气体析出, 所以对设备(螺杆和机筒)的磨损和腐蚀速度要比

普通塑料注射成型生产对设备的磨损和腐蚀快得多。注意选择硬度高、耐磨损的硬质合金钢材料制造螺杆和机筒。

7) 成型模具应尽量设计壁厚均匀, 避免死角, 主流道、分流道及浇道要短而粗; 为方便脱模、主流道锥度应大于 5° , 制品脱模斜度应大于 1° 。

8) 注意注塑机塑化原料时供料的连续性、经常检查料斗内, 防止大而轻的颗粒料出现“架桥”; 要采用少量、勤加料方式上料。

9) 对料的搬运, 要轻取轻放、缓慢加料, 防止粒料中纤维的飞扬、其沾在皮肤上有痛痒感觉。

4.123 注塑制品的质量缺点怎样查找?

1. 注塑制品的外形结构尺寸不完整

1) 熔料的塑化温度偏低, 应提高塑化机筒的加热温度。

2) 保压压力不足或保压时间短, 应适当提高保压压力, 观察效果。

3) 注射熔料量不够, 这可能是螺杆前端逆止阀作用失效。

4) 喷嘴与模具浇道接触不严密, 造成注射时熔料溢料多。

5) 喷嘴温度低, 此处有熔料堵塞。

6) 注射速度低, 应适当提高注射熔料速度。

7) 螺杆塑化工作背压偏低, 原料塑化质量不均匀。

8) 成型模具温度偏低或模具各部位温度差大, 应检查模具温度控制系统是否出现故障。

9) 模具熔料流道问题, 如熔料流道截面尺寸偏小、熔料流道温度低或流道表面粗糙使料流阻力增加。

10) 制品的结构尺寸设计安排不合理, 不同部位的壁厚尺寸差过大。

2. 制品的外形尺寸不稳定, 出现收缩现象

1) 熔料的注射压力偏低, 应适当提高注射压力。

2) 保压压力偏低或保压时间不足。

3) 塑化熔料温度偏高, 应适当降低塑化机筒的加热温度。

4) 螺杆背压小, 造成熔料塑化质量欠佳, 应适当提高螺杆的背压。

5) 模具温度不合理, 主要是模具温度偏高, 增加了熔料的降温固化时间。

6) 喷嘴孔径偏小, 应适当加大。

7) 熔料注射速度偏慢, 应加快注射速度。

8) 注射熔料量不足。

9) 模具浇道位置布置的不合理。

10) 制品的结构形状设计不合理, 造成局部应力不均衡。

3. 制品脱模困难

- 1) 熔料注射压力过高, 应降低注射压力。
 - 2) 熔料温度偏高, 应降低机筒加热温度或降低螺杆工作转速。
 - 3) 原料中含水分超标, 应对原料进行干燥处理。
 - 4) 模具温度偏低或者模具各部位温度差大。
 - 5) 模具成型面表面粗糙度高或者脱模斜度小, 应对模具进行修磨, 降低表面粗糙度或增大脱模斜度。
 - 6) 保压、降温固化时间不足, 应当适当延长熔料的降温固化时间。
 - 7) 脱模剂涂层用量不足或涂层不均匀。
4. 制品有飞边
- 1) 两半模面合模不严密或结合面粗糙, 应进行研磨修整。
 - 2) 熔料注射压力过高, 应适当降低注射压力。
 - 3) 锁模力不足, 应提高合模锁模力。
 - 4) 熔料温度偏高, 应适当降低原料塑化温度。
 - 5) 注射成型制品用料量过多, 应当适当调整降低用料量或注射时间。
 - 6) 成型模具温度偏高, 应适当降低模具温度。
5. 制品脱模易损坏
- 1) 原料塑化不均匀, 应适当提高螺杆工作背压。
 - 2) 模具温度偏低, 应适当提高模具温度。
 - 3) 顶出杆的位置布置不合理或各项出杆的顶出推力不均, 应找出制品损坏部位, 调整顶出杆的分布使顶出力均匀些。
 - 4) 制品的脱模斜度不够, 应加大制品脱模斜度。
 - 5) 模具结构设计不合理, 制品脱模时有的部位出现真空现象, 应对模具结构进行修改。
 - 6) 模具中的侧滑块与开模动作或顶出动作不协调, 应对模具进行修改。
 - 7) 成型模具的工作面粗糙, 应进行研磨修光。
 - 8) 脱模剂涂层不均匀或用量过少。
6. 制品表面有熔接痕
- 1) 原料塑化不均匀, 应提高螺杆工作背压。
 - 2) 成型模具温度偏低, 应适当提高模具温度。
 - 3) 熔料注射压力不足及注射速度慢, 应提高注射压力和注射速度。
 - 4) 喷嘴孔径偏小, 应扩大孔直径, 增加单位时间内的注射熔料量。
 - 5) 熔料流道截面小, 影响注射熔料流量, 应扩大熔料流道截面或改进浇道位置 (离结合处近些)。
 - 6) 原料中水分含量超标, 使用前应对原料进行干燥处理。
7. 制品表面有波纹

1) 原料塑化不均匀, 应适当提高机筒加热温度或提高螺杆工作背压。
2) 注射压力选择不合理, 过高或过低的注射压力都能影响制品的表观质量。
3) 保压、降温固化时间不足, 应适当延长。
4) 原料中含水量过高, 应对原料进行干燥处理后再使用。
5) 熔料的注射速度选择不合理, 过高或过慢的注射速度都会影响制品的表观质量。

6) 模具的成型面表面粗糙度较大, 使制品表面粗糙, 应研磨修光模具成型面。

8. 制品表面有气泡和银纹

1) 制品用原料含水分超标, 应对原料进行干燥处理。

2) 原料中的添加剂不耐高温, 应调整更换。

3) 原料塑化温度偏高或者是在机筒内停留时间过长, 应降低机筒前段温度或改用较小规格注塑机。

4) 螺杆工作背压小, 应适当提高螺杆背压。

5) 保压压力偏低或降温固化时间短, 应提高保压压力或延长降温定型时间。

6) 成型模具温度偏低, 应提高模具温度。

7) 注射压力或注射速度有些偏高, 应适当降低些注射压力和注射速度。

9. 制品表面无光泽

1) 原料塑化熔融质量不均匀, 应适当提高机筒加热温度或提高螺杆工作背压。

2) 原料中含水分偏高, 应对原料干燥处理, 使原料中含水分在允许指标内。

3) 模具内成型制品工作面粗糙或有水珠, 应研磨抛光工作面, 提高型腔表面光亮度。

4) 原料附加料配加不当, 应调整更换。

5) 原料中混有杂质多, 不清洁。

6) 成型模具温度偏低, 应适当提高模具温度。

7) 脱模剂涂层过厚, 用量过多。

10. 注塑制品成型后变形

1) 制品结构形状设计不合理, 形状及厚薄安排不对称, 应改进制品的结构安排。

2) 塑化熔融料的温度偏低, 应提高塑化机筒的加热温度。

3) 模具体各部位温度不均匀、温差过大, 应改进模具加热方法, 使各部位温差小些。

4) 保压降温固化时间短, 应延长降温时间。

5) 脱模顶出杆的顶出力不一致, 应调整顶出杆的分布或顶出力不均衡现象。

6) 浇道位置布置欠合理, 应适当调整。

7) 填料量过多, 应适当减少填料量和降低注射压力和速度。

11. 制品有黑点或黑纹

- 1) 机筒内有滞留残料区, 部分熔料分解, 应清洗机筒和螺杆。
- 2) 原料不纯, 混有较多杂质, 应检查更换原料。
- 3) 喷嘴孔径小、熔料温度高或注射压力过高、注射速度过快等因素都容易使局部熔料温度升高, 使料分解。
- 4) 机筒或喷嘴处有腐蚀坑, 使存料分解, 应进行检修, 查找修复。

4.124 怎样注射成型双色塑料制品?

注射成型双色或混色塑料制品是将同一种原料分别混合配制成两种不同的颜色, 并由两台相同结构、相同规格的注塑机分别塑化注射两种颜色熔料, 然后经由一个喷嘴注入成型模具内。成型的塑料制品有分色的、混色的或者是无规则花纹的, 其外观效果是普通注射成型及表面修饰所无法得到的。

两台相同规格注塑机中塑化熔料的交替经喷嘴注射完成, 由塑化机筒和喷嘴间的程序控制阀动作控制。这种双色注塑机结构, 如图 4-10 所示。

如果在图 4-10 中所示注塑机的喷嘴内加入一个能够旋转的芯棒, 塑化注射时, 两个塑化注射装置能够同时间、同料量、同压力、同注射速度把两种不同颜色的熔料经由同一个旋转芯棒喷嘴注入到成型模具内, 这样, 可以制得不同花纹图案的注塑制品。

图 4-11 是一种成型模具可以绕中心轴旋转换位的注塑机结构示意图。它由两套规格相同、结构形式也相同的塑化注射装置和模具装置所组成。这种结构注塑机的工作方法如下。两台塑化注射装置同时完成第一次注射后, 两套相同结构的成型模具绕中心轴旋转 180° 换位, 然后再第二次分别由两套注射装置注入不同颜色的熔料于成型模具内。通过这种分两次完成不同颜色熔料注入同一成型模具内的动作, 可得到双色注塑制品。

注射成型双色制品生产工艺特点如下。

1) 双色注塑机由两套结构、规格完全相同的塑化注射装置组成。喷嘴按生产方式需要应具有特殊结构, 或配有能旋转换位的结构完全相同的两组成型模具。塑化注射时, 要求两套塑化注射装置中的熔料温度、注射压力、注射熔料量等工艺参数相同, 要尽量缩小两套装置中的工艺参数波动差。

2) 双色注射成型塑料制品与普通注射成型塑料制品比较, 其注射时的熔料温

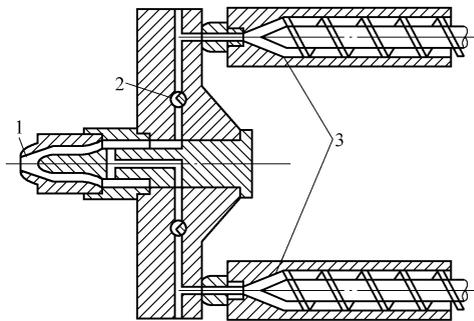


图 4-10 双色注塑装置结构示意图

1—喷嘴 2—控制阀 3—塑化注射装置

度和注射压力都要采用较高的参数值。主要原因是双色注射成型中的模具流道比较长，结构比较复杂，注射熔料流动阻力较大。

3) 双色注射成型塑料制品要选用热稳定性好、熔体粘度低的原料，以避免因熔料温度高，在流道内停留时间较长而分解。应用较多的塑料是聚烯烃类树脂、聚苯乙烯和ABS料等。

4) 双色塑料制品在注射成型时，为了使两种不同颜色的熔料在成型时能很好地在模具中熔接，保证注塑制品的成型质量，应采用较高的熔料温度、较高的模具温度、较高的注射压力和注射速率。

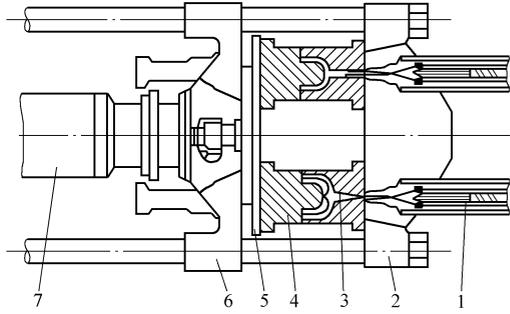


图 4-11 成型模具旋转换位双色注塑机
1—塑化注射装置 2—定模板 3—型腔 4—型芯
5—旋转盘 6—移动模板 7—锁模油缸

4. 125 气体辅助注射成型塑料制品怎样生产？

气体辅助注射成型（GAM）塑料制品，是在注射成型制品过程中，首先把部分塑化好的熔料注入成型模具型腔中，然后由设定的输气管孔，输入有一定压力的空气（一般都用氮气）到模具型腔中的熔料体内。由于靠近模腔壁的熔料温度降低，粘度增加，而中间没靠近型腔壁的熔料温度还较高，粘度低，则这部分熔料被有一定压力的气体吹胀，使熔料充满模具型腔壁面上，而中间部位形成气体空腔。这时熔体内气压保持不变或略升高，进行保压补缩。当熔料降温冷却后，把腔内的气体经原输入管路排出，即制品成型，可开模取出。采用这种成型方法，几乎所有的热塑性塑料和部分热固性塑料都可用于成型。例如：各种电器设备的外壳、大型家具、汽车仪表板和各种空心把手等，均可用气体辅助注射成型制品。气体辅助注射是一种发展较快的新型塑料加工技术。

气体辅助注射与普通注塑用设备比较，只是增加一套供气装置，其生产成型过程与普通注射成型过程也相似。工作程序如下。

把塑化好的部分熔料注入成型模具空腔内→输入有一定压力的气体，进入型腔内熔料体内，吹胀熔料紧贴在型腔壁上→保持气体压力、保压、补缩、熔料降温、冷却定型→排出气体，经由原输入气孔回流贮气缸（瓶）中→开模取出制品。

气体辅助注射与普通注射成型比较有如下特点。

1) 生产成型周期缩短。由于制品成型用注塑熔料量少，则注射时间和制品冷却时间都要少。

2) 锁模力小。气体辅助注射成型主要是用气体压力吹胀熔料, 所以锁模力可小许多。这样, 成型模具可用铝合金制造, 降低了模具制造费用。

3) 调节气体吹胀熔料的压力, 可以得到不同壁厚制品。熔料被吹胀, 气体压力分布均匀, 能较好地成型形状复杂的制品, 保证了制品质量, 减少了出现应力集中现象。

4) 应根据制品成型用料的性能、型腔结构的复杂程度和熔体及模具的温度条件, 严格控制气体注入的时间和气体压力。气体注入过早, 熔体外层未冷却, 气体压力容易把吹胀熔料穿透; 气体注入过晚, 熔体已经冷却固化, 则不易吹胀熔料。压力气体的吹入应先高后低。较高的气体压力能迫使吹胀熔料紧贴型腔内壁。完成这个动作后, 即可降低些气压, 以避免产生内应力。模具的温度控制应以熔料冷却速度利于气体吹胀成型为准。

5) 气体辅助注射成型, 增加了一套供气装置和充气喷嘴。对气体的注入条件要求比较严格。

6) 气体辅助注射制品表面应采用花纹修饰, 用于遮盖制品表面光泽的不足。

4.126 反应注射成型塑料制品怎样生产?

反应注射 (RIM) 成型制品, 是把两种或两种以上具有反应性的低粘度液体, 按一定的比例, 在一定的压力和温度条件下均匀混合后, 立即注入密闭的成型模具内, 在模具经进一步反应后形成塑料制品。这种成型塑料制品的反应过程方法称为反应注塑。

反应注射成型制品应用范围, 包括汽车、电工、电子技术、家具和建筑业等领域。这种反应注射成型制品用料主要是聚氨酯, 另外还有聚脲、环氧树脂、不饱和聚酯及尼龙 6 等。

1. 反应注塑的特点

1) 反应注塑的成型模具内压力较低 (一般为 0.2 ~ 7MPa), 所以锁模力不大, 这样模具可用铝合金制造, 能够成型大面积制件。

2) 可注射成型各种结构形状复杂 (包括有筋、凸台、缺口及吊耳) 制件, 不产生内应力。

3) 液态反应组分粘度比较低, 充模容易, 非常适合成型薄壁制件或大型厚壁制品, 也可成型带有金属嵌件的制品。

4) 由于成型过程中伴有化学反应, 模具要设有良好的排气通道, 以避免制品产生气孔。

5) 反应成型制品收缩率较大, 应有保压补缩装置。

6) 反应注射成型制品用原料条件要求较高, 常用几种原料的 (RIM) 成型工艺条件要求见表 4-77。

表 4-77 常用塑料的 RIM 成型工艺条件

项 目	聚氨酯	聚脲	尼龙 6	不饱和聚酯	环氧树脂
反应热能/ (kJ/mol)	37.0	37.0	18.6	30.0	55.8
活化能/ (kJ/mol)	26.0	5.6	39.0	50.8	20.0
物料温度/℃	40	40	100	25	60
固化时间/s	45	30	150	60	150
成型收缩率 (%)	5	5	10	20	5
模具温度/℃	70	70	130	150	130

2. 反应注射成型制品过程

反应注射成型制品的加工过程可分三部分。第一部分为模具准备；第二部分为反应注射制品成型过程；第三部分为制品的后处理。

(1) 模具的准备工作 可按成型模具的制造精度质量检查验收→成型模具安装→清理成型模具→安置嵌件→用压缩空气吹净模腔内灰尘→均匀涂布脱模剂等步骤进行。

(2) 反应注射制品成型过程 (以聚氨酯原料为例)

1) 原料准备。分别计量配制以多元醇和二异氰酸酯为基料，再按制品成型条件要求，除树脂单体外，加入一定比例的填料和添加剂，组成两组分原料浆。

把计量后混合的原料浆分贮存、计量和混合三个工作程序。

① 贮存。把两种原料浆分别加入两个温度为 20 ~ 40℃ 的恒温缸中。同时用搅拌浆不停地转动搅拌，此即为原料浆的贮存。

② 计量。把两个贮缸中的原料浆，分别通过管路、加压计量泵，按比例计量注入到混合头内。注意：计量浆料计量要准确在 1.5% ~ 1% 以内。

③ 混合。把两种精确计量的浆料，用高压 (14 ~ 20MPa) 注入混合头，通过各组单元的高速相互撞击，实现原料浆中各种物料的均匀混合。

2) 充模成型过程。混合后的浆料，经过喷嘴，以较高的流速充模。所以应注意浆料粘度不能过高，否则将很难高速流动。但粘度又不能过低，过低粘度的浆料容易夹带空气进入模腔，或沿分型面泄漏，堵塞排气孔。聚氨酯混合浆料较适合的喷塑粘度应不小于 0.1Pa · s。

3) 固化定型过程。聚氨酯混合浆料注射充模后，固化定型时间较短。由于原料的导热性很差，反应过程中会产生大量热，使制品内部温度高于表层温度。所以制品的固化是从内向外进行。这就要求模具应有很好的散热能力。应注意控制模具内最高温度低于原料的分解温度。制品的固化时间由制品用原料配方及制品结构尺寸大小来决定。

(3) 制品的后处理 可按去掉制品飞边和浇道料→清除脱模剂→检测制品外观

质量及结构尺寸精度→必要的表面修饰→包装入库的步骤进行。

聚氨酯的反应注塑过程如图 4-12 所示。

4.127 热固性塑料怎样注射成型?

1. 热固性塑料成型方法

热固性塑料的注射成型工艺程序与热塑性塑料注射成型的工艺程序相同,但工艺参数条件不同。常用成型注塑机可用柱塞式注塑机,也可用螺杆式注塑机。注射成型方法(以螺杆式注塑机为例)如下。把热固性塑料加入塑化机筒内,加热的塑化机筒和转动的螺杆使原料熔融塑化呈熔融态,这时在原料中产生的是一种物理反应,然后被转动的螺杆推动前移至螺杆头部,熔料达到注射量时,螺杆前移以较高的注射压力及注射速度把熔料注入成型模内。此时,模具内的熔料在高压、高温条件下与同时加入的固化剂作用发生交联反应,此种化学反应同时放出水、氨等低分子物质。待熔料降温硬化后,即可从成型模具中取出,成为热固性塑料的注射成型制品。

2. 热固性塑料注射成型制品工艺特点

1) 热固性塑料在机筒内的塑化温度应严格控制。一般多用恒温控制的水循环加热塑化机筒;机筒温度控制在 90°C 左右。温度偏低时原料塑化不均匀,熔料流动性差;温度偏高时又会使熔料流动性变小,甚至发生硬化。注射时熔料与喷嘴间的摩擦产生热量,这时的料温应在 $100 \sim 130^{\circ}\text{C}$ 之间。注入成型模具内的熔料温度应控制在 $160 \sim 170^{\circ}\text{C}$ 。

2) 热固性熔料在成型模具内,在高压、高温作用下交联反应时有低分子物析出,要求模具的锁模机构能满足排气动作。也就是让锁模机构既要保证熔料高压注入的锁模力,又要因原料化学反应工艺需要,能及时开模排放气体。

3) 热固性塑料在机筒内塑化停留时间不能过长,加热塑化温度也不能有较大的温度波动差,以防止熔料提前固化。对螺杆的结构要求为压缩比 $0.8 \sim 1.2$,长径比 $12 \sim 16$,螺纹槽深度比热塑性塑料塑化用螺纹槽深些,螺杆头部为 60° 锥形,一般常设有逆止环。

4) 热固性塑料注射成型时,熔料的注射压力比热塑性塑料的注射压力高,这是由于热固性塑料熔融后粘度比较大,而且这种粘度在高温下会随时间的延长而急剧增加。所以,为了保证熔料能够完全充模,必须采用高压快速充模。这种高压注

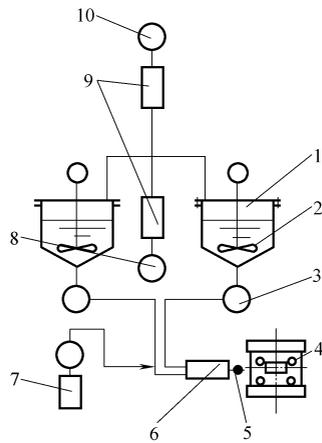


图 4-12 聚氨酯反应注射成型过程示意图

1—贮料缸 2—搅拌器 3—加压
计量泵 4—成型模具 5—喷嘴
6—混合头 7—清洗液 8—真
空泵 9—控制阀 10—空压机

射和高压保压对成型热固性塑料制品结构尺寸稳定和有一定的密实度也有益处。但是,这种高压注射会使制品产生较大内应力,制品易产生裂纹、气孔和飞边等缺陷。所以,注射压力大小的选择应以满足粘流熔料完整充模即可,不应选取过高的压力值。

5) 热固性塑料制品多数是以树脂和填料为基础,再加入一些其他添加剂注射成型的。这种由多组分组成的原料,其熔料有较好的流动性和有较宽的塑化温度范围,并能在较低温度条件下塑化。另外,还要求原料的热稳定性好,在塑化机筒内停留时间较长时不能发生固化反应;进入成型模具后,要能迅速固化,以缩短注塑制品的成型周期。

3. 热固性塑料注射成型制品工艺

表 4-78 中列出几种热固性塑料注射成型塑料制品用工艺参数,可供生产时参考。

表 4-78 常用热固性塑料的注射成型工艺参数

项 目		PF	UF	MF	UP	EP	DAP
机筒 温度/℃	加料段	60 ~ 70	50 ~ 60	50 ~ 60	20 ~ 40	20 ~ 40	40 ~ 60
	计量段	70 ~ 95	80 ~ 90	80 ~ 90	70 ~ 90	70 ~ 90	80 ~ 90
模具温度/℃		100 ~ 150	120 ~ 150	135 ~ 160	170 ~ 180	170 ~ 190	160 ~ 170
树脂熔体温度/℃		110 ~ 125	—	—	100 ~ 110	—	100 ~ 110
喷嘴温度/℃		90 ~ 100	75 ~ 100	85 ~ 100	—	—	—
螺杆转速/(r/min)		40 ~ 75	45 ~ 55	45 ~ 55	30 ~ 55	—	20 ~ 50
螺杆背压/MPa		0 ~ 0.69	0 ~ 0.49	0.20 ~ 0.49	—	—	—
注射压力/MPa		100 ~ 140	60 ~ 80	60 ~ 80	90 ~ 150	—	50 ~ 150
注射时间/s		2 ~ 10	3 ~ 8	3 ~ 12	5 ~ 10	—	5 ~ 10
保压时间/s		5 ~ 25	5 ~ 15	5 ~ 20	5 ~ 30	—	—
固化时间/s		15 ~ 90	15 ~ 40	20 ~ 70	15 ~ 60	—	15 ~ 60

PF 是酚醛塑料,它是热固性塑料中应用最多的一种注射成型塑料制品用材料。这种塑料成型时多用木粉或纤维素做填充料,成型酚醛熔料流动性好,加热时间范围也较宽。

氨基塑料中的脲甲醛 UF、三聚氰胺甲醛 MF 及三聚氰胺酚醛都可以用来注射成型制品。这种原料塑化时要求加热时间短,所以应采用较高的注射速度。但要注意高速注射成型会引起制品产生应力,容易使制品产生裂纹。这种原料的熔体固化条件要求较高,注射成型过程中对塑化机筒的加热温度和成型模具温度的波动应严格控制。

UP 是不饱和聚酯,这种塑料用于注射成型的品种有 SMC 和 UP。它们注射成

型塑料制品的成型性和工艺性均较好。

EP 是环氧树脂，这种塑料熔体注入成型模具后，可在很宽的温度范围内迅速或缓慢固化，这与选用的固化剂和环氧体系有关。制品的壁厚对固化时间影响小，制品成型后收缩小，约为 0.1% 左右，但流动方向与垂直方向相差约 3%。

DAP 是苯二甲酸二丙烯酸酯塑料（可分为邻苯二甲酸二丙烯酸酯和间苯二甲酸二丙烯酸酯），用于注射成型时，在树脂中常加入玻璃纤维或无机填料增强。

4. 热固性塑料注射成型注意事项

- 1) 注射成型制品的热固性塑料应是相对分子质量不大的线型结构粒料或粉料。
- 2) 热固性塑料塑化后的熔料应热稳定性好、流动性好，在机筒内停留时间较长时（10min 以内）应有较好流动性；熔体低温时稳定，高温时交联反应迅速。
- 3) 机筒加热介质为水，成型模具加热介质为油，用恒温控制，温度波动差要尽量小。
- 4) 熔体应采用较高的注射压力和最快的注射速度充模。调整时应以保证制品充模成型质量为准，取最低值。
- 5) 注意螺杆头部和喷嘴的结构设计，注射后不许存留残料。喷嘴为敞开式，孔径 2 ~ 2.5mm，熔料流通光滑洁净。
- 6) 注意模具中排气通道截面尺寸的选取，过大或过小的截面尺寸都会对制品成型质量有一定的影响。

第5章 注塑机的使用与维护

5.1 怎样选择注塑机？

注塑机使用前对其类型及规格型号的选择正确与否，对注塑制品的生产成本、质量及生产效率都有较大影响。在选择注塑机的规格型号之前，首先要查看注塑机生产厂家提供的产品说明书中的注塑机性能参数值。这些参数值是表示该注塑机的主要性能特征，根据所要生产塑料制品的一些技术要求〔如制品用原料种类、牌号，制品的质（重）量及外形尺寸等〕去查找说明书中与其相接近的参数值，这些参数值所对应的注塑机型号就是要选购的注塑机。同时，也要了解一下拟选购的注塑机的工作精度、速度及产品精度水平等，是否符合制品的成型条件。

规格型号中重点要对照的数据包括：注塑制品的质量（或容积）和外形尺寸与设备中参数值的比例关系，即制品质（重）量与注塑机理论注射量（或容积）之间的比例关系；制品长度（高度）尺寸及与成型模具厚度（移动模板上模具厚度）尺寸之和与注塑机的移动模板行程距离之间的尺寸要求条件（图 3-6），即 $L \geq H_1 + H_2 + H_3$ ，同时，要保证模具安装后移动模板行程 L_1 值， $L_1 \geq$ 移动模板上的模具厚度 + 制品高度 + H_2 。（式中 $H_2 = 5 \sim 10\text{mm}$ ）。另外，还应核实拟在该注塑机上安装的模具结构尺寸与注塑机条件相符：

- ① 拉杆的间距尺寸应大于模具的宽及高度尺寸，以方便模具的装配。
- ② 模板的尺寸符合成型模具安装固定时的尺寸要求。
- ③ 模具的宽度及高度尺寸须符合该注塑机建议的最小模具尺寸。

5.2 怎样由制品的质量计算选择注塑机的理论注射量？

注塑机的理论注射量是机筒内螺杆作一次最大注射移动行程，所能推出的最大熔料量。制品成型所需要的熔料量为

$$Q = K \cdot (\text{制品重量} + \text{浇口系统用料量})$$

式中， K 为系数， $K = 1.1 \sim 1.3$ 。

上式是以聚苯乙烯（PS）料为例，当制品质量要求较高时， K 取大值，反之取小值。

采用其他料注塑时，用此料的密度换算成 PS 料的实际质量，计算方法是

$$Q_s = Q \times 1.05 / \rho$$

式中 ρ 为某种塑料密度（ g/cm^3 ）（PS 料密度为 $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ ）。

计算实例：一件 PE 制品质量为 200g、浇注系统用料为 22g，计算注塑机注射

成型时需要多少熔料量 (g)?

① 按此制品为 PS 料时须注射熔料量计算

$$Q = (1.1 \sim 1.3) \times (200 + 22)g = 266.4g$$

式中, 1.1 ~ 1.3 取 1.2。

② 注射 PE 制品 (密度为 $0.92g/cm^3$) 需用熔料量

$$Q_x = 266.4 \times \frac{1.05}{0.92}g/cm^3 = 304.04g/cm^3$$

按需用的熔料注射量选用适宜的注塑机螺杆直径。即

$$Q = \frac{\pi}{4}D^2 \cdot L$$

式中 Q ——注射量 (g/cm^3);
 D ——螺杆直径 (mm);
 L ——螺杆注射行程 (mm)。

5.3 怎样按制品成型用合模力选择注塑机?

注塑机的合模力 (也可称锁模力) 是指合模装置中, 对两片 (或多片) 模具结合成一制品空腔体的最大夹紧力。当熔料以一定的注射力和流速进入模具空腔时, 有这个合模力作用, 使成型模具不至于被熔料的注射力作用而胀开。

注塑机的合模力和注塑机的注射量一样, 是注塑机的一个重要性能参数。从这个参数中就可知注塑机规模的大小。在注塑机的规格型号标准 (GB/T 12783—2000) 标注中, 分子数值是注塑机的理论注射量 (g 或 cm^3), 分母数值就是合模力 (kN)。

注射制品成型用合模力的计算比较复杂, 它与熔料的注射压力、熔料的粘度、原料塑化条件、制品形状、模具结构和制品在模具中的冷却定型温度等因素有关, 所以, 很难计算出一个比较准确的合模力。这里只介绍一个粗略的计算制品注射成型用合模力方法。

合模力 = 合模力计算用常数 \times 制品在模板上垂直投影面积
 即

$$F = KS$$

式中 F ——合模力 (锁模力) (kN);
 S ——制品在模板上的垂直投影面积 (cm^2);
 K ——不同原料用常数 (kN/cm^2)。

不同原料的 K 值见表 2-14。

5.4 注塑机怎样验收检查?

新制造的注塑机, 在出厂前一般应对设备进行不少于 4h 的 (或 3000 次) 连

续空运转试验,这同时,要检测动、静模板间工作平面的平行度,手动、半自动和自动三项动作操作情况,安全防护设施的可靠性、运行的平稳性、液压系统的油温变化及工作噪声测试等工作,把必要的数数据填报在设备合格证上。检测的结果数据应符合 JB/T 7267—2004 标准规定。具体数据见表 5-1 螺杆与机筒的装配间隙,表 5-2 为移动与固定模板间两平面平行度公差,表 5-3 为模板上定位孔直径尺寸与喷嘴球半径,表 5-4 为液压系统工作时渗油处的规定,表 5-5 为注塑机工作噪声值的规定。

表 5-1 螺杆与机筒的装配间隙 (mm)

螺杆直径	≥15 ~ 25	≥25 ~ 50	≥50 ~ 80	≥80 ~ 110	≥110 ~ 150	≥150 ~ 200	≥200 ~ 240	> 240
间隙	0.12	0.20	0.30	0.35	0.45	0.50	0.60	0.70

表 5-2 移动与固定模板间两平面平行度公差 (mm)

拉杆有限间距	200 ~ 250	250 ~ 400	400 ~ 630	630 ~ 1000	1000 ~ 1600	1600 ~ 2500
合模力为零时	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.80
合模力最大时	0.12	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40

表 5-3 模板上定位孔直径尺寸与喷嘴球半径 (mm)

拉杆有限间距		200 ~ 223	224 ~ 279	280 ~ 449	450 ~ 709	710 ~ 899	900 ~ 1399	1400 ~ 2239	≥2240
模具定位 孔直径	基本尺寸	80	100	125	160	200	250	315	315
	极限偏差 H8	+0.054	+0.054	+0.063	+0.063	+0.072	+0.072	+0.081	+0.081
喷嘴球半径		10、15、20、25、30、35							

表 5-4 液压系统工作时渗油处的规定

合模力/kN	160 ~ 2400	2500 ~ 9000	10000 ~ 50000
渗油处数	≤3	≤5	≤7

表 5-5 注塑机工作噪声值的规定

合模力/kN	≤4500	5000 ~ 14000	≥16000
整机噪声值不超过/dB(A)	83	84	85

塑料制品厂作为设备的使用单位,检测目的不仅是为了核实一下进厂设备合格证数据的准确性,更主要的是为今后对设备维修时有一个比较正确可靠的考核数据。

5.5 注塑机投产前应怎样检查验收?

作为设备管理人员和该设备的操作工,在第一次对设备验收检查时,一定要仔细、认真,按设备说明书中内容详细核实。因为通过这次对设备的验收,也是自己对设备的工作方法及性能的了解、熟悉和认识的过程。

开车前的设备验收可按下列顺序进行。

- 1) 设备上电器额定电压是否与车间电源电压值相同。
- 2) 各按钮、操作手柄、手轮和电器线路有无损坏, 是否有手动、半自动和自动操作控制。各开关手柄都应在“断”的位置。
- 3) 安全门左右滑动是否灵活, 与限位开关接触如何, 是否准确可靠。
- 4) 冷却水管路是否通畅, 有无渗漏现象。
- 5) 查看油箱内液压油面是否在液面指标高度内。
- 6) 润滑系统管路是否通畅, 同时把润滑油注入各润滑点。
- 7) 检测模板上定位孔尺寸是否与说明书相符。同时应与表 5-3 规定相同。
- 8) 电器装置和设备应有接地装置, 并标有保护接地符号。
- 9) 电器绝缘应能承受 1500V、50Hz 交流正弦波, 经 1min 试验而无击穿或闪络现象。
- 10) 电器装置中不接地电器的绝缘电阻不得低于 $1M\Omega$ 。
- 11) 检测电加热系统是否安全可靠, 与机筒接触应严密。
- 12) 检测螺杆与机筒的实际装配间隙, 必要时可拆出螺杆, 检测螺杆外径与机筒内径的实际尺寸。螺杆与机筒的装配间隙应符合表 5-1 规定。

5.6 注塑机怎样进行空运转试车验收检查?

注塑机空运转试车验收顺序如下。

- 1) 清除设备四周一切杂物, 检查各紧固螺母是否拧紧, 安全罩是否牢固可靠, 准备试车。
- 2) 接通主开关, 把操作方式调至点动或手动位置。
- 3) 点动液压泵开关, 查看液压泵旋转方向是否正确, 如正确可正式起动液压泵电动机, 同时打开冷却水管路, 对液压油进行冷却。
- 4) 液压泵运转正常后, 调节溢流阀, 查看油压表升压情况, 调至工作需要压力。
- 5) 关闭安全门, 手动操作合模、开模试验几次。检查安全门工作作用是否可靠, 指示灯是否能及时亮熄。液压系统的各控制阀是否动作敏捷, 正确工作。当系统油压为额定值的 25% 时, 各运动部件不应有爬行、卡死和明显的冲击现象产生。
- 6) 检测移动模板与固定模板的两工作面平行度, 应符合表 5-2 规定。
- 7) 转换开关, 把操作方式转至调整位置, 查看各动作反应是否灵活正常工作。
- 8) 调节时间继电器和限位开关, 检查动作是否灵敏、准确。
- 9) 操作方式改为半自动控制, 再进行开关安全门操作, 检查设备运转工作情况。
- 10) 操作方式改为自动控制, 检查运转工作是否正常。

- 11) 查看液压系统泄漏情况, 管路的渗漏处应符合表 5-4 规定。
- 12) 检测液压油温度, 最高不应超过 55℃。
- 13) 注塑机的工作噪声, 如果认为有必要测试时, 噪声值 dB (A) 不应超过表 5-5 规定值。
- 14) 试验紧急停车装置动作是否准确可靠。
- 15) 检测试验液压系统的油量不足报警、油温过高报警、润滑油不足报警装置, 是否能及时准确报警。

5.7 注塑机怎样进行投料试车验收检查?

注塑机投料试车验收检查工作顺序如下。

1. 试车前准备
 - 1) 清洗试车制品用成型模具及检查模具质量。
 - 2) 注射移动行程调试, 主要是清洁注射座移动导轨, 并加好润滑油。
 - 3) 核实试车用原料名称、型号及检测原料质量和含湿度, 按原料允许湿度要求, 决定是否对原料进行干燥处理。
 - 4) 核实螺杆和喷嘴的结构形式, 看是否与原料注塑工艺条件要求相符, 同时清洗干净安装好。
 - 5) 检测试验喷嘴圆弧与成型模具浇道圆弧配合尺寸是否能严密接触吻合。
2. 试车前的操作调试顺序
 - 1) 成型模具的安装调试按第 3.10 节内容要求进行。
 - 2) 注射座部位的调试。
 - ① 把操作方式调至点动位置。
 - ② 调整注射座移动距离。首先把成型模具闭合, 然后让注射座慢速前移至喷嘴与成型模具浇道接触合严为止。固定限位开关滑块位置。
 - ③ 根据制品的用料量, 调节螺杆的计量行程, 同时检查试验限位开关或移动传感器是否能正确工作。
 - ④ 调节液压系统各控制阀, 保证注塑制件用注射压力和保压压力。
 - ⑤ 调节时间继电器, 按制品的工艺条件需要, 准确控制注射压力与保压压力的切换时间。
 - ⑥ 按原料的塑化性能条件需要, 预调螺杆塑化用背压力。
 - ⑦ 调节注射座移动油缸和喷嘴控制液压缸的压力, 以能防止熔料流延的最低压力为准。
 - ⑧ 试验检查螺杆空运转, 如有异常声响应立即停车。
 - ⑨ 试验检查料斗上的加料口, 观察其开闭工作是否正常。对于加料方式的选择, 由于不同原料的塑化温度不同, 则注射座的工作方式也有所变化, 即注射座的

前移和后退工作发生变化,这又使注塑中的料斗加料方式分为固定加料、前加料和后加料。

a. 固定加料方式。某些原料的塑化温度范围较宽(如聚苯乙烯),对这类原料的注塑工作就不需要注射座前后移动,喷嘴可长时间与模具衬套口接触,这时可用固定加料方式。

b. 前加料方式。某些原料的塑化需要较大的螺杆背压力(如聚酰胺),在注射时为减少其开式喷嘴的熔料流延,对它的塑化加料先于注射座的后移动作,这时为前加料方式。

c. 后加料方式。在注塑结晶型塑料时(如聚乙烯),为减少喷嘴与模具衬套口的接触时间,当注射、保压程序完成后,立即后退注射座,然后再进行加料塑化工作,这种方式为后加料。

3) 合模部分安全设施的试验检查。

① 安全门的安全性试验检查。把操作方式调至半自动控制,关闭安全门后,模具开始进行开模或闭模运动,在模具的开闭模运行中打开安全门,检查模具的开合动作是否立即停止;再打开另一侧安全门,液压泵应停止工作。

② 合模保险装置的试验检查。试验保险装置工作的可靠性,可在两半模的结合面上贴一张薄油纸(厚约0.3~0.4mm,试验后清除干净),合模时观察其是否能接通锁模升压开关,如不能接通,说明此保险装置工作可靠。试验检查后,紧固好各限位开关。

③ 锁模力的试验调整。可参照第3.11节中内容进行。

3. 投料试车

对注塑机的空转试车及调整工作完成后,即可投料试车。假设试车用料为高密度聚乙烯(HDPE),选用螺杆为突变型结构形式,喷嘴结构为直通式。

试车顺序如下。

1) 机筒、喷嘴、模具升温,机筒温度前部设定为210℃,中部设定为180℃,后部设定为165℃。喷嘴设定温度为180℃。模具设定温度为50℃。

2) 检测试车用料。由于原料袋装密封较好,可不用干燥处理。经仔细清理料斗后,可把原料直接投入料斗。

3) 接通料斗座冷却水,流量适当。

4) 检查液压系统油箱中油的温度及液压油的通水冷却情况。

5) 机筒、喷嘴和模具温度,升温达到设定温度时,再恒温1~2h,使各部温度能均恒。

6) 把操作方式调整至手动位置。低速起动螺杆,如转动正常即可开始加料,开始加料时应料量少些,直至熔融料从喷嘴挤出后,即可正常加料。

7) 手动操作,对空注射熔料。检查原料的塑化质量。柔软光泽,无软硬不均

现象为完全塑化好。如欠佳可适当调整螺杆背压。

8) 合模。

9) 注射座前移, 与模具浇道严密接触。注射、保压。

10) 注射座退回, 取出制件, 检查制品质量。根据制件的外形尺寸精度和制件是否有飞边等成品质量问题, 适当调节螺杆的注射压力、保压时间和合模中的锁模力。直至得到质量合格制品。

11) 操作方式调整至半自动位置。

12) 连续生产 4h。在这段时间内, 试车验收人员应重点查看液压传动的油温升高变化。主传动电动机的电流变化。适当加大润滑油用量 (因为新运转设备初期, 相互转动零件间、轴瓦间有个磨合过程, 金属粉末较多, 有较大的润滑油流出, 可把金属粉末带出两金属摩擦面间)。仔细听各部位的传动声音, 有无异常变化等。如出现异常情况, 应紧急停车, 认真查出故障部位, 分析故障产生原因, 如系制造厂责任, 应及时交涉解决。

4. 停车检查

投料试车, 经 4h 生产, 一切正常后, 应停车检查主要零部件磨损情况。其顺序如下。

1) 改变操作方式: 由半自动控制调整至手动控制。

2) 停止料斗供料。

3) 注射座退回, 喷嘴离开模具浇道。

4) 模具处于开模状态。

5) 调整螺杆转速慢转。对空注射-预塑反复几次, 直至喷嘴无熔料流延为止。对不同注射原料机筒的清理方法, 参照第 4.21 节方法进行。

6) 切断冷却水、主机电源。

7) 拆卸螺杆、机筒和喷嘴。拆下各零部件后, 要趁热用铜质刷、刀和铲清理零件上的粘料。同时, 也要清理模具中残料。

8) 检查机筒、螺杆的各工作表面有无磨损情况, 有无划伤沟痕和摩擦现象发生, 如发现有磨损部位或划伤沟痕, 应查清、分析出现问题的原因: 很可能是设备的零件制造精度或安装精度质量问题, 零件热处理表面硬度没有达到要求。此种情况应及时与制造厂交涉。

9) 如各部位清理后, 一切正常时, 各零件应涂防护油。螺杆包好后, 吊放在安全通风处。

正常情况下, 进厂新设备试车时不会出现什么问题。关键是通过验收试车, 做好各方面数据检测记录, 以备今后维修时考核参考依据。

验收合格, 有关人员在验收报告中签字。设备转交车间使用。

5.8 注塑机生产操作工应知事项有哪些？

注塑机经试车验收合格后，由车间安排操作者使用设备。操作者应明白，从开始操作生产那天起，自己就是这台设备的安全生产责任人，也是对该设备维护保养的责任人。要当好一名合格的操作工，应知道上岗的工作职责、注意事项，熟记操作规程和对设备的维护保养方法。

设备生产操作工须知事项如下。

1. 操作工职责

- 1) 认真学习设备说明书，应了解设备结构组成及各零部件的功能作用。
- 2) 经培训后熟记设备操作规程，经考核合格后，能独立操作、及时发现设备生产中异常故障，并能排除解决。
- 3) 知道如何维护保养设备。
- 4) 设备出现异常故障，要向有关人员及时报告，并说明故障现象及发生的可能原因。
- 5) 不经车间领导批准，任何人不许随意操作使用归你操作的设备，你有权制止。经车间同意者也不能让其单独操作。
- 6) 设备生产工具及维修用附属部件应由操作者保管，不许乱堆放，如损坏或丢失，应负保管不当责任。
- 7) 根据设备出现的异常声响和不正常的运行动作，能判断出设备哪个部分出现问题，并能及时排除。
- 8) 注意安全操作，不允许以任何理由为借口，做出容易造成人身伤害或损坏设备的操作方式。

2. 操作工注意事项

- 1) 上岗生产前穿戴好车间规定的安全防护服装。
- 2) 清理设备周围环境，不许存放任何与生产无关物品。
- 3) 清理工作台、注射导轨和料斗部位，不许有任何异物存在。同时要检查料斗内有无异物。注射座导轨加好润滑油。
- 4) 检查设备上安全设施装置，应无损坏，确认工作可靠。
- 5) 检查各部位紧固螺母是否拧紧，有无松动。
- 6) 发现零部件异常，有损坏现象，应向有关人员报告，不能开车，不能私自处理。
- 7) 核实喷嘴球形半径与模具衬套口圆弧是否相符。
- 8) 生产工作中的任何设备故障或事故，都应向车间报告，并做好记录。
- 9) 设备上的安全防护装置不准随便移动，更不许改装或故意使其失去作用。
- 10) 对已发现有问题设备，未经维修排除故障，不许开车生产。

- 11) 经常检查液压油温度变化情况。检查油箱中的油量应在油标范围内。
- 12) 试车, 对空注射时, 注意喷嘴前方不许有人。
- 13) 设备运转开动时, 不许任何人在机器上做其他工作。
- 14) 操作者离开设备时, 应切断电源。
- 15) 对于突然停电或意外事故, 应立即排净机筒内 PVC、POM 等热敏性材料, 同时要立即降温。
- 16) 合模部位的安全装置接班时要检查试验其可靠性。
- 17) 生产停止时要清除设备中一切剩余残料, 不许用硬铁锤拆卸敲击, 应使用铜质手锤、刀具刮净全部黏料。
- 18) 车间内严禁烟火。
- 19) 车间内不许打闹或大声喧哗。
- 20) 产品堆放整齐。

3. 注塑机四种操作方式应用

(1) 调整操作

1) 工作特点。各部位的工作运动是在按住相应的按钮开关时才能慢速动作, 手离开按钮, 动作即停止。此动作方式也可叫点动。

2) 应用原则。应用在模具的安装调整工作, 试验检查某一部位的工作运动时及维修拆卸螺杆时应用。

(2) 手动操作

1) 工作特点。手指按动某一按钮, 其相应控制的某一零部件开始运动。直至完成动作停止。不再按动此按钮, 也就不再有重复动作。

2) 应用原则。在模具装好后试生产时应用, 检查模具装配质量及模具锁紧力的大小调试。对某些制品生产时的特殊情况, 也可用手动操作。

(3) 半自动操作

1) 工作特点。关闭安全门后, 注塑制品的各个生产动作, 由时间继电器和限位开关连通控制, 按事先调好的动作顺序进行, 直至制品成型, 打开安全门, 取出制品为止。

2) 应用原则。注塑机的各部位工作零部件, 质量完好, 能够准确完成各自的工作动作, 批量生产某一制品时, 采用半自动操作。

(4) 全自动操作 注塑机的各部位工作零部件质量完好, 能够保证各动作正确工作条件下, 由电器自动控制各工作程序, 使各种动作按固定编制好的程序循环工作。

应用原则: 用于大批量注塑生产某一种制品时。由于目前成型制件顶出装置的工作可靠性还存在一些问题, 所以, 当前的机械传动条件, 暂不宜采用。

5.9 注塑机生产开首班车时的操作程序怎样排列?

注塑机的生产操作内容顺序与注塑机的验收检查中的内容顺序略有重复。但它们文中说明的问题却各有重点：前者是对注塑机生产制造质量及工作状况的验收检查，按国家标准规定数据，验证设备的实际工作精度是否达到订购合同中的技术条件要求。而这里主要强调的是作为一名注塑机操作工，应该如何按操作程序，对注塑机进行生产操作及如何对设备维护保养和生产中交接班的注意事项。

操作工必须明白，认真执行生产操作程序是生产设备及个人工作安全的需要，是保证产品质量的必要手段。执行操作中的各项程序要求，就是对生产设备的最好维护保养，所以，操作工要熟记注塑机的生产操作程序内容，工作时必须认真执行操作规定程序。

1. 生产前的准备工作

1) 清理生产设备四周环境，不许存放任何与生产无关的物品。

2) 生产设备要进行一次清洁卫生工作。各部位不应有油污及污物，特别是拉杆、活塞杆、导杆、注射座移动导轨面和模板，一定要用煤油或柴油清洗干净，然后涂上润滑油。

3) 生产用工具要清洁卫生、摆放整齐。

4) 检查各部位的安全保护装置是否完好。

注意：如果对本机器的性能及操作还没有熟悉之前，绝不允许擅自开车；在没有检查各安全设备之前不许生产开车；如果发现没有安全防护罩或安全装置失灵时不许开车。

检查试验紧急停车，各安全防护报警是否能准确正常工作；安全门应滑动灵活，开与关时的停止位置应与限位开关正确接触等。

5) 检查各部位螺钉、螺母是否松动，应确保各零件间的牢固结合。

6) 检查各控制开关、按钮及手柄等无损坏，操作应灵活，各开关应在“断开”位置。

7) 检查各电路连线和接地线有无松动现象。

8) 检查液压系统的油箱中油量，液面应在油标高位处；检查液压油质量应清洁无杂质，无水分；清洗油箱中液压油过滤网；清扫油箱通风过滤网。液压油可用国产 N46、N68 或美孚 DTE25 耐磨损液压油及壳牌 Shell Tellus Oil68。

9) 点车起动液压泵电动机，验证其旋转方向是否正确，油路是否通畅，油路中各仪表能否正确工作，有无异常噪声、异味，油管路是否有漏油处等。

10) 各润滑部位加注润滑油。合模部分设有手动中央润滑系统，开车前把润滑油箱装满。拉动手动液压泵数次，让所有润滑油管充满机油，正常生产中每隔 0.5 ~ 2h 拉动手动泵一次。常用润滑油为 N32 ~ N68 或美孚齿轮油 SHC220。润滑脂有

极压锂基润滑脂 3 号 (GB 7324—94) 或 00 号二硫化锂基润滑脂。

11) 检查冷却水管路, 查看水流是否通畅, 水压应在 0.2 ~ 0.4MPa 之间。

12) 核实生产用原料名称、型号是否与工艺要求相符; 螺杆结构和喷嘴结构形式是否与原料生产工艺要求相符。

13) 螺杆核准安装后要试转, 检查电流是否正常, 运转声音有无异常。

14) 检查原料质量。检测原料含水量, 如超标应进行干燥处理。

15) 检查料斗内是否干净, 有无异物, 料斗上不许存放任何物品。

16) 擦净两模板工作面, 按第 3.9 节内容要求安装固定模具。模具在安装前应清洗干净, 检测浇道直径与模板定位孔直径尺寸相符后才能装配。

17) 检测喷嘴顶圆弧尺寸是否与模具浇道圆弧尺寸相符, 浇道孔直径应略大于喷嘴口直径, 两孔直径要同心, 浇道端面圆弧半径应等于或略大于喷嘴口端面圆弧半径。两零件接触时应严密吻合。

18) 预调锁模力, 使之达到较理想的合模力。

19) 根据成型模具生产时所需要的工艺参数输入计算机, 然后即可进行试开车工作。

2. 投料生产

1) 机筒、喷嘴和成型模具加热升温。按原料成型工艺要求设定温度。达到所需温度时恒温 0.5 ~ 1h, 以确保各部位温度均匀。

2) 用水银温度计实测机筒温度, 校准控制箱上仪表显示温度与水银温度计实测温度误差。

3) 起动液压系统用液压泵, 检查液压油工作循环流动情况及液压系统油压是否与工作要求压力相符, 必要时做适当调整。一般将系统压力调至 140MPa 左右、设备出厂时已调好, 如果实际生产需要调整时, 要由有经验人员略加调整, 但一般不超过 140MPa。以大连华大机械有限公司生产的 HD—165G 注塑机为例, 生产前把旋钮 SS4 旋向注射位置、注塑机的注射工作开始, 观察油压表上所指示的压力基本上与显示页面所示的设定压力相同即可。

4) 把操作方式调至手动位置。

5) 低速起动螺杆转动电动机, 开始均匀少量加料, 观察电流变化, 如一切正常则保持至熔料挤出。

6) 手动操作对空注射熔料, 检查熔料塑化质量。根据熔料塑化状况, 适当调整螺杆背压, 直至原料塑化均匀、光泽发亮为准。以大连华大机械有限公司产 HD—165G 为例, 预塑背压力调整时参阅附 11; HD—165G 射台阀组、旋转预塑背压阀Ⅶ (按操作体上的符号所示方向旋转)。

7) 合模。

8) 注射座前移, 喷嘴与模具浇道严密接触。注射塑化熔料, 保压, 熔料在模

具内降温、固化成型。

9) 开模, 制品顶出脱模, 检查制品成型质量。根据制品存在的质量问题, 适当调整螺杆转速、螺杆背压、注射压力和速度、锁模力和保压压力及冷却降温时间, 直至制品质量全部合格为止。

10) 调整操作方式至半自动位置。以大连华大机械有限公司产 HD—165G 为例, 半自动操作调整时, 先把“O”和“OFF”的旋钮及按钮开关复零, 以防搬回手动时有所动作。把旋钮 SS8 至“半自动”位置及关上安全门, 则合模动作即按设定的参数进行半自动工作。其工作过程是: 当关上安全门碰 LS1 及离开 LS-16 合模动作进行, 合模动作结束后(即碰 LS4), 则安全门可拉开, 整个循环至制品顶出动作停止。

当手动及半自动调试生产无异常现象, 须采用全自动试生产时, 只要把旋钮 SS1 旋至全自动位置, 关上安全门, 即进入全自动生产工作。循环生产次数由显示页面示出。

11) 关安全门, 开始原料塑化、注射、保压、开模等动作, 取出制品。进入正常生产后, 操作者要经常查看主电动机和液压泵电动机的电流表电流变化情况, 听设备运转声音有无异常, 隔 2~3h 要查看各润滑部位的润滑油(脂)供应情况, 特别要重点检查注射座导轨、曲肘连杆和拉杆的工作面润滑是否充足。

正常注射成型塑料制品生产中, 注意设备生产故障信号和警报铃响。

a. 当模腔内存有异物, 锁模时间超过设定时间时, 会在荧光屏画面“1”上出现“储料未定时完成”字样, 同时会出现信号灯亮并警报铃响。

b. 原料塑化超过设定时间, 而未压合 LS6 时, 则荧光屏画面“1”上出现“储料未定时完成”字样, 同时会出现信号灯亮并警报铃响。

c. 在全自动生产过程中, 当第一次循环结束, 不能进行第二次循环生产时, 则信号灯亮并警报铃响。

3. 交接班工作要点

1) 交班操作工应做好本班生产工作记录, 写明本班生产制品质量和设备运转工作情况, 发生过何种产品质量问题和设备故障, 是如何排除解决的, 生产制品和设备运转工作还存在什么问题及应注意哪些工作等事项。

2) 接班者应首先阅读交接班记录, 与上班交流沟通一些有关生产及设备运转等工作问题。

3) 接班后操作者要首先检查各润滑部位的润滑油(脂)的供应情况及被润滑部位零件的工作状况, 酌情加注润滑油(脂)。

4) 查看液压油油温, 应不超过 55~60℃, 适当调节冷却水供应量。查看油箱中液压油量, 液面应不低于油标要求高度。

5) 查看安全报警装置是否完好。

- 6) 清点专用工具, 摆放整齐。
4. 停止生产时操作顺序及工作要点
 - 1) 把操作方式调至手动位置。
 - 2) 料斗停止为注塑机机筒供料。
 - 3) 注射座后移, 喷嘴离开模具浇道。
 - 4) 手动操作, 对空注射熔料。注射-预塑反复动作数次, 直至喷嘴无熔料流出。
 - 5) 清洗机筒。降低螺杆转速, 根据机筒内原料品种, 按对应方法清洗机筒。
 - 6) 关闭冷却水。把各开关调至“断开”位置。
 - 7) 拆卸喷嘴和螺杆。用铜质刷、铲清除机筒、螺杆和喷嘴上残料。
 - 8) 关闭电源。
 - 9) 喷嘴、螺杆和机筒清理后涂防护油。螺杆包好后吊挂在通风安全处。

5.10 对注塑机工作维护保养目的是什么?

注塑机是用以塑化原料、注射成型塑料制品的生产设备。它的工作质量将会直接影响到注塑制品的质量、性能和生产成本。长时间工作运转的注塑机各部位零部件, 特别是高速旋转及滑动工作的零部件, 在其工作力的作用下, 会逐渐出现变形和磨损现象, 使注塑机的各零部件精度及工作质量逐渐下降。对注塑机进行维护保养的目的, 就是为了减少这些零部件的磨损、变形, 延长注塑机的使用寿命, 预防设备故障发生, 减少停机维修时间, 保证设备能较长时间的正常工作, 提高其工作效率, 为企业经济效益增长作贡献。

5.11 注塑机工作时哪些部位需要每日检查维护保养?

注塑机的日维护保养检查, 一般都是在操作工交接班前后进行, 具体检查维护保养项目如下。

- 1) 润滑系统。操作工接班前一定要检查各润滑系统、部位(如油箱、拉杆、曲肘连杆轴、注射移动导轨面、螺杆轴承部位等)的润滑油是否充足、油质是否清洁、相互滑动(或转动轴承)部位温升是否正常;及时补充加足润滑油,使箱中的润滑油液面在油标线规定值内,发现异常现象要及时排除。

- 2) 接班后要检查液压油用油箱内油量是否在油标的中线以上,液压系统管路有无滴漏油,并及时补充加足;油温应在 55°C 以下,必要时加大冷却水流量,最好控制油温不超过 50°C 。

- 3) 核实各部位的工艺温度是否正确,如出现温度波动,与规定工艺温度差过大时,应检查加热装置和测温热电偶工作位置是否有误。

- 4) 检查核实注塑机操作台上各控制旋钮、开关的工作位置是否正确;各限位

开关是否牢固地固定在准确的位置处；用手动操作方式，试验安全门能平稳地关闭；当安全门打开时，模具应不能闭合；试验紧急停车按钮，正常工作中按下紧急按钮，液压泵应立即停止，设备中各工作机构停止运转。

5) 仔细听设备工作运转声音是否正常，发现异常声响时要立即停车检查，故障排除后才能开车正常生产。

5.12 注塑机的定期维护保养怎样安排？

注塑机的定期检查维护保养，可分为每周、每月和每年的间段时间保养。间段日期内的保养内容如下。

1. 每周检查维护保养项目

1) 检查、紧固各连接螺栓，如曲肘连接及各运动部位紧固螺栓，模具紧固及其结构中活动件连接螺栓或螺钉，限位开关固定锁紧螺钉等。

2) 检查液压油、润滑油的冷却装置中各系统的冷却管路及油路，查看有无渗漏油、水现象，必要时进行适当的收紧或更换密封垫圈。

3) 仔细检查各润滑点、输油管路中的油质变化：是否油中混有水分，油中是否混有金属粉末或其他杂物，必要时更换润滑油或对其进行过滤等处理。

2. 每月检查维护保养项目

1) 检查液压油质量，发现油中含有杂质，油量不足或含有水分时要及时处理，补加不足液压油量。

2) 检查各电器线路有无松动现象。

3) 检查电控箱上的通风过滤器、排除污物，必要时拆下清洗。

4) 清洗液压油过滤网。

5) 对各滑动面（如拉杆、注射座滑动导轨面等）进行一次清洁处理，然后重新涂好新润滑油。

3. 每年检查维护保养项目

1) 检查液压油质量，一般要求注塑机用液压油1~1.5年更换一次新油；新设备初期使用时，液压油使用3个月后就应从注塑机液压系统中排出，对液压系统中的各控制阀、管路、油箱进行一次清洗（因为新设备使用初期，磨损的铁粉末、管路中的不清洁杂质混入油质中），把液压油过滤后（用150目过滤网），重新加入油箱。

2) 校正热电偶测温仪表显示与用温度计实测测温点的温度误差；清除热电偶接触点污垢，校正热电偶正确的工作测温位置。

3) 检查控制箱内所有电线连接点的牢固性，检查线路橡胶绝缘层是否出现老化现象，防止漏电，必要时对线路用线进行更换。

4) 检查机械传动减速系统，如轴承的清洗，查看磨损状况，必要时更换轴承。

检查齿轮齿面磨损状况、减速箱内润滑油质量，作好记录。

5) 检查螺杆，机筒磨损状况，对轻度磨损和划伤进行修磨，出现磨损较严重现象时应进行补修，作好记录，提出更换计划。

6) 各驱动电动机、液压泵、马达要拆卸检查，查看轴承、泵体等处的磨损情况，清洗后加润滑油（脂），对磨损件作好记录，提出维修或更换新件计划。

7) 对一些密封圈、易损件进行检查，必要时进行更换。

5.13 喷嘴故障拆卸与维护方法有几种？

喷嘴是塑化系统中的一个部件，从图 2-27 中可以看到，喷嘴在机筒前端，用螺纹与机筒连接固定。喷嘴处出现故障，主要是有熔料从此处溢出或注射熔料时会出现熔料流动不畅通现象。对于塑化系统零部件的维护、拆卸，应首先把固定塑化系统底座的螺钉松开，按图 2-28 方式把塑化系统旋一个角度，以方便塑化系统零件的维护拆卸。

1. 喷嘴的拆卸顺序

1) 清理机筒和喷嘴内残料（按第 4.21 题中内容进行清理）。

2) 拆卸喷嘴。采用专用工具松动喷嘴与机筒连接螺纹，让喷嘴内挥发气体全部排出后再把喷嘴拧动脱离机筒。

3) 拆卸的喷嘴立即清理孔内残料，必要时从喷嘴口向流道内注入脱模剂，以方便残料的清除。

2. 熔料流动不畅或溢料部位的维护

1) 溢料产生的原因主要是喷嘴端圆弧与浇道圆弧半径不吻合，则两零件接触时出现缝隙，注射入模的高压熔料从此处溢出。修复方法是把两圆弧面重新修磨，直至两圆弧面严密配合为止。

2) 喷嘴与机筒装配接触端面有缝隙溢料，修磨喷嘴端面直至与机筒配合端面紧密配合，如不能修磨降低平面平整粗糙度，可更换新喷嘴。

3) 检查喷嘴熔料流道的表面质量，修磨降低流道表面粗糙度，清除孔道内异物或毛刺，即可减小料流阻力，使熔料流动顺畅。

5.14 螺杆怎样维护保养？

螺杆是注塑机设备上重点维护保养的对象。除前面已经提到的：塑化熔料没达到要求工艺温度时不准开车；机筒内无料时螺杆不允许长时间（不超过 2~3min）空运转和严禁硬质异物随料进入机筒外，对螺杆的维护保养还有下列几项要求。

1) 螺杆的拆卸。机筒前端的喷嘴和法兰拆卸完后，即可用专用工具（图 5-1 从螺杆尾部顶出螺杆）拆卸螺杆，同时拆下螺杆前端的螺杆头部、止逆环和密封环。

2) 拆卸分离的各零部件立即用铜刷清除粘在表面上的残料, 清理时可在零件表面涂些脱模剂或矿物油, 以方便凹坑处及螺纹部残料的清除。

3) 如果粘在零件上的残料已经降温硬化, 可把止逆环、密封环件放入烘箱中加热, 让残料熔融后再清除。

4) 检查清洁后的零件。如果螺杆、止逆环和密封环表面有轻微划痕和摩擦损伤, 可用细砂布或细油石修磨光洁平整; 磨损严重, 无法修补件应更换新件; 对于螺杆局部出现的凹坑和脱铬层现象, 可进行堆焊后修磨。

对于螺杆及其辅件的维护应注意: 拆卸各零件应使用专用工具, 不许用重锤敲击, 必要时只能用铜锤或木棒类工具敲打; 除各零件表面残料时只能用铜刷清理, 不能用刮刀或锉等工具刮料; 装配各零件前、两零件间的连接螺纹要涂一层耐高温油脂 (如二硫化钼等), 以方便下次维修拆卸; 注意防护、避免清洗溶剂损伤皮肤。

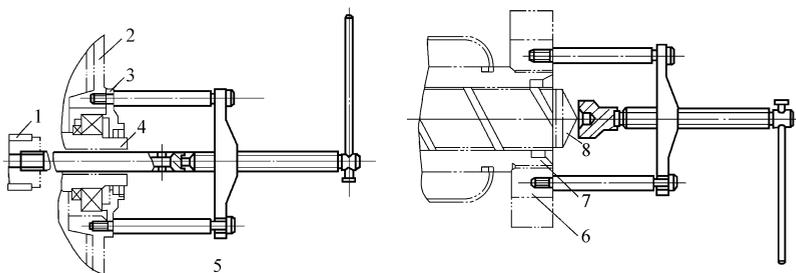


图 5-1 螺杆顶出拆卸法

1—螺杆尾部轴 2—轴承箱体 3—轴承压盖 4—减速箱传动轴
5—顶螺杆专用工具 6—法兰 7—机筒 8—螺杆

5.15 机筒怎样维护保养?

机筒和螺杆一样, 是注塑机设备中最主要关键零件。从图 5-1 中看到, 机筒包容螺杆, 螺杆在机筒内旋转, 两零件合理地配合工作, 通过对原料的加热、挤压和搅拌、剪切等条件的作用, 完成对塑料的塑化工作。对机筒的维护保养, 除了前述的不许硬质异物进入机筒和不许螺杆在机筒内无料情况下长时间空旋转外, 对机筒的维护保养还须注意下列事项。

1. 机筒头部辅件的拆卸维护

机筒头部辅件的拆卸, 主要是拆卸机筒头部和连接法兰等零件。对其拆卸维护顺序如下所述。

1) 松动零件与机筒连接螺纹, 拆卸机筒头部及法兰与机筒分离 (注意拆卸时

不能用重锤敲击，必要时只能用铜锤或硬木敲打拆卸)。

2) 拆卸件应立即清除其内孔及端部结合平面处残料(清理时不能用钢质刮刀和锉刀刮料，避免损伤表面；可用脱模剂或矿物油清理，必要时也可把零件加热至残料熔融再清除)。

3) 检查机筒头部内孔及结合平面处是否损伤。出现轻微的划伤或腐蚀点，可用细砂布或油石修磨，达到表面光滑平整，避免塑化熔料从此处溢出。

4) 出现脱落铬层现象要进行第二次重镀铬。

5) 对于螺纹孔内的螺纹损伤可对其换位重新加工。

2. 机筒维护保养

机筒一般多采用优质合金钢(如用38CrMoAl、40Cr等合金钢)制造，精加工后的机筒内孔表面经渗氮处理后得到较高的硬度(硬度 $>700\sim 840\text{HV}$)。使用生产工作中对其维护保养应注意下列几点。

1) 当加工聚氯乙烯、聚碳酸酯和丁酸酯类塑料时，出现因停电或临时维修需停机时间较长时，由于这类塑料对金属有较强的腐蚀性，所以应立即清除机筒内存料，以减少其对机筒工作面的腐蚀。

2) 如果要加工含有玻璃纤维或硅、碳酸钙类无机填料来增强或改性的塑料时，应选用机筒内镶有高耐磨、耐腐蚀的合金钢作衬套的机筒生产(也可用机筒内表面采用离心浇铸法，把耐磨、耐腐蚀的合金钢铸在其内圆工作表面上的机筒)，以提高其耐蚀性、延长使用寿命。

3) 如果发现清理后的机筒内圆表面磨损腐蚀较严重，应先用机筒测定仪检测机筒内圆各点直径尺寸，判定磨损层厚度，如还有渗氮硬层，可把机筒重新加工磨圆，再按此新的直径配一根新螺杆使用；如果机筒内圆已不存在渗氮层，则应换新机筒或把此机筒内圆加工后镶合金衬套使用。

5.16 合模机构部位怎样维护保养？

合模机构从图2-55中可以看到，它是一个安装固定成型模具，工作时以一定的移动速度作往返运动，用不同的推、拉力完成模具的开闭动作。合模机构中各零件的制造精度和工作状况，将会直接影响注射制品的质量。对合模机构的维护保养注意事项如下。

1) 合模机构中的拉杆、导杆、模板滑动导轨面和肘杆式合模机构中的肘杆连接处及模板平面，要经常保持清洁、无任何污物；不能用钢质手锤敲击拆卸；不能划伤各工作面；保持各滑动面有充足润滑油，保证工作时经常处于良好的润滑状态。

2) 模板中的模具安装固定用平面，经常保持光洁平整；模具在装配固定在模板前，一定要把装配平面清理干净，不能有划伤凸凹点，保证有较好的装配固定精

度。

3) 固定模具用螺钉规格要与模板上的螺纹孔规格相符, 使用质量合格的螺钉, 以避免加快模板上螺孔的损坏。

4) 注塑机停产时不能让模具长时间处在合模锁紧状态, 以防止模板、模具变形或因此而导致连杆处润滑油不足, 增大模具开模移动的难度。

5) 停产时要把模板各部位清理干净, 涂一层矿物油防止氧化生锈; 严禁重物在装置上存放; 为防止撞击划伤各工作面, 必要时应加防撞保护。

5.17 驱动螺杆注射传动部分维护保养应做哪些工作?

螺杆旋转和注射驱动部分, 包括驱动电动机、液压马达、齿轮传动减速箱、螺杆支撑轴承和液压缸等主要零部件。这些零件的工作是螺杆塑化原料旋转和注射移动所需要的转矩和推动力的保证, 使注塑机平稳运行, 按工作程序正常工作。

1) 电动机、液压马达的维护保养内容有: 检查电动机用导线连接是否牢固; 风扇紧固螺钉是否松动; 电动机轴承清洗后检查磨损情况。(如出现滚珠严重磨损、滚珠架损坏及轴承套有裂纹现象要及时更换新件), 然后加足润滑油(脂); 清除电动机内灰尘、污垢; 更换密封垫等。液压马达要检查其内部零件磨损情况, 出现轻微划伤要用细油石修磨; 如果输油量出现较大变化, 应对其检修, 必要时更换新件。

2) 传动齿轮减速箱要检查润滑油质量, 油内铁粉屑、污物较多时要经沉淀过滤处理后使用, 出现变质现象要更换新油; 检查齿轮啮合磨损状况, 轻微损伤应进行修磨, 工作噪声异常, 严重磨损件要更换新件; 补加足量润滑油; 轴承清洗后检查, 磨损严重件更换, 加足润滑油(脂); 更换新密封油垫。

3) 螺杆尾部用支撑轴承, 工作中要承受巨大轴向推力, 工作中磨损较快, 要经常注意它的工作状况, 一定要定期重点维护保养(方法同其他轴承)。

4) 液压缸维护保养, 主要是检查缸体、导向套和密封件的磨损情况, 对缸体的划痕应进行修磨, 导向套和密封件磨损严重时要更换新件。

5.18 注塑机的加热、冷却装置怎样维护保养?

塑化原料用的加热装置设在机筒体的外围和喷嘴处; 冷却装置设在机筒尾部和料斗座内及机筒体的外围。加热和冷却装置协同合作, 使机筒塑化原料用工艺温度能平稳控制在要求温度范围内。加热装置由加热电阻圈、热电偶和温度显示仪表组成; 冷却装置是冷却水管路, 它主要是对液压油降温冷却。这些部件的维护保养包括下列几点。

1. 加热装置的使用维护

1) 安装前要检查电阻加热装置的外观、配线、功率、紧固螺栓及接线柱与连线是否符合要求。

- 2) 检测加热装置中的加热圈电流是否正常。
- 3) 机筒的加热部位要清理干净, 不许有油污及锈蚀斑存在, 保证线圈与机筒体严密接触。
- 4) 清除热电偶装置孔内一切杂物, 达到热电偶测温部位与机筒体测温点有较好的吻合。
- 5) 注意喷嘴部位加热测温装置的维护及清理。要经常查看这里的加热圈和圆形热电偶是否被溢出的熔料缠绕及进入加热圈和热电偶与喷嘴的接触面缝隙间, 影响对喷嘴的加热和测温效果。
- 6) 定期核实调整, 用水银温度计测温与热电偶测温显示温度差, 以保证工艺温度控制的准确性。

2. 冷却装置的使用维护

主要是经常检查冷却水管路有无渗漏水现象, 水流是否通畅, 流量是否可调, 发现问题及时进行维护修理; 使用水最好经软化处理, 避免长期工作管路出现结垢现象, 影响冷却效果。冷却水管路直径为 $\frac{3}{4}$ in, 用水水压为0.2~0.6MPa。

5.19 液压油怎样维护保养?

液压油是注塑机的液压系统中用来进行能量传递、转换及控制, 通过管路和各种功能控制阀的变化, 使注塑机得到多种不同方式机械运动而进行工作的。注塑机的正常工作, 液压油的质量稳定是一项重要条件。注塑机中液压油质量变化, 主要是受高温, 油中混入固体微粒、水、空气、化学物质、微生物及油污垢等多种杂物影响, 从而导致油的粘度和润滑性下降, 加快系统中各液压件的磨损, 各控制阀无法正常动作, 影响注塑机正常平稳生产。由此可见液压油的质量维护保养必须引起重视, 对液压油维护提出下列几点要求。

- 1) 在液压油的运输、存放及向注塑机油箱内注入等一系列程序中, 各种容器、管路等, 一定要清洗干净后再使用。
- 2) 加入注塑机油箱内的油量要尽可能多些, 以减少油箱内空气存留的空间, 这样可减少油箱内空气中水分及灰尘等物混入油中。
- 3) 保持注塑机工作环境清洁, 无粉尘, 减少空气中灰尘对控制元件的污染, 避免控制元件动作时灰尘从控制阀缝隙混入污染油。
- 4) 为清除液压油中金属粉末, 可在油箱中放一磁铁, 减少油中金属粉粒。
- 5) 控制液压油工作温度在40~55℃范围内。
- 6) 液压系统维护修理时, 拆卸的各元件存放在干净容器内, 安装时各管路, 控制元件清洗干净后再组装。
- 7) 新注塑机上的液压油工作500~800h后, 要排除, 把液压系统中的管路、

控制阀等零部件全部清洗干净后加入新油。正常生产工作用液压油，一般使用约5000h左右，视油质情况进行更换。

8) 被污染的液压油除了用过滤器过滤出杂物外，还可用沉淀法分离出杂物，把液压油抽入沉淀槽内，静置24h后把油中水和杂物从槽的底部放出，剩下的液压油再经过滤抽入沉淀槽，再经24h静置，排出水分杂物，直至无沉淀物为止。

9) 对于液压油的质量检测，主要是观察油的色泽变化、透明度及检测油中杂质的含量（一般不超过0.1%）和水的含量。油中是否含有水，可把一滴油放在250℃左右铁板上，如油无声燃烧，说明油中无水；如出现爆炸声，说明油内含水。

5.20 液压系统中密封件的作用与维护保养方法有哪些？

密封件在注塑机的液压系统中应用较多，如各种液压泵、液压缸中的端盖、泵体、缸体、活塞、杆等处都有密封件。它的作用是防止有一定压力的液压油，在传递能量和流动过程中泄漏和防止工作环境中的灰尘、金属屑和各种污垢混入液压油中。由于密封件能阻止液压油的泄漏，则避免了外泄油对环境的污染，减少了液压油的浪费；防止灰尘及铁屑等杂物混入油中，使油的质量在较长的工作时间中得到保证，避免和减小了液压件的工作磨损。由此可见，密封件的合理使用对保证注塑机的工作效益意义重大。对密封件维护保养注意事项如下。

1) 密封件工作部位，装配前要清除划痕、毛刺和污垢，以保证密封件与密封面有良好的接触。

2) 发现密封部位出现渗漏时，可能是密封件磨损严重或密封面出现划痕、凸凹不平或圆的直径尺寸误差大，要及时维护修磨密封面，更换密封件。

3) 密封件磨损快，更换频繁，可能是密封处零件结构不合理或制造精度不符合要求，应对零件的密封部位结构修改后重新制造。

4) 工作介质中含杂质多也是加快密封件磨损条件之一，必要时应对其进行过滤，清除油中杂物。

5) 控制液压油温不能长时间在高温状态下长时间工作，这种情况是加快橡胶类密封件老化变质的主要影响因素之一。

6) 密封件装配前其接触面要清理干净、光滑平整；装配后与密封面接触力均匀适宜，用于端面密封件定位的压盖、螺钉紧固力要均匀。

5.21 液压泵怎样维护保养？

液压泵是注塑机液压系统中的动力输出机构。工作方法是把电动机驱动输入的机械能转换为液体的压力能；即通过液压泵向液压系统内输出具有一定压力和流量的液压油，推动油缸活塞作直线往返运动或带动液压马达旋转，输出一定的转速和转矩。

液压泵按结构的不同,可分为齿轮泵、叶片泵和柱塞泵。注塑机设备中以叶片泵应用较多。叶片泵工作常见故障,主要是不能输送油或输送油的压力或流量不足。对其维护保养方法如下。

1. 液压泵旋转但不能输出液压油

1) 油箱中液压油量不足,吸油管口露出液面。此时加入足量液压油即可(要求液压油液面在油标上线位置)。

2) 进油管路中的过滤网堵塞,使液压泵输出油量少或不输出油,应及时清除管路或过滤网部位堵塞物。

3) 液压泵中零件损坏不能正常旋转工作或发出异常声音,影响液压油流量波动,应及时维修,更换损坏件。

4) 泵轴旋转方向错误或泵轴转速太低。输入电流线路连接有误,检修更正。

2. 液压泵工作未达到额定压力和输油量

检查试验泵工作是否达到额定压力和输出油量,可在泵的输出口处安一个节流阀和压力表,观察泵的自由流量,检测其在规定压力下泵的工作排出量。若流量与泵的额定值接近,说明泵没问题,则应在液压系统内查找。

1) 可能泵的内安全阀调定值太低或不能正常工作。重新调定安全阀。

2) 输出液压油的粘度太低(也许油温过高降低了油的粘度)。降低油温后油的粘度还偏低应更换新油。

3) 泵内有的零件磨损严重或密封失效。应拆开泵体检修,更换损坏件。

5.22 液压泵工作出现异常声音怎样维护排除?

1) 检查液压系统各部件连接处密封状况,防止因泄漏而使空气混入液压油内。

2) 保持油箱内液压油量充足,液面在油标的上限线附近,必要时补加液压油。

3) 定期清洗进油口处的过滤器,保持油进入管路顺畅,阻力小。

4) 驱动电动机和泵体轴保持同心度,两部件安装固定要牢固。

5) 发现泵体内出现异常声响立即停机,检修泵内磨损件,必要时更换新件。

6) 控制液压油温度在40~55℃范围内工作。

7) 定期检测液压油质量,必要时对液压油进行过滤,清除油中杂质。

5.23 液压油温度过高怎样维护降温?

1) 首先应进行对冷却水流量调整,加大冷却水流量即可达到油温下降的效果。

2) 如果第1)种方法降温不明显,应检查油箱内液压油量。如果油量偏少,

回油在油箱内冷却降温时间短,油温没降下来又被抽入液压系统工作,所以,此时尽管加大了冷却水流量,降温效果也不会明显。应加足液压油量,保持液面在油标上限线位置。

3) 液压油粘度过高,调整更换粘度低些的液压油。

4) 液压系统中控制阀等零部件磨损严重。当液压油工作压力过高时,导致控制元件不能正常动作;有些控制阀的阀芯磨损严重,与阀体配合间隙过大,则造成液压油在此间隙处泄漏,而使油温升高。此时应对控制元件进行检修,更换严重磨损件。

5.24 全电动注塑机中的传动系统怎样维护保养?

全电动注塑机工作时的原料塑化、注射及合模动作,全部是由伺服电动机驱动,与滚珠丝杠、齿形带等零部件组合成传动系统。对全电动注塑机的传动系统维护保养应注意事项如下。

1) 对伺服电动机的使用维护应注意:不得随意改变接收机电压;不可让伺服电动机过度负载,应依据工作性质与摆臂的长度,决定扭力的大小,用于紧固伺服电动机的避振垫圈的紧固要适度,为防止避振垫圈变形,不可把伺服电动机过度锁紧;要经常定期清除电动机上过滤网灰尘和清洁电动机降温风叶;电动机内塑胶齿轮要用陶瓷系润滑油,不能用矿物系润滑油,以避免塑胶齿轮变质断裂。

2) 滚珠丝杠结构复杂,加工要求精度高,须经锻造、调质、粗加工、精加工和热处理等多道生产工序完成,所以造价较高。使用时要定期检查维护,及时加注润滑油;发现滚珠丝杠表面出现划痕,要及时进行修磨。为了延长其使用寿命,负载合理及良好的润滑是必不可少的条件。

5.25 怎样对电气控制系统进行维护保养?

通用型注塑机的电气控制系统,主要包括单相交流电阻加热圈或工频感应加热圈、变压器、三相交流电动机、低压控制电器(接触器、电磁阀、各式继电器和各种开关等)及其控制保护电路、晶体管时间继电器、热电偶及电子温度控制仪等电器元件。为保持注塑机能在较长时间内正常运转,产品质量稳定,延长注塑机使用寿命,对注塑机的电气控制系统维护保养提出以下几点注意事项。

1) 开车前查看各控制按钮、开关是否在其停止位置,各限位开关是否牢固,同时试验各开关、按钮是否能正常工作。

2) 试验安全门的开关滑动是否灵活、能否准确触及行程限位开关。

3) 开车前应试验紧急停车按钮,检查其工作的准确性和可靠性。

4) 停止生产时注意把操作选择开关旋转至手动位置。

5) 定期检查输入电压是否与设备电气要求电压相符。电网电压波动在 $\pm 10\%$

之内，必要时采用安装稳压设备输出电源的办法。

6) 长期停产注塑机要定期接通电气电路，避免各电器元件因受潮而损坏。

7) 注塑机采用计算机控制时，要定期检查微型计算机部分及其相关辅助电子板。定期清除控制箱内灰尘，清扫通风网灰尘，保持箱内有良好的通风散热；减少外界振动，为电控箱工作提供稳定的电源电压。

第6章 塑料中空制品注射吹塑成型

6.1 塑料中空制品种类及性能特点与用途有哪些？

塑料中空制品是指塑料制品中的瓶、桶、罐、箱等各种形状及不同容积的中空塑料制品。这类塑料制品具有质量轻、强度高、密封性好、不易破损、耐水防潮、耐腐蚀、阻隔性好、可用于各种液体和粉状、粒状物品的包装，既美观又卫生，还方便携带和运输等性能特点。

塑料中空制品主要适用于各种食品、饮料、医药、调味品、化妆品、日用化工品、化工包装容器、工业零配件、产品周转箱及储运等各种物品的包装，用途广泛，是国民经济建设发展和人民日常生活中不可缺少的塑料包装容器。

6.2 中空制品怎样注射吹塑成型？

塑料中空制品的生产成型过程是：按制品用料配方要求，把主要原料和辅助材料分别计量后掺混在一起，用混合机搅拌混合均匀，经混炼塑化挤出造粒（也可用粉料直接投入到粉料专用注塑机内）后投入到注塑机内，把原料塑化熔融，通过型坯模具把熔料注射成型制品用型坯，再把型坯置于中空制品成型模具腔内（也可把型坯冷却定型后移至另一台设备或异地经加热后吹胀），吹入压缩空气，把型坯吹胀紧贴模具型腔壁上，成型制品形状，冷却定型后开模，即完成中空制品的生产成型工作。

塑料中空制品的生产工艺顺序如下：

主、辅原料按配方要求计量→掺混在一起搅拌均匀→挤出混炼造粒（或直接用粉料）→注塑机塑化原料→塑化熔料成型型坯

→冷却定型→预热型坯→吹胀成型→修边→制品

→吹胀成型→修边→制品

6.3 中空制品成型方法有几种？各有什么特点？

中空制品成型方法有挤出吹塑、注射吹塑、拉伸吹塑或热坯法及冷坯法。

1. 挤出吹塑成型塑料中空制品

挤出吹塑成型中空制品是把制品用原料在挤出机中塑化熔融，然后挤出熔料成型制品型坯，再把型坯吹胀成型制品。这种生产方法称为挤出吹塑成型塑料中空制品。生产过程如图 6-1 所示。

2. 注射吹塑成型塑料中空制品

注射吹塑法成型塑料中空制品，是把制品用原料在注塑机中塑化熔融，然后注射熔料成型制品型坯，再把型坯吹胀成型制品。这种生产方法即为注射吹塑成型塑料中空制品。

3. 拉伸吹塑法成型塑料中空制品

拉伸吹塑法成型塑料中空制品，是把挤出或注射成型的型坯，先进行纵向拉伸（用拉伸芯棒或拉伸夹具），然后再吹胀成型制品。由于这种方法成型的中空制品其纵、横向都得到拉伸，使其物理力学性能得到改善。这种成型中空制品的方法即为挤拉吹（型坯用挤出机成型）或注拉吹（型坯用注塑机成型）。注拉吹一次成型中空制品生产工序如图6-2所示。

4. 热坯法和冷坯法成型塑料中空制品

1) 热坯法成型塑料中空制品，是指中空制品成型过程中的挤出或注射成型型坯后的拉伸和吹塑成型制品生产过程，是在同一台设备上完成的。

2) 冷坯法成型塑料中空制品，是指中空制品成型过程中的挤出或注射成型的型坯与拉伸和吹塑成型制品的两个工艺程序是分开的，整个中空制品的生产成型工作（型坯成型与型坯预热吹胀成型）是在分开的两台设备上完成的。

6.4 塑料中空制品挤出吹塑和注射吹塑成型各有什么特点？

1. 中空制品挤出吹塑成型特点

- 1) 原料塑化质量好。
- 2) 模具结构比较简单，制造费用低。
- 3) 可成型各种规格中空制品。

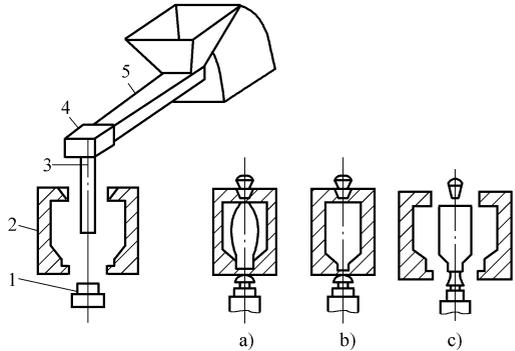


图6-1 挤出吹塑成型塑料中空制品生产过程

a) 合模、切断型坯 b) 吹胀 c) 脱模

1—吹气嘴 2—中空制品成型模具 3—管状熔料坯
4—管坯成型模具 5—挤出机

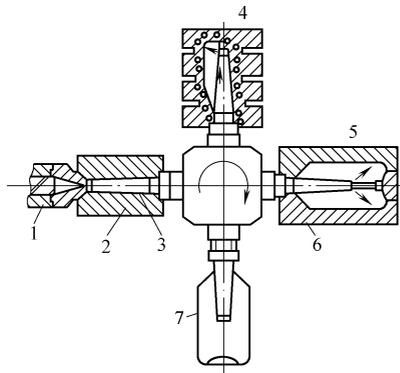


图6-2 注拉吹一次成型中空制品生产工序

1—注塑机 2—型坯模具 3—型坯
4—型坯控温 5—型坯拉伸、吹塑
6—拉伸吹塑模具 7—制品脱模

- 4) 可成型带有嵌件容器和带把手容器及各种不规则形状容器。
- 5) 能成型不同原料多层复合制品。
- 6) 较容易调换不同颜色的制品, 颜色在原料中分散较均匀。

2. 中空制品注射吹塑成型特点

- 1) 制品没有飞边, 外形尺寸准确, 稳定性好, 生产中没有回料和废料。
- 2) 制品厚度可预先在成型型坯时调控。
- 3) 可适应多种塑料成型, 但更适合于硬质塑料的注射成型, 吹塑成型中树脂定向好。
- 4) 制品没有拼合缝, 容器的颈部和螺纹尺寸精度高, 适合成型广口容器和形状简单的小型容器, 但不适合生产大型容器和形状复杂容器。

6.5 塑料中空制品注射吹塑成型机由几部分组成? 怎样工作?

中空制品注射吹塑成型机结构如图 6-3 所示, 它主要由原料塑化注射部分、合模部分 (其中包括注射合模和吹塑合模两部分)、回转工作台、脱模装置、模具、辅助装置和控制系统等几部分组成。

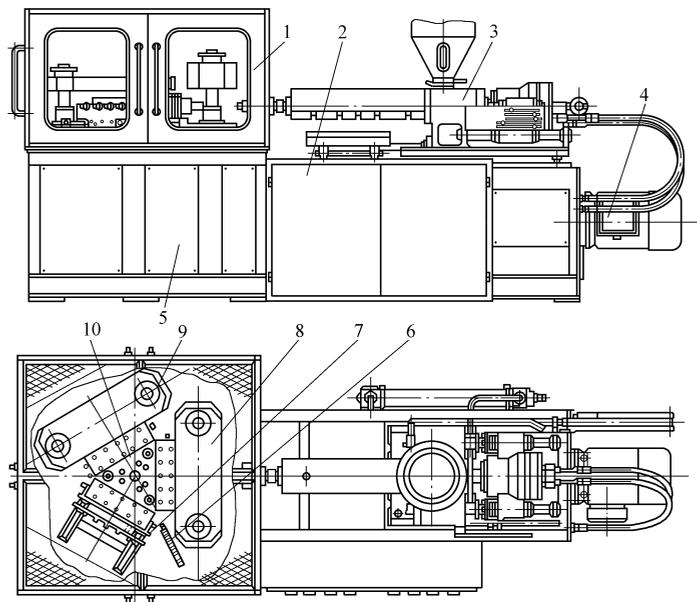


图 6-3 中空制品注射吹塑成型机结构

- 1—罩门 2—电气控制箱 3—原料塑化注射部分 4—液压气动系统 5—机身
6—安全保护装置 7—制品取出装置 8—合模注射装置 9—合模吹塑装置 10—回转工作台

中空制品注射吹塑成型机工作方法如下。按制品成型用料配方要求, 把配混均

匀的原料投入到成型机的加料斗内，进入塑化注射部分的机筒后，把原料塑化熔融；然后螺杆前移，注射熔料进入带有芯棒的型坯成型模腔内，成型有封底并带有螺纹颈的型坯，同时型坯略有降温；然后开模，型坯由芯棒带着转 120°至吹塑工位的下半模腔内，合模，被模具夹紧，同时经芯棒中心孔吹入压缩空气，把型坯吹胀紧贴在型腔壁上，成为制品形状，经冷却定型后开模；芯棒带着制品再旋转 120°至脱模工位，则制品从芯棒上被推出，完成制品生产的原料塑化、注射成型、吹胀成型及降温、脱模工序。此时，芯棒又转至注射成型型坯工位，重复下一个制品成型生产工作。这种生产方式为三工位注射吹塑成型中空制品，生产工艺顺序示意如图 6-2 所示。

另外，注射吹塑成型机还有二工位和四工位生产方式。四工位旋转式注射吹塑成型机比三工位旋转式成型机中多出的一道工序，可设在注射与吹塑工序之间，作型坯的温度调节工位；也可设在脱模与注射工序之间，作芯棒温度调节或检查制品是否脱模工位；还可把这道工序设在吹塑与脱模工序之间，作成型制品热处理或贴商标工位。

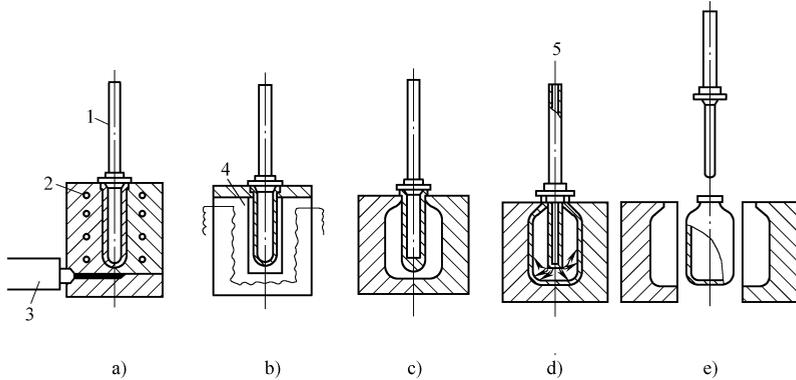


图 6-4 中空制品注射吹塑成型生产工艺顺序示意图

- a) 注射成型型坯 b) 型坯预热处理
- c) 型坯入吹模腔 d) 型坯被吹胀 e) 制品脱模
- 1—芯棒 2—冷却水孔 3—注塑装置 4—加热槽 5—压缩空气通孔

中空制品注射吹塑成型工艺顺序示意如图 6-4 所示。

6.6 国产中空制品注射吹塑成型机有哪些技术参数？

中空制品注射吹塑成型机，目前国内已有多家生产。表 6-1 ~ 表 6-6 列出国内部分厂家生产的注射吹塑成型机、注射拉伸吹塑成型机和二步法生产中空制品用拉伸吹塑成型机型号及主要技术参数。可供应用时选择参考。

表 6-1 大连华大机械有限公司产瓶坯专用注塑机主要技术参数

项 目	90PET			130PET			160PET			190PET		
螺杆直径/mm	30	40	45	30	40	45	45	50	55	50	55	60
注射量/cm ³	177	231	293	260	329	406	366	452	546	497	601	715
注射量(PET)/g	189	247	313	278	352	435	391	483	585	532	643	765
注射压力/(kg/cm ²)	2220	1700	1343	2160	1707	1382	2102	1702	1407	2048	1693	1422
螺杆长径比(L/D)	25.1:1	22:1	19.6:1	24.8:1	22:1	19.8:1	24.4:1	22:1	20:1	24.2:1	22:1	20.2:1
注射速率/(cm ³ /s)	64	84	106	79	101	124	106	131	158	132	160	190
螺杆最高转速/(r/min)	177			213			162			162		
注射行程/mm	184			207			230			253		
锁模力/kN	900			1300			1600			1900		
锁模行程/mm	320			410			446			490		
拉杆间距/mm	360×360			410×410			460×460			510×510		
模具最大尺寸/mm	360			410			460			510		
模具最小尺寸/mm	150			150			150			175		
模板最大间距/mm	680			820			906			1000		
顶出杆力/kN	25			37			37			44		
顶出杆行程/mm	85			100			130			140		
顶出杆数/个	1			1			5			5		
主电动机功率/kW	7.5			11			15			18.5		
液压泵输出量/(L/min)	54			65			84			102		
电热功率/kW	10.6			13			15.3			15.3		
加热段数/段	4+1			4+1			5+1			5+1		
净重/t	3			3.5			4.8			6		
项 目	260PET			320PET			380PET					
螺杆直径/mm	55	60	65	60	70	80	70	80	90			
注射量/cm ³	656	780	916	910	1239	1619	1416	1850	2341			
注射量(PET)/g	702	835	980	974	1326	1732	1515	1979	2505			
注射压力/(kg/cm ²)	1999	1680	1431	2311	1698	1300	2082	1594	1259			
螺杆长径比(L/D)	24:1	22:1	20.3:1	25.7:1	22:1	19.3:1	25.1:1	22:1	19.6:1			
注射速率/(cm ³ /s)	192	229	269	200	272	356	259	339	429			
螺杆最高转速/(r/min)	173			147			140					
注射行程/mm	276			322			368					
锁模力/kN	2600			3200			3800					
锁模行程/mm	525			590			710					
拉杆间距/mm	740×740			580×580			660×660					
模具最大尺寸/mm	740			580			660					
模具最小尺寸/mm	200			250			250					

(续)

项 目	260PET	320PET	380PET
模板最大间距/mm	1105	1250	1450
顶出杆力/kN	60	60	100
顶出杆行程/mm	160	180	200
顶出杆数/个	9	13	13
主电动机功率/kW	22	30	37
液压泵输出量/(L/min)	145	174	203
电热功率/kW	18.3	23.6	25
加热段数/段	5 + 1	5 + 1	5 + 1
净重/t	11	13.5	15.5

表 6-2 江苏维达机械有限公司产注射吹塑中空成型机主要技术参数

项 目	MSZ25	MSZ40	MSZ50	MSZ60	MSZ40L	MSZ60L
螺杆直径/mm	35	45	50	50	35	50
注射量/cm ³	123	227	324	324	长径比 L/D = 30:1	长径比 L/D = 30:1
机筒电热功率/kW	6.5	10	11	11.85	11.4	11.4
机筒加热段数/段	3	3	3	3	5	5
注射模锁模力/kN	280	400	490	600	375	580
注射模启模力/kN	—	70	—	68	塑化能力 60kg/h	塑化能力 80kg/h
注射模行程/mm	120	120	120	140	120	140
吹塑模锁模力/kN	30	78	90	89	65	80
吹塑模启模力/kN	—	52	—	55	—	—
吹塑模开启行程/mm	120	120	—	140	—	—
空循环时间/s	4	8	8	8	3.5	4
脱模行程/mm	—	200	220	200	240	240
回转台提升高度/mm	—	60	60	70	60	70
脱模架高度/mm	—	1200	—	1100	—	—
最大模具平面尺寸 (长 × 宽)/mm	300 × 200	480 × 390	740 × 390	740 × 390	480 × 390	740 × 390
最小模厚/mm	180	240	220	280	240	280
主电动机功率/kW	15	22	30	30	—	—
液压系统压力/MPa	14	14	15	14	18.5	18.5
压缩空气最大工作压力/MPa	1	1	1	1	1	1
压缩空气排量/(m ³ /min)	≥0.3	≥0.5	≥0.8	≥0.8	>0.3	>0.3
冷却水用量/(m ³ /h)	3	3	5	5	3	3

(续)

项 目	MSZ25	MSZ40	MSZ50	MSZ60	MSZ40L	MSZ60L
可成型制品范围/L	0.015 ~ 0.8	0.015 ~ 0.8	0.005 ~ 0.8	0.015 ~ 0.8	5 ~ 300(mL)	10 ~ 500(mL)
可成型制品高度/mm	≤165	≤200	≤200	≤200	≤200	≤200
可成型制品直径/mm	≤100	≤100	≤120	≤120	≤120	≤120
芯棒中心距工作面/mm	—	120	114.3	140	120	140
总功率/kW	25	—	41	45	—	—
外形尺寸(长×宽×高)/mm	3100×1100 ×2200	4000×1670 ×2350	3900×1350 ×2700	4500×1670 ×2350	—	—
机器质量/t	2.5	约6	8	约6	5	7

表 6-3 宁波千普机械制造有限公司产 ZLC280 型注射拉伸吹塑成型机技术参数

项 目	数 值	项 目	数 值
螺杆直径/mm	45	电动机功率/kW	15 + 4
理论注射量/cm ³	200	机筒及模具加热功率/kW	8.8 + 7.8
机器中心高/mm	1270		
塑化能力(PET)/(g/s)	40	操作空气工作压力/MPa	1
注射模锁模力/kN	280	吹模空气工作压力/MPa	2
吹塑模锁模力/kN	100	机器质量/t	9
转盘升降行程/mm	145	控制系统	变频微机 自动控制
注射模尺寸/mm	700×200×475		
吹塑模尺寸/mm	640×240×100	机器外形尺寸(长×宽×高)/ mm	3790×1930 ×2800
制品最大直径及长度/mm	φ70×110		

表 6-4 上海第一塑料机械厂一步法三工位注射拉伸吹塑成型机技术参数

项目名称	数 值	项目名称	数 值	
螺杆直径/mm	45,55,65	吹气压力(最大)/MPa	14	
注射量/cm ³	190,280,390	机器净重/t	7.5	
注射模锁模力/kN	500	机器外形尺寸(长×宽×高)/mm	4600×1720 ×3500	
吹塑模锁模力/kN	140			
机筒加热功率/kW	12	模腔数/腔	2,4,6,8	
热流道加热功率/kW	6	颈外直径/mm	80,60,35,24	
液压泵电动机功率/kW	37	制品 尺寸	瓶体直径/mm	105,90,60,42
操作气源量(最大)/(mL/min)	850		高度/mm	335,335,250,210
吹塑气源量(最大)/(mL/min)	680		近似容积/mL	2500,1600,600,250

表 6-5 黄岩特简易一步法吹瓶机 (JK-8 型) 技术参数

项 目	技 术 参 数	项 目	技 术 参 数
适用原料	PVC/PS/PE/PP	挤出电动机功率/kW	7.5
螺杆直径/mm	φ55	加热功率/kW	8
长径比	20:1	风机功率/kW	0.3
生产能力/(个/h)	2100	频率/Hz	50, 60
模头数/只	2	气源压力/MPa	0.8
最大成型容积/mL	500	外形尺寸(长×宽×高)/mm	2600×950 ×2030
模具数/副	4		
锁模力/kN	50	质量/kg	1200

表 6-6 浙江科达塑料模具机械有限公司产 KD8 型二步法拉伸吹塑成型机技术参数

项 目 名 称	KD810	KD812	KD814	KD816	KD818	KD820
瓶模腔数/腔	10	12	14	16	18	20
工作压力/MPa	0.7~0.8	0.7~0.8	0.7~0.8	0.7~0.8	0.7~0.8	0.7~0.8
吹气压力/MPa	4	4	4	4	4	4
出瓶高度/mm	1.5×1000	1.5×1000	1.5×1000	1.5×1000	1.5×1000	1.5×1000
加热单元/组	17	17	17	20	20	20
加温灯层数/层	8	8	8	10	10	10
加温最大功率/kW	136	136	136	200	200	200
电压/V	380	380	380	380	380	380
频率/Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
瓶坯长度/mm	≤160	≤160	≤160	≤160	≤160	≤160
瓶坯内径(可调)/mm	φ20~φ28	φ20~φ28	φ20~φ28	φ20~φ28	φ20~φ28	φ20~φ28
圆瓶直径范围/mm	φ50~φ90	φ50~φ90	φ50~φ90	φ50~φ90	φ50~φ90	φ50~φ90
方瓶对角线尺寸范围/mm	50~90	50~90	50~90	50~90	50~90	50~90
瓶坯原料	PET	PET	PET	PET	PET	PET
容量范围/L	0.2~1.25	0.2~1.25	0.2~1.25	0.2~1.25	0.2~1.25	0.2~1.25
矿泉水饮料瓶产量/(个/h)	9500	11400	13300	15200	17100	19000
热灌装瓶产量/(个/h)	7500	9000	10500	12000	13500	15000
质量/kg	15000~ 17000	15000~ 17000	15000~ 17000	16000~ 18000	16000~ 18000	16000~ 18000
主机外形尺寸(长×宽×高)/mm	3400×2600 ×3300	3400×2600 ×3300	3400×2600 ×3300	4000×3200 ×3400	4000×3200 ×3400	4000×3200 ×3400
加温机外形尺寸(长×宽×高)/mm	5600×1005 ×2600	5600×1005 ×2600	5600×1005 ×2600	6000×2000 ×2800	6000×2000 ×2800	6000×2000 ×2800
理坯机外形尺寸(长×宽×高)/mm	4000×5400 ×3500	4000×5400 ×3500	4000×5400 ×3500	4500×5600 ×3800	4500×5600 ×3800	4500×5600 ×3800

注射吹塑成型机设备技术参数，注塑机部分技术参数第2章已经介绍，这里只介绍合模部分的合模力、模板间距、模板行程和移模速度。

1) 合模力。合模力是指吹塑型坯在模具内被拉伸吹塑成型制品时模具所具备的夹紧力（也称锁模力）。

合模力计算公式为

$$F_{\min} = 1.2nAp$$

式中 F_{\min} ——最小合模力 (N)；

n ——吹塑模具中的型腔数量；

A ——制品在分模具上的投影面积 (mm^2)；

p ——吹胀型坯用气压 (MPa) (一般为 0.2 ~ 1MPa)。

2) 模板间距与模具厚度。模板间距离尺寸 L_{\max} 的确定 (参照图 2-11)，主要根据移动模板的行程 S 和固定模具的最大厚度来决定，即 $L_{\max} = S + \delta_{\max}$ 。

式中模板的行程为移动模具厚度加型坯高度。由此可见，模板间的距离尺寸主要是根据制品型坯的外形尺寸来确定：先按型坯的最大高度尺寸来确定模具的厚度；再根据模具的厚度和型坯的最大高度来确定模板的行程。这样确定的模板间距才能保证注射成型的型坯顺利脱模。

3) 移模速度。国产中空制品注射吹塑成型机的移模速度，标准规定为不小于 24m/min。移模速度的选择，将直接影响设备生产制品成型周期的长短，所以，生产中在工艺条件允许的情况下，应尽量提高移模速度。但也应注意：在合模时的速度是从快到慢（即快速移模，至终点时再慢速合模）；开模时速度是由慢到快，再到慢（即慢速开模，快速移模，慢速停止）。

4) 吹塑合模行程、模具厚度及模板尺寸等直接影响注射吹塑中空制品成型机加工制品的尺寸范围。为使吹塑成型的制品顺利脱模，使带有芯棒的成型制品能方便地传送至下一工位、退出芯棒，所以要求吹塑合模行程距离尺寸要足够大。对模板的尺寸要求，应以能满足该设备注射吹塑最大制品所需用的成型模具的安装需要为准。

6.7 吹塑成型装置由哪些零部件组成？

中空制品注射吹塑成型机中的吹塑成型部分结构主要组成零部件有：型坯成型模具、型坯吹塑成型制品模具、合模装置、吹气管路系统、脱模装置、回转工作台、传动系统、芯棒和模具控温系统及熔料流道组合装置等。

6.8 瓶用型坯模具部位由哪些零部件组成？作用是什么？

瓶用型坯模具部位主要组成零部件有：熔料流道组合装置、型坯颈部、型腔和冷却装置及模板、芯棒等。瓶用型坯成型模具结构如图 6-5 所示。

1. 熔料流道组合装置

熔料流道组合装置安装在型坯模具的定模板上，塑化熔料经过此装置进入型坯模具腔内。熔料流道组合装置（图 6-6）主要由流道体、底座、夹具、充模喷嘴、喷嘴压板及加热器等零部件组成。

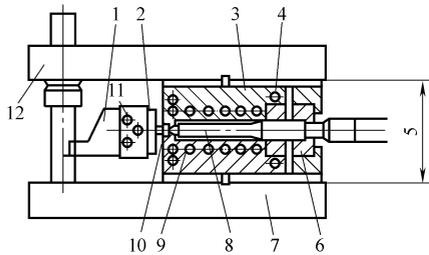


图 6-5 瓶用型坯成型模具结构

- 1—熔料流道组合 2—喷嘴加热圈
3—型坯模腔 4—螺钉孔
5—模具厚 6—型坯颈部 7—定模板 8—芯棒
9—模具温度控制冷却水孔 10—喷嘴
11—加热器 12—动模板

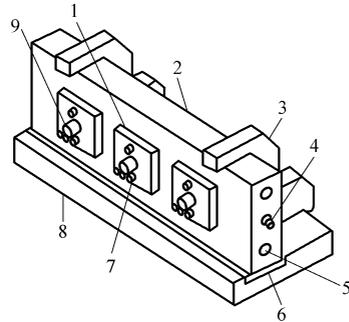


图 6-6 熔料流道装置结构

- 1—喷嘴压板 2—流道体
3—夹具 4—流道塞堵
5—加热器孔 6—绝热垫 7—螺钉
8—底座 9—喷嘴

熔料流道组合装置结构比较简单，流道孔径一般多采用 $\phi 15\text{mm}$ 等径直管式歧管；喷嘴孔径在 $\phi 1 \sim 5\text{mm}$ 范围内。因为一次由几个喷嘴同时分别向几个模腔内供料，为使一套型坯模具中各型腔的熔料流量和压力接近均匀，不同位置的喷嘴孔径可略有差别（远离中心孔的孔径逐次略大些）。熔料流道装置中设有电阻加热器，以保证熔料流道有适宜的工艺温度。

2. 芯棒

芯棒是中空容器注射吹塑成型生产过程中不可缺少的配件。型坯的注射成型、吹塑成型及脱模生产工位，都是以芯棒为载体换位和输入压缩空气、配合工作的结果。芯棒是一种由多个零件组合成的形体，结构如图 6-7 所示。它主要由芯棒体、弹簧及连接紧固螺母等零件组成。

芯棒体由合金工具钢制成，与型坯接触的工作表面要进行抛光精加工，而且还要镀硬铬层。芯棒工作时应与型坯模具及吹塑模具的颈圈紧密配合，以控制芯棒工作中的正确位置，使芯棒与模腔工作时保证其同轴度。

芯棒的直径与长度尺寸，由型坯尺寸来决定：直径要比容器的颈部内径略小些，以方便成型制品的脱模；长度应小于制品长度，长径比通常不超过 10:1。

芯棒的端部设有通入型坯内的压缩空气通孔。空气通孔位置，热坯法吹塑成型制品时，若容器的颈部直径小，芯棒的长径比大于 8:1，则空气通孔应设在芯棒端

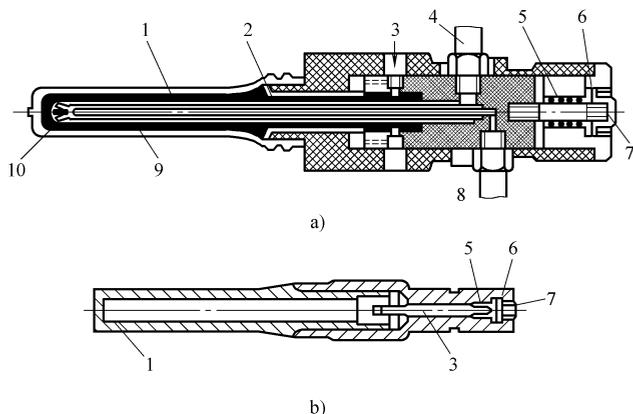


图 6-7 芯棒结构

1—芯棒体 2, 10—压缩空气出口 3—压缩空气进口 4—控温介质出口
5—弹簧 6—星形螺母 7—凸轮螺母 8—控温介质入口 9—型坯

部 (图 6-7a); 若容器颈部直径较大, 芯棒的长径比较小, 则空气通孔应设在芯棒尾端 (图 6-7b)。

3. 型坯成型用模具

型坯成型用模具由两半模体组成, 结构如图 6-8 所示。它主要由充模喷嘴、型坯模颈、加热与冷却装置和型坯模体等主要零件组成。

(1) 型坯模体 型坯模体的上下模结合, 成型型坯腔。两端与喷嘴和模颈配合把芯棒夹牢, 形成一个完整的型坯成型模具。模体结构尺寸由型坯和芯棒尺寸决定, 它将直接影响型坯的吹塑性能和制品壁厚尺寸的均匀性。通常型坯的径向壁厚应大于 2mm, 否则无法保证吹塑制品的质量; 但壁厚尺寸也不可过大 (大于 4.5mm), 过厚的壁厚吹塑也会产生制品壁厚尺寸不均匀现象。

型坯模体一般多用碳素工具钢或 45 钢制作。成型硬质塑料型坯时, 型坯模体最好用合金工具钢制作。型坯部位精加工后要进行表面抛光, 必要时表面也应镀硬铬层。

(2) 型坯模颈 模颈是型坯模具中一个主要零件, 其功能是由此部位成型容器的颈部和颈部螺纹。型坯模具合模后, 型坯模颈与芯棒配合, 保证了芯棒在模腔中的正确位置, 使型坯的注射成型质量有了保证。

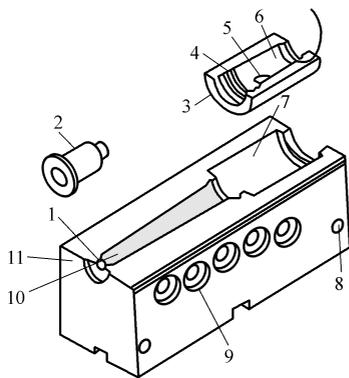


图 6-8 型坯成型模具的下模体结构

1—喷嘴座 2—喷嘴 3—型坯模颈
4—颈部螺纹 5—固定螺钉孔 6—芯棒配合面
7—型坯模颈配合面 8—拉杆孔 9—冷却介质孔
10—型坯模腔 11—型坯模体

(3) 加热与冷却装置 加热与冷却装置的配合工作，把型坯模具的温度控制在工艺要求范围内。型坯模具的温度控制，对型坯成型质量及其吹塑工艺条件影响较大。对于瓶类型坯模具温度控制，一般应分瓶颈、瓶体和瓶底三个独立的温度控制段，分别控制。温度范围应视型坯用原料的不同而变化，一般型坯温度控制在 65 ~ 135℃ 之间。

在模具体内，与模具型腔轴线垂直的截面上，均匀地分布有冷却孔道（图 6-9）。孔的直径应大于 10mm，距型腔面距离为孔直径的 2 倍，使其能为模具体均匀降温。

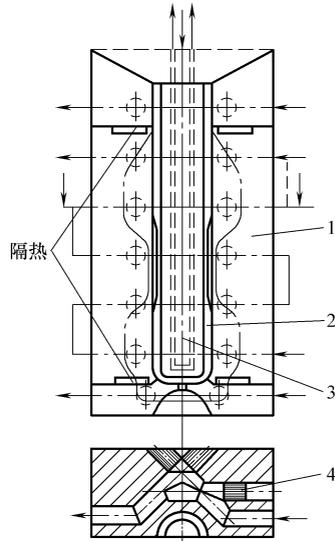


图 6-9 型坯模具冷却孔道的分布

- 1—型坯模具体 2—型坯
- 3—芯棒 4—孔道堵塞

6.9 吹塑成型制品模具结构及主要零部件的作用有哪些？

吹塑成型制品用模具结构与型坯注射成型用模具结构相似，如图 6-10 所示。图 6-11 是一个带有实心把手容器成型用型坯模具（图 6-11a）和吹塑成型制品用模具（图 6-11b）结构。

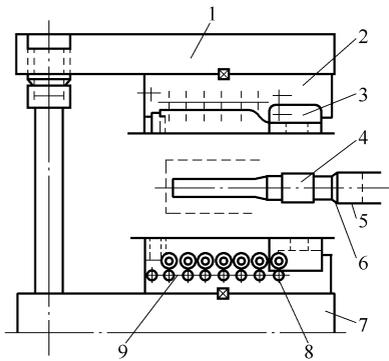


图 6-10 吹胀成型用模具结构

- 1—移动模板 2—成型制品模具上半部 3—模具颈部
- 4—芯棒 5—芯棒支架 6—芯棒座 7—固定模板
- 8—冷却水孔 9—下模体

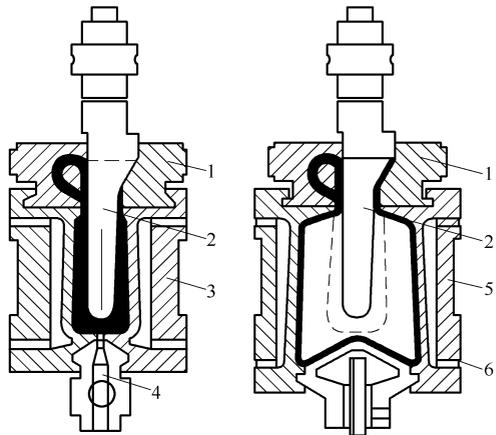


图 6-11 实心把手容器成型用模具结构

- 1—模颈环 2—芯棒 3—型坯模腔体 4—喷嘴
- 5—吹塑模腔体 6—冷却水入出孔

图 6-12 是吹塑成型瓶制品模具的下半模体结构。它主要由型模腔体，吹塑模颈环和底模块等主要零件组成。

1) 吹塑成型制品模腔体是型坯吹胀成型容器体外部, 型腔的结构形状尺寸由制品的形状尺寸决定。由于型坯吹胀用压缩空气压力不大, 模腔体可用铝合金或锌合金制作。型腔表面要进行喷砂处理, 以改善其排气效果; 如果吹塑制品为硬质塑料, 则型坯模腔体应需用合金工具钢制作, 精加工后表面抛光和镀硬铬层; 对于聚氯乙烯原料的吹塑成型模腔体, 一般多用合金不锈钢制作。

2) 模颈环用螺钉与模腔体连接固定, 当两半模腔体合模时, 两半模颈形成环状, 用以夹牢固定芯棒, 保证了芯棒与模腔的同心; 在两半模颈合模时, 模颈上的螺纹又与型坯的螺纹配合, 也起到了保护型坯螺纹的效果。

模颈环制作材料与模腔体制作材料相同。

3) 底模块是用来成型容器底部的外形, 多采用上下两半模结构(也有用整体式结构); 底模块用螺钉与模腔体连接固定。底模块的制作材料与模腔体制作材料相同。

4) 模具的冷却与排气方式与型坯模具很相似, 也是采用型腔周围均匀分布冷却孔道, 用循环冷却水降温; 模颈、模腔和底模块分别独立冷却降温。

模腔内的空气排出, 一般多在分型面上开出 0.03mm 左右深槽, 而模颈环和底模块与模腔体结合面的缝隙也可排出一部分气体。

6.10 脱模装置结构及作用有哪些?

脱模装置的结构比较简单(图 6-13)。它在吹塑成型装置中的作用, 就是把已经冷却定型的制品瓶颈部位放在脱模装置的弧形槽内(弧形槽直径略大于瓶颈口直径), 然后由液动或气动装置推动脱模板移动, 使制品从芯棒上脱出。脱出制品的芯棒, 在这里采用吹冷风方式使其降温, 以防止芯棒在移至注射工序时, 由于其温度较高, 而使熔料粘在芯棒表面上。

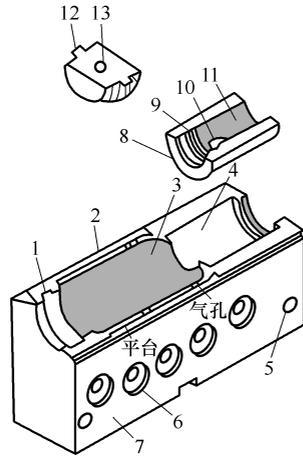


图 6-12 吹塑成型制品模具的下半模体结构

1—底模块槽 2—凹模 3—模腔 4—模颈配合面 5—拉杆孔 6—冷却孔道 7—模腔体 8—模颈环 9—模颈螺纹 10, 13—螺钉孔 11—芯棒配合面 12—底模块

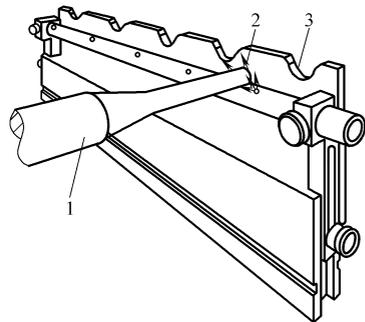


图 6-13 注射吹塑中空容器成型后的脱模装置

1—芯棒 2—降温冷风 3—弧形槽

6.11 模具架的结构与作用是什么？

模具架由移动模板和固定模板及支撑轴组成。两半模具分别用键连接固定在定模板和移动模板上。工作时，移动模板由液压缸驱动，使其在支撑轴上上下滑动，带动模具的上半模完成模具生产工作中的开闭模动作。

6.12 回转工作台的作用与工作方式有哪些？

回转工作台是塑料中空制品注射吹塑成型机中重要工作机构，结构形式如图 6-3 和图 6-14 所示。

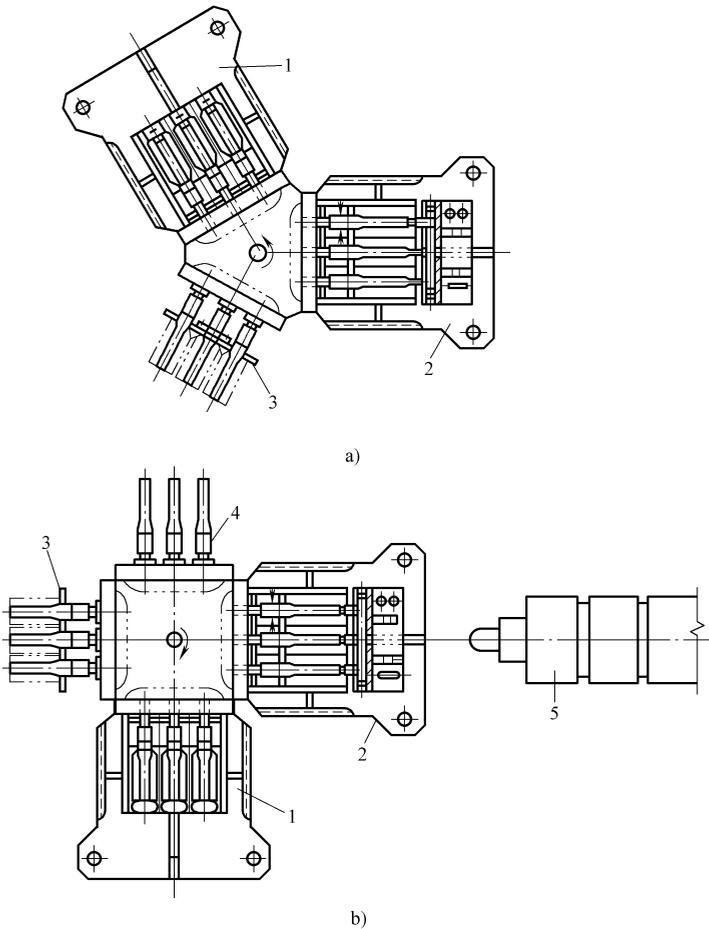


图 6-14 回转工作台结构示意图

a) 三工位水平回转 b) 四工位水平回转

1—吹塑工位 2—型坯注射成型工位 3—脱模工位

4—检测调节工位 5—注塑机

注射吹塑成型中空容器应用的模具和芯棒，分别等距离固定在回转工作台的三个工位上，配合注塑机的注射成型型坯动作。回转工作台的上升、回转和下降，协同模具的开闭模动作，共同完成熔料的注射成型型坯、型坯吹塑及制品脱模工序。

回转工作台的回转定位机构，一般可用机械传动或液压油缸驱动来实现快速粗定位，然后再用定位锁实现精确定位。

回转工作台的回转机构可采用齿轮齿条传动或曲柄滑块传动机构。齿轮齿条传动机构（图 6-15）比较简单，零件加工也很容易。但这种机械传动在开始和结束的位置所受冲击大，齿轮与齿条传动精度不高，其啮合间隙影响定位的精确性。

曲柄滑动传动机构如图 6-16 所示，这种传动机构也比较简单，整机强度、刚度好，加工制造也不难。比较适合中速运行，采用液压缸驱动，增力比大，回转工作台尺寸也可大些，比较适合一模多腔成型。

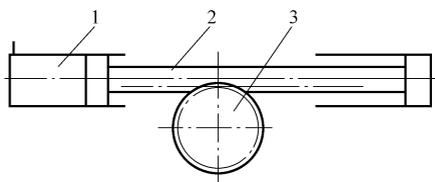


图 6-15 齿轮齿条传动机构

1—液压油缸 2—齿条 3—齿轮回转轴

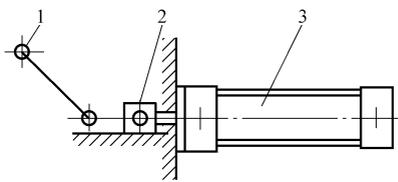


图 6-16 曲柄滑块传动机构

1—回转轴 2—滑块 3—液压缸

6.13 中空容器注射吹塑成型常用哪些树脂？

中空容器注射吹塑成型常用树脂有：聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚苯乙烯（PS）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚氯乙烯（PVC）、聚碳酸酯（PC）、聚丙烯腈（PPN）、聚甲醛（POM）等。一般情况下，医药包装容器多选用 PE 和 PP 树脂；日用化妆品、生活用包装容器多选用 PE、PS 和透明的 PVC 树脂；用于食品包装塑料容器多选用 PE、PS 和无毒透明的 PVC 树脂；强度比较好、特殊需要的包装容器，通常多选用 PET、PC 和 PA 树脂；有时为了改进树脂的性能和易于加工成型，还选用一些上述树脂的混合料注射吹塑成型中空制品。

6.14 型坯注射成型有哪些工艺条件要求？

1) 型坯壁厚最小值应不小于 2mm，过薄的型坯壁厚吹塑成型制品不能达到质量要求。型坯壁厚最大值不应超过 5mm，过厚的型坯壁厚吹塑成型制品不易达到外形尺寸要求，成品壁厚也不均匀。设计中空制品形体时，应注意：制品最大壁厚与最薄处壁厚的比值不宜大于 2:1；型坯注射成型后的径向壁厚必须达到均匀一致。

2) 芯棒直径要略小于容器直径最小部位的内径, 以方便吹塑成型制品后芯棒退出。

3) 吹胀比。吹胀比是指吹胀成型后制品横截面尺寸与吹胀前型坯横截面尺寸之比。这个值应小于 3.5。吹胀比过大, 吹胀成型制品容易产生壁厚不均匀, 出现壁薄部位。

4) 型坯长径比。长径比是指型坯的总长度与型坯直径之比。这个比值应小于 10:1。如果这个值过大, 芯棒比较长, 则其刚度差, 熔料注射时容易使其弯曲变形, 造成型坯壁厚不均匀。

5) 型坯成型模具结构要求参照第 6.9 节中内容。要注意: 制品的外形结构变化, 型坯的外形结构也应随之变化, 则其成型模具、芯棒的长径比和型坯的吹胀比也都应随之改变。

制品横截面为椭圆形容器, 若椭圆度小于 1.5:1 时, 型坯可还是圆形; 若椭圆度小于 2:1 时型坯也应是椭圆形; 若椭圆度大于 2:1 时, 则要求芯棒和型坯都应是椭圆形。

设计型坯结构和吹塑模具型腔时, 还应注意制品成型后收缩率的影响; PE、PP 制品收缩率在 1.6% ~ 2.0% 之间, 硬质塑料 (PC、PS、PAN 等) 制品的收缩率为 0.5%。

6) 型坯注射成型工艺参数。常用塑料注射成型型坯的工艺参数见表 6-7。

表 6-7 常用塑料注射成型型坯的工艺参数

塑料名称	热流道温度/℃	熔料注射温度/℃	注射压力/MPa	模具温度/℃
聚苯乙烯	185 ~ 195	140 ~ 240	60 ~ 110	40 ~ 70
聚乙烯	160 ~ 170	150 ~ 180	60 ~ 100	40 ~ 80
聚丙烯	200 ~ 280	240 ~ 280	55 ~ 100	40 ~ 80
聚氯乙烯	180 ~ 190	170 ~ 190	80 ~ 130	35 ~ 70
热塑性聚酯	250 ~ 280	250 ~ 280	—	100 ~ 105

6.15 型坯吹塑成型中空制品工艺参数怎样选择?

1) 型坯吹胀温度。对于热坯, 吹胀温度一是靠其自身的热, 二是靠模具供热提供。当型坯内外及各部位的加热温度趋于一致时即可吹胀成型制品。对于冷坯, 应先将型坯加热至适合吹胀要求的温度后, 再进行吹胀。要注意型坯各部位加热温度的均匀, 温差不易过大。这一点比较难控制。

2) 型坯吹胀用空气压力。型坯吹胀须用压缩空气, 这个压缩空气的压力大小取决于制品用原料的性能和型坯温度。一般压缩空气的压力控制在 0.2 ~ 0.7MPa 之间。原料的粘度低, 取低的空气压力; 原料粘度高, 取较高的空气压力。制品壁厚时取低的空气压力; 制品壁薄时取高些空气压力。也可从制品的外观质量来判断, 如果能使制品的外观表面图案及文字清晰, 这个吹胀型坯的空气压力就比较适宜生产。

吹胀制品的充气速率（空气容积流率）应视成型制品的质量而定，要尽量取大些，这对缩短吹胀制品的生产周期有利。

3) 成型中空制品模具温度。成型中空制品的模具温度控制也是由制品用原料性能决定的，一般控制在 20 ~ 50℃ 之间。模具温度偏低，吹胀型坯比较困难，制品的外观质量也不会太理想，这时，要通过加大充气速率和吹胀空气压力来改善；模具温度偏高，制品吹胀后的冷却时间延长，制品脱模要困难些，也会增加生产周期。为了加快吹胀制品的冷却速度，模具温度控制多采用循环冷却水来调节，水温控制在 5 ~ 15℃ 之间。要求模具用导热性能好的铝合金材料制造。

6.16 低密度聚乙烯怎样注射吹塑成型中空制品？

1. 原料选择

低密度聚乙烯树脂成型中空制品，主要成型中小型低密度聚乙烯容器，如用于药品、化妆品、牛奶、化学品的包装容器及罐和玩具等。用低密度聚乙烯成型的中空制品，其韧性好，但强度较低；要求树脂的熔体流动速率在 3 ~ 5g/10min 范围内；有时，为了改进低密度聚乙烯制品的性能，也可采用 LDPE 与 CPE 按一定比例掺混使用，以提高制品的抗冲击性和耐环境应力开裂性。

低密度聚乙烯中空制品成型用原料选择示例（仅供参考）见表 6-8。

表 6-8 中国石化广州石油化工分公司产 LDPE 中空制品原料

牌 号	MFR/ (g/10min)	相对密度	特点和用途
DMDA 7144	20	0.924	注塑级、家庭用品、运输桶等
DMDA 8320	20	0.924	注塑级、家庭用品、大型容器、盆、桶等
DNDA 1077	100	0.931	注塑级、食品容器、家庭器皿、平底杯、盖等
DNDA 1081	125	0.931	注塑级、食品容器、家庭器皿、日用品等薄壁制品
DNDA 7147	50	0.926	注塑级、食品容器、家庭器皿、盆、盖等
DNDA 7342	2	0.918	注塑级、吹塑中空透明容器、罐等
DNDB 1077	100	0.931	注塑级、食品容器、家庭器皿、平底杯、盖等

2. 设备条件

普通型螺杆注塑机，采用通用型螺杆结构。螺杆长径比可略小些，压缩比也略小于普通注射螺杆。

3. 工艺参数

1) 注塑机塑化原料温度。从进料段至均化段机筒加热温度分别是：140 ~ 160℃，170 ~ 210℃，170 ~ 200℃。喷嘴温度为 150 ~ 170℃。

2) 型坯成型模具温度为 40 ~ 80℃。

3) 注射压力为 60 ~ 100MPa。

4) 吹塑成型制品工艺条件参照第 6.15 节内容。

6.17 高密度聚乙烯怎样注射吹塑成型中空制品？

1. 原料选择

高密度聚乙烯树脂，一般多用于成型容量小于 25L 的各种形状中空制品。如用来作洗涤剂、漂白粉、牛奶、糖浆药品、化妆品和润滑油等物品的包装。高密度聚乙烯密度大，加工性能好，所以，也非常适合于薄壁型中空制品的成型；由于 HDPE 制品的强度较高，刚性好，用高密度聚乙烯成型中空制品，在聚乙烯树脂中应用量最大。原料选择参考见表 6-9。

表 6-9 HDPE 中空制品成型用料选择参考

生产单位	牌 号	熔体流 动速率 / (g/10min)	密 度 / (g/cm ³)	应 用 范 围
中国石化上海 石化公司	CH2002	20.0	0.957	中空吹塑级适合中空吹塑成型 制品
	CH252	2.5	0.955	
	CH1402	14.0	0.957	
	CH2202	20.0	0.959	
	CH702	7.0	0.953	吹塑 10 ~ 30L 中等容器
	CH202	2 ~ 3	0.953	吹塑 30 ~ 220L 容器用于油罐 及化学品
中国石油大庆 石化分公司	2100J	6.5	0.985	适合大型容器（注塑）
	2200J	5.8	0.968	用于成型瓶、箱和筐（注塑）
	2208J	5.8	0.968	用于成型瓶、箱和筐（注塑）
	4P0.2AC	0.21	0.954	成型化妆品瓶、医药容器等 （挤塑）
中国石化燕山 石化公司	5200B	0.35	0.960	吹塑容器和大型玩具
	2200J	5.5	0.964	注塑瓶、箱
	6200B	0.45	0.955	吹塑瓶、一般容器
	3000B	0.63	0.959	吹塑小型瓶及玩具
	5300B	0.40	0.951	吹塑化妆品、洗涤剂瓶
	6500B	0.36	0.959	吹塑化妆品、洗涤剂瓶
	8200B	0.030	0.954	吹塑大型容器
	8300B	0.021	0.950	吹塑燃料大型容器
9200B	0.013	0.959	吹塑 200L 大型工业容器	

(续)

生产单位	牌 号	熔体流 动速率 / (g/10min)	密 度 / (g/cm ³)	应 用 范 围
天津石油化工 公司	DMDA-8007	9.0	0.961	用于饮料容器及盘等, 强度好, 硬度高
	DMDA-8920	20.0	0.954	饮料容器、盘等适合注射成型
	DMDA-6400	0.9	0.961	吹塑成型饮料瓶及玩具
中国石化扬子 石化公司	2200J	5.8	0.968	注射成型瓶、箱等
	2208J	5.8	0.968	注射成型瓶、箱等
	5200B	0.35	0.964	适用于强度高、耐冲击容器
中国石化齐鲁 石化公司	DMDY1158	1.4 ~ 2.8	0.949 ~ 0.956	成型 10 ~ 100L 容器
	DMD6145	12 ~ 21	0.949 ~ 0.955	成型 10 ~ 100L 容器
	DMD6147	7 ~ 14	0.945 ~ 0.952	吹塑成型 20 ~ 200L 容器

2. 设备条件

按 LDPE 树脂注射吹塑成型中空型坯设备条件。

3. 工艺参数

1) 注塑机塑化原料温度。从进料段至均化段机筒加热温度分别是: 150 ~ 170℃, 180 ~ 230℃, 180 ~ 210℃。喷嘴温度为 160 ~ 200℃。

2) 型坯成型模具温度为 50 ~ 80℃。

3) 注射压力为 60 ~ 100MPa。

4) 吹塑成型制品工艺条件见第 6.15 题内容。

6.18 聚乙烯中空制品成型生产方式选择及注意事项是什么?

1) 一般聚乙烯树脂成型中空制品, 多采用注射吹塑成型生产方式。

2) 低密度聚乙烯成型中空制品, 只能采用挤出吹塑成型生产方式。注意: 当聚乙烯树脂密度提高时, 制品的阻渗性、耐化学品性和刚性也随着密度值的增加而提高, 但制品的耐环境应力开裂性、冲击韧性和抗拉强度却随着密度值增加而逐渐下降。

3) 高密度聚乙烯成型中空制品, 可采用挤出吹塑和挤出拉伸吹塑生产方式成型制品。当高密度聚乙烯树脂的密度提高时, 制品的刚性、硬度、抗拉强度和阻渗性也随之提高, 但制品的耐环境应力开裂性和冲击韧性却随着高密度聚乙烯树脂的密度值提高而逐渐下降。

由于高密度聚乙烯中空制品用于有机溶剂(汽油、香料、芳香烃、卤代烃等)包装时有渗透性和受其影响还出现溶胀变形现象, 所以, 在 HDPE 树脂成型中空制品前, 要加入一定比例的聚酰胺(PA)和相容剂等, 以提高 HDPE 容器的阻隔渗

透性。

6.19 聚丙烯怎样注射吹塑成型中空制品？

1. 原料选择

聚丙烯中空制品，主要用在药品、食品、化妆品、果汁、牛奶、洗涤剂、化学试剂等方面的容器包装。

聚丙烯有均聚物和乙烯基共聚物两种。成型的制品具有重量轻、刚性好和表面硬度高、耐高温（可在 100℃ 以下温度中长期使用）、耐化学品性好、透明度高及耐弯曲性能优异等特点。常用聚丙烯中空制品性能见表 6-10。

表 6-10 常用聚丙烯中空制品性能

性能	ASTM 测试方法	均聚物	共聚物	透明级共聚物
密度 / (g/cm ³)	D792	0.905	0.900	0.900
熔体流动速率 (230℃, 2.16kg) / (g/10min)	D1238	1.6	2.3	2.0
屈服拉伸强度/MPa	D638	35	30	28
弯曲弹性模量/MPa	D790	1445	895	895
熔点/℃		165	147	143
热变形温度 (0.46MPa) /℃	D648	107	92	82

聚丙烯中空制品成型用料，可参照表 6-11 中条件选择。表 6-11 中无规共聚物和嵌段共聚物是聚丙烯改性中丙烯与乙烯的共聚物中的两类。无规共聚物具有结晶度降低、玻璃化转变温度降低和透明、柔软及有光泽等特点；嵌段共聚物的刚性和冲击强度要好于无规共聚物，但透明性和光泽性比无规共聚物略有下降。

表 6-11 PP 中空制品成型用料选择参考

生产单位	牌 号	熔体流 动速率 / (g/10min)	聚合物类型	应用范围
中国石化上海 石化公司	M450E	4.5	无规共聚物	注吹或注拉吹饮料瓶
	M800E	8.0	无规共聚物	注吹或注拉吹饮料瓶
	M1600E	16.0	无规共聚物	注吹形状复杂薄壁容器
	M2000E	20.0	无规共聚物	注吹或注拉吹形状复杂薄壁容器
	M3000E	30.0	无规共聚物	注吹大型容器
	GM800E	8.0	无规共聚物	医用，注拉吹输液瓶、注射器
	GM1200E	12.0	无规共聚物	医用，注拉吹或注吹输液瓶

(续)

生产单位	牌 号	熔体流 动速率 / (g/10min)	聚合物类型	应用范围
中国石化燕山 石化公司	B4901	1.1	密度 0.90g/cm ³	医用输液瓶 (挤出吹塑)
	B4902	2.0	密度 0.90g/cm ³	医用输液瓶 (挤出吹塑)
	B4808	9.0	密度 0.90g/cm ³	注拉吹瓶
	4220	0.3	密度 0.90g/cm ³	挤出吹塑饮料瓶
	B205	1.0	密度 0.91g/cm ³	医用输液瓶 (挤出吹塑)
	B200	0.55	密度 0.91g/cm ³	挤出吹塑中空容器
抚顺石油化工 公司	EP2S12B	1.5 ~ 2.0	无规共聚物	吹塑中空容器
	EP-C30R	7.0	嵌段共聚物	注射吹塑小型容器
	EP-Q30M	0.6 ~ 0.9	嵌段共聚物	吹塑瓶制品、抗冲击性好
	EP-Q30R	0.6 ~ 0.9	嵌段共聚物	吹塑瓶制品、抗冲击性好
	Q30P	0.41 ~ 1.0	均聚物	挤出吹塑一般容器
	S30Q	1.1 ~ 2.4	均聚物	挤出吹塑瓶制品
中国石油新疆 独山子石化公司	PPB-Q-006	0.5 ~ 1.1	嵌段共聚物	挤出吹塑耐冲击性好中空制品
中国石油化工 股份有限公司广 州分公司	B200	0.5	均聚物	挤出吹塑中空容器
	B230	0.5	无规共聚物	挤出吹塑中空容器
	B240	0.5	嵌段共聚物	挤出吹塑大型中空制品
	CF401G	1.7 ~ 3.1	均聚物	挤出吹塑瓶类制品
	CJS700G	8.0 ~ 15	均聚物	注射吹塑瓶
	J340	1.8	共聚聚丙烯	注射吹塑中空制品及大型容器
	J440	5.0	共聚聚丙烯	注射吹塑大型容器
中国石油兰州 石化分公司	B200	0.55	均聚物	吹塑瓶类制品

聚丙烯中空制品成型,可采用挤出吹塑、挤出拉伸吹塑、注射吹塑、注射拉伸吹塑等生产方式。采用冷坯法成型时,可采用挤出吹塑、挤出拉伸吹塑和注射吹塑等生产方式。

2. 设备条件

与聚乙烯树脂注射吹塑成型中空制品用设备条件相同,也是采用通用型螺杆结构塑化原料。

3. 工艺参数

- 1) 注塑机塑化原料温度。从进料段至均化段机筒加热温度分别是：190 ~ 220℃，220 ~ 240℃，180 ~ 200℃。喷嘴温度为 170 ~ 200℃。
- 2) 型坯成型模具温度为 40 ~ 80℃。
- 3) 注射压力为 70 ~ 100MPa。
- 4) 吹塑成型制品工艺条件见第 6.15 节内容。

6.20 聚氯乙烯怎样注射吹塑成型中空制品？

1. 原料选择

聚氯乙烯中空制品，主要用在日用品、化妆品、药品、燃油、润滑油、日用化学品、食用油、醋、酱及各种饮料等包装中。聚氯乙烯树脂和一些辅助材料（稳定剂、润滑剂、增塑剂、填充料等）按配方要求比例掺混均匀（按第 4.7 节方式）后挤出造粒。聚氯乙烯树脂与辅助料组合成的原料，其加工性能较好，成型的中空制品具有透明度高，阻渗性好和耐酸碱等性能。

聚氯乙烯中空制品成型，主要是用悬浮法聚氯乙烯树脂中的 SG7 或 SG8 型，树脂的 K 值为 58（或 57、59），平均聚合度在 700 左右。

聚氯乙烯树脂成型中空制品，可采用挤出、注射成型中空制品生产工艺中的任何一种生产方式进行生产。

聚氯乙烯中空制品配方示例如下。

例一：硬质透明瓶配方（质量份）。

聚氯乙烯（ K 值为 58，平均聚合度为 700PVC）100，丙烯酸酯类共聚物改性剂（ACR，上海珊瑚化工厂产）3，甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯共聚物（MBS，上海高桥化工厂产，粒度范围为 0.1 ~ 1 μ m）12，有机锡类热稳定剂（TM-181-FS，美国 Morton 公司产）2.5，单硬脂酸甘油酯 0.6，OP 蜡 0.6，颜料（蓝色或紫色）0.0035。

例二：硬质透明瓶（食品用）配方（质量份）。

聚氯乙烯（卫生指标符合 GB 4803—94 标准规定 PVC SG7 型）100，邻苯二甲酸二辛酯（DOP）2.5，环氧大豆油（ESO）2，热稳定剂硫醇锡（TUS8831，日本旭化成产）2.5，硬脂酸（HSt）0.5，甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯共聚物（MBS）9，颜料适量。

例三：硬质透明无毒容器用品配方（质量份）。

聚氯乙烯（卫生指标符合 GB 4803—94 标准规定 PVC）100，邻苯二甲酸二辛酯（DOP）40，环氧大豆油（ESO）5，硬脂酸钙（CaSt）1，硬脂酸钙/锌 2.5。

2. 设备条件

多采用通用型往复螺杆式注塑机。如有 PVC 粉料专用注塑机，应优先选用，

这可省去原料的预塑化挤出造粒工序。塑化 PVC 料螺杆为等距不等深渐变型，长径比在 (20~27):1 范围内。

3. 工艺参数

- 1) 原料配混工序中的工艺参数选择应参照第 4.7 和 4.9 节中内容。
- 2) 注塑机塑化原料温度。从进料段至均化段机筒加热温度分别是：160~170℃，165~180℃，170~190℃。喷嘴温度为 150~170℃。
- 3) 型坯成型用模具温度为 30~60℃。
- 4) 熔料注射压力为 80~130MPa。
- 5) 吹塑成型制品用模具温度为 10~30℃。
- 6) 吹胀型坯成型用压缩空气压力为 0.4~0.6MPa。

6.21 聚对苯二甲酸、乙二醇酯（聚酯）怎样注射吹塑瓶制品？

1. 原料选择

聚酯（聚对苯二甲酸乙二醇酯，PET）塑料瓶主要用于碳酸饮料、矿泉水、果汁、食用油、酒类、调味品、药品、化妆品、农药和洗涤剂之类物品的包装。用聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂成型的塑料瓶，具有阻隔二氧化碳、氧气和水蒸气渗透能力强、耐冲击、耐化学药品与耐压高、透明度好、光泽性好等优点。聚酯还可与 EVOH（乙烯-乙烯醇共聚物）共混或制品表面涂覆 PVDC（偏二氯乙烯）及多层挤出（注塑）成型来提高阻渗性。聚酯瓶性能见表 6-12。

表 6-12 聚酯瓶性能

项 目	数 值	项 目	数 值
结晶度 (%)		拉伸强度/MPa	
嘴部	9	纵向	114
肩部	22	圆周方向	216
中央部	28	断后伸长率 (%)	
底部	25	纵向	9
体积收缩率 (%)	3	圆周方向	37

聚酯瓶用 PET 树脂条件如下。

- 1) 要求特性粘数为 70~97mL/g，以保证瓶有较高的力学强度和透明度，瓶的容积较大时 (≥2L) 取小值。
- 2) PET 粒料中乙醛含量控制要低于 1.5μg/g。乙醛是一种挥发性气体，即使含量很低也会影响饮料味道。
- 3) 结晶度高于 35%，以使制瓶成型生产中原料颗粒不发生黏结。
- 4) 为了使瓶坯成型时为非晶态，雾度低于 4%，树脂的结晶速率要低。
- 5) 树脂塑化成型过程中热稳定性好，以保证聚酯瓶的性能。

聚酯瓶成型生产工艺方式，可采用挤出吹塑、注射吹塑、注射拉伸吹塑一次成型法生产，也可采用注射拉伸吹塑冷坯法二次成型法生产。但要注意：原料投产前一定要在 150℃ 烘箱中进行干燥处理，使其含水量小于 0.01%。干燥处理后的原料不宜长时间存放，应立即投入生产。

聚酯瓶成型用料国内生产厂及产品牌号见表 6-13。

表 6-13 聚酯瓶成型用料国内生产厂及产品牌号

生产单位	牌号	特性粘数 / (dL/g)	应用范围	
中国石化燕山石化公司	BG-77	0.77	高黏度，适合挤拉吹或注拉吹瓶子	
	BG-81	0.81		
	BG-89	0.89		
	BG-93	0.93		
	BG-97	0.97		
生产单位	牌号	色度 (b 值)	水分 (%)	特点用途
中国石化仪征化纤公司	BG-85	2	0.4	瓶级聚酯切片，用于饮料瓶、带气瓶和食用油瓶
	BG-82	2	0.4	
	BG-78	2	0.4	
生产单位	牌号	特点用途		
华南树脂厂	低黏级	高结晶型白色固体，化学稳定性好，适合吹塑瓶用		
	中黏级			

2. 设备条件

采用通用型螺杆往复式注塑机，螺杆压缩比为 2.3:1；长径比为 (18 ~ 20) : 1；加料段长度可稍长些，而塑化段和均化段可略短些。型坯模具采用热流道式模具结构；选用多孔模腔时要对称分布，流道和浇道的截面尺寸，从中间向两侧应依次逐渐加大些，以保证各模腔注射充料时，熔料流量、压力和时间达到一致。

最好选用大连华大机械有限公司产 PET 瓶坯专用注塑机，技术参数及设备型号见表 2-7。

3. 工艺参数

1) PET 瓶注射吹塑成型多选用聚合度在 100 ~ 200 之间树脂, 相对分子质量在 20000 ~ 40000 之间; 原料中含水分应小于 $50\mu\text{g/g}$, 水分与 PET 发生水解反应、使 PET 的特性粘数下降, 导致制品力学性能和透明度下降, 所以原料必须在 165 ~ 175℃ 温度干燥设备中干燥处理 4 ~ 5h, 循环风的空气露点为 -40 ~ 50℃。

2) 注塑机塑化原料控制温度在 250 ~ 280℃ 范围, 最高不宜超过 285℃, 塑化熔体温度为 290℃。温度偏高要产生过多的乙醛。注射压力为 40 ~ 80MPa。型坯成型用模具温度为 100 ~ 105℃; 为使模具快速降温, 模具体内采用 12℃ 左右循环水 (水压为 0.4MPa) 降温。

3) 型坯的拉伸吹塑工艺参数。型坯拉伸吹塑成型制品, 如果采用热坯法时, 只要把脱模的型坯温度 (约 110℃) 降至 100℃ 左右, 即可拉伸吹塑; 如果采用冷坯法, 脱模的型坯降温至室温, 存放 24h 后, 再放入恒温箱中加热 (远红外或石英加热器、射频加热器均可, 瓶颈部隔热保护) 至 100℃, 取出型坯在空气中停留不少于 10s, 以减小型坯内壁温度低、外壁温度高的型坯壁厚温差。

型坯的拉伸和吹塑可同时进行, 也可先拉伸后立即进行吹胀。一般型坯的纵向拉伸倍数不超过 2.5 倍, 吹胀型坯的横向拉伸倍数不超过 5 倍。

型坯的注射成型和拉伸吹胀成型制品工作顺序如下。

① 型坯成型模具温度由热电偶分段控制。型坯中成型制品的颈部, 在注射成型型坯时同时成型 (即可成型带有螺纹的外径和达到尺寸要求的光滑内径), 这里应充分冷却定型, 而型坯的其他部位应冷却至接近拉伸吹胀时的取向温度。

② 型坯定型后, 型坯成型模具腔体下移, 型坯与模具脱离, 此时型坯由成型模具中的模颈圈夹持着转 90° 至加热工位, 对型坯体内外进行加热。

③ 型坯经加热控温后再水平旋转 90° 至拉伸吹胀工位, 加热装置脱离, 而带有通气孔的芯棒插入型坯内, 对型坯轴向拉伸, 再吹入压缩空气, 把型坯吹胀至紧贴吹塑模具的型腔壁上, 成型制品形状。

④ 吹胀成型的制品再水平旋转 90° 至脱模工位。这个过程使制品充分冷却定型, 同时抽出芯棒退回至拉伸吹胀工位, 重复对加热好的型坯拉伸吹胀工序。而冷却定型的制品随吹塑模具转至脱模工位后, 模颈圈从夹持制品颈部打开, 完成制品脱模工序。

6.22 聚对苯二甲酸乙二醇酯注射拉伸吹塑成型应注意哪些事项?

1. 原料选择

按 PET 容器的用途条件选择 PET 的特性粘数: 用于不含气饮料瓶成型, 选特性粘数在 0.72 ~ 0.78dL/g 范围内; 用于含气饮料瓶成型, 选特性粘数应大于 0.8dL/g。

2. 生产中注意保持原料的特性粘数稳定

在原料塑化中保持较高特性粘数值的稳定, 这能保证制品有较高的强度和透明度。为避免生产中原料特性粘数值下降, 应注意以下几点。

1) 原料投产前必须进行干燥处理, 使原料中含水量低于 0.005%, 干燥处理后的原料不能与外界接触, 立即投入生产。注意原料干燥处理温度不超过 180℃, 时间不超过 5h。

2) 塑化原料温度要尽量取低值, 一般不超过 285℃, 塑化原料不宜在机筒内长时间停留。

3) 型坯壁厚不应小于 3.6mm; 吹胀型坯用空气压力可高些。也可采用二次吹胀成型方式: 第一次用 1.5MPa 的空气压力, 吹胀型坯至 80% 变形; 第二次用 2.5MPa 的空气压力, 把型坯吹胀成型制品。这样可使制品有较好的力学强度和透明度。

4) 注意型坯拉伸吹塑时的温度控制, 制品取向的最佳温度是: 结晶型塑料为比其熔点温度略低些; 非结晶型塑料为比其玻璃化转变温度稍高些。

5) 为了保证容器卫生性能及外观质量, 吹塑成型用压缩空气要经油、水分离装置后再对型坯吹胀。

6) 吹胀成型的制品应采取快速降温冷却方法, 使制品快速降温定型, 以避免降低取向程度。

7) 注意原料中乙醛含量控制。乙醛是一种挥发性气体, 即使含量很少, 也会影响瓶中饮料的味道, 所以, 要求 PET 料中乙醛含量应小于 1.5 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。为更好地控制原料中乙醛含量, 生产中应尽量采用最低的塑化温度和较高的注射速度。

8) 制品质量异常现象参照表 6-14 及时调整。

表 6-14 PET 瓶注射拉伸吹塑成型常见质量问题及处理方法

瓶质量异常现象	产生原因	处理方法
瓶坯成型不完整	① 熔料温度偏低 ② 熔料注射量不足 ③ 注射压力低	① 提高机筒和熔料流通温度 ② 增加熔料注射量 ③ 提高注射压力
瓶坯发白	① 成型料温度控制偏低 ② 原料塑化时间过长	① 提高原料塑化温度 ② 减少原料塑化时间, 提高螺杆转速
瓶外形尺寸偏差大	① 瓶坯壁厚不均匀, 尺寸误差大 ② 吹胀瓶坯空气压力不足, 偏低 ③ 瓶坯吹胀温度偏低 ④ 制品成型模具温度偏高	① 调整芯棒位置 ② 提高型坯吹胀空气压力 ③ 提高瓶坯温度 ④ 加大冷却水流量
瓶体透明度差	① 原料含水量过高 ② 冷却结晶时间过长 ③ 型坯温度偏低	① 延长原料干燥处理时间 ② 缩短冷却结晶时间 ③ 提高成型温度

(续)

瓶质量异常现象	产生原因	处理方法
瓶体内有气泡	① 原料中含水量过高 ② 熔料注射压力偏低 ③ 成型料温度偏高	① 延长原料干燥处理时间 ② 增大熔料注射压力 ③ 提高原料温度

6.23 聚对苯二甲酸乙二醇酯瓶的质量有哪些规定?

标准 QB 2357—1998 规定 2000mL 以下无气饮料 PET 瓶质量要求如下。瓶的外观质量要求见表 6-15；瓶的高度偏差见表 6-16；瓶的物理力学性能应符合表 6-17 中内容要求；瓶的垂直度（即瓶体中心线对瓶底平面的垂直度偏差）偏差应符合表 6-18 中偏差要求。瓶成型原料中乙醛含量平均值应小于 $3\mu\text{g/L}$ 。卫生指标要求应符合 GB 13113—1991 标准规定。

表 6-15 瓶的外观质量要求

项 目	指 标
瓶口	瓶口端面应平整，螺纹应圆滑无崩缺，溢料毛边不超过 0.3mm
瓶体	成型饱满，色泽均匀，无气泡、生料、冷斑、污点及雾状发白现象
瓶底	注塑浇道不超过底平面

表 6-16 瓶的高度偏差

mm

高度 H	极限偏差	高度 H	极限偏差
$H < 150$	± 0.5	$H > 220$	± 1.5
$150 \leq H \leq 200$	± 1.0		

注：瓶的容量应大于公称容量 1.0% 以上。

表 6-17 瓶的物理力学性能

项 目	指 标	项 目	指 标
密封性	无渗漏	跌落性能	无破裂
垂直截面压力/N	≥ 100	耐寒性 (-20°C)	无变化

表 6-18 瓶的垂直度偏差

mm

高度 H	极限偏差	高度 H	极限偏差
$H < 150$	≤ 3.0	$H > 220$	≤ 6.4
$150 \leq H \leq 220$	≤ 4.5		

6.24 中空制品注射吹塑成型中的质量问题怎样查找排除?

中空制品注射吹塑成型生产中出现制品质量异常现象，产生的原因及处理方法

见表 6-19。

表 6-19 塑料中空制品注射吹塑成型常见质量问题及处理方法

制品质量异常现象	产生原因	处理方法
型坯结构尺寸不完整	① 熔料注射量不够 ② 注射压力偏低 ③ 原料塑化温度偏低 ④ 芯棒位置不正确, 与模腔不同心 ⑤ 芯棒或模具温度偏低, 或模具温度不均匀 ⑥ 注射喷嘴堵塞, 注射熔料流不畅通 ⑦ 原料塑化不均匀 ⑧ 保压时间偏少, 补充料不足	① 增加熔料注射量 ② 提高注射压力 ③ 提高机筒工艺温度 ④ 校正芯棒工作位置, 如变形应当适当改进芯棒结构, 增加其刚度 ⑤ 检查加热元件安装是否合理, 必要时适当提高模具和芯棒温度 ⑥ 清洗喷嘴, 排除残料 ⑦ 适当提高螺杆背压 ⑧ 增加注射后的保压时间
型坯有溢料边	① 熔料注射量过大 ② 注射压力偏高 ③ 合模后锁模力不足 ④ 熔料塑化温度偏高 ⑤ 合模位置不正确	① 减少熔料注射量 ② 适当降低注射压力 ③ 提高锁模油压 ④ 降低机筒和熔料流道温度 ⑤ 检查模板结合面是否变形, 清除上下模板结合面间污物
型坯厚度不均匀	① 芯棒工作位置安装不正确 ② 芯棒结构设计不合理 ③ 注射压力过高, 熔料冲击芯棒变形 ④ 熔料塑化温度偏低, 流动性差	① 检查芯棒是否变形, 调整检修芯棒安装位置与型腔同心 ② 重新设计, 增加芯棒刚性 ③ 适当降低注射压力 ④ 提高机筒和料道温度
型坯有条纹	① 原料中有杂物 ② 原料塑化不均匀 ③ 注射压力偏低, 注射速度慢 ④ 熔料流道设计不合理	① 检查原料质量, 必要时更换, 注意工作环境卫生 ② 提高机筒加热温度, 提高螺杆背压 ③ 调整提高注射压力和注射速度 ④ 对模具进行修整
型坯脱模困难	① 熔料注射压力偏高 ② 熔料塑化温度高 ③ 芯棒温度高 ④ 模具温度高 ⑤ 模具型腔不光滑	① 降低注射压力 ② 适当降低机筒加热温度和螺杆转速 ③ 提高为芯棒降温风量 ④ 检查冷却水孔是否堵塞, 加大循环水流量 ⑤ 修磨型腔工作面, 降低表面粗糙度

(续)

制品质量异常现象	产生原因	处理方法
型坯表面有斑纹或气泡	<ul style="list-style-type: none"> ① 原料含水分或挥发分 ② 塑化熔料温度过高 ③ 原料配混不均匀 ④ 原料颗粒大小不均匀 ⑤ 注射压力偏低 ⑥ 模具温度低 	<ul style="list-style-type: none"> ① 原料干燥处理,含水量不允许超过规定值,适当提高螺杆背压 ② 降低机筒加热温度或降低螺杆转速、背压 ③ 增加原料混合时间 ④ 更换原料 ⑤ 提高注射压力 ⑥ 适当调整提高模具温度
型坯表面有黑褐纹	<ul style="list-style-type: none"> ① 原料中有杂物 ② 注射压力高,注射速度过快 ③ 熔料温度过高,出现局部熔料分解现象 ④ 喷嘴或流道孔径偏小 	<ul style="list-style-type: none"> ① 检查原料,清除杂物 ② 降低注射压力或注射速度 ③ 降低机筒加热温度或降低螺杆转速、背压,必要时清理机筒内残料 ④ 适当加大熔料流道孔径
塑化熔料出现分解现象	<ul style="list-style-type: none"> ① 机筒加热温度太高 ② 控温仪表失灵 ③ 热电偶工作位置不当,反映温度不真实 ④ 螺杆转速过高 ⑤ 螺杆与机筒配合间隙过大,熔料注射时回流量大,熔料在机筒内停留时间太长 	<ul style="list-style-type: none"> ① 降低机筒加热温度 ② 检修控温系统,更换损坏仪表 ③ 检查调整热电偶工作位置 ④ 降低螺杆转速 ⑤ 塑化系统检修,必要时更换新螺杆
型坯成型后收缩率偏高	<ul style="list-style-type: none"> ① 保压时间短 ② 注射压力偏低 ③ 熔料温度偏高 ④ 模具温度不均匀 ⑤ 降温固化时间短 ⑥ 型坯结构及壁厚安排不合理 	<ul style="list-style-type: none"> ① 延长保压时间 ② 提高注射压力 ③ 适当降低熔料温度 ④ 调整冷却水流量,调节各部位温度,缩小各部位温差 ⑤ 延长降温时间 ⑥ 改进型坯结构不合理处
制品颈部变形	<ul style="list-style-type: none"> ① 吹胀型坯成型后冷却时间短 ② 吹胀空气压力不足 ③ 芯棒温度高 ④ 脱模困难 	<ul style="list-style-type: none"> ① 延长冷却定型时间 ② 提高吹胀空气压力 ③ 强制为芯棒降温,加大冷风吹量 ④ 适当改进模具结构

(续)

制品质量异常现象	产生原因	处理方法
制品壁厚不均匀, 吹胀有破裂现象	① 芯棒注射成型型坯时偏移, 使型坯壁厚不均匀 ② 吹胀型坯的温度过高 ③ 吹胀型坯空气压力过高 ④ 原料中杂质影响 ⑤ 吹胀进气口位置不当	① 增加芯棒刚性或降低注射压力 ② 型坯吹胀时温度适当降低 ③ 降低吹胀空气压力 ④ 注意原料清洁, 必要时换料 ⑤ 调整改变进气口位置
制品表面有云纹	① 型坯成型熔料塑化不均匀 ② 注射熔料温度偏低 ③ 原料中水分含量高 ④ 注射速率过高 ⑤ 吹塑成型模具温度低	① 提高螺杆背压 ② 提高机筒加热温度 ③ 延长原料干燥时间 ④ 降低注射速率 ⑤ 适当提高模具温度
制品变形	① 吹胀成型制品时间短 ② 模具温度偏高 ③ 模具各部位温差大 ④ 吹胀时型腔排气差 ⑤ 吹胀空气压力偏低 ⑥ 注射成型时的注射压力高	① 延长吹胀成型时间 ② 适当降低成型模具温度 ③ 调整检查控温冷却管路, 使模具各部位温度满足工艺条件 ④ 修改模具排气孔, 排气通畅 ⑤ 适当提高吹胀空气压力 ⑥ 降低注射压力
制品有熔料接线痕	① 熔料注入模通道不通畅 ② 吹胀成型模具温度偏低 ③ 原料塑化不均匀 ④ 吹胀空气压力偏低 ⑤ 型坯注射成型压力及速率不当	① 调整熔料流道温度 ② 提高模具温度, 降低冷却水流量 ③ 提高螺杆背压 ④ 适当提高吹胀空气压力 ⑤ 适当调整找出最佳条件
制品透明度差	① 吹塑模具温度偏高 ② 吹胀空气不洁净, 含水、油或杂质 ③ 制品壁厚大 ④ 原料性能影响 ⑤ 熔料流道阻力大 ⑥ 注射喷嘴温度偏低	① 降低模具温度, 提高冷却水流量 ② 空气先经过滤油、水、气等装置过滤后再进入吹胀型坯内吹胀制品 ③ 型坯壁厚应小于4mm ④ 选择树脂粘度应高些 ⑤ 提高熔料流道温度或加大截面积 ⑥ 提高喷嘴温度

附 录

附录 A 常用塑料注射成型制品工艺参数 (仅供参考)

树脂名称		LDPE	HDPE	乙丙共聚 PP	PP	玻纤增强 PP	PS	HIPS
干燥 处理	温度/℃	70~80	70~80	—	80~100	—	70~80	70~80
	时间/h	0.5~2	0.5~2	—	3~4	—	2~3	2~4
注塑机类型		柱塞式	螺杆式	柱塞式	螺杆式	螺杆式	柱塞式	螺杆式
螺杆转速/(r/min)		—	40~60	—	40~60	40~60	—	30~60
塑化机 筒温度 /℃	前	170~200	190~200	180~200	180~200	210~220	170~190	180~220
	中	—	180~190	190~220	200~220	210~220	—	160~180
	后	140~160	140~160	150~170	160~170	160~170	140~160	140~160
喷嘴结构		直通式	直通式	直通式	直通式	直通式	直通式	直通式
喷嘴温度/℃		150~170	170~190	170~190	170~190	180~190	160~170	170~180
模具温度/℃		30~50	30~60	50~70	40~80	70~90	40~70	50~80
注射	压力/MPa	60~100	70~100	70~100	40~70	90~130	60~100	70~130
	时间/s	1~5	1~5	1~5	1~5	2~5	1~3	1~3
保压	压力/MPa	40~50	40~50	40~50	50~60	40~50	30~40	30~40
	时间/s	15~60	15~60	15~60	20~50	60~90	15~40	15~40
降温固化时间/s		15~60	15~50	15~60	20~50	15~40	15~30	10~40
成型制品周期/s		40~140	40~120	40~140	40~120	80~140	40~80	40~90
分解温度/℃		>300	350	—	315	>300	>300	—
熔点/℃		120	130	—	1	—	100	100
制品收缩率(%)		1.5~5	2~5	—	1~2.5	0.3~0.5	0.4	0.4
树脂名称		硬 PVC	ABS	高抗冲 ABS	耐热 ABS	电镀级 ABS	阻燃 ABS	透明 ABS
干燥 处理	温度/℃	90~100	75~85	—	85~100	80~85	70~80	—
	时间/h	1~1.5	3~5	—	2~4	2~4	3~4	—
注塑机类型		螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式
螺杆转速/(r/min)		20~30	30~60	40~60	40~60	30~60	20~50	40~60

(续)

树脂名称		硬 PVC	ABS	高抗冲 ABS	耐热 ABS	电镀级 ABS	阻燃 ABS	透明 ABS
塑化机 筒温度 /°C	前	170 ~ 190	200 ~ 210	200 ~ 210	200 ~ 220	210 ~ 230	190 ~ 200	200 ~ 220
	中	165 ~ 180	200 ~ 220	210 ~ 230	220 ~ 240	230 ~ 250	200 ~ 220	220 ~ 240
	后	160 ~ 170	180 ~ 200	180 ~ 200	190 ~ 200	200 ~ 210	170 ~ 190	190 ~ 200
喷嘴结构		直通式	直通式	直通式	直通式	直通式	直通式	直通式
喷嘴温度/°C		150 ~ 170	170 ~ 180	190 ~ 200	190 ~ 200	190 ~ 210	180 ~ 190	190 ~ 200
模具温度/°C		30 ~ 60	40 ~ 80	50 ~ 80	60 ~ 85	40 ~ 80	40 ~ 60	50 ~ 70
注射	压力/MPa	80 ~ 130	50 ~ 100	70 ~ 120	85 ~ 120	70 ~ 120	50 ~ 110	70 ~ 100
	时间/s	2 ~ 5	3 ~ 5	3 ~ 5	3 ~ 5	1 ~ 4	3 ~ 5	1 ~ 4
保压	压力/MPa	40 ~ 60	50 ~ 70	50 ~ 70	50 ~ 80	50 ~ 70	30 ~ 60	50 ~ 60
	时间/s	15 ~ 40	15 ~ 30	15 ~ 30	15 ~ 30	20 ~ 50	15 ~ 30	15 ~ 40
降温固化时间/s		15 ~ 40	15 ~ 30	15 ~ 30	15 ~ 30	15 ~ 30	10 ~ 30	10 ~ 30
成型制品周期/s		40 ~ 90	40 ~ 70	40 ~ 70	40 ~ 70	40 ~ 90	30 ~ 70	30 ~ 80
分解温度/°C		200 ~ 210	> 270	—	—	—	—	—
熔点/°C		75 ~ 105	160	—	—	—	—	—
制品收缩率(%)		0.1 ~ 0.5	0.6	0.1 ~ 0.3	—	—	—	—
树脂名称		PMMA	共聚 POM	PBT	PA6	玻纤增强 PA6	PA66	玻纤增强 PA66
干燥 处理	温度/°C	80 ~ 90	80 ~ 90	110 ~ 120	90 ~ 110	—	80 ~ 100	—
	时间/h	2 ~ 4	4	3 ~ 4	12 ~ 16	—	—	—
注塑机类型		柱塞式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式
螺杆转速/(r/min)		—	20 ~ 40	20 ~ 40	20 ~ 50	20 ~ 40	20 ~ 50	20 ~ 40
塑化机 筒温度 /°C	前	210 ~ 240	180 ~ 200	230 ~ 240	230 ~ 240	220 ~ 240	255 ~ 265	250 ~ 260
	中		170 ~ 190	230 ~ 250	230 ~ 240	230 ~ 250	260 ~ 280	270 ~ 280
	后	160 ~ 180	170 ~ 190	200 ~ 220	200 ~ 210	200 ~ 210	240 ~ 250	230 ~ 240
喷嘴结构		直通式	直通式	直通式	直通式	直通式	直通式	直通式
喷嘴温度/°C		180 ~ 200	170 ~ 180	200 ~ 220	200 ~ 210	200 ~ 210	250 ~ 260	250 ~ 260
模具温度/°C		40 ~ 80	90 ~ 100	65 ~ 80	60 ~ 100	80 ~ 120	60 ~ 120	110 ~ 120
注射	压力/MPa	80 ~ 130	80 ~ 120	60 ~ 90	80 ~ 110	90 ~ 130	80 ~ 130	80 ~ 130
	时间/s	1 ~ 5	2 ~ 5	1 ~ 3	1 ~ 4	2 ~ 5	1 ~ 5	3 ~ 5
保压	压力/MPa	40 ~ 60	30 ~ 50	30 ~ 40	30 ~ 50	30 ~ 50	40 ~ 50	40 ~ 50
	时间/s	20 ~ 60	20 ~ 90	10 ~ 30	15 ~ 50	15 ~ 40	20 ~ 50	20 ~ 60

(续)

树脂名称		PMMA	共聚 POM	PBT	PA6	玻纤增强 PA6	PA66	玻纤增强 PA66
降温固化时间/s		20 ~ 90	20 ~ 60	15 ~ 30	20 ~ 40	20 ~ 40	20 ~ 40	20 ~ 60
成型制品周期/s		50 ~ 150	50 ~ 160	30 ~ 70	40 ~ 100	40 ~ 90	50 ~ 100	50 ~ 130
分解温度/℃		>270	230 ~ 240	420 ~ 450	>300	—	350	—
熔点/℃		100	160	250	216	216	265	—
制品收缩率(%)		0.5	2	1.5 ~ 2	0.8 ~ 1.5	0.8 ~ 1.8	0.4 ~ 0.8	0.1 ~ 0.3
树脂名称		PA610	PA1010	透明 PA	PC	PPO	玻纤增强 PSU	
干燥处理	温度/℃	80 ~ 100	80 ~ 100	—	110 ~ 120	130	—	
	时间/h	—	—	—	>10	—	—	
注塑机类型		螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	螺杆式	
螺杆转速/(r/min)		20 ~ 40	20 ~ 40	20 ~ 40	20 ~ 40	20 ~ 30	20 ~ 30	
塑化机筒温度/℃	前	230 ~ 250	210 ~ 230	250 ~ 270	240 ~ 285	260 ~ 280	300 ~ 320	
	中	220 ~ 230	200 ~ 225	240 ~ 250	230 ~ 280	260 ~ 290	310 ~ 330	
	后	200 ~ 210	190 ~ 210	220 ~ 240	220 ~ 240	230 ~ 240	290 ~ 300	
喷嘴结构		自锁式	自锁式	直通式	直通式	直通式	直通式	
喷嘴温度/℃		200 ~ 210	190 ~ 210	220 ~ 240	230 ~ 250	250 ~ 280	280 ~ 300	
模具温度/℃		60 ~ 90	20 ~ 40	40 ~ 60	90 ~ 110	110 ~ 150	130 ~ 150	
注射	压力/MPa	70 ~ 140	90 ~ 130	80 ~ 130	70 ~ 150	100 ~ 140	100 ~ 140	
	时间/s	1 ~ 5	1 ~ 5	1 ~ 5	1 ~ 5	1 ~ 5	2 ~ 5	
保压	压力/MPa	20 ~ 40	30 ~ 40	40 ~ 50	40 ~ 50	50 ~ 70	40 ~ 50	
	时间/s	20 ~ 50	20 ~ 50	20 ~ 60	20 ~ 80	30 ~ 70	20 ~ 50	
降温固化时间/s		20 ~ 40	20 ~ 40	20 ~ 40	20 ~ 50	20 ~ 60	20 ~ 50	
成型制品周期/s		50 ~ 110	50 ~ 100	50 ~ 110	50 ~ 130	60 ~ 140	50 ~ 110	
分解温度/℃		—	>350	—	>310	330	360	
熔点/℃		213	200	—	230	268	—	
制品收缩率(%)		1 ~ 1.5	1 ~ 1.5	—	0.8	0.6	—	

附录 B 树脂名称及其缩写代号

树脂名称	缩写代号	树脂名称	缩写代号
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	ABS	丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯共聚物	A/S/A
丙烯腈-苯乙烯共聚物	A/S	乙醋酸纤维素	CA
丙烯腈-甲基丙烯酸甲酯共聚物	A/MMA	乙酸-丁酸纤维素	CAB

(续)

树脂名称	缩写代号	树脂名称	缩写代号
乙酸-丙酸纤维素	CAP	聚乙烯醇缩甲醛	PVFM
甲酚-甲醛树脂	CF	聚乙烯基吡啶	PVK
羧甲基纤维素	CMC	聚乙烯基吡咯烷酮	PVP
硝酸纤维素	CN	增强塑料	RP
丙酸纤维素	CP	间苯二酚-甲醛树脂	RF
酪素塑料	CS	苯乙烯-丙烯腈共聚物	S/AN
三乙酸纤维素	CTA	聚酰胺	PA
乙基纤维素	EC	聚丙烯酸	PAA
环氧树脂	EP	聚丙烯腈	PAN
乙烯-丙烯共聚物	E/P	聚丁烯-1	PB
乙烯-丙烯-二烯三元共聚物	E/P/D	聚对苯二甲酸丁二(醇)酯	PBTP
乙烯-四氟乙烯共聚物	E/TFE	聚碳酸酯	PC
乙烯-乙酸乙酯共聚物	E/VAC	聚三氟氯乙烯	PCTFE
乙烯-乙烯醇共聚物	E/VAL	聚邻苯二甲酸二烯丙酯	PDAP
全氟(乙烯-丙烯)共聚物; 四氟乙 烯-六氟丙烯共聚物	FEP	聚间苯二甲酸二烯丙酯	PDAIP
通用聚苯乙烯	GPS	聚乙烯	PE
玻璃纤维增强塑料	GRP	氯化聚乙烯	PEC
高密度聚乙烯	HDPE	聚氧化乙烯, 聚环氧乙烷	PEOX
高冲击强度聚苯乙烯	HIPS	聚对苯二甲酸乙二(醇)酯	PETP
低密度聚乙烯	LDPE	酚醛树脂	PF
甲基纤维素	MC	聚酰亚胺	PI
中密度聚乙烯	MDPE	聚2-氯代丙烯酸甲酯	PMCA
三聚氰胺-甲醛树脂	MF	聚甲基丙烯酸酯	PMI
三聚氰胺-酚甲醛树脂	MPF	聚甲基丙烯酸甲酯	PMMA
聚乙烯醇缩丁醛	PVB	聚甲醛	POM
聚氯乙烯	PVC	聚丙烯	PP
氯乙烯-乙酸乙酯共聚物	PVCA	氯化聚丙烯	PPC
氯化聚氯乙烯	CPVC	聚苯醚(聚2,6-二甲基苯醚)	PPO
聚偏二氯乙烯	PVDC	聚氧化丙烯; 聚环氧丙烷	PPOX
聚偏二氟乙烯	PVDF	聚苯硫醚	PPS
聚氟乙烯	PVF	聚苯砜	PPSU
		聚苯乙烯	PS

(续)

树脂名称	缩写代号	树脂名称	缩写代号
聚砜	PSU	不饱和聚酯	UP
聚四氟乙烯	PTFE	氯乙烯-乙烯共聚物	VC/E
聚氨酯	PUR	氯乙烯-乙烯-丙烯酸甲酯共聚物	VC/E/MA
聚乙酸乙烯酯	PVAC	氯乙烯-乙烯-乙酸乙烯酯共聚物	VC/E/VAC
聚乙烯醇	PVAL	氯乙烯-丙烯酸甲酯共聚物	VC/MA
聚硅氧烷	SI	氯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物	VC/MMA
苯乙烯- α -甲基苯乙烯共聚物	S/MS	氯乙烯-丙烯酸辛酯共聚物	VC/OA
脲甲醛树脂	UF	氯乙烯-乙酸乙烯酯共聚物	VC/VAC
超高分子量聚乙烯	UHMWPE	氯乙烯-偏二氯乙烯共聚物	VC/VDC

附录 C 常用塑料助剂和缩写代号

助剂名称	缩写代号	助剂名称	缩写代号
邻苯二甲酸二丁酯	DBP	石油酯	T-50
邻苯二甲酸二异丁酯	DIBP	氯化石蜡	P-Cl
邻苯二甲酸二辛酯	DOP	环氧树脂	EP
邻苯二甲酸二(正)辛酯	DNOP	C-102 有机锡	DBTL
邻苯二甲酸二异辛酯	DIOP	硬脂酸钡	BaSt
邻苯二甲酸二仲辛酯	DCP	硬脂酸镉	CdSt
邻苯二甲酸 C ₇₋₉ 酯	D7-9 或 DAP	硬脂酸钙	CaSt
邻苯二甲酸二壬酯	DNP	硬脂酸锌	ZnSt
邻苯二甲酸二己酯	DHP	硬脂酸	HSt
磷酸三甲酚酯	TCP	硫代二丙酸二月桂酯	DLTP
磷酸三甲苯酯	TTP	双水杨酸双酚 A 酯	BAD
磷酸三(二甲苯)酯	TXP	硬脂酸铅	PbSt
癸二酸二辛酯	DOS	六甲基磷酰三胺	HPT
癸二酸二丁酯	DBS	亚磷酸三异癸酯	TIDP
己二酸二辛酯	DOA	氯化聚乙烯	CPE
己二酸二异辛酯	DIOA	磷酸三苯酯	TPP
环氧大豆油	ESO	三碱式性硫酸铅	3PbO
环氧硬脂酸辛酯	ED ₃	二碱式性亚磷酸铅	2PbO
烷基磺酸甲酚酯	M-50	月桂酸二丁基锡	DBTL
磷酸三辛酯	TOP	癸二酸二异辛酯	DIOS
偏苯三酸酯	TOTM	邻苯二甲酸二异癸酯	DIDP
磷酸酯	TEB		

参 考 文 献

- [1] 耿孝正. 塑料机械的使用与维护 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.
- [2] 刘廷华. 塑料成型机械使用维修手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [3] 马金骏. 塑料模具设计 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1984.
- [4] 北京化工学院, 天津轻工学院. 塑料成型机械 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1983.
- [5] 北京化工学院, 华南工学院. 塑料机械液压传动 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1984.
- [6] 钱知勉. 塑料性能应用手册 [M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1984.
- [7] 北京市塑料工业公司. 塑料成型工艺 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1989.
- [8] 成大先, 等. 机械设计手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [9] 周殿明. 挤出机及挤出生产故障与排除 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002.
- [10] 吴培熙, 王祖玉, 张玉霞, 等. 塑料制品生产工艺手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [11] 全国塑料制品标准化技术委员会秘书处. 实用塑料制品标准手册 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [12] 黄锐. 塑料工程手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [13] 杨卫民, 高世权. 注塑机使用与维修手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [14] 傅旭. 树脂与塑料 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [15] 张知先. 合成树脂与塑料牌号手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [16] 周殿明. 注射成型中的故障与排除 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.

● ISBN 978-7-111-30022-9

封面设计 / 电脑制作：
姚毅

本书特色

- ★ 本书以问答的方式介绍注塑机注射成型塑料制品的原料、设备、工艺及设备的使用与维护技术。
- ★ 全书文字通俗易懂，内容重点突出，技术参数简明精确。
- ★ 本书涵盖注射成型塑料制品生产中的多方面内容。

上架指导：工业技术 / 塑料 / 成型技术

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
电话服务 网络服务
社服务中心：(010)88361066 门户网：<http://www.cmpbook.com>
销售一部：(010)68326294 教材网：<http://www.cmpedu.com>
销售二部：(010)88379649
读者服务部：(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

定价：29.00元

ISBN 978-7-111-30022-9



9 787111 300229 >