

一线师傅手把手教你修丛书

一线师傅

手把手教你

修电动自行车



文晓波 ◎ 主编

YIXIAN SHIFU

SHOUBASHOU JIAONIXIU CONGSHU



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

一线师傅手把手教你修丛书

# 一线师傅手把手教你修电动自行车

文晓波 主编



机械工业出版社

电动自行车因其方便快捷、经济实用、容易骑行，在我国城乡大量普及。本书本着以实用为目的，采用大量故障实例，将复杂的理论通俗化，将复杂的检修明了化，系统详细地介绍了电动自行车维修过程中存在的问题及其解决方法。

本书可作为电动自行车维修人员和电动自行车专业维修者的参考用书，亦可作为家用维修技能参考书。

## 图书在版编目（CIP）数据

一线师傅手把手教你修电动自行车 / 文晓波主编. —北京：机械工业出版社，2014.1  
（一线师傅手把手教你修丛书）  
ISBN 978-7-111-45108-2

I . ①—… II . ①文… III . ①电动自行车—维修 IV . ① U484.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 298372 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：朱 林 责任编辑：朱 林 赵玲丽

版式设计：常天培 责任校对：张 薇

封面设计：赵颖喆 责任印制：李 洋

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2014 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14 印张 · 246 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-45108-2

定价：38.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

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

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

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

读者购书热线：（010）88379203 封面防伪标均为盗版

# 前言

据电动自行车销售行业不完全统计数据显示,仅2012年1~4月,江苏、山东、天津、浙江等城市电动自行车销量的同期增长都在10%以上,销售电动自行车数量接近3000万辆。而其他城市的电动自行车销量也屡见增长,电动自行车成为继自行车后,普及率增长最快的家用电器之一。

高速的增长,带来的副作用也在急剧增加,其中维修、售后等问题是消费者投诉最高的问题之一。

基于此种情况,我们委托长期在一线维修的师傅编写本书,本书采用大量实际维修时的操作实例照片,并将许多故障难点、操作要点、数据参考资料等内容与正文同时展现出来,让读者在学习维修的过程中,能够一目了然,快速上手。

本书分为上、下两篇,上篇是电动自行车的基础知识,详细讲述了电动自行车的基础知识,元器件的检测,以及电动自行车维修工具的使用方法。下篇中,采用了大量的维修实例,按电动自行车的五大件为分类依据,以故障现象为实例标题,帮助读者快速寻找并阅读到自己想要读的内容。

本书由文晓波主编,由徐东身、桑燕、郑立德、胡兴平、胡虎、李伟平、催国伟、陈顶立、陈军、陈小东和征存兰参与编写。

由于时间与水平有限,书中难免有不足及纰漏之处,还望广大读者见谅!

编者



# 目 录

## 前言

### 上篇 基础知识

## 第1章 电动自行车的基本概述 ..... 3

### 1.1 电动自行车的结构与组成 ..... 4

#### 1.1.1 电动自行车的组成与工作原理 ... 4

#### 1.1.2 电动自行车的分类 ..... 7

### 1.2 电动自行车的主要技术性能 ..... 8

#### 1.2.1 电动自行车的主要性能指标 ..... 8

#### 1.2.2 电动自行车的技术标准 ..... 9

### 1.3 电动自行车的选购及使用保养 ... 10

#### 1.3.1 电动自行车选购的“六看”要诀... 10

#### 1.3.2 电动自行车的使用及保养 ..... 11

## 第2章 常用元器件 ..... 13

### 2.1 电阻器 ..... 14

#### 2.1.1 电阻器的单位表示及命名 ..... 14

#### 2.1.2 电阻器的分类 ..... 14

#### 2.1.3 电阻器的检测 ..... 16

### 2.2 电容器 ..... 17

#### 2.2.1 电容器的单位表示及命名 ..... 17

#### 2.2.2 电容器的分类 ..... 18

#### 2.2.3 电容器的检测 ..... 19

### 2.3 电感器 ..... 20

#### 2.3.1 电感器的单位表示 ..... 20

#### 2.3.2 电感器的分类 ..... 20

#### 2.3.3 电感器的检测 ..... 20

## 2.4 二极管 ..... 21

### 2.4.1 二极管的表示 ..... 21

### 2.4.2 二极管的分类 ..... 21

### 2.4.3 二极管的特性 ..... 22

### 2.4.4 二极管的检测 ..... 23

## 2.5 晶体管 ..... 24

### 2.5.1 晶体管的表示 ..... 25

### 2.5.2 晶体管的分类 ..... 25

### 2.5.3 晶体管的检测 ..... 26

## 2.6 变压器 ..... 27

### 2.6.1 变压器的电路符号 ..... 27

### 2.6.2 变压器的分类 ..... 28

### 2.6.3 变压器的检测 ..... 28

## 2.7 场效应晶体管 ..... 29

### 2.7.1 场效应晶体管的分类 ..... 29

### 2.7.2 场效应晶体管的识别 ..... 30

### 2.7.3 场效应晶体管的检测 ..... 31

## 2.8 晶闸管 ..... 33

### 2.8.1 晶闸管的分类及识别 ..... 33

### 2.8.2 晶闸管的检测 ..... 34

## 2.9 霍尔组件 ..... 35

### 2.9.1 霍尔组件的构成 ..... 35

### 2.9.2 霍尔组件的分类 ..... 36

### 2.9.3 霍尔组件的检测 ..... 36

## 2.10 互感滤波器 ..... 37

### 2.10.1 互感滤波器的构成 ..... 37

|                                       |    |                                                   |     |
|---------------------------------------|----|---------------------------------------------------|-----|
| 2.10.2 互感滤波器的检测 .....                 | 37 | “吱吱”声 .....                                       | 84  |
| 2.11 熔断器 .....                        | 38 | 4.1.7 充电液消耗过快 .....                               | 87  |
| 2.11.1 熔断器的分类 .....                   | 38 | 4.2 充电指示灯不亮或不变 .....                              | 88  |
| 2.11.2 熔断器的检测 .....                   | 38 | 4.2.1 充足电后绿色指示灯不亮 .....                           | 88  |
| 2.12 集成电路 .....                       | 39 | 4.2.2 充电器电容损坏, 上电后指示灯<br>不亮, 也不能充电 .....          | 90  |
| 2.12.1 集成电路的分类 .....                  | 39 | 4.2.3 充电器内部熔断器损坏, 红、<br>绿灯均不亮 .....               | 93  |
| 2.12.2 集成电路的识别 .....                  | 39 | 4.2.4 充电时指示灯不亮, 而涓流<br>指示灯亮 .....                 | 94  |
| 2.12.3 集成电路的检测 .....                  | 40 | 4.2.5 充电器不能自动断电 .....                             | 96  |
| 2.13 光耦合器 .....                       | 43 | <b>第5章 电池充不满(或续行里程严<br/>重缩短)故障</b> .....          | 99  |
| 2.14 单片机 .....                        | 44 | 5.1 电池单体容量严重下降 .....                              | 100 |
| 2.15 晶振 .....                         | 44 | 5.2 电解液干涸 .....                                   | 103 |
| 2.15.1 晶振的功能 .....                    | 45 | 5.3 控制器故障 .....                                   | 105 |
| 2.15.2 晶振的检测 .....                    | 45 | 5.4 电动自行车充电时充电器<br>不变灯, 行驶里程严重缩短 .....            | 107 |
| 2.16 LED数码管 .....                     | 45 | 5.5 续行里程严重缩减, 蓄电池内部<br>有自放电 .....                 | 109 |
| <b>第3章 维修的基本技能</b> .....              | 47 | 5.6 蓄电池硫酸盐化 .....                                 | 111 |
| 3.1 维修工具的使用技能 .....                   | 48 | 5.7 电动机转速忽高忽低, 续行里程<br>严重缩短 .....                 | 112 |
| 3.1.1 万用表的使用 .....                    | 48 | 5.8 电池失水, 续行里程严重缩短 .....                          | 113 |
| 3.1.2 电烙铁的使用 .....                    | 50 | 5.9 蓄电池充不满, 充电器红、<br>绿两灯亮 .....                   | 114 |
| 3.1.3 胶枪、胶棒及塑料焊枪的使用 .....             | 55 | 5.10 电动自行车充电后续行里程<br>慢慢缩短 .....                   | 115 |
| 3.2 维修的拆装技能 .....                     | 57 | 5.11 电动自行车放置一段时间后,<br>无法正常使用 .....                | 116 |
| 3.2.1 蓄电池的拆装 .....                    | 57 | 5.11.1 蓄电池充电不上电 .....                             | 116 |
| 3.2.2 电动机的拆装 .....                    | 57 | 5.11.2 电动自行车蓄电池充电10h<br>后仍充不满 .....               | 116 |
| 3.2.3 集成电路的拆装 .....                   | 58 | 5.12 蓄电池充不进电, 充电器绿色<br>电源指示灯亮而红色充电指示<br>灯不亮 ..... | 119 |
| 3.2.4 霍尔元件的拆装 .....                   | 60 | 5.13 新蓄电池装车后起动机仪表<br>电压降得很快 .....                 | 120 |
| 3.2.5 仪表板的拆装 .....                    | 61 | 5.14 续行里程严重不足, 致使多次<br>抛锚于同处 .....                | 121 |
| 3.2.6 前叉的拆装 .....                     | 61 | 5.15 蓄电池充电不到30min, 充电<br>器就开始变灯, 蓄电池很             |     |
| 3.2.7 中轴的拆装 .....                     | 62 |                                                   |     |
| 3.2.8 飞轮的拆装 .....                     | 63 |                                                   |     |
| <b>下篇 维修实践</b>                        |    |                                                   |     |
| <b>第4章 充不进电(或不充电)</b>                 |    |                                                   |     |
| <b>充电器故障</b> .....                    | 67 |                                                   |     |
| 4.1 不充电故障 .....                       | 68 |                                                   |     |
| 4.1.1 充电器通电后, 蓄电池黄灯亮而<br>不能正常充电 ..... | 68 |                                                   |     |
| 4.1.2 充电器上电无反应 .....                  | 72 |                                                   |     |
| 4.1.3 充电器一充电就烧坏 .....                 | 76 |                                                   |     |
| 4.1.4 充电时有响声, 红灯灯光<br>暗淡且闪烁 .....     | 79 |                                                   |     |
| 4.1.5 无电压输出 .....                     | 80 |                                                   |     |
| 4.1.6 充电器能充电但充不满, 伴有                  |    |                                                   |     |

|                            |     |                              |     |
|----------------------------|-----|------------------------------|-----|
| 不耐用 .....                  | 123 | 自行车上电便旋转 .....               | 168 |
| <b>第6章 电池充电时或使用严重</b>      |     | 8.1.2 调速转把与控制器之间的            |     |
| <b>发热故障</b> .....          | 125 | 连线异常 .....                   | 169 |
| 6.1 充电严重发烫, 行驶里程缩短         |     | 8.1.3 控制器内部元件损坏 .....        | 170 |
| 严重 .....                   | 126 | 8.1.4 电动自行车行驶时高速发飘 ..        | 171 |
| 6.2 充电时蓄电池壁温上升快,           |     | 8.1.5 电动自行车有刷电动机飞车,          |     |
| 骑行时端电压下降迅速 .....           | 127 | 手握闸把车轮停止转动 .....             | 172 |
| 6.3 充电时, 蓄电池严重发热 .....     | 127 | 8.1.6 电动自行车在行驶中突然飞车 ..       | 173 |
| 6.4 充满电后续行里程明显缩短 ..        | 128 | <b>8.2 电动自行车行驶中有“顿、闯、停”</b>  |     |
| 6.4.1 充电疾, 放电快 .....       | 128 | <b>现象</b> .....              | 174 |
| 6.4.2 充电时蓄电池严重发热, 并硫化      |     | 8.2.1 电动自行车行驶中, 电动机会         |     |
| (使用放电仪放电) .....            | 129 | 频繁起动 .....                   | 174 |
| 6.4.3 充电器充电时蓄电池严重发热 ..     | 131 | 8.2.2 调节转速把时, 电动机            |     |
| <b>第7章 电动机故障</b> .....     | 137 | 时快时慢 .....                   | 175 |
| 7.1 电动机不转 .....            | 138 | 8.2.3 有刷电动机行驶无力 .....        | 176 |
| 7.1.1 有刷电动自行车骑行中电动机        |     | 8.2.4 电动机故障导致电动自行车           |     |
| 发出“哗啦啦”的响声 .....           | 138 | 发冲或行驶无力 .....                | 177 |
| 7.1.2 电动机转动有异常响声 .....     | 138 | 8.2.5 均速行驶, 但电动自行车           |     |
| 7.1.3 无刷电动机不转, 霍尔          |     | 突然加速 .....                   | 180 |
| 元件损坏 .....                 | 142 | 8.2.6 有刷电动机时转时停且功率           |     |
| 7.1.4 电动机不转, 制动闸把损坏 ..     | 148 | 严重下降 .....                   | 182 |
| 7.1.5 转把损坏, 电动机不转 .....    | 151 | 8.2.7 电动自行车上坡时突然断电 ..        | 184 |
| 7.1.6 电刷磨损严重导致电动机          |     | 8.2.8 电动自行车车速较低 .....        | 185 |
| 不转 .....                   | 152 | <b>8.3 电动自行车行驶中时快时慢</b> ..   | 185 |
| 7.1.7 电动自行车涉水后电动机转速        |     | 8.3.1 制动闸旁线路路断, 电动自行车        |     |
| 缓慢 .....                   | 156 | 行驶时快时慢 .....                 | 185 |
| 7.1.8 电动机不转, 电源指示灯也        |     | 8.3.2 因电动机长期处在大电流工作          |     |
| 不亮 .....                   | 157 | 条件下引起内部元件损坏 .....            | 188 |
| 7.1.9 电动机反转 .....          | 159 | 8.3.3 换向器烧毁, 电动自行车           |     |
| 7.1.10 电动机有“嗡嗡”声,          |     | 时快时慢 .....                   | 189 |
| 但不能转动 .....                | 160 | 8.3.4 电动机内部绕组潮湿, 电动机         |     |
| 7.2 电动机其他故障 .....          | 162 | 转速缓慢 .....                   | 190 |
| 7.2.1 有刷电动机转动缓慢并伴有         |     | 8.3.5 电动自行车有刷电动机空载电流         |     |
| 发热现象 .....                 | 162 | 过大, 不能达到最高转速 .....           | 191 |
| 7.2.2 有刷电动机空载电流过大,         |     | <b>第9章 电动自行车其他常见故障</b> ..... | 193 |
| 不能达到最高转速 .....             | 164 | 9.1 刹车不断电 .....              | 194 |
| 7.2.3 无刷无齿电动机转动时有异响,       |     | 9.1.1 调速转把损坏而使控制失灵 ..        | 194 |
| 且随电动机转速的增加而加剧 ..           | 164 | 9.1.2 调速转把功能正常, 但握下          |     |
| <b>第8章 电动自行车行驶故障</b> ..... | 167 | 闸把不断电 .....                  | 194 |
| 8.1 电动自行车飞车故障 .....        | 168 | 9.1.3 插接器故障, 电动机飞车 .....     | 194 |
| 8.1.1 调速转把插接器松脱, 电动        |     | <b>9.2 电动自行车行驶中车轮不平衡</b> ..  | 195 |
|                            |     | 9.2.1 无刷电动自行车行驶中抖动,          |     |

|                                   |     |                                 |     |
|-----------------------------------|-----|---------------------------------|-----|
| 甚至无法骑行 .....                      | 195 | 9.3.6 电压充足，照明灯均暗淡<br>不够明亮 ..... | 202 |
| 9.2.2 后轮甩动，失去平衡，减振器<br>弹力不均 ..... | 195 | 附录A 电动自行车常见故障速查表 ...            | 203 |
| 9.2.3 后轮甩动，轮圈失圆 .....             | 195 | 附录B 电动自行车常见导线名称及颜色 ...          | 207 |
| 9.2.4 后轮左右摆动，车胎气压不足               | 196 | 附录C 电解液的密度和配方参阅 .....           | 209 |
| 9.2.5 后轮甩动严重 .....                | 196 | 附录D 电动自行车附属元器件常见<br>故障查阅.....   | 211 |
| 9.3 电动自行车车灯、喇叭、仪表及<br>其他故障 .....  | 196 | 附录E 仪表面板外部接线图 .....             | 213 |
| 9.3.1 电动自行车夜灯不亮 .....             | 196 |                                 |     |
| 9.3.2 电动自行车电喇叭不响 .....            | 197 |                                 |     |
| 9.3.3 转向灯不亮 .....                 | 199 |                                 |     |
| 9.3.4 电喇叭声音嘶哑 .....               | 199 |                                 |     |
| 9.3.5 仪表指示不正常 .....               | 201 |                                 |     |



上篇

基础知识



## 第 1 章

# 电动自行车的基本概述

TIPS

电动自行车根据使用环境和频率的不同，其配置的电动机形式也各有千秋。不同形式的电动机，其特点有很大区别。如下表所示：

| 电动机形式 | 传动形式            | 电动机效率 | 爬坡性能 | 维护周期 | 体积 | 维护内容      | 噪声 | 成本 |
|-------|-----------------|-------|------|------|----|-----------|----|----|
| 无刷无齿  | 低速无刷外转子电动机、直接驱动 | >80%  | 一般   | 无    | 小  | 无         | 小  | 低  |
| 无刷有齿  | 高速无刷电动机、行星齿轮减速  | >83%  | 好    | 3年左右 | 大  | 润滑油       | 中  | 高  |
| 有刷有齿  | 高速有刷电动机、2级齿轮减速  | >78%  | 好    | 1年左右 | 小  | 更换电刷、润滑油  | 大  | 高  |
| 有刷无齿  | 低速有刷外转子、电动机直接驱动 | >76%  | 差    | 2年左右 | 小  | 更换电刷、清理积炭 | 小  | 低  |

## 1.1 电动自行车的结构与组成

### 1.1.1 电动自行车的组成与工作原理

广义来讲，凡是以电为动力的车都叫电动自行车，像铁路电力机车、市内轻轨电车、无轨电车等等。而我们所讲的电动自行车是以蓄电池作为辅助能源，从而实现骑行、电动或电动助力功能的特殊自行车，一般可以分为三部分，即：主体部分、电动部分和塑件。

#### 1. 电动自行车的组成

1) 主体是电动自行车的基本构成部分，它是电动自行车的骨架，是电动自行车承载重量的支撑和其他各部分安装的基础。主体部分包括：

车体部分：包括车架、车把、鞍座和前叉合件等，是电动自行车的骨架。

运动部分：包括中轴部件、轮盘链条以及前后车轮，含前后轴部件、辐条、轮辋（车圈）和轮胎等。

制动系统：包括制动把、制动器（车闸）等。

辅助部分：包括后衣架、后备箱、保险杠以及车梯等。

2) 电动部分主要由电动机、控制器、电池与充电器部分组成，俗称四大件；另外就是和四大件相配合的辅助部分，如：转把（调速把）、制动把、显示板、开关、DC 转换器、喇叭、线束及灯具等，运输电动三轮车还使用倒顺开关及继电器等。

3) 电动自行车塑料部件，简称塑件：电动自行车的塑件主要起防护及美观作用，同样的车体，配合不同风格的塑件，体现了用车人不同的风格和个性。典型的电动摩托车塑件有下面几部分：

头罩：安装在车把中间，一般用于遮挡车前线束，安装前照灯、指示灯和显示板等。

面板：位于车的正前方，遮挡线束，减少行车阻力，美化车体外形。

后围：和座箱前围构成座箱的一部分，里面一般做成封闭型，可以储物。

电池盒：用于安装电池，形状和位置因车而异。

电动自行车塑料组件如图 1-1 所示。

#### 2. 电动自行车的原理

从前文可知，电动自行车型号很多、造型百变，下面讲述其驱动、调速、制动原理。

##### (1) 电动自行车的驱动原理

电动自行车实际上是在自行车的基础上加一套电动机驱动机构组成的。采用蓄电池作为动力源，专用充电器把市电 220V 交流电转换成直流电，为

蓄电池充电。电动自行车的电动机为直流电动机，使用的电压一般为 36V，放电电流为 12A。电动机的驱动形式有多种，目前使用的主要有前轮轴驱动和后轮轴驱动。后轮轴驱动的电动自行车，电动机安装在后轮毂中心轴上，控制器与手柄相连，并在车体的两手柄之间安装有仪表盘，可以提供蓄电池电压、车行速度、骑行状态等显示信息。电动自行车的驱动原理如图 1-2 所示。



图 1-1 电动自行车塑料组件

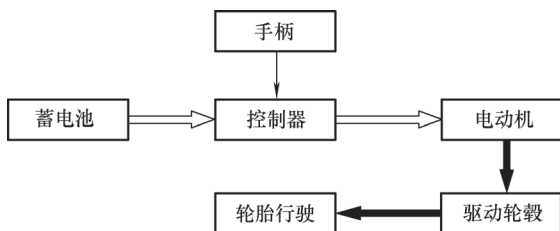


图 1-2 电动自行车的驱动原理

接通蓄电池电源后，使用者通过手柄控制整车控制器输出给电动机的电压，电动机通电产生旋转磁场，驱动车轮旋转，车辆开始行驶。车速快慢是通过调速开关变换电压来调节的，骑行者通过转动手柄控制控制器调节输送给电动机的电压，从而控制了电动机的转速，也就控制了电动自行车行进的速度，并可通过观察仪表盘，了解当前蓄电池电压、行车速度和骑行状态等信息。

### TIPS

在使用电动自行车时，每隔半年时间应对电动自行车进行一次维护保养，对传动部件进行润滑防锈，加固各部位的紧固件，调整辐条松紧度。

### TIPS

润滑是保养电动自行车的重要内容，应对前轴、中轴、飞轮、前叉减振器转动支点等部件按需要加黄油或机油。

## TIPS

电动自行车实际骑行过程中，因频繁启动和道路情况、负载等因素影响，启动调速转把骑行，负载大时电压下降快，使充电灯亮，欠电压保护电路工作，属正常，而不是故障。

## TIPS

无意间操作制动转把（俗称闸把）。骑行时，习惯性地把手放在制动转把上无意间制动，便会引起断电停车，此为操作问题，而非电动自行车故障。

## TIPS

电动自行车中有控制器过电流保护功能：当电池电流过大时，会引起电动机负载过大，而控制器的过电流保护功能将会自动断电停车，此操作不是故障。

## TIPS

电动自行车中有控制器欠电压保护功能：当电池电压低于 31.5V（正常为 36V）时，控制器欠电压保护功能会将电源自动切断，引起断电停车。

### （2）智能型电动自行车的工作原理

智能型及智能双控型电动自行车与普通自行车工作原理基本相同，均由车体部件、电池、传动部件组成，不同之处就是增加了微型计算机控制器和测力测速传感部件（俗称力矩传感器）。智能型电动自行车行驶时，人的脚踏力通过传感部件被测量，经微型计算机处理，电动机输出相应的驱动功率（脚踏力越大，电助力越大，反之则越小）。骑行过程中相当安全、省电，且使用方便。

### （3）电动自行车调速原理

电动自行车转柄（调速转把）松开为最低挡，旋紧速度最高，从而对直流电动机的转速进行控制。调速电路包括电源电路、脉冲调宽产生电路、电动机驱动电路、电动机过电流保护电路等。部分电动自行车调速原理图如图 1-3 所示，此电路主要用来控制电动自行车的速度和保护电动机不过电流。

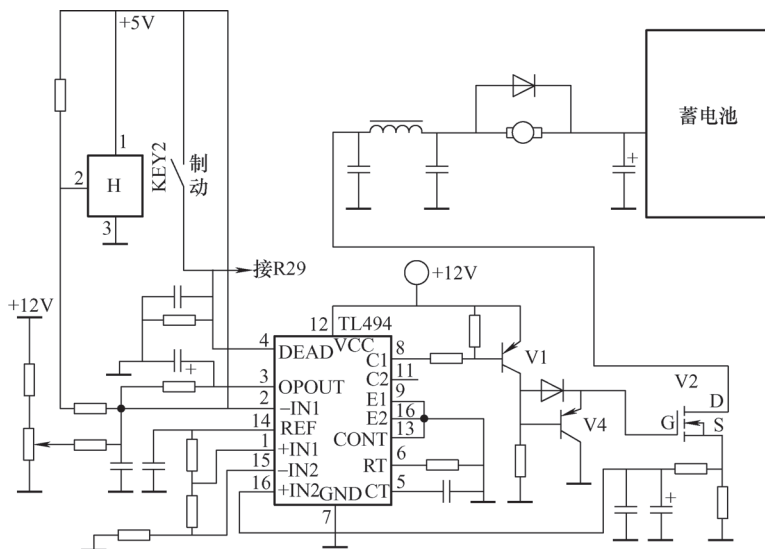


图 1-3 电动自行车调速原理图

在图 1-3 中，TL494 为调速核心模块，其 1 脚、2 脚为信号输入端子，H 为调速转把（霍尔传感器），3 脚接地，1 脚为电源引脚，2 脚为信号输出端子。当转动转把时，H 的 2 脚可输出可变电压，并送到 TL494 的 2 脚，TL494 将 2 脚电压与 1 脚电压进行比较，在其 8 脚输出调制脉冲，2 脚电压越低，8 脚调制脉冲就越宽，调制脉冲通过 V1、V2 放大后，控制电动机的转速就越高；反之则越低，从而达到调速的目的。

### （4）电动自行车的电子制动原理

电动自行车电动机在通电时是电动机，但在外力作用下转动时它又是发电机。发电时，若将电动机接线短路，短路电流就产生堵转转矩，迫使电动机停止转动。电动自行车电子制动就是利用这一原理来工作的。制动时，制



动把开关或霍尔器件输出低电平，电动机上的电源被控制器切断，然后让电动机供电线短路，产生阻力而制动。

### 1.1.2 电动自行车的分类

常见的电动自行车根据其所使用的电动机、传动方式、功能款式、自动化程度等，可分为多种类型，具体介绍如下。

#### 1. 按照功能款式分类

按照功能款式可分为简易型和豪华型两种。

##### (1) 简易型

外形像自行车，一般都称为简易型，它只是在自行车的基础上增加了电动助力装置，一般没有减振装置，只有电量显示仪等少量的必备装置，结构简单，价格便宜。

##### (2) 豪华型

豪华型装配高档，整车配有速度、温度、电量、里程、行驶时间、电压和电流等显示仪表，同时还配备了前后减振装置、智能提示、红外防盗钥匙和不锈钢或塑料后货箱等。电池大多在踏板位置，辐射较女用摩托车窄，较窄。

#### 2. 按照骑行的方式分类

按照骑行的方式可分为电动自动型和助力型两种。

1) 电动自动型的骑行车不需要用力，只要接通电源，电动自行车上的电动机转动，通过传动装置带动电动自行车行驶。利用手柄控制速度，实现无级变速。

2) 助力型集人力和电力为一体，以人力为主，电力为辅。骑行车用力踏板，为电动自行车提供助力，助力的大小可通过智能传感器传给控制器中的计算机芯片，由计算机芯片“指挥”电动机施加相应的动力，使电动自行车按照所需的车速行驶。

#### 3. 按所使用的电动机分类

电动自行车目前使用的电动机普遍为永磁电动机，而永磁电动机又分为以下三种。

##### (1) 按照电动机的通电形式来分

可分为有刷电动机和无刷电动机两种。

1) 无刷电动机。无刷电动机由控制器提供不同方向的直流电，来达到电动机里面线圈电流方向的交替变化，无刷电动机的转子和定子之间没有电刷和换向器。无刷电动机可分为以下三类。

① 从相角上可分为两个大类，即分为  $60^\circ$  和  $120^\circ$  相位角的无刷电动机。

### TIPS

充电时，未按照电动自行车充电的要求顺序进行，可能充不上电而误认为电池损坏，充电器没有顺序。

### TIPS

用手转动轮毂式电动机，高速电动机转得快，低速电动机转得不快，会误认为电动机故障。

## TIPS

使用普通 LED（发光二极管）的电动自行车，制动把线和转把线不经过显示板直接和控制器相连，显示板和控制器之间没有任何连接。

## TIPS

智能显示的部分功能要通过显示板转接，智能 LED 显示信号由控制器送来，行驶状态控制信号通过显示板后送到控制器，所以，除助力信号以外，都要经由显示板转接。其中转把信号和制动把信号以及模式信号与其他显示共用 +5V 电源，可以分离出来；喇叭和喇叭开关使用电源电压，也可以单独连接。如果显示控制板损坏，有可能造成电动机不能旋转。

② 按速度分，可分为高速无刷电动机和低速无刷电动机。

③ 按电动机是否具有位置传感器来分，又分为有位置传感器无刷电动机和无位置传感器无刷电动机。采用无位置传感器的无刷电动机，不能实现零速度起动，骑行时，必须先将车用人力发动起来，等电动机具有一定的旋转速度以后，控制器才能识别到无刷电动机的相位，然后控制器对电动机进行供电，所以采用这种电动机的电动自行车已逐渐淘汰。目前市场上所售的电动自行车，普遍采用有位置传感器无刷电动机，该电动机按照线圈与位置传感器的数量可分为单传感器线圈工作模式、双传感器线圈工作模式、三传感器三线圈工作模式等类型。

2) 有刷电动机。有刷电动机旋转时，线圈电流方向的交替变化是靠随电动机转子转动的换向器和固定在定子上的电刷来实现的。有刷电动机可分为高速有刷电动机和低速有刷电动机。

(2) 按照电动机总成的机械结构来分

一般分为有齿和无齿两种。有齿电动机转速高，需要经过齿轮减速；无齿电动机转矩输出不经过任何减速。

(3) 按照电动机的转速来分

按照电动机的转速来分，可分为低速有刷电动机电动自行车、低速无刷电动机电动自行车、高速有刷电动机电动自行车和高速无刷电动自行车 4 种。

低速有刷电动机和低速无刷电动机均属于低速电动机，转速为 200r/min，两者的区别是：

有刷电动机是通过电刷来换向的，而低速无刷电动机不是通过电刷换向，而是使用三个霍尔器件来实现电子换向的。有刷高速电动机通称为高速电动机，转速为 3000r/min，通过齿轮把转速降为 200r/min 左右。

## 1.2 电动自行车的主要技术性能

### 1.2.1 电动自行车的主要性能指标

电动自行车的技术指标很多，维修过程中消费者比较关心的主要有以下指标：

车速：即单位时间内行驶的距离，单位按 km/h（千米/小时）。

最高车速：指标准骑行者质量（重量）为 75kg、风速不大于 3m/s 的条件下在平坦沥青或混凝土路面上所能达到的最高车速值。

续行里程  $L$ ：通常指一次充电的行驶里程，单位按 km（千米），这是消费者非常关心的技术指标，续行里程和车体质量、电池数量及电池容量有关。

**爬坡能力：**它代表了电动自行车动力大小，按角度( $^{\circ}$ )或坡度计。平原路桥通常的坡度不大于 $4^{\circ}$ 。爬坡能力也与爬坡时的车速相关，人步行的速度通常可达 $3 \sim 5\text{km/h}$ ，电动自行车的经济时速约为 $15\text{km/h}$ 。

**电动机功率：**现行标准规定，电动自行车的电动机功率应不大于 $240\text{W}$ ，实际上随着电动摩托车的出现和用户车速要求的不断提高，现有电动自行车电动机功率已经远大于 $240\text{W}$ 。

**额定电压：**单位 $\text{V}$ (伏)，指电动自行车使用的额定电压。

**工作(消耗)电流：**可以看成是整车性能最重要的表征之一，工作电流大小不仅取决于电动机与控制器效率、线束及接头的损耗，也取决于整车的装配质量，特别是各轴的摩擦阻力，前后轮中心面偏差以及整车重量是否过大等。电动自行车的工作电流一般情况下用户并不在意，但是空载电流和工作电流的大小反映了电动自行车效率的高低，通常条件下可以通过测量空载电流和工作电流的大小来判断电动机的好坏。

## 1.2.2 电动自行车的技术标准

电动自行车作为一种电动方式的助力车，其安全骑行需要具备一些相关的技术指标。

目前，我国涉及电动自行车安全等方面的法律法规主要有两方面：首先，在生产管理方面将电动自行车纳入生产许可证管理范畴，未经许可，不得生产、销售；其次，在交通管理方面将电动自行车纳入非机动车管理范畴。

关于电动自行车的安全性能标准，必须符合以下几点。

### 1. 最高时速不超过 $20\text{km/h}$

电动自行车的最高车速按规定为 $20\text{km/h}$ 。速度过快不仅会加快车辆的磨损，增大单位里程的能耗，而且还会增大惯性，加大车架和前叉等主体部件的负荷，导致制动性能下降，缩短了电动自行车的使用寿命，甚至容易给用户带来伤害。

### 2. 要防止“飞车”

首先，我们来看什么是“飞车”？

电动自行车的控制系统一般采用 PWM(脉宽调制)方式来调节行车速度和执行各种保护功能，在 PWM 系统中，主回路中的主要执行部件是功率型 MOS 管、续流二极管和优质大容量电容。在电动自行车控制系统中最为严重的故障是功率型 MOS 管被击穿直通，导致电动机失控，而电动机的堵转冲击电流往往可以达到数十安培，车辆无法停止，强制制动也可能在短时间内无法使熔断器(熔丝)断开。用户在面对这种意外情况时会惊慌失措，处置不当容易出现安全事故。这种情况俗称“飞车”。

## TIPS

在更换 LED 显示仪表时，如果用普通 LED 显示仪表代换，一些显示功能会丧失，但基本显示功能仍保留。代换时可将原来通过仪表板的制动把、转把、模式选择以及定速功能全部单独连接。其中开关信号如制动把、定速信号等，把信号线和负极通过开关连接；需要电源的如转把和电子制动把正极接 $+5\text{V}$ ，负极接到公共负极，信号线接控制器相应信号线即可；喇叭、前照灯一般使用锁开关后电源，通过开关接公共负极。

如下图所示常见的 LED 仪表显示屏。



## TIPS

普通 LED 显示仪表和指针式仪表的代换是从锁开关后接电源，和控制器没有关联，所以只要额定电压相同就可以相互代换，关键是安装问题。

## TIPS

在更换普通控制器换成智能控制器后，仪表板可以保留，将原来的正极接到锁开关后输出信号即可（使用 DC/DC 转换器的位置不变）。

要防止“飞车”，首先要在设计上大大强化安全质量，同时必须选择优质关键器件。其次，可设置“防飞车”装置，一旦出现异常，用户微动拇指就可迅速切断总电源，确保人身安全。

### 3. 当心“电热失控”

电热失控事故一般有两类：

一类是电动自行车某些部件接触电阻过大，这样接触不良部位在行车过程中因流过的电流过大而急剧发热，容易导致电动自行车“自燃”。

一类是低成本、低质量的充电器在充电过程中严重发热可能引发“自燃”，或有的充电器出现故障而熔丝管不能及时熔断也可能出现“自燃”。充电器一旦“自燃”且不能及时处理，则可能引发火灾等更严重的后果。因此，除了要确保电动自行车电气部件质量可靠和各接插件的接触良好外，还要采用保护功能完善、可靠性高的充电器。

### 4. 警惕“前叉及前叉组件损坏”

电动自行车前叉及前叉组件要承受着很大的冲击，特别在紧急制动等特殊情况下。如果锁紧螺杆松动、车把强度不够以及前叉承力部位的薄弱等，可能会造成严重事故。所以，强化前叉及前叉组件产品质量是十分重要的。

### 5. 制动性要良好

制动性是电动自行车的一项重要技术指标，选择优质的制动系统是降低维修率和提高安全性的基本保证。

## 1.3 电动自行车的选购及使用保养

### 1.3.1 电动自行车选购的“六看”要诀

在选购电动自行车时，应掌握以下“六看”要诀。

#### 1. 看厂家

目前我国电动自行车生产企业有上千家之多，但并非都严格按《电动自行车安全通用技术标准》生产，不同品牌、不同型号的电动自行车可能出现鱼目混珠、参差不齐的现象。所以购买时要选择设施完善、技术力量雄厚、管理严谨的电动自行车名牌厂家生产的产品。

#### 2. 看车型

看哪一款式适合骑行，一般选购电力助动和人力骑行都相宜的车型较为方便实用。

#### 3. 看机械系统

选中车型后，下一步就要看车的机械结构装配情况，譬如说车辆整体是

否左右对称；传动部件能否轻松灵活地运转；螺母等紧固件是否坚固；等等。

#### 4. 看电气系统

将电源锁打开，看控制面板上的标志是否都正确显示（电量、车速、欠电压等指标）；转把能否灵活转动，能否正常调速；制动时能否制动断电；等等。

#### 5. 看重量

由于锂离子电池较轻，因此没有合适场所存车的骑行者，应该考虑购买采用锂离子电池的电动自行车；而对于存车方便的骑行者，可考虑购买采用价格便宜的铅酸蓄电池的电动自行车。

#### 6. 看说明书

电动自行车附带的说明书非常重要，因此仔细阅读该车说明书很有必要。

看说明书，应重点了解几项重要参数，即蓄电池的实际容量、放电速率、自放电和自放电率、续行里程、电动机的额定输出功率等参数是否符合要求。

### 1.3.2 电动自行车的使用及保养

电动自行车是在自行车基础上发展而来的，使用上与自行车有相同之处，同时也有很大的不同。下面，我们就电动自行车如何正确使用和保养做几点详细的说明。

#### 1. 使用前的检查

每次使用电动自行车之前应做好以下几项检查：

- 1) 轮胎气压是否充足，气压充足可降低轮胎与道路的摩擦阻力。
- 2) 车把转向是否可靠，制动是否灵活有效，要确保行车安全。
- 3) 电池盒的插座、充电器的插头是否松动，电池盒是否锁好，喇叭及灯光按钮是否有效，要确保电路畅通。

#### 2. 合理的骑行方法

利用电动自行车多功能的优点，最理想的使用方法是人助车动、电助人行，人力电力联动，既省力又省电。

具有零起动功能的电动自行车，由于静止起动时电流较大，耗能较多，且易损坏电池，应先用脚踏骑行，然后再电动，到一定速度再电力加速，切忌原地加速。上坡、负重或顶风、逆风行驶时，应人力骑行相助，这样可以避免电池超大电流放电，提高一次充电行驶里程，有利于延长电池寿命。

冬天骑行时，请尽量采用脚蹬助力，这样既可使您的身体得到锻炼，又有利于延长电池的使用寿命。（因为低温使电池组的容量下降，如放电深度加大，续行里程将缩短）。

#### TIPS

在仪表的更换和维修中一定要注意断电操作。很多车型的电气设计都将转把、制动把、巡航定速按钮、喇叭开关、前灯开关，甚至还将转向开关也接在显示仪表上。有些开关带有高电压，如果操作失误使高电压碰到了低电压输入端，就会造成整个仪表彻底损坏而无法再修复，甚至可能造成控制器的损坏。

#### TIPS

智能LED显示仪表相互代换要注意仪表的接口一致，不一致的要根据线路板上标明的引线功能进行调整。

## TIPS

液晶仪表装置电路比较复杂，故障率相应较高。安装在液晶显示仪表总成上的单片机不依赖控制电路能独立完成各种显示。与控制器集成在一起的单片机，它与控制器关系密切，单片机受控制器控制。无论是单独的，还是与控制器合并的单片机，由于电路较多，仪表一旦出现问题，应更换仪表总成或控制器。

电动自行车的标准载重为 80kg，所以除掉骑行者的重量，应避免带过重的物体。载重时，应用脚踏助力。

### 3. 正确的充电方法

电动自行车所用铅酸电池的寿命长短与用户的日常使用维护有很大的关系，一般来说，要注意如下几点：

1) 电池每次使用放电深度越小（距离越短），电池的使用寿命就越长，平时应养成随用随充的良好习惯，使用电池经常保持丰电状态。

2) 电池需长时间放置时必须先充足电并定期补充电量，一般每一个月补充一次。

3) 大电流放电对电池有一定的损害，所以在起步、上坡、负重、顶风时用脚蹬加以助力。

4) 电池充电必须用随车配套的专用充电器，输入插头插交流电插座，输出插头插电池盒，先插电池盒后接通交流电，不可错位，充满电需 3 ~ 8h，多充几个小时对电池更好。

### 4. 培养良好的回把习惯

电动自行车的加速手把有时不能完全回位，请养成加速完成后即将手把推回原位的好习惯。

制动时，电动机的电源立即切断。但当制动放开，如果这时加速手把还在加速位置，电动机将立即得到电流前进，这样不利于安全，请务必养成加速完成后即将手把推回原位的好习惯。

### 5. 注意车体的保养

电动自行车虽然有好的防雨性能，仍请避免直接日晒和雨淋，防止车体或转动部件的锈蚀，雨季使用或经过水潭、积水、水位高度不能高于轮毂轴中心线，防止电动机进水造成损失。

### 6. 注意骑行的安全

电动自行车的座位高度以骑行者两脚可以到地为准，保证安全。

## 第2章

# 常用元器件



TIPS

为了便于区别各线路的连接，电动自行车电气系统的连接导线按颜色可分为单色线和双色线两种。双色线上的两种颜色又有主色与辅色之分，辅色呈线状，其余为主色。

TIPS

例如，一般调速转把电源（+）线为红色，调速转把电源（-）线为黑色，调速转把输出导线为黄色；制动转把电源（+）线为红色，制动转把电源（-）线为蓝色，制动转把输出导线为绿色等，电动自行车常见线路颜色见本书附录B所示。

TIPS

线头虚接是造成电路故障的较多原因之一。电池盒内线头虚接一般表现为接触电阻增大，续行里程缩短，驱动无力，严重时电动机还有停顿，接触点会出现发热打火现象，个别的会因发热导致元器件损坏，塑料壳变形。

2.1 电阻器

2.1.1 电阻器的单位表示及命名

电阻器，一般简称电阻。其主要的物理特征是变电能为热能，电流经过它就产生热能。它在电路中通常起分压分流作用。对信号来说，交流与直流信号都可以通过电阻器。

1. 电阻器的单位表示

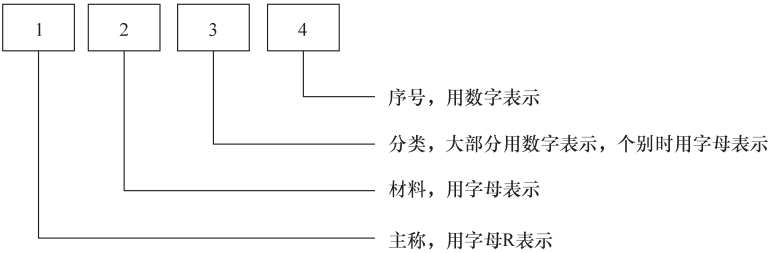
电阻器的单位用欧姆（Ω）表示。为了对不同阻值的电阻器进行标注，通常使用千欧（kΩ）、兆欧（MΩ）。其换算关系为

1MΩ = 1000kΩ

1kΩ = 1000Ω

2. 电阻器的命名

根据相关标准规定，电阻器产品的型号由4部分组成，各部分的含义如下：



其中材料代号的含义如表 2-1 所示。

表 2-1 材料代号的含义

| 符号 | T  | H   | S    | N    | J   | Y   | G   | I    | X  | F   |
|----|----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|----|-----|
| 含义 | 碳膜 | 合成膜 | 有机实心 | 无机实心 | 金属膜 | 氧化膜 | 沉积膜 | 玻璃轴膜 | 线绕 | 复合膜 |

2.1.2 电阻器的分类

根据阻值能否调整，电阻器可分为以下两大类。

1. 固定电阻器

固定电阻器的阻值是不可变的。它又根据材料的不同分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器等。固定电阻器的外形如图 2-1 所示。

固定电阻器在电路中通常用字母“R”表示，其电路符号如图 2-2 所示。



图 2-1 电阻器外形

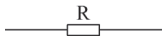


图 2-2 电阻器的电路符号

固定电阻器通常采用以下三种标志方法。

### (1) 直标法

即直接在电阻器的表面标明其阻值，如  $100\Omega$ 、 $1k\Omega$ 、 $1M\Omega$  等。

### (2) 数字符号法

即在电阻器表面用三位数表示其阻值的大小，三位数的前两位是有效数字，第三位数是 10 的指数，如 100 表示  $10\Omega$ ，101 表示  $100\Omega$ ；当阻值小于  $10\Omega$  时，以“R”表示，这里的 R 表示小数点，如 5R1 表示  $5.11\Omega$ ，R22 表示  $0.221\Omega$ 。

### 2. 色环标志法

简称色标法，即将表示元件各种参数值的颜色直接标志在产品表面上的一种方法，各种颜色表示的数值如表 2-2 所示。

表 2-2 电阻器表面色环与数字的关系

| 颜色 | 数字 | 乘数        | 允许误差 /%  | 颜色 | 数字 | 乘数     | 允许误差 /%       |
|----|----|-----------|----------|----|----|--------|---------------|
| 银色 | —  | $10^{-2}$ | $\pm 10$ | 黄色 | 4  | $10^4$ | —             |
| 金色 | —  | $10^{-1}$ | $\pm 5$  | 绿色 | 5  | $10^5$ | $\pm 0.5$     |
| 黑色 | 0  | $10^0$    | —        | 蓝色 | 6  | $10^6$ | $\pm 0.2$     |
| 棕色 | 1  | $10^1$    | $\pm 1$  | 紫色 | 7  | $10^7$ | $\pm 0.1$     |
| 红色 | 2  | $10^2$    | $\pm 2$  | 灰色 | 8  | $10^8$ | —             |
| 橙色 | 3  | $10^3$    | —        | 白色 | 9  | $10^9$ | $+5 \sim -20$ |

我们举例来说明。

根据表 2-2，图 2-3a 所示电阻器的阻值为  $27000\Omega$ （ $271k\Omega$ ），允许误差  $\pm 0.5\%$ ；图 2-3b 所示电阻器的阻值为  $17.51\Omega$ ，允许误差  $\pm 1\%$ 。

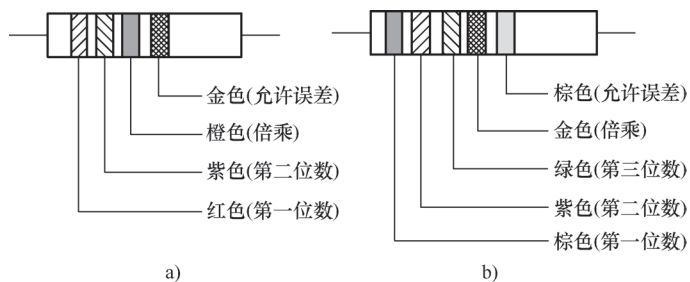


图 2-3 电阻器色环标志示意图

### 3. 可变电阻器

可变电阻器的阻值是可变的，它又分为以下几种类型。

#### (1) 可调电阻器

可调电阻器即旋转它的滑动端时其阻值是变化的。常见的可调电阻器外形和电路符号如图 2-4 所示。

可调电阻器的阻值标注方法有直标法和数字符号法两种。

#### (2) 压敏电阻器

压敏电阻器即当输入的电压达到标称电压值后，阻值急剧减小的电阻器。

压敏电阻器主要作用是保护电动自行车充电器内部电路不被过高的市电

## TIPS

全车无电是电源主电路断路的典型特征，根据检查方法的方便程度，应依次检查电池盒输出电压和熔断器。如果电池盒输出电压正常，故障发生有偶然性，则应振动摇晃电池盒，观察电源指示灯和电量指示灯是否有熄灭现象，排除电池盒内故障后再测量锁前电压。

## TIPS

电池输出电压正常，锁后无电。带电检查，锁进线电压正常，接通后出线无电；无电检查，接通状态下锁进线和出线之间电阻为无穷大，这是电源开关触点断开故障的特点。

## TIPS

电源指示时有时无，电动自行车骑行过程中经常出现电源指示灯熄灭同时电动机停转等现象，道路颠簸时尤为明显。检查时可以反复开关几次，同时尽量晃动钥匙，并打开另一挡位，观察电源指示灯，如果发现电源指示灯有点亮现象，说明锁开关触点虚接。

## TIPS

转向灯在转向过程中不闪光或闪光频率过快、过慢，表明闪光器与转向灯功率配或线路某处接触电阻过大。

## TIPS

转向灯的闪光频率一般为每分钟 60 ~ 120 次，以每分钟 80 ~ 90 次为宜。若转向灯闪光频率高于规定标准，则说明转向灯闪光频率太快。

## TIPS

某一转向灯不亮时，首先检查该转向灯是否烧毁，然后检查该灯与灯座接触是否良好，最后检查灯座的电源线和地线是否良好。

电压损坏。其外形和电路符号如图 2-5 所示。

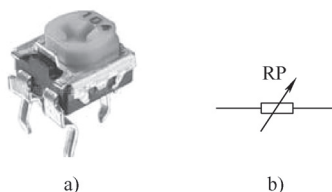


图 2-4 可调电阻器

a) 外形 b) 电路符号

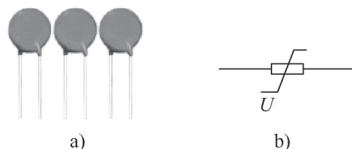


图 2-5 压敏电阻器

a) 外形 b) 电路符号

### (3) 热敏电阻器

热敏电阻器即在不同温度下阻值会变化的电阻器。

热敏电阻器有以下两种类型。

- 1) 正温度系数热敏电阻器。其阻值随温度升高而增大。
- 2) 负温度系数热敏电阻器。其阻值随温度升高而减小。

目前仅部分电动自行车的充电器采用了负温度系数热敏电阻器，而未采用正温度系数热敏电阻器。

热敏电阻器的外形和图所示的压敏电阻器基本相同，但颜色多为黑色。

### (4) 光敏电阻器

光敏电阻器就是在不同强度光照时阻值会变化的电阻器。目前的电动自行车未采用此类电阻器。

## 2.1.3 电阻器的检测

### 1. 固定电阻器的检测

有的固定电阻器损坏后表面的颜色会发黑或有裂痕，所以电阻器出现裂痕或变色，则说明该电阻器过电流损坏。

若怀疑的电阻器外观正常，应从电路板上取下后，再按图 2-6 所示的方法判断其是否正常：

如果测量的阻值与标称值相同，说明该电阻器正常；

如果测量的阻值大于标称值，说明该电阻器变值或开路。

### 2. 可调电阻器的检测

从外观检查可调电阻接触良好后，应将其从电路板上取下，按图 2-7 所示的方法判断它是否正常：

若 AB 脚间的阻值等于标称值，并且  $R_{AC} + R_{BC} = R_{AB}$ ，说明该电阻器正常；若阻值大于正常值或不稳定，说明该电阻器变值或接触不良。

### 3. 压敏电阻器的检测

一般压敏电阻损坏后，其表面有裂痕或烧焦的痕迹。如表面正常，可用万用表  $R \times 10k$ 、 $R \times 100k$  挡检测压敏电阻的阻值，如图 2-8 所示。交换表笔

后再测一次，如两次测得阻值都为0，则说明被测压敏电阻合格；否则，说明压敏电阻已损坏。

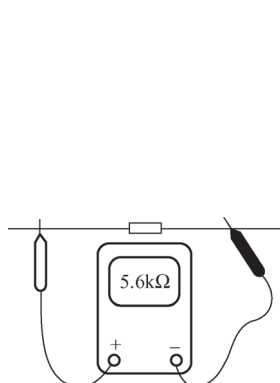


图 2-6 电阻检测示意图

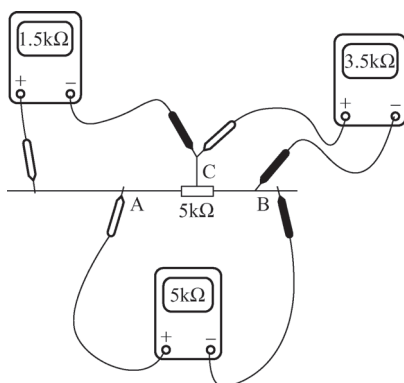


图 2-7 可调电阻检测示意图

#### 4. 热敏电阻器的检测

热敏电阻器可按图 2-9 所示的方法判断其是否正常，若所测的阻值大于标称值，说明热敏电阻器已损坏。测量其冷态阻值正常后，再用电烙铁为它加热，若阻值下降，说明热敏电阻器正常，否则说明其性能下降。

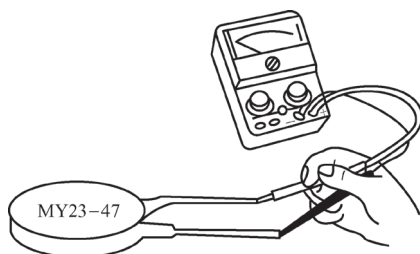


图 2-8 压敏电阻器的检测

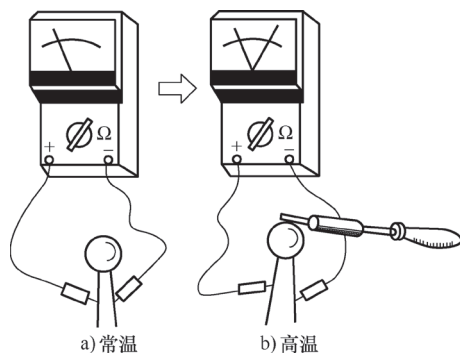


图 2-9 热敏电阻器的检测

## 2.2 电容器

### 2.2.1 电容器的单位表示及命名

电容器，一般简称电容。它是除电阻器外电动自行车上第二种最常用的电子元件。其主要物理特征是存储电荷。其在电动自行车电路里主要起耦合、

### TIPS

熔断器容易烧毁故障，一般是由线路某处短路接地所致。当出现熔断器易烧故障时，要先仔细检查电路中的短路接地处，然后打开电源试验，切勿烧毁全车线路。

### TIPS

转向灯电路是一个双并联电路，若转向灯全不亮，除转向灯全部烧毁外，故障可能发生在信号电路总线上，也可能发生在转向灯电路的公共部分，如闪光器内部触点严重烧蚀、接触不良，转向开关严重损坏及转向灯电路的公共部分出现断路、短路等。

**TIPS**  
检查电动自行车异响故障时,要进行在路试,通过声响现象即可观察到故障所在。

**TIPS**  
电动自行车后视镜会因各种原因从螺纹根部折断,但其他部位又完好无损,这时可以用以下方法修理使用。

**TIPS**  
某些电喇叭上有供调整音量和音质的调整螺钉。若电喇叭不响或音量较小、音质较差时,首先通过调整螺钉对音量和音质进行调整。若电喇叭不能恢复正常,再检查电路。

滤波、隔直流、延时、调谐的作用。

与电阻器相比,电容器的性能相对复杂一些。它的主要特点是:电容器两端的电压不能突变。就像一个水缸一样,要将它装满需要一段时间,要将其全部倒空也需要一段时间。电容器的这个特性对我们以后分析电路很有用。

在电路中,电容器有通交流、隔直流,通高频、阻低频的特性。

电容器对信号也有阻力,通常把它称为容抗。电容器的容抗随信号频率升高而减小,随信号频率的降低而增大。

### 1. 电容器的单位表示

电容器的单位用法拉(F)表示。但这一单位太大,通常使用微法( $\mu\text{F}$ )、皮法(pF)。

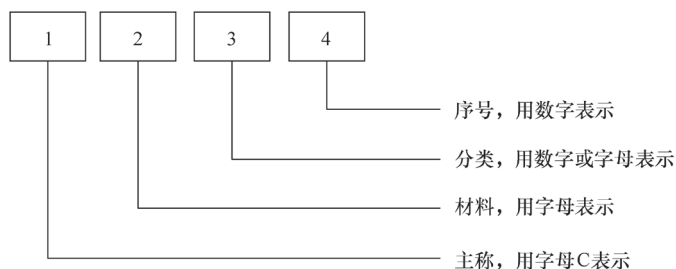
其换算关系为

$$1\text{F} = 1000000\mu\text{F}$$

$$1\mu\text{F} = 1000000\text{pF}$$

### 2. 电容器的命名

根据相关标准规定,电容器产品的型号由四部分组成,各部分的含义如下:



其中材料代号的含义如表 2-3 所示。

表 2-3 材料代号的含义

|    |     |     |      |     |     |     |      |        |      |
|----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|--------|------|
| 符号 | G   | T   | I    | O   | Y   | V   | Z    | J      | B    |
| 含义 | 高频瓷 | 低频瓷 | 玻璃釉  | 玻璃膜 | 云母  | 云母纸 | 纸介   | 金属化纸   | 聚苯乙烯 |
| 符号 | L   | Q   | H    | D   | A   | N   | G    | E      |      |
| 含义 | 涤纶  | 漆膜  | 复合介质 | 铝电解 | 钽电解 | 铌电解 | 合金电解 | 其他材料电解 |      |

## 2.2.2 电容器的分类

常见的电容器外形如图 2-10 所示。电容器在电路中通常用字母“C”表示,其电路符号如图 2-11 所示。



图 2-10 电容器外形图



图 2-11 电容器的电路符号

电容器由两个金属极，中间夹有绝缘材料（介质）构成。由于绝缘材料的不同，所构成的电容器的种类也有所不同：

#### 1. 按结构分类

可分为：固定电容器、可变电容器、微调电容器。在电动自行车电路里，最常见到的就是可变电容器。

#### 2. 按介质材料分类

可分为：气体介质电容器、液体介质电容器、无机固体介质电容器、有机固体介质电解电容器。

在电动自行车电路里，最常见到的是瓷片电容器、云母电容器、涤纶电容器、钽电容器等，其中钽电容器特别稳定。

#### 3. 按极性分类

可分为：无极性的普通电容器和有极性的电解电容器。在电动自行车电路里，最常见到的是有极性的电解电容器。

### 2.2.3 电容器的检测

电容器除了可用数字式万用表的电容挡或电容表进行测量外，若手头仅有指针式万用表，也可按图 2-12 所示的测量电阻的方法进行判别，不同电容器的电阻法测量的阻值如表 2-4 所示。

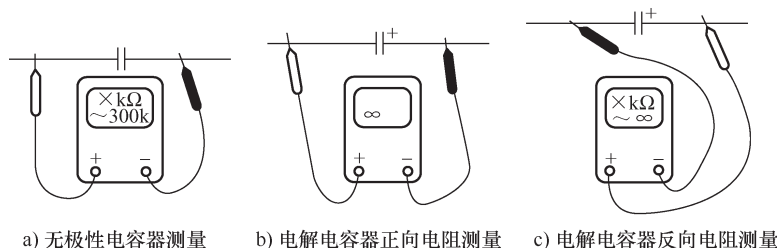


图 2-12 电容器检测示意图

表 2-4 电容器的电阻法测量明细表

| 容量 / $\mu\text{F}$ | 测量挡位                  | 正常时变化范围 / $\text{k}\Omega$ |                   | 备注                                                                                                |
|--------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                       | 正向                         | 反向                |                                                                                                   |
| $< 0.01$           | $R \times 1\text{k}$  | 始终为无穷大                     | 始终为无穷大            | 1. 阻值为 0，击穿<br>2. 有阻值漏电                                                                           |
| 0.01               | $R \times 1\text{k}$  | 始终为无穷大                     | 始终为无穷大            |                                                                                                   |
|                    | $R \times 10\text{k}$ | $250 \sim \infty$          | $250 \sim \infty$ | 1. 阻值为 0 或过小，击穿<br>2. 最大值小于 $250\text{k}\Omega$ 或阻值不稳，说明漏电<br>3. 电容变化的范围小，说明容量减小<br>4. 阻值不变化，说明开路 |
| $0.47 \sim 0.56$   | $R \times 1\text{k}$  | $250 \sim \infty$          | $280 \sim 300$    |                                                                                                   |
| 1                  | $R \times 1\text{k}$  | $300 \sim \infty$          | $300 \sim \infty$ |                                                                                                   |
| 4.7                | $R \times 1\text{k}$  | $200 \sim \infty$          | $200 \sim \infty$ |                                                                                                   |
| 10                 | $R \times 1\text{k}$  | $40 \sim \infty$           | $40 \sim \infty$  |                                                                                                   |
| 25~50              | $R \times 1\text{k}$  | $100 \sim 300$             | $150 \sim 280$    |                                                                                                   |
| 100~560            | $R \times 100\Omega$  | $10 \sim 280$              | $15 \sim 250$     |                                                                                                   |

**TIPS**

电动自行车某一只减振器损坏时，应将其相对应的另一侧减振器同时更换，避免左、右侧减振弹力不平衡。

**TIPS**

蹬踏骑行时，链轮带动链条和飞轮外套都在转动，但后轮不转动。其原因一般是飞轮千斤槽内黄油过多，黄油黏度超过了千斤簧的张力，千斤簧被外套棘齿压下后无力再次弹起与棘齿结合。临时的解决办法是沿飞轮丝挡的缝隙注入少量的汽油或煤油，稀释黄油的黏度，恢复千斤簧的弹力。

## TIPS

较为彻底的办法是将飞轮卸下检修和清洗飞轮，清洗后安装放钢球时，在外套的珠道涂黄油，黄油黏度不能过大，也不能涂得过多，更要注意不要涂到千斤槽里，防止黏度过大影响千斤簧的张力，使千斤簧无法工作。

## TIPS

行车途中采取制动时，有刺耳响声。一般由于制动鼓内壁与制动蹄摩擦片表面过于光滑所致，应将制动蹄上的摩擦片表面锉毛，同时用细砂纸打磨制动鼓内壁，故障现象即可消失。

## TIPS

制动蹄摩擦片与制动鼓间接触面积小于 70% 时，应采用修磨制动蹄摩擦片的方法，使其接触面积恢复正常。更换新制动蹄摩擦片时，由于制动鼓磨损，也会导致接触面积减小，对此也应修磨摩擦片。

## 2.3 电感器

电感器，一般简称电感，如图 2-13 所示。



图 2-13 电感器外形图

电感器是一个存储磁能的元件，其主要物理特性就是将电能转换为磁能并存储起来。它在电路中的一些特殊性质与电容刚好相反。电感器主要在电路里起扼流、滤波、调谐、延时、补偿等作用。

### 2.3.1 电感器的单位表示

电感器的单位是亨（H），常用的有毫亨（mH）、微亨（ $\mu\text{H}$ ），其换算关系是

$$1\text{H} = 1000\text{mH}$$

$$1\text{mH} = 1000\mu\text{H}$$

### 2.3.2 电感器的分类

电感器在电路图中通常用字母“L”表示。其分类方式如下。

#### 1. 按结构分类

电感器可分为固定电感器和可调电感器、微调电感空心电感器和磁（铁）心电感器等。阻流圈、偏转线圈、振荡线圈等也是一种电感器。

#### 2. 按用途分类

电感器可分为立式电感、卧式电感、片状电感等。

电感的标识方法有直标法和色环法两种。

直标法是将电感量印在电感器上。色环法和电阻器色环法一样，即第 1、2 道色环表示有效数字，第 3 道色环表示倍数，第 4 道色环表示允许偏差，用色环法表示时单位为微亨（ $\mu\text{H}$ ）。

### 2.3.3 电感器的检测

测量电感的参数需要用专门仪器（如电感电容器电桥等），在不具备专用仪器的情况下，可用万用表来判断电感的正常与否。如图 2-14 所示，可用万用表  $R \times 1$  挡，在断电的状态下测试电感两端直流电阻，一般高频电感电阻值为零点几欧；低频电感阻值为几百欧到几千欧，中频电感器阻值为几



欧到几十欧。

测量时如指针不动,说明电感器内部断路;如指针指示不稳定,说明电感内部接触不良。如所测电感线圈匝数较多,测量结果应有一定的阻值。如所测电阻值为零,说明电感内部短路。

电感短路、断路或接触不良时,均不能继续使用。

测试时要注意,有的电感线圈数较少或线径粗,直流电阻很小,即使使用  $R \times 1$  挡进行测试,阻值也可能为零,这属于正常现象。

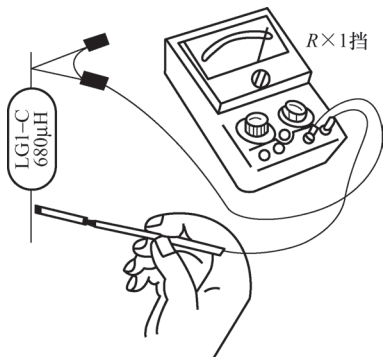


图 2-14 万用表检测固定电感

**TIPS**

巧修后视镜固定部分: 电动自行车的后视镜用久后,镜面背后固定在金属球柱外面的部位与球形体间隙变大,后视镜角度无法固定,影响行车安全。为此,可使用一种简单实用的修理方法修复。

## 2.4 二极管

二极管是一种常用的具有一个 PN 结的半导体晶体器件。

### 2.4.1 二极管的表示

二极管在电路中常用“VD”加数字表示,如: VD5 表示编号为 5 的二极管。

### 2.4.2 二极管的分类

根据电动自行车中二极管的不同作用,可分为普通二极管、变容二极管、稳压二极管、发光二极管等。

#### 1. 普通二极管

普通二极管是利用二极管的单向导电性来工作的,有两个引脚,一般为黑色,在其一端有白色竖条,表示为负极。普通二极管的外形及其电路符号如图 2-15 所示。



a) 普通二极管外形



b) 普通二极管的电路符号

图 2-15 普通二极管

#### 2. 变容二极管

变容二极管是采用特殊工艺使 PN 结电容随反向偏压变化比较灵敏的一

**TIPS**

将后视镜拆下,在松动之处滴几滴乳胶,固化 24h 后,即可装复使用。

种特殊二极管。二极管结电容的大小除了与本身结构和工艺有关外，还与外加的反向电压有关。

与普通二极管不同的是，变容二极管需要加反向偏压才能正常工作，即变容二极管的负极接电源的正极，变容二极管的正极接电源的负极。当变容二极管的反向偏压增大时，变容二极管的结电容变小；当变容二极管的反向偏压减小时，变容二极管的结电容增大。

3. 稳压二极管

稳压二极管一般简称稳压管，它是利用二极管的反向击穿特性来工作的。在电动自行车电路中，它常常用于充电器、控制器。稳压二极管的外形和普通二极管基本相同，它的电路符号如图 2-16 所示。

4. 发光二极管

发光二极管在电动自行车中主要被用来作蓄电池能量或充电器的指示灯。发光二极管一般分为红光、绿光、黄光等几种，它有 2 脚和 3 脚两种：2 脚型发光二极管仅有一个发光管；3 脚型发光二极管通常有两个发光颜色不同的发光管。发光二极管的外形及电路符号如图 2-17 所示。



发光二极管的工作电流一般为几毫安（mA）至几十毫安，发光二极管的发光强度基本上与发光二极管的正向电流成线性关系。发光二极管只工作在正向偏置状态。正常情况下，发光二极管的正向导通电压在 1.5 ~ 3V。

2.4.3 二极管的特性

二极管有正极、负极之分，并且导通电流只能从二极管的正极流向负极。严格地说，二极管是一个非线性器件，当二极管两端的电压加到一定值时，二极管才开始导通，当电压大到一定程度时，电流又不再上升。

我们把导通时的电压称为起始电压。不同材料构成的二极管的起始电压不同，一般来说，锗材料二极管的起始电压为 0.25V 左右；硅材料二极管的起始电压为 0.65V 左右。

普通二极管工作时需要加正偏电压，即二极管的正极接电源正极，二极管的负极接电源负极。但稳压二极管、变容二极管这些特殊的二极管工作时需要加反偏电压，即二极管的正极接电源负极，二极管的负极接电源正极。

## 2.4.4 二极管的检测

二极管的检测方法如下。

### 1. 普通二极管的检测

#### (1) 判别电极

如图 2-18 所示。将指针式万用表置于  $R \times 1k$  挡，先用红、黑表笔任意测量二极管两端子间的电阻值，然后交换表笔再测量一次，如果二极管是好的，两次测量结果必定出现一大一小。以阻值较小的一次测量为准，黑表笔所接的一端为正极，红表笔所接的一端则为负极。

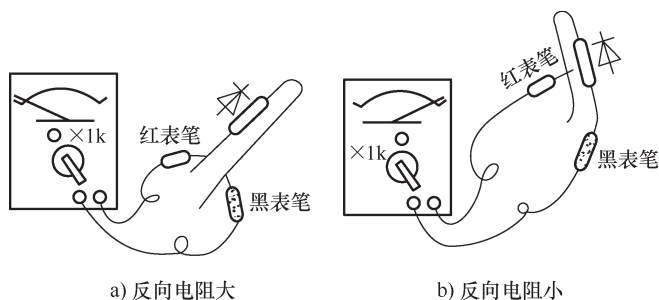


图 2-18 普通二极管的检测

#### (2) 好坏的检测

如图 2-18 所示，将万用表置于  $R \times 100$  或  $R \times 1k$  挡，测量二极管的正、反向电阻值。正常时：

锗点接触型二极管的正向电阻在  $1k\Omega$  左右，反向电阻在  $300\Omega$  以上；

硅面接触型二极管的正向电阻在  $7k\Omega$  左右，反向电阻为  $\infty$ 。

一般来说，二极管的正向电阻越小越好，反向电阻越大越好。如果测得的正向电阻太大或反向电阻太小，则说明被测晶体二极管检波与整流效率不好。如果测得正向电阻为  $\infty$ ，则说明晶体二极管的内部断路；如果正向电阻为 0 值时，则说明二极管短路；如果测得反向电阻接近于零，则说明二极管已经击穿。

值得注意的是，测量小功率二极管时，不宜使用  $R \times 1$  或  $R \times 10k$  挡，这是因为  $R \times 1$  挡电流太大， $R \times 10k$  挡电压过高，都容易烧坏二极管。

### 2. 稳压二极管的检测

#### (1) 判别普通二极管和稳压二极管

可用万用表  $R \times 10k$  高阻挡（最好是 22.5V 电池供电的高阻挡）测试。

如果所测的是普通二极管，由于二极管的反向电压都大于 25V，所以正、反向电阻差别很大（正向约几千欧，反向接近无穷大）。

如果测的是低于 22.5V 的稳压二极管，其正向电阻为几千欧；由于万用表的电压大于稳压二极管的反向击穿电压，稳压二极管反向也处于导通状态，

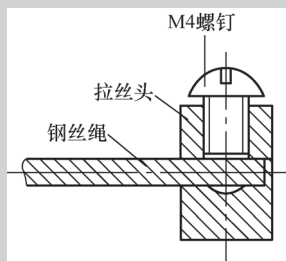
### TIPS

操纵钢丝绳拉丝头脱落。

操纵钢丝绳拉丝头是采用锡焊或用冲铆的方法固定的，因此在使用中拉丝头容易疲劳，或存在制造方面的工艺缺陷，造成拉丝头脱落。

### TIPS

找一个内径与拉线一样精细的螺母，将拉线断头剪平，再穿入螺母中，然后用锤子把螺母砸平，这样拉丝头就被螺母的丝牙紧紧咬住而不致脱落，如下图所示。



## TIPS

在需要更换制动蹄或凸轮轴零件应急时可用薄铁皮（0.05mm 厚）剪成与凸轮轴等宽的条形，套在制动凸轮轴的外面（可视情况多绕几圈），以增大凸轮的厚度，减小制动间隙，由此保证了制动性能。此种方法比较适于在应急的情况下使用，应急之后最好更换零件以保证安全。

## TIPS

在向制动凸轮轴加注润滑油时，不宜使过多的润滑油通过制动凸轮轴轴孔进入制动鼓，以免造成制动器遇油打滑。

反向电阻也为几千欧。

因此，用万用表高阻挡测试二极管时，正、反向电阻差别大的就是普通二极管，正、反向电阻接近的就是稳压二极管。

如果普通二极管的反向电压低于高阻挡内部电池的电压，或稳压二极管的稳压值高于高阻挡内部电池的电压，这种方法就不适用了。

### （2）判别稳压二极管的极性和好坏

用万用表检测稳压二极管的方法如图 2-19 所示。

可用万用表  $R \times 1k$  挡（注意：万用表的电池电压不能大于被测管的稳压值），用红、黑表笔分别与稳压二极管的两脚相碰，记住此时万用表指针指示的位置。

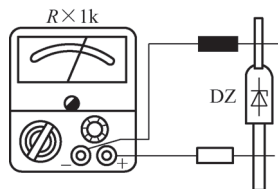


图 2-19 稳压二极管的检测

交换表笔后再去碰两脚，比较两次测试的结果，正向电阻越小而反向电阻越大，说明此稳压二极管性能越好。如果正、反向电阻均很大或很小，则说明稳压二极管开路或击穿短路，不能使用；如是正、反向电阻比较接近，则说明稳压二极管已失效，也不能使用。

和普通二极管相似，两次测试中电阻值小的那次测试，与黑表笔相碰的脚为稳压二极管的正极，另一脚则为负极。

### 3. 发光二极管的检测

检测发光二极管的好坏用数字式万用表比较方便，将数字式万用表置于“二极管”挡，把红表笔放于发光二极管一端，黑表笔放于另一端，看发光二极管是否发光，将表笔反过来再测一次，两次测量中有一次发光是正常的，否则说明该发光二极管已损坏。

## 2.5 晶体管

晶体管是一种常用的具有两个 PN 结的半导体器件。其外形如图 2-20 所示。

常用晶体管的引脚排列（从底部看）如图 2-21 所示。

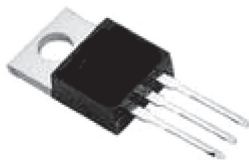


图 2-20 晶体管外形图

晶体管的应用十分广泛，在电路中通常起电流放大与开关作用。

晶体管有 3 个电极。目前制作晶体管的材料主要有硅和锗两种，每一种材料的晶体管根据结构不同又分为 NPN 型与 PNP 型。晶体管有塑封和铁封两种。

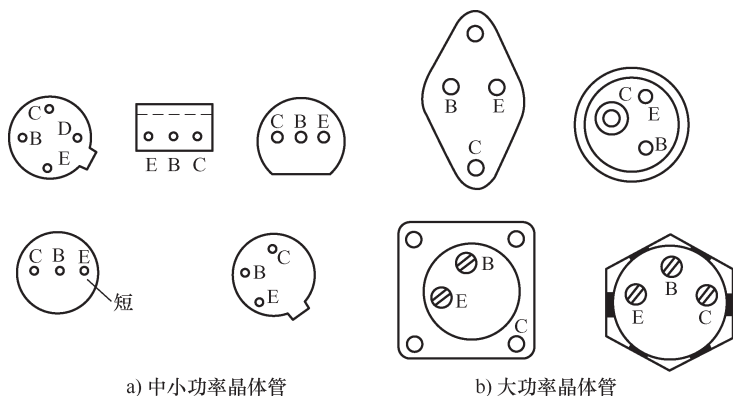


图 2-21 常用晶体管的引脚排列

### 2.5.1 晶体管的表示

晶体管在电路中用“V”或“VT”（旧文字符号为“Q”、“GB”等）表示。其电路符号如图 2-22 所示。

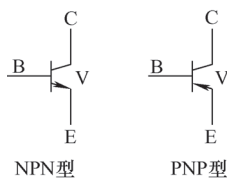


图 2-22 普通晶体管的电路符号

### 2.5.2 晶体管的分类

目前，电动自行车中常用的晶体管从电路结构上可分为以下几种：

#### 1. 普通晶体管

部分大功率晶体管的外形和双二极管（即两个二极管组成的元件，也为 3 个引脚）、场效应晶体管极为相似，判断时应注意区分，以免造成误判。

用数字式万用表测量管子基极和发射极 PN 结的正向压降，硅管的正向压降一般为 0.5 ~ 0.8V，锗管正向压降一般为 0.2 ~ 0.4V。

#### 2. 带阻晶体管

带阻晶体管是由一个晶体管及 1 ~ 2 个电阻组成的。

带阻晶体管相当于一个开关电路使用，当晶体管饱和导通时  $I_C$  很大，C-E 结压降较小，当晶体管截止时  $I_C$  很小，C-E 结压降较高，约等于供电电压，管中的内置电阻决定管子的饱和深度，基极电阻越小，管子导通程度越强，C-E 结压降越低，但该电阻不能太小，否则会影响开关速度。

带阻晶体管外观上与普通晶体管几乎相同，要区分它们只能通过万用表进行测量。

#### 3. 光敏晶体管

光敏晶体管的导通信号是光信号。早期的电动自行车采用此类晶体管用于车速调整。光敏晶体管的电路符号如图 2-23 所示。



图 2-23 光敏晶体管的电路符号

### TIPS

由于飞轮与电动机右侧螺柱的结合为正丝，在长期使用过程中会越来越紧。拆卸时可用一只尖头铁棒冲击飞轮端面的凹槽，飞轴即可拆下。

### TIPS

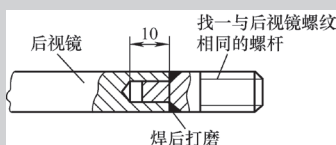
飞轮是一个单方向离合器，正常使用时飞轮外齿顺时针方向转动才能驱动电动机转动，故飞轮安装为正丝。安装时将飞轮旋到电动机右侧盖的螺柱上（一般飞轮的印字朝外），当用手转动飞轴内周阻力较大时旋紧飞轮。

### TIPS

电动自行车后视镜会因各种原因从螺纹根部折断，但其他部位又完好无损，这时可以用以下方法修理使用。

### TIPS

将后视镜断杆端面锉平，用钻头在断面中心钻一个深 10mm 的小孔（孔的直径为 4 ~ 5mm 均可）。再找一个和原螺纹相同的螺栓，去掉六角头，然后把一端加工细（如有条件车制一个更好，没有条件时用锉或在砂纸轮机上磨也可），其尺寸、外径与已钻孔相同，长度应比已钻孔深度短 1mm，装入已钻的孔内，用电焊焊上，经打磨后，刷上银粉即可使用，如下图所示。



TIPS

更换外胎时应尽可能选择与原装外胎相同规格、相同式样的。不要随意选择比原外胎宽度大的外胎或者具有其他类型花纹的外胎，这些类型的车胎适用于山地车及竞技用小轮车，因为宽大的花纹可以增加对地面的摩擦力，可以满足不同地形、地质骑行的需要以及确保跳跃、急转急停等竞技动作的实现。但对于电动自行车来说由于宽度和胎冠花纹的影响，必须要增加蓄电池能量的消耗，而降低整车的电动骑行性能。

TIPS

支起电动自行车主支架，转动前轮，应正常转动且无阻力，转动后轮时应有一定的阻力，但阻力不得过大，否则，表明电动自行车制动过紧。

## 2.5.3 晶体管的检测

### 1. PNP 型和 NPN 型晶体管的判断

用万用表的  $R \times 1k$  挡检测晶体管是 PNP 型或 NPN 型时，用红表笔接基极，黑表笔接发射极或集电极。如所测阻值小于  $1k\Omega$ ，说明被测晶体管是 PNP 型；如果所测阻值为  $5 \sim 10k\Omega$ ，说明被测晶体管是 NPN 型。

### 2. 晶体管引脚的检测

晶体管引脚的检测方法如下：

#### (1) 判定基极

用万用表  $R \times 100$  挡测量管子 3 个引脚中每两个引脚之间的正反向电阻。当用第一根表笔接某一引脚，而第二根表笔先后接另外两个引脚均测得低阻值时，则第一根表笔所接的那个引脚即为基极。同时注意表笔的极性，如果黑表笔接基极，红表笔分别接在其他两极时，测得电阻都较小，则可确定晶体管为 NPN 型（见图 2-24）；反之即为 PNP 型。

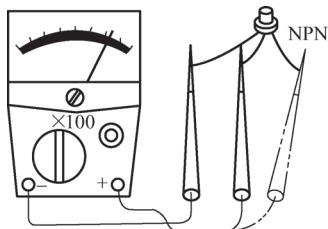


图 2-24 判断晶体管基极

根据锗管比硅管 PN 结正向电阻小的特点，在上述测试中还可判断出被测管是锗管还是硅管。

#### (2) 判定集电极和发射极

找到基极并确定为 NPN 型管后，在剩下的两个引脚中可先假定一个为集电极，另一个为发射极，按图 2-25a 所示的方法测试其放大作用；如确定为 PNP 型管子，则按图 2-25b 测试，并记住指针偏转的位置。然后把假设反过来，即把刚才所用电路中 C、E 脚对换一下（表笔和电阻位置不变），再测试其放大作用。比较两次测量结果，其中指针偏转角度大（电阻小）的那次假设是正确的，因为 C、E 脚正确使用时，晶体管的放大倍数较大。

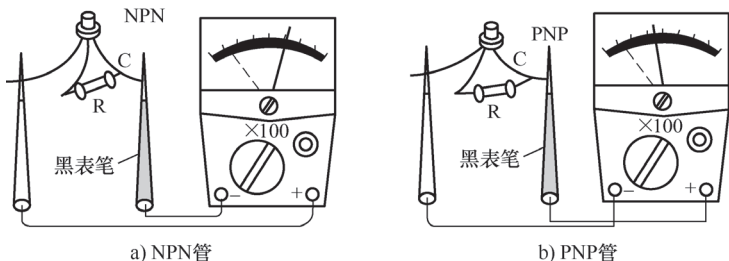


图 2-25 检测晶体管的放大能力

### 3. 检测放大能力

检测时可按图 2-25 所示连接，此时指针应向右偏转，偏转的角度越大，



说明放大倍数越大。如果加了电阻  $R$  之后指针变化不大,或根本不变,则说明管子的放大作用很差或已损坏。

检测硅管时,电阻  $R$  值可在  $50 \sim 100 \text{ k}\Omega$  之间选用;检测锗管,  $R$  阻值可在  $1 \sim 20 \text{ k}\Omega$  之间选用。也可利用人体电阻,即用手用力捏住 C、B 两脚(但 C、B 间不能短路)来代替电阻  $R$ 。

对于大功率管放大能力的检测,电阻  $R$  的取值应适当降低,如取几百欧或几千欧,此时万用表的挡位应改为  $R \times 10$  或  $R \times 1$  挡。

#### 4. 晶体管好坏的检测

电动自行车 PCB 上晶体管的主要故障有断线开路、击穿短路、漏电及稳定性差等。

晶体管的好坏可用万用表的  $R \times 100$  挡或  $R \times 1 \text{ k}$  挡测量。

##### (1) NPN 管好坏的检测

检测 NPN 型晶体管时,先将黑表笔接晶体管基极 B,然后分别将红表笔接集电极 C 和发射极 E,两次都应有读数,而且比较近似;反过来把黑表笔放在基极 B,红表笔放在集电极 C 和发射极 E,无论表笔怎样连接都应该没有读数。否则,说明该晶体管已损坏。

在采用数字式万用表测试 NPN 型晶体管时,应该用红色表笔接 B 极,黑色表笔接 C 极和 E 极;而测试 PNP 型晶体管时则应相反。

##### (2) PNP 管好坏的检测

检测 PNP 型晶体管时,用红表笔接 B 极,黑表笔分别接发射极 E 和集电极 C,所测阻值为发射极 E 和集电极 C 之间的正向电阻,该正向电阻越小越好。对换表笔后,用黑表笔接基极 B,红表笔分别接发射极 E 和集电极 C,所测阻值为反向电阻,该反向电阻越大越好。如所测晶体管的正向电阻为零时,说明晶体管已损坏。

## 2.6 变压器

### 2.6.1 变压器的电路符号

变压器,即变换电压的器件。它由线圈、磁心(铁心)和骨架等3部分构成。其作用是传输交流,隔离直流,可实现电压变换、阻抗变换和相位变换等。

变压器的电路符号如图 2-26 所示。

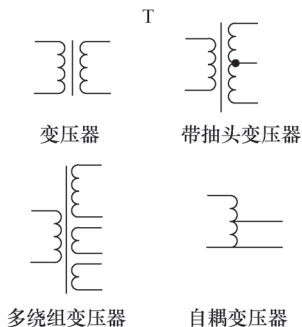


图 2-26 变压器的电路符号

**TIPS**

在蓄电池电量不足时,电动机会抖动,这是正常现象,不会对整车性能产生影响。

**TIPS**

充电不超过 10h 一般是不会损害电池的。充电器应避免存放于高温和潮湿场所,避免让水进入充电器,以防触电。

**TIPS**

充电时应注意不要使用其他品牌的充电器,每个品牌的充电器与电池的性能是相匹配的,只有使用专用充电器才能达到最佳充电效果。



## TIPS

充电器内含高压线路，不要擅自拆卸。充电时，充电器上不要覆盖任何物品，应放置于通风处，同时注意防止液体和金属颗粒进入充电器内部，防止跌落与撞击，以免造成损伤。

## TIPS

铝合金零件出现裂纹后，可采用黏接的方法修复铝合金的裂纹。其操作方法如下。

1. 将裂纹周围的油污、灰尘清洗干净，然后在裂纹的两端部分别钻一个小圆孔，并用铰子顺裂纹开出V形窄槽，再用丙酮将V形槽及其周围清洗干净。

2. 用YO-59 万能胶将V形槽填平，再在槽的周围涂上一层万能胶，并用玻璃丝布或脱脂棉纱布贴在V形槽上，涂一层万能胶，再贴一层玻璃丝布，贴2~3层均可。

3. 经4~6h 固化后，即可装配使用。

## 2.6.2 变压器的分类

变压器的分类形式如下：

### 1. 按变压器的形式

变压器可分为电源变压器、音频变压器、中频变压器和高压变压器等。

### 2. 根据结构与制作材料不同

变压器可分为铁心变压器和磁心变压器。铁心变压器用于低频电路，而磁心变压器用于高频电路。

电动自行车中采用的主要有工频变压器和开关变压器，如图2-27所示。

低频变压器用于普通降压型充电器中，高频变压器应用在开关电源型充电器中。

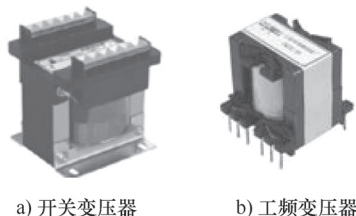


图 2-27 变压器

## 2.6.3 变压器的检测

用万用表的  $R \times 1$  挡测量变压器绕组的电阻时，万用表的两只表笔不分正负直接与被测绕组的引线相连。正常时，万用表应有一定的数值显示，如图2-28所示。如所测阻值接近零，说明该绕组内部短路；如测量时万用表指针不动，说明该绕组内部断路。

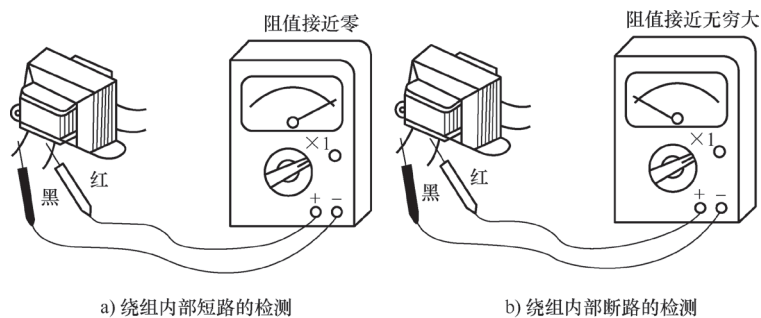


图 2-28 变压器的检测

用万用表的  $R \times 10k$  挡测量每两个独立绕组之间的绝缘电阻或绕组与铁心之间的绝缘电阻，均应为  $\infty$ ；否则，说明该变压器绕组短路或绝缘性能差。如果变压器绕组短路、断路或绝缘性能差，均不能继续使用。

### 1. 开关变压器的检测

可用万用表电阻挡测每个绕组的阻值，正常时阻值多在  $1\Omega$  以内或为几欧姆。变压器的故障率较低，但有时也会出现绕组匝间短路或绕组引脚根部开路的现象。如果出现匝间短路后，会产生开关电源不能起振或开关管击穿

的故障。由于匝间短路不易用万用表测出，所以最好采用同型号的开关变压器器代换检测。引脚根部出现开路现象后，多会导致开关电源没有电压输出，这种情况下可直接更换或拆开变压器，接好开路的部位。

## 2. 工频变压器的检测

其检测方法和开关变压器相同，但它的绕组阻值相对较大。另外，采用测量二次绕组输出的交流电压的方法也比较方便。

必须注意的是，许多工频变压器的一次绕组与接线端子之间安装了温度熔丝管，一旦市电升高或负载过电流引起变压器过热时，该熔丝管会熔断。只要小心拆开一次绕组，即可发现该熔丝管。更换后，即可修复变压器，应急修理时也可用导线短接。

## 2.7 场效应晶体管

### 2.7.1 场效应晶体管的分类

场效应晶体管也是一种常用的半导体器件，通常在模拟电路中作为放大器件使用，在数字电路中作开关器件使用。

场效应晶体管与晶体管很相似，但两者的控制特性却截然不同，晶体管是电流控制器件，通过控制基极电流来达到控制集电极电流或发射极电流的目的，即需要信号源提供一定的电流才能工作，所以它的输入阻抗较低。而场效应晶体管则是电压控制器件，它的输出电流取决于输入电压的大小，基本上不需要信号源提供电流，所以它的输入阻抗较高。

此外，与晶体管相比，场效应晶体管具有开关速度快、高频特性好、热稳定性好、功率增益大及噪声小等优点，因而在电动自行车电路中得到广泛的应用。场效应晶体管的分类形式如下。

#### 1. 按功能分类

场效应晶体管按功能可分为普通场效应晶体管和组合场效应晶体管。

#### 2. 按结构分类

场效应晶体管按结构的不同可分为结型场效应晶体管和绝缘栅（金属氧化物）场效应晶体管两种类型。

其中，绝缘栅场效应晶体管又分为 MOS 场效应晶体管和 VMOS 场效应晶体管两种。

#### 3. 按导电沟道分类

场效应晶体管按导电沟道可分为 N 型沟道、P 型沟道场效应晶体管。

### TIPS

接插件接触不良是指主电路中电源输出端接头以及各分支的接插件因长期使用松动、弹性变差造成接触不良，接触电阻变大，主要特征有：由于接触不良造成打火，接触面有烧蚀痕迹，严重的绝缘受热变形。如果主电路接触电阻变大，控制器上电压降低，电动自行车续行里程变短，严重的会出现欠电压保护，甚至整车无电。

### TIPS

接插件松动是一种随机故障，一般是随着路况和车速的变化而毫无规律地出现或消失，在行驶中有停顿、时快时慢以及无力等感觉。为稳妥起见，必须对松动的连接部位予以焊接处理，这样可以保证彻底根除故障点。

4. 按栅极数目分类

场效应晶体管按栅极数目可分为单栅、双栅场效应晶体管。

2.7.2 场效应晶体管的识别

1. 结型场效应晶体管

结型场效应晶体管有栅极 G、漏极 D 和源极 S。它与普通晶体管相比较，源极 S 相当于发射极 E，栅极 G 相当于基极 B，漏极 D 相当于集电极 C。其外形和引脚如图 2-29 所示。

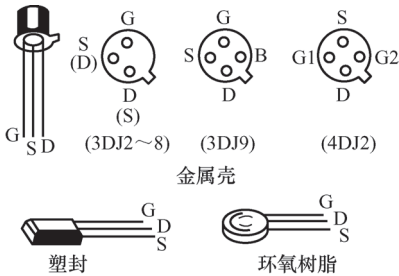


图 2-29 常见结型场效应晶体管的外形和引脚排列

两种结型场效应晶体管的电路符号如图 2-30 所示。

2. MOS 场效应晶体管

MOS 场效应晶体管由于栅极 G 和其他两极（D 和 S）之间隔了一层二氧化硅绝缘层，所以输入电阻极高（ $10^9\Omega$  以上），通常称为 MOS 管。MOS 管有 N 沟道、P 沟道、增强型和耗尽型 4 种类型。其外形与电路符号如图 2-31 所示。

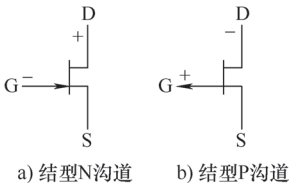


图 2-30 两种结型场效应晶体管的电路符号

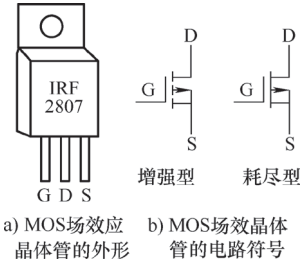


图 2-31 MOS 场效应晶体管

3. VMOS 场效应晶体管

N 沟道 VMOS 场效应晶体管的引脚分别是栅极 G、漏极 D、源极 S 和衬底 B，通常将衬底（又称衬极）与源极 S 相连，所以，从场效应晶体管的外形来看还是一个三端电路组件。其引脚的排序也是以管键为定位点，按顺时针方向依次为 D、G、S。VMOS 场效应晶体管的外形及电路符号如图 2-32 所示。

**TIPS**  
充电器工作一直是正常的，若突然变得不正常、不充电或是出现焦糊的气味，应当立即拔掉电源，最好不要自行拆卸修理，尤其是在没有足够的工具和仪表的情况下，更要谨慎，否则即使勉强可以维持充电，也存在着重大隐患。

**TIPS**  
经维修后的充电器在使用前一定要测试其绝缘强度，以免出现电击危险。可以用万用表测试输入和输出之间的绝缘电阻，其值应大于  $5M\Omega$ 。

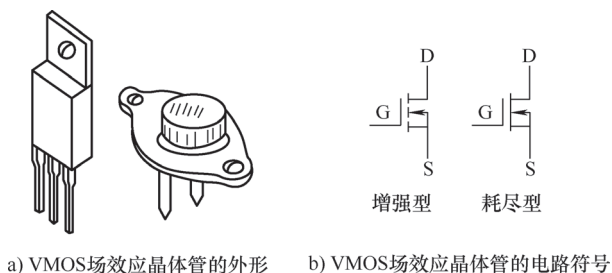


图 2-32 VMOS 场效应晶体管

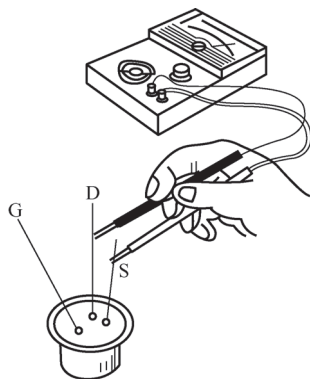
### 2.7.3 场效应晶体管的检测

下面，我们针对前面所讲的几种场效应晶体管，说明其检测方法。

#### 1. 结型场效应晶体管的检测

##### (1) 沟道的区分

如图 2-33 所示，将万用表拨到  $1k\Omega$  挡，黑表笔接一个极，红表笔轮流碰其余两个极，如阻值很大，说明都是反向电阻，则是 N 沟道管，黑表笔接的是栅极。相反，接法不变，但电阻都很小，则是 P 沟道管，黑表笔接的仍然是栅极。



##### (2) 电极的判别

根据场效应晶体管的 PN 结正、反向电阻值不一样的现象，可以判别出结型场效应晶体管的三个电极。对于有 4 个引脚的结型场效应晶体管，另外一极是屏蔽极（使用中接地）。

1) 栅极 G 与沟道型的判定。栅极 G 与沟道型的判定有如下两种方法。

① 将万用表置于  $R \times 100$  挡，用黑表笔（或红表笔）任意接触一个电极，另一只表笔依次去接触其余的两个电极，测其电阻值。

当出现两次测得的电阻值近似相等时，且为低阻值（几百欧姆至一千欧姆），则说明所测的是结型场效应晶体管的正向电阻，此时黑表笔接触的电极是栅极 G，其余两电极分别为漏极 D 和源极 S，判定为 N 沟道场效应晶体管；如两次测出的电阻值均很大，则说明均为结型场效应晶体管的反向电阻，黑表笔所接的也是 G 极，但被测管不是 N 沟道类型，而是 P 沟道类型。

如不出现上述情况，可以调换黑、红表笔按上述方法进行测试，直到判别出 G 极为止。

② 将万用表置于  $R \times 1k$  挡，任选两个电极，分别测出其正、反向电阻值。

**TIPS**

使用充电器给蓄电池充电时，应先将充电器的输出插头插入蓄电池组的充电插座后，再将充电器的市电输入插头插入交流市电的电源插座；充电结束后，则应先拔下市电插头后，再取下充电器的输出插头。

**TIPS**

充电器应工作在通风良好的环境中，不要在烈日或高温的环境下工作，避免因温度过高给蓄电池组和充电器造成危害。

**TIPS**

在充电过程中，如指示灯异常、出现异味或充电器外壳过热，应立即停止充电，并对充电器进行检修或更换。

**TIPS**

充电器在使用和保管中，不要让异物进入内部，更不可使水或其他液体进入充电器，以免造成充电器内部短路损坏。

## TIPS

充电器暴露在外的触头是带电的，严禁用手触摸，或用导电物接触两触头。

## TIPS

使用或存放充电器时，应防止任何液体或金属屑粒等渗入充电器内部。还需要谨防跌落及撞击，以免造成充电器损伤。

当某两个电极的正、反向电阻值相等，且为几千欧姆时，则该两个电极分别是漏极 D 和源极 S。因为对结型场效应晶体管而言，D 极和 S 极可互换，剩下的电极肯定是 G 极。

2) D 极和 S 极的判定。结型场效应晶体管的三个引脚一般是呈 G、D、S 排列的（商标面向上，引脚正对自己），金属封装的结型场效应晶体管排列则以管键为定位点，一般按逆时针 G、D、S 排列。由于结型场效应晶体管的源极和漏极在结构上具有对称性，所以一般可以互换使用，通常两个电极不必再进一步区分。在需要区分 D、S 极的场合下，也可以利用万用表测量两个电极之间的电阻值进行判定。具体方法如下：

将万用表置于  $R \times 10$  挡，用红、黑表笔卡住要判断的 D、S 极上，分别测量极间的正、反向电阻值。当测得阻值为较大值时，用黑表笔与 G 极接触一下，然后再恢复原状。在此过程中，红、黑表笔应始终与原引脚接触，此时万用表的读数会出现两种情况：

① 如读数由大变小，则万用表黑表笔所接的引脚为 D 极，红表笔所接的引脚为 S 极；

② 如万用表读数没有明显变化，仍为较大值，此时把黑表笔与所接的引脚保持接触，然后移动红表笔与 G 极触碰一下。此时如阻值由大变小，则黑表笔所接的引脚为 S 极，红表笔所接的引脚为 D 极。

### (3) 检测放大能力

将万用表置于  $R \times 100$  挡，红表笔接 S 极，黑表笔接 D 极，测出漏源极间的电阻值。然后用手捏住结型场效应晶体管的 G 极，将人体的感应电压信号加到 G 极上，由此可能观察到万用表的指针有较大幅度的摆动。无论指针摆动方向如何，只要指针摆动幅度较大，就说明晶体管有较大的放大能力。如果手捏 G 极时，指针摆动较小，则说明晶体管的放大能力较差；如指针根本不摆动，则说明晶体管已经失去放大能力。

必须注意的是，每次测量完毕后应将 G、S 极间短路一下。这是因为 G-S 结电容上会充有少量电荷，建立起  $V_{GS}$  电压，造成再次进行测量时指针可能不动，只有将 G、S 极间电荷短路放掉才行。

## 2. MOS 场效应晶体管的检测

MOS 场效应晶体管有源极 S、漏极 D 和第一栅极 G1 与第二栅极 G2，应分别测量场效应晶体管 S 极与 D 极、G 极与 S 极、G 极与 D 极、G1 极与 G2 极之间的电阻阻值来判断 MOS 管的好坏。

### (1) 检测源极 S 与漏极 D 之间的电阻阻值

检测时，将指针式万用表置于  $R \times 1$  或  $R \times 100$  挡，红表笔接 S 极，黑表笔接 D 极。正常时，所测得的电阻阻值应在几十欧至几千欧。对调两支

表笔,其读数应与前者一致。如两次检测的数值不同,则说明该场效应晶体管已损坏。

### (2) 检测源极 S 与其他电极之间的电阻阻值

将指针式万用表两支表笔分别接 S 极与 G1、S 极与 G2、G1 极与 G2 极,进行分别测量;之后,对调表笔再予以分别测量。上述各种情况所测得的电阻值均应是无穷大。如上述各种情况检测的阻值过小或为通路,则说明该场效应晶体管质量过差或损坏。

## 3. VMOS 场效应晶体管的检测

VMOS 场效应晶体管的检测方法如下:

### (1) 栅极 G 的判别

使用指针式万用表检测时,将万用表拨至  $R \times 1k$  挡分别测量三个引脚之间的电阻值。因为栅极 G 与另两个引脚是绝缘的,如发现某引脚与其他两引脚的电阻均呈无穷大,并且在调换表笔后仍为无穷大,则可判断此脚为 G 极。

### (2) 源极 S、漏极 D 的判别

VMOS 场效应晶体管在源极与漏极之间有一个 PN 结,可根据 PN 结正、反向电阻存在差异来判别是 S 极或 D 极。测量时,将两表笔交换测量两次,其中电阻较小的一次为正向电阻,此时黑表笔所接的引脚为 S 极,红表笔所接的引脚为 D 极。

### (3) VMOS 场效应晶体管好坏的检测

检测时应将 G 极与 S 极短路,把指针式万用表置于  $R \times 1$  挡,黑表笔接 S 极,红表笔接 D 极。正常时所测得的电阻值在几欧至十几欧,说明该场效应晶体管质量是好的;如测得的阻值过大或为零,则说明该场效应晶体管已损坏。

## 2.8 晶闸管

### 2.8.1 晶闸管的分类及识别

晶闸管主要应用在充电器中,可用作可控直流电源、交流调压开关、无触点继电器及变频、调速等。其外形如图 2-34 所示。



图 2-34 晶闸管外形图

## TIPS

选用充电器要注意两个参数:充电电流和额定电压。

充电器的额定电压要大于电池组的额定电压,充电器的充电电流要小于电池能够接受的充电电流值。

## TIPS

一般地,充电电流应小于  $0.18C$  ( $C$  为蓄电池容量),即  $10 \sim 12Ah$  的电池充电电流小于  $2A$ ,  $17 \sim 20Ah$  的电池充电电流一般要小于  $3.5A$ 。输出电流较小的充电器可以经容量大的电池充电,但充电时间较长;输出电流大的充电器不能用于小容量电池的充电。额定电压高的充电器不能用于额定电压低的电池充电。



晶闸管有单向晶闸管、双向晶闸管、可关断晶闸管、光控晶闸管等。下面我们重点来了解单向晶闸管和双向晶闸管。

### 1. 单向晶闸管

单向晶闸管是由 3 个 PN 结构成的四层三端器件，它的结构和电路符号如图 2-35 所示。

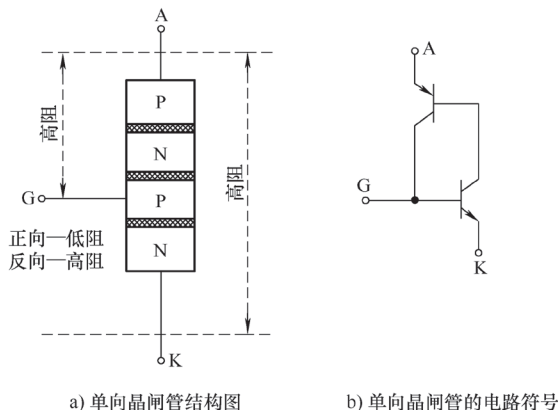


图 2-35 单向晶闸管

单向晶闸管的 3 个引脚功能分别是：

G（门极）、A（阳极）、K（阴极）。

### 2. 双向晶闸管

双向晶闸管的结构为两个单向晶闸管反向并联，所以它具有双向导通特性，即只要门极 G 输入触发电流后，无论 T1、T2 间的电压方向如何，它都能够导通。

双向晶闸管的等效电路及电路符号如图 2-36 所示。

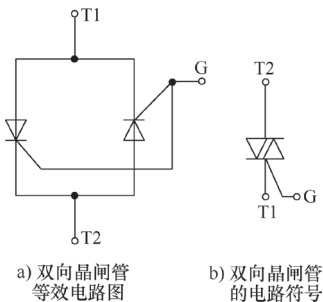


图 2-36 双向晶闸管

## 2.8.2 晶闸管的检测

### 1. 单向晶闸管的检测

#### （1）单向晶闸管电极的检测

单向晶闸管的 G 极与 K 极之间是一个 PN 结，所以只有这两个引脚间具有单向导通特性，而其余引脚间的阻值应为无穷大。如图 2-37 所示，将指针式万用表置于  $R \times 1$  挡，任意测单向晶闸管两个引脚的阻值，测试中出现数十欧阻值时，说明黑表笔接的引脚为 G 极，红表笔接的是 K 极，剩下的引脚为 A 极。

TIPS

代换充电器时，圆孔型输出插头的充电器可通用，三孔型的不能通用。

TIPS

代换充电器时要注意电压参数。可通用的充电器如下：

1. 36V/10Ah 与 36V/12Ah 通用；
2. 36V/17Ah 与 36V/20Ah 通用；
3. 48V/10Ah 与 48V/12Ah 通用；
4. 48V/17Ah 与 48V/20Ah 通用。



### (2) 单向晶闸管好坏的检测

选用万用表  $R \times 1$  挡, 将指针式万用表的红表笔接 K 极, 用黑表笔瞬间短接 A 极和 G 极, 随后测 A 极和 K 极之间的阻值, 如为几十欧, 说明晶闸管被触发并可维持导通状态; 否则, 说明该晶闸管损坏。

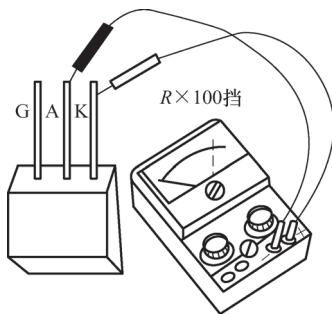


图 2-37 单向晶闸管的检测

## 2. 双向晶闸管的检测

### (1) 双向晶闸管电极的检测

如图 2-38 所示。选用指针式万用表  $R \times 10$  挡, 用黑表笔固定接一电极, 用红表笔分别去测另两个电极, 当测得的两个阻值都是无穷大时, 那么黑表笔所接电极就是 T2。如测得的阻值不全为无穷大, 则应将黑表笔换另一电极再测。判别了电极 T2 后, 用两只表笔测 T1 和 G 两极, 调换表笔再测一次, 比较两次测得的结果, 阻值较小的那一次, 黑表笔所接电极是 T1, 红表笔所接电极是 G。有的双向晶闸管的 T1 和 G 极调换表笔两次测的阻值仅相差几欧姆。如果 G 与 T1 间电阻等于零, 或 T1 与 T2 间电阻不为  $\infty$ , 说明其内部已短路或击穿; 如果 G 与 T1 之间电阻为  $\infty$ , 则说明其内部已开路。

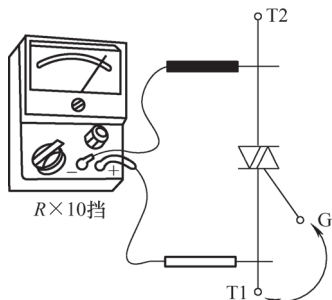


图 2-38 双向晶闸管的检测

### (2) 双向晶闸管好坏的检测

将指针式万用表置于  $R \times 10$  挡, 黑表笔接主电极 T2, 红表笔接 T1, 即给 T2 加正向电压, 再用短铜线将 G 与 T1 短接一下后撤离, 如果万用表指针偏转较大, 并停留在一固定位置, 说明 T1 与 T2 间已触发导通; 把红、黑表笔调换后再重复上述操作 (G 与 T2 短接一下), 如果万用表指针发生较大偏转, 说明双向触发性能是好的。

## 2.9 霍尔组件

### 2.9.1 霍尔组件的构成

霍尔组件是电动自行车经常采用的控制型组件, 调速转把发出速度控制指令, 无刷直流电动机在运转中的换向, 大多是采用霍尔组件来完成的。此

### TIPS

检查充电器内的变压器一次绕组是否短路或内部接触不良的方法是:

用万用表的电阻挡测量一次绕组, 正常时, 该阻值应为  $20 \sim 30\Omega$ 。

### TIPS

若阻值小于此值, 表明变压器一次绕组内部短路。若测量阻值不稳定, 表明变压器一次绕组内部接触不良, 需更换变压器。

### TIPS

充电器的指示灯显示异常, 而不能正常充电, 表明故障在充电控制或指示灯显示电路。

TIPS

充电器的充电电压偏高或偏低，表明充电器的稳压控制电路或 PWM 控制电路异常。

TIPS

充电器的散热风扇不转，表明风扇电动机损坏或风扇电动机驱动电路异常。

TIPS

在检修充电器输出电压过大故障时，一定要减少通电测量时间或取下熔断器，串入 60W 左右的灯泡来降低开关管的工作电流，以免开关管过电流损坏。

外还有霍尔型数字式里程速度表等。

霍尔组件用于无刷电动机，其作用是告知控制器何时改变电动机电流的方向。

将霍尔元件、放大器、温度补偿电路等集成在一个芯片上，即成为霍尔组件。霍尔组件的外形如图 2-39 所示。其内部结构如图 2-40 所示。



图 2-39 霍尔组件外形图

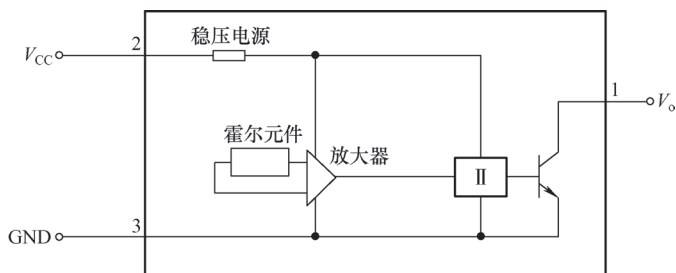


图 2-40 霍尔组件内部结构图

## 2.9.2 霍尔组件的分类

霍尔组件按照输出方式可分为以下两类。

### 1. 线性输出

线性输出方式的霍尔组件就是当由强到弱的磁场靠近霍尔组件时，其输出电压随之逐渐增大或减小。

### 2. 开关输出

开关输出方式的霍尔组件就是当一个磁场靠近或远离霍尔组件时，其输出电压随之改变为低电平或高电平。

## 2.9.3 霍尔组件的检测

### 1. 引脚功能的判断

霍尔组件引脚功能的判断方法如下：

#### (1) 根据霍尔导线的颜色判断

无刷电动机与控制器相连的霍尔线有 5 根，一般黑线为接地端，红线为电源正端，其余的黄、蓝、绿线则为霍尔信号输出端（接霍尔相线）。

#### (2) 直观判断法

将霍尔组件表面带字母的面朝上放置，中间脚为接地端，左脚为电源正端。右脚为信号输出端（接霍尔相线），如图 2-41 所示。

## 2. 霍尔组件的检测

一般来说,霍尔组件的故障主要有霍尔组件脱落、霍尔集成电路失效、霍尔引线断开等。如怀疑霍尔组件损坏,应按以下方法进行检测。

### (1) 分解电机,直接检测霍尔组件

选用数字式万用表电阻挡,让红表笔接中间脚,如黑表笔接左脚(电源正端)时,其电阻为无穷大(即显示“1”),则呈现断路状态;黑表笔接右脚(相线脚)时,其电阻一般为400~900Ω(因不同霍尔组件间的电阻有所不同),否则说明霍尔组件损坏。

### (2) 检测霍尔相线电压

把电动机与控制器连接好,并接通电源。选用万用表10V直流电压挡,让黑表笔接黑色霍尔导线,红表笔接红色霍尔电源线,即测霍尔组件的电源电压,一般为5V,但也有4.5V或6.25V的。

在霍尔导线及连接正常的情况下,进行以下测量:如霍尔电源电压为5V,将万用表黑表笔接黑线,红表笔接蓝线(或黄线、绿线),慢慢转动后轮,万用表读数按0~5V顺序变化为正常。如长期处于高电位5V,或长期处于低电位0V,则说明蓝线对应的霍尔组件损坏。其他霍尔组件的测量,以此类推。

### (3) 不分解电动机检测霍尔引线间的电阻

将电动机与控制器相连的插接器去掉,同时把数字式万用表的挡位旋钮旋至二极管挡。

将万用表的红表笔接霍尔接地线,黑表笔分别接霍尔相线(即蓝线、绿线、黄线),3个电阻值应基本一致。然后将黑、红表笔对调,分别测量3线阻值,也应基本一致。如所测某相阻值与其他两相阻值相差很大,则说明与其相对的传感器异常。

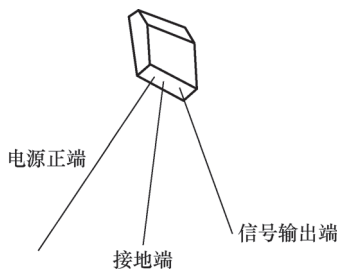


图 2-41 霍尔组件的引脚排列

## TIPS

充电器继电器触点是否正常接通,可通过测量继电器触点两端是否有电压差来判断。

## TIPS

充电器继电器触点若两端为等电压,表明继电器触点接通,否则表明继电器触点断开。

## TIPS

继电器触点接通或断开时能听到轻微的吸合声,这是由内部的电磁铁作用引起的。能听到吸合声仅表明继电器线圈部分工作良好,若其开关触点出现氧化、烧蚀等现象依然不能正常接通。

## TIPS

在充电过程中,继电器控制电路尤为重要。若继电器触点不能正常接通,会造成恒流充电时充电电流较小,增加充电时间。若在涓流充电时继电器不能正常断开,又会导致涓流充电电流过大,蓄电池被过充电。

## 2.10 互感滤波器

### 2.10.1 互感滤波器的构成

互感滤波器的作用是消除干扰杂讯,将输入或输出经过过滤而得到纯净的交流电。互感滤波器由两个一样的线圈和磁心构成,如图 2-42 所示。

### 2.10.2 互感滤波器的检测

互感滤波器损坏后,通常会发出“吱吱”声且表面有变色现象,有时还

会引起市电输入回路的熔丝管过电流熔断。互感滤波器通常采用相近的更换即可。

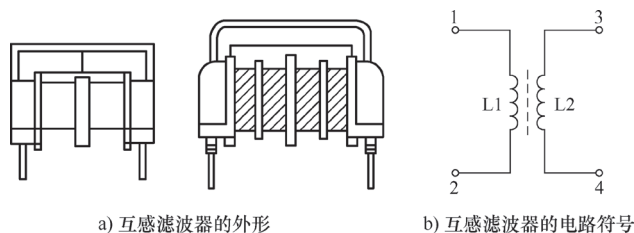


图 2-42 互感滤波器

## 2.11 熔断器

### 2.11.1 熔断器的分类

熔断器安装在供电回路最前面，当滤波电容或负载因漏电、短路等原因引起电流增大，超过熔断器标注的熔断电流值时，熔断器迅速熔断，切断供电回路，以免故障进一步扩大。熔断器的外形和电路符号如图 2-43 所示。

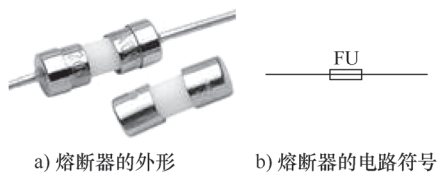


图 2-43 熔断器

常用的熔断器有普通熔断器、玻璃管熔断器、快速熔断器、延迟熔断器、温度熔断器和可恢复熔断器等。

熔断器的额定电压和额定电流一般都标在外壳上。熔断器熔断多因负载过电流引起，所以熔断器熔断后必须检查负载是否正常，更不能用导线代替熔断器，以免扩大故障。

### 2.11.2 熔断器的检测

熔断器的检测方法如下：测量熔断器时可用数字式万用表的  $R \times 1$  挡，万用表的两只表笔不分正负与熔断器两端金属部分相接，正常时熔断器的阻值为零。如所测阻值为无穷大，说明被测熔断器内部断路；如所测阻值忽大忽小，不稳定，说明熔断器内部接触不良。

熔断器断路或接触不良时均不能继续使用，应更换。

TIPS

当主电源输出电压过高时，在检修前应在市电输入端串接 60W 左右的灯泡用来限流降压，防止开关管在检修过程中再次损坏。串接灯泡时可将熔断器取下把灯泡接在熔断器座上。

TIPS

打开电源开关，转向灯、制动灯明亮，电喇叭声音高亢，转动调速转把，电动机强劲有力，表明蓄电池电量充足；否则，说明电量不足。

## 2.12 集成电路

### 2.12.1 集成电路的分类

集成电路英文缩写为 IC，它是将晶体管、电阻器及电容器等元器件，按电路结构的要求制作在一块硅片上，然后封装而成的。集成电路可分为数字集成电路和模拟集成电路两种。

#### 1. 模拟集成电路

电信号连续变化的，称模拟信号。模拟电路是用来处理模拟信号的，如运算放大器等。

#### 2. 数字集成电路

电信号不连续的信号，称数字信号。数字电路是用来处理数字信号的，由于信号的不连续性，数字电路多半是由开关电路组成的逻辑电路。

此外，还有一些集成电路内含模拟和数字电路，构成专用集成电路，如开关电源、晶闸管触发、逆变电源控制等专用集成电路。

### 2.12.2 集成电路的识别

集成电路又称集成块，在电气原理图中的符号是 IC 或 U。

电动自行车上使用的集成块有三端稳压器、三端可调压器、精密稳压器、运算放大器、电压比较器、门电路、脉宽调制电路（PWM）、单片机、时基电路、光耦合器、无刷电动机控制台专用芯片等。

#### 1. 常见集成电路的外形与封装

集成电路按外形、封装不同，有圆形封装、扁平封装（表面安装）、双列直插和单列直插封装、软封装，以及大规模集成电路封装等多种，如图 2-44 所示。

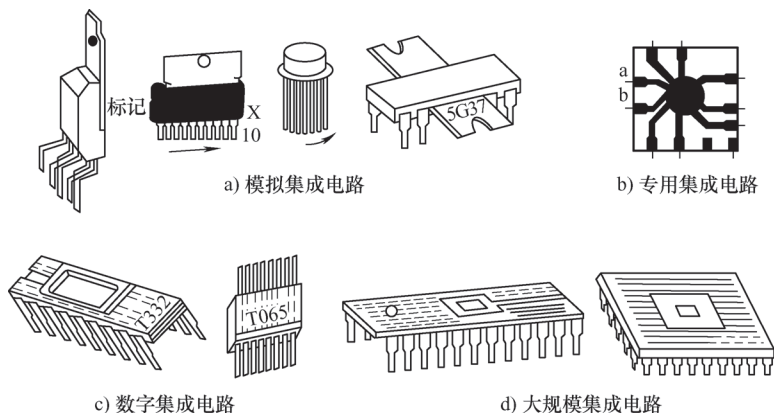


图 2-44 集成电路外形

TIPS

蓄电池电解液不低于下标线，未有明显的变形、裂纹和漏液等缺陷。

TIPS

打开电源开关，转动调速转把使电动机运行，此时灯光短时间变暗，但电动机运转有力，表明蓄电池良好和电量充足。

## TIPS

蓄电池充电不到 30min，其外壁发热烫手，表明蓄电池内部短路或极板严重硫化。

## TIPS

蓄电池电量的快速判断：用万用表测量蓄电池组的电压，每一单体电池的电压不小于 1.75V，12V 蓄电池电压不小于 10.5V，24V 蓄电池电压不小于 21V，36V 蓄电池电压不小于 31.5V，48V 蓄电池电压不小于 42V，否则应进行充电，避免蓄电池极板氧化而损坏。

## TIPS

对蓄电池充电不到 2h，充电指示灯变绿，行驶距离达不到 10km，则表明蓄电池容量不足。

其中，双列或单列直插多为塑料外壳，最为通用。

### 2. 集成电路的引脚排列与识别

集成电路的引脚数量虽不同，但排列方式仍有一定规律可循。一般总是从外壳顶部看，按逆时针方向编号，如图 2-45 中箭头所示方向，第 1 脚位置都有参考标记，如圆形管座以键为参考标记，逆时针数。如是扁平形或双列直插形，无论是陶瓷封装还是塑料封装，一般均有色点或某种标记（如小圆孔或锁口、缺角等），在色点或标记的正面左方，靠近色点的脚或靠近标记的左下角就是第 1 脚，然后按逆时针方向数下去。图 2-46 和图 2-47 所示为各种封装集成电路的常见引脚排列方式。

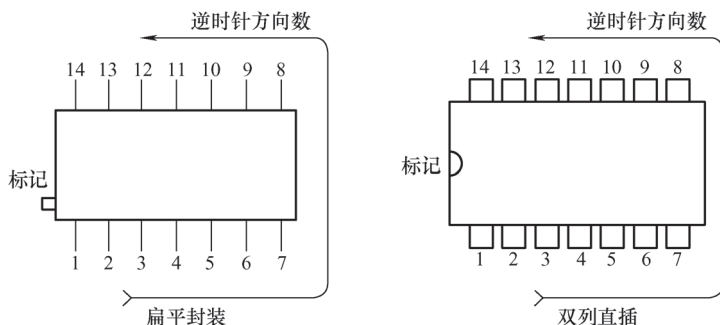


图 2-45 扁平封装和双列直插集成电路引脚的识别

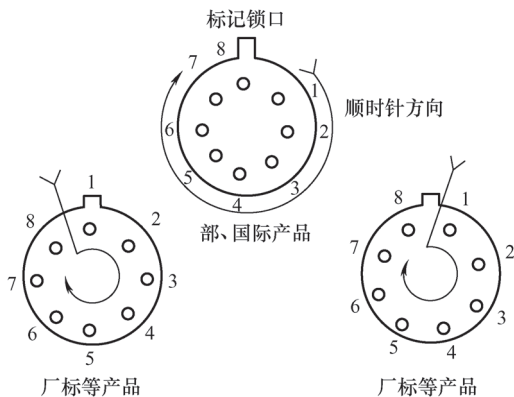


图 2-46 圆壳封装集成电路引脚的识别（底视）

### 2.12.3 集成电路的检测

检测集成电路的一般方法是用仪表测试各脚电压、各引脚对地电阻、输入和输出电压、电源功耗、输入输出波形等，并将测试结果与正常集成电路参数对照，就可以判断被测集成电路是否正常。

检测电动自行车集成电路时，主要应测量其关键测试点。

在电动自行车中，常用的集成电路有微处理器、开关电源厚膜集成电路和运算放大集成电路。下面我们来具体分析一下这几种常见集成电路的关键



测试点。

## 1. 微处理器集成电路的关键测试点

微处理器集成电路的关键测试点主要是  $V_{DD}$  电源端、RESET 复位端、 $X_{IN}$  晶振信号输入端、 $X_{OUT}$  晶振信号输出端及其他线路输入、输出端。

用在线检测法测量出上述关键点的对地电阻值和电压值，与正常值对照，即可判断该集成电路是否正常。

## 2. 开关电源集成电路的关键测试点

开关电源集成电路的关键测试点主要是  $V_{CC}$  电源端、电压检测输入端、电流检测输入端、激励脉冲输出端等。

用在线检测法测量集成电路各引脚的电压值和电阻值，然后与资料上的正常值进行比较，如相差较大，还应检测相关的外围组件，在确定外围组件正常的情况下，则可判断该集成电路已损坏。

在开关集成电路中，开关管是核心组件，对内置大功率开关管的厚膜集成电路，当怀疑开关管不良时，可通过测量开关管 C、B、E 极之间的正、反向电阻来进行判断。

## 3. 运算放大器集成电路关键测试点

运算放大器集成电路的关键测试点主要是输入和输出端。此点静态时电压值较高。

测试时，将万用表拨至直流电压挡，测量输出端与负电源端之间的电压值。用手握金属镊子依次点触运算放大器的两个输入端（加入干扰信号），并观察指针的摆动情况，正常时，万用表指针会有较大的摆动，如指针根本不动，则说明该运算放大器已损坏。

## 4. 电动自行车具体集成电路关键点测试

在电动自行车中，常用集成电路有 TL494 电路和 555 时基电路。下面我们来具体了解一下其关键点的具体测试方法。

### (1) 集成电路 TL494 的测定

集成电路 TL494 电路的内部构造如图 2-48 所示。

集成电路 TL494 的测定步骤如下：

1) 准备仪表：对集成电路的测试要选功能比较全面的，例如数字式万用表，型号以 MY68 型和 MS8201 型数字式万用表比较实用。它们能测到的频率一般为 150kHz 和 200kHz。另外需要一台示波器、可调线绕电阻等。

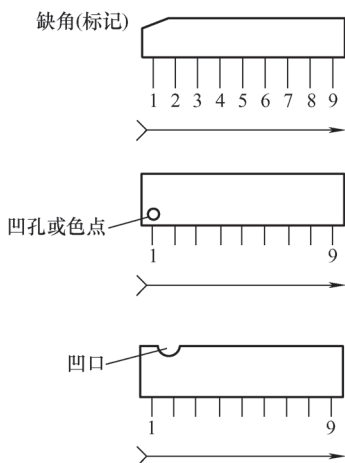


图 2-47 单列直插封装集成电路引脚的识别

**TIPS**

根据仪表内电量指示灯或电量表，可判断蓄电池内的电量。

**TIPS**

查蓄电池内的电解液密度，20℃ 的温度下，电解液的正常密度为 1.26 ~ 1.28g/cm<sup>3</sup>。密度下降 0.01g/cm<sup>3</sup> 相当于蓄电池放电 6%。



## TIPS

如果电池外壳有裂纹,修理前,用苏打水洗刷蓄电池外壳,清除全部脏物,然后用刮刀沿裂缝方向将壳壁外面削成V形槽,其深度为壳体壁厚的2/3,再用锉刀将沟槽沿边锉成粗糙面,然后用丙酮或92#以上的汽油将沟槽彻底清洗干净,最后用黏结剂修补。

## TIPS

将电池盒安装到电动自行车上时,应先用万用表测量电池的正、负极与整车的正、负极是否相同,如不相同,会造成控制器烧坏。

## TIPS

用环氧树脂黏结剂修补蓄电池具体方法是:

用气焊枪或其他加热器将裂缝处局部加热使其变软,用铲刀在裂缝处割成V形,用刀片把已配制好的环氧树脂黏结剂塞入V形槽内,并涂平,用纸覆盖。待0.5h后,在40~60℃的干燥环境中静置2~3h;或室内自然硬化后,除去贴纸,锉光表面,修补完成。

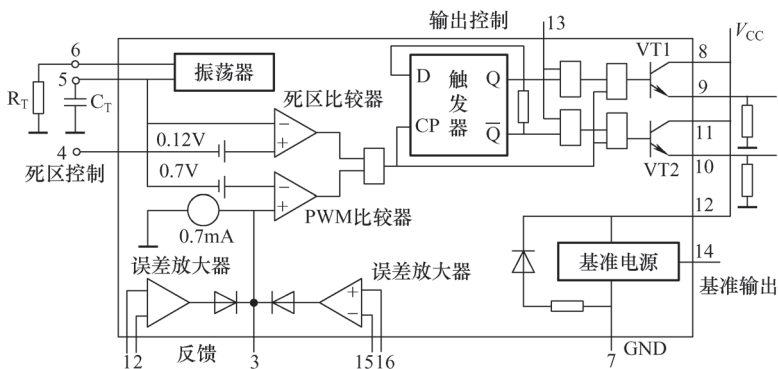


图 2-48 集成电路 TL494 内部构造

2) 测量振荡频率: 首先将万用表选择旋至 200kHz 挡, 初测 TL494 最高振荡率 (对其他集成电路如低于 200kHz, 可随时调整挡位), 以求准确。TL494 的振荡在 5、6 脚, 因此万用表表笔应接在这两个脚, 测定其锯齿波。充电器和控制器电路的振荡频率为 20 ~ 80kHz, 测定结果是其中某值, 说明集成电路的振荡正常, 电阻电容值正确。如果没有任何振荡迹象, 应当检查接触点和表笔、接线等。若重新测试后仍测不到数值, 说明集成电路有问题。

如果频率不准, 说明问题在  $R_T$  或  $C_T$ , 可视情况适当调整或更换。

3) 测量占空比: 准备好示波器, 将 TL494 的输出脚 9、10 接在示波器输入接口, 并预先给 9、10 脚加额定负载。这里需要注意的是, 没有额定负载, 测出的占空比是不准确的, 会偏离原设计值。观察示波器的 9、10 脚输出的波形, 同时调整占空比: 对控制器, 调整调速手柄, 由 0 旋至最大; 对充电器, 调整 6 脚电阻值, 由 0 调到最大 (电容  $C_T$ , 同时调整)。这时从示波器中应当看到占空比由 0 ~ 100% 范围内均匀变化。

4) 测量输出电压范围: 将数字式万用表选择钮旋转至直流 50V 电压挡, 测量 TL394 输出端在空载和负载两种条件下的输出电压, 输出脚为 8、11 脚。调整负载电阻, 当负载增大时, 电压提高, 且变化反应灵敏。

5) 软启动: 对有软启动功能的集成电路测定软启动时, 将数字式万用表拨至直流电压挡, 测其软启动脚的对地电压。按模拟操作开机后, 从显示窗口应能观察到软启动脚电压由 0 逐渐升高, 而不是突然升高, 这是软启动的保护特点, 是通过输出电压的缓慢建立而完成的。

另外, 还可以测定各种芯片的其他功能和数据。

### (2) 555 时基集成电路的关键测试点

555 时基集成电路内部的主要器件有: 两个电压比较器、一个双稳态触发器、一个由 3 只电阻构成的触发器和一个功率输出级。

555 时基集成电路将数字电路和模拟电路巧妙地结合在一起, 用万用表很难直接测出其好坏。可采用 6V 直流电源、电源锁和一个 8 脚 IC 插座,

配置阻容组件和发光二极管 LED 组成一个检测电路对其进行检测。

测试时，将时基集成电路插入 IC 插座，按下电源锁，如发光二极管 LED 闪烁发光，则说明时基电路正常；如 LED 不发光或一直亮，则说明该时基集成电路有故障。

## 2.13 光耦合器

光耦合器由一只发光二极管和一只光敏晶体管构成。

当发光二极管流过导通电流后开始发光，光敏晶体管受光照后导通，这样通过控制发光二极管导通电流的大小，便可控制光敏晶体管的导通程度，所以它属于一种具有隔离传输和隔离控制的器件。在电动自行车中主要应用于充电器的稳压控制电路中。

光耦合器有 4 脚直插和 6 脚直插两种。

### 1. 4 脚直插光耦合器

其外形以及电路符号如图 2-49 所示。

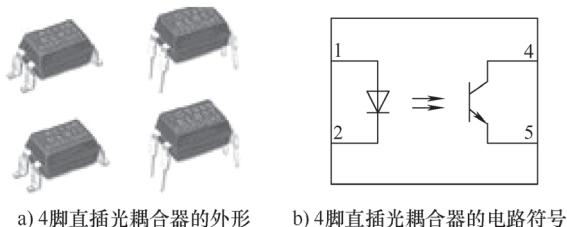


图 2-49 4 脚光耦合器

### 2. 6 脚直插光耦合器

其外形以及电路符号如图 2-50 所示。

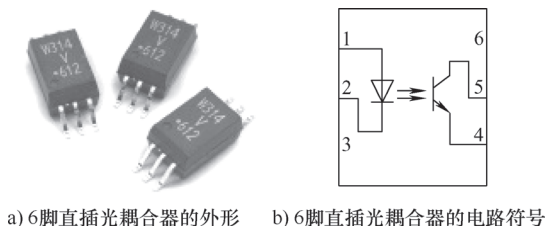


图 2-50 6 脚光耦合器

在充电器电路中经常用到光耦合器，光耦合器是反馈信息并能隔离它两侧电路的器件，尤其对输入侧有害的噪声，不能随信息进入输出端。

光耦合器的常见型号有 L9902、817L、PC817、PC111、TLP521、4N25、4N26、4N35、4N36 等。不同型号的光耦合器虽然性能相近，但特性仍有所

**TIPS**

整车正、负极测量方法：  
用手快速转动电动机，并用万用表测量电动自行车上与电池相接线的输出电压，如万用表显示“-”，说明红表笔所接为负极；如正、负极错误，须对调后再安装。

TIPS

蓄电池充足电后，每个蓄电池的电压应为 13 ~ 14V，超出这个电压值为不正常。蓄电池的电用完后，每个蓄电池的电压应为 11.60V 以上，低于 11.60V 的蓄电池为不正常。

TIPS

检查蓄电池端电压和蓄电池容量是否相符。12V 蓄电池以 2h 率放电时，放电电压与容量的关系见下表。

|            |       |
|------------|-------|
| 10%        | 10.50 |
| 20%        | 11.20 |
| 30%        | 11.71 |
| 40%        | 11.72 |
| 50%        | 11.92 |
| 60%        | 12.25 |
| 70%        | 12.41 |
| 80%        | 12.50 |
| 90%        | 12.55 |
| 100%       | 12.65 |
| 容量<br>电压/V |       |

若所测蓄电池的电压与蓄电池容量关系不符合表中标准，应予以修复或更换。

差别。

TLP532、TLP632 等为 6 脚线性光耦合器，4N 系列属 4 脚非线性光耦合器。4N 系列是充电器电路中常用的，它们不适合在开关电路中使用，只适合于模拟电路。但是 4 脚光耦合器可以替代 6 脚光耦合器。

当光耦合器有故障时，最好采用代换法进行检修。

2.14 单片机

一定容量的 RAM、ROM、I/O、定时器等电路集成在一块芯片上，构成单片微型计算机（简称单片机）。单片机又称单片微控制器、微控制器，如图 2-51 所示。



图 2-51 单片机外形图

单片机和微处理器不同，微处理器是由运算器和控制电路构成的。单片机不是完成某一个逻辑功能的芯片，而是把一个计算机系统集成到一个芯片上，内部具有存储器、译码器、脉宽调制功能电路、锯齿波发生器、输入输出端口，以及能够通过方波控制功率管的导通时间，从而控制电动机转速的驱动电路等。

电机控制和充电电路中经常用到这种单片机，有专用的，也有通用的。专用的如 UC3842、MC33035 等。电动自行车充电器有的也采用单片机。

单片机一般由软件与硬件组成。软件指的是各种程序。硬件包括运算器、控制器、存储器、特殊功能寄存器等，其中运算器和控制器合并称为中央处理单元（CPU）。单片机既要运算，还要进行控制，因此，一般还具有计数器和定时器。

对于电动自行车的单片机的检修来说，如发现单片机损坏时，只更换硬件并不能够解决问题。因此，可用同型号同车型的控制器的代换，效果会要好一些。

2.15 晶振

晶振是将石英晶体按一种特殊工艺切成薄片，然后在晶片的两个相对面涂上银层，夹在（或焊在）两个金属引脚之间，再用金属、陶瓷等外壳封装，如图 2-52 所示。

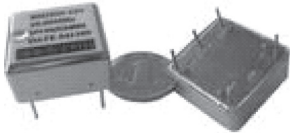


图 2-52 晶振外形图

### 2.15.1 晶振的功能

晶振用来和时钟电路配合产生精度较高的时钟信号，它是 CPU 和各个受控制电路进行正常通信的基础。晶振利用压电效应产生的是正弦波振荡信号，再通过整形、放大和分频后才能获得 CPU 电路工作所需用的时钟信号。

### 2.15.2 晶振的检测

晶振损坏后会导致 CPU 电路不工作或工作紊乱的故障。当晶振出现异常时，最好采用代换法、波形检测法进行判断。另外，由于晶振在结构上类似一只小电容器，所以也可采用电容表的电容挡通过检测容量的方法进行判断。

## 2.16 LED 数码管

如图 2-53 所示，为电动自行车 LED 数码管的外形。

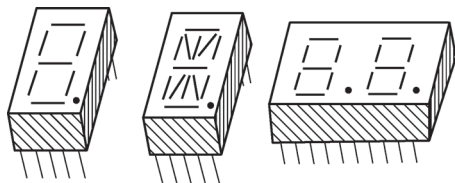


图 2-53 LED 数码管外形示意图



## 第3章

# 维修的基本技能

## TIPS

新使用的蓄电池，充电时间需要 6 ~ 8h。如果骑行的路程不长，又每天充电，那么充电时间一般需要 2 ~ 3h。蓄电池长期不用时，应将电池充满后存放，并定期每个月充一次电。

## TIPS

蓄电池是有一定使用寿命的，如果一次充电后的最大行驶里程在额定续行里程一半以下，必须对蓄电池进行一次保养修复，这样可延长蓄电池的使用寿命。如经检测蓄电池已损坏，则需更换电池。更换电池应到维修中心，不要将不同品牌或新旧电池混用。

## 3.1 维修工具的使用技能

### 3.1.1 万用表的使用

万用表的功能很多，可以测量电阻、电流和电压等参数，常用的万用表有指针式与数字式两种，我们以数字式万用表为例，数字万用表是将所测量的电压、电流和电阻等值直接用数字显示出来的测试仪表，具有测量速度快、性能好的特点。另外它还能测量电容、电感以及晶体管放大倍数等，是一种多功能测试工具。数字式万用表的结构如图 3-1 所示。

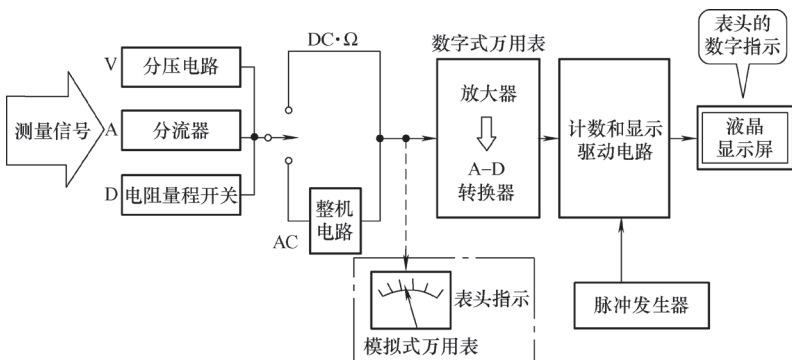


图 3-1 万用表结构图

#### 1. 数字式万用表的种类

数字式万用表的种类繁多，分类方法也有多种，通常按其测量精度的高低，以产品档次分类。

##### （1）普及型数字式万用表

这类万用表结构、功能较为简单，一般只有 5 个基本测量功能：DCV、ACV、DCI、ACI 及  $h_{FE}$ 。它价格低廉，精度一般为三位半，如：DT-830、DT-840 等型号。

##### （2）多功能型数字式万用表

多功能型数字式万用表较普及型主要是增加了一些实用功能，如电容量、高电压和大电流的测量等，有些还有语音功能。这类仪表有 DT-870、DT+890 等型。电动自行车维修使用这类万用表即可满足需要。

##### （3）高精度、多功能型数字式万用表

精度在四位半及以上。除常用测量电流、电压、电阻、晶体管放大系数等功能外，还可测量温度、频率、电平、电导及高电阻（可达 10000MΩ）等，有些还有示波器功能、读数保持功能。常见型号有袖珍式 DT-930F、DT-930FC、DT-980 等，以及台式 DM-8145、DM8245 等数字式万用表。

##### （4）高精度、智能化数字式万用表



高精度、智能化数字式万用表是指内部带微处理器，具有数据处理和故障自检等功能的数字式万用表。它可通过标准接口（如 IEEE.488、RS-232 等）与计算机、打印机连接。

### 2. 数字式万用表的特点

同指针式万用表相比，数字式万用表有其明显的特点。数字式万用表外壳一般选用 ABB 工程塑料制成，重量轻、强度高。袖珍式数字万用表普遍采用 LCD 液晶显示器，台式数字万用表多使用 LED 发光二极管显示器。和许多产品一样，数字式万用表都附有用户使用手册，一般使用方法都有比较详细的说明。

这里以 DT9205 数字式万用表为例，对日常使用较多的中低档数字式万用表的维护使用要点作简单的说明。数字式万用表的外观如图 3-2 所示。

#### (1) 功能选择

DT9205 数字式万用表具有 32 个量程，电动自行车维修过程中常用的主要有最大直流电流挡、20V 直流电压挡、200V 直流电压挡、750V 交流电压挡和二极测量挡。

#### (2) 测试数据显示

在 LCD 中量程与 LCD 有一定的对应关系，如果量程是一位数，则 LCD 上显示一位整数，小数点后显示三位小数；如果是两位数，则 LCD 上显示两位整数，小数点后显示两位小数；如果是三位数，则 LCD 上显示三位整数，小数点后显示一位小数；有几个量程，对应的 LCD 没有小数显示。

#### (3) 全量程过载保护

过量程时，LCD 的第一位显示“1”，其他位没有显示。

#### (4) 显示方式

三位半，即液晶显示的最大显示值为 1999，后三位可从 0 变到 9，第一位从 0 到 1 只有两种状态。

#### (5) 电池电量不足指示

LCD 液晶屏左下方显示电池符号，表示电池电量不足。

### 3. 万用表在电动自行车维修中的使用

数字式万用表在维修中一般负表笔插于标有“COM”的插孔内，正表笔插于标有“A、V”的插孔内。表笔用于连接被测对象。

#### (1) 测量电压



图 3-2 数字式万用表

### TIPS

数字式万用表的显示值有正负之分，显示正值（无“+号”）红表笔接的是正极；显示负值，红表笔接的为负极。

### TIPS

① 如果使用前不知道被测电流范围，将功能开关置于最大量程并逐渐下降。

② 如果显示屏只显示“1”，表示过量程，功能开关应置于更高量程。

③ “⚠”表示最大输入电流为 200mA，过大的电流将烧坏熔丝，应更换；有的 20A 量程无熔丝保护，测量时不能超过 15s。

### TIPS

电压、电流的测量都是带电测量，都有人身安全与设备安全的问题，要特别注意。

## TIPS

①如果被测电阻值超出所选择量程的最大值，将显示过量程“1”，应选择更高的量程，对于大于  $1\text{M}\Omega$  或更高的电阻，要几秒钟后读数才能稳定，这是正常的。

②当没有连接好时，例如开路情况，仪表显示为“1”。

③当测量线路的电阻时，要保证断开被测线路中的所有电源，所有电容放电。被测线路中，如有电源和储能元件，会影响线路电阻测量正确性。

④万用表的  $200\text{M}\Omega$  挡位，短路时有 10 个字，测量一个电阻时，应从测量读数中减去这 10 个字。例如测一个电阻时，显示为 110.0，应从 110.0 中减去 10 个字。被测元件的实际阻值为  $100.0\ \Omega$  即  $100\text{M}\Omega$ 。

电动自行车线路中没有交流电压，需要测量的一般有电源电压  $24 \sim 80\text{V}$ ，控制器输出电压  $18 \sim 80\text{V}$ ，应该使用  $100\text{V}$  或  $200\text{V}$ （数字式万用表）电压挡，测量控制器信号电源电压和单块蓄电池电压应使用  $20\text{V}$  直流电压挡。如果没有把握，测量之前，最好先用高档位粗测，再换相应挡位细测。

### （2）测量电流

测量电流时不仅要选择挡位，还要选择红表笔的插孔。 $200\text{mA}$  以下电流测量，表笔插入“mA”插孔，安培级（ $10\text{A}$ ）电流测量，要把红表笔改插到“ $10\text{A}$ ”的专用插孔内。

测量电流时，要把选好挡位和插孔的万用表串联到被测电路中，如果读数为正，说明被测电流的方向是由红表笔流入，由黑表笔流出，反之亦然。

### （3）测量电阻

电阻测量必须在不带电的情况下进行。测量时万用表内部电池产生流过被测电路的电流，根据这个电流的大小可以判断电阻的大小。量程的选择要和被测电阻的大小相适应，以保证测量精度。测量较大电阻（ $100\text{k}\Omega$  以上）时，手不要接触表笔尖端及电阻体，以免人体电阻影响测量结果。

### （4）测量二极管

二极管具有单向导电性，可用电阻挡测量，正向电阻为几百欧姆，反向电阻为几百千欧姆以上为正常。

数字式万用表有专测二极管的一挡，处于这一挡时，红表笔接二极管正极，黑表笔接负极，显示的数字在  $500 \sim 700$  之间为正常。

### （5）测量通断

通断测量是电动自行车维修中常用的方法之一，测量通断与测量电阻的原理相同，只是被测电阻较小，主要目的是判断电路的通断。数字式万用表，可以使用二极管测量挡测量线路通断，除有数字显示外，还配以音响和灯光指示。有音响，表示通，无音响，表示断。

## 3.1.2 电烙铁的使用

### 1. 焊接工具及耗材

电烙铁按加热方式分为外热式和内热式两种，按照使用的电源电压分为  $220\text{V}$  普通电烙铁和低压电烙铁。烙铁头有尖形、扁形之分，扁形又有宽窄之分。

除此之外，还有抗氧化与不抗氧化之分，抗氧化的使用寿命长，不抗氧化的使用寿命短。可根据需要，合理选择。一般来说电烙铁的功率越大，热量越大，烙铁头的温度越高。焊接集成电路、印制电路板、CMOS 电路一般

选用 20W 内热式电烙铁。使用的烙铁功率过大,容易烫坏元器件(一般二极管和晶体管结点温度超过 200%时就会烧坏)或使印制导线从基板上脱落;使用的烙铁功率太小,焊锡不能充分熔化,焊剂不能挥发出来,焊点不光滑、不牢固,易产生虚焊。焊接时间过长,也会烧坏器件,一般每个焊点在 1.5 ~ 4s 内完成。

一般电动自行车维修工应该准备三把电烙铁,一把 30W 左右的内热式电烙铁用于焊接小的元器件和细线;一把 80W 左右电烙铁用于焊接粗线和电池连线等;一把 30 ~ 50W 的 12V 低压电烙铁,用于焊接 MOS 管等使用。

#### (1) 电烙铁使用前的处理

在使用前先通电给烙铁头“上锡”,首先用锉刀把烙铁头按需要锉成一定的形状,然后接上电源,当烙铁头温度升到能熔锡时,将烙铁头在松香上沾涂一下,等松香冒烟后再沾涂一层焊锡,如此反复进行 2 ~ 3 次,使烙铁头的刃面镀一层锡便可使用了。

#### (2) 电烙铁的安全使用

电烙铁的电源应采用单相三线制,并且要装有漏电自动开关,或接在工作台的隔离电源上。电烙铁的电源线应使用花线,与塑料线相比,织物耐烫,橡胶受热时气味大,能提醒人。电烙铁使用了一段时间,特别是频繁使用后,要更换电源线,或适当截短后重新连接,防止根部内部折断。电烙铁坏了,修理时一定要细心。压紧螺钉未松,千万不能旋动烙铁手柄。内热式电热芯最易折断,外热式烙铁心穿管用力稍猛,引线就会拉脱,更换时要掌握好。各螺钉必须拧得恰到好处,焊接的一定焊牢,小瓷管一定要穿,压紧螺钉下的绝缘套管不能漏装,内部短路极其危险。电烙铁要保持干燥,避免摔落和敲击,定期测定绝缘,发现情况及时处理。

使用电烙铁要配置烙铁架,一般放置在工作台右前方,电烙铁用后一定要稳妥放置在烙铁架上。不用时应避免升温过高,焊接时减小温度波动,延长烙铁寿命,保障焊接质量。注意导线等不要碰烙铁头,以免被烙铁烫坏绝缘后发生短路。

#### (3) 焊料

焊料是一种易熔金属,它能使两个焊件连接在一起。常用的焊锡是锡中加入一定比例的铅和少量其他金属可制成熔点低、流动性好、对元件和导线的附着力强、机械强度高、导电性好、不易氧化、抗腐蚀性好以及焊点光亮美观的焊料。锡是一种质地柔软、延展性大的银白色金属,熔点为 232℃,在常温下化学性能稳定,不易氧化,不失金属光泽,抗大气腐蚀能力强。

焊锡按含锡量的多少可分为 15 种,按含锡量和杂质的化学成分分为 S、A、B 三个等级。手工焊接常用丝状焊锡,它中间有松香芯,焊接时不用另

## TIPS

使用松香可以使焊点表面光滑,减少虚焊;把锡丝直接融化在焊接面上,减少松香损耗,也可以保持焊点表面光滑。

## TIPS

先检测电池的密封情况,确定电池无漏液后晃动电池,使液体和极板充分融合,再用注射器将电解液吸出,看液体是否浑浊或发黑。若电解液变黑,则说明电池负极板已经软化了,该电池已不具有修复的可能;若电解液颜色正常,则可以确定电池容量下降的主要原因应该为极板硫化。这样的电池可以使用铅酸蓄电池智能脉冲修复仪进行修复。

加助焊剂,使用方便。电动自行车维修一般使用直径 0.8mm 左右的焊锡丝。焊锡丝一般有两种拿法,如图 3-3 所示。

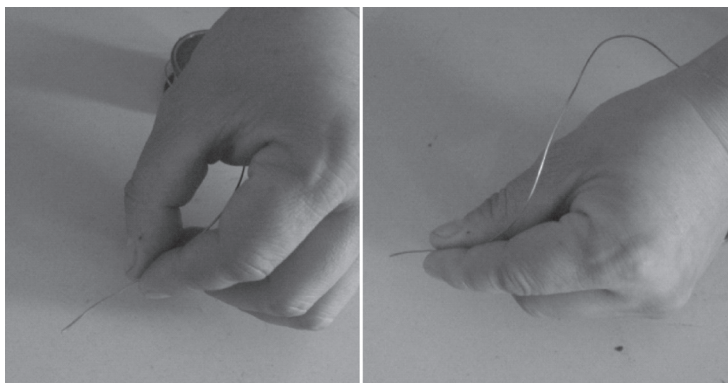


图 3-3 焊锡丝的拿法

### (4) 焊剂

1) 助焊剂:助焊剂一般可分为无机助焊剂、有机助焊剂和树脂助焊剂,能溶解去除金属表面的氧化物,并在焊接加热时包围金属的表面,使之和空气隔绝,防止金属在加热时氧化;可降低熔融焊锡的表面张力,有利于焊锡的浸润。

松香是一种常用的助焊剂,可以帮助焊接,松香可以直接用,也可以配置成松香溶液,就是把松香碾碎,将 25% 的松香溶解在 75% 的酒精(重量比)中放入小瓶中作为助焊剂。注意酒精易挥发,用完后记得把瓶盖拧紧。瓶里可以放一小块棉花,用时就用镊子夹出来,涂在焊点上。

2) 阻焊剂:限制焊料只在需要的焊点上进行焊接,把不需要焊接的印制电路板的板面部分覆盖起来,保护面板使其在焊接时受到的热冲击小,不易起泡,同时还起到防止桥接、拉尖、短路和虚焊等情况。

使用焊剂时,必须根据被焊件的面积大小和表面状态适量施用,用量过小会影响焊接质量,用量过多,焊剂残渣将会腐蚀元件或使电路板绝缘性能变差。

3) 焊油(膏):由于焊接是物体表面分子间的结合,焊油有清除金属表面氧化物的作用,因此要在焊点处涂抹焊油,由于焊油有腐蚀性,涂抹不可太多。

### 2. 手工焊接的基本操作方法

维修人员中常见一种焊接操作法,即先用烙铁头沾上一些焊锡,然后将烙铁放到焊点上停留,等待加热后焊锡润湿焊件。这是不正确的操作方法,虽然这样也可以将焊件焊起来,但却不能保证质量。正确的方法应该是五步法:

1) 焊前准备:准备好电烙铁以及镊子、剪刀、斜口钳、尖嘴钳、焊料和焊剂等工具,将电烙铁及焊件搪锡,此时特别强调的是烙铁头部位要保持

干净,才可以沾上焊锡(俗称吃锡)。

2) 加热焊件:将烙铁接触焊接点,注意首先要保持烙铁加热焊件各部分,其次要注意让烙铁头面积较大部分接触热容量较大的焊件,烙铁头的侧面或边缘部分接触热容量较小的焊件,以保持焊件均匀受热。

3) 熔化焊料:当焊件加热到能熔化焊料的温度后将焊丝置于焊点,焊料开始熔化并润湿焊点。

4) 移开焊锡:当熔化一定量的焊锡后将焊锡丝移开。

5) 移开烙铁:当焊锡完全浸润焊点后移开烙铁,注意移开烙铁的方向应该是大致  $45^\circ$  的方向。

上述过程,对一般焊点而言大约  $2 \sim 3\text{s}$ 。对于热容量较小的焊点,例如印制电路板上的小焊盘,有时用三步法概括操作方法,即将上述步骤 2)、3) 合为一步,4)、5) 合为一步。实际上细微区分还是五步,所以五步法有普遍性,是手工烙铁焊接的基本方法。特别是各步骤之间停留的时间,对保证焊接质量至关重要,只有通过实践才能逐步掌握。

### 3. 线头焊接方法

电动自行车维修过程中,焊接最多的是导线,焊接分 4 步:

1) 线头剥线,线头一般应留  $3 \sim 5\text{mm}$  长,如图 3-4 所示。

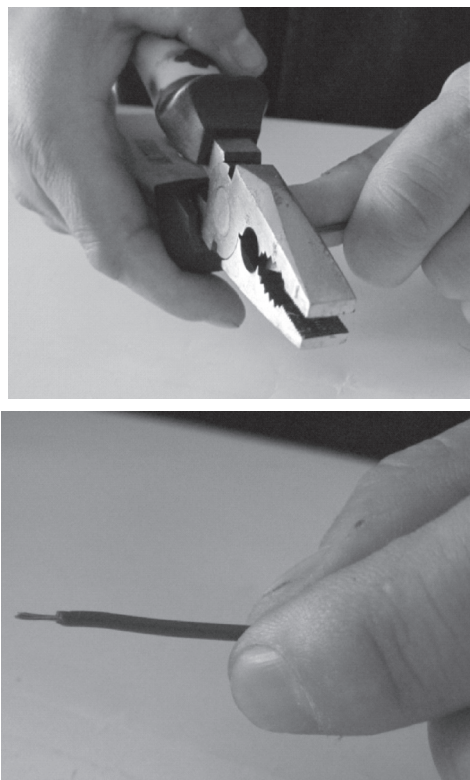


图 3-4 拨开电线外皮

### TIPS

当仪表盘红色欠电压显示灯发光时,表明电量不足,应及时充电。每天对蓄电池进行一次完全充电,每次充电时间应为  $8 \sim 12\text{h}$ ,让蓄电池随时保持电量充足状态。如骑行后不及时充电,将会严重影响蓄电池的使用寿命。

### TIPS

蓄电池气密性的检查。用血压表改制的气压试验装置对蓄电池内部充气加压(一般在  $30 \sim 40\text{kPa}$ ),查看压力表读数是否稳定。也可以将蓄电池置于水中,观察是否有气泡。



### TIPS

蓄电池在存放时严禁处于亏电状态。亏电状态是指电池使用后没有及时充电。在亏电状态存放电池，很容易发生硫酸盐化，使硫酸铅结晶物附着在极板上，堵塞电离子通道，造成充电不足，最终导致电池容量下降。亏电状态闲置时间越长，电池损坏越严重。

### TIPS

电动自行车控制器霍尔元件损坏，造成电动机断相，致使电动机出现“哒哒”声。

### TIPS

蓄电池故障的简易诊断方法是：首先检查蓄电池的外部，其外壳应无裂缝变形和渗漏；表面应清洁，极柱无腐蚀，接线绝缘应良好，无自放电；蓄电池接头应无松动或损坏，且接地牢固。

2) 清理焊接面，用细砂纸将焊接面打磨干净，特别是原来的旧线头或电池极柱，要把原来的氧化层打磨掉，露出新碴，如图 3-5 所示。



图 3-5 用砂纸打磨电池接线柱

3) 清理干净焊接面后，用烙铁头将两个焊接面加热，分别镀上焊锡，如图 3-6 所示。

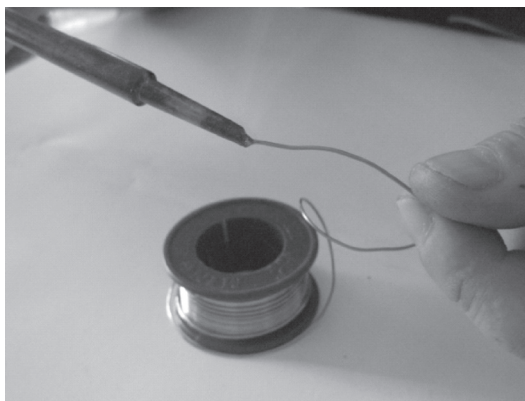


图 3-6 熔化焊锡

4) 将线头搭在一起，用电烙铁加热，如图 3-7 所示。待焊件上的焊锡完全熔化后根据情况适当添加焊锡，待焊料流动并覆盖焊接处形成干净圆滑的焊点后，电烙铁头沿着连接方向轻轻一提，离开焊点。

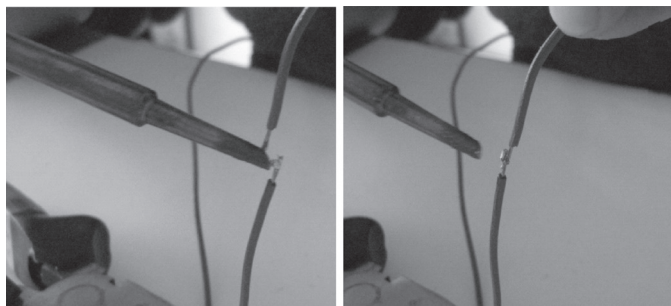


图 3-7 焊接线缆

焊接比较粗的导线时，为了保证焊点不至于过大，可以先将两个线头做成阶梯状，如图 3-8 所示。

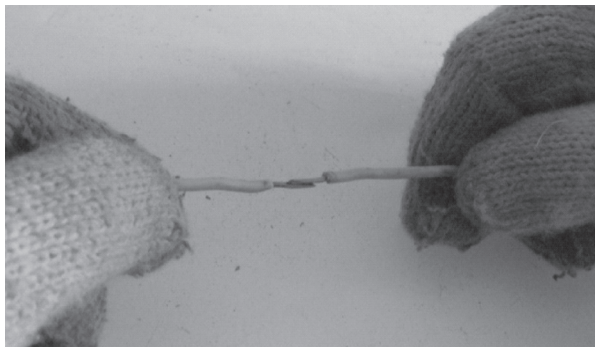


图 3-8 粗线的处理

对焊手法：线头对焊是电动自行车维修的基本功，需要多加练习，才能做到又快又好，初学者由于不能熟练掌握对焊手法和焊接流程，往往出现焊接时间长、焊接质量低以及接头不光滑等问题。正确的对焊手法如图 3-9 所示，大拇指和无名指握住一个线头，中指和食指握住另一个线头，用电烙铁加热镀好锡的线头，其要点是线头要短、镀锡要充分、手要稳和动作要快。

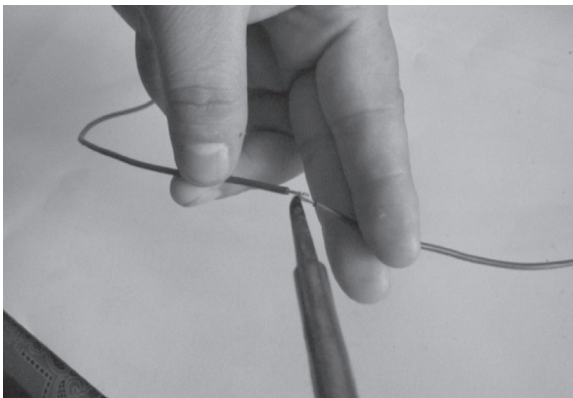


图 3-9 对焊的手法

### 3.1.3 胶枪、胶棒及塑料焊枪的使用

#### 1. 胶枪和胶棒

常用的胶枪和胶棒如图 3-10 所示，电动自行车维修过程中，胶枪和胶棒配合使用，可以用于密封，防止透水短路；也可以固定插接件，防止松动；或用于导体绝缘；有时也用于小塑料部件固定。

通电后，胶枪前端加热体升温，把胶棒融化，通过压柄挤压，将熔化胶体挤出，然后涂抹在物体上，等几分钟融化的热胶就会从液态变回固态，起到固定作用。

#### TIPS

打开前照灯检查，若灯光白亮，说明蓄电池正常；若灯光红暗，说明蓄电池容量不足。

#### TIPS

电动自行车飞车（打开电源，电动自行车高速运转），一般是由控制器内 MOS 管击穿引起的，可用万用表的电阻挡测量 MOS 管三个引脚，如没有短路（电阻为零）现象表示正常，否则为 MOS 管损坏。如果 MOS 管损坏，可以通过更换同型号的器件来排除故障。



## TIPS

电动机转子扫膛时，电动机转子在转动过程中定子与转子出现有节奏的撞击。

## TIPS

控制器异常或控制器输入信号极性相反，导致通电骑行时电动机发出有节律的“咯啦”声且振动较大，关断电源骑行时正常。



图 3-10 胶枪和胶棒

胶棒的材料：热熔胶是以乙烯—醋酸乙烯（EVA）的共聚合物（俗称树脂），配以其他环保的助剂，经混合而成的无毒、无味、无腐蚀性和无污染的环保型胶粘剂。

### 2. 塑料焊枪

热塑性塑料由于对酸、碱和盐的抗腐蚀性能好，成型加工方便，日益广泛地用于制造各种防腐设备和器具。电动自行车塑料外壳大部分采用热塑性塑料制造，开裂不严重时可直接用塑料焊枪焊接。塑料焊枪也是加热热缩管的得力工具。

#### （1）构造与原理

塑料焊枪一般由喷嘴、枪壳、枪芯、云母套、风叶、微型电动机、二极管和手柄等几部分组成，枪芯用电热丝绕于瓷架上，并用导线引出。使用时接上电源，按下开关，焊枪上微型电动机即起动送风。枪芯上的电热丝通电后，把冷风加热成热气流从喷嘴喷出，使被焊接的板材与焊条加热呈熔融状态而粘合在一起，从而达到焊接的目的。塑料焊枪如图 3-11 所示。



图 3-11 塑料焊枪

#### （2）使用及注意事项

塑料焊枪温度一般可以调节，可以根据需要调整热风温度。塑料板材被

加热到 130 ~ 140℃时即成为柔软状态，稍加压力即可成型。焊接时应选择合适挡位，以获得理想的焊接温度。电热丝断后，可旋开枪壳连接螺钉，取出枪芯，用 500W 电热丝，均匀绕上，仍可使用。焊枪用毕要轻放，以免摔坏枪芯部分耐火瓷料，而使电热丝短路。

使用时，一定要接上地线，以保安全。在有易燃材料的地方使用塑料焊枪时要小心，否则可能会引起火灾。不要在易爆炸性环境中使用塑料焊枪。使用后放在支架上使之冷却，然后再保存。

## 3.2 维修的拆装技能

### 3.2.1 蓄电池的拆装

#### 1. 拆卸蓄电池

电动自行车的蓄电池是用一个蓄电池盒安装在车体上的。拆卸时，首先将蓄电池在车上的搭铁线拆下，再卸下正负极接线端子与电动自行车的电动机、控制器、仪表等对应相接的连线，再用合适的扳手将蓄电池夹头（俗称蓄电池接头）螺栓拧松，即可将蓄电池从车体上取下。

#### 2. 安装蓄电池

安装前，首先应将夹头刮干净，对于采用串联方式的蓄电池，将一只蓄电池的正极与另一只蓄电池的负极相连，将所有的蓄电池连接后，装入蓄电池盒，再用压板将蓄电池压紧，安装到车上以后，再进行接线。接线的顺序是：先将蓄电池最外端的正负极端子与电动自行车对应的接线相连，然后装上搭铁线。

#### 3. 组装蓄电池的一般要求

- 1) 电动自行车蓄电池一般为三只一组，组装时应按顺序摆放。
- 2) 蓄电池的接头端子必须保证正确。
- 3) 蓄电池连线插头接线必须正确。
- 4) 蓄电池盒内应垫上一层双面胶。
- 5) 蓄电池盒应安装正确，并将螺栓紧固到位。
- 6) A6 蓄电池插座里面应用焊锡点一下。
- 7) A7、A8 蓄电池的熔丝应用热熔胶粘牢。

### 3.2.2 电动机的拆装

#### 1. 电动机的拆卸

拆卸电动机之前，应首先拨开电动机与控制器的引线，其具体做法是：

**TIPS**

有刷电动机换向器因氧化、烧蚀造成换向器表面不平，当电刷在其上摩擦运动时发出杂乱的噪声。

**TIPS**

常用电动机的空载电流值及整车骑行电流值见下表。

| 电 动 机       | 空载电流/A    | 骑行电流/A | 速度/( km/h) |
|-------------|-----------|--------|------------|
| 36V/180W 低速 | 0.3 ~ 0.3 | 3 ~ 4  | 20 ~ 23    |
| 36V/250W 低速 | 0.5 ~ 0.7 | 4 ~ 6  | 25 ~ 27    |
| 48V/350W 低速 | 0.5 ~ 0.7 | 4 ~ 7  | 28 ~ 35    |
| 48V/500W 以上 | 1.0 ~ 1.5 | 9 ~ 12 | 45 ~ 50    |
| 24 ~ 36V 高速 | 1.0 ~ 1.5 | 3 ~ 6  | 20 ~ 28    |

### TIPS

1) 对于多组蓄电池的蓄电池组件, 应确保正负极的正确连接, 否则, 蓄电池不能通电。

2) 连接线头(包括搭铁线)时, 应去掉线头的氧化物, 并连接牢固, 以防止接头松动而造成漏电打火。

3) 安装蓄电池时, 不要倾斜超过  $40^{\circ}$ 。

4) 禁止将蓄电池倒置或侧向放置。

5) 安装前要检查蓄电池电量是否充足(电量孔是否呈绿色)。

### TIPS

蓄电池的焊接:

1) 选用的电烙铁功率应为 40W 左右, 功率太大, 加热温度过高, 会损坏蓄电池; 功率太小, 加热温度过低, 会影响焊接质量。

2) 焊接速度要快, 且焊接牢固。

3) 不允许有虚焊、漏焊等现象。

打开控制器盒盖板, 用专用工具取出电动机引线铜片, 将夹线去掉, 抽出电动机引线; 再摘下电动自行车的链扣, 取下链条; 然后将支撑紧固螺母和后轮紧固螺栓松开, 并将后轮总成取出, 再拧开后轮紧固螺栓, 取出调链螺母。沿凹点将飞轮和抱刹拆下, 取出轮胎, 再卸下辐条铜头螺母, 取出辐条, 最后取下电动机。

### 2. 电动机的安装

安装电动机应分 4 步进行:

1) 将电动机固定在支架上, 暂不紧固, 以便调整;

2) 套上链条, 将电动机架板紧靠电动自行车三角架往右上推, 直至链条绷紧为止, 再用紧固环和螺栓稍微紧固;

3) 调整电动机的位置, 使电动机链轮与减速飞轮处在同一平面上;

4) 紧固电动机支架及电动机。

## 3.2.3 集成电路的拆装

### 1. 拆卸集成电路

在电路检修中, 如果集成电路损坏, 必须先 will 损坏的集成电路从电路板上拆卸下来, 才能更换新的集成电路。集成电路的引脚又多又密, 拆卸时不但很麻烦, 而且有时还会损坏集成电路和电路板。下面介绍 6 种简便且行之有效的方

#### (1) 吸锡拆卸法

常用的吸锡拆卸方法有两种。

1) 一种是金属编织带吸锡法:

即取一段多股金属编织带, 浸上松香溶液。

2) 用电烙铁对集成电路的引脚和编织带同时加温, 当加到一定温度后, 引脚上的焊锡熔化, 被编织带吸附住。

3) 然后将编织带吃上锡的部分剪去。

4) 再用同样的方法去吸其他引脚上的焊锡。

5) 待全部引脚上的焊锡被吸完后, 用小刀轻轻托起集成电路, 将其卸下。

另一种是采用专用吸焊两用烙铁吸锡法:

1) 采用专用吸焊两用烙铁(功率一般为 25 ~ 35W)拆卸集成电路时, 首先应插上电源加热,

2) 当加热到一定程度时, 将电烙铁头放在集成电路的引脚上, 焊锡熔化后被吸入吸锡器内, 全部引脚的焊锡吸完后, 再用专用工具将集成电路拆下。

#### (2) 医用空心针头拆卸法

- 1) 取一支内径刚好套住集成电路引脚的医用空心针头和一尖嘴电烙铁。
- 2) 使用时,用烙铁加热,将引脚焊锡熔化。
- 3) 及时用针头套住引脚,然后松开烙铁,并旋转针头,等焊锡凝固后拔出针头。

这时该引脚已与印制电路板完全分离开。所有引脚如此做一遍后,集成电路就可取下。

#### (3) 熔焊扫刷拆卸法

- 1) 采用一把电烙铁和一个毛刷,先将电烙铁加热。
- 2) 待加热到一定程度时,集成电路引脚上的焊锡熔化,并趁热用毛刷将熔化的焊锡扫掉,使引脚与电路板完全分开。
- 3) 再用小刀将集成电路取下。

#### (4) 增焊拆卸法

增焊拆卸法,即在待拆卸的集成电路的引脚上再增加一层焊锡,使每列引脚的焊点连接起来,便于传热。

用电烙铁对其加热,并在加热的同时,用一只小规格一字螺钉旋具轻轻撬动各引脚,一般每列引脚加热两次即可拆卸下来。

#### (5) 拉线拆卸法

对于贴片式集成电路的拆卸,可采用拉线法,其具体操作方法是:

取一根长度和粗细合适的漆包线,将其一端刮净上锡后,从集成电路引脚的底部穿过,并将这一端焊在电路板的某一焊点上,然后按拉线穿过引线的顺序,从头至尾用电烙铁对其加热,并在加热的同时用手捏起拉线向外拉,即可使引脚与电路板脱离。

#### (6) 用热风枪加热拆卸法

对于微型片状集成电路,可采用热风枪加热拆卸,其具体做法是:用尖头电烙铁加热后,将松香均匀涂在片状集成电路引脚的四周,以防止焊下时损坏焊盘。启动热风枪,待温度恒定后,用热风枪对集成电路的引脚进行加热,操作时速度要快,使各引脚焊点均匀熔化。用镊子将集成电路推离焊盘,即可卸下集成电路。

### 2. 集成电路的焊接

#### (1) 焊接前的准备工作

集成电路引脚多而密,一块小小的集成电路有几十个甚至上百个引脚,焊接难度很大。因此,在焊接前必须做好以下准备工作。

- 1) 焊接工具。选用功率为 25W 左右的电烙铁,烙铁头应为尖嘴形,并用锉刀修整尖头,防止在施焊时尖头上的毛刺拖动引脚。最好选用防静电且带吸锡器的电烙铁。

### TIPS

1) 拆卸电动机与控制器的引线时,必须注意将电动机引线颜色与控制器引线颜色一一对应记录下来,以防止在安装时弄错。

2) 打开电动机端盖之前,应清洁作业场地,防止杂物被吸附在电动机的磁钢上。做好端盖与轮毂相对位置的记号。

3) 拆装电动机时,其红黑线不能触碰,其线头也不能接错,以免烧坏控制器。

4) 打开或装复电动机端盖时,注意采用呈对角松动或紧固螺母的方法,以免造成电动机外壳变形。

5) 组装有刷电动机之前,应检查刷握里面弹簧的弹性,检查电刷与刷握是否有碰擦,检查电刷在刷握里是否能达到最大行程,注意电刷与换向器的正确定位,以免卡坏电刷或刷握。

6) 安装电动机的时候,首先应清理电动机部件表面的杂质,以免影响电动机的正常运转,并且一定要将轮毂体固定结实,以免安装时由于受磁钢的强力吸引,造成部件相互撞击、损坏。

7) 安装链条时,链条链扣的开口方向应与链条运动方向相反,且松紧度必须适当。

8) 安装链传动机构时,飞轮与链轮应处于同一纵向平面内。

9) 安装轮圈时,轮圈端面圆跳动量和径向圆跳动量均调整到 1mm 以内。

2) 焊接材料。焊接材料主要是松香、焊锡丝、焊锡膏和天那水、纯酒精等,焊锡丝一定要选用低熔点的。

3) 清理电路板。焊接前用电烙铁对电路板进行平整,用小毛刷蘸上天那水,将电路板上准备焊接的部位刷净,仔细检查印制电路板有无起皮、断落现象。若有起皮现象,只需平整一下就可以了;若有断落,则需要用细铜丝连接好。

4) 引脚上锡。新集成电路在出厂时其引脚已上锡,不必进行任何处理。如果是用过的集成电路,需清除引脚上的污物,并对引脚上锡和调整处理后才能使用。

#### (2) 焊接集成电路的操作过程

1) 将集成电路摆放在电路板上,将引脚对正,并将每列引脚的首、尾脚焊好,以防止集成电路移位。

2) 然后采用拉焊法进行施焊。

3) 焊接完毕后,应对每一个焊点进行检查,若某一焊点存在虚焊,可用电烙铁对其补焊,最后用纯酒精棉球擦净各引脚,以除去引脚上的松香及焊渣。

#### (3) 焊接时应注意的事项

1) 焊接时使用的电烙铁应不带电或接地。在电烙铁烧热后,应拔下电源插头或者使电烙铁外壳有良好的接地,以避免感应电击穿集成电路。

2) 焊接集成电路时要注意其最高温度和最长时间。一般集成电路焊接时所能承受的最高温度是  $250^{\circ}\text{C}$ 、时间为 10s,或  $350^{\circ}\text{C}$ 、时间为 3s,这是指一块集成电路全部引脚同时浸焊,焊液离封装基座平面的距离为  $1 \sim 1.5\text{mm}$  时所允许的最高温度和最长时间,所以浸焊的最高温度一般应控制在  $250^{\circ}\text{C}$  左右,焊接时间应少于 6s。

3) 一些大功率集成电路都有良好的散热条件,在更换集成电路时,应将散热片重新固定好,使之与集成电路紧密接触,以防止集成电路受热而损坏。

### 3.2.4 霍尔元件的拆装

#### 1. 霍尔元件的拆卸与安装

无刷电动机的故障有 80% 是由霍尔元件引起的,并且相当一部分控制器故障也是由霍尔元件引起的。由于霍尔元件的耐压值较低,在电动机漏电时,容易造成击穿,并且霍尔元件的安装精度直接影响着无刷电动机的运行性能,故在拆装时应注意以下事项。

1) 更换霍尔元件前,应检查电动机线是否存在缠绕、外皮破损、线路

TIPS

采用熔焊扫刷拆卸法拆卸集成电路时,应注意掌握电烙铁的温度,既要熔化焊点,使引脚与电路板分离,又不要加热过度,以防止损坏电路板。

TIPS

所谓拉焊,就是在电烙铁头上带一小滴焊锡,将电烙铁头沿着集成电路的整排引脚自左向右轻轻地拉过去,使每一个引脚都被焊接在电路板上。

短路等。

2) 更换霍尔元件前, 还要弄清电动机的相位角是多少度, 因相位角不同, 安放的方式也不一样, 如  $60^\circ$  相位角电动机的三个霍尔元件是平行摆放的, 而  $120^\circ$  相位角电动机的三个霍尔元件则是  $180^\circ$  位置摆放。安装时应按原装霍尔元件安装方式将新霍尔元件装上, 然后用专用胶水固定。

3) 取下损坏元件后, 应同时更换 3 个霍尔元件, 才能保证霍尔元件的一致性。

#### 2. 焊接霍尔元件的注意事项

1) 焊接时, 应选用低压小功率 ( $12\text{V}/35\text{W}$ ) 烙铁, 且烙铁温度不宜过高。

2) 焊接时间不能太长。

3) 焊接霍尔元件时, 应先分别在霍尔元件引脚和接线头上上适量焊锡, 然后套上热缩管, 再对接焊上, 焊点宜小不宜大。焊接完毕后, 对热缩管加热, 以防止短路现象。

4) 装好电动机, 用配线仪检测霍尔元件是否反应正常。

5) 在操作过程中, 严禁将电动机粗径线与细径线接触。

### 3.2.5 仪表板的拆装

#### 1. 仪表板的拆卸

先拆下仪表与蓄电池的连线, 然后用小螺钉旋具旋松固定螺栓, 即可将仪表取下。

#### 2. 仪表板的安装

安装仪表板时, 应先将仪表板安装到车架的原位上, 用螺栓紧固后, 再连接与仪表相关的电路, 如喇叭电路、转向电路、灯具电路等, 最后才接上蓄电池的电源。

由于仪表电路是一种开放式电路, 绝大多数仪表电路上也同时集成了喇叭电路、转向电路、蜂鸣器电路、灯具电路等。这些电路的电压一般为蓄电池组的电压 ( $24\text{V}$  或  $36\text{V}$ ), 但仪表的显示信号电路一般为  $15\text{V}$ , 这就会在同一块仪表板上存在着高低电压并存的情况, 因此在安装过程中, 必须用万用表的二极管挡测量一下  $+36\text{V}$  线、 $+15\text{V}$  线、 $+12\text{V}$  线与地线, 在没有短路的情况下, 才能与蓄电池进行通电。

### 3.2.6 前叉的拆装

#### 1. 前叉的拆卸

1) 拆前叉时, 先用内六角扳手拧开钳形制动皮螺栓, 将制动皮取出。

2) 再松开前轮紧固螺母, 取出前轮总成。

**TIPS**

拆卸仪表板时, 应先卸下蓄电池的连线, 而安装仪表板时, 应在所有连线接线接好后, 最后才连接蓄电池的电源线。

**TIPS**

拆装时, 一定要注意各引线的颜色与位置, 参照各仪表的电路原理, 了解各引线的功能, 防止接错。



3) 然后拆下车把把心螺栓, 取下前叉锁紧螺母, 从下部抽出前叉和前叉挡碗。

## 2. 前叉的安装

首先检查前叉挡碗与车架挡碗有无磨损及裂纹, 如有, 予以排除, 然后以轮胎上的固有标记(箭方)为前进方向, 安放到位, 安装好前叉后, 将锁紧螺母和车把心螺栓拧紧。

装好前叉后应调整轴承的间隙, 并正确装配挡碗, 不能一边高一边低, 其间隙的大小, 以转动车把感觉到无较大的轴向间隙, 也不感觉沉重为合适。也不允许有较大的轴向间隙, 以免降低推力轴承及挡碗的使用寿命。车把把心螺栓一定要紧固, 否则, 会使车把与前叉转角不一致, 引起翻车的危险。

## 3.2.7 中轴的拆装

### 1. 拆装方法

先拆下左右曲柄、链轮的护盖, 再用专用工具取出其螺母、左右曲槽及链轮, 取下中轴碗锁片, 卸下中轴碗, 将中轴及其组件(如图 3-12 所示)取出。

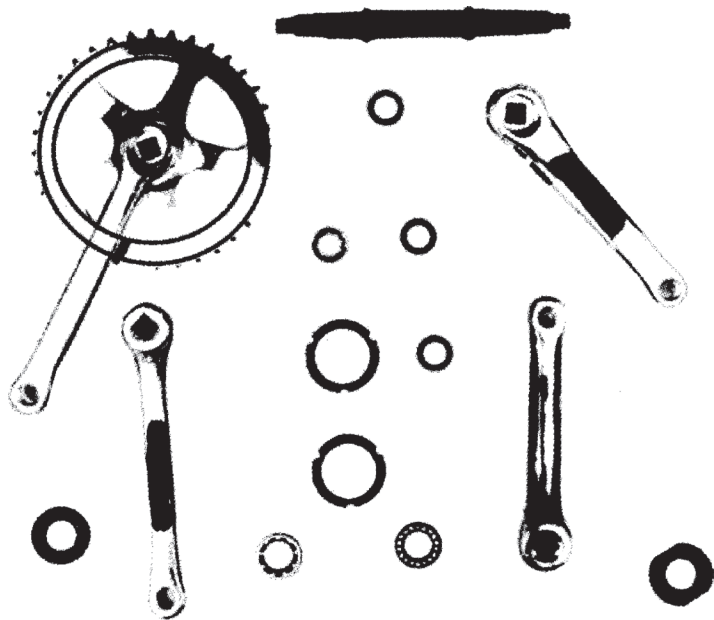


图 3-12 中轴及其组件

安装中轴时, 可按拆卸相反的顺序进行。

### 2. 拆装注意事项

- 1) 拆卸中轴时, 应注意观察推力轴承及支架有没有损伤, 如有, 应更换。
- 2) 安装时, 应适当调节中轴轴承间隙, 不可太紧, 也不可太松。太紧, 则不灵活, 不但费力且加快推力轴承的磨损; 太松, 则链条与链轮不能完全

啮合而产生摩擦,会降低链条与链轮的使用寿命。

3) 安装完毕后,还应紧固锁片及左右曲槽。

### 3.2.8 飞轮的拆装

电动自行车飞轮如图 3-13 所示,拆装飞轮可按以下步骤进行。

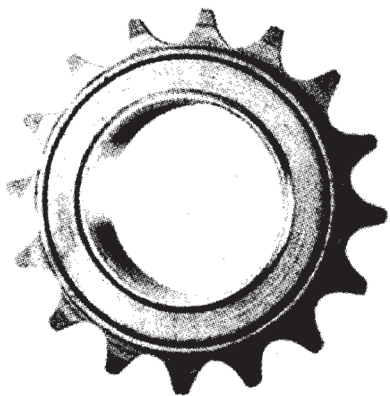


图 3-13 电动自行车飞轮

- 1) 断开蓄电池供电开关(或接插线),关闭电源。
- 2) 摘除链扣、取下链条。
- 3) 打开控制器盖板,用专用工具取出电动机接线插头,除掉电动机的引线夹,抽出电动机的引线。
- 4) 松开后挡泥板支撑紧固螺母。
- 5) 松开后轮毂紧固螺母,取出后轮总成。
- 6) 用专用工具沿飞轮正面凹点卸下飞轮。
- 7) 用专用工具沿拆卸飞轮的反方向装上飞轮。
- 8) 套入链条,转动一下踏脚链轮。
- 9) 调整踏脚链轮,拆开踏脚固定螺母,将踏脚整体推至最右边,再装回紧固。
- 10) 装上定位套,并加以紧固。

#### TIPS

判别控制器的调速转把和闸把信号线的具体办法是:接通电源,用万用表测出调速转把的+5V电源线和地线,然后在+5V电源线与地线之间串联2~3个4.7kW的电阻,将未知线逐一与串联电阻中间相接。如果接到某一根未知线时,电动机以中速运转,则说明该线是调速转把信号线;当接到某未知线时,电动机停止转动,则说明这根线是闸把信号线。

#### TIPS

辨别“机械开关型制动把”与“电子开关型制动把”,可通过引出线的根数,两根的为机械开关型,三根的为电子开关型。



下篇

维修实践



## 第4章

# 充不进电（或不充电） 充电器故障



| 充电参数<br>电池种类 | 充电电压/V | 充电电流/A     | 充电转换电流/mA     | 转入电压/V |
|--------------|--------|------------|---------------|--------|
| 24V/12Ah     | 29 左右  | $\leq 1.8$ | $380 \pm 60$  | 220    |
| 24V/17Ah     | 29 左右  | $\leq 2.5$ | $380 \pm 80$  |        |
| 24V/20Ah     | 29 左右  | $\leq 2.8$ | $380 \pm 60$  |        |
| 36V/7Ah      | 44 左右  | $\leq 1.8$ | $380 \pm 60$  |        |
| 36V/12Ah     | 44 左右  | $\leq 1.8$ | $380 \pm 80$  |        |
| 36V/17Ah     | 44 左右  | $\leq 2.5$ | $450 \pm 100$ |        |
| 48V/12Ah     | 59 左右  | $\leq 1.8$ | $380 \pm 80$  |        |
| 48V/17Ah     | 59 左右  | $\leq 2.5$ | $450 \pm 100$ |        |
| 48V/20Ah     | 59 左右  | $\leq 2.8$ | $550 \pm 100$ |        |

## 4.1 不充电故障

### 4.1.1 充电器通电后，蓄电池黄灯亮而不能正常充电

故障现象：充电器通电后其电源指示灯亮，但接上蓄电池后黄色指示灯亮而不能正常充电。

检修过程：

1) 检查蓄电池发现正常，拆开充电器检查。

① 检查充电器外观无严重损坏，如图 4-1 所示。

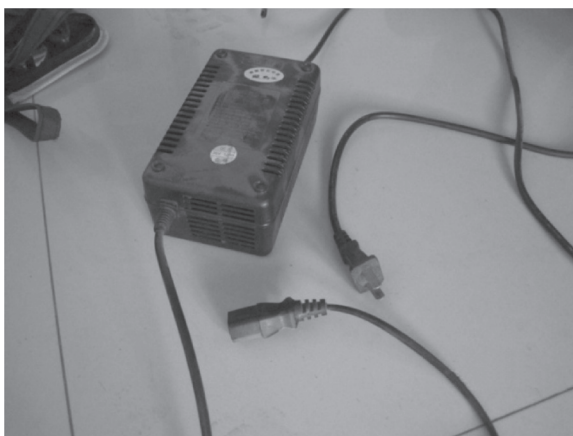
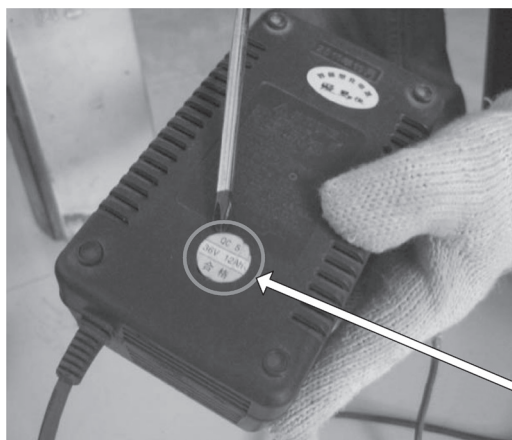


图 4-1 检查充电器外观

② 撕开标签，找到隐藏的固定螺钉，如图 4-2 所示。



通常标签下会  
隐藏固定螺钉

图 4-2 撕开标签

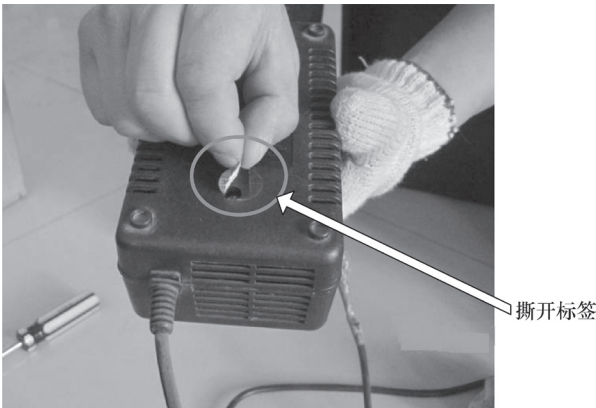


图 4-2 撕开标签（续）

③ 拧下螺钉后，打开充电器盒盖，如图 4-3 所示。



图 4-3 拆开固定螺栓

**TIPS**  
不同电池的充电器在不同季节的工作参数见下表。

| 参数                  | 季节    | 低恒压/V       | 高恒压/V       | 恒流/A      | 转折电流/mA   |
|---------------------|-------|-------------|-------------|-----------|-----------|
|                     | 电压/容量 |             |             |           |           |
| 36V/ ( 10 ~ 14 ) Ah | 夏季    | 41.5 ~ 42.0 | 43.8 ~ 44.0 | 1.5 ~ 2.2 | 300 ~ 400 |
|                     | 冬季    | 42.0 ~ 42.3 | 44.0 ~ 44.4 |           |           |
| 36V/ ( 17 ~ 24 ) Ah | 夏季    | 41.5 ~ 42.0 | 43.8 ~ 44.0 | 2 ~ 3     | 400 ~ 500 |
|                     | 冬季    | 42.0 ~ 42.3 | 44.0 ~ 44.4 |           |           |
| 48V/ ( 10 ~ 14 ) Ah | 夏季    | 55.5 ~ 56.0 | 58.4 ~ 59.0 | 1.5 ~ 2.2 | 300 ~ 400 |
|                     | 冬季    | 56.0 ~ 56.5 | 59.0 ~ 59.5 |           |           |
| 48V/ ( 17 ~ 24 ) Ah | 夏季    | 55.5 ~ 56.0 | 58.4 ~ 59.0 | 2 ~ 3     | 400 ~ 500 |
|                     | 冬季    | 56.0 ~ 56.5 | 59.0 ~ 59.5 |           |           |

## TIPS

接上电池即转绿灯（显示充满状态）。充电器的充电状态一般用一只变色发光二极管显示，大部分充电器在充电前两阶段为红色，转入涓流状态为绿色。

## TIPS

发光二极管的光色转换由电流大小控制，如果接上电池为绿灯，说明电流特小或二极管损坏，可能是充电回路电阻过大或充电器参数漂移，用一组电池试一下即可知道。

## TIPS

大部分情况下是充电回路电阻较大、接头松动、电池连线虚接或电池出现故障内阻增大。可晃动插头看是否出现红灯闪亮进入正常充电状态。

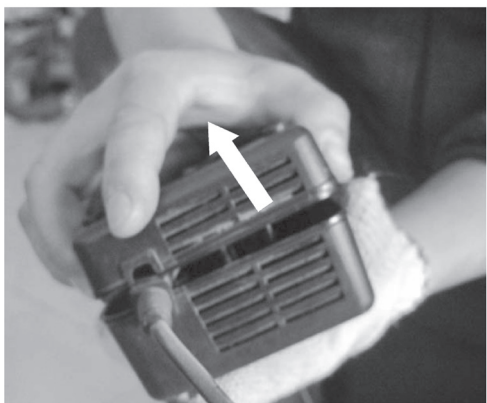


图4-3 拆开固定螺栓（续）

2) 发现充电器的输出插座打火损坏，金属触片有烧断的痕迹，如图 4-4 所示。

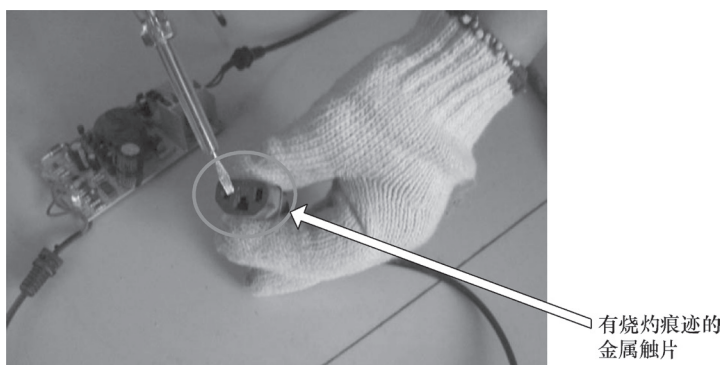


图 4-4 充电器输出端

3) 更换输出插座后测量插座正、负极间仍没有充电电压，如图 4-5 所示。

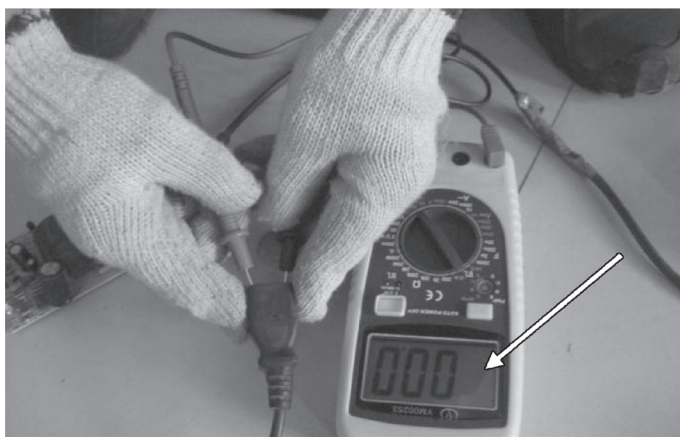


图 4-5 测量输出端电压

4) 测量主电源滤波电容两端电压正常，如图 4-6 所示。

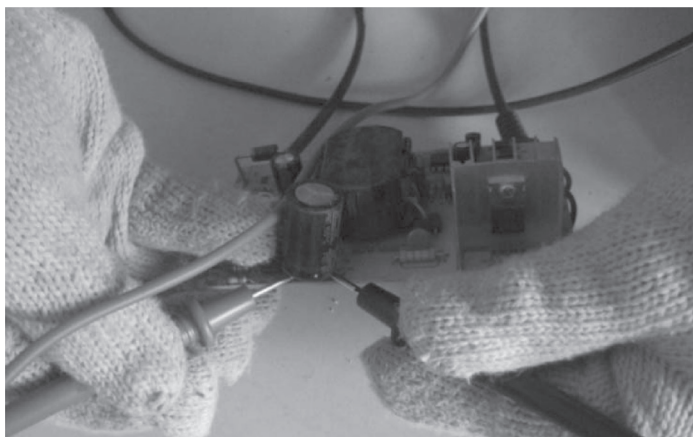


图 4-6 测量电容电压

5) 进一步检查，发现充电电流取样电阻 R34 烧毁，如图 4-7 所示。

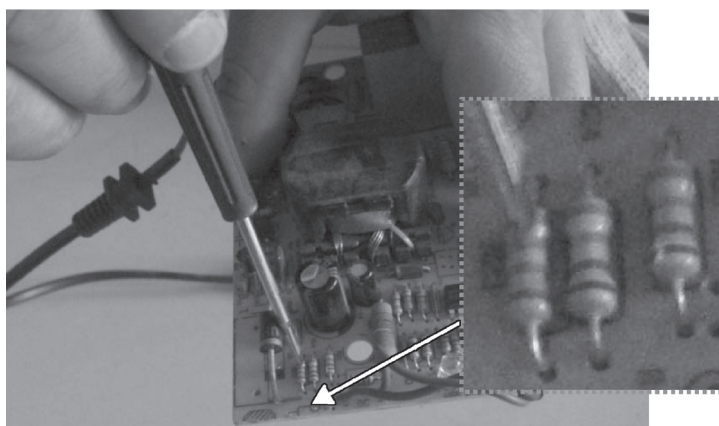


图 4-7 电阻 R34

### TIPS

充电器电源指示灯不亮也无输出电压，表明市电输入端、熔断器 FU1、降压变压器 T1 和桥式整流电路等元器件中存在故障。

### TIPS

如果熔断器 FU1 熔断，应查清故障后再更换熔断器 FU1，否则会造成连续熔断熔断器。



## TIPS

充电器无输出电压而熔断器烧毁的原因有以下几点。

1) 整流二极管 VD1 ~ VD4 中有一只或两只以上损坏而引起熔断器烧毁。

2) 开关管 VT1 击穿导致熔断器烧毁，这时应查明开关管击穿的原因再进行更换。

3) +300V 滤波电容 C2 击穿，引起熔断器烧毁。

## TIPS

有时会出现开关管或滤波电容与整流二极管同时损坏的情况，因此在更换掉故障件后还应对电路再次检查，当无误时方可通电测试，而且对整流二极管应全部更换，避免整流二极管因曾经过电流而性能不良，造成二次故障。

维修措施：更换损坏的电阻 R34，如图 4-8 所示。

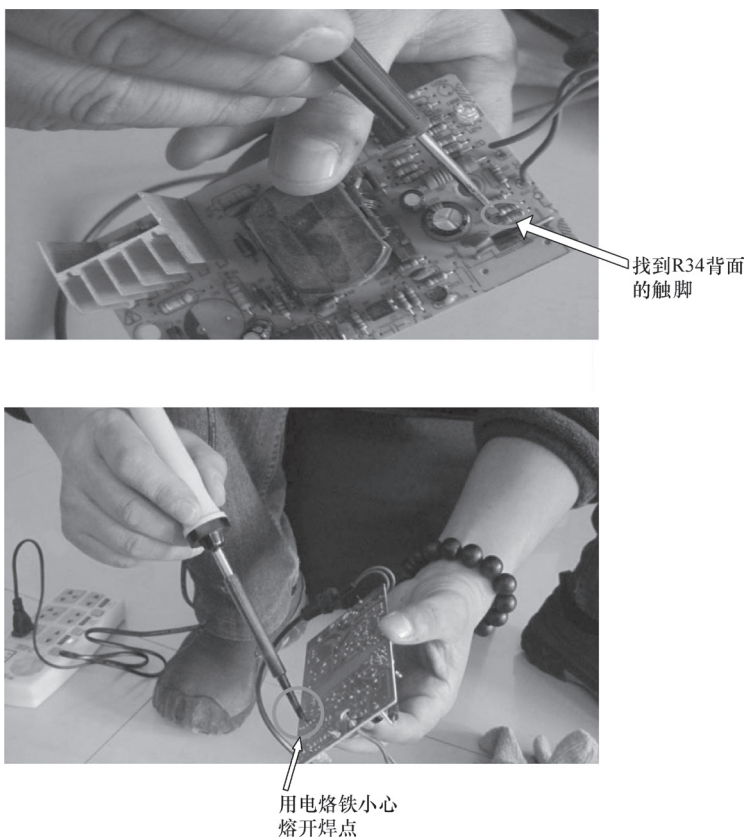


图 4-8 更换 R34 电阻

提示：

该电动自行车充电器电源指示灯亮，表明主电源有充电电压产生。接上蓄电池后黄色指示灯亮而不能正常充电，表明充电器未进入正常充电状态。应检查蓄电池、充电器输出电路和充电控制电路，该充电器如图 4-9 所示。

### 4.1.2 充电器上电无反应

故障现象：充电器接通电源没反应。

故障检修：该充电器电路如图 4-10 所示。

1) 拆开充电器后发现熔断器已损坏，用万用表  $R \times 1k$ （如图 4-11 所示）挡测得市电桥式整流电路输出端滤波电容 C8 两端的阻值为零。



## TIPS

造成保护电路动作的故障原因之一：市电电压升高引起市电过电压保护电路动作。

## TIPS

造成保护电路动作的故障原因之二：市电过电压保护电路出现故障引起误动作。

## TIPS

造成保护电路动作的故障原因之三：过电流保护电路出现异常。

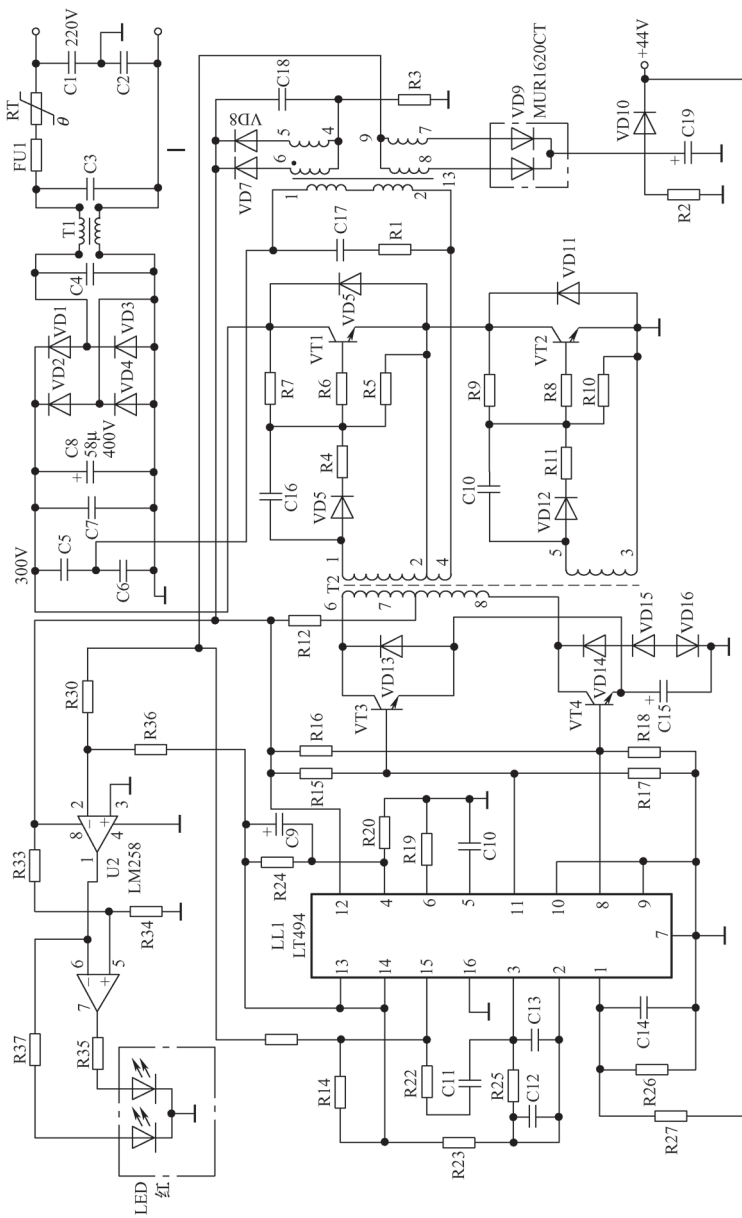
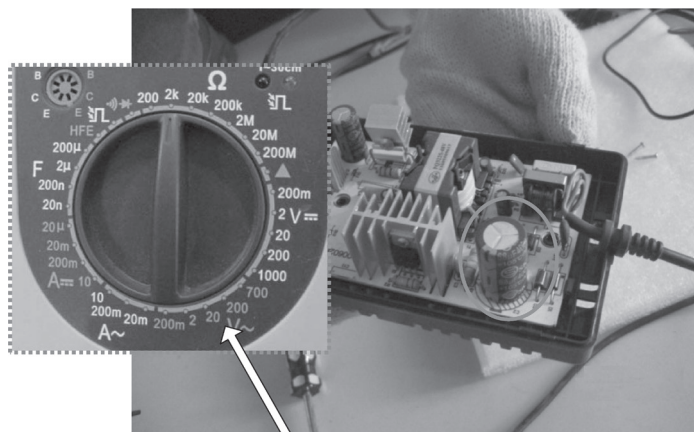


图 4-10 某品牌充电器电路





用R×1k挡测量电阻

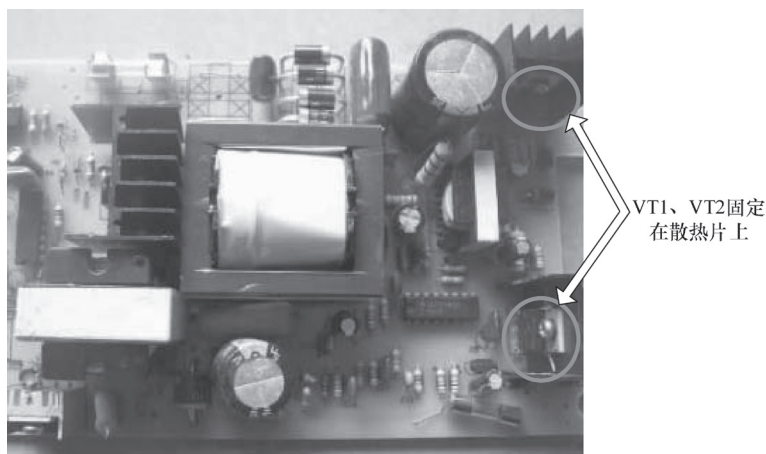
a) 测量C8电阻



b) 测量电压

图 4-11 测量滤波电容 C8 电阻

2) 测得功率管 VT1、VT2 其中一只击穿短路，将其焊下，如图 4-12 所示。



VT1、VT2固定  
在散热片上

图 4-12 测量 VT1、VT2

### TIPS

蓄电池电解液消耗得过快的原因之一：蓄电池密封不良或安全阀开启压力设置得过低。

### TIPS

蓄电池电解液消耗得过快的原因之二：蓄电池充、放电时出现过热现象，导致逸气失水。

### TIPS

蓄电池电解液消耗得过快的原因之三：浮充电压选择不合理，会降低氧复合反应效率，导致失水量增大。

### TIPS

蓄电池电解液消耗得过快的原因之四：充电器输出电压过高或失调。

### TIPS

造成充电器接上电源后，红、绿指示灯都不亮的原因：电源插座与充电器接头接触不良。

### TIPS

造成充电器接通电源后无反应原因之一：市电桥式整流管击穿损坏或滤波电容击穿。

### TIPS

充电器接通电源后无反应原因之二：电源开关管击穿损坏。

### TIPS

充电器接通电源后无反应原因之三：二次整流二极管性能不良或击穿短路等。

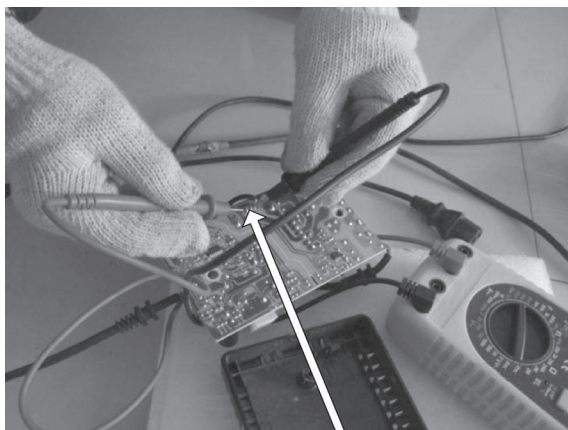
### TIPS

由于光耦合器和基准电源损坏，PWM 集成电路 TL3842 得不到反馈信号，其 6 脚输出的脉冲宽度最大，使开关管深度饱和导通时间加长，以致充电器输出电压升高很多。

### TIPS

充电器空载时指示灯亮，接上蓄电池后指示灯熄灭且不能正常充电表明开关电源工作在自激振荡状态，未受到 PWM 电路控制。

3) 再测电容 C8 两端电阻，如图 4-13 所示，仍为零。



测量C8

图 4-13 再测 C8 电阻

4) 再用万用表  $R \times 1$  挡逐个对二极管 VD1 ~ VD4 进行检查，如图 4-14 所示，发现其中一只击穿。

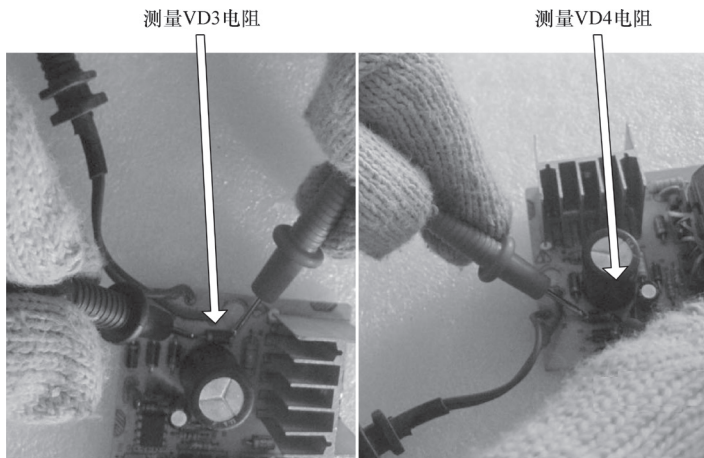


图 4-14 检测 VD1~VD4 电阻

5) 拆下损坏的二极管后，再次检测电容 C8 两端电阻，测量方法如前文图 4-13 所示，发现其正常且有充入电功能，表明充电一次侧无击穿短路元器件。

6) 为防止再次加电击穿损坏元器件，应对辅助电源电容 C18、主充电输出电容 C19 两端的对地电阻进行测量，发现 C19 两端呈短路现象。

7) 拆下共阴极整流管 VD9 测量，发现其一臂击穿短路。

维修措施：更换损坏的共阴极整流管 VD9。

## 4.1.3 充电器一充电就烧坏

故障现象：负脉冲充电器一充电就烧毁。

故障检修：

1) 首先用万用表直流电压挡测量，发现蓄电池盒充电插座内的电压正常，表明蓄电池盒内无短路现象。

① 从电动自行车上取下蓄电池后，拆下蓄电池提手，如图 4-15 所示。

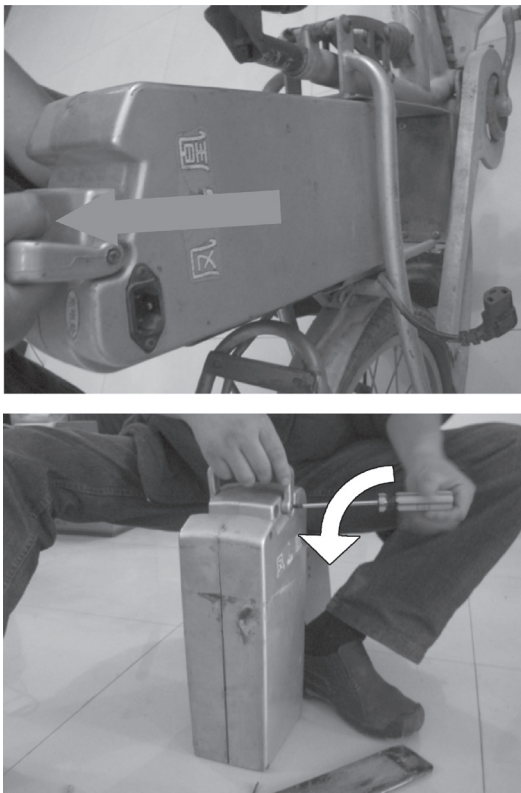


图 4-15 拆检蓄电池

② 拧下蓄电池外盒的固定螺钉，直到取下蓄电池盒盖，如图 4-16 所示。



图 4-16 取下蓄电池外盖

### TIPS

充电器输出电压过低故障的原因之一：稳压控制电路异常，引起输出电压过低。

### TIPS

充电器输出电压过低故障的原因之一：PWM 控制电路异常，导致 PWM 激励脉冲信号的占空比较低而引起输出电压过低。

### TIPS

充电器输出电压过低故障的原因之三：蓄电池因过放电而引起充电电流过大，充电器输出电压被拉低。



图 4-16 取下蓄电池外盖（续）

③ 测量蓄电池盒盖处电源输出端电压，如图 4-17 所示。

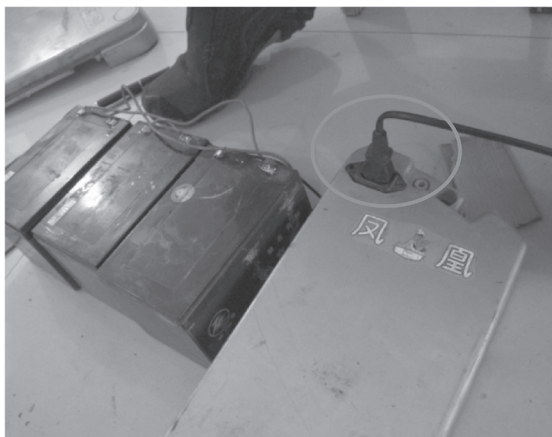


图 4-17 测量蓄电池电源输出端电压

2) 仔细检测发现新换的插座输出电压极性相反，如图 4-18 所示。

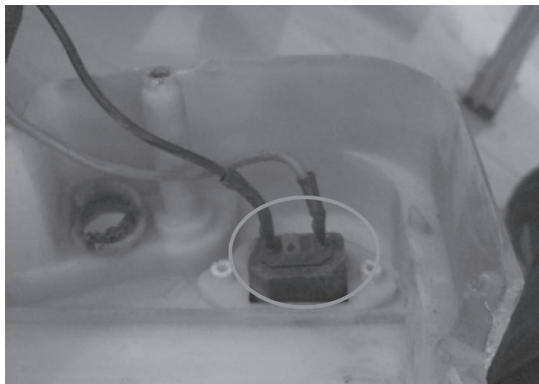


图 4-18 检查插座输出电压

维修措施：先放完蓄电池内部的剩余电量，然后进行 15 ~ 18h 充电，再放电检查。如此反复进行 2 ~ 3 次，最后测得该蓄电池容量达到额定量的 90%。

### TIPS

充电器输出电压过低故障的原因之四：充电器的内阻较大，带负载能力差，导致接上蓄电池后输出电压降低。



#### 4.1.4 充电时有响声，红灯灯光暗淡且闪烁

故障现象：充电器充电时有异常声，电源指示灯和充电指示灯暗淡且闪烁。

检修过程：

1) 首先用万用表检查 220V 市电交流电压正常，如图 4-19 所示。

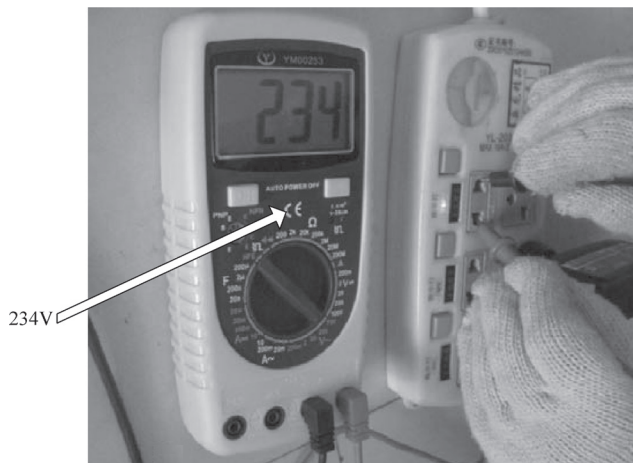


图 4-19 检查市电电压

2) 充电器接上电源后，如图 4-20 所示，故障依旧，表明故障在充电器自身。

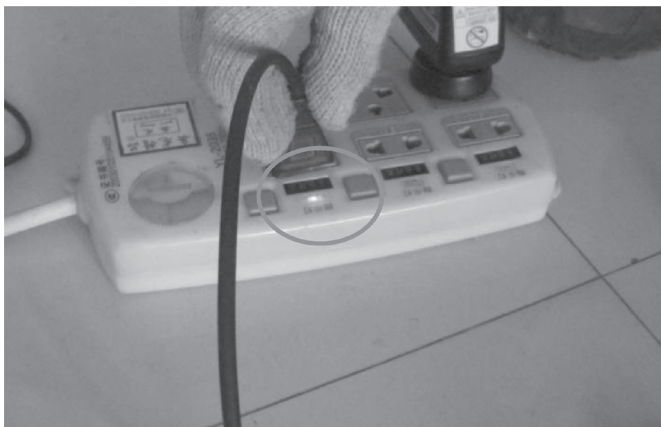


图 4-20 检查市电

3) 打开充电器，对电容 C5、C8 和 C18 进行检查，如图 4-21 所示，未发现异常。

4) 接着对 4 个整流管 VD1 ~ VD4 进行测量，也未发现损坏现象。

5) 对充电器加电，测得 PWM 集成电路⑫脚的工作电压正常（测量⑫脚电压时，万用表黑表笔接地，因充电器型号的不同，PWM 的 IC 可能有多个，需要查看充电器电路图，以详细确认）。

#### TIPS

充电器未能进入正常的充电状态，其原因之一：蓄电池已充满，充电电流低于转折电流，因此充电器处于涓流充电状态，充电器属于正常。

#### TIPS

充电器未能进入正常的充电状态，其原因之二：蓄电池损坏或未与充电器正确连接，蓄电池防接反电路检测不到蓄电池电压，继电器触点未吸合，所以不能正常充电。

## TIPS

充电器未能进入正常的充电状态，其原因之三：蓄电池防接反电路异常，引起继电器触点不能接通，充电器不能对蓄电池充电。

## TIPS

充电器未能进入正常的充电状态，其原因之四：充电电流检测及充电控制电路异常，使充电器不能进入正常的充电状态。

## TIPS

造成充电时有响声，红灯灯光暗淡且闪烁的原因之一：220V 电源电压较低；

## TIPS

造成充电时有响声，红灯灯光暗淡且闪烁的原因之一：电路板上某只电容失效；

## TIPS

造成充电时有响声，红灯灯光暗淡且闪烁的原因之一：PWM 电路的工作电压异常或自身性能不良等；

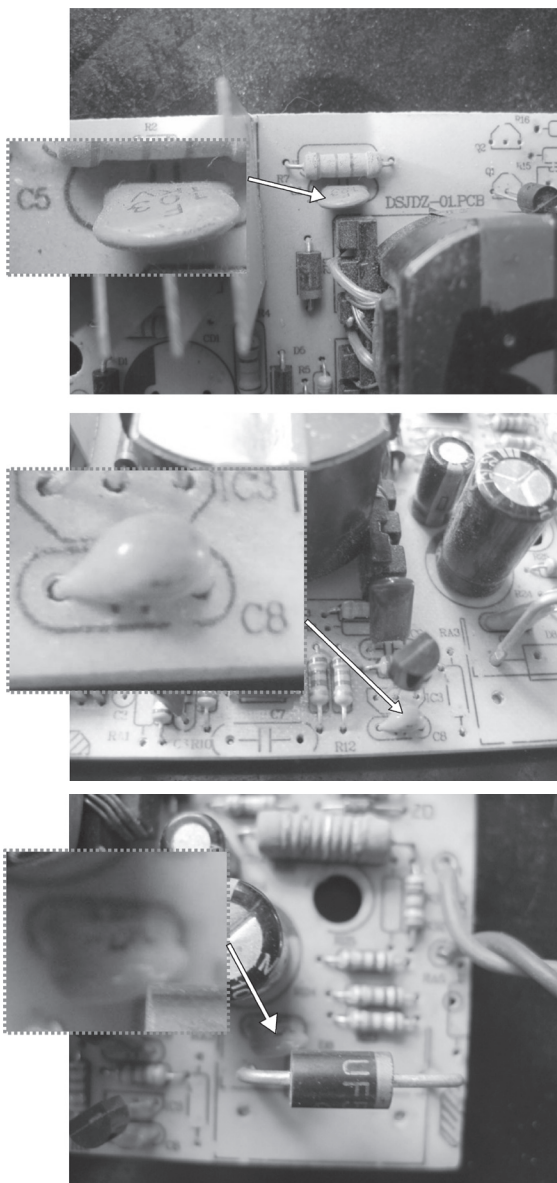


图 4-21 检查 C5、C8、C18

同时对电路中有关元器件进行检查，未发现损坏或接触不良的元器件，表明 PWM 集成电路⑫脚内部电路异常或某项性能发生变化。

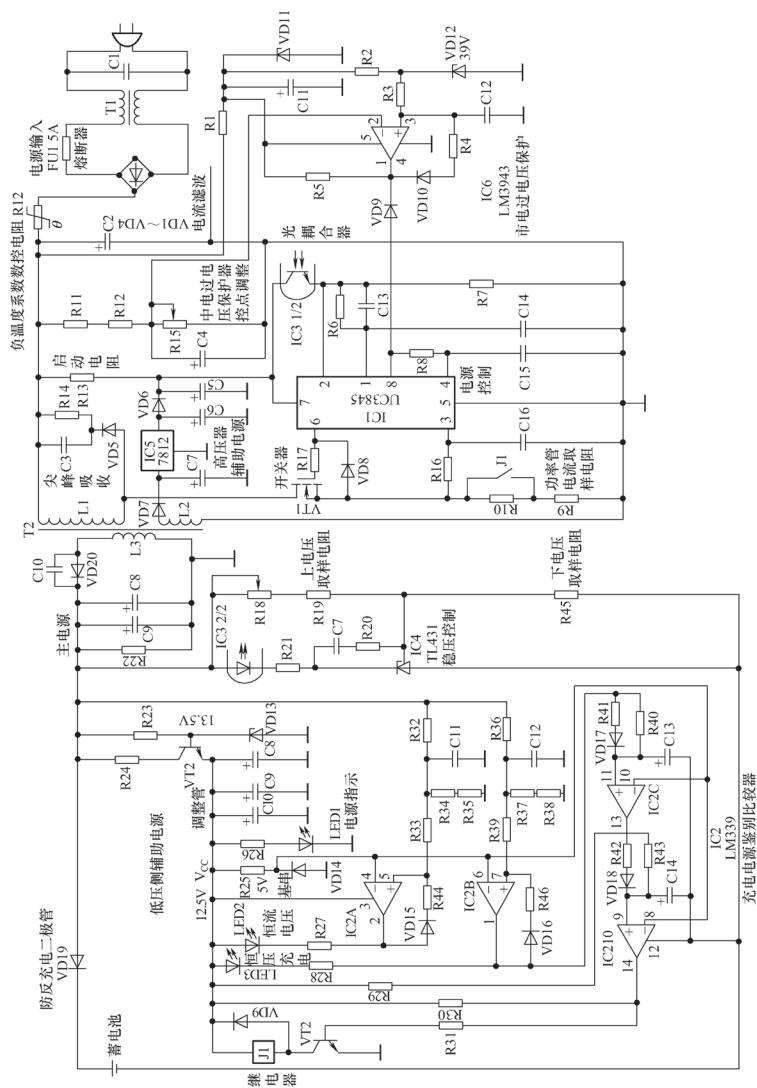
维修措施：更换新的 PWM 集成电路。

### 4.1.5 无电压输出

#### 1. 熔断器烧坏，无电压输出

故障现象：充电器无输出电压，并且熔断器烧毁。

检修过程：该充电器电路如图 4-22 所示。



**TIPS**

充电器通电后充电指示灯一闪即灭，表明在通电瞬间有电压产生，随后充电器进入保护状态。应检查稳压控制电路和过电压保护电路。

**TIPS**

充电器正常充电状态时，红、绿充电指示灯应交替点亮。若红、绿充电指示灯同时点亮，表明未接蓄电池或充电器充电控制电路异常。



# TIPS

造成充电时有响声，红灯  
灯光暗淡且闪烁的原因之四：  
电路板上的整流管正向内阻增大。

# TIPS

在更换集成电路时要细  
心，不要将印制电路板上的铜  
箔损坏。更换集成电路后，需  
对电阻 R28 进行调整，以使  
充电器输出电压工作在正常  
范围内。

1) 首先测量 +300V 滤波电容 C2 (如图 4-23 所示) 两端的在路阻值，阻值近似为零，表明元件击穿。

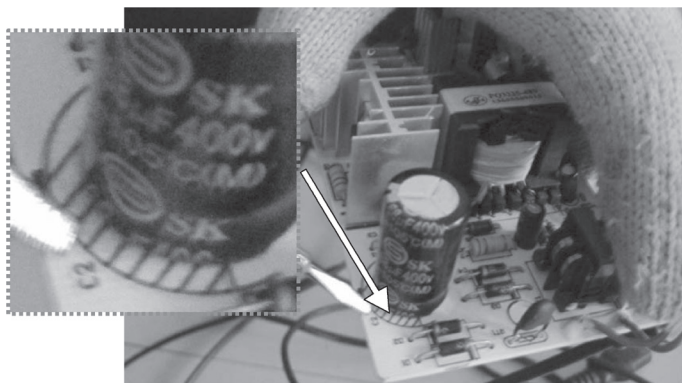


图 4-23 电容 C2

2) 可先断开负温度系数热敏电阻 R11 (如图 4-24 所示)，然后再次测量 C2 两端的在路阻值，如图 4-25 所示。

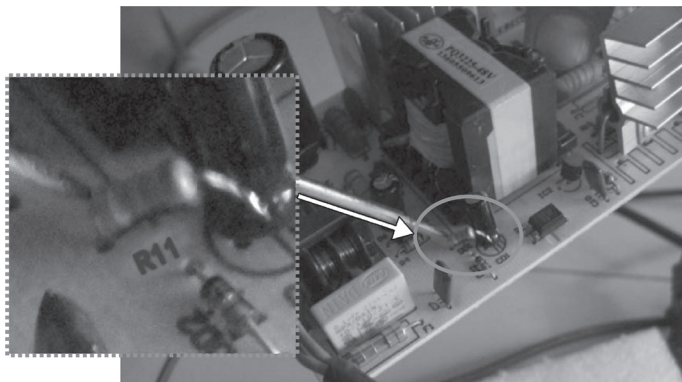
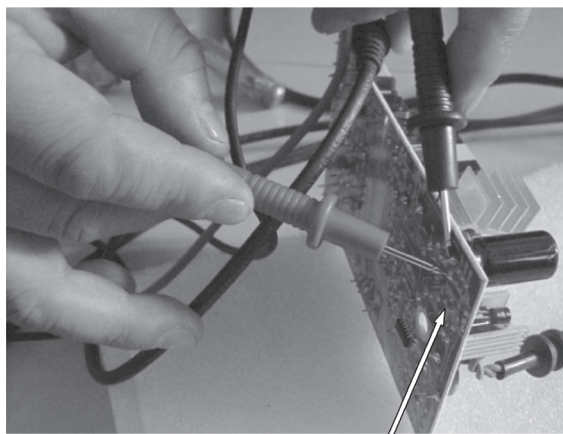


图 4-24 R11 电阻



测量C2电阻

图 4-25 测量 C2 电阻

3) 此时阻值恢复正常, 表明整流二极管 VD1 ~ VD4 中有两只或两只以上同时损坏。

维修措施: 更换新的整流二极管。

## 2. 充电器无电压输出, 但 +300V 电压正常

现象描述: 充电器接通电源后指示灯不亮, 也无电压输出, 测量滤波电容 C17 两端, +300V 电压正常。

故障检修: +300V 电压正常而开关电源不能正常起动, 通常表明开关电源电路或 PWM 控制电路存在故障, 其主要原因有以下几点:

启动电阻 R2 开路, 导致 PWM 控制电路无起动电压而不能产生 PWM 激励脉冲信号来驱动开关管 VT1 进入开关状态。

开关电源电路中的开关管、开关变压器、激励变压器等开路或引脚虚焊, 会导致开关电源不能形成开关振荡回路。

PWM 控制电路的 PWM 集成电路、振荡定时元件等异常, 导致无 PWM 激励脉冲信号输出。

1) 拆开充电器如图 4-26 所示。然后测量滤波电容 C17 (如图 4-27 所示) 两端电压, 其在断电后不能较快消失, 表明开关电源未能起动。

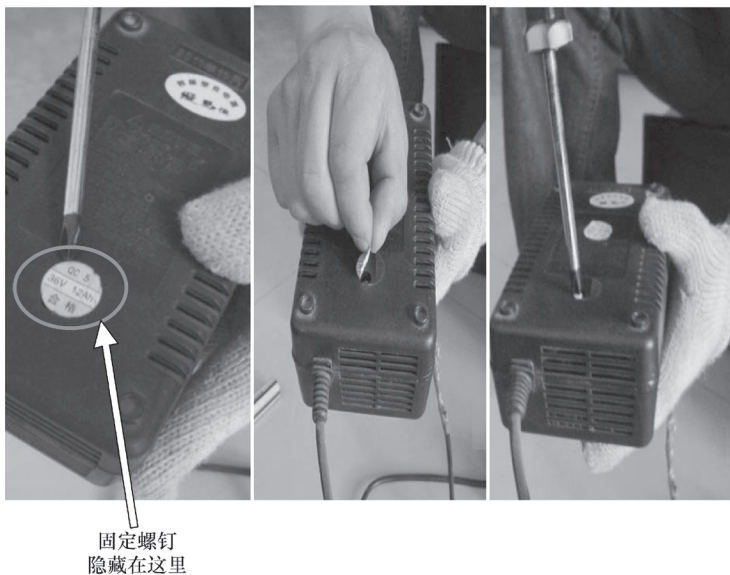


图 4-26 拆开充电器

2) 测量开关管 VT1 的栅极无激励脉冲电压, 再测 TL3842 的⑦脚电压为 0, 如图 4-28 所示。测量该脚对地阻值正常, 于是怀疑启动电阻 R2 开路, 拆下 R2 测量果然阻值无穷大。更换 R2 后通电观察, 充电器指示灯点亮, 输出电压恢复正常。

### TIPS

启动电阻 R2 的阻值为 250k $\Omega$ , 在路测量时由于并联的其他元件影响无法测出其是否损坏, 因此需要拆下测量。

### TIPS

电阻 R2 开路会导致 TL3842 的⑦脚无起动电压, 内部电路无法工作, 开关管 VT1 得不到激励脉冲电压, 开关电源一直处于截止状态。

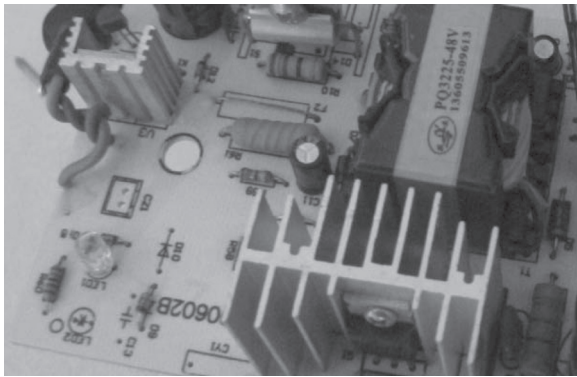


图 4-27 找到电容 C17

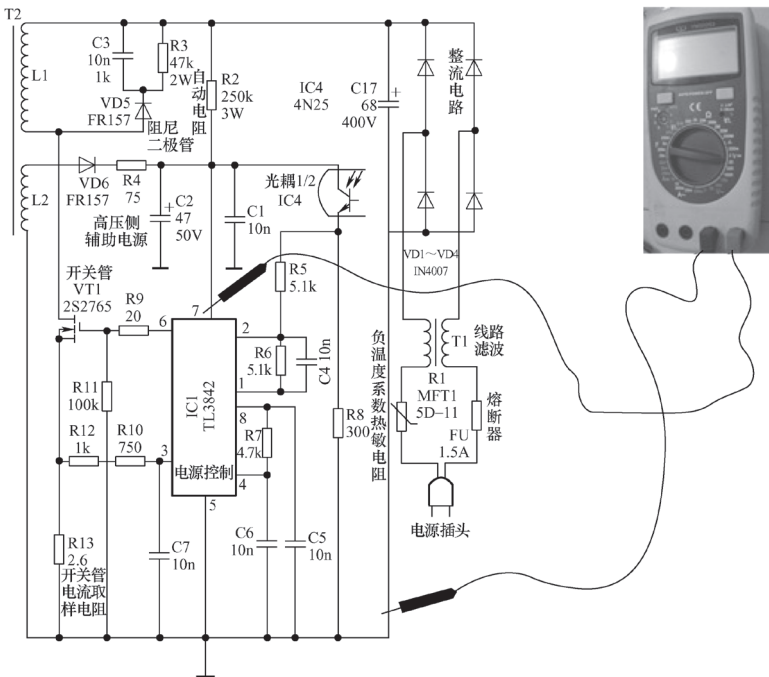


图 4-28 TL3842 的⑦脚电压测量

TIPS

如果检查中发现熔断器熔断，造成充电器无输出电压，表明市电整流滤波电路或开关电源电路有短路现象。这些电路出现短路，均会使+300V 端的对地阻值异常。

TIPS

维修上述故障时应首先将开关变压器的一次绕组断开，使开关电源电路与市电整流滤波电路分离开，即可判断故障的大致范围。

### 4.1.6 充电器能充电但充不满，伴有“吱吱”声

故障现象：充电器通电后电源指示灯闪烁，并有“吱吱”声，但能充电，不过充电时间一长，就不能充电。

故障检修：充电器损坏前有“吱吱”的响声，表明充电器内某些元器件性能变差，使相关电路工作异常并发出响声，最终导致元器件损坏。

1) 用万用表检查后发现市电整流电路输出端滤波电容 C6 两端电阻为零。于是测量开关管 VT1、VT2，发现均已击穿损坏。

2) 再对桥式整流二极管（如图 4-29 所示）进行测量，发现其中一只损坏。

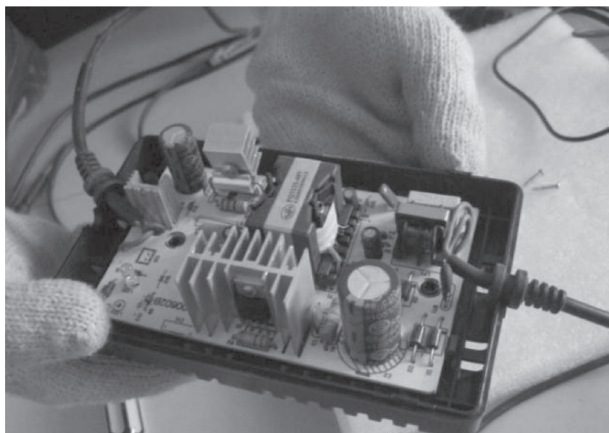


图 4-29 检查桥式整流二极管

3) 随后对辅助电源电容 C7、输出滤波电容 C8 两端进行测量, 发现存在短路现象。

4) 这时将损坏的元器件用同规格产品换上, 接上负载, 在熔断器处串联灯泡, 加电试验。

① 找一段电线, 并剥开露出铜芯, 如图 4-30 所示。

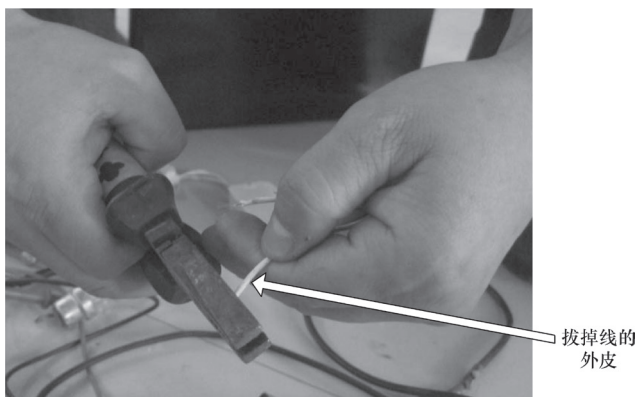


图 4-30 剥线

② 将灯头与已剥好的电线连接, 如图 4-31 所示。

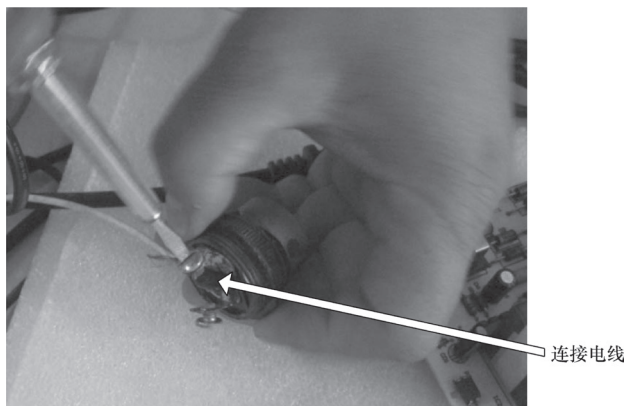


图 4-31 接线

## TIPS

如果发现开关电源没有工作, 应对市电整流滤波电路和开关电源电路进行检查。

由于充电器无输出电压, 继电器不能吸合, 在通电测量时需将电源开关短接, 使整流滤波电路工作正常。

断电后对 C4 进行放电, 接着检查 VT2、R5、R7、C8 等元器件是否正常。

再仔细观察电路板, 发现开关变压器 T2 的引脚是否有脱焊现象。

测量开关变压器 T2 的 1 脚到 C5 之间开路。对开关变压器 T2 所有引脚进行补焊, 再次通电后, 充电器工作正常。

## TIPS

引起充电器的开关电源电路不正常工作的原因之一: 市电电源插座损坏或充电器的电源线、电源插头异常, 导致充电器未与市电正常连接。



### TIPS

引起充电器的开关电源电路不正常工作的原因之二：充电器内部的熔断器烧毁，使市电整流滤波电路无交流电压输入。此时应检查市电整流滤波电路及开关电源电路是否有击穿短路现象，然后才能更换熔断器。

### TIPS

引起充电器的开关电源电路不正常工作的原因之三：市电整流滤波电路异常，无+300V 直流电压产生。

### TIPS

引起充电器的开关电源电路不正常工作的原因之四：开关电源电路的元器件损坏，不能正常工作。

- ③ 将连接好的电线穿过灯座，如图 4-32 所示。

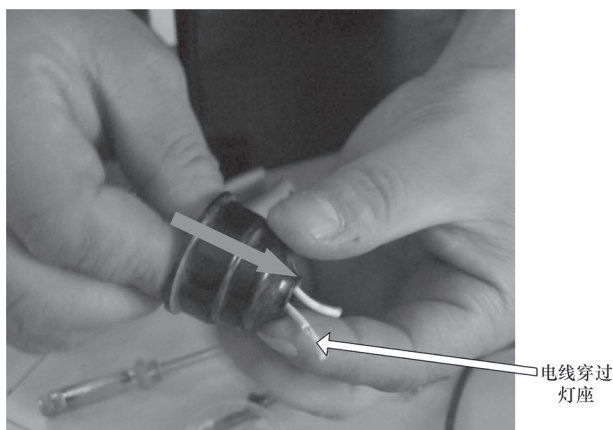


图 4-32 连接灯座

- ④ 把灯泡与灯座拧紧，如图 4-33 所示。

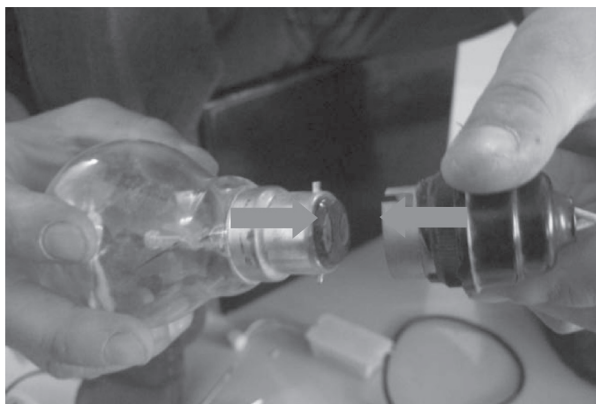


图 4-33 连接灯泡与灯座

- ⑤ 将充电器电路板上的熔断器一端焊开，如图 4-34 所示，此时要注意，电焊枪的枪头要轻轻操作。

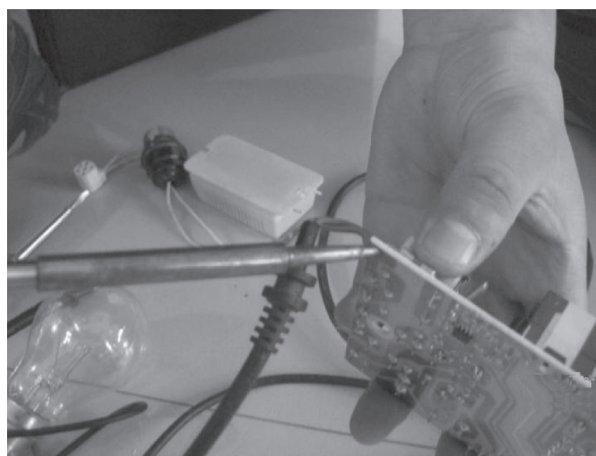


图 4-34 焊开熔断器

⑥ 焊开的熔断器一端，与灯座电线串连，并把灯座与灯泡拧紧，如图 4-35 所示连接好。

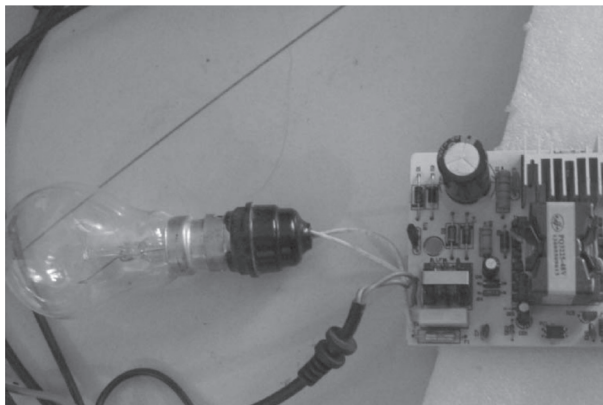


图 4-35 连接灯座及熔断器

5) 充电器仍有“吱吱”的响声，故障依旧。

6) 随后断电，用万用表检查，发现开关管基极接加速电路 C10、C11、VD11、VD12、R19、R22、R23、R25 均正常，并用代换法依次将 C10、C11、VD11、VD12 代换，均未排除故障。

7) 然后对推挽电路中的元器件进行代换试验，仍未排除故障。

8) 再对辅助电源中的 VD5、VD6、C7 进行代换试验，也未见效。最后将共阴极整流管 VD7 替换，“吱吱”声消失。

维修措施：更换损坏的共阴极整流管 VD7。

#### 4.1.7 充电液消耗过快

故障现象：电动自行车经常出现蓄电池电解液消耗过快现象，一般每半月需补充电解液一次。

故障检修：

1) 首先从车上拆下蓄电池盒并拆开，观察蓄电池内壁、极柱和安全阀等部位是否渗酸漏液，未发现异常，如图 4-36 所示。

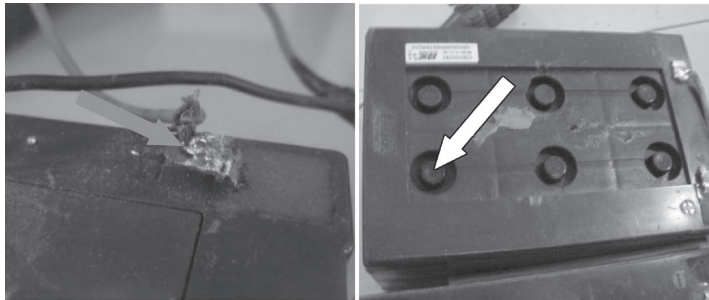


图 4-36 检查蓄电池内壁与极柱

#### TIPS

引起充电器的开关电源电路不正常工作的原因之五：主电源或辅助电源的负载电路异常，引起开关电源因过载而停振。

#### TIPS

引起蓄电池电解液消耗得过快的原因之一：蓄电池密封不良或安全阀开启压力设置得过低。

#### TIPS

引起蓄电池电解液消耗得过快的原因之二：蓄电池充、放电时出现过热现象，导致逸气失水。

#### TIPS

引起蓄电池电解液消耗得过快的原因之三：浮充电压选择不合理，会降低氧复合反应效率，导致失水量增大。

#### TIPS

引起蓄电池电解液消耗得过快的原因之四：充电器输出电压过高或失调。



## TIPS

充电器上的绿色指示灯 LED2 点亮需要 IC2 的①脚输出高电平电压。若 IC2 的①脚无高电平输出或 LED2、R27 损坏,均可引起 LED2 不亮。

2) 然后按正常方法向蓄电池充电 4h,用手触摸蓄电池壁感觉温热,如图 4-37 所示。

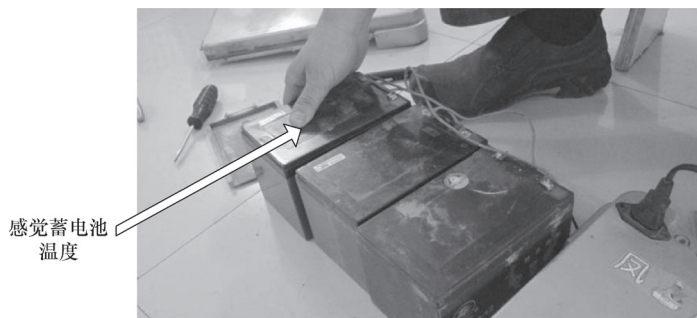


图 4-37 手触摸单体蓄电池外壁

3) 最后在检查充电器充电时的输出电压时,发现该电压超过 60V,表明该充电器异常。

## 4.2 充电指示灯不亮或不变

### 4.2.1 充足电后绿色指示灯不亮

故障现象:充电器充足电后,绿色指示灯 LED2 不亮。

故障检修:

1) 打开充电器检查 IC2 (其位置如图 4-38 所示) 的①脚为低电平,如图 4-39 所示。IC2 的②脚充电电流取样电压正常,③脚的基准电压为零。

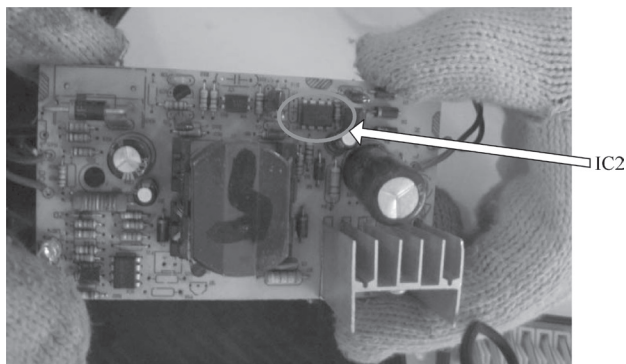


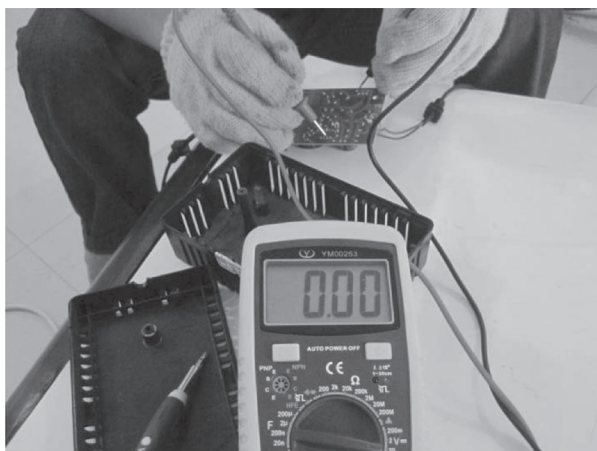
图 4-38 IC2 位置

2) 测量 R26 (如图 4-40 所示) 上端有 2.5V 基准电压。

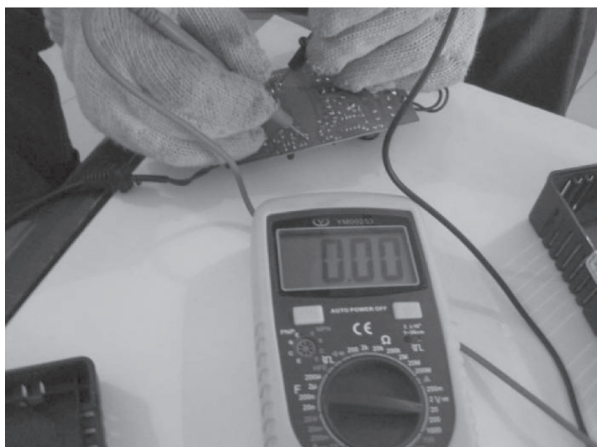
3) 拆下 R26 (如图 4-41 所示) 测量其阻值为无穷大,表明电阻 R26 损坏。

## TIPS

充电器输出电压过高通常是稳压控制电路出现异常或 IC1 内部的 PWM 电路出现异常而导致 PWM 激励脉冲信号的占空比过大引起的。一般先检查稳压控制电路,然后再对 IC1 进行代换测试。



a) 测量IC2的①脚电压



b) 测量IC2的②脚电压

图 4-39 测量 IC2 ①、②脚电压

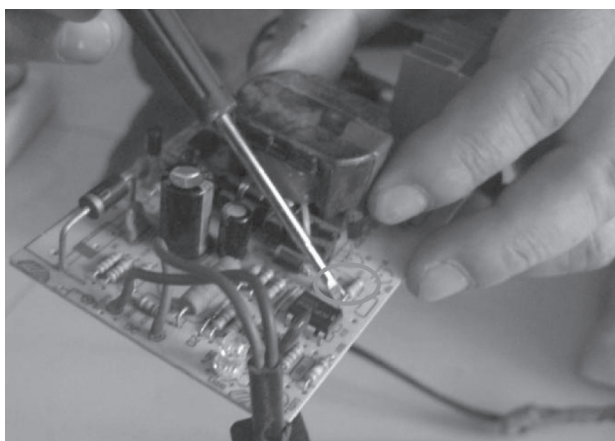


图 4-40 电阻 R26

**TIPS**

引起充电器未能进入他励式工作状态的原因之一：空载时电源指示灯亮，表明有辅助电源电压产生，若辅助电源电压低于 4.9V，仍会引起 IC1 无法起动。

**TIPS**

引起充电器未能进入他励式工作状态的原因之二：IC1 内部电路或其外围相关元器件损坏，会引起 IC1 的 8 脚和 11 脚无 PWM 激励脉冲信号输出。

**TIPS**

引起充电器未能进入他励式工作状态的原因之三：由 VT1、VT2 及其相关元器件组成的推挽放大电路异常，使开关电源不能受控于 PWM 激励脉冲。

**TIPS**

充电器充电指示灯不切换的原因之一：蓄电池异常，经过长时间充电后依然充不满电。

## TIPS

充电器充电指示灯不切换的原因之二：充电器主电源输出电压偏高，充电电流不能下降到转折电流值。

## TIPS

充电器充电指示灯不切换的原因之三：充电状态切换及显示电路出现故障，引起充电器只能工作在恒压充电状态。

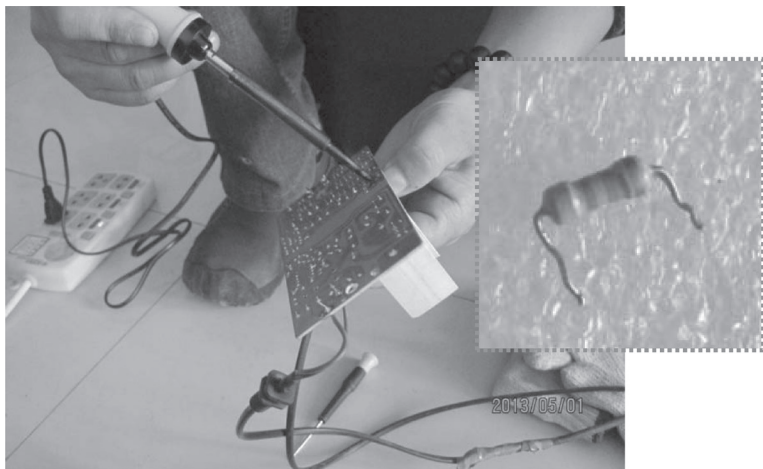


图 4-41 焊下电阻 R26

维修措施：更换损坏的电阻 R26。

### 4.2.2 充电器电容损坏，上电后指示灯不亮，也不能充电

故障现象：充电器接通电源后指示灯不亮，也不能充电。

故障检修：该充电器电路如图 4-42 所示。

1) 打开充电器，发现熔断器熔断，如图 4-43 所示，用万用表  $R \times 100$  挡测量，发现桥式整流电路输出端电容 C6 短路。

2) 检测两只功率管 VT1、VT2 测量，如图 4-44 所示。发现两管均击穿短路，并将其拆下。

3) 对两管周围元器件进行测量，发现电阻 R22 烧坏断路。复测电容 C6（如图 4-45 所示）两端电阻，仍为零。用万用表  $R \times 1$  挡测量桥式整流二极管 VD1 ~ VD4，发现有 3 只二极管的正、反向电阻皆为零。

4) 拆下 R22 故障元件，如图 4-46 所示，再次测得电容 C6 有充、放电现象，表明正常。

5) 随后对电路板上的两只推挽管 VT3、VT4 进行检查，均正常。

6) 然后测得输出级滤波电容 C8（如图 4-47 所示）两端电阻为零，拆下共阴极整流管 VD7 检查，发现有一臂击穿短路。

7) 复测电容 C8 两端阻值，发现不再为零，且有充、放电功能。最后对辅助电源电容 C7 两端进行测量，无短路现象。

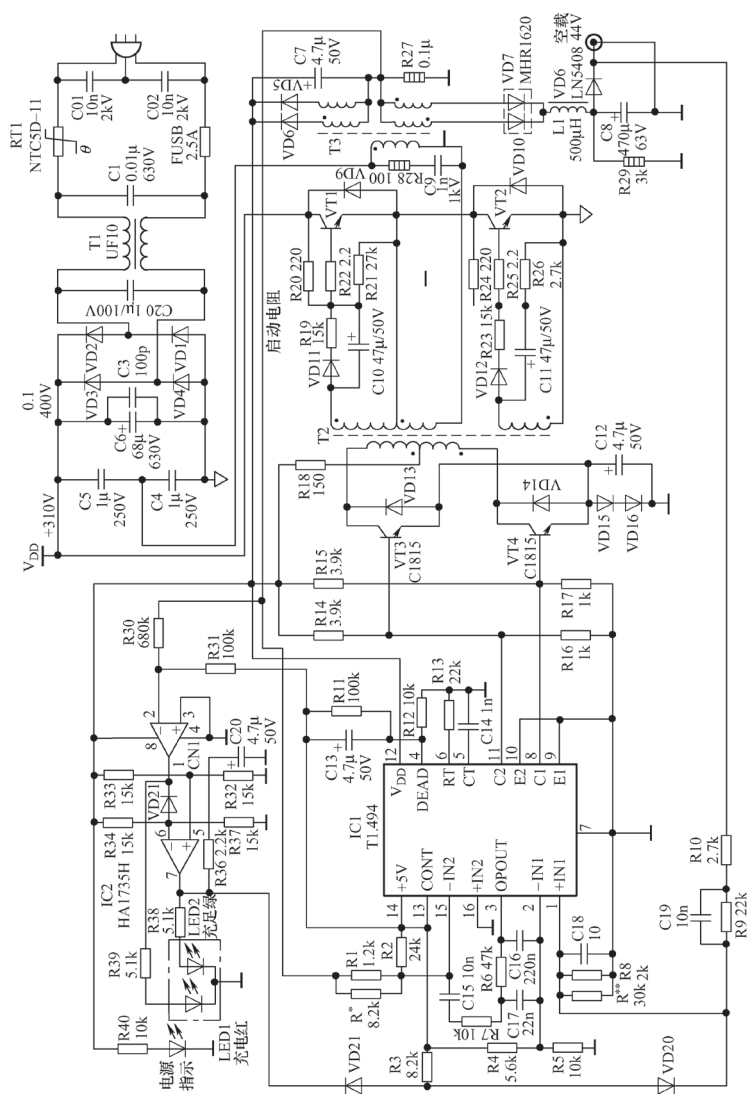


图 4-42 某品牌充电器电路

## TIPS

恒流充电是指对蓄电池充电时用固定不变的电流充电。用恒流充电是为了防止蓄电池内部极板损坏。通常采取逐阶段定流充电法，也就是在充电期间的初期充电电流较大，一般单体电池达到2.4V时，减半电流值后继续充电，直到充足电为止。

## TIPS

恒流恒压充电是指在蓄电池充电初期用固定不变的电流充电，对充电电流要严格控制，使蓄电池处在最佳充电状态，而在充电后期由固定不变的电流充电变化为固定不变的电压充电，使蓄电池长期保持充电的电压值。向蓄电池充电时用恒流恒压浮充充电可延长蓄电池的使用寿命。

## 一线师傅

### 手把手教你修电动自行车

#### TIPS

检查充电器内的变压器一次绕组是否短路或内部接触不良的操作方法是：

用万用表的电阻挡测量一次绕组，正常时，该阻值应为  $20 \sim 30\Omega$ 。若阻值小于此值，表明变压器一次绕组内部短路。若测量阻值不稳定，表明变压器一次绕组内部接触不良，需更换变压器。

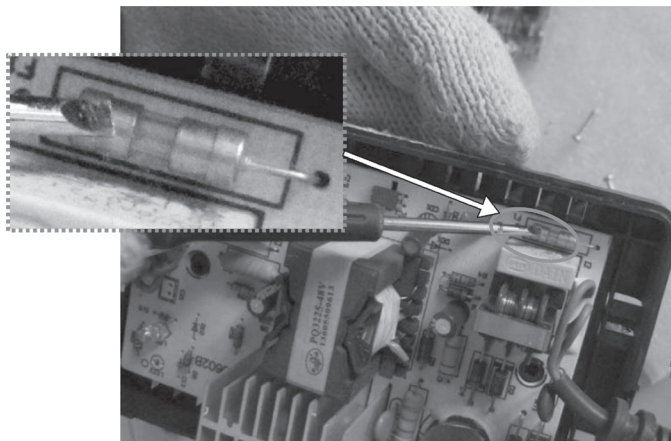


图 4-43 熔断器

#### TIPS

正常情况下，二极管的正向电阻小，反向电阻接近无穷大。若二极管正、反向均导通，说明该管已被击穿，应更换新品。

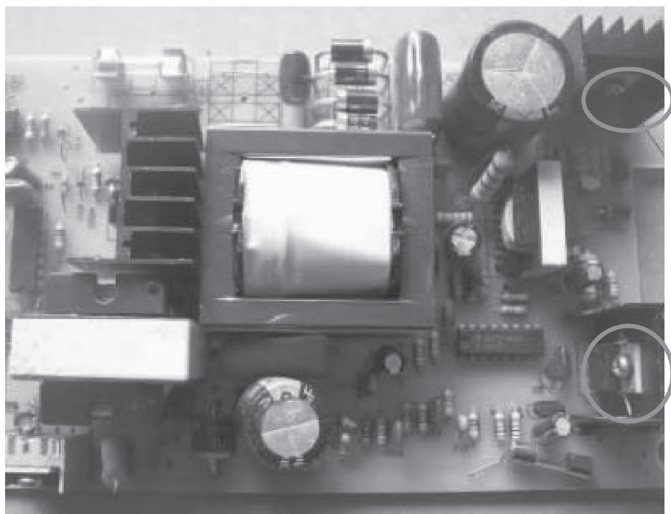


图 4-44 检测 VT1、VT2

#### TIPS

有些电动自行车使用的蓄电池电源电压高于 36V，甚至达到 48V，超过安全电压阈值，容易发生触电事故，所以要格外小心。

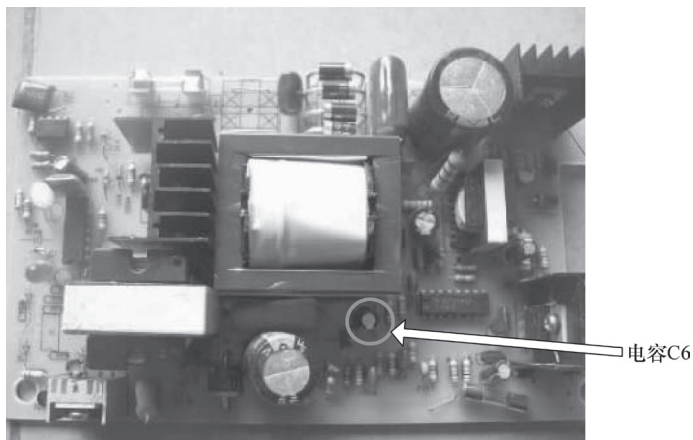


图 4-45 电容 C6



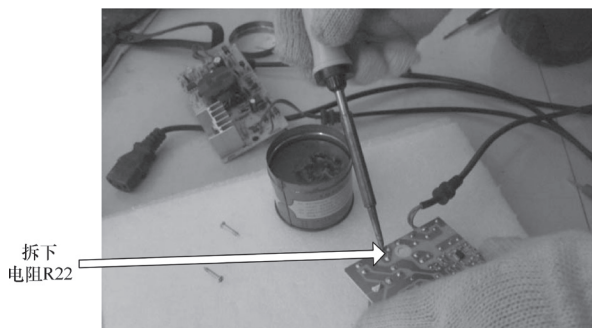


图 4-46 拆下电阻 R22

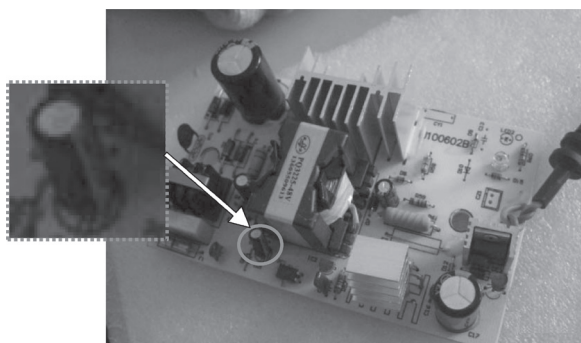


图 4-47 检测滤波电容 C8

维修措施：把损坏的几个器件全部换新。在熔断处串接灯泡加电试验，充电器指示灯亮，测得充电器输出电压为 44V，正常。

### 4.2.3 充电器内部熔断器损坏，红、绿灯均不亮

故障现象：充电器接通电源后，红、绿灯均不亮。

故障检修：

1) 先检查充电器输出插头与电源插头，如图 4-48 所示。发现均接触良好。

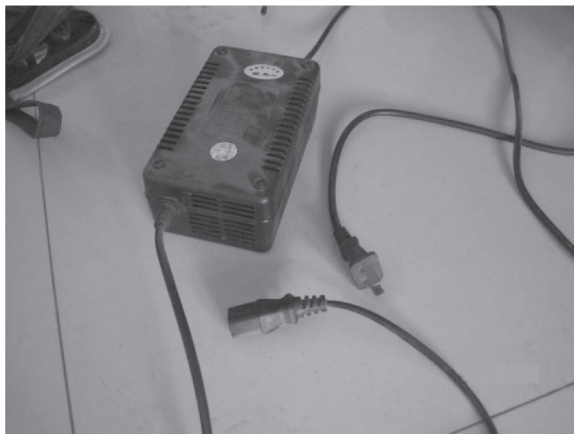


图 4-48 检查充电器输出插头

2) 接着打开充电器，如图 4-49 所示。

#### TIPS

使用电动自行车过程中，应经常检查电路插接点，防止接触不牢，引起接触点打火发热，避免线路老化、磨损而造成短路事故的发生。

#### TIPS

造成充电器接通电源后无反应原因之一：市电桥式整流管击穿损坏或滤波电容击穿。

#### TIPS

充电器接通电源后无反应原因之二：电源开关管击穿损坏。

#### TIPS

充电器接通电源后无反应原因之三：二次侧整流二极管性能不良或击穿短路等。

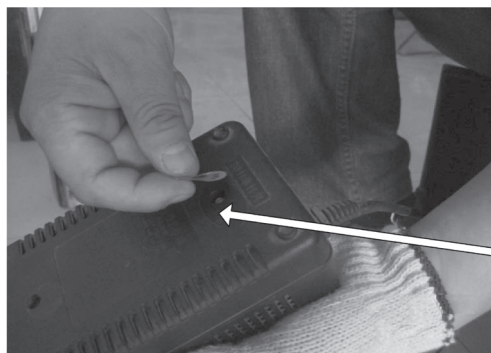
#### TIPS

在三段式充电的第一阶段，电流负反馈起主导作用，也就是恒流阶段。第二阶段由电流负反馈起主导作用逐渐转换到电压负反馈起主导作用，也就是恒流阶段向恒压阶段的转变过程。第三阶段是电压负反馈起主导作用，即恒压阶段。它的优点是可以有效地延长蓄电池的使用寿命。



## TIPS

若充电器对蓄电池大电流充电，会加速损坏该单体蓄电池并使其容量下降，最终使整组蓄电池提前损坏而报废。若采用均衡充电，可使每块蓄电池都有一个独立、合适的方法，这样可延长蓄电池的寿命。均衡充电也能消除充电时串联蓄电池电压不平衡现象。



揭下标签

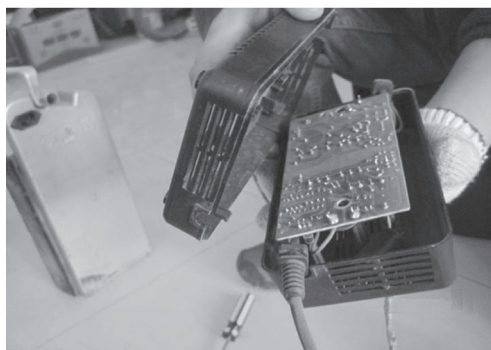


图 4-49 拆开充电器

- 3) 仔细检查，发现充电器的输入线连接正常。
- 4) 当打开充电器用万用表检测熔断器时，发现熔断器引脚与电路板脱焊，如图 4-50 所示。

## TIPS

浮充是指充电器处于较低的恒压充电状态下，被充电蓄电池与充电器线路连接在一起的一种充（放）电工作方式，此时充电器提供少量电流补偿蓄电池组局部的损耗，使电量充足而不过量。



引脚脱焊

图 4-50 引脚脱焊

维修措施：重新焊接熔断器引脚。

### 4.2.4 充电时指示灯不亮，而涓流指示灯亮

故障现象：充电时指示灯不亮，而涓流指示灯亮。

故障检修：该充电器电路如图 4-51 所示。

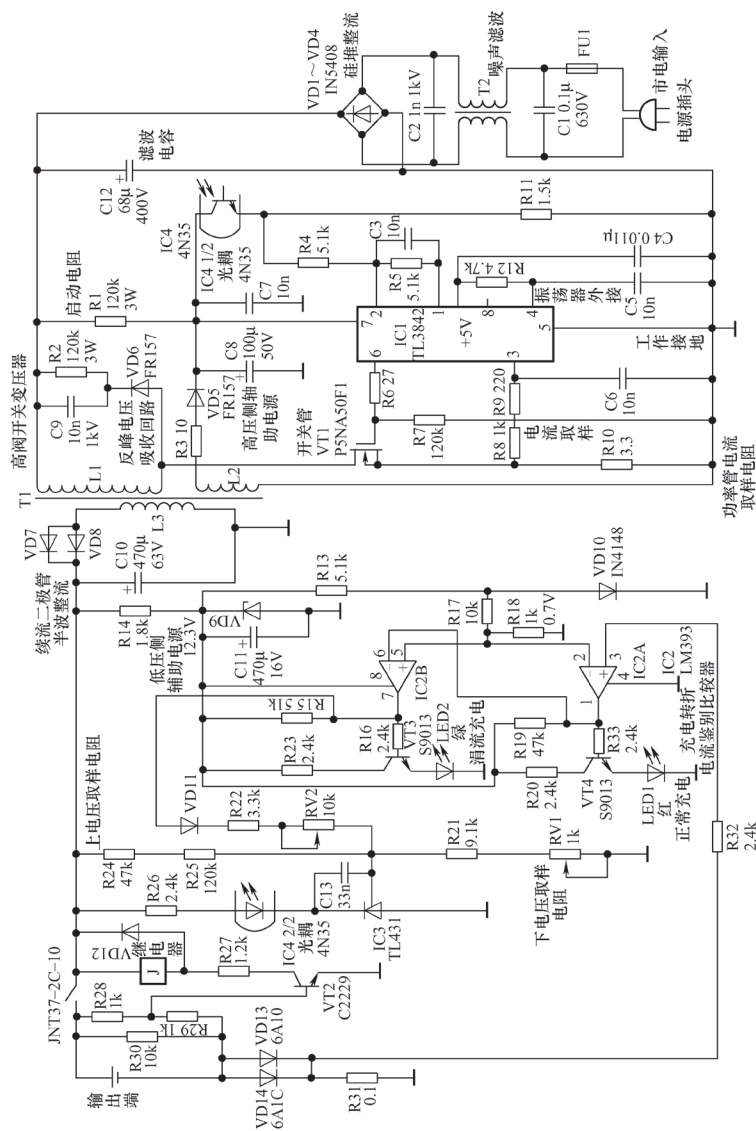
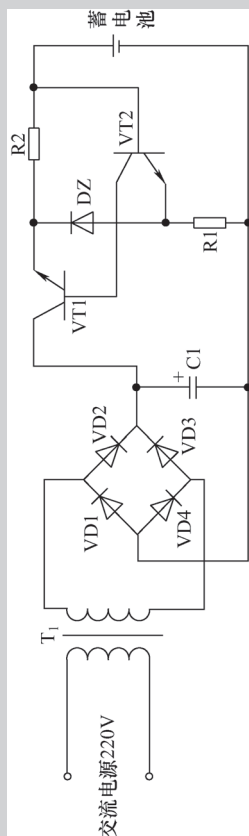


图 4-51 某品牌充电器电路

**TIPS**

恒流充电具有较高的充电效率，能根据充电时间的长短来决定充电是否终止。恒流充电电路简图如下所示。



在该电路中,整流输出电压通过两只晶体管构成简单的稳压电路,自动调整电路内阻,产生恒定不变的电流供负载充电使用。该充电方法已被广泛应用。

## TIPS

浮充充电方法有半浮充供电（即定期浮充）和全浮充（即连续浮充）两种。半浮充是部分时间进行浮充供电。全浮充是全部时间内电源线路与蓄电池并联进行浮充供电。

## TIPS

所谓恒压充电是指对蓄电池充电时用固定不变的电压充电,在充电初期,充电电流最大。随着充电时间的延长,蓄电池两端电压不断升高,充电电流逐渐减小。由于充电电流不断地变化,在测量蓄电池充入的电量时,要依据电解液的相对密度上升情况来判断。

## TIPS

恒压充电的优点是:蓄电池充足电后,充电电流自动减小(可近似为零)。缺点是:蓄电池亏电时,起始充电电流过大。

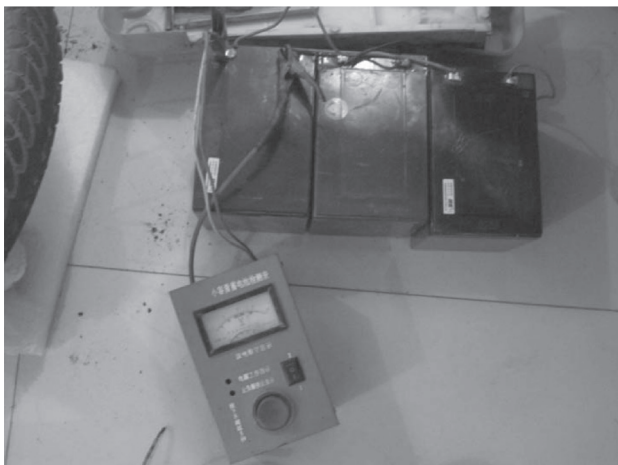


图 4-52 用蓄电池检测仪检测

1) 首先测量蓄电池组的端电压(检测时用蓄电池检测仪,如图 4-52 所示),若蓄电池电量已满,表明充电器正常,无须进行维修;若蓄电池无电压输出,则应对蓄电池进行维修或更换,然后再观察充电器对其充电是否正常。

2) 若蓄电池正常且未充满电,应检查继电器触点是否接通。可分别测量触点两端的对地电压。若电压一致,表明触点接通;若电压不一致,则表明继电器触点断开。若测得触点左侧的对地电压为零,则表明充电器未与蓄电池连接好,应检查充电器的输出线和插头及蓄电池插座;若该电压极性为负,表明蓄电池极性接反,应予以更正;若该电压等同于蓄电池电压,则表明蓄电池防接反电路出现故障。

3) 检查蓄电池防接反电路时,应先测量继电器绕组两端的电压。若电压正常,则表明继电器损坏,应予以更换;若无电压,表明 VT2 未导通或 R27 断路或 VD12 击穿。可测量 VT2 基极是否有导通电压。若有导通电压,则检查 VT2、R27、VD12 是否损坏;若无导通电压,则应检查 R28、R31 是否断路。

4) 若继电器触点能正常接通,应测量 IC2 的同相输入端 3 脚是否为高电平。若为高电平,应更换 IC2;若为低电平,应检查 R32、R18、VD10 是否损坏。

维修措施:更换损坏的元器件。

### 4.2.5 充电器不能自动断电

故障现象:该充电器为了降低能耗,设定了自动断电功能。用户反映,最近一段时间发现充电器不能自动断电,但充电状态显示等各方面都正常。拿到充电器后空载通电测试,过了 2 ~ 3h 后观察充电器依然保持通电。

故障检修：该充电器的自动断电功能是靠 IC2 和晶闸管 SCR1、继电器 J12 以及周边元件来实现。出现充电器不能自动断电的故障主要有以下几种情况：

① 继电器 J12 开关触点粘连, 造成充电器不能自动断电。此种情况还会造成充电器插上电源插头就通电, 电源开关失效的现象。

② 晶闸管 SCR1 开路不能正常导通, 无法使继电器 J12 失电断开。

③ IC2 的内外电路异常,造成①脚和③脚无高电平电压输出。

1) 充电器插上电源插头后不通电,按下电源开关后能够通电工作,表明继电器开关触点无粘连。

2) 随后取  $1k\Omega$  的电阻, 一端接  $+12V$ , 另一端接晶闸管 SCR1 的控制极, 相当于提供触发电平, 如图 4-53 所示, 此时充电器能够断开电源, 表明晶闸管工作正常而故障在 IC2 或其外围元件。

3) 接着测量 IC2 的⑫脚在充电器通电后有复位过程, 表明电容 C12 和电阻 R34 正常, 然后检查⑨、⑩、⑪脚的外接电容 C8、电阻 R33、R37, 均未发现异常。于是更换 IC2, 充电器再次通电空载测试, 2h 内电源自动断开故障排除。

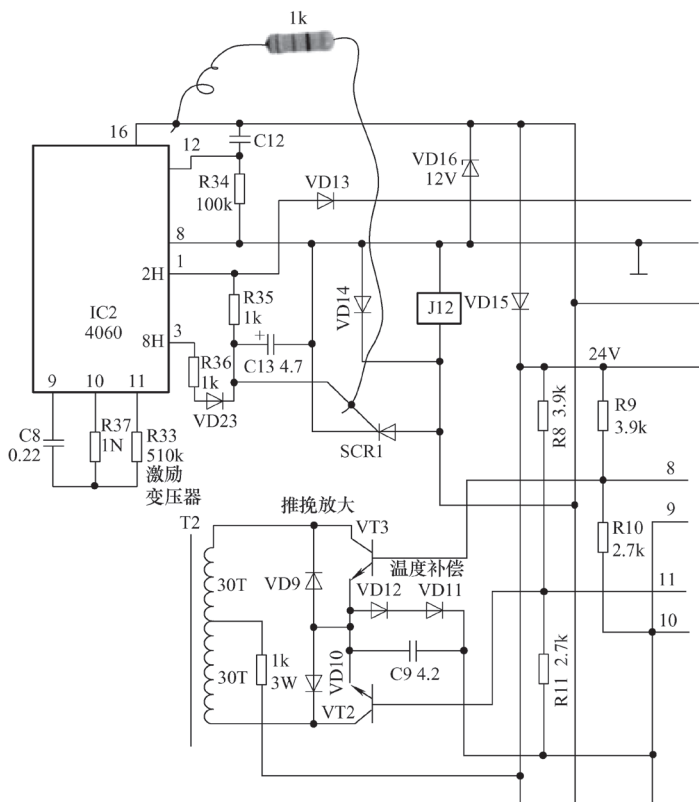


图 4-53 晶闸管 SCR1 控制极与 12V 电源间接 1k 电阻

TIPS  
IC2

IC2 和其外围元件组成一个定时电路，在充电器通电后开始计时，每间隔 2h 从①脚输出一个高电平脉冲，8h 后从③脚输出一个高电平脉冲，用来触发晶闸管 SCR 导通。当 IC2 内部电路损坏后无定时脉冲输出，充电器自然就失去了自动断电作用。

**TIPS**

充电器向蓄电池充电不到1h 绿灯就亮的主要原因有：充电器输出电压过低；充电器中某些元件的性能变差，受热后带负载能力差；蓄电池严重亏电；充电器输出端与蓄电池盒接触不良或断开。



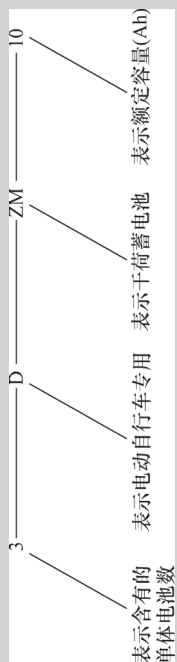
## 第 5 章

# 电池充不满（或续行里程严重缩短）故障



TIPS

常用的铅酸蓄电池的型号含义，如下所示。



如 3-DZM-6 型蓄电池，表示蓄电池内有 3 个单体电池，干荷电型，电动自行车专用蓄电池，其额定电压为 6V，额定容量为 10Ah。

TIPS

仪表上的电量表或电压表用来指示蓄电池的输出电压。而该电压与蓄电池的电量有正比关系，故通过指针摆动情况可反映蓄电池的电量。

## 5.1 电池单体容量严重下降

故障现象：电池容量下降，行驶里程不足

故障检修：

- 1) 用同型号充电器以 10h 率的电流向蓄电池充电 12h 后，浮充 2 ~ 3h。进行骑行试验，故障依旧，此时表明原充电器正常。
- 2) 用蓄电池容量测试仪检查，测量方法如图 5-1 所示，放电电压检测方法如下：



图 5-1 蓄电池容量测试仪

① 将转换开关拨向“1”，如图 5-2 所示。将表的正极夹子与蓄电池的正极端子夹紧，负极夹子与蓄电池的负极端子夹紧，表头所显示的值是该蓄电池的虚电压值。

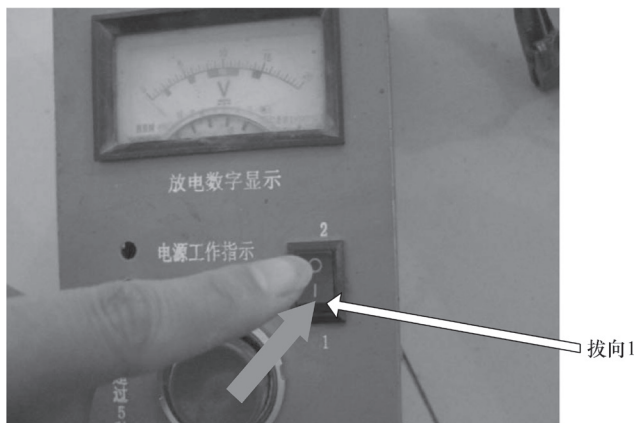


图 5-2 拨开转向开关

- ② 再将表的按钮按下（按钮按下的时间不能超过 5s），如图 5-3 所示。所得的电压值，则是该蓄电池放电的电压值。
- ③ 当电压降到红区或归零，请重新充电后再测量。如故障依旧，则说明蓄电池已严重放电或出现质量问题了。具体参考数据如表 5-1 所示。

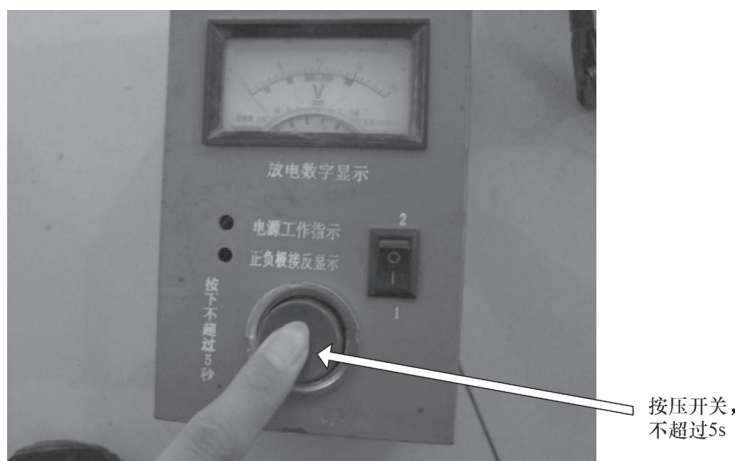


图 5-3 按下按钮

表 5-1 放电电压检测参考数据

| 空载电压     | 放电电压            | 判断 | 原因                     | 处理方法                      |
|----------|-----------------|----|------------------------|---------------------------|
| 12.5V 以上 | 10V 以上<br>(绿区)  | 好  | 正常                     | 正常                        |
| 12~14V   | 9~10V<br>(黄—绿区) | 良好 | (1) 充电不足;<br>(2) 比重有误差 | (1) 充电后再测试;<br>(2) 调整电解液  |
| 11V 以下   | 9V 以下<br>(红区)   | 不良 | (1) 过放;<br>(2) 内部有故障   | (1) 充电后再测试;<br>(2) 换新的蓄电池 |

3) 经检测发现有一只蓄电池单体容量严重下降, 则表明该蓄电池组中各单体蓄电池容量不均衡。

4) 将容量减小的蓄电池的电解液吸出, 向蓄电池内加入适量的蒸馏水静置 1 ~ 2h 后吸出, 如图 5-4 所示, 如此反复 2 ~ 3 次, 最后加入标准电解液。

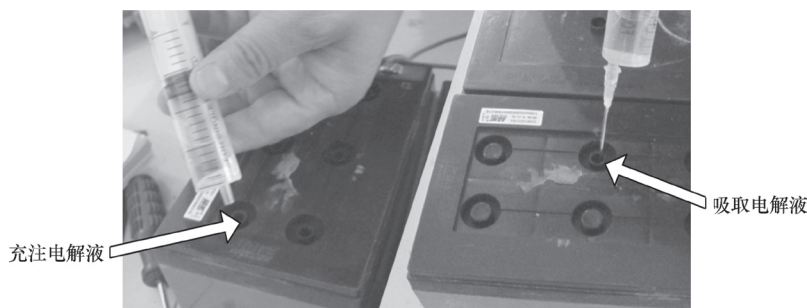


图 5-4 注入 / 吸出电解液

5) 用充电器以 10h 率的电流充电 14h, 如图 5-5 所示, 静置 2h 后, 再用 2h 率的电流进行放电, 如图 5-6 所示, 如此反复 2 ~ 3 次。

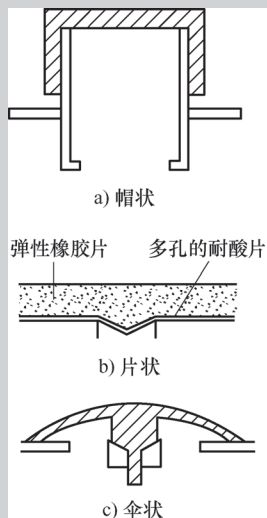
6) 此时用蓄电池容量测试仪检查, 该蓄电池容量恢复到额定容量的 80% (即与其余两只蓄电池容量基本一致)。将蓄电池组装到电动自行车上, 充足电后续行里程可达 30km, 故障得以排除。

## TIPS

由于蓄电池具有一定的内阻, 当电动自行车负载发生变化时, 蓄电池内阻上的电压降有所不同, 其端电压就不同, 故电压表显示也就不同。因此, 电动自行车加速时, 电动机电流大, 电量表显示值下降较多; 低速行驶时电流小, 电量表显示数会自动上升, 这种现象是目前电动自行车电量表的通病。

## TIPS

安全阀的结构类型较多, 主要有帽式、伞状和片状等几种。具体如下所示。



此处采用的是恒流充电器，有些蓄电池放电仪也能够完成恒流充电

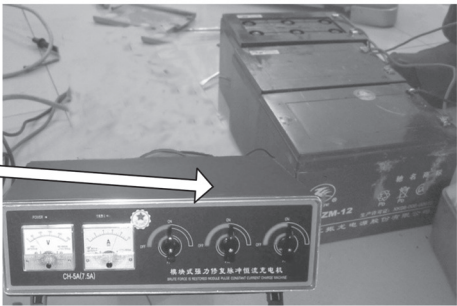


图 5-5 恒流充电

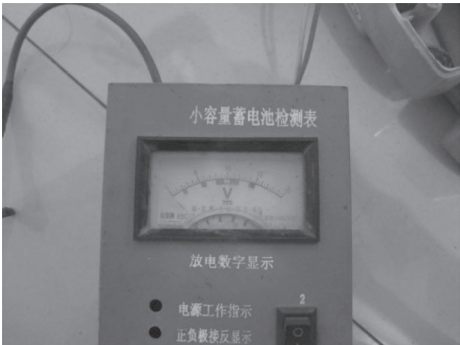


图 5-6 蓄电池放电仪

TIPS

串联蓄电池不均衡是世界性难题，在使用过程中难以使多个串联蓄电池均衡，总会出现“落后”的蓄电池。若蓄电池组存在大的电压偏差，则会造成“落后”的蓄电池过早失效。

导致串联蓄电池不均衡的原因之一：极板、隔板和电解液的质量。极板、隔板或电解液中或多或少地含有各种杂质，会使蓄电池的浮充电压降低，加速蓄电池自行放电。若极板、隔板、酸量不均匀，累加的结果会造成各蓄电池的吸酸饱和度不同，使浮充电压不均匀。

维修措施：更换单体电池。一般在 25℃环境温度时，标准试验条件下，用不同形式的电动机装配的整车，其续行里程不一样，可以参照如表 5-2 所示的数据判断整车的续行里程是否正常。表格里的数据是新蓄电池充满电时与新电动机配合所行驶的实际续行里程数的 60%，如果实际行驶的里程数小于参考数，可以判定为整车的续行里程短。整车乏力表现为电动机上坡力量小，起动时间长，行车速度明显减慢。整车续行里程短与电动机乏力（俗称电动机没劲）的原因比较复杂。当排除了电动机故障之后，一般来说，整车续行里程短的故障就不是电动机引起的了。这和蓄电池容量的衰减，充电器不能给蓄电池充满电，控制器参数漂移（PWM 信号没有达到 100%）等有关。

表 5-2 不同形式电动机装配的整车续行里程数

（单位：km）

| 电动机形式   | 12Ah/25℃ |     | 17Ah/25℃ |     | 12Ah/0℃ |     | 17Ah/0℃ |     |
|---------|----------|-----|----------|-----|---------|-----|---------|-----|
|         | 24V      | 36V | 24V      | 36V | 24V     | 36V | 24V     | 36V |
| 侧挂电动机   | 23       | 35  | 33       | 50  | 12      | 18  | 17      | 25  |
| 柱状电动机   | 26       | 40  | 36       | 55  | 13      | 20  | 18      | 28  |
| 有刷无齿电动机 | 26       | 40  | 36       | 55  | 13      | 20  | 18      | 28  |
| 有刷有齿电动机 | 26       | 40  | 36       | 55  | 13      | 20  | 18      | 28  |
| 无刷无齿电动机 | 30       | 45  | 40       | 60  | 15      | 23  | 20      | 30  |
| 无刷有齿电动机 | 30       | 45  | 40       | 60  | 15      | 23  | 20      | 30  |

## 5.2 电解液干涸

故障现象：一辆绿源电动自行车的蓄电池充不满电。

检修过程：

- 1) 首先检查充电回路，检查后发现没有断开或接触不良的情况。
- 2) 检查充电器的充电参数，初次充电电流每只可达到  $1.6 \sim 5\text{A}$ ，最高充电电压每只为  $14.7 \sim 14.8\text{V}$ ，表明充电器充电良好。
- 3) 取下蓄电池盒并拆去盒盖观察，发现蓄电池连线可靠，表面也较为洁净，如图 5-7 所示。

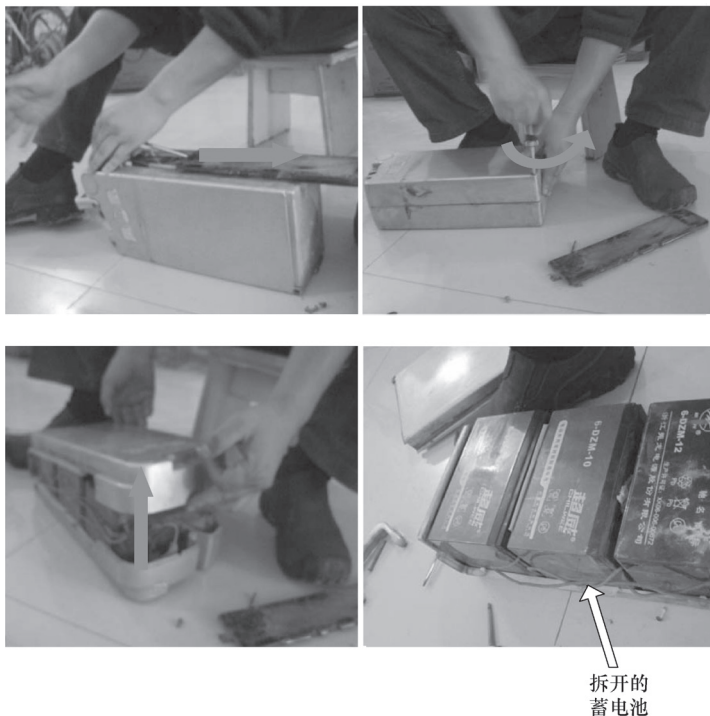


图 5-7 拆开蓄电池外壳

- 4) 分别拆下各单体蓄电池的盖板和安全阀，如图 5-8 所示。

发现蓄电池都处于干涸状态，如图 5-9 所示，表明电解液干涸是造成蓄电池充不进电或充电不足的原因。

- 5) 用滴管吸入电解液并由安全阀孔注入，如图 5-10 所示。注意电解液要覆盖极板  $5\text{mm}$  高，静置  $24\text{h}$  后观察，蓄电池极板上应有流动的电解液，否则加以补充。

- 6) 使用稳压器对该蓄电池进行恒压充电，如图 5-11 所示。当充电至蓄电池端电压达到  $16.2\text{V}$  或充电电流下降到  $300 \sim 400\text{mA}$  时，如图 5-12 所示，初次充电结束。初次充电结束后，蓄电池极板上应有流动的电解液，否

### TIPS

导致串联蓄电池不均衡的原因之一：各单体蓄电池安全阀的开启和关闭应保持一致，否则将使各单体蓄电池上方的气压不相同，导致浮充电压有高低之分。

导致串联蓄电池不均衡的原因之三：一般阀控式铅酸蓄电池中电解液的量是较少的。蓄电池的放电受电解液的控制，浮充电压对蓄电池中电解液的储存量比较敏感，故蓄电池在使用过程中应谨防“干涸”。

导致串联蓄电池不均衡的原因之四：蓄电池的生产工艺。各蓄电池生产厂家应严格按照正确的工艺生产，才能最大限度地保证蓄电池性能的均匀性。



则予以补充。

## TIPS

蓄电池充电时极板活性物质会有所脱落是正常的，但在短时间内严重脱落则为异常。蓄电池活性物质严重脱落的特征：蓄电池容量明显降低；蓄电池槽底有脱落物堆积；电解液混浊或带有红褐色。

蓄电池活性物质严重脱落的原因主要有：

- 1) 充电电压过高。
- 2) 蓄电池放电电流过大。
- 3) 电解液密度过大，使极板严重腐蚀。
- 4) 极板制造时使用的添加剂混合不均或添加量不准。
- 5) 电解液不纯净。
- 6) 极板受到剧烈振动。
- 7) 在缺水情况下长期使用或存放。

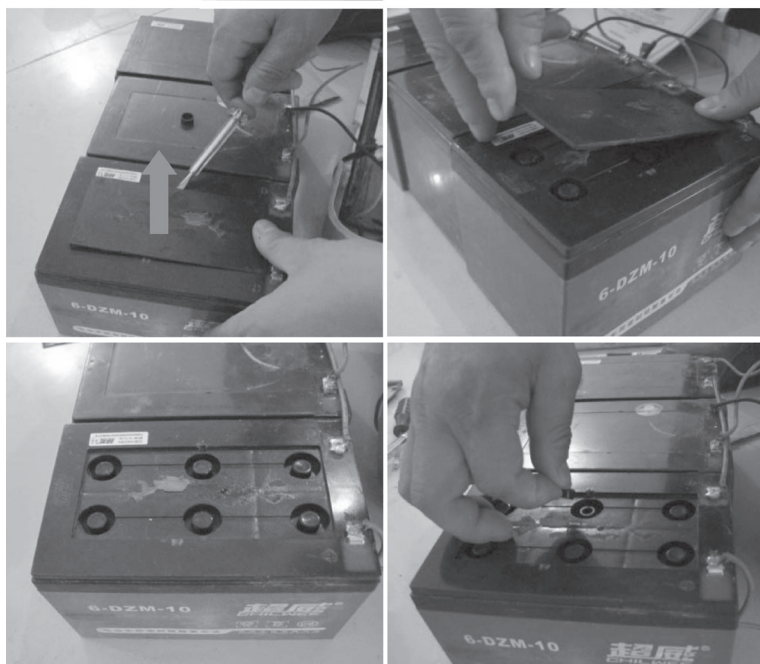


图 5-8 取下安装阀盖板

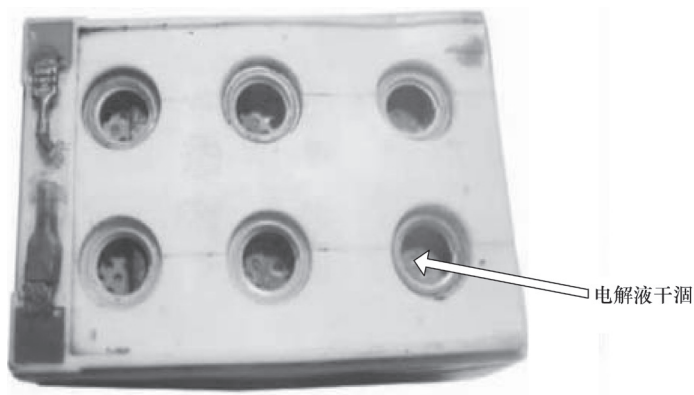


图 5-9 蓄电池电解液干涸

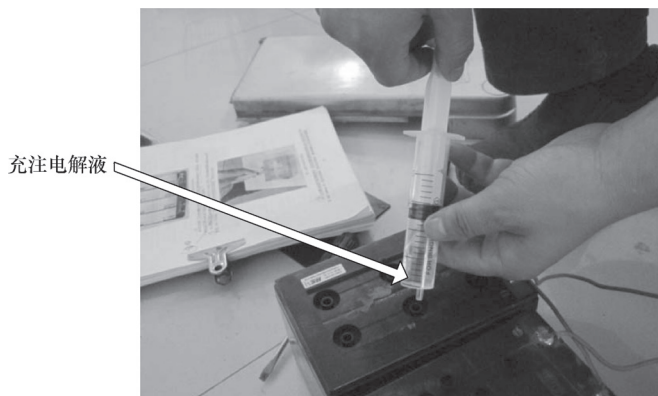


图 5-10 充注电解液



图 5-11 用充电器恒流充电



用钳形电流表  
测量比较方便

图 5-12 用电流表检测电流下降值

7) 再次进行恒压限流充电，直到充电电流下降到 300mA 为止。

8) 充电结束后，装复所拆各件，试车运行，电动机动力强劲，故障排除。

维修措施：充注电解液。

### 5.3 控制器故障

故障现象：控制器故障，蓄电池充不满电。

故障检修：如果电压指示仪表灯全亮，控制器盒盖发热，电动机应该有“咕咕”声，有驱动力但力又不足。用手感应或用耳朵听，觉得脉动声与平时不同，脉动变得粗糙，而且隐隐有冲力的感觉，说明是两相运转。在空运转状态下用万用表检测电压，只有两相通电，进一步说明是换相电路中有功率管烧毁，致使一相无电流。面对这种情况应该：

1) 拨开控制器与无刷电动机的霍尔引线，如图 5-13 所示。

2) 在控制器通电状态下，用万用表的 +20V 直流（DC）挡，将黑表笔接触在控制器霍尔引线的黑线上，红表笔测量控制器的其他霍尔引线，其霍尔线如图 5-14 所示。

#### TIPS

避免蓄电池活性物质严重脱落的方法之一：充电时要选用原配充电器对蓄电池充电。

避免蓄电池活性物质严重脱落的方法之二：尽量不要使用零启动（即原地启动），尤其不要负载过重、上陡坡或迎风行驶，以避免蓄电池放电电流过大。

避免蓄电池活性物质严重脱落的方法之三：避免超载。

避免蓄电池活性物质严重脱落的方法之四：禁止蓄电池在阳光下暴晒，尽量放在阴凉处。

避免蓄电池活性物质严重脱落的方法之五：防止蓄电池干涸，要及时加液。

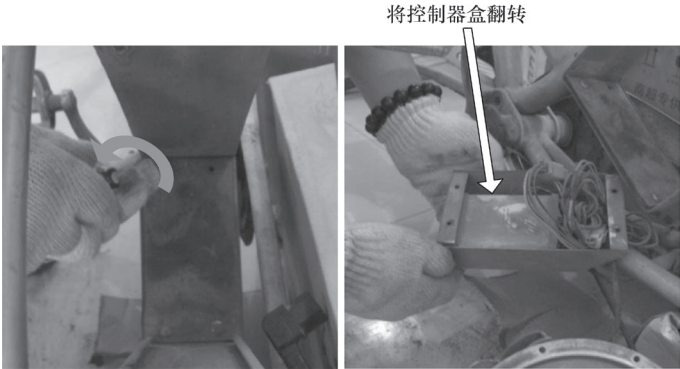
避免蓄电池活性物质严重脱落的方法之六：禁止电解液不纯净。



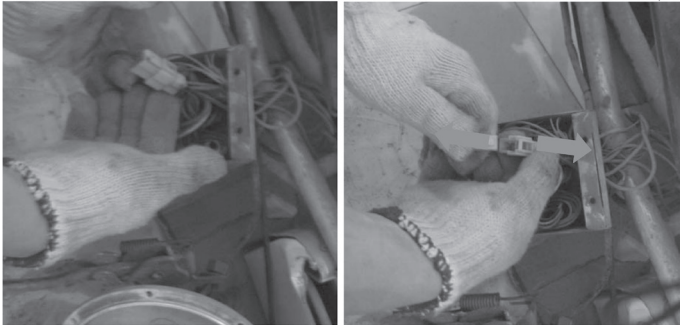
TIPS

避免蓄电池活性物质严重脱落的方法之七：禁止在不良道路上高速行驶，振动是蓄电池活性物质脱落的原因之一。

避免蓄电池活性物质严重脱落的方法之八：蓄电池长期放置时，要首先充足电，一般要每一个月充足电一次。



a) 拆下控制器



b) 拔掉霍尔元件接插线  
图 5-13 拆解控制器

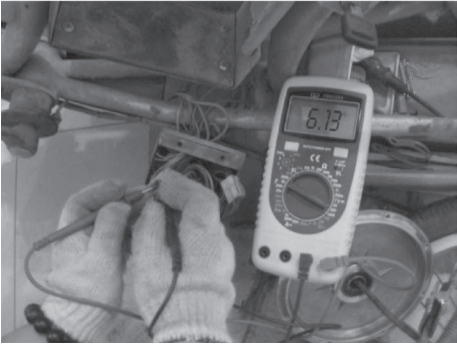


图 5-14 检测霍尔接插器

应该有 +5V 以上的电压，否则说明控制器内部霍尔输出电路出现故障。

若电压正常，应检测霍尔器件。

3) 无刷控制器主相位断相通常为控制器内部的 MOS 管故障，无刷控制器 MOS 管击穿一般是某一个相位的上下两个 MOS 管同时击穿。

判断 MOS 管好坏时，可用万用表的二极管挡位测量 MOS 管 3 个引脚，应该没有短路现象。如 MOS 管损坏，更换时应上下两个 MOS 管同时更换。更换 MOS 管的操作方法是：

将 MOS 管的引脚剪断，然后分别焊下它们余下的引脚，这可以避免拆卸大引脚元件时损坏印制电路板焊盘。拆卸完功率管以后，对焊盘进行清洁，把多余的焊锡吸去，露出焊盘。

功率器件插进相应位置后，用接地良好 30W 以内的电烙铁迅速焊接好各引脚。

焊接时，最好一次性焊接好，电烙铁在某一引脚上停留时间不要过长，以免热量传到元件内部导致元件内部电路损坏或损坏焊盘。

## 5.4 电动自行车充电时充电器不变灯，行驶里程严重缩短

故障现象：电动自行车充电时，充电器不变灯，蓄电池壁较烫，行驶里程严重缩短。

检修过程：

1) 拆下蓄电池盒，未发现蓄电池渗液、破损或变形等现象。

2) 用万用表直流电压挡测量三块单体蓄电池的端电压基本平衡，如图 5-15 所示，误差为 0.25V（基本正常），表明该组蓄电池电量均衡，也不存在内部短路现象。

3) 用蓄电池测试仪检测各单体蓄电池，如图 5-16 所示，该设备指针指向表盘 4/5 位置，表明三只单体蓄电池也不存在断格现象。

4) 打开蓄电池盖，拆下安全阀，如图 5-17 所示发现蓄电池干涸。

维修措施：用注射器给蓄电池加蒸馏水（如图 5-18 所示）直至看到极板上有流动的电解液为止，静置 3 ~ 4h，极板上也应有流动的电解液，否则还应补充蒸馏水。

接着以 10h 率的电流向蓄电池充电 13h，再以 2h 率的电流放电（但不能过放电），如此反复两次。

用注射器吸净流动的电解液，装复所拆各件，再次充电，蓄电池不烫了，充电器也开始变灯了，行驶里程可达到 28km。

### TIPS

蓄电池在使用过程中会出现短路现象，其中以单格短路较为常见。

蓄电池内部短路的原因之一：正、负极板上的活性物质严重膨胀或脱落，导致极板群底部的正、负极板短路。

蓄电池内部短路的原因之一：隔板上的孔过大或隔板耐腐蚀性差。

蓄电池内部短路的原因之一：电解液不纯净。

## TIPS

蓄电池内部短路的原因之四：正、负极板弯曲变形或极板生毛，使正、负相连而短路。

蓄电池内部短路的原因之五：电动自行车长期剧烈振动，使活性物质沉积在槽底而短接正、负极板。

蓄电池内部短路的原因之六：蓄电池干涸，枝晶生长而渗透隔板形成短路。

蓄电池内部短路的原因之七：装配过程中极板群焊接后，正、负极群汇流排边缘的残余物没有清理干净，或在试验、测量过程中蓄电池槽内落入导电物。

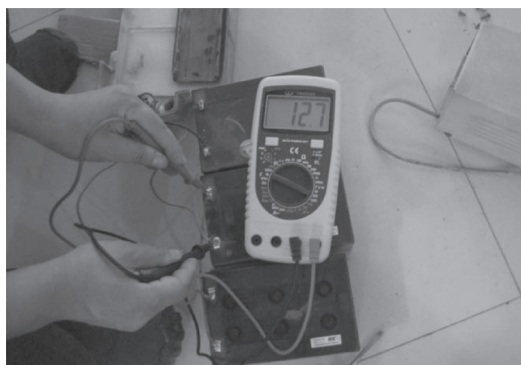


图 5-15 检测蓄电池单体电压差



夹接线柱而  
不是电线

图 5-16 观察蓄电池检测仪指针



图 5-17 拔下蓄电池电池盖

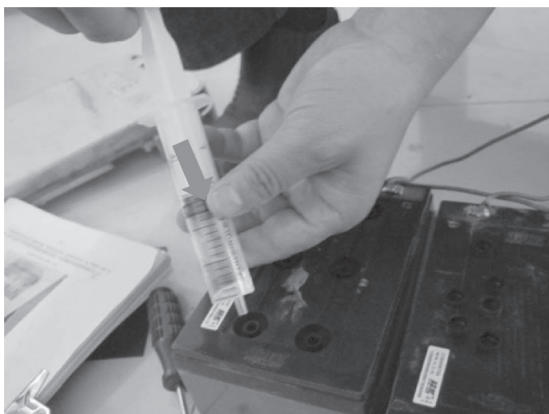


图 5-18 给蓄电池加蒸馏水

## 5.5 续行里程严重缩减，蓄电池内部有自放电

故障现象：续行里程严重缩减

故障检修：

针对此故障，先用同型号充电器对该车蓄电池充电 11h，行驶路程虽有所增加，但都不理想，于是怀疑故障原因是蓄电池容量减小。

1) 然后用蓄电池容量测试仪检查发现，如图 5-19 所示。蓄电池组中的各单体蓄电池容量下降到额定容量的 70%。

2) 拆下蓄电池盖板，去掉安全阀，将一定量的补充液分别加入各蓄电池单体中，刚好看到有流动电解液出现，如图 5-20 所示。

3) 然后充电 14h，注意蓄电池温度不应超过 50℃，用手触摸以不烫手为准，如图 5-21 所示。

### TIPS

蓄电池在启用时，应先需加电解液，适时充电，这是延长蓄电池使用寿命、保持良好技术状态的一种很重要的技术手段。

配制电解液应选用蓄电池专用硫酸和蒸馏水。

电解液的相对密度应符合制造厂要求。相对密度过低，冬季容易结冰且会降低蓄电池容量；相对密度过高，会加剧极板硫酸化及腐蚀隔板。

TIPS

蓄电池在充电或放电过程中，其外壳发热属于正常，但异常发热（称为过热），应予以排除。否则，会使电解液蒸发减少直到干涸，加速极柱、极板和隔板等部位的氧化，而使极板变形，内阻增加，最终使蓄电池容量下降，寿命缩短。

蓄电池在充电或放电过程中，由于某种原因导致蓄电池过热时，应按以下方法排除故障。

排除方法之一：充电时因不能在充电后期进行均衡充电，而造成过充电。应查明原因后排除。



图 5-19 用蓄电池容量检测仪检测

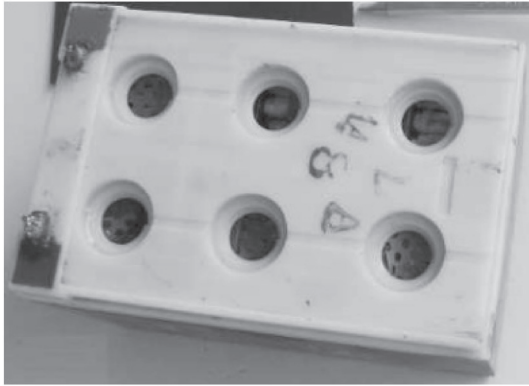


图 5-20 蓄电池内电解液的观察



图 5-21 触摸蓄电池

4) 充电结束后，静置 2 ~ 3h，以 2h 率的电流放电。

放电过程中，测量单体蓄电池电压数值，若放电时间达不到标准，还需重复上述充放电循环操作。



5) 重复充、放电循环后, 有一只蓄电池容量无明显上升, 则表明这只蓄电池极板活性物质严重脱落或产生不可逆硫酸盐化, 由于无法修理, 作报废处理。

6) 对符合要求的蓄电池继续使用, 若将损坏的蓄电池单独更换, 会产生容量不均衡现象。找一只旧的蓄电池, 其容量与其他两只蓄电池相近, 用它替换损坏的蓄电池。

7) 将蓄电池重新装好后, 充足电试验, 续行里程可增加 10km。

维修措施:

更换单体蓄电池

## 5.6 蓄电池硫酸盐化

故障现象: 蓄电池硫酸盐化, 续行里程严重缩减

故障检修:

蓄电池若产生不可逆硫酸盐化, 粗晶粒硫酸铅会堵塞极板孔隙, 使电解液渗入困难并增加内阻, 导致蓄电池容量降低。蓄电池产生不可逆硫酸盐化时, 应根据其程度的轻重进行修复。

1) 对于硫酸盐化较轻的蓄电池可进行一般的活化充电（即均衡充电）即可以恢复正常。具体方法是:

① 用初次充电的第二阶段充电电流连续地进行过量充电。

② 当电解液产生大量的气泡, 密度达  $1.28\text{g/cm}^3$  左右时即可使用。

最好能将硫酸盐化的个别蓄电池单独进行过充电, 使其消除硫酸盐化。

2) 对硫酸盐化较重的蓄电池应采用“水疗法”。具体方法是:

① 将蓄电池充电后, 作一次 10h 放电率放电, 放到单格蓄电池电压均降至 1.8V 为止。

② 然后将电解液从蓄电池内倒出, 并立即加入蒸馏水, 静置 1 ~ 2h, 用初次充电的第二阶段充电电流进行连续充电, 待电解液密度升至  $1.15\text{g/cm}^3$  左右时, 再按 10h 放电率放电至终止电压。

③ 然后再用原来充电电流进行过充电, 直到正、负极板开始出现大量气泡, 电解液密度不再上升, 把电解液密度调整到  $1.28\text{g/cm}^3$ , 并用 10h 放电率放电至终止电压。

④ 再次采用初次充电的第二阶段充电电流进行连续充电, 待电解液密度升至  $1.15\text{g/cm}^3$  左右时, 再用 10h 放电率的 1/5 放电电流放电 1.5 ~ 2h。

3) 如此重复数次, 当蓄电池容量达到额定容量的 80% 时即可使用。若容量还很小, 可按上述方法反复进行, 直到蓄电池性能恢复正常为止。

TIPS

排除方法之二: 蓄电池内阻增大, 应更换。

排除方法之三: 电解液不纯净, 应更换电解液。

排除方法之四: 电解液干涸(严重缺水), 应补加电解液。

排除方法之五: 充电器没有反脉冲消除极板硫化功能, 应选用智能充电器。



## 5.7 电动机转速忽高忽低，续行里程严重缩短

故障现象：电动自行车电动机转速忽高忽低，充足电后续行里程严重缩短。

故障检修：

1) 首先检查蓄电池充电插孔两极间的电压，如图 5-22 所示，正常。



图 5-22 检查蓄电池充电插孔间的电压

2) 接着检查蓄电池电极触头和熔断器，接触良好，调速转把的黑色接地线也正常。

3) 于是拆下并分解调速转把，如图 5-23 所示，检查霍尔元件正常。

4) 最后短接电源开关，如图 5-24 所示，电动机转速均匀。

维修措施：更换一只新的电源开关。



图 5-23 拆解调速转把

**TIPS**  
蓄电池放电时引起过热现象，一般是因放电电流过大引起。

引起蓄电池放电电流过大的原因和排除方法之一：电动自行车行驶阻力较大，应检查轮胎气压是否过低、制动器是否拖滞、车轮轴承是否损坏等。找准原因后排除。

引起蓄电池放电电流过大的原因和排除方法之二：载重量较大，应减负载行车。

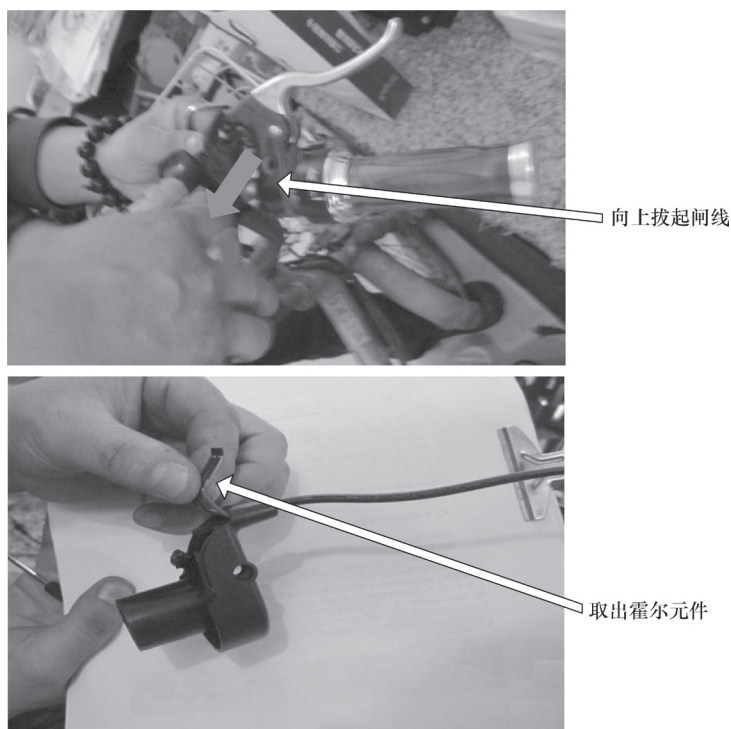


图 5-23 拆解调速转把（续）

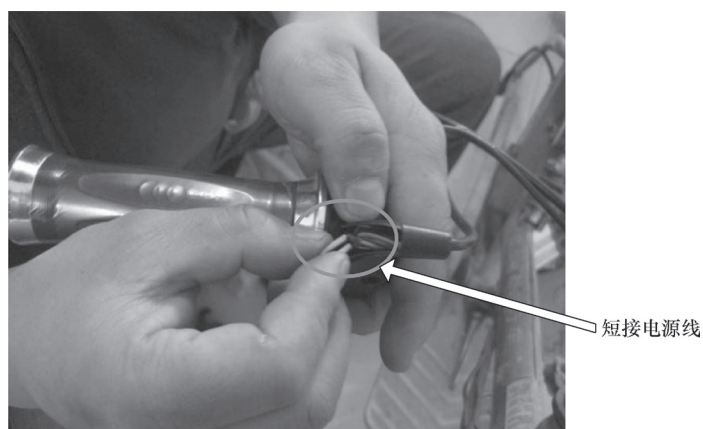


图 5-24 短接电源线

## TIPS

由于电源开关接触不良，控制器输入电动机内的电流时大时小，从而出现电动机转速忽高忽低的故障。

引起蓄电池放电电流过大的原因和排除方法之三：当电动自行车长期在不良道路上或坡度较大的路面上行驶时，要采用人力助动。

引起蓄电池放电电流过大的原因和排除方法之四：电动机绕组短路，应修理或更换电动机。

引起蓄电池放电电流过大的原因和排除方法之五：线路某处轻微接地，应进行绝缘处理。

## 5.8 电池失水，续行里程严重缩短

故障现象：一辆英克莱电动自行车，充电 10h 后仍充不满，并且行驶里程严重缩短。

故障检修：

1) 用良好的同型号充电器对该车蓄电池充电 10h，行驶路程虽有所增

加,但不理想,则判明蓄电池容量减小。用蓄电池容量测试仪检查后发现蓄电池组中单体蓄电池的容量下降到额定容量的 70%。

2) 用螺钉旋具拆下蓄电池保护板,去掉安全阀,流动的电解液出现,如图 5-25 所示,检查电解液并没有干涸。

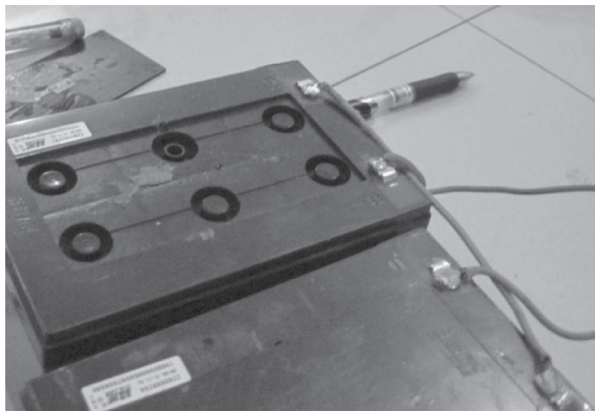


图 5-25 观察安全阀内电解液

3) 接着充电 14h 后,在放电过程中,测量单体蓄电池的端电压,重复进行上述充放电操作。

重复充放电后,容量明显上升,则表明该只蓄电池极板硫化。由于无法修理,作报废处理。

维修措施:更换新的电池。

## 5.9 蓄电池充不满,充电器红、绿两灯亮

故障现象:充电器充电时,红色和绿色指示灯同时点亮,蓄电池充不满电。

检修过程:

1) 拆开充电器,如图 5-26 所示。首先打开充电器测量 IC1 的 1 脚电压约为零,如图 5-27 所示,表明电压比较器 B 输出低电平,电压比较器 D 受控输出低电平,使红色涓流充电指示灯点亮。

2) 接着测量 IC1 的 6 脚电压为正向,表明充电电流取样电路异常。

3) 检查取样电阻 R12 的阻值正常。当检查取样电阻 R10 时,发现其阻值接近无穷大,表明电阻 R10 损坏。

维修措施:更换损坏的电阻 R10。

TIPS

蓄电池单独换新,会产生容量不均衡现其他 3 只蓄电池容量相近的进行代替。

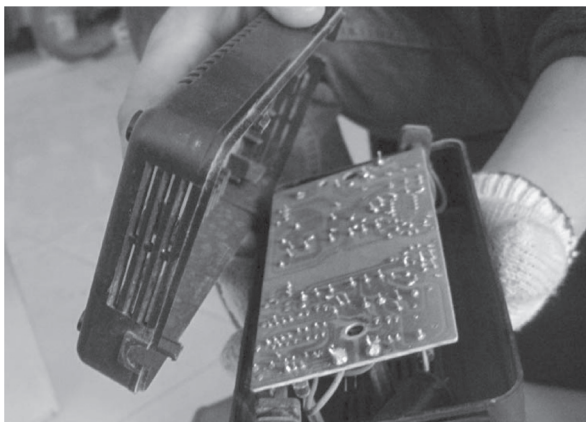


图 5-26 拆开充电器

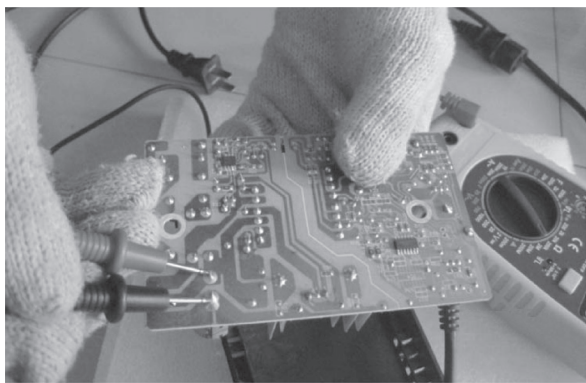


图 5-27 检测 IC1 的 1 脚

## 5.10 电动自行车充电后续行里程慢慢缩短

故障现象：电动自行车充电后续行里程慢慢缩短。

检修过程：

- 1) 首先打开蓄电池盖板，发现蓄电池严重缺液。
- 2) 用注射器将配制好的电解液由排气孔注入，注意电解液要高出极板 1mm。
- 3) 静置 12h 后观察排气孔内部应有流动的电解液。
- 4) 接着给标称 12V 的单体蓄电池进行 16.2V 的恒压限流充电，当充电电流下降到 300 ~ 400mA 或端电压达到 16.2V 后，再浮充 2h。

维修措施：按规定对蓄电池进行加液处理和充电。

充电结束后，极板表面应有电解液；若没有，应补充电解液，再次进行恒压限流充电。充电后，每单格蓄电池内部还有电解液，用吸管吸出多余的电解液。

### TIPS

充电时，充电器的红色充电指示灯亮，表明充电器处于涓流充电状态，应检查充电电流取样电路和充电电流鉴别比较电路。充电电流取样电路由电阻 R9 ~ R12、电容 C2 等元件组成。充电电流鉴别比较电路由 IC1 内部的两个电压比较器 B、D 组成。

电压比较器 D 的同相输入端 11 脚与电压比较器 B 的输出端 1 脚相连，因此电压比较器 D 的工作状态受控于电压比较器 B。电压比较器 B 的同相输入端 7 脚接地，反相输入端 6 脚输入充电电流取样电压，正常充电时应为负电平。所以在检修中，应测量关键点 IC1 的 6 脚和 1 脚电压即可判断故障的大致范围。

## TIPS

蓄电池严重缺液（或干涸）的故障并不是只加电解液即可排除的，要认真分析产生严重缺液故障的原因，然后根据不同的故障原因采用不同的排除方法。

该车充不上电是由于蓄电池内部堆积物过多，使正、负极板短路而自行放电。

## 5.11 电动自行车放置一段时间后，无法正常使用

### 5.11.1 蓄电池充电不上电

故障现象：电动自行车蓄电池充不上电。

检修过程：由于电动自行车两次抛锚于同处，表明蓄电池每次充电量相同，从而说明该故障不是熔断器烧毁，也不是充电器、蓄电池电源插座的问题。其故障可能是充电器输出电压过低，蓄电池容量下降或蓄电池内部存在自行放电现象。

于是，更换同型号新充电器，充电 13h，故障依旧，表明蓄电池有故障。

然后将蓄电池电解液倒出，发现流出的电解液比较混浊，用蒸馏水冲洗极板 4 次后，图 5-28 所示，倒出的蒸馏水变清了。



图 5-28 用蒸馏水反复冲洗极板

维修措施：加入适量标准电解液并充电 14h。

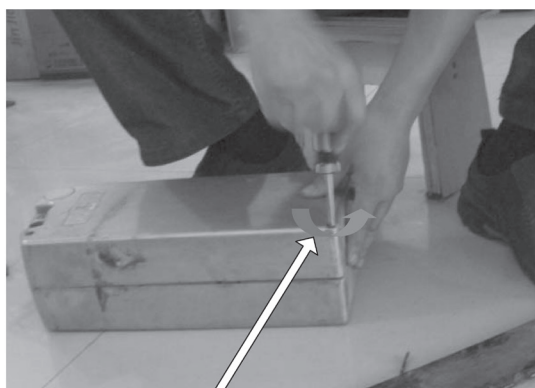
### 5.11.2 电动自行车蓄电池充电 10h 后仍充不满

故障现象：电动自行车蓄电池充电 10h 后显示没充满。

故障检修：用良好的同型号充电器对该车蓄电池充电 10h，行驶路程虽有所增加，但仍不理想，表明蓄电池容量减小。用蓄电池容量测试仪检查后发现蓄电池组中各单体蓄电池的容量下降到额定容量的 70%。

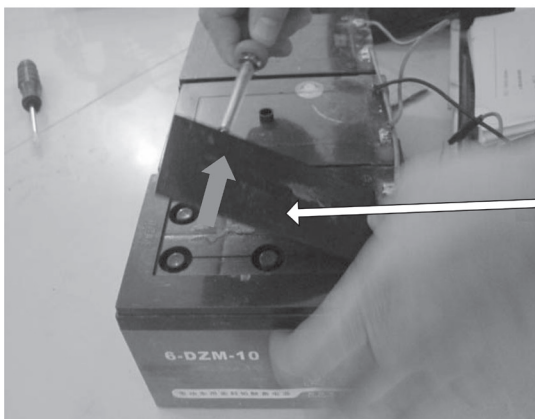
- 1) 拆下蓄电池盖板，拆掉安全阀保护板，如图 5-29 所示。
- 2) 取下安全阀盖后，向蓄电池中加入电解液，如图 5-30 所示，刚好看到有流动的电液出现。
- 3) 将其充电 14h 后，静置 2 ~ 3h，再以 2h 率的电流放电。





拆开蓄电池  
外壳的固定螺钉

a) 拆开蓄电池外壳固定螺钉



向上掀起  
安全阀保护板

b) 拆下蓄电池安全阀保护板

图 5-29 拆解蓄电池安全阀保护板

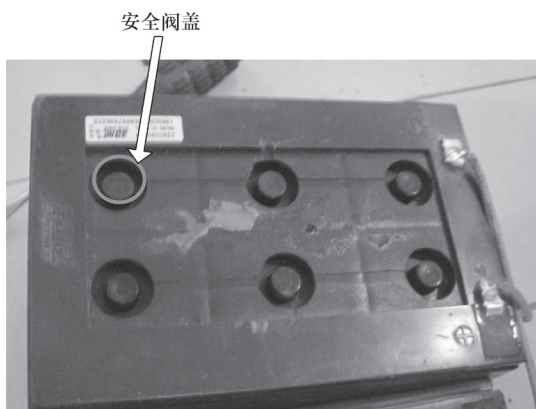


图 5-30 拨开安全阀后向电池内部充充电解液

### TIPS

蓄电池鼓包变形不是突然的，而是有一个过程。当蓄电池充电容量达到额定容量的80%时，正极板上首先析出氧气，氧气通过隔板中的孔到达负极板进行氧复合反应。该复合反应产热量大，当充电快结束时氧气产生的速度增大，负极开始产生氢气。由于氢气和氧气的不断增多使蓄电池内部气压升高而顶开安全阀，导致蓄电池失水。

随着蓄电池循环次数的增多，水分逐渐减少，出现以下情况：

1) 正极板产生的氧气容易到达负极，使氧复合反应更加剧烈并产生较多热量。

2) 蓄电池在失水、热容量减小、氧复合反应时产生的热量使蓄电池温度升高很快。

3) 蓄电池失水后，隔板萎缩且与极板的附着力变差，电解液密度和电阻增大，充放电时发热量大，导致热失控使蓄电池变形。



## TIPS

单体蓄电池变形的原因之一：蓄电池单体电量不一致，可能是单格短路或自放电不均匀等原因所致。

单体蓄电池变形的原因之二：某些蓄电池反极连接使蓄电池充电发热变形。

蓄电池安全阀的开启压力过小。蓄电池在充电循环中会产生水蒸气，形成一定的压力，这对蓄电池是有益的。若安全阀的开启压力过小，将溢失更多的水分，最终导致蓄电池极板硫化。

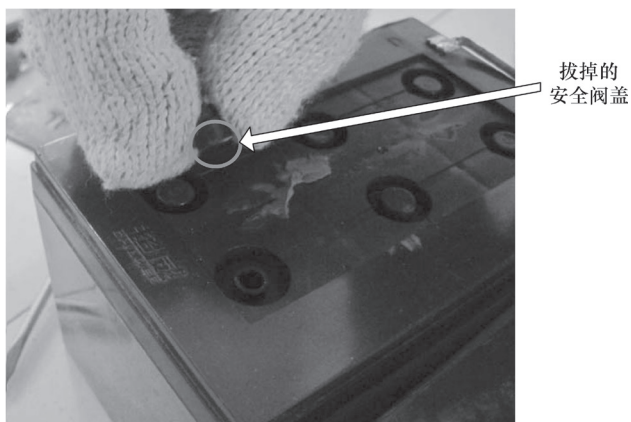


图 5-30 拔开安全阀后向电池内部充注电解液（续）

在放电过程中，测量单体蓄电池的端电压。放电时间达不到标准要求，重复进行上述充放电操作。重复充放电循环 3 次后，发现有一只单体蓄电池容量无明显上升，表明该只蓄电池极板活性物质严重脱落或产生不可逆硫酸盐化（简称硫化）。

4) 用一只旧的蓄电池（其容量与其他三只蓄电池容量相近）进行代替。

## 5.12 蓄电池充不进电，充电器绿色电源指示灯亮而红色充电指示灯不亮

**故障现象：**将充电器按正规程序接通充电电路后，发现绿色电源指示灯亮而充电器红色充电指示灯不亮，且蓄电池充不进电。

**故障检修：**蓄电池充电时绿色指示灯亮且红色指示灯熄灭，表明充电器输入线路正常，估计充电器或蓄电池异常，或充电器输出线断路、蓄电池组连线接触不良或蓄电池缺液、干涸、断格。

1) 用万用表测量充电器的输出电压正常，表明故障在蓄电池组。

2) 用数字万用表 200V 直流电压挡，测量电动自行车上充电插孔中的正、负极间的电压为 0V，如图 5-31 所示，表明故障在蓄电池组，蓄电池组中有断格或连接线路断路。



图 5-31 测量正、负极电压

3) 将蓄电池组上的插头拔下并测其插孔内正、负极间的电压，仍为 0，表明蓄电池组内单体蓄电池断格、熔断器断路或极柱连接线断开。

4) 拆开蓄电池盒盖，经检查发现熔断器烧断，熔断器的检查如图 5-32 所示。

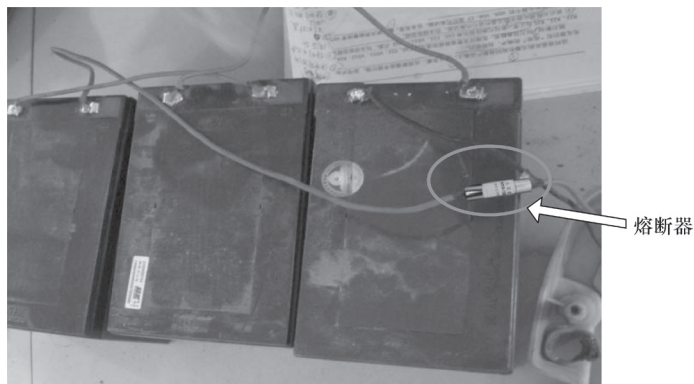


图 5-32 检查熔断器

### TIPS

本例的故障是单体蓄电池损坏。符合要求的蓄电池可继续使用。若损坏的蓄电池单独换新，会产生容量不均衡现象。

造成该故障的原因有：

- ① 充电器输出电压过低；
- ② 蓄电池容量减小；③ 蓄电池内部有自行放电现象。

蓄电池气密性较差，导致水分和电解液泄漏，时间一长将会导致蓄电池干涸。

充电时电压过高、电流过大以及充电环境的温度过高，都可造成电解液失水。排除方法是选用原配或性能参数相近的充电器进行充电。若充电环境温度较高，应通风散热，以免蓄电池因温度过高而损坏。

5) 更换熔断器后, 对蓄电池进行充电, 故障现象消失。

5.13 新蓄电池装车后起动时仪表电压降得很快

现象描述: 将一组新蓄电池装车后, 仪表电压降得很快而电动自行车无法电动起步。

故障检修: 从上述现象的原因有以下几点: 仪表异常; 连接线有短路现象; 控制器内部短路或所设置电流值过大; 电动机绕组或连线短路; 蓄电池电压不足或容量严重减小; 仪表显示电压与蓄电池容量不相符。

1) 该车配置 4 只 20Ah 蓄电池, 其 2h 率放电电压与其容量的关系如表 5-3 所示。参照表 5-3 检查仪表显示电压与容量是否相符。

表 5-3 蓄电池 2h 率放电电压与容量的关系

| 容量 (%) | 100   | 90    | 80    | 70    | 60    | 50    | 40    | 30    | 20    | 10    | 0     |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 电压 /V  | 12.67 | 12.61 | 12.50 | 12.44 | 12.20 | 12.15 | 11.95 | 11.75 | 11.44 | 11.20 | 10.50 |

2) 检查蓄电池连接线是否可靠、是否存在短路或接触不良等情况。

3) 由于该车电动机绕组采用星形 (或称 “Y” 形) 联结, 故按图 5-33 所示用数字万用表测量三相线的对外壳电阻为无穷大, 表明绕组对地绝缘良好, 不存在漏电现象。



图 5-33 绕组对外壳绝缘电阻的接法

4) 将控制器电源粗红色输入线断开, 观察电压表显示值是否上升。若显示值上升, 表明控制器内部有短路现象。

5) 选择万用表电流挡, 并将万用表串联在控制器输入粗红色线间, 来测量电动机的起动电流和空载电流是否符合要求, 接线方法如图 5-34 所示, 注意表笔接法不得有误, 否则会损坏万用表。若起动电流比 8A 大或空载电流比 1.8A 大, 应调整控制器的电流值或对电动机进行检查。

**TIPS**  
蓄电池放电后, 极板上有一部分活性物质转变成硫酸铅, 这些硫酸铅比较松软。在充电过程中, 这些细小松软的硫酸铅与电解液的接触面积较大, 很快被还原。异常时, 硫酸铅会变成粗大、坚硬的晶体。这种晶体与电解液的接触面积小, 不容易被还原。如此反复, 极板上将出现更多粗大而坚硬的硫酸铅晶体, 这叫做极板硫酸盐化或极板硫化。

铅酸蓄电池极板硫化时有以下现象:

1) 充电时, 电解液的温度比极板没有硫化时温度高。

2) 蓄电池的容量明显减小。

3) 极板颜色不正常, 正极板呈浅褐色 (有的呈白色), 负极板呈灰色, 正、负极表面变硬, 呈砂粒状。

4) 蓄电池 “充电疾, 放电快”。

6) 在电动自行车充电插孔处测量正、负极间的电压是否正常。

若电压过低,应将蓄电池充足电再试验。若故障依旧,应检查蓄电池放电检查,看放电时间是否少于 95min,若是,应对蓄电池进行修复。



图 5-34 启动和空载电流的测量

## 5.14 续行里程严重不足,致使多次抛锚于同处

**故障描述:** 用户前些时间上、下班骑电动自行车都很正常,可近日老是误时,原因是该车有几次在途中抛锚。近日增加充电时间,从 20:00 开始充电一直到次日 7:00,但每次上班都抛锚于一处,不知何故。

**故障检修:** 每次充电 11h,皆抛锚于一处,表明蓄电池在相同时间内充电量相同,其故障原因有以下几点:充电器输出电压过低;蓄电池容量不足;蓄电池内部有自行放电现象。

1) 用同型号充电器对该车蓄电池充电 11h,行驶里程虽有所增加,但都不理想,于是怀疑故障原因是蓄电池容量减小。结果用蓄电池容量测试仪检查发现,蓄电池组中的各单体蓄电池容量下降到额定容量的 70%。

2) 拆下蓄电池保护板,去掉安全阀盖,观察蓄电池内电解液,如图 5-35 所示。

3) 看到蓄电池干涸,将一定量的补充液分别加入各蓄电池单体中,如图 5-36 所示,加至刚好看到有流动电解液出现为止。

4) 然后充电 14h,注意蓄电池温度不应超过 50℃,手摸应不感觉很烫,如图 5-37 所示。

5) 充电结束后,静置 2 ~ 3h,以 2h 率的电流放电。

### TIPS

铅酸蓄电池极板硫化的原因主要有:

1) 蓄电池中的电解液缺乏或干涸,使极板上的活性物质直接与浓硫酸作用,产生不可逆转的硫酸铅。

2) 经常使电动自行车欠电压工作(过放电)或小电流深放电,会在极板深处生成较多的硫酸铅。

3) 缺少应有的定期过充电或经常充不足电,在活性物质中或多或少地残留一部分未能还原的硫酸铅。

4) 电解液密度过大或温度过高,对蓄电池的性能都有影响。

5) 放电后 24h 内没有及时补充充电。



放电过程中，测量单体蓄电池电压数值，若放电时间达不到标准，还需重复上述充放电操作。

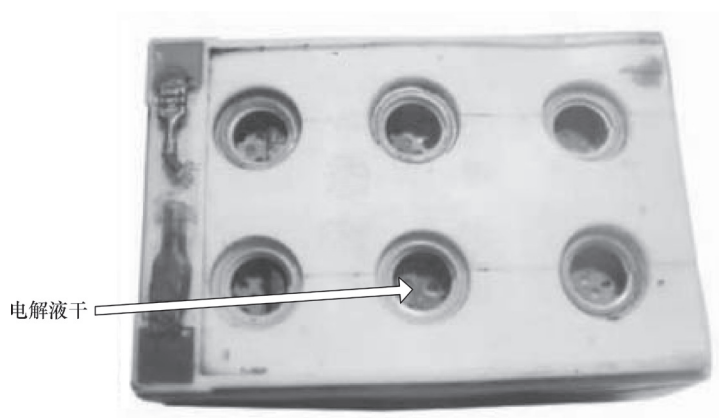


图 5-35 对蓄电池内电解液进行观察

### TIPS

较轻微硫化应采用过充电法去除：

蓄电池的初次充电应采用定电流充电，其过程可分两个阶段来完成。第一阶段采用15h率的充电电流（即额定容量除以15h所得的电流值），从开始充电至单体电池端电压升高到2.3~2.4V后结束。第二阶段采用7.5h率的充电电流，直到单体电池端电压由2.3~2.4V升高到2.6~2.7V时为止。

对于轻微硫化，可采用蓄电池初次充电的第二阶段所用的电流进行过充电，即采用7.5h率的充电电流对轻微硫化的蓄电池进行充电，直到单体电池端电压升高到2.6~2.7V并在2.5h内不再升高为止。

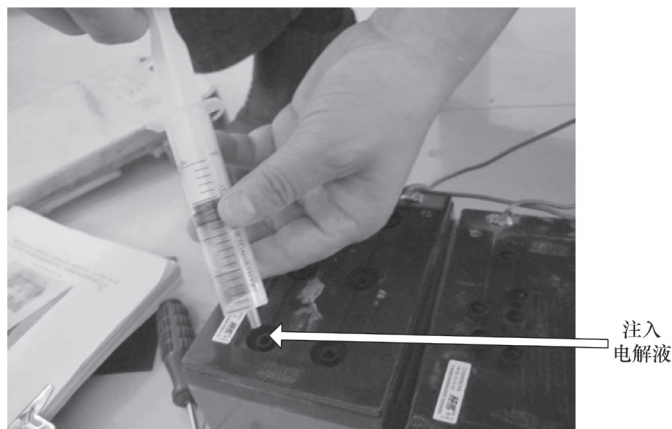


图 5-36 加注电解液

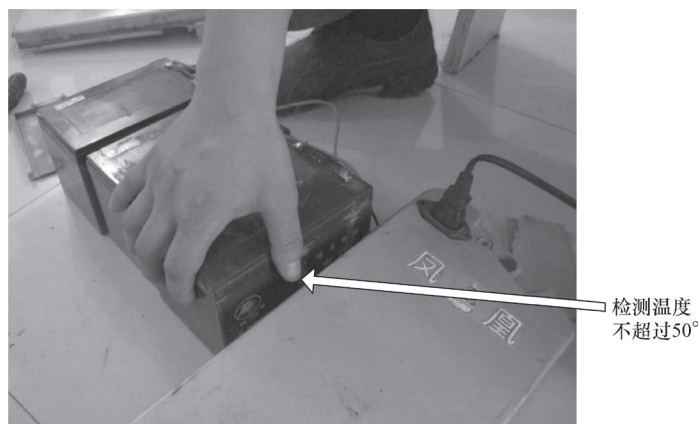
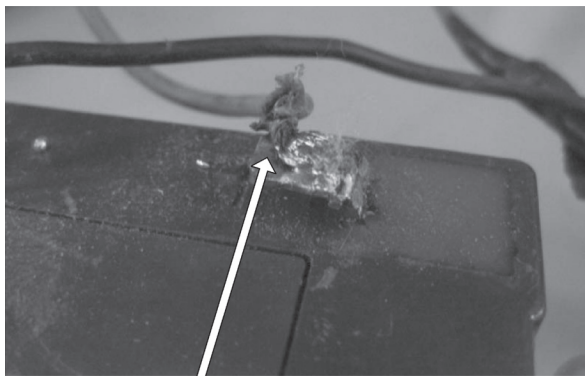


图 5-37 手摸蓄电池

6) 重复充、放电后, 有一只单体蓄电池容量无明显上升, 表明这只蓄电池极板活性物质严重脱落或产生不可逆硫酸盐化, 由于无法修理, 作报废处理。

对符合要求的蓄电池继续使用, 若将损坏的蓄电池单独更换, 会产生容量不均衡现象, 于是找到一只旧的蓄电池, 其容量与其他两只蓄电池相近, 用它替换损坏的蓄电池, 如图 5-38 所示。将蓄电池重新装好后, 充足电试验, 续行里程可增加 10km。



更换电池时,  
将接线柱拆下

图 5-38 拆下接线柱

## 5.15 蓄电池充电不到 30min, 充电器就开始变灯, 蓄电池很不耐用

**故障描述:** 该车以前充足电后, 续行里程可达到 35 ~ 40km, 可近日充电不到 30min, 充电器上的充电指示灯就由黄色变为绿色 (即显示已充满), 但最多只能行驶 5km。

**故障检修:** 引起上述现象的原因有以下几点: 充电器输出电压过低; 蓄电池容量下降。

1) 蓄电池是否充足电, 可通过万用表检测蓄电池端电压来确定。

当充电器上的充电指示灯开始变换颜色时, 用万用表直流电压挡测量, 若蓄电池端电压达到充足电时的状态, 则表明蓄电池有故障。

2) 若充电器正常, 接着检查蓄电池容量是否减小。

3) 将蓄电池组充足电, 然后用 2h 率的电流使各单体蓄电池放电至终止电压 10.5V (12V 蓄电池), 记下放电时间, 蓄电池容量即为放电小时数与 2A 的乘积。

发现计算出的容量与蓄电池额定容量相差较大, 表明蓄电池容量严重减

### TIPS

较硫化应采用小电流过充电法去除:

将蓄电池以 10h 率的放电电流放电至终止电压, 再吸出电解液, 加入蒸馏水。

然后用 7.5h 率的充电电流进行连续过充电, 接着用 10h 率的放电电流放电至终止电压, 如此反复。

当蓄电池的容量恢复到额定容量的 80% 时即可, 若容量达不到额定容量的 80%, 可按上述方法反复进行充、放电, 直到蓄电池容量恢复正常为止。

严重硫化应采用水处理法去除:

将蓄电池充电后, 以 10h 率的放电电流放电到单体电池端电压至 1.8V 时为止。然后将电解液全部吸出, 并加入蒸馏水, 静置 1~1.5h, 再用 7.5h 率电流的一半进行充电, 充电 4~5h 后再以 7.5h 率电流的 1/5 继续充电, 直到单体电池端电压升高至 2.6~2.7V 时为止。静置 30min 后, 再以 10h 率电流的 1/5 放电 1.5~2h。重复数次, 直至所有极板恢复正常时, 即可使用。



小，其原因是极板硫酸盐化（简称硫化），决定进行去硫化操作，首先向蓄电池内加入蒸馏水，直到极板上有流动的电解液为止。

4）接着用 2A 电流将 12V 单体蓄电池端电压充电到 14.3V，维持 3 ~ 4h 直到电压不再升高为止。

5）然后用吸管将蓄电池内的电解液全部吸出，再按上述方法添加蒸馏水进行充电，反复 3 次后将蓄电池充满但不过充，再以 2h 率的电流放电，记录放电时间。此时计算出的蓄电池的容量为额定容量的 90%，装车试验，故障排除。

## 第 6 章

# 电池充电时或使用 时严重发热故障

## TIPS

蓄电池容量下降、充电效果不佳的原因是或是蓄电池故障：

1) 蓄电池内的电解液过少或干涸。参加化学反应的活性物质的量减少，导致蓄电池充电缓慢，甚至无法充电。

2) 蓄电池单格短路。蓄电池组的端电压是各单体蓄电池电压之和，若某单体蓄电池短路，将使蓄电池的总电压减小，结果整个蓄电池组的电容量也较小。

3) 各串联蓄电池的容量不均衡。性能和容量不同的蓄电池串联使用，最终将影响整个蓄电池组的使用性能。

## 6.1 充电严重发烫，行驶里程缩短严重

故障现象：电动自行车新蓄电池刚装上不到半年，行驶里程就严重缩短。

故障检修：据用户介绍，该电动自行车因蓄电池爆破，更换了新蓄电池，可不到半年，就出现了这样的现象。

1) 拆下蓄电池盒，用蓄电池测试仪对蓄电池检测，如图 6-1 所示。发现蓄电池不存在断路或短路现象。

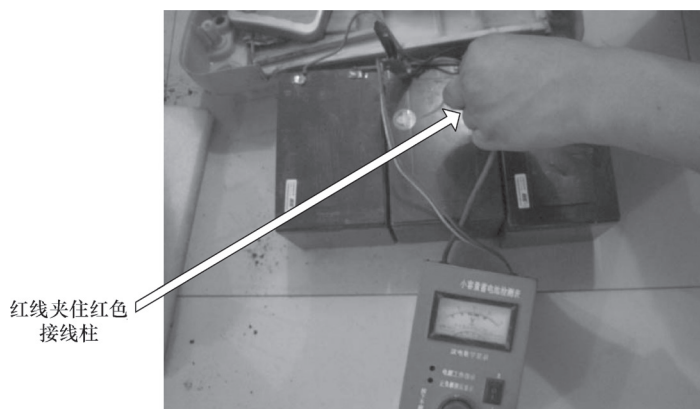


图 6-1 用蓄电池测试仪检测电池

2) 用万用表测量 3 块单体电池的端电压为 13.6V（偏高），如图 6-2 所示，表明蓄电池缺水。

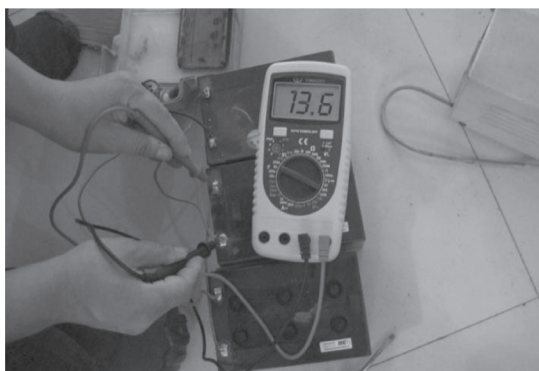


图 6-2 测量 3 块单体电池的端电压

3) 拆下蓄电池盖板等部件发现蓄电池干涸，从加液孔加注蒸馏水，并用注射器向外吸蒸馏水，检查时发现吸出的电解液特别混浊，并且是黑色的，如图 6-3 所示，表明该蓄电池存在极板严重软化现象。

4) 此现象表示修复成本过高，不建议修复。

维修措施：更换新蓄电池。

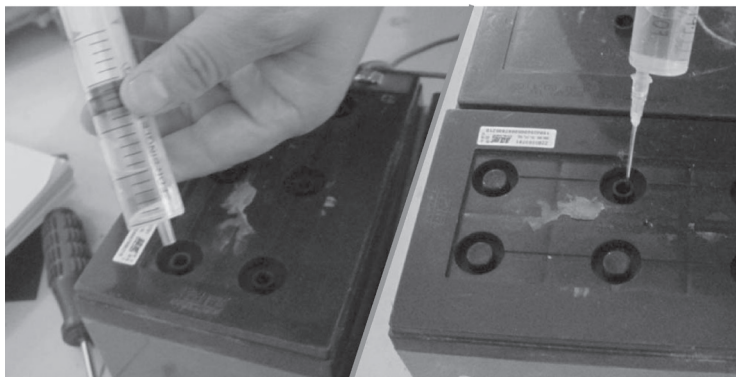


图 6-3 充注 / 吸出蒸馏水

## 6.2 充电时蓄电池壁温上升快，骑行时端电压下降迅速

**故障现象：**蓄电池端电压过低，骑行时蓄电池的端电压迅速下降。充电时蓄电池壁的温度上升很快，电压很低或者为零。

**检修过程：**首先拆下蓄电池盖，检测单体蓄电池的容量，并对蓄电池单格快速碰火，检查出短路或有故障的单体蓄电池，分解蓄电池端盖，取出短路格的极板组。

**维修措施：**更换新的极板组。

## 6.3 充电时，蓄电池严重发热

**故障现象：**充电器充电时蓄电池严重发热。

**检修过程：**

- 1) 首先检查蓄电池，正常。
- 2) 接着测量充电器的输出电压，发现该电压远高出正常值。
- 3) 取下熔断器 FU1，如图 6-4 所示，串接一只 60W 灯泡。
- 4) 再次通电测得 IC1 的 2 脚电压较低，表明光耦合器 IC2 未工作。
- 5) 检查 IC2 的 1 脚无导通电压。
- 6) 测量 IC2 的 4 脚发现无 +12V 供电，断电后再次测量该脚的对地阻值过低。

- 7) 当检查稳压管 VD21、VD22，如图 6-5 所示，发现 VD21 击穿。

**维修措施：**更换损坏的稳压管 VD21。

### TIPS

造成上述现象的原因有以下几点。

- 1) 部分极板弯曲。
- 2) 部分隔板损坏。
- 3) 极板活性物质严重脱落。

一般蓄电池内部短路，只能更换新的蓄电池。

蓄电池容量下降、充电效果不佳或是充电器故障。充电器的参数变化或元器件性能变差，导致输出电压降低，最终影响蓄电池的使用寿命。

## TIPS

降压电路就是将过高的电压转换为适合的低电压。

目前在充电器中多采取两种形式，一种是利用笨重的工频变压器将交流 220V 电压转换为适合的交流电压，然后再进行整流、滤波等工作，输出直流电压对蓄电池进行充电。

另一种首先对市电 220V 交流电压直接整流滤波，产生 300V 左右的直流电压，再由开关电源电路将 300V 直流电压转换为合适的直流电压输出对蓄电池进行充电。开关电源又分为单激型正激式、单激型反激式及半桥式。

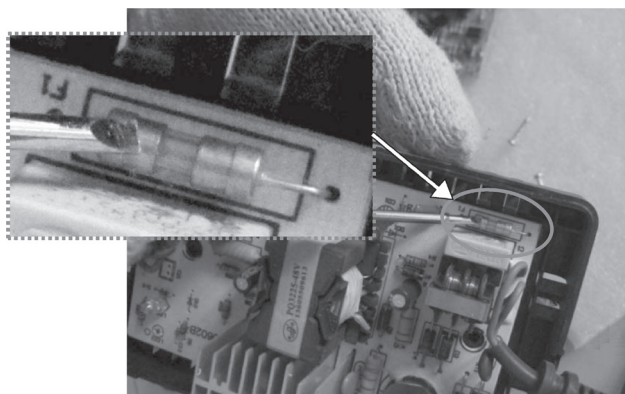


图 6-4 检查熔断器

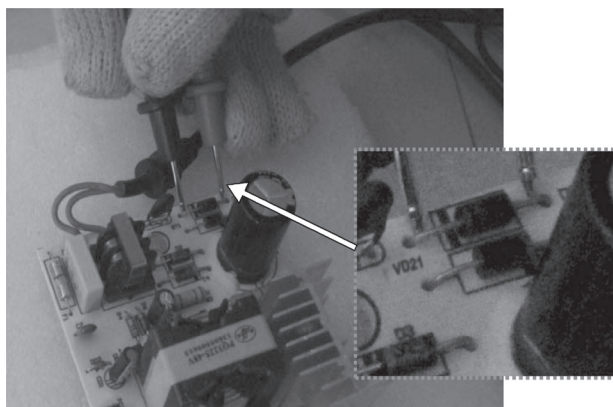


图 6-5 检测 VD21、VD22

## 6.4 充满电后续行里程明显缩短

### 6.4.1 充电疾，放电快

故障现象：该车不经常使用，准备骑行时，充电只几分钟就满了，以为

蓄电池电量充足,结果行驶不到 1.5km 因没电而抛锚停车。

**故障检修:**上述现象是明显的蓄电池极板硫化现象。由于蓄电池存在自行放电,每天正常自行放电可使其容量减小 2%,这相当于小电流放电。若闲置未及时充电,时间一久蓄电池极板产生硫化,使其容量减小而导致充电只几分钟,行驶不到 1.5km 就没电。

对上述故障,应首先检查该蓄电池组是否有维护修复价值,应在蓄电池进行修复前进行充放电挑选。然后用蓄电池脉冲修复仪进行修复,最后检测修复效果,确定继续修复还是报废,或进行合理组配。

经检查,该组各单体蓄电池外观无变形、漏液完好如新,每只蓄电池单格电解液不发黑,也不混浊,但蓄电池内无流动电解液,表明有修复价值。接着向蓄电池内加入蒸馏水静置 24h 并充足电,按图 6-6 所示将开关放至“检测”挡并按下启动键,使各单体蓄电池按 6A 电流放电(该蓄电池额定容量为 18Ah,以 6A 电流放电,放电时间应换为 180min),放电时间均在 108min 左右,实际容量为额定容量的 60%,但各单体蓄电池放电时间最多与最少相差不到 6min,表明该组蓄电池有修复价值。

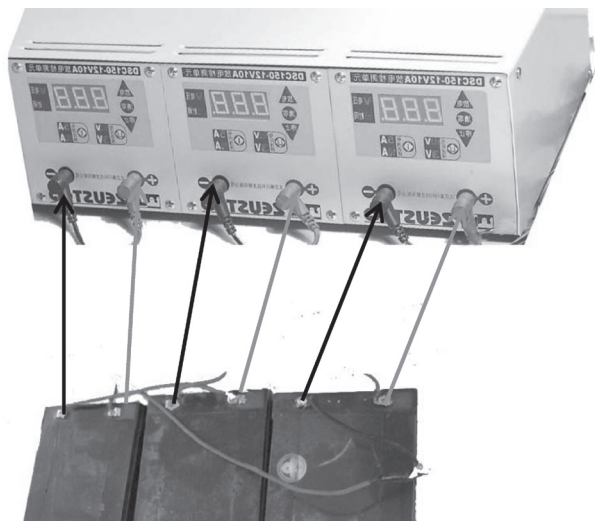


图 6-6 用三路蓄电池修复仪检测

于是加注修复液或电解液静置 10h 后,将各单体蓄电池按图 6-6 所示的方法接好,将开关拨至“修复”位置,按下启动键修复 10h 后,放电检测容量都恢复到 75%,于是又进行 2 次修复,蓄电池容量可恢复到 90%。将蓄电池组装复,用随车充电器进行充电 8h 后,充电器绿色指示灯开始点亮,电动骑行 20km 仍有较强动力输出。

#### 6.4.2 充电时蓄电池严重发热,并硫化(使用放电仪放电)

**故障现象:**电动自行车的蓄电池充足电后行驶里程严重缩短,该蓄电池

**TIPS**

充电时蓄电池严重发热一般为蓄电池损坏或充电器输出电压过高而导致充电电流增大。应先检查蓄电池,再检查充电器。

充电器严重发热主要是某些元件与电路板虚焊或某些元件损坏所致,应检查大滤波电容、整流稳压管和整流二极管等。若以上元器件损坏,更换新品后即可排除故障。



## TIPS

充电器输出端电路板上的铜箔被烧断的原因是充电器输出端的正、负极和蓄电池的正、负极接反。出现这类故障时，应检查熔断器是否完好，若熔断器完好，重点检查电源脉宽调制芯片和保护电路是否正常。若熔断器损坏，重点检查大功率器件和保护电路，并更换损坏的元器件，即可排除故障。

引起充电器无输出电压或输出电压不稳定的原因主要有：充电器内部某元件损坏或引脚与电路板开焊；元件虚焊、接触不良或性能不稳定；整流管单臂断路；滤波电容失效或虚焊。

## TIPS

蓄电池一充电就满、一用就空的故障检修方法有以下两点：

1) 若充电器输出电压过低，会使蓄电池严重充电不足，应检查、维修充电器，使输出电压达到正常范围。

2) 蓄电池进入衰退期，失去了原来的充、放电功能，需更换新蓄电池。

放置一段时间后，极板上会产生一种白色物质。

### 故障检修：

1) 首先对蓄电池进行均衡充电，再以 2h 率的电流放电，本例使用 4 路恒流放电仪进行放电。

① 在给被放电的蓄电池组充满电后，将 4 只单体蓄电池按图 6-6 所示的方法分别与放电仪上的 4 路输入端相连（要注意极性，即单体蓄电池的正极与放电仪上的红色接线柱相连，负极与放电仪上的黑色接线柱相连）。

② 根据单体蓄电池的容量 12V、10Ah，选取放电电流 5A，放电电流挡的选取开关如图 6-7 所示。

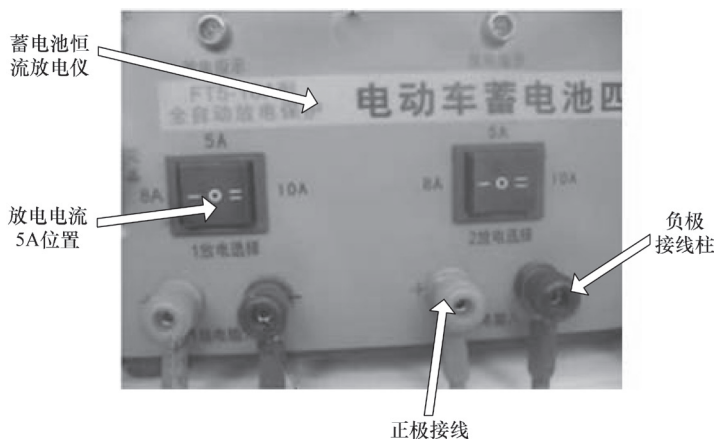


图 6-7 用蓄电池放电仪放电

③ 按下放电仪开关，检查回路工作指示灯是否同时点亮，若某工作指示灯不亮，应检查接线。在蓄电池放电过程中，应不断观察显示屏上的电压变化情况，在各单体蓄电池显示 10.5V 前，应比较放电电压。

2) 当 12V 单体蓄电池电压下降到 10.5V 时，尽可能全部吸出电解液，并立即将蒸馏水加入蓄电池内，如图 6-8 所示，以高出极板 1mm 为准。



图 6-8 加注蒸馏水

3) 静置 2 ~ 3h 后, 若蓄电池内无流动的电解液, 应适当添加蒸馏水。

4) 接着按初次充电第二阶段充电电流的一半对蓄电池充电, 当电解液密度为  $1.15\text{g}/\text{cm}^3$  时, 将电流减小  $1/4$  充电。

此时, 若蓄电池端电压不再上升, 充电便告结束, 然后以 2h 率的放电电流放电至终止电压 (即 12V 单体蓄电池端电压为 10.5V)。如图 6-9 所示, 如此反复 2 ~ 3 次, 蓄电池极板上的硫酸铅即可大部分转化, 其容量可达到额定容量的 80%。

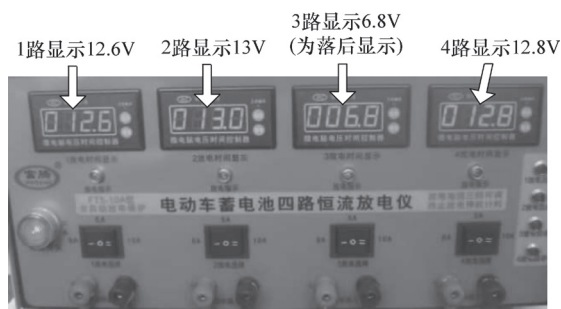


图 6-9 单体蓄电池的电压检测

维修措施: 添加蒸馏水后继续充电。

### 6.4.3 充电器充电时蓄电池严重发热

现象描述: 充电器充电时蓄电池严重发热。

故障检修:

1) 首先检查蓄电池正常, 如图 6-10 所示。

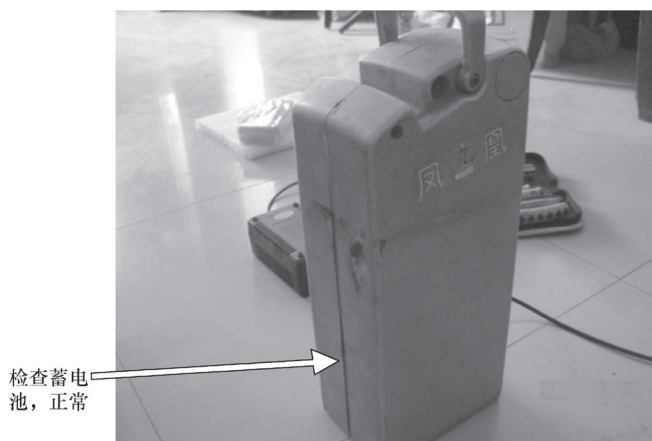


图 6-10 检查蓄电池

2) 接着测量充电器的输出电压, 如图 6-11 所示, 测得该电压远高出正常值。

**TIPS**

该蓄电池极板出现严重硫化, 并导致蓄电池容量下降, 充电时严重发热。对严重硫化的极板通过“水疗法”即可处理。

在使用放电仪放电时, 当蓄电池组电压在 42V 以上时, 若某单体蓄电池电压下降最快且落后其他电压 2 ~ 3V 以上, 则该单体蓄电池即是所寻找的落后单体蓄电池, 单体蓄电池的电压检测如图 6-9 所示。

## TIPS

充电器向蓄电池正常充电一般不到 8h 时，充满电指示灯就开始变亮。而该故障是充电已达 12h 时，充满电指示灯也未点亮，可能是充电电路中的插接器接触不良或充电器内部元件有虚焊或脱焊现象，导致在充电时出现时通时断现象，使充电时间延长。

若蓄电池充电时长时间充不满电，首先应观察指示灯的发光情况。如果两个指示灯中有一个亮，应检查充电器输出插头和蓄电池盒插座是否良好。如果两个指示灯都不亮，则检查充电器与电源插座是否良好，逐一检查电路板上各元件是否损坏、各元件与电路板间是否有因开焊而造成的接触不良现象。

检测充电器  
输出电压

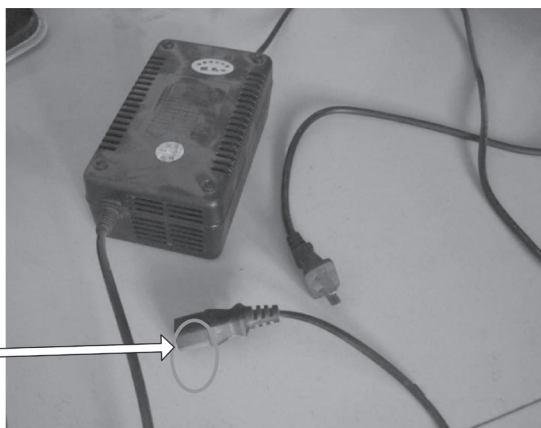
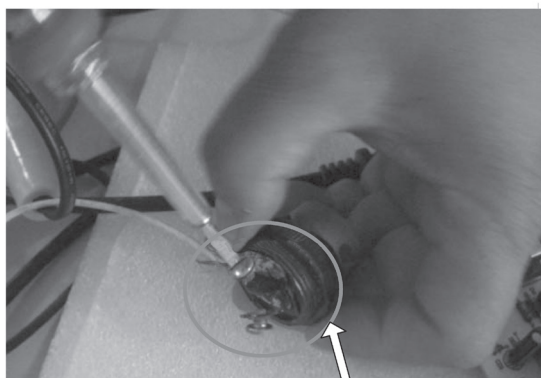
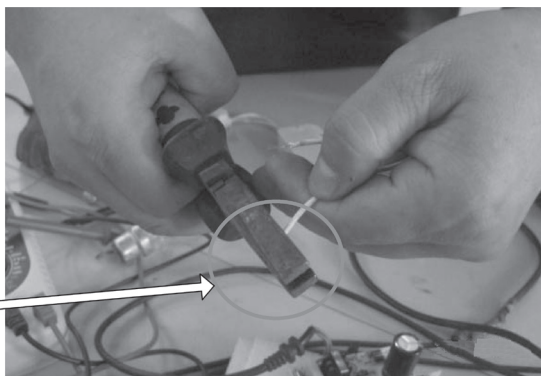


图 6-11 测量充电器输出电压

3) 取下熔断器 FU1，串接一只 60W 灯泡，如图 6-12 所示。再次通电测得 IC1 的 2 脚电压较低，表明光耦合器 IC2 未工作。

将电线外层  
绝缘层剥开



a) 将电线与灯头相连

图 6-12 检查熔断器

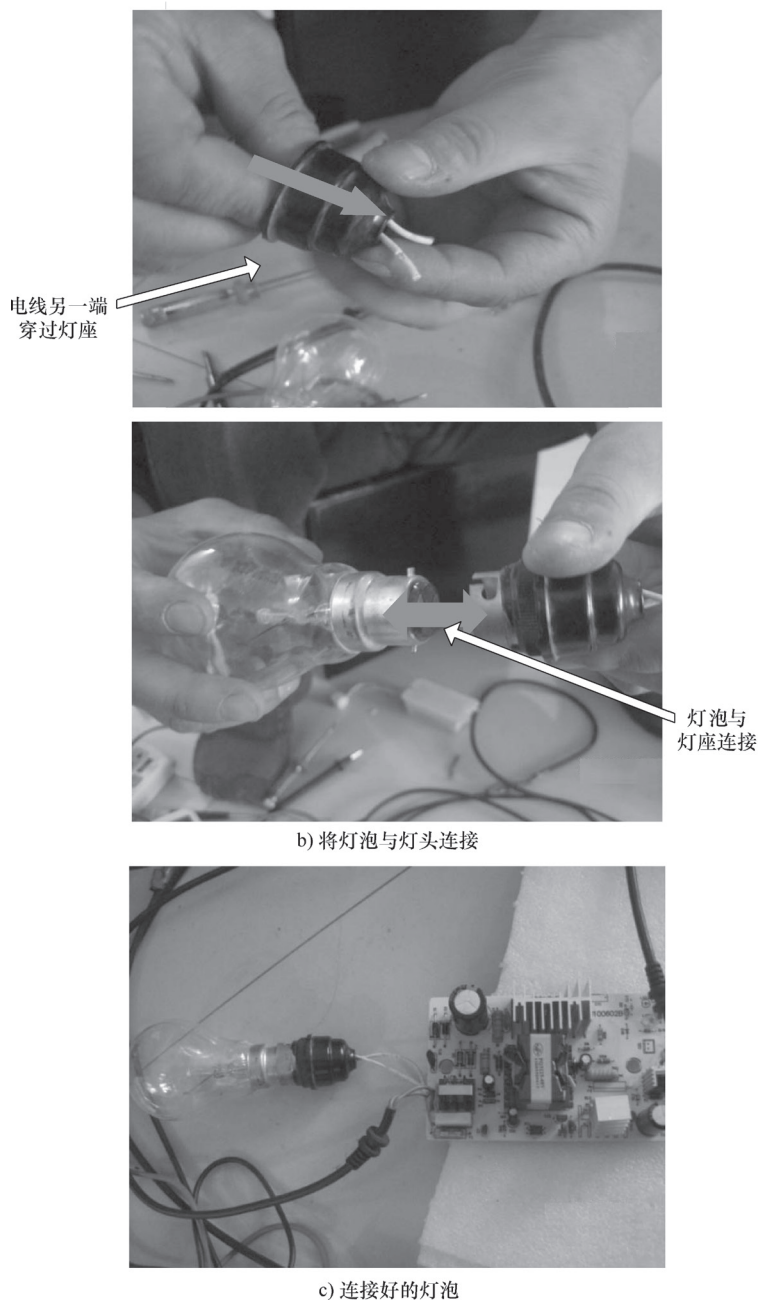


图 6-12 检查熔断器 (续)

4) 检查 IC2 的 1 脚无导通电压。

## TIPS

充电器空载时指示灯亮但接上蓄电池后电源指示灯熄灭, 说明充电器有输出电压, 表明充电器的主转换电路工作正常。当接上负载时指示灯熄灭, 则说明充电器的输出电压消失。对于半桥式充电器, 则说明正向控制器的控制电路没有工作, 可对推挽管、推挽脉冲变压器和脉宽控制芯片进行检测代换。对于单激式充电器, 则说明高压辅助电路和脉宽控制芯片中某个元件性能不良或损坏, 需逐一检测代换。

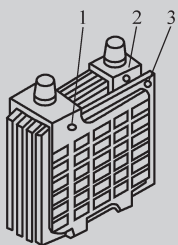
测量 IC2 的 4 脚发现无 +12V 供电，断电后再次测量该脚的对地阻值过低。

5) 当检查稳压管 VD1、VD2，如图 6-13 所示，发现 VD1 击穿。

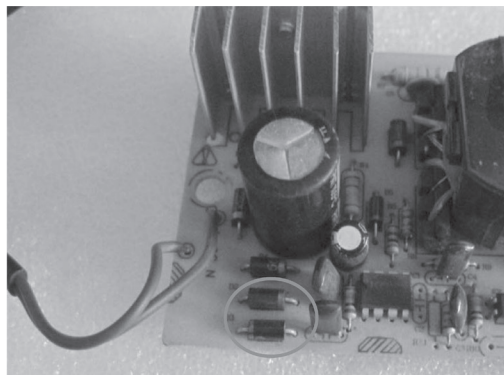
## TIPS

若充电器有时能正常充电，有时却不能正常充电，应先检查充电器电路板上的元件是否接触不良。如果接触不良，应补焊，直到正常为止。若充电器正常，应检查充电器与蓄电池盒连接的插件部位。如果插件部位表面有污垢或接触不良，应进行处理。

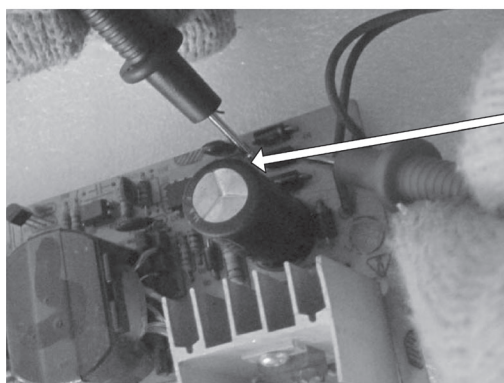
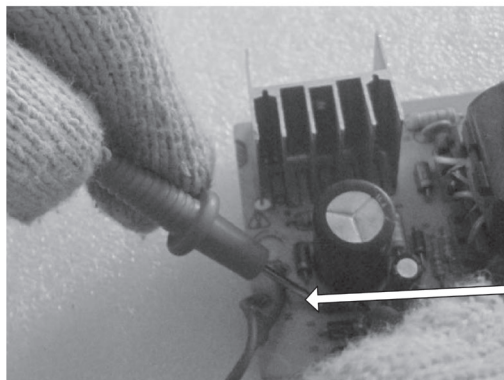
极板组的结构如下所示。



1—负极板 2—正极板  
3—隔板



a) VD1、VD2稳压管



b)

图 6-13 测量稳压管 VD1、VD2

6) 将稳压管 VD2 焊下，如图 6-14 所示，更换后故障消除。



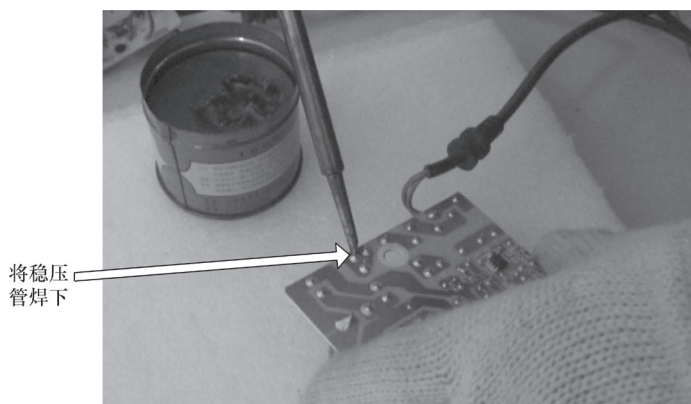


图 6-14 更换 VD2

**TIPS**

充电时蓄电池严重发热一般为蓄电池损坏或充电器输出电压过高而导致充电电流增大。应先检查蓄电池，再检查充电器。

容量表示蓄电池的蓄电能力，通常以充足电的蓄电池充电至端电压达到规定充电终期时所示的总电量来表示。蓄电池的容量的单位是 Ah（安时），其中 A 表示放电电流，h 表示放电时间。

所谓铅酸蓄电池的均衡性是指铅酸蓄电池开路时各单体蓄电池的端电压和蓄电池组在浮充状态下的端电压的差值。标准规定，各单体蓄电池在开路时的端电压之差应不大于 20mV，各单体蓄电池在浮充状态下的浮充电压之差应不大于 100mV。





## 第 7 章

# 电动机故障

## TIPS

电动机产品名称的统一代号如下:

SYT: 铁氧体永磁直流伺服电动机。

SYX: 稀土永磁直流伺服电动机。

SXPT: 铁氧体永磁线绕盘式直流电动机。

SXPX: 稀土永磁线绕盘式直流电动机。

SWT: 铁氧体永磁无刷直流伺服电动机。

SWX: 稀土永磁无刷直流伺服电动机。

SN: 印制绕组直流伺服电动机。

SR: 开关磁阻电动机。

YX: 三相异步电动机。

电动机型号识别举例:

160SXPT02B: 外径 160mm, 铁氧体永磁线绕盘式直流电动机, 厂家 02B 类产品。

## 7.1 电动机不转

### 7.1.1 有刷电动自行车骑行中电动机发出“哗啦啦”的响声

故障现象: 该车使用已有两年多, 运行一直比较稳定, 但近日骑行时却发出“哗啦啦”的响声, 而且骑行越快, 响声越明显。

故障检修: 有刷电动机的电刷与换向器间处于滑动摩擦状态, 其运行时会发出轻缓的响声, 这是正常的, 但若运行时响声过大或异常, 则表明电动机异常。这种异常响声的产生一般是由于飞轮长期缺乏润滑而锈蚀或电动机轴承严重磨损造成的。

1) 首先从链扣处解开链条, 并把链条从车上卸下, 再通电骑行, 发现故障依旧。

由于电刷与换向器摩擦发出的声音较小, 不会产生“哗啦啦”的响声, 故把该故障锁定在电动机轴承上。

2) 从车上卸下电动机, 按正确步骤拆解, 并从左右端盖的凹槽内卸下轴承, 将轴承在耳朵边摇晃并转动, 听到有“哗啦啦”的响声, 如图 7-1 所示。说明轴承已严重损坏。

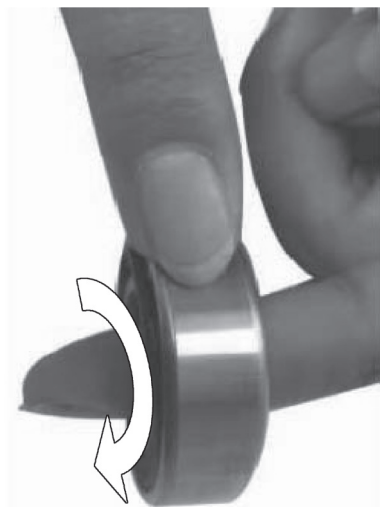


图 7-1 电动机轴承的检查

3) 取两个同型号轴承更换, 复装所拆各件, 通电骑行, 故障现象消失。

### 7.1.2 电动机转动有异常响声

故障现象: 打开电源开关, 仪表显示满电, 拨动大灯开关或按下喇叭按钮时, 有正常的声光现象, 但转动调速转把时, 电动机不能运转。若用脚踏

骑行，能听到电动机发出“吱吱”的响声。

故障检修：由上述情况得知该车有两种故障现象，一是仪表显示满电而转动调速转把时电动机不能转动，另外一个是一人力骑行时电动机发出异常的响声。两个故障现象各自的原因分别如下：

1) 仪表显示满电，而电动机不能加电运转的原因：

- ① 调速转把损坏。
- ② 闸把开关损坏。
- ③ 控制器异常。
- ④ 电刷严重磨损。
- ⑤ 绕组的绝缘电阻过小。
- ⑥ 线路中某处短路或断路。

2) 人力骑行电动机发出异常的原因：

- ① 电动机内有异物。
- ② 电动机磁钢脱落。
- ③ 电动机线圈散脱与转子相互摩擦。
- ④ 轴承或飞轮长期缺乏润滑。

1) 打开电源开关后，将数字式万用表设在直流 200V 挡，让红表笔接控制器的电源输入线，黑表笔接控制器的接地线，万用表显示控制器的输入电压为 36V，如图 7-2 所示。

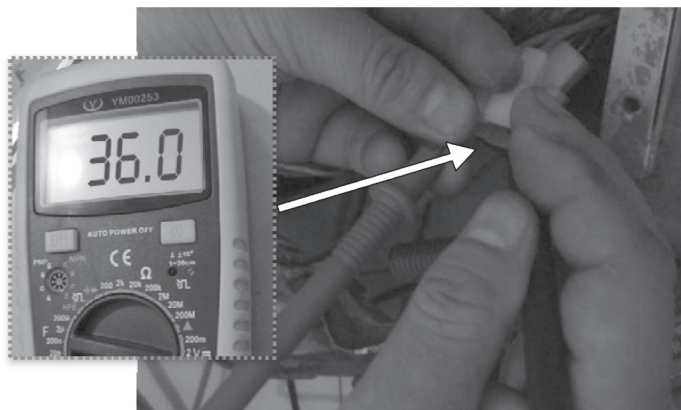


图 7-2 控制器输入 36V

2) 再将万用表黑、红表笔接在电动机与控制器相连的蓝、黄色线上，并将调速转把转至最大角度，如图 7-3 所示。万用表显示的是控制器向电动机输出的驱动电压为 36V，表明控制器和其附件工作正常，而故障可能在电动机。

3) 接着关闭电源开关，将电动机引线从控制器上脱开，如图 7-4 所示，对电动机进行如下检查。

TIPS

电动机轴承损坏时，为保证电动机气隙和机械尺寸，应同时更换电动机左右端轴承。由于两侧轴承在长期工作过程中都有磨损，若一只轴承损坏，另一只也很快到寿命终结。

电动自行车上常用电动机的特性如下：

|       |                 |                |                 |                 |
|-------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 成本    | 低               | 高              | 高               | 低               |
| 噪声    | 小               | 中              | 大               | 小               |
| 维护内容  | 无               | 润滑齿轮           | 更换电刷、润滑齿轮       | 更换电刷、清理积炭       |
| 体积    | 小               | 大              | 小               | 小               |
| 维护周期  | 无               | 3 年左右          | 1 年左右           | 2 年左右           |
| 爬坡性能  | 一般              | 好              | 好               | 差               |
| 电动机效率 | >80%            | >83%           | >78%            | >76%            |
| 传动形式  | 低速无刷外转子电动机、直接驱动 | 高速无刷电动机、行星齿轮减速 | 高速有刷电动机、2 级齿轮减速 | 低速有刷外转子、电动机直接驱动 |
| 电动机形式 | 无刷无齿            | 无刷有齿           | 有刷有齿            | 有刷无齿            |

TIPS

在观察电动机时，常需要相关参数，如下表所示：

| 电动机电压和功率     | 空载电流 /A | 骑行电流 /A | 行驶速度 /(km/h) |
|--------------|---------|---------|--------------|
| 36V80W 低速    | 0.3 0.5 | 3 4     | 20 23        |
| 36V250W 低速   | 0.3 0.5 | 4 6     | 25 27        |
| 48V350W 低速   | 0.5 0.7 | 47      | 28 35        |
| 48V500W 以上   | 1.0 1.5 | 9 12    | 45 50        |
| 24 36V 高速电动机 | 1.0 1.5 | 3 6     | 20 28        |

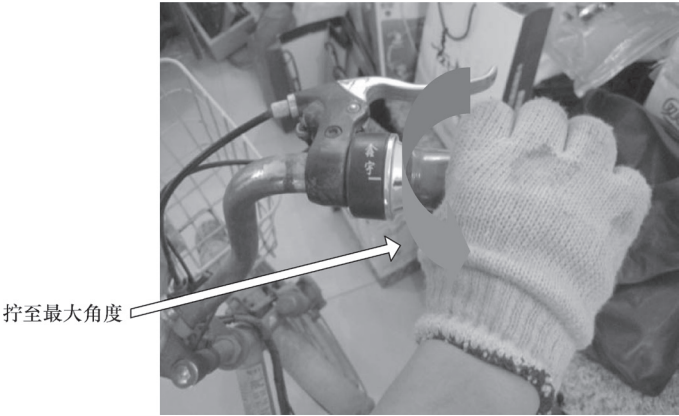


图 7-3 拧至最大角度

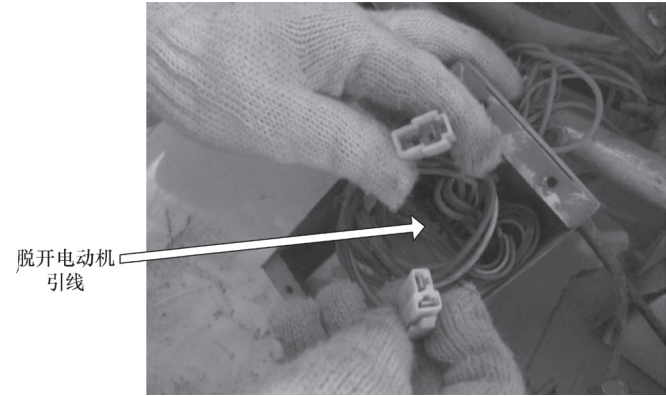


图 7-4 将电动机引线脱开

4) 将数字式万用表调至 200Ω 挡，如图 7-5 所示。让黑、红表笔分别接电动机上的黄、蓝色线（黄、蓝引线如图 7-6 所示），同时用手转动电动机，此时无论将电动机转至何种位置，万用表都显示为无穷大，表明电动机损坏或其引线断路。

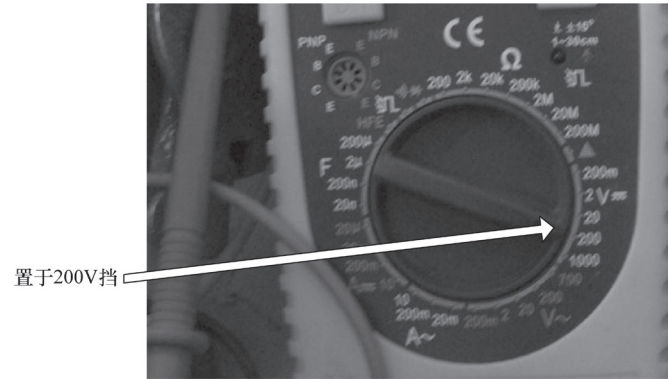


图 7-5 调整万用表挡位

5) 从控制器至电动机轴端检查该电动机引线，并发现异常。于是分解电动机进行检查，分解电动机后发现黄色引线对应的电刷接线柱的固定螺钉

已脱落，故障原因找到，其故障表现如图 7-7 所示。

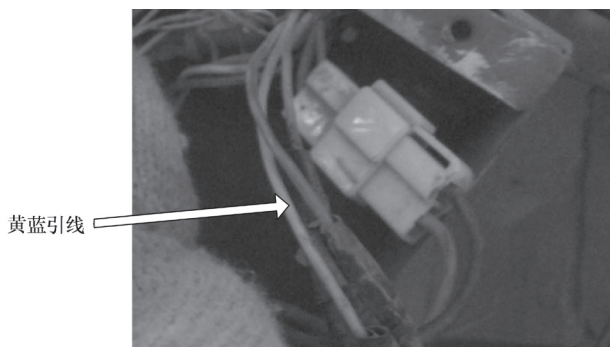


图 7-6 电动机黄、蓝引线

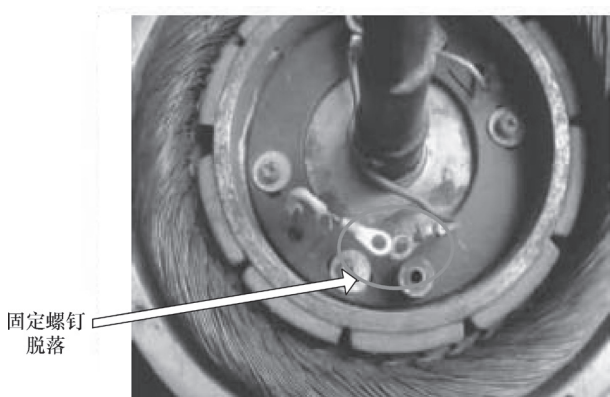


图 7-7 电刷和电动机引线固定螺钉脱落

由于黄色引线对应的电刷接线柱固定螺钉脱落后，黄色引线不能向绕组传输电流，所以转动调速转把时电动机不能转动；另外，固定螺钉脱落在电动机内，电刷也得不到良好的固定，所以脚踏骑行时电动机发出“吱吱”的响声。由此推论该车的两种故障现象都是由黄色引线对应的电刷接线柱的固定螺钉松脱造成。将黄色引线与对应的电刷的引线连接在一起，并将脱落的螺钉牢牢地固定，如图 7-8 所示。

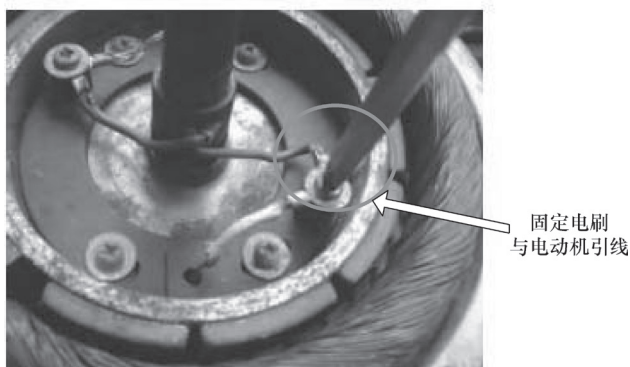
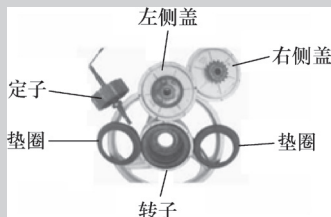


图 7-8 电刷和电动机引线的固定

### TIPS

修理中应注意，有时一个故障点可产生两个或两个以上的故障现象。只要找准故障点，便能一次性解决两个或两个以上的故障现象。

有刷无齿电动机主要由转子绕组、定子磁钢、左右侧盖、电刷、换向器、电动机轴和轴承等组成，其结构如下图所示



有刷无齿电动机属于低速电动机，由于转子在电动机外部，故称为外转子式电动机。

### TIPS

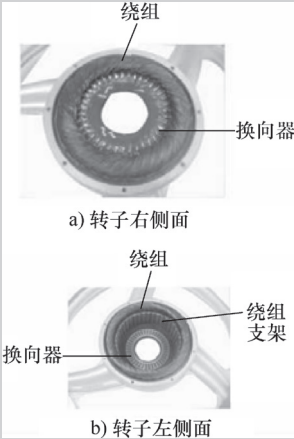
充电器接通电源后风扇电动机不转动，应按以下程序进行检修：

- 1) 用万用表测量充电器电路板上是否有 220V 的交流电压。若无，应检查充电器的电源插头和电源插座是否接触不良。
- 2) 检查充电器内的熔断器是否完好。
- 3) 检查风扇电动机本身是否有问题，若有，应予以更换。
- 4) 检查风扇电动机的控制电路是否异常，若是，应予以更换。



TIPS

有刷电动机转子绕组的结构如下图所示。



其作用是通电后产生的磁场与定子磁钢的磁场相作用而驱动转子转动。

转子绕组与换向片相连，经换向器和电刷与外电路连通。绕组绕在线圈支架上，支架上的槽数一般为39~57个，其支架的结构如下图所示。



最后重装所拆各件，通电试验，电动机随调速转把转动均匀地旋转，而且无论是加电骑行还是人力骑行都没有任何异常响声。

### 7.1.3 无刷电动机不转，霍尔元件损坏

#### 1. 电动机不转，转向灯和前照灯却能正常发光（更换电动机霍尔元件）

故障现象：接通电源，电动自行车的电动机不转，但转向灯和前照灯却能正常发光。

故障检修：

1) 首先用数字式万用表直流电压20V挡（如图7-9所示）测量调速转把信号输出电压可在1~4.2V变化，表明调速转把正常。

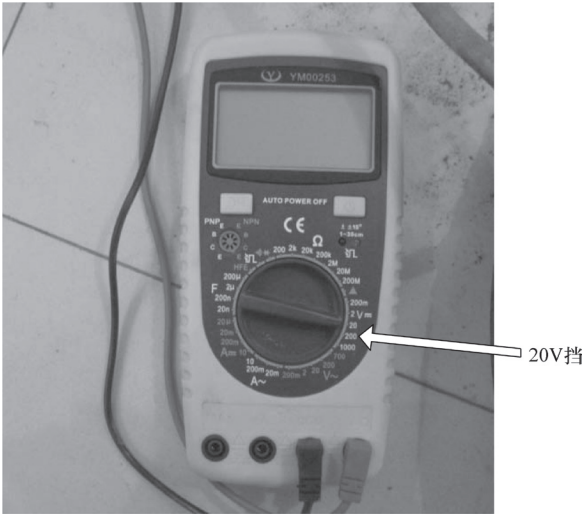


图 7-9 调整万用表挡位

2) 然后，测量调速（如图7-10所示）转把和闸把开关的电源电压为5V，表明控制器正常。

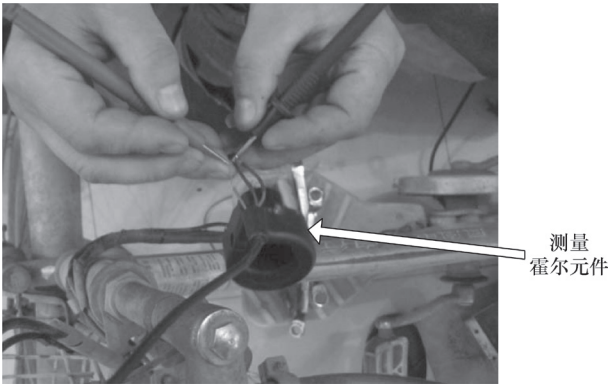


图 7-10 测量调速转把电源电压

3) 拔掉闸把开关插接器，如图7-11所示。电动机也未能转动，表明闸

把开关正常。

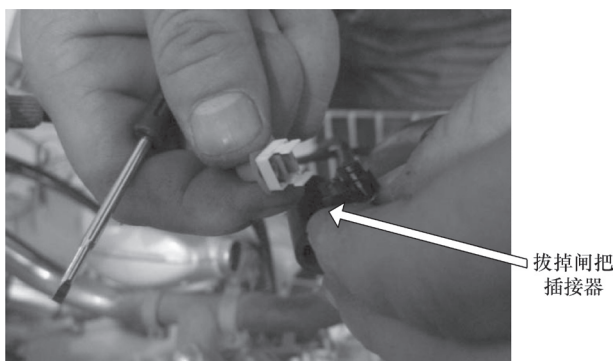


图 7-11 拔掉闸把开关插接器

4) 打开电源开关, 转动调速转把, 再转动后轮, 电动机可起动, 但出现“哒哒”的异常噪声, 同时整车出现振动。

5) 拆检电动机, 发现其中一个霍尔元件烧毁, 如图 7-12 所示。

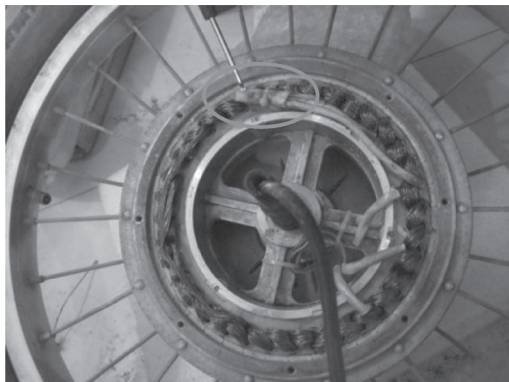


图 7-12 检查电动机霍尔元件

维修措施: 将三个霍尔元件同时更换。

无刷电动机霍尔元件的更换, 应按以下程序进行:

1) 用数字式万用表的“二极管”挡测量霍尔元件的红色线与黑色线的电阻, 如图 7-13a 所示, 红色线与黑色线的电阻如图 7-13b 所示, 所测结果霍尔元件损坏。为保证电动机换向准确, 应将三个霍尔元件同时更换。

2) 用金属工具拨开霍尔引脚上的护套并至焊接点位置, 如图 7-14 所示。

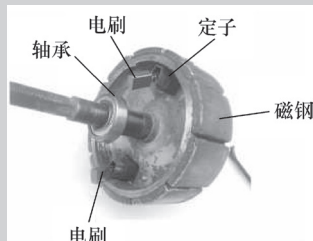
3) 用烧热的电烙铁按图 7-15 所示将霍尔元件的引脚与引线在焊接处焊掉。

4) 用电烙铁向霍尔引脚上挂锡, 可方便焊接, 电烙铁与霍尔引脚接触的时间不能超过 3s, 以免损坏霍尔元件。

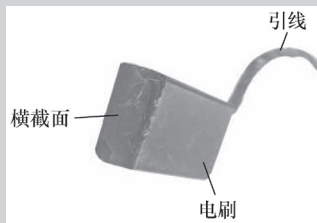
5) 将新霍尔元件与原霍尔元件对应的引脚与已拆的导线用电烙铁焊接, 如图 7-16 所示。

**TIPS**

电刷在电动机上的位置如下图所示。

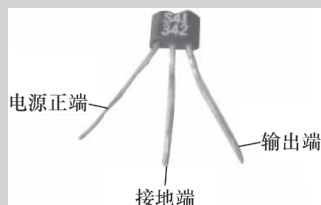


有刷电动机上装有 1 对或 2 对电刷, 按电刷输出的极性不同可分为正极电刷和负极电刷。电刷在电刷弹簧弹力的作用下, 贴靠在换向片上。电刷的横截面为梯形, 如下图所示, 但也有矩形情况。



## TIPS

用直接观察法判断霍尔元件的引脚功能的方法：将霍尔元件正放（即霍尔元件表面带字母的面朝上），中间脚为霍尔接地端，左脚为霍尔电源正端，右脚为霍尔信号输出端（即接霍尔相线），其引脚功能如下图所示。



电刷是与换向器滑动接触的部件，电刷材料的成分和接触特性的好坏直接影响到电动机运行时换向器的好坏和它的磨损程度。电刷的接触特性主要指一对电刷接触压降（因正、负极电刷下的接触电压不相等，故用一对电刷接触压降来评价）和摩擦系数，这些因素影响到电动机运转时电刷与换向器之间的接触损耗（包括电损耗和摩擦损耗）和磨损程度。影响电刷接触特性的主要因素有圆周速度、电流密度和施于电刷的单位面积上的压力等。对于电动自行车用直流电动机，圆周速度不大，一般都能满足要求。

6) 然后用同样的方法将霍尔元件的引脚与导线相接，如图 7-17 所示。



a)



b)

图 7-13 霍尔元件好坏的测量

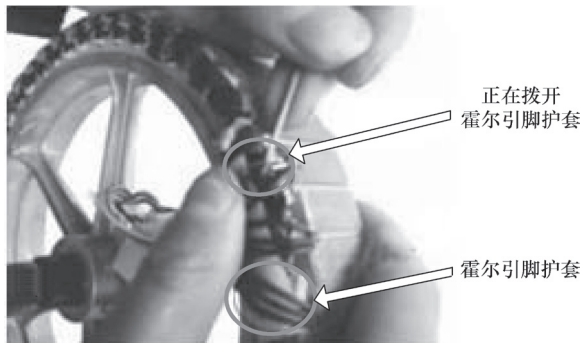


图 7-14 拨开霍尔引脚上的护套

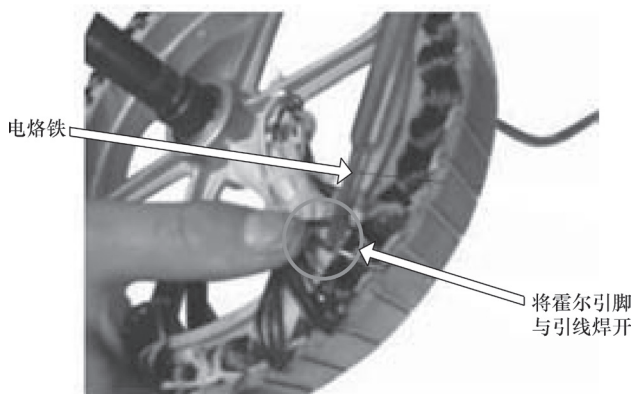


图 7-15 焊接霍尔引脚

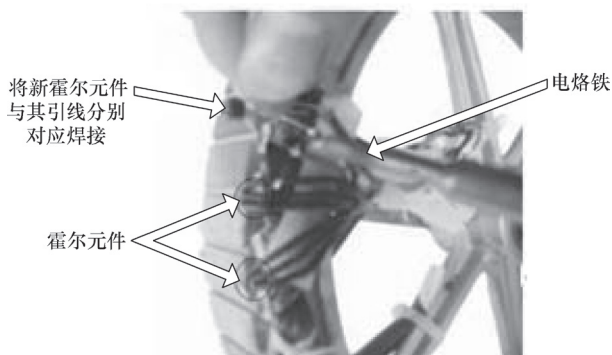


图 7-16 将新霍尔元件焊接



图 7-17 将霍尔元件引脚与导线相接

- 7) 按同样的方法将三个霍尔元件全部更换。
- 8) 用铁质工具清除霍尔元件凹槽中的异物，如图 7-18 所示。
- 9) 分别将三个霍尔元件按原位置放入凹槽中，如图 7-19 所示。
- 10) 将混合好的 AB 胶填入霍尔元件周边并将霍尔元件推到凹槽底部如图 7-20 所示，AB 胶凝固后才可放手。
- 11) 将绝缘纸移动到霍尔元件引脚下部并使霍尔元件引脚分开，按图 7-21 所示，避免触摸。

### TIPS

无刷电动机要正常工作，其定子绕组和转子磁钢间要始终保持一定的角度，否则电动机就无法正常运行。电动机转子磁钢的转动过程也就是转子磁场方向的改变过程，转子磁场的方向由控制器接通或断开定子绕组的电流决定。3 个霍尔元件担负着告知控制器何时改变电流方向的任务。

电动机机壳温度超过环境温度  $20^{\circ}\text{C}$  以下时，说明电动机温升在正常范围内；若超过  $25^{\circ}\text{C}$ ，则表明电动机过热。电动机过热会使磁钢严重失磁。若漆包线的温度高于  $150^{\circ}\text{C}$ ，漆膜会因温度过高而脱落，造成短路现象。此时机壳温度可能在  $100^{\circ}\text{C}$  左右。因此，电动机过热时要停车检查，排除故障隐患，以延长电动机的使用寿命。



## TIPS

为保证电动机换相位置的精确，一般应同时更换所有的霍尔元件。

更换霍尔元件之前，必须弄清楚电动机的相角是 $120^\circ$ 还是 $60^\circ$ 。

所谓相位角是指无刷电动机绕组在一个通电循环内，其绕组内部电流改变的角度。

一般 $60^\circ$ 相位角电动机的三个霍尔元件的摆放位置是平行的；而 $120^\circ$ 相位角电动机，三个霍尔元件中间的一个霍尔元件是呈翻转 $180^\circ$ 位置摆放的，如下图所示。

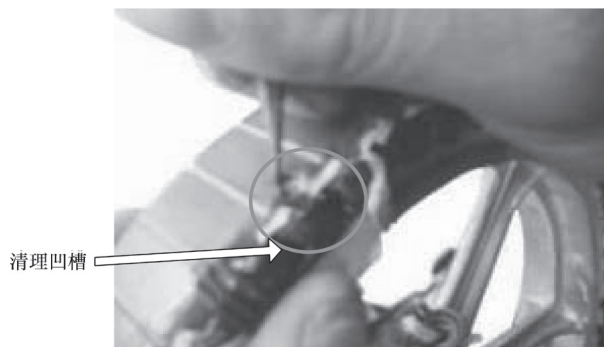
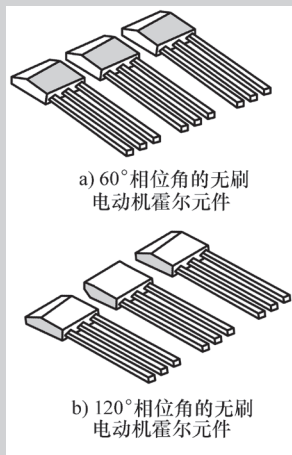


图 7-18 清除霍尔元件凹槽中的异物

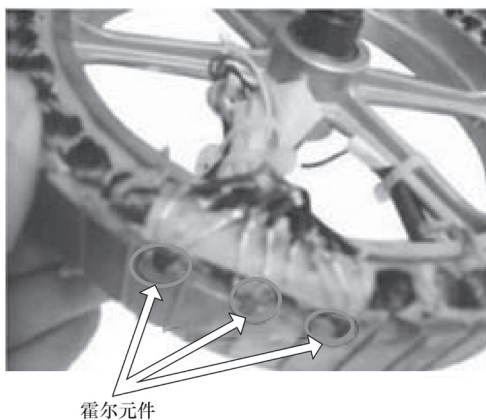


图 7-19 将霍尔元件放回凹槽



图 7-20 将霍尔元件推到凹槽底部

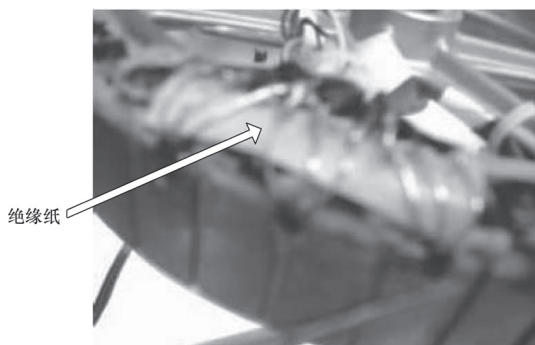


图 7-21 将绝缘纸移到霍尔元件引脚下部

12) 将 AB 胶涂在绝缘纸上, 如图 7-22 所示, 以固定霍尔元件引脚, 避免松动而影响电动机的性能。

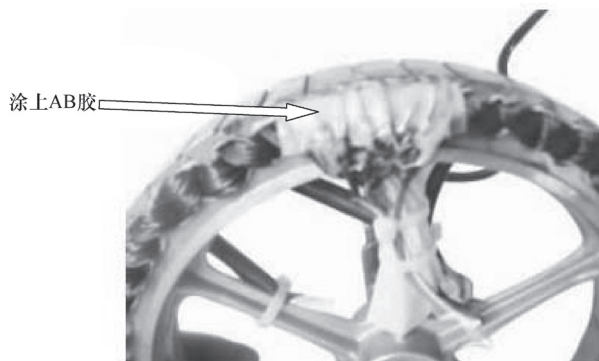


图 7-22 将 AB 胶涂在绝缘纸上

13) 这样便更换好霍尔元件。

### 2. 电动自行车电源指示灯亮, 但无刷电动机不转动

故障现象: 电动自行车电源指示灯亮, 但无刷电动机不转动。

检修过程:

1) 分别将左、右闸把开关从插接器处脱离电路, 如图 7-23 所示。打开电源开关, 转动调速转把而电动机不旋转。

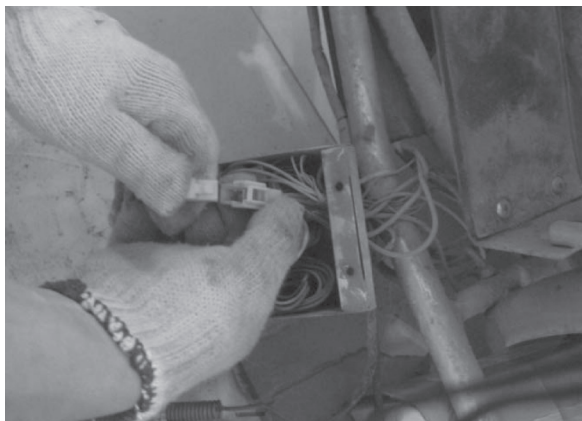


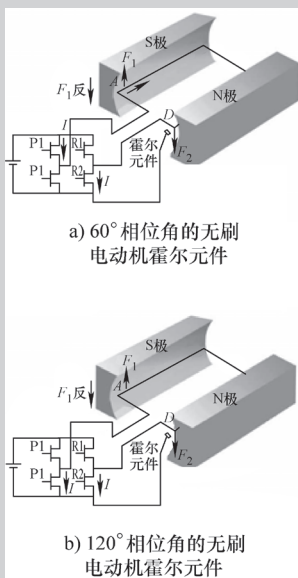
图 7-23 拔掉左、右闸把开关插接器

该车闸把是常开机械型 (现在市场上较为流行的霍尔元件型), 用万用表分别测量左、右把输出线和输入线间的电阻, 握紧闸把时 (如图 7-24 所示) 电阻为零, 放松闸把时电阻为无穷大, 表明左、右闸把正常。

2) 用万用表直流电压挡测得调速转把电源线电压为 5V (如图 7-25 所示), 转动调速转把, 测得其信号电压可在 1 ~ 4.8V 变化, 表明调速转把无故障。

**TIPS**

无刷电动机的工作原理如下图所示。



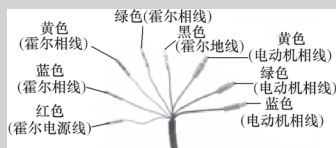
如霍尔传感器检测到 N 极磁场时, 控制器 P1 与 P2 导通, 使 P2 与 P1 截止; 霍尔传感器检测到 S 极磁场时, 控制器使 P2 与 R1 导通, 而使 P1 与 R2 截止。在 a) 上, P2 与 R1 截止, P1 与 R2 导通, 可以看到电流从蓄电池正极经过 P1、线圈、R2 流到蓄电池负极。通电线圈中点 A 电流  $i$  的方向是指向远离接线头的方向, 点 A 在磁场中受力  $F_1$  方向, 如 a) 所示, 磁钢受到线圈的反作用, 产生向逆时针方向转动的力矩。



## TIPS

当磁钢转动到如图 b) 位置, 即磁钢转动  $180^\circ$  后 (注意: 磁场旋转  $180^\circ$  线圈不动), 霍尔元件感应 S 极磁场, 此时 P1 与 R2 截止, P2 与 R1 导通, 可以看到电流  $i$  从蓄电池正极经过 R1、线圈、P2 流到负极。通电线圈中的 A 点的电流  $i$  方向是指向接头的方向 (矢量方向与  $i$  矢量方向相反), A 点在磁场中受力  $F'$  方向如图 b) 所示 (矢量方向没有改变), 磁钢受到线圈的反作用力, 一样产生向逆时针方向转动的力矩。

无刷电动机上与控制器相连的霍尔线有 5 根, 一般黑色线接霍尔接地端, 红色线接霍尔电源正端, 其余的黄、蓝、绿线接霍尔信号输出端 (即接霍尔相线), 如下图所示。



## TIPS

常用电动机无故障时的最大空载电流如下表所示。

| 电动机类型   | 最大空载电流<br>(单位: A)  |                    |
|---------|--------------------|--------------------|
|         | 蓄电池额定电压<br>为 24V 时 | 蓄电池额定电压<br>为 36V 时 |
| 高速有刷电动机 | 1.7                | 1.0                |
| 低速有刷电动机 | 1.0                | 0.6                |
| 侧挂电动机   | 2.2                | 1.8                |
| 高速无刷电动机 | 1.7                | 1.0                |
| 低速无刷电动机 | 1.0                | 0.6                |



图 7-24 握紧闸把



图 7-25 检测调速电源电压

3) 用万用表直流电压挡测得控制器输入电压为 36V, 其输出电压为 5 ~ 6V。若调速转把无 5V 电压, 拔下调速转把插座后电压恢复正常, 则表明调速转把短路。

4) 用手慢慢转动电动机, 用万用表电压挡分别检查电动机霍尔信号相线的电压, 每相电压应在 0 ~ 5V 变化。检查霍尔信号蓝色相线的电压始终为零, 表明电动机内与该蓝色线相连的霍尔元件损坏。

5) 分解电动机, 检测三个霍尔元件, 发现与蓝色线相连的霍尔元件损坏。  
维修措施: 更换三个霍尔元件 (其操作如前文所示操作)。

## 7.1.4 电动机不转, 制动闸把损坏

故障现象: 将电动自行车电源打开, 转动调速转把时无刷电动机不转动。

检修过程:

- 1) 该车电动机控制电路如图 7-26 所示。
- 2) 首先检查控制器电源输入电压为 48V, 如图 7-27 所示。其输出电压也正常, 即调速转把和闸把电源电压都为 5V。

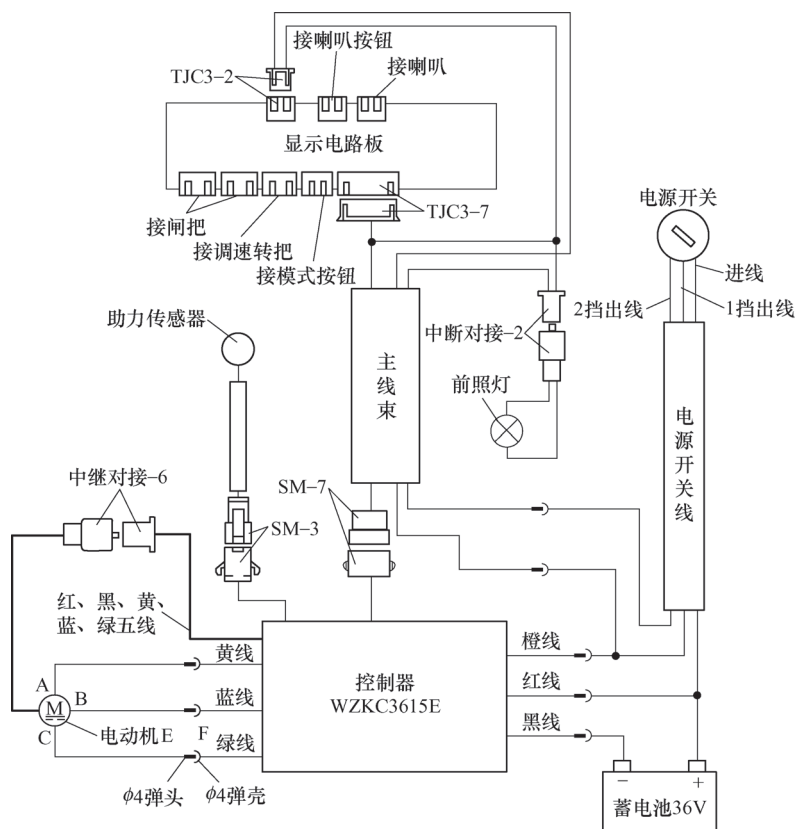


图 7-26 某电动自行车电动机控制电路

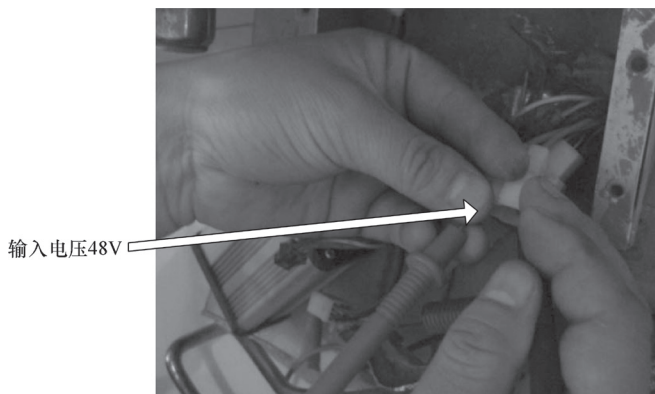


图 7-27 检测输入电压

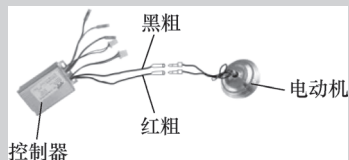
3) 将电动机与控制器从插接器处分开，用数字式万用表电阻  $200\Omega$  挡测得三根主相线间的阻值都为  $0.5\Omega$ ，表明电动机绕组正常。

4) 将万用表的红表笔接霍尔电源红色线，如图 7-28 所示。黑表笔分别接黄、蓝、绿色霍尔相线，其阻值基本一致，如图 7-29 所示；对调黑、红表笔后，所测阻值也基本相同，如图 7-30 所示，表明电动机霍尔线路正常。

### TIPS

在实际检修时，更换的电动机若功率过大，电动机将处于轻载运行状态，其潜能得不到充分发挥，同时电动机的效率较低，性能不良，并增加运行费用。若电动机功率过小，则其运行电流过大，使用寿命缩短。因此，应严格按照电动自行车的运行情况来选定电动机的额定功率。

有刷电动机外部有红、黑两根引线，其中红色引线接控制器正极，黑色引线接控制器的负极。其接线方法如下图所示。



### TIPS

高速电动机（一般指有刷电动机）和低速电动机（一般指无刷电动机）正常起动和工作时的电流是不同的，同时控制器限流保护设置也有所不同，因此所用电动机电流要和控制器限流保护值一致，才能使电动机正常工作。

## TIPS

检测控制器限流保护值的方法：选择万用表 20A 电流挡，将黑、红表笔串接在蓄电池和控制器间的主电源线上即粗红色线（注意极性）。打开电源开关，让控制器向电动机供电，并逐渐给电动自行车加载直至不转，此时万用表最大电流读数应在 12~16A 之间。若电流过大，应将控制器内的限流比较电位器调小。调整完毕后，再次观察万用表读数直到 12~16A 间为止。电动机最大电流的测试如下图所示。

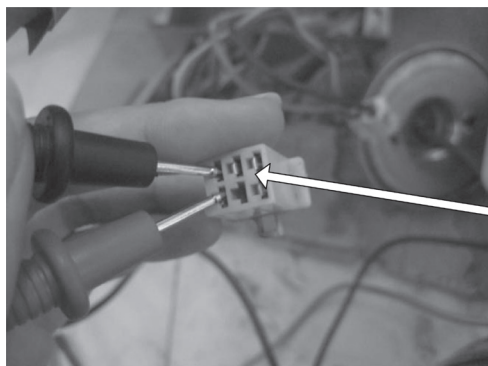


确认接线正确后，用手转动调速转把，使其处于最大位置，让电动机在大电流条件下运转，若无抖动和噪声等不正常现象，则无刷电动机的接线过程便告结束。

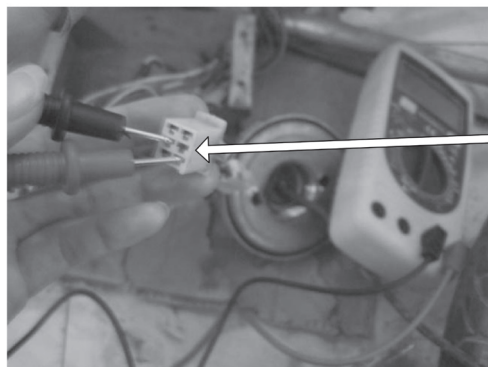


霍尔组件  
电源线

图 7-28 霍尔电源线

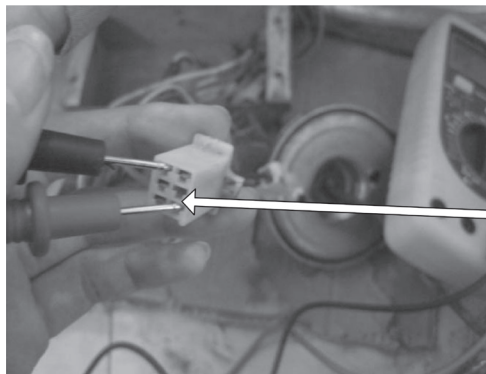


黑表笔接蓝线、  
红表笔接黄线



黑表笔蓝、  
红表笔绿

图 7-29 测量黄、蓝、绿电阻



将万用表笔  
调换

图 7-30 将原测法调换

5) 于是将左闸把开关引线从插接器处拔下, 打开电源开关, 转动调速转把, 电动机正常转动。

维修措施: 更换一只新的闸把开关。

### 7.1.5 转把损坏, 电动机不转

故障现象: 电动自行车打开电源开关, 转动调速转把, 电动机不转动。

检修过程:

1) 首先打开电源开关, 测得控制器的电源输入线 (如图 7-31 所示) 电压正常。

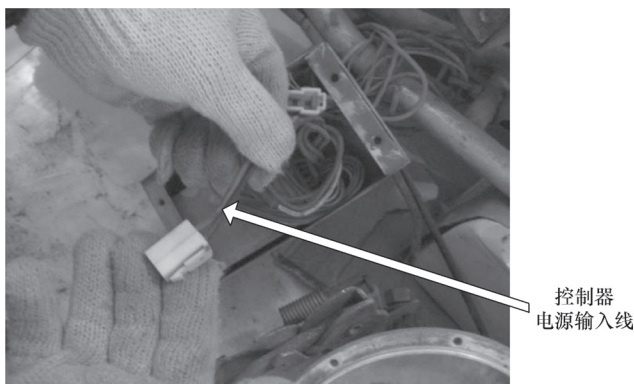


图 7-31 电源输入线

2) 接着检测闸把开关和调速转把上的 5V 电源电压 (如图 7-32 所示), 也均正常。

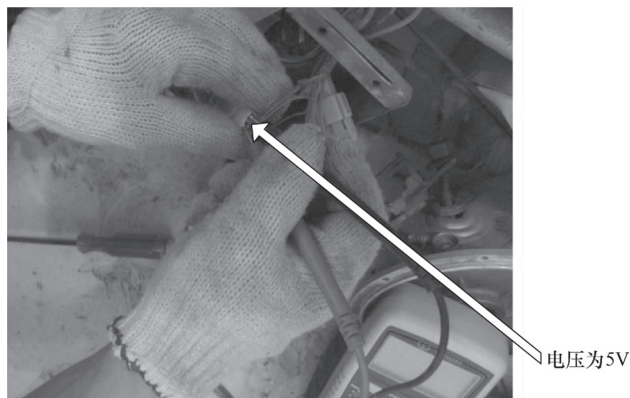


图 7-32 检测闸把开关和调速转把电源电压

3) 拔下闸把开关并测量, 未发现异常, 转动调速转把, 测得控制器输出电压 (即电动机输入电压) 为零。

4) 更换一只同型号的控制器后加电试验, 电动机依然不转, 只好取一只调速转把接上加电试验, 旋转调速转把, 电动机正常转动。

5) 换回原控制器并装好, 再次加电试验, 一切正常, 表明原调速转把

#### TIPS

一般来讲, 无刷电动机在转动时有这样一个过程: 电动机转动→转子磁场方向改变→当定子磁场方向和转子磁场方向的夹角达到  $60^\circ$  相位角时霍尔信号改变→相线电流方向改变→定子磁场向前跨越  $60^\circ$ →定子和转子磁场方向夹角变为  $120^\circ$  相位角→电动机连续转动。由此可见, 霍尔元件有 6 个正确状态。当将正确的霍尔状态告诉控制器时, 控制器就有特定的相线输出状态。所以, 倒相序就是要完成这一任务, 即使定子的相位角始终按一个方向以  $60^\circ$  步进。



TIPS

不必测量 36V 电源电压，电路如果有接触不良，测量电压不能发现，可以加载起动，观察电量指示灯变化，如果不欠电压，再检查电动机是否正常，也不会出现第一次误判，上述检查比较死板，效率低下。

无刷电动机霍尔信号电压的范围一般为 3~24V（因霍尔元件的电源电压不同而别）。

无刷电动机霍尔工作电流的范围一般为 6~20mA（因霍尔元件的电源电压不同而别）。

损坏。

维修措施：更换一只调速转把。

## 7.1.6 电刷磨损严重导致电动机不转

### 1. 开启电源，电动机不转

故障现象：打开电源开关，转动调速转把，电动机不转。

故障检修：

1) 打开电源开关，电源指示灯亮，测得控制器输入电压为 48V 正常，此电压值，在控制器外观铭牌上有标识，如图 7-33 所示。



图 7-33 控制器铭牌

2) 经检测，控制器向电动机供电的电压异常，表明控制器异常。更换同型号控制器，故障依旧。

3) 接着打开电源开关，转动调速转把，再次测量时发现控制器向电动机供电的电压正常。

4) 此时，将电动机与控制器相连的两根导线从插接器处拔下，转动后轮（如图 7-34 所示），用万用表测量电动机的正、负极引线间的电阻，发现其电阻值波动较大，表明电动机故障。

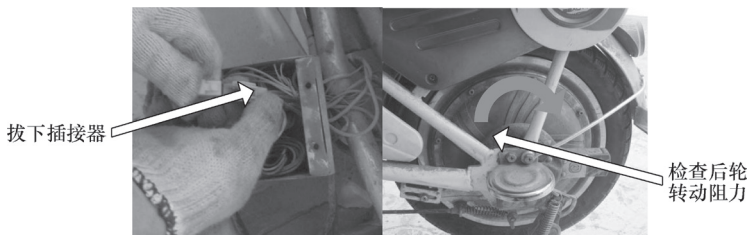


图 7-34 拔下插接器后转动后轮

5) 拆开电动机，发现电刷严重磨损，同时有较多碳粉布满换向器表面而引起相邻换向片短路。

6) 清除换向片间的杂物，同时吹净电动机绕组上的尘埃。更换电刷后试车，故障现象消失。

### 2. 电动自行车打开电源开关，无刷电动机不转

现象描述：车动力逐渐下降，续行里程缩短，以致中途抛锚，电动机不

转,但仪表上电源指示灯能正常发光。

故障检修:

1) 首先打开电源开关,拆开控制器,如图 7-35 所示。

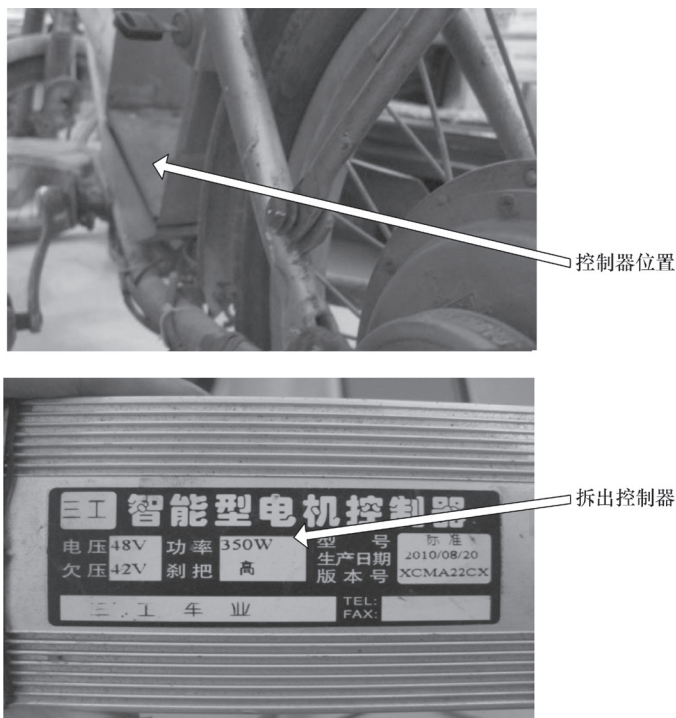


图 7-35 控制器在车身位置

找到接线端子,测得控制器红色电源输入线的对地电压,如图 7-36 所示,测得为 36V,控制器的输出电压为 5V,均正常。

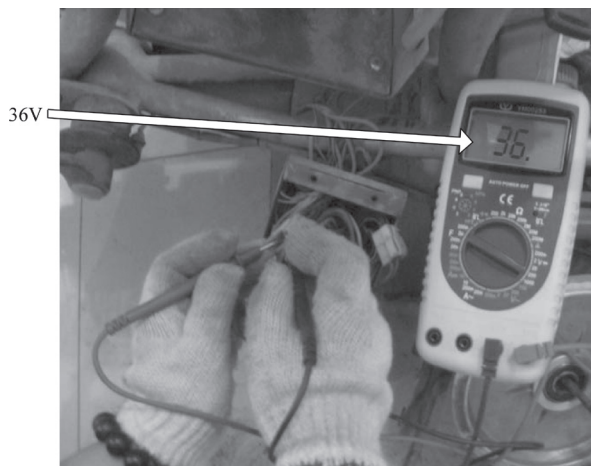


图 7-36 检测控制器电源输入、输出电压

TIPS

通过测量霍尔相线电压来判断霍尔元件的好坏方法之一:把电动机与控制器连接好,并接通电源。选用数字式万用表的 20V 直流电压挡,让黑表笔接霍尔元件的黑色导线,红表笔接霍尔元件的红色电源线,即测量霍尔元件的电源电压,一般为 5V,但也有 4.5V 或 6.25V 的,实测测量时有可能偏小。

在霍尔元件引线及连接无异常的情况下,可进行以下测量:若霍尔电源电压为 5V,用万用表黑表笔接黑色线,红表笔接蓝线(或黄色线、绿色线),用手慢慢转动后轮,万用表显示 0V 或 5V 为正常,有时略低于 5V 也为正常。若长期处于高压电位 5V,或长期处于低电位 0V,则表明蓝色线对应的霍尔元件损坏。其他霍尔元件的测量可以依此类推。



## TIPS

在不分解电动机的情况下，通过测量霍尔引线间的电阻来判断霍尔元件的好坏方法之一：将电动机与控制器相连的插接器去掉，同时把数字式万用表的挡位旋至二极管挡。

在不分解电动机的情况下，通过测量霍尔引线间的电阻来判断霍尔元件的好坏方法之二：让万用表的红表笔接霍尔接地线，黑表笔分别接霍尔相线（即蓝、绿、黄色线），3根线的电阻值应基本一致。然后将黑、红表笔对调，分别测量3线阻值，也应一致。若所测某相阻值与其他两阻值相差悬殊，则表明与该线相连的霍尔元件异常。

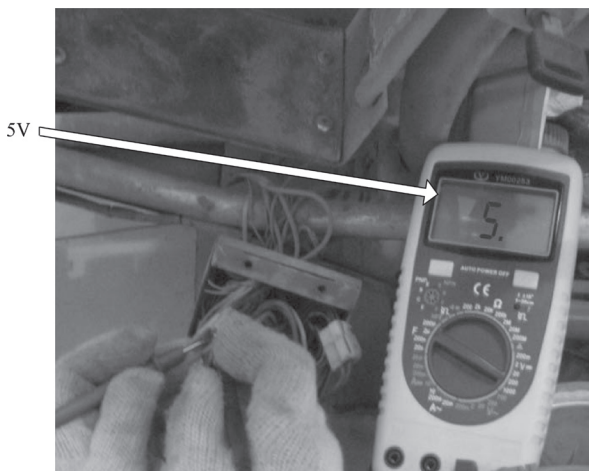


图 7-36 检测控制器电源输入、输出电压（续）

2) 分别将左、右闸把引线从插接器处拔下，如图 7-37 所示，故障依旧。

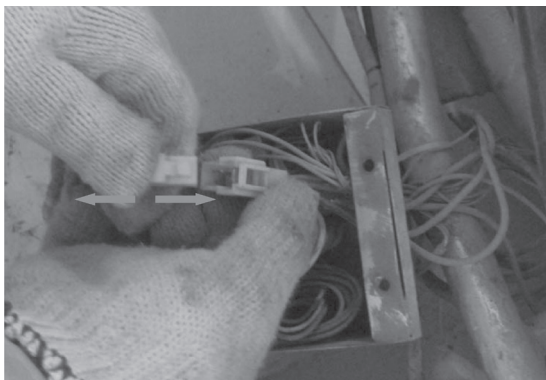


图 7-37 拔下闸线接线端

3) 测量调速转把信号线的输出电压，在转动调速转把时有 1 ~ 4.5V 的电压变化，表明调速转把正常。

4) 用万用表直流电压挡测得电动机与控制器的两根连线间的电压 30V，属正常，表明控制器也正常。

5) 最后，将电动机与控制器间的插接器拔下，用万用表  $R \times 1$  挡，如图 7-38 所示。测得电动机两根引线间的电阻较大且不稳定，表明电动机有故障。

6) 打开电动机轮毂，发现电刷严重磨损，如图 7-39 所示，换向器表面也有较多碳粉和铜粉。



图 7-38 用  $R \times 1$  挡测量电动机与控制器间的电阻

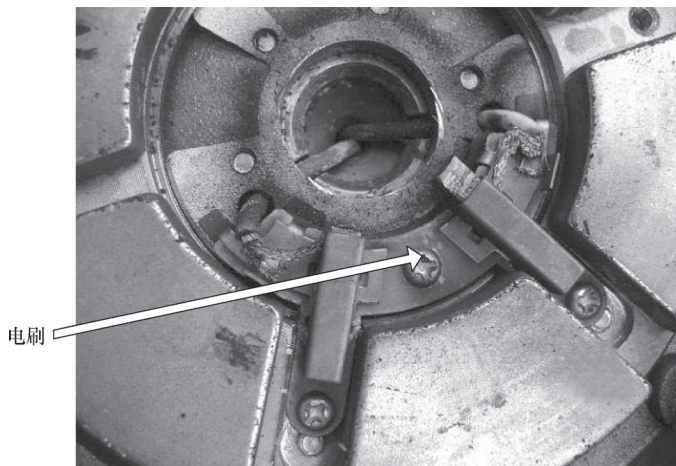


图 7-39 电动机内部

### 3. 电刷磨损严重，电动机不转

故障现象：打开电源开关，转动调速转把，电动机不转。

检修过程：

1) 打开电源开关，电源指示灯亮，测得控制器输入电压为 36V，正常。但控制器向电动机供电的电压异常，表明控制器异常。但是更换同型号控制器也没有使电动机恢复正常。

2) 接着打开电源开关，转动调速转把，再次测量时发现控制器向电动机供电的电压正常。

3) 此时，将电动机与控制器相连的两根导线从插接器处拔下，转动后轮，用万用表测量电动机的正、负极引线间的电阻，发现其电阻值波动较大，

### TIPS

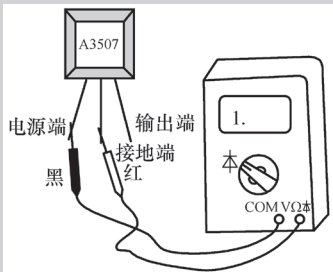
该电动自行车仪表指示灯亮，而电动机不转，说明故障不在电源电路。其原因有：闸把开关损坏，调速转把损坏，控制器异常，电动机控制电路中某插接器接触不良或某处断路，电刷严重磨损，电刷在刷架内卡死，电刷引线接触处松动和换向片大面积短路等。

本例故障的原因是换向器和线圈有异物并且电刷磨损，使换向片短路，从而导致电动机无法转动。

### TIPS

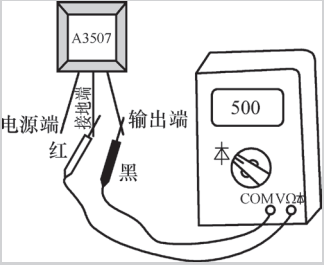
分解电动机，对霍尔元件进行直接测量，测量方法如下：

将霍尔元件字面朝向测量者，选用数字式万用表的二极管挡，让红表笔接霍尔元件中间脚（即接地端），黑表笔接霍尔元件左脚（即电源正极端），所测电阻应为无穷大即呈现断路状态，测量方法如下图所示。



TIPS

让红表笔不动，黑表笔接右脚（即信号输出脚），所测电阻值一般为  $400\sim 900\Omega$ （不同霍尔元件，该电阻值有所不同），测量方法如下所示。



若霍尔元件的中间脚与左脚之间的电阻超出正常值许多，则表明该霍尔元件损坏。

表明电动机故障。

拆开电动机，发现电刷严重磨损，如图 7-40 所示，同时有较多碳粉布满换向器表面而引起相邻换向片短路。

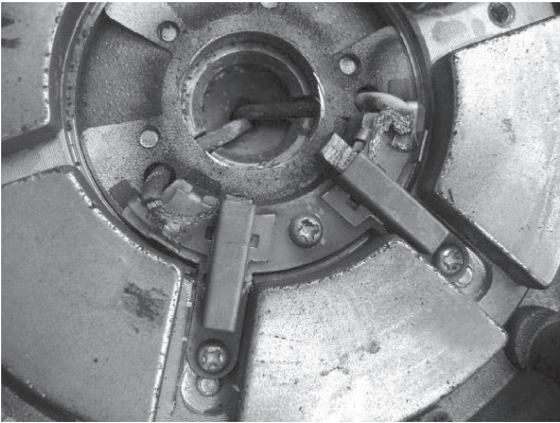


图 7-40 拆开的电动机

清除换向片间的杂物，同时吹净电动机绕组上的尘埃。更换电刷片试车，故障消失。

维修措施：更换电刷片。

7.1.7 电动自行车涉水后电动机转速缓慢

故障现象：新日无刷电动自行车涉水后，次日电动机转动缓慢。

检修过程：

1) 首先将电动机主相线与控制器脱开，如图 7-41 所示。

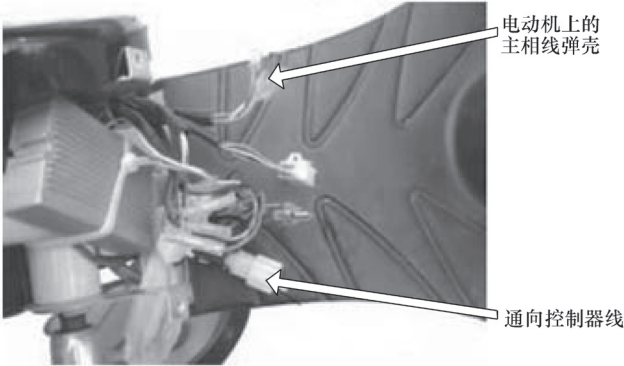


图 7-41 电动机控制器

2) 用数字式万用表  $20M\Omega$  挡测（如图 7-42 所示）得电动机相线与机壳间的电阻只有  $1k\Omega$ ，表明电动机绕组绝缘不良。





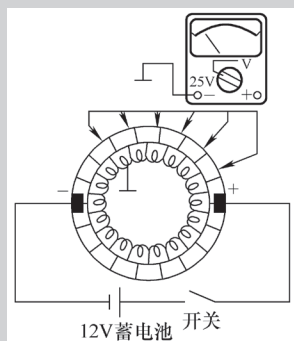
### TIPS

有刷电动机绕组短路故障的检修技巧之观察法：

仔细观察绕组，颜色变深或烧焦的线圈就是短路线圈。若观察不出，可让电动机空载运行十几分钟，发现冒烟或焦味时立即停机，然后迅速拆开电动机检查，温度较高的线圈就是短路线圈。

有刷电动机绕组短路故障的检修技巧之测量法：

转子绕组短路故障的检查可按下图所示的方法进行。



用万用表的直流电压挡检测相邻换向片间的电压，相邻换向片间的电压应相等。如某相邻换向片间的电压明显偏低时，表明与这两个换向片直接相接的绕组有短路现象。检测时，若绕组温升很高，表明有多处短路，需改用感应仪检查。

示灯也不亮。

检修过程：

1) 首先用万用表测量电动自行车蓄电池充电插孔中的正、负极接线片，如图 7-44 所示。有正常电压显示，表明蓄电池盒内的熔断器和电路没有问题。

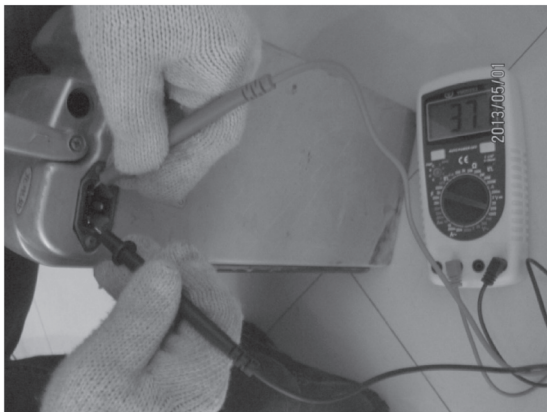


图 7-44 测量蓄电池正负接线片电压

2) 然后短接电源开关，发现电源指示灯亮，而转动调速转把时，电动机不转，表明电源开关损坏或电动机控制电路异常。

3) 更换电源开关。

4) 接着打开电源开关，用万用表直流电压挡分别测量电动机与控制器相连接的主相线对地电压，同时将调速转把转动到最大位置，其电压为 25.9V，表明控制器与电动机间的主相线断路或电动机损坏。

5) 然后把电动机与控制器间的主相线从弹头与弹壳处拔下（如图 7-45 所示），用万用表的  $R \times 1$  挡在电动机主相线弹头处测量（如图 7-46 所示），三根主相线中每两根间的电阻都为无穷大，表明电动机绕组断路或三根引线中性点处断开。

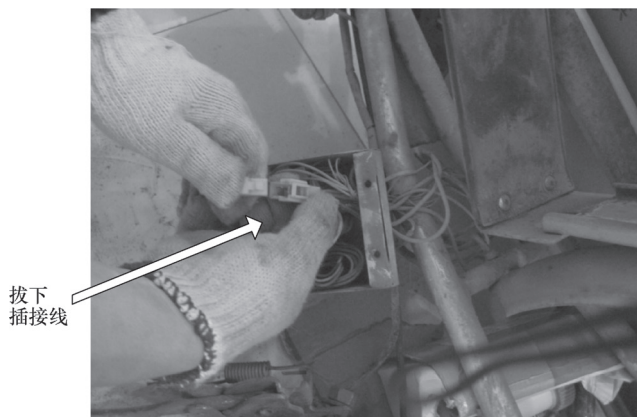


图 7-45 拔下插接线

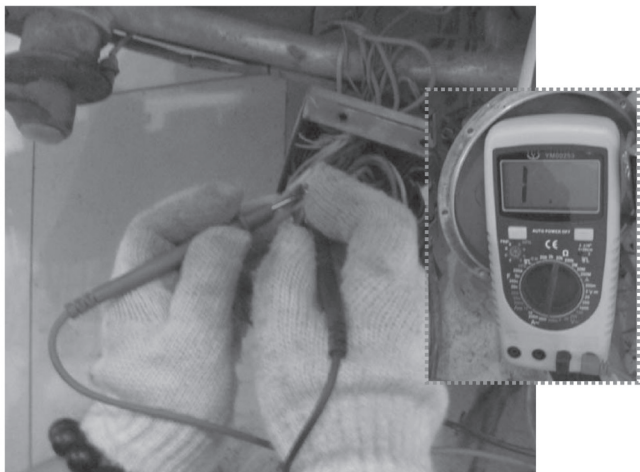


图 7-46 测量电动机主相线电阻

6) 于是, 分解电动机, 再次测得三相线间的电阻都正常, 表明绕组到弹头间断路。再次测量后发现黄线和蓝线断路, 该线弹头处导线接触良好。

维修措施: 将断路导线更换并用绝缘胶布包好。

### 7.1.9 电动机反转

故障现象: 电动自行车无刷电动机反转。

故障检修:

1) 据用户介绍, 该车换了同型号不同线色的控制器, 在接线时, 应该是由于插接器不对号, 剪掉了与电动机相连接的 8 根线, 接线后出现电动机反转。

2) 电动机出现反转, 表明无刷电动机和无刷控制器是匹配的, 只需要调整接线就可使电动机由反转变为正转。

维修措施: 将无刷电动机和无刷控制器的霍尔线 A、C 交换接线, 同时将无刷电动机和无刷控制器的主相线 A、C 交换接线。无刷电动机的换向方法见表 7-1。

表 7-1 无刷电动机的换向方法

| 电动机出线  |       | 正转    | 反转    | 控制器出线 |        |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 电动机    | 红色    | 红色    | 红色    | 红色    | 控制器霍尔线 |
|        | 蓝色    | 蓝色    | 蓝色    | 蓝色    |        |
|        | 绿色    | 绿色    | 黄色    | 黄色    |        |
|        | 黄色    | 黄色    | 绿色    | 绿色    |        |
|        | 黑色    | 蓝色    | 黑色    | 黑色    |        |
| 电动机主相线 | 蓝色    | 蓝色    | 黄色    | 黄色    | 控制器主相线 |
|        | 绿(白)色 | 绿(白)色 | 绿(白)色 | 绿(白)色 |        |
|        | 黄色    | 黄色    | 蓝色    | 蓝色    |        |

### TIPS

无刷电动机的换向是由控制器来实现的。60° 相位角的电动机应该与 60° 相位角的控制器相连接, 其接线有两种, 一种正转, 另一种反转。120° 相位角的无刷电动机, 通过调整线圈引线的相序和霍尔引线的相序, 电动机和控制器连接的 8 根线, 正确接线可以有 6 种, 其中 3 种接法电动机正转, 另 3 种接法电动机反转。

需要调整反转时, 绝对不可通过反接电源来实现, 否则会损坏控制器。

### TIPS

电动机磁钢脱落时, 电动机转动会有轻微的摩擦声, 电动自行车不能转动, 表明脱落的磁钢卡在定子与转子之间。电动机有“嗡嗡”声, 表明电动机正在通电。发现该故障后要及时关闭电源开关, 避免电动机绕组损坏。



## TIPS

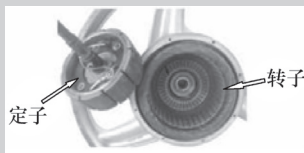
磁钢失磁会使电动机转矩明显减小，电动机空载时转速高，电流大。磁钢失磁的处理方法一般是整体更换磁钢或电动机。

磁钢脱落后，车轮每转一周，会出现一次金属摩擦声，对电动机运转影响不大，只是速度减慢、耗电量增大而已。若磁钢脱落，用手转动电动机时会感到转动不灵活。

## TIPS

黏接磁钢时的注意事项之一：为达到良好的黏接效果，应将黏接面上的污物或浮锈清除干净。

黏接磁钢时的注意事项之二：磁钢不可随意摔打和磕碰，防止意外退磁和断裂。但也不应长时间使磁钢处于开路状态放置（如下图所示）。应尽快将定子装入转子内部，使磁钢形成闭合回路，避免磁钢退磁。



## 7.1.10 电动机有“嗡嗡”声，但不能转动

故障现象：无刷电动自行车的电动机有“嗡嗡”声，但不能转动。

故障检修：

1) 先支起电动自行车主支架，将后轮向后转动困难，如图 7-47 所示，向前转动较为轻松，表明磁钢脱落。拆下轮毂，发现一块磁钢脱落。

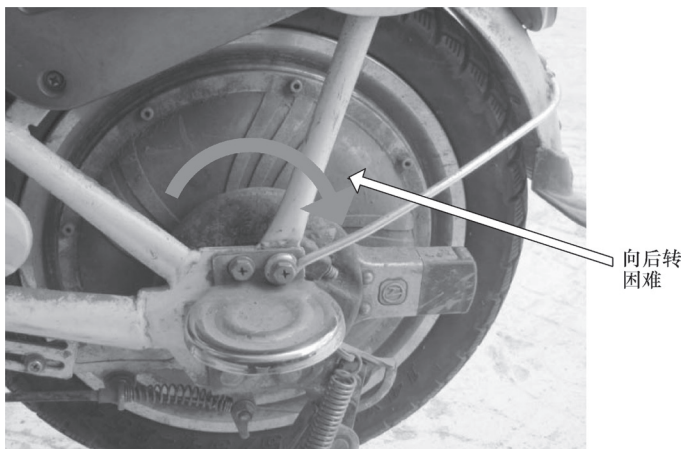


图 7-47 后轮向后转困难

2) 清理电动机内的异物，重新黏接磁钢，故障排除。

维修措施：

重新黏接磁钢，其操作方法如下：

① 拆下电动机定子（如图 7-48 所示）。

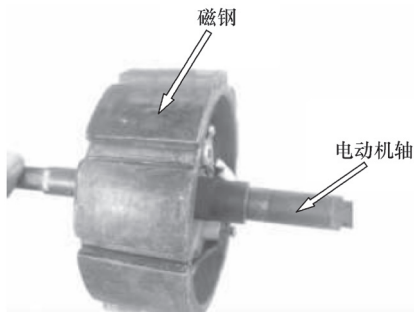


图 7-48 磁钢在电动机上的位置

② 由于磁钢脱落后定子从转子中可轻松取出，故在取出定子前应在脱落的磁钢上做标记（如图 7-49 所示），以防止黏接时弄错方位。

③ 取出定子后应检查定子和转子上的锈蚀情况，即检查定子是否有脏物。若有，应用毛刷扫除灰尘，用布擦拭浮锈，并用细砂纸将磁钢和定子黏接面打磨抛光，打磨的黏接面如图 7-50 所示。



图 7-49 在定子上做标记

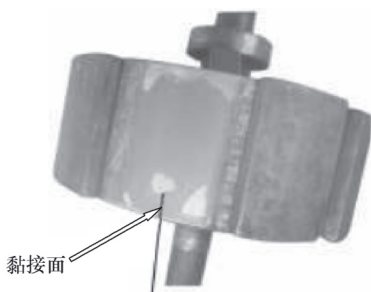


图 7-50 打磨黏接面

④ 将调制好的树脂胶涂在磁钢和定子的黏接面上（见图 7-51），涂面要薄，避免影响电动机转子与定子间的气隙。静止 2min，使其溶剂自然挥发，到不黏手时再涂第二层（第二层要轻轻涂，但不能用力刮抹，以免破坏第一层胶）

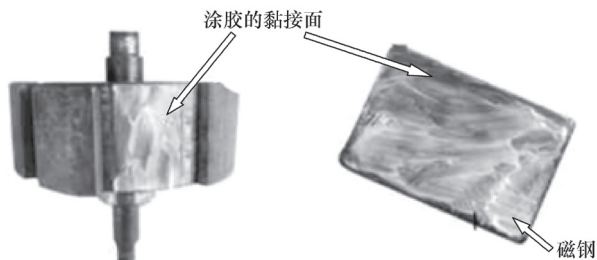


图 7-51 在磁钢和定子结合面上涂树脂胶

⑤ 在第二层树脂胶溶剂自然挥发后不黏手前，用双手将磁钢按标记准确放入原位并用力下压磁钢片，如图 7-52 所示，使磁钢片与其他磁钢片高低一致。

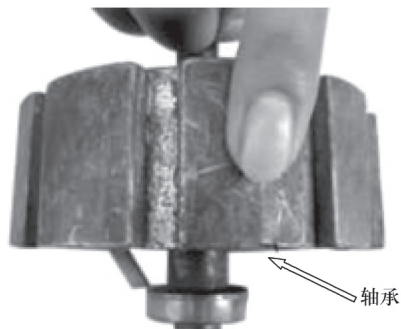


图 7-52 磁钢的放置

静置 24h 后即可使用。为防止其他磁钢错位，应按图 7-53 所示的方法使相邻磁钢黏接起来。

## TIPS

黏接磁钢时的注意事项之三：磁钢的 N 极与 S 极是交替分布的，需辨别方向。可按照原来做好的标记就位，并要求黏接后的磁钢与其他磁钢的整齐一致，做到不突出、不错位，以保证电动机定子与转子间的气隙和机械尺寸不受影响。

黏接磁钢时的注意事项之四：调制的树脂胶应尽量稀薄些，不要太黏稠，以便于涂抹均匀。胶层也应尽量薄，在黏接面适当用力反复刮抹，尽量减小胶层与基体之间的隔隙并使胶层均匀。

黏接磁钢时的注意事项之五：胶层凝结之前，最好将转子与定子结合，以免磁钢失磁。

## TIPS

解决磁钢脱落问题的方法之一：采用螺钉固定。

在磁钢上钻两个孔，并在定子铁心支架相应位置钻两个孔并攻螺纹，用沉头螺钉将每一块磁钢固定在定子铁心支架上，这样就不会出现磁钢脱落的问题。因为磁钢太硬，用普通钻头无法在磁钢上打孔，要采用这种方法，只有电动机和磁钢生产厂家协调，在磁钢的生产过程中预留两个孔，这样问题就解决了。这种解决办法可能存在的问题是，由于磁钢多两个孔，影响定子的磁感应强度，使定子的磁场没有原来的强。

解决磁钢脱落问题的方法之二：采用燕尾槽固定。定子铁心支架是用模具浇铸而成的，可在生产过程中改变模具，在定子铁心支架上留有燕尾槽，再经过机械加工，使燕尾槽的尺寸符合设计要求并与整个定子同心。再将磁钢生产成燕尾形，装配时只要将磁钢沿轴向插入槽内，通过机械紧配合的方法即可解决固定磁钢的问题。这种方法只要改进浇铸的模具，装配磁钢很容易，省去用树脂胶黏接磁钢的麻烦，不会增加生产成本，磁钢永远不会脱落或松动。

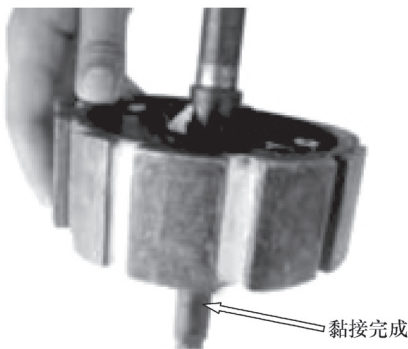


图 7-53 加固相邻磁钢

## 7.2 电动机其他故障

### 7.2.1 有刷电动机转动缓慢并伴有发热现象

现象描述：电动自行车有刷电动机转动缓慢并伴有发热现象。

故障检修：

1) 首先将电动机与控制器间的正、负极引线从接线端子处拆下（此操作只需按照该车电路图即可完成，此处不再图示，以后无图示处，皆不再标明）。

2) 用万用表的电阻挡测得电动机正、负极间的电阻为  $0.8\Omega$ ，如图 7-54 所示。

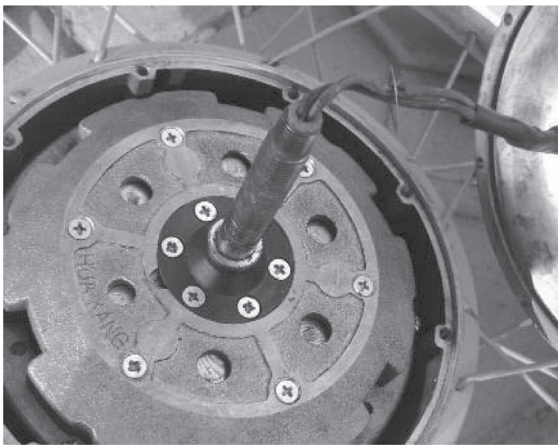


图 7-54 测量电动机正负间电阻

3) 转动电动机，所测电阻基本与上述阻值接近，则表明电刷与换向器接触良好，不存在换向器脏污或烧蚀现象。

4) 测量电动机正极或负极引线壳体间的电阻，如图 7-55 所示，发现

绝缘电阻只有  $2\text{k}\Omega$ ，表明电动机绕组绝缘电阻过小。

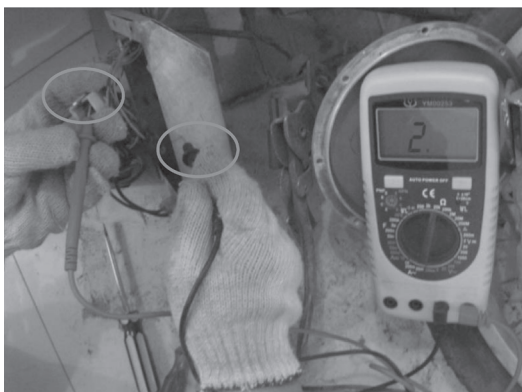


图 7-55 测试电动机正负极与地线间电阻

5) 拆解电动机，如图 7-56 所示，发现绕组比较潮湿。

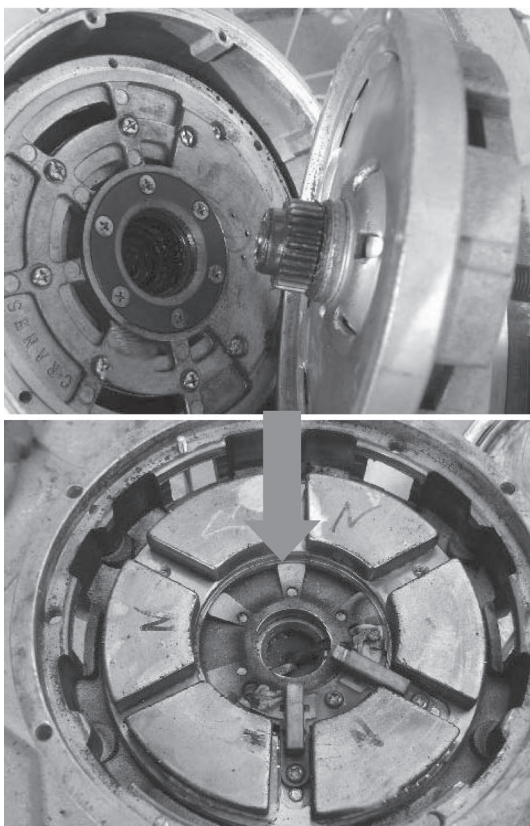


图 7-56 拆解电动机

6) 将电动机绕组烘烤  $15 \sim 18\text{h}$  后，测得其绕组绝缘电阻为  $6\text{M}\Omega$ ，故障消失。

### TIPS

一般造成上述故障的原因有：电动机转子扫膛，电动机轴承转动不灵活，电动机磁钢脱落，电动机绕组匝间短路和换向片被碳粉和铜粉短路。

本例故障的原因是相邻换向片间及绕组有异物。  
36V 电源正常时空载电流为  $0.6 \sim 0.8\text{A}$ 。



## TIPS

一般引起电动机转动缓慢且端盖烫手的原因有：发动机绕组的绝缘电阻过小，电动机绕组短路，换向器严重积碳和电动机磁钢脱落或磁钢磁性减弱等。

电动机工作 30min ~ 1h 时，其端盖温度超过环境温度 25℃ 以上时，则表明电动机温升已超过正常范围。一般电动机温升应在 20℃ 以下。

本例故障原因是电动机绕组的绝缘电阻过小。

维修措施：将潮湿的电动机绕组烧干。

### 7.2.2 有刷电动机空载电流过大，不能达到最高转速

故障现象：电动自行车有刷电动机空载电流过大，不能达到最高转速。

故障检修：关闭电源开关，前后转动电动机时感觉轻松，则表明电动机轴承正常，电动机转子未扫膛，磁钢未脱落（磁钢脱落后转动时会发出不正常的异响），说明故障在电动机内部。

1) 拆检电动机，发现换向片严重污损。

2) 于是用万用表兆欧挡测得换向片与转子铁心间的电阻为  $2.1\text{M}\Omega$ ，表明电动机绕组绝缘电阻正常。

3) 检查绕组时也未发现短路现象。

用刮刀除去相邻换向片间的异物，同时用砂纸将换向片表面打磨光滑，如图 7-57 所示，并用毛刷清除换向片及绕组上的异物。

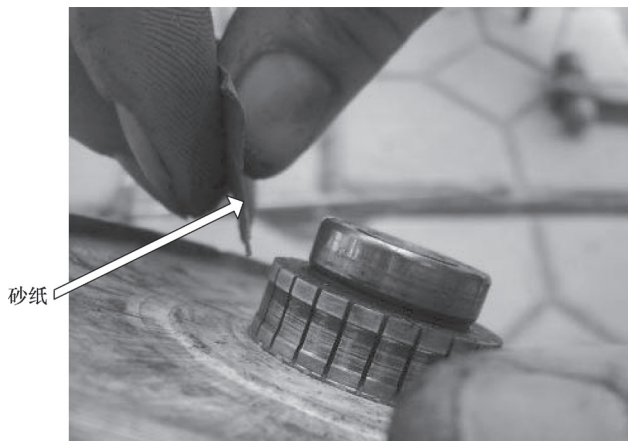


图 7-57 用砂纸打磨

### 7.2.3 无刷无齿电动机转动时有异响声，且随电动机转速的增加而加剧

故障描述：电动自行车的无刷无齿电动机转动时有异响声，且随电动机转速的增加而加剧。

故障检修：

1) 支起主支架，转动调速转把，如图 7-58 所示，使电动机转动，电动机发出“哒哒”的声音，发现转速越高响声越大，并伴有振动现象。

2) 将电动机与控制器相连的 5 根霍尔线从插接器处拔下，将万用表的黑表笔接地，红表笔分别接霍尔蓝、绿、黄三根相线并测量电阻，如图 7-59 所示，所测三根霍尔线的电阻基本相同。



图 7-58 转动调速转把

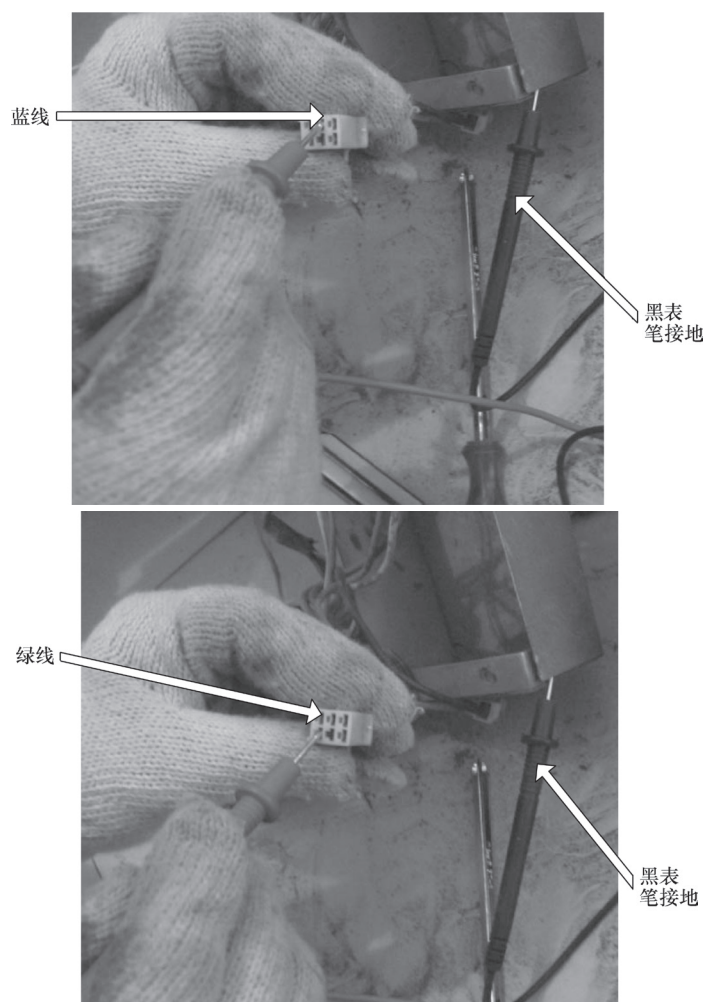


图 7-59 黑表笔接地，测蓝、绿、黄线电阻

### TIPS

滚动轴承鉴别好坏方法之一：无破裂、锈蚀、珠痕、变色、剥离、麻点等弊病。

滚动轴承鉴别好坏方法之二：转动灵活，声音均匀。



## TIPS

声音异响故障判断之一：  
控制器异常或控制器输入信号极性相反，导致通电骑行时电动机发出有规律的“咯啦”声，且有较大的振动。

声音异响故障判断之二：  
电动机轴承润滑不良或损坏，转动时会发出“哗啦、哗啦”声。

声音异响故障判断之三：  
电动机磁钢脱落，发出“吱吱”的摩擦声。

声音异响故障判断之四：  
电动机轴变形弯曲，导致转子磁钢与定子铁心发生碰撞。

## TIPS

本例故障是霍尔元件损坏造成的。

3) 当将红、黑表笔对调再测，如图 7-60 所示，所测蓝色线的电阻与其他两根线的电阻相比明显偏小，表明蓝线所连的霍尔元件有故障。拆开电动机检查，发现与蓝色线相连的霍尔元件损坏。

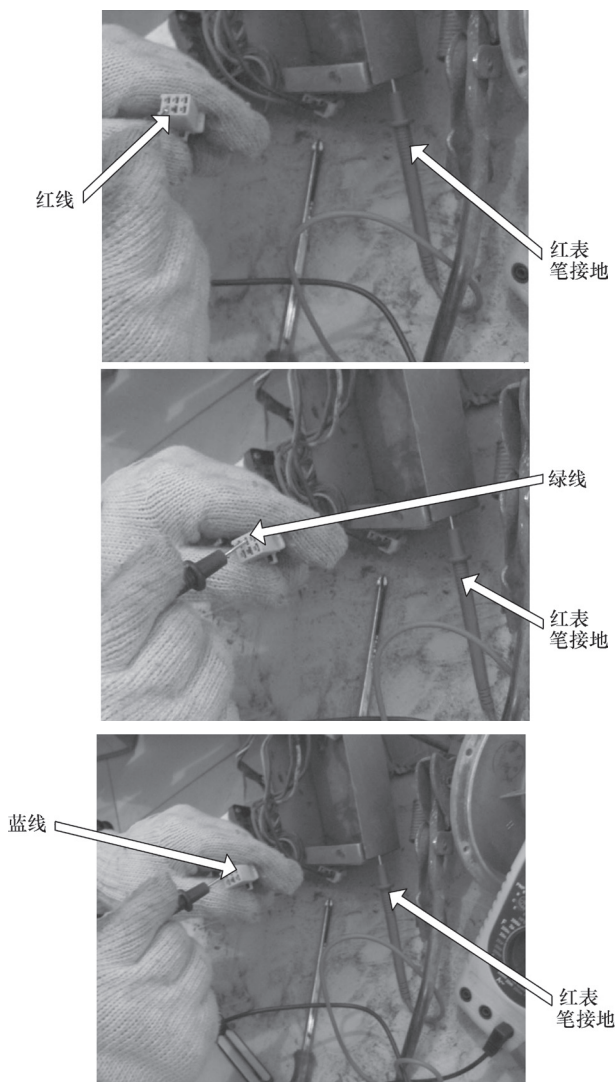


图 7-60 将黑红表反接

- 4) 为了确保无刷电动机换向准确，将三个霍尔元件同时更换。
- 5) 首先将霍尔元件引线从电路板上剪下，然后将霍尔元件从定子上凿下，清理凹槽内部，特别是要确保霍尔元件的准确安装。
- 6) 接着将三个引脚焊在焊盘上，并剪去多余的引脚。

## 第 8 章

# 电动自行车行驶故障

## TIPS

在保养和检修电动自行车时，常常需要了解电路系统的组成和工作原理，了解线路间的连接方式和走线情况，并及时找出故障所在，制订切实可行的维修方案。

## 8.1 电动自行车飞车故障

### 8.1.1 调速转把插接器松脱，电动自行车上电便旋转

故障现象：电动自行车打开电源开关后，电动机飞速转动。

故障检修：

1) 打开电源开关，电动机飞速转动，转动调速转把，电动机转速毫无变化，表明故障不是因调速转把与控制器不匹配引起的。

2) 接着拔下调速转把与控制器相连的插接器（如图 8-1 所示），电动机随即断电，表明控制器良好。

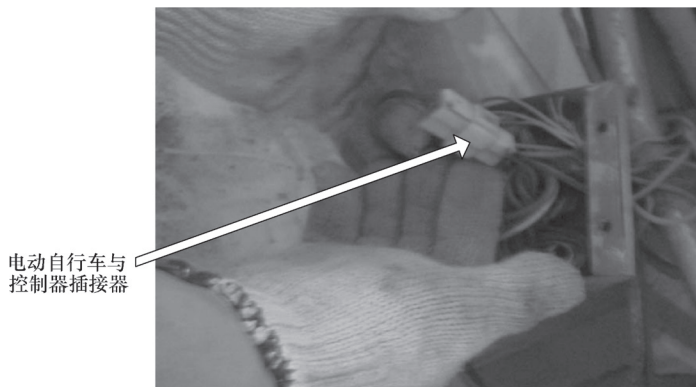


图 8-1 调速转把与控制器插接器

3) 将同型号的调速转把换上去，故障依旧，表明调速转把的黑色接地线断开。

4) 最后在车脸上的控制器侧用数字式万用表  $200\Omega$  挡检测调速转把插接器上输入和输出线时，数字式万用表读数为无穷大，则表明调速转把的插接器损坏。

5) 拔下插接器，发现插接器上与黑色线相连的触针松脱，如图 8-2 所示。

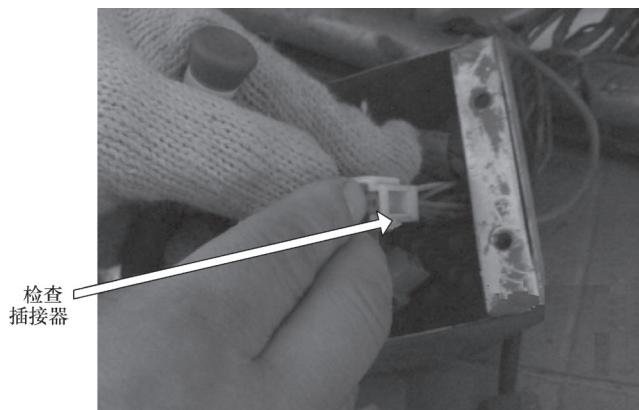


图 8-2 检查插接器

维修措施：用启子拨动下触针，看是否能够固定，如图 8-3 所示，否则应该取下触针将弹簧片向外折，并把触针放入槽中。

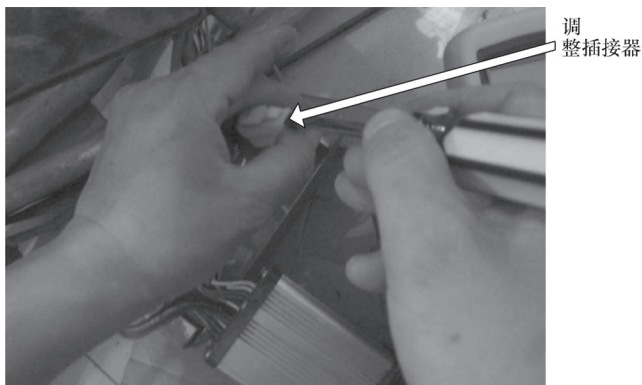


图 8-3 用平口螺钉旋具拨动触针

### 8.1.2 调速转把与控制器之间的连线异常

故障现象：某品牌电动自行车打开电源开关后，电动机高速运转，不受调速转把控制。

故障检修：

- 1) 经检查发现，该故障与控制器无关。
- 2) 然后用万用表的电阻挡测调速转把与控制器之间的插座或连接线，未发现接触不良或开路现象，这表示该转把地线未断。
- 3) 接着，打开电源开关，按图 8-4 所示方法测得调速转把电源电压接近 5V，这表示正常。

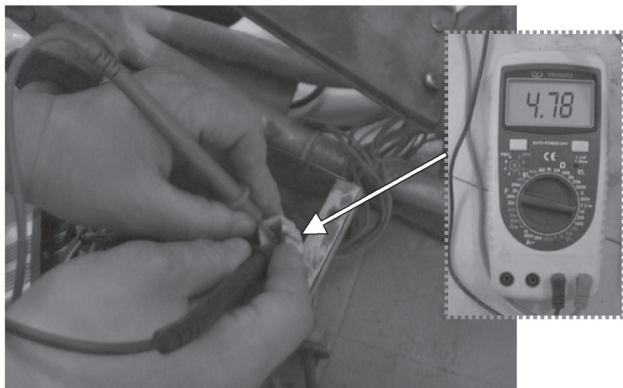


图 8-4 调速转把电源电压的测量

4) 当测量调速转把输出信号电压时，却发现未旋转调速转把时该信号电压为 4.2V，如图 8-5 所示。转动调速转把时控制电压也恒为 4.2V，则表明调速转把损坏。

#### TIPS

测试灯法是最有效、最实用的检测电动自行车电气故障的方法之一。它能迅速检查电路中的电流和电压情况，从而找出故障所在。它常用来测量电气线路某处是否断路，导线、开关某处是否存在接触不良或接触电阻较大的故障。

短接法是在需要测试或怀疑断路的（或用电器）两端，用一根导线连接起来，形成一条新的通路，以消除电路断路故障。短接法适用于电动自行车电气系统各装置、电路断路的检修，是一种最简单、最方便、最有效、应用最广的检修方法。

#### TIPS

电压跟踪法是利用万用表的电压挡，按照电路电流流动方向逐步测量电压，从而判断故障所在，这一检查电路的方法称为电压跟踪法。它适用于电动自行车全电气电路的故障诊断，是最常用、最准确的一种检查方法。

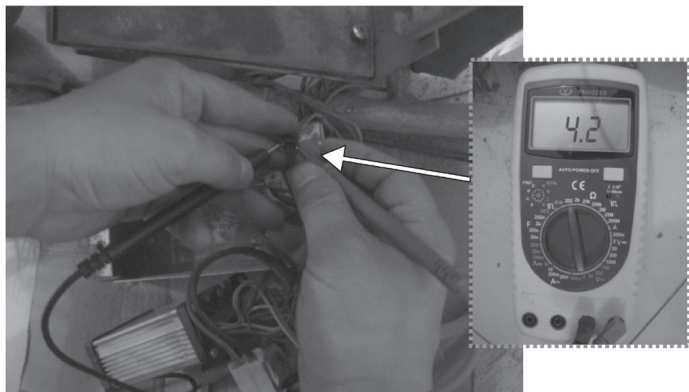


图 8-5 测量调速转把信号电压

- 5) 更换同型号调速转把后, 电动机转速受调整转把控制, 故障排除。  
维修措施: 更换转速把。

### 8.1.3 控制器内部元件损坏

故障现象: 某一飞鸽有刷电动自行车飞车, 握下闸把时后轮仍高速转动不停。

故障检修:

- 1) 打开电源开关, 电动机飞速转动, 手握闸把, 电动机仍高速运转引线, 未发现短路或断路现象, 则表明控制器损坏。
- 2) 经检查发现功率管损坏, 同时发现以前维修时所换的控制器质量较好。更换功率管后, 装电动自行车上试验, 故障排除。
- 3) 没想到电动机运行 20min 后, 控制器发热严重, 如图 8-6 所示。

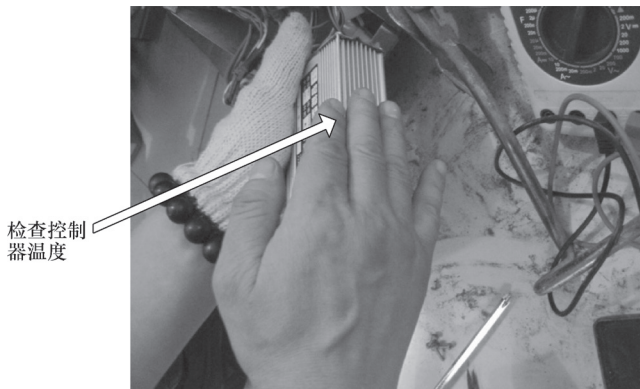


图 8-6 检查控制器温度

- 4) 关断电源, 将电动机与控器相连的正极和负极引线从弹头与弹壳处拆下, 用万用表电阻挡测量电动机正极与负极间的电阻。
- 5) 边转动电动机边测量, 其电阻时大时小, 相差悬殊, 表明换器与电刷接触不良。

#### TIPS

所谓替换法, 就是在电动自行车电气系统故障检修中, 对一些易损元器件不用检查, 直接用良好的元器件取而代之, 然后通过现象来判断换下来的元器件的好坏, 以排除故障。替换法是一种快速排除故障的方法。替换法一般用于电动自行车灯泡、电喇叭、闪光器、控制器、调速转把、闸把、电动机等的检测。

#### TIPS

经验法是凭日常维修过的电动自行车故障, 进行分析、归纳和总结, 以后在碰到同类型的故障时, 就能迅速找到共同点, 及时排除故障。

#### TIPS

采用这种判断方法的维修人员要有一定的维修实践经验和一定的分析问题、处理问题的能力。本书根据一线师傅的维修经验罗列出电动自行车附属电气相关资料, 详见本书附录, 供读者参阅。



6) 当换向器与电刷接触不良时, 将产生高压脉冲而击穿控制器中的功率管。

7) 分解电动机后更换电刷, 打磨换向片, 如图 8-7 所示, 装复所拆各件。试车 30min 后, 控制器发热现象消失。

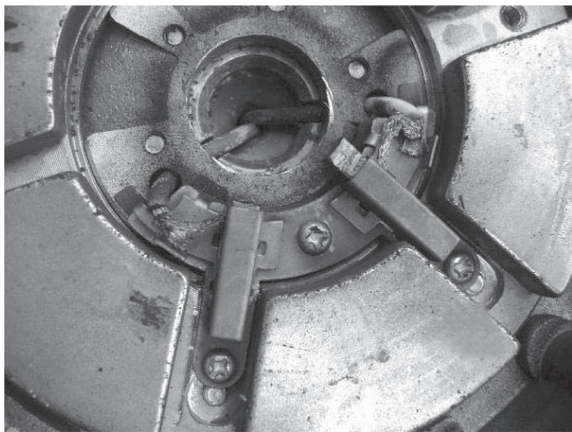


图 8-7 拆解后的电动机

维修措施: 打磨换向片。

#### 8.1.4 电动自行车行驶时高速发飘

故障现象: 电动自行车行驶中不稳定, 高速发飘。

故障检修: 据用户介绍, 该车行驶不稳定, 高速发飘, 方向把抖动得厉害, 后轮摆动。

1) 停车支起主支架, 使后轮离开地面, 转动后轮并用手左右推拉后轮, 车轮转动灵活, 没有轴向窜动, 车圈的扭曲 (轴向跳动) 未超过 1.5mm, 表明后减振器有问题。

2) 卸下后减振器检查 (如图 8-8 所示), 发现左侧后减振器内的连杆脱落, 仅由减振器弹簧连接车架与后轮支撑车体。

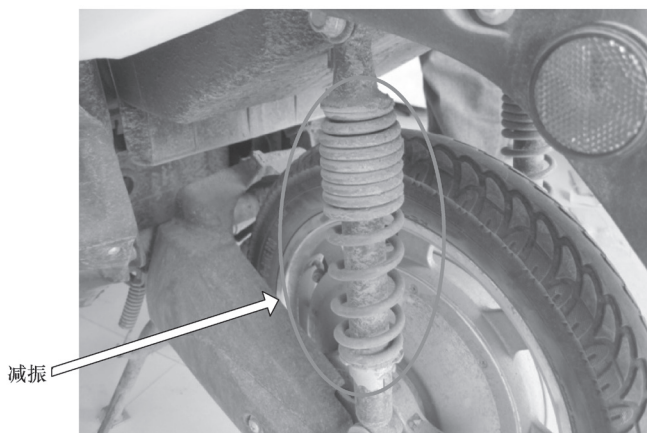


图 8-8 后减振器

**TIPS**

在维修中, 若遇到一只减振器损坏时, 应将其相对应的另一侧减振器同时更换, 避免左、右侧减振弹力不平衡。



维修措施：更换良好的后减振器。

### 8.1.5 电动自行车有刷电动机飞车，手握闸把车轮停止转动

故障现象：电动自行车支起主支架，打开电源开关，电动机高速转动，手握闸把车轮停止转动。

故障检修：

- 1) 关闭电源开关，将调速把控制线拔下，然后打开电源开关，电动机停止运转，表明控制器正常。
- 2) 装复调速把控制线，打开电源开关，电动机仍转动不停，表明调速把控制器或其控制线断路或插接器接触不良。
- 3) 检查控制线未发现断线，此处检查时要从上到下检查，如图 8-9 所示。

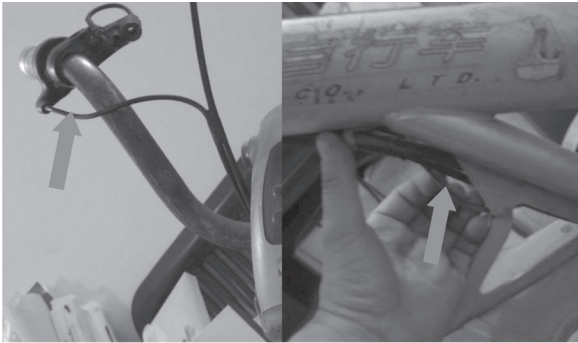


图 8-9 检查电动自行车闸线

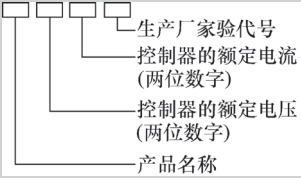
- 4) 调速把也无异常，分别短接插接器输出、输入的霍尔线，转速控制线和接地线。当短接接地线时，电动机停止运转。
- 5) 拆开插接器，如图 8-10a 所示，发现内部严重锈蚀，如图 8-10b 所示。
- 6) 更换一只新的插接器，故障消失。



a) 拆开插接器

图 8-10 拆开插接器

**TIPS**  
电动机的类型、参数不同，所配用的控制器的参数也不相同。国家标准对电动自行车用控制器型号命名的规定如下所示。



在产品名称中，ZK 表示有刷电动机的普通型驱动控制器，KC 表示有刷电动机的智能型驱动控制器，WXK 表示无刷电动机的普通型驱动控制器，WZKC 表示无刷电动机的智能型驱动控制器。

例如，ZK3610B 表示该控制器是普通有刷控制器，其额定电压为 36V，额定电流为 10A，厂家 B 级产品。



b)检查插接器内部

图 8-10 拆开插接器 (续)

### 8.1.6 电动自行车在行驶中突然飞车

**故障现象：**电动自行车手握调速转把匀速行驶时，行驶速度突然加快，将调速转把调回到最小位置，车速丝毫没有减慢，只好关闭电源开关，飞车才得以停止。

**故障检修：**

1) 打开电源开关，电动机高速运行，拔下调速转把插接器（即将调速转把引线脱离电路），电动机飞车停止，表明飞车不是控制器损坏导致的。

2) 检查调速转把引线，未发现其电源线与信号线有短接现象。用万用表  $R \times 1$  挡测量黑色接地线，也未发现有断路现象。最后将调速转把插接器重新插好，打开电源开关，电动机飞车停止。当将调速转把捆绑在铁架上时，电动机出现飞车，表明插接器有故障。

3) 用万用表  $R \times 1$  挡测得该插接器两端的黑色线间的电阻为无穷大。拔下插接器，发现与黑线相连的触片松动并退出。用平口螺钉旋具压挤触片，如图 8-11 所示，故障消失。

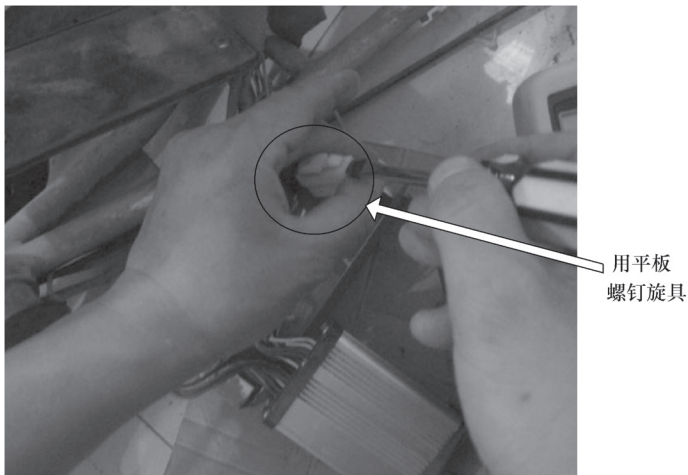
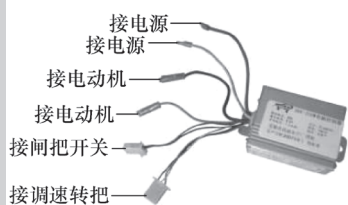
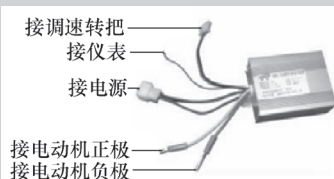


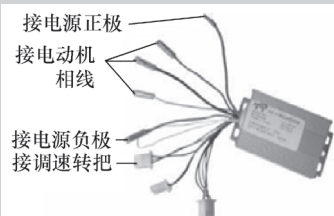
图 8-11 挤触片

**TIPS**

有刷控制器的外部连续线  
参阅：



无刷控制器的外部连续线  
参阅：



## TIPS

造成电动自行车飞车的原因一般有以下几点。

- 1) 调速转把接地线断路。
- 2) 控制器内部元器件损坏。
- 3) 调速转把与控制器不匹配。
- 4) 调速转把损坏, 导致其输出信号电压偏高。

该车用了锁后线(红 $\phi 0.3\text{mm}$ )功能, 即控制器上的锁后线, 许多厂家生产的电动自行车没用该功能, 而是将该线和主电源(红 $\phi 1.5\text{mm}$ )开关并用, 就需要检查连接的地方。

## TIPS

在电动自行车使用的蓄电池组中, 各单节蓄电池的电压是一样的, 均为 $12\text{V}$ , 其欠电压值为 $10.5\text{V}$ 。若控制器的输入电压为 $36\text{V}$ , 它的欠电压值则设定为 $42\text{V}$ 。在控制器中设置欠电压值是为了防止蓄电池过度放电而提前损坏。

控制器的欠电压保护电路动作后, 过一会儿蓄电池电压回升后的电动自行车不能照常骑行, 因为蓄电池电压虽然回升到正常值, 但该回升电压是虚电压, 一旦继续使用, 将使蓄电池过度放电, 这样会缩短蓄电池的使用寿命并提前报废。

## 8.2 电动自行车行驶中有“顿、闯、停”现象

### 8.2.1 电动自行车行驶中, 电动机会频繁起动

故障现象: 该车可以骑行, 转动声音正常, 但骑行中会突然停顿, 停顿后不用重新打开电源开关, 电动自行车会自行起动。

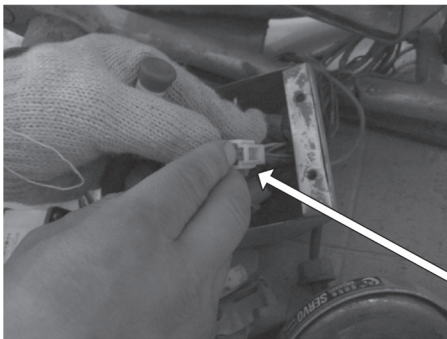
故障检修:

- 1) 先检查电动机控制线路, 如图 8-12 所示。



图 8-12 检查电动机控制线路

- 2) 再检查控制器上的红色 $0.3\text{mm}$ 锁后线, 检查该线时发现接触件松动, 如图 8-13 所示, 导致接触不良。



检查  
接插器触针

图 8-13 检查接插器触针

维修措施：将锁后线连接插件紧固。

### 8.2.2 调节转速把时，电动机时快时慢

故障现象：转动电动自行车调速转把，电动机开始转动，忽快忽慢，后来无法转动，仪表盘内电源指示灯正常发光。

故障检修：该电动自行车电动机控制电路如图 8-14 所示。

1) 首先打开电源开关，将调速转把置于中间位置，分别将左、右闸把开关脱离电路，电动机不能转动。

2) 接着用万用表直流电压挡测得控制器的输入电压为 48V，调速转把和闸把开关的电源电压为 5V，即正常。将一只完好的同型号控制器换上去，故障依旧。

3) 将电动机与控制器相连的插接器分开，用万用表电阻挡测得电动机三相绕组的电阻均为  $0.15\Omega$ ，检查三个霍尔元件及连线也未发现异常。

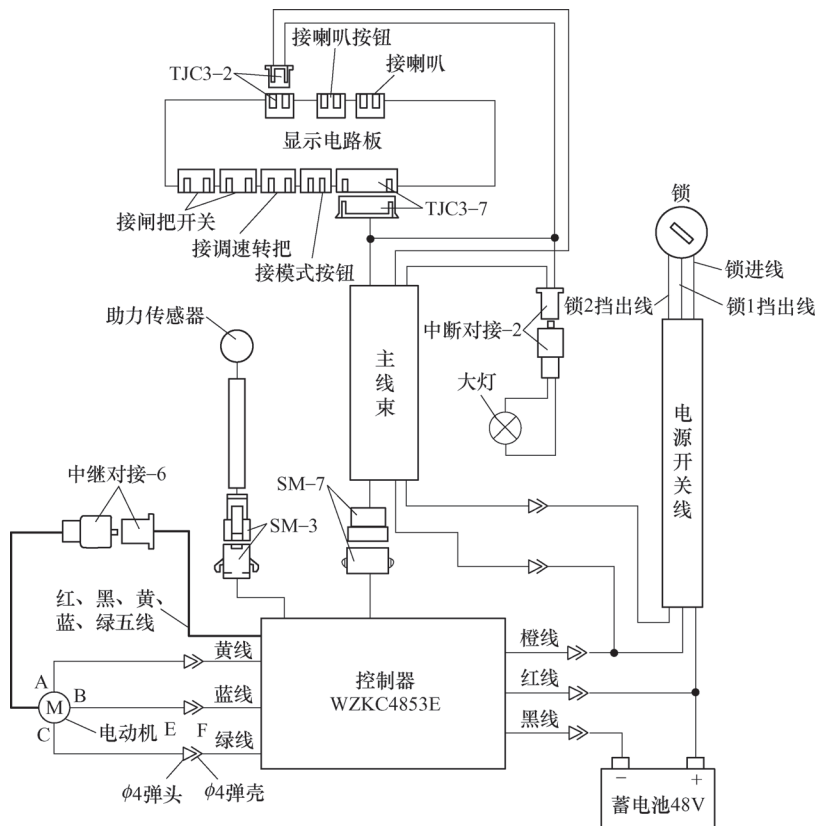


图 8-14 某品牌电动机控制电路

4) 于是将拆下的插接器重新插上，也未能使电动机恢复正常。在打开电源开关的情况下，转动调速转把，在控制器附近测量调速转把信号线时，发现该线无电压输出。

**TIPS**

调速转把的作用是用来控制电动机的转动速度。由于它自身输出的控制信号很小，而不能直接驱动电动机，故需要通过控制器进行放大后才能对电动机进行调速控制。目前，电动自行车常用的调速转把有普通型和组合型。

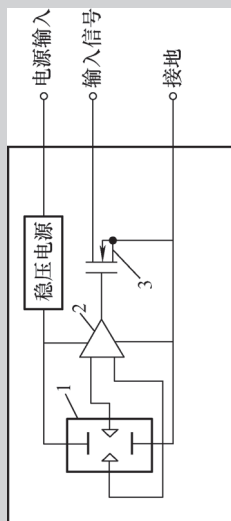
电动自行车上使用的常见调速转把有光电调速转把和霍尔调速转把两种。目前市场上大部分电动自行车使用的是霍尔调速转把。



## TIPS

霍尔调速转把是根据霍尔效应和集成电路的原理制成。该调速转把一般有3根引线，分别是5V电源线、控制信号输出线和接地线。

霍尔调速转把有两种类型。一种是控制信号由低变高，其工作原理是旋转霍尔调速转把，其输出信号线的对地电压在1~4.2V范围内变化。另一种是控制信号由高变低，其原理是旋转霍尔调速转把，其输出信号线的对地电压在4.2~1V范围内变化。霍尔调速转把元件电路框图如下图所示。



1—霍尔感应器 2—放大器  
3—MOS管

5) 最后从调速转把插接器处测量调速信号，其电压正常，表明调速转把与控制器间的调速信号线断开。

6) 从调速转把处顺着调速信号线向控制器检查，如图8-15所示，发现调速信号线在仪表电路板和控制器间的线束内断开。

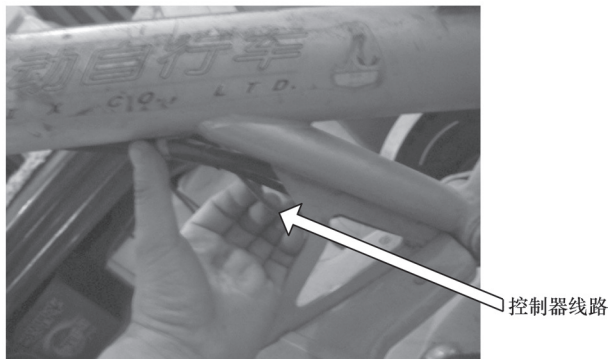


图8-15 检查控制器线路

维修措施：将断开的线对接好并用绝缘胶布包好。

## 8.2.3 有刷电动机行驶无力

故障现象：电动自行车的有刷电动机无力，充足电后行驶时达不到最大行驶里程。

故障检修：

1) 先支起主支架，关闭电源开关，前、后转动后轮感觉轻松（如图8-16），表明电动机轴承正常。

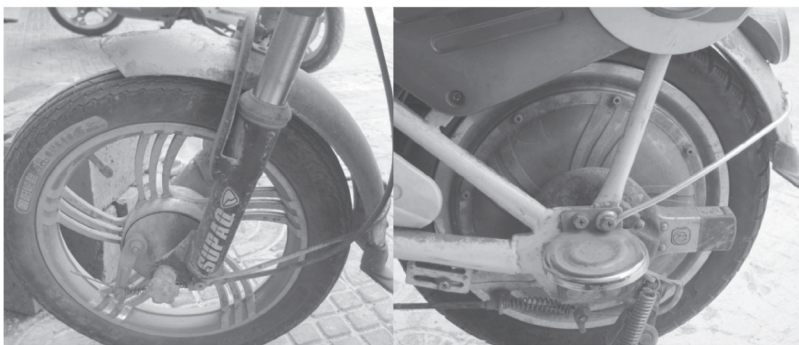


图8-16 检查前后轮转动

2) 电动机转子未扫膛，磁钢未脱落（磁钢脱落后，转动时会发出不正常异响），表明故障在电动机内部。

3) 分解电动机，发现换向片严重污损。

4) 于是用数字万用表20M挡（如图8-17所示）测得换向片与转子铁心之间的电阻为4.1MΩ，表明电动机绕组绝缘电阻正常。

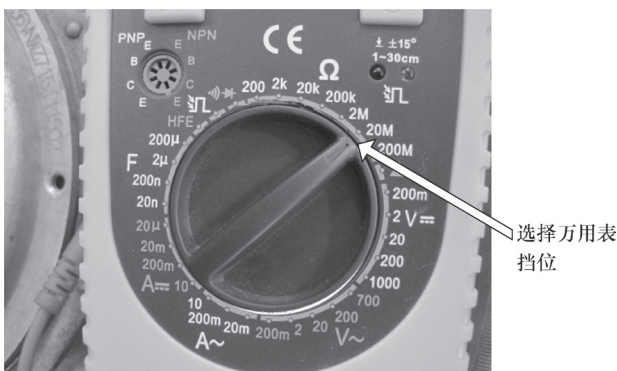


图 8-17 选择万用表挡位

5) 检查绕组, 如图 8-18 所示, 未发现短路。

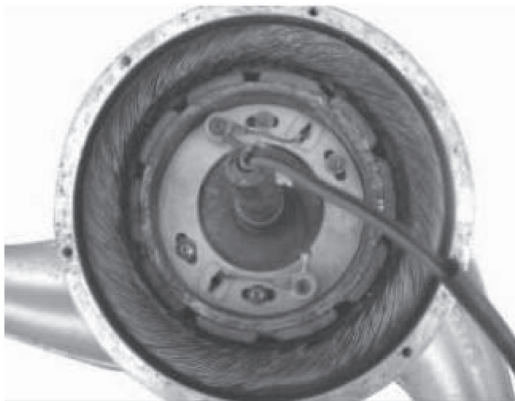


图 8-18 检查电动机绕组

6) 检查换向片时, 发现上面有污物。用刮刀除去相邻换向片间的异物, 同时用砂纸将换向片表面打磨光滑, 并用毛刷清除换向片及绕组上的异物。

## 8.2.4 电动机故障导致电动自行车发冲或行驶无力

### 1. 电动机霍尔线断, 电动自行车有发冲现象

故障现象: 电动自行车骑行中时转时停并有“发冲”感觉。

检修过程: 据用户介绍, 该车在平坦道路上行驶时电动机转停间隔较大, 道路不平时电动机转动频繁。

1) 首先打开电源, 使电动机稳定于某一转速, 同时用力振动该车, 使电动机进入不转状态, 以便检查电路。

2) 接着分别将左、右制动把开关脱离电路, 电动机不转。

3) 用万用表直流电压挡测得控制器输入电源电压为 48V, 闸把开关和调速转把的电源线电压为 5V, 调速转把信号线输出电压可在 1 ~ 4.5V 间变

*TIPS*  
电动自行车常用霍尔调速转把的输出电压如下表所示。

| 输出信号电压          | 正把 5V 供电 | 反把 5V 供电 |
|-----------------|----------|----------|
| 序号 1<br>单霍尔调速转把 | 1~4.2    | 4.2~1    |
| 2<br>双霍尔调速转把    | 0~5      | 5~0      |
| 3<br>单霍尔调速转把    | 1~4.8    | 4.8~1    |
| 4<br>单霍尔调速转把    | 1.1~4.2  | 4.2~1.1  |
| 5<br>单霍尔调速转把    | 1~2.5    | 2.5~1    |
| 6<br>单霍尔调速转把    | 2.5~4    | 4~2.5    |
| 7<br>双霍尔调速转把    | 1~5      | 5~1      |



## TIPS

电动自行车的制动闸把有机械型和电子型（即霍尔闸把）两大类。机械型制动闸把内有微动开关，它的制动状态有常开和常闭两种。电子型制动闸把的工作状态有低电平和高电平两种。

制动闸把作用是用来制动和断电。当手握制动闸把时，制动闸把输出信号加到控制器上并切断电动机的驱动电流，电动机被迫停转。同时通过制动装置对车轮实行制动控制。

动。

4) 由于前面检查中未发现异常，决定替换控制器再进行检查，当用手拔下电动机和控制器霍尔线插接器（触及还未拔下）时，电动机突然转动，这表明该插接器接触不良。

5) 拔下插接器检查（如图 8-19 所示），未发现异常，触头接触良好，接着重新安装插接器，通电，用手分别向插接器方向推动霍尔导线，最后发现霍尔电源线有问题，该线看似未断，其实内芯已断开。



图 8-19 霍尔接插器

6) 将导线故障段截去重新装好，试车一切正常。

维修措施：检修断开的霍尔线。

### 2. 电动机时转时停，行驶无力并伴有振动现象

故障现象：电动自行车时转时停，行驶无力并伴有车体振动现象。

检修过程：

1) 该电动自行车使用的是无刷电动机，支起电动自行车支架，打开电源开关，转动调速转把，电动机时转时停，同时伴有车体振动现象。

2) 经过观察发现仪表盘内电源指示灯不亮，电量指示表处于零位，如图 8-20 所示。

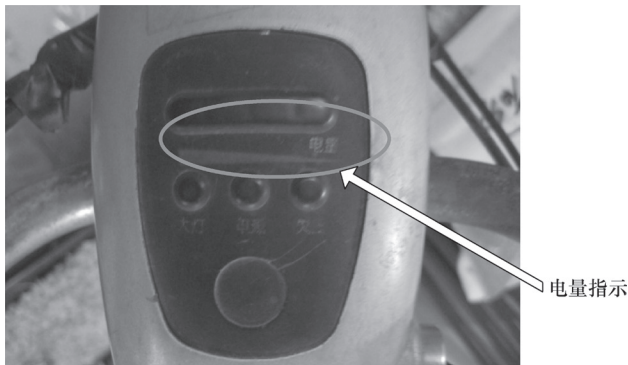


图 8-20 电动自行车电量指示

3) 用万用表直流电压挡测得蓄电池上充电插孔正、负极的电压为零(如图8-21所示), 蓄电池插接器触点接触良好, 故判断故障在蓄电池盒内部。



图 8-21 检测蓄电池充电插孔正、负极电压

4) 打开蓄电池盒(如图8-22所示), 发现有一块接线柱处有漏液现象, 如图8-23所示, 使得该接线柱的连接导线接头严重腐蚀, 轻微触动接头导线即脱落。

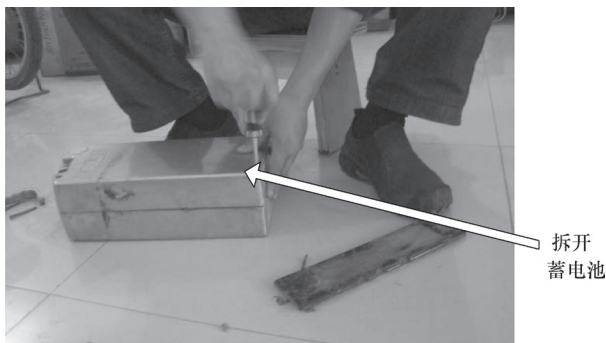


图 8-22 拆开蓄电池外壳



图 8-23 接线柱上有电解液

5) 用清洗剂除去腐蚀物, 如图8-24所示, 用刮刀将接线柱处削成倒圆锥状, 如图8-25所示。

6) 用 AB 胶涂上, 如图8-26所示。待胶凝固后, 重新焊接, 并在蓄电

### TIPS

调速转把输出控制电压为1~4.2V时, 电动机可正常行驶, 当调速转把输出电压为5V时, 电动机的转速比正常速度高许多, 属于飞车现象, 这样对骑行者很不安全。智能控制器有防飞车功能, 当控制电压为5V时, 控制器判断到调速转把损坏, 其保护电路将切断电动机的供电电流, 从而使控制器不能正常工作。

在实际的检修中, 若误将蓄电池的正、负极接线与控制器的正、负极接线接反, 将会烧毁控制器。在实际接线中, 绝不允许把这两者的连线接反。

### TIPS

若低速有刷控制器与有刷电动机接反, 只会使电动机反转; 若高速有刷控制器与有刷电动机接反, 电动机则不转动, 因为高速电动机内部有超越离合器, 连线接反对电动机和控制器没有任何损坏。

## TIPS

控制器在使用过程中，若驱动功率管击穿损坏，将使电动机绕组电流达到最大值，导致电动机转速最大，俗称“飞车”或“惊车”。为防止电动自行车飞车，在控制器上安装有飞车保护器。

池各接线柱上涂上凡士林，以防止氧化。

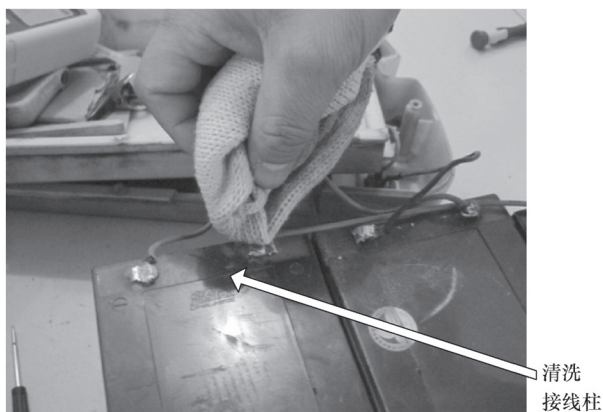


图 8-24 清洗接线柱

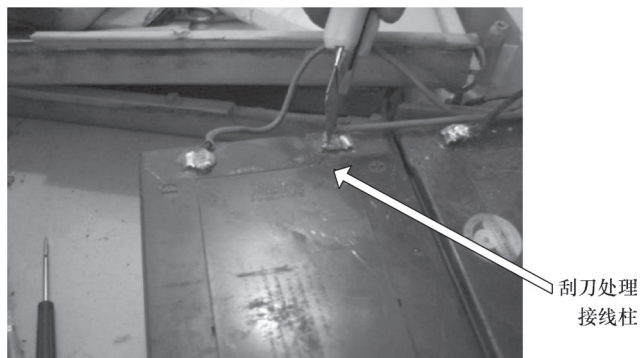


图 8-25 将接线柱削成倒圆锥状

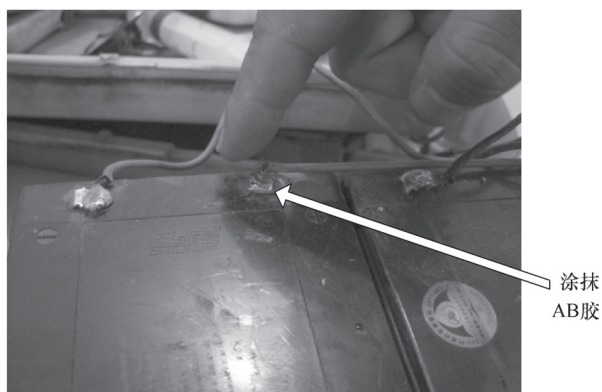


图 8-26 涂抹 AB 胶

7) 重新装好各部件，试车，故障消除。

维修措施：处理蓄电池漏液处。

## 8.2.5 匀速行驶，但电动自行车突然加速

故障现象：该电动自行车手握调速转把匀速行驶时，行驶速度突然加

快,将调速转把调回到最小位置,车速丝毫没有减弱,只好关闭电源开关,飞车才得以停止。

故障检修:

1) 打开电源开关(如图8-27所示),电动机高速运行,拔下调速转把插接器(即将调速转把引线脱离电路),电动机飞车停止,表明飞车不是控制器损坏导致的。

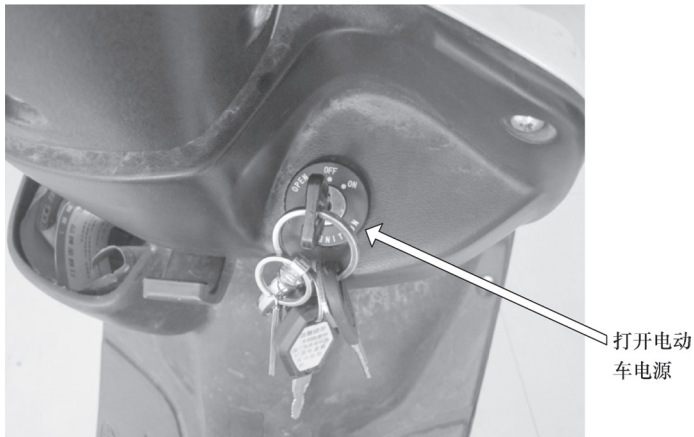


图 8-27 打开电动自行车电源

2) 检查调速转把引线,未发现其电源线与信号线有短接现象。

3) 用万用表  $R \times 1$  挡测量黑色接地线,也未发现有断路现象。

4) 最后将调速转把插接器重新插好,打开电源开关,电动机飞车停止。当将调速转把捆绑在铁架上时,电动机出现飞车,表明插接器有故障。

5) 用万用表  $R \times 1$  挡测量该插接器两端的黑色线间的电阻为无穷大。拔下插接器,发现与黑线相连的触片松动并退出。

维修措施:用手或平口螺钉旋具压挤触片,如图8-28所示。

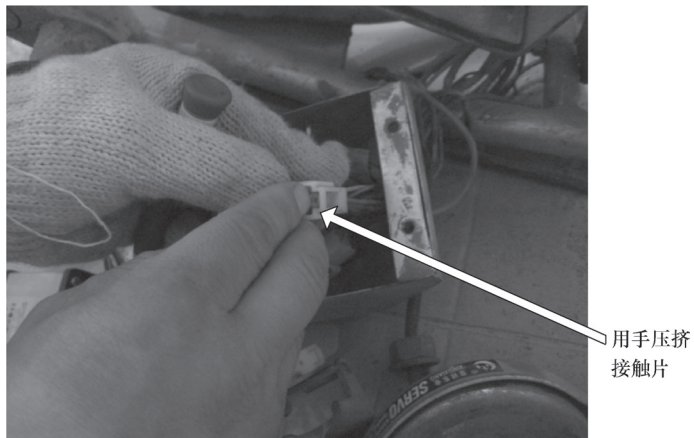


图 8-28 压挤接触片

## TIPS

控制器作用之保护电路。

当电动机异常或其他原因造成场效应功率管电流增大时,限电流保护电阻上的电压相应升高,该升高电压加到主芯片控制电路而使主芯片内部逻辑电路动作,切断输出驱动信号,场效应功率管因无驱动电压而截止,电路得到保护。

控制器作用之欠电压保护电路。该电路主要保护蓄电池电压降低到设定值以下时,控制器保护电路检测到此信号并反馈到主芯片,主芯片切断输出控制信号,使电动机得不到供电电压而停转,从而保护蓄电池不出现低电压过放电现象。



## TIPS

在电动自行车上，蓄电池的地线、仪表的地线、调速转把的地线和控制器的地线与搭铁线相连，而电动机的地线是独立的，与搭铁线不相接。

在调速转把和闸把引线不明确的情况下鉴别两者的方法是：将控制器接上电源，先用万用表测出调速转把电源线、闸把电源线和地线，然后在电源 5V 线与地线之间串联几个  $5k\Omega$  的电阻，将未知线逐一和串联电阻中间抽头引线相接，当接到某根未知线时，若电动机中速转动，则说明该线是调速转把信号线。此时继续将未知线与其他串联电阻中间抽头相接，当接到某未知线时，电动机停转，说明这根引线是闸把信号线。

## 8.2.6 有刷电动机时转时停且功率严重下降

故障现象：有刷电动自行车的电动机时转时停，而且功率严重下降。

故障检修：该车的电动机控制电路如图 8-29 所示。

1) 首先打开电源开关，将调速转把置于高速转动位置时电动机时转时停，此时打开照明开关，前照灯不闪动（如图 8-30 所示），表明电源电路无故障。

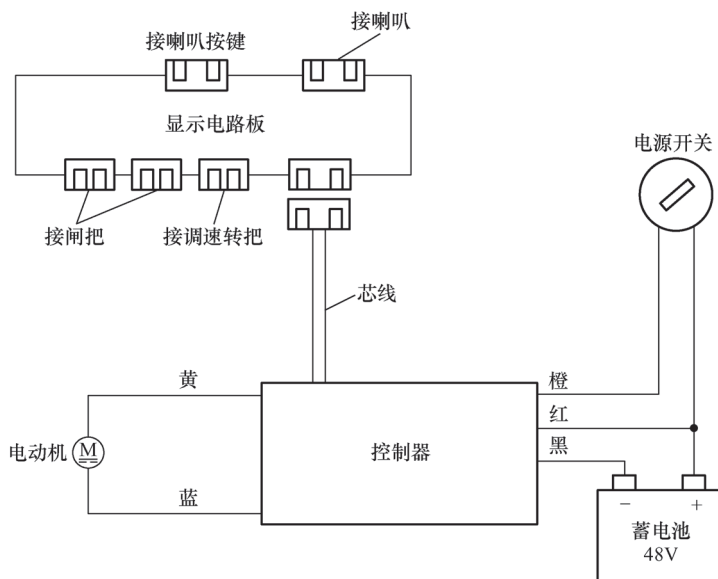


图 8-29 某品牌有刷电动自行车电动机控制电路

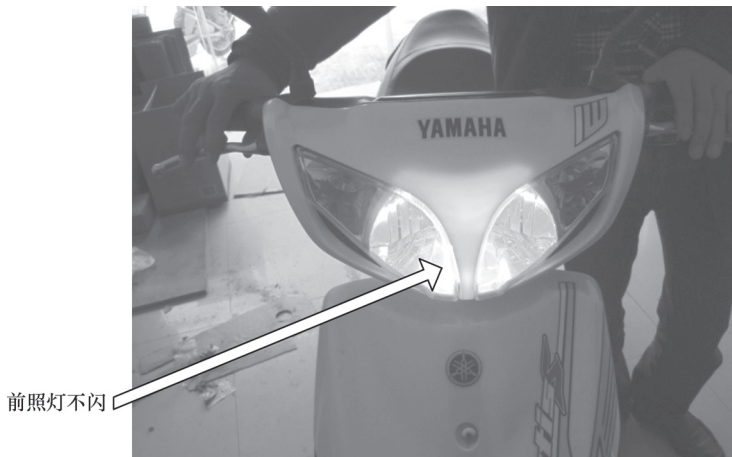


图 8-30 打开照明开关

2) 接着转动调速转把（如图 8-31 所示）使电动机转动，用万用表测得调速转把信号线的电压在  $1 \sim 4.2V$  变动。





图 8-31 转把调速转把

3) 于是用万用表直流电压挡测量控制器与电动机连接的粗黄线与蓝线间的电压(注意电动机的正、负极),如图 8-32 所示。未发现异常,表明电动机有故障。

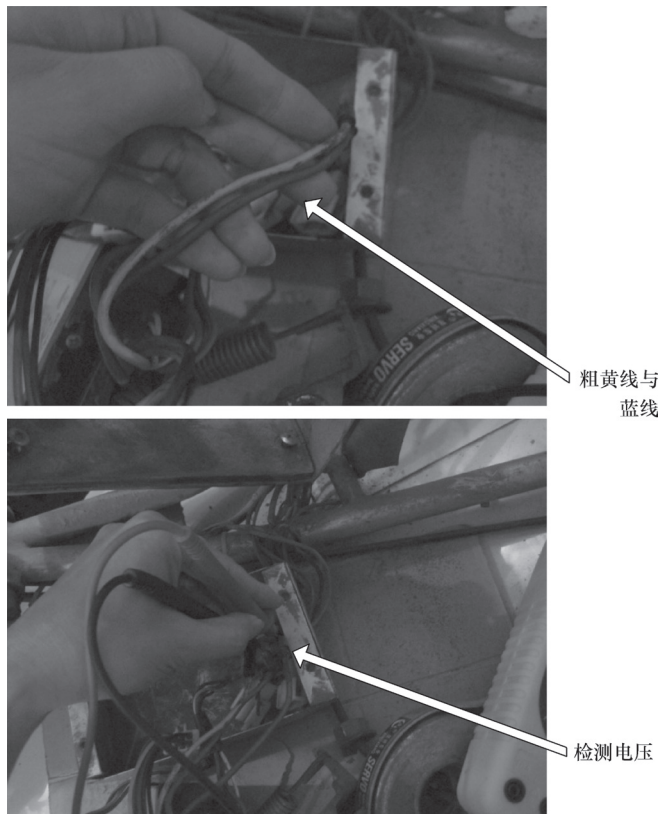


图 8-32 检测电动机粗黄、蓝线电压

4) 关闭电源开关,将电动机与控制器间的引线脱开,测量电动机黄线与蓝线间的电阻。边测量边转动后轮,所测阻值时大时小,表明电动机内部电刷与换向器接触不良。

### TIPS

由于某种外界因素或性能发生变化导致控制器损坏而需要代换时,首先要弄清新控制器与原控制器的各项性能、参数是否相符,如电压、功率、相位角,以及是高速还是低速,是有刷还是无刷等。连接时要弄清各引线的功能,然后把各插接器接好,连线要固定在车体上,防止连线与其他器件发生摩擦而损坏。将控制器外壳开口朝下,防止进水,避免控制器损坏。

## TIPS

在实际应用中,调速转把的控制方法不尽相同,但要求调速转把与控制器匹配协调,否则,电动机不能正常工作。

当调速转把与控制器不匹配协调时,就需要对调速转把进行改制。改制方法是:

拆开调速转把,若有两块磁铁,应先做好记号,然后将每块磁铁在原位置反转 $180^{\circ}$ ,即N、S极换位。若仅有一块磁铁,只需将其反转 $180^{\circ}$ 即可。应特别注意的是,两块磁铁应同极性相对,不能装错。

光电调速转把和霍尔调速转把是可以互换的。

## TIPS

电动自行车在负载过重或爬坡时出现故障的屡见不鲜。此时由于输出端的工作电流陡升,若过电流保护电路来不及反应,很容易造成功率场效应晶体管击穿。为防止此类故障的发生,建议电动自行车用户爱惜车辆,不要超载且遇到陡坡时最好是绕行或推车通过。

5) 从车体上卸下电动机并将其拆检,发现换向器已严重烧蚀。

维修措施:用细砂纸或油石打磨换向器表面后,发现换向片上的麻坑较多也较深,需要更换换向器。

## 8.2.7 电动自行车上坡时突然断电

故障现象:在骑行过程中遇一陡坡,结果未能冲上陡坡反而使电动自行车损坏。通电试车发现整车无电,检查熔断器已烧毁。

故障检修:由于该故障属于过载导致,所以主要考虑以下两种情况:

① 控制器输出端的某一相高低端功率场效应晶体管过电流损坏,并造成正负极短路,烧毁熔断器。

② 电动机绕组烧毁并导致某一相的高低端功率场效应晶体管击穿而烧毁熔断器。

1) 首先测量电动机绕组阻值正常,说明电动机没有损坏。接着分别测量控制器的6只功率场效应晶体管VT1~VT6,发现B相的VT3、VT4击穿,如图8-33所示。

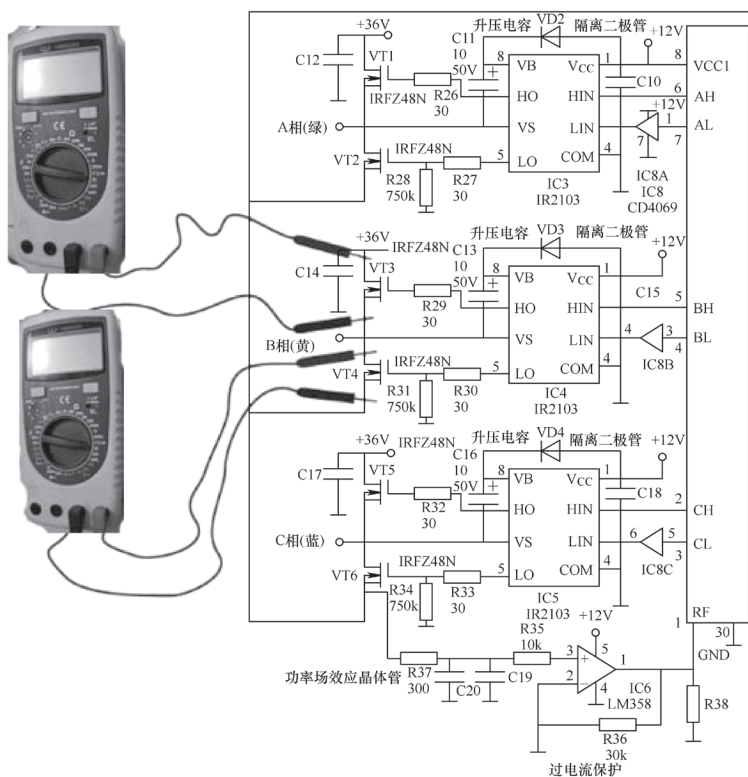


图 8-33 功率场效应晶体管 VT3、VT4 测量

2) 检查其他元件如IC3、VD2、C13等,没有发现损坏。

3) 于是更换 VT3、VT4 和熔断器后, 通电试车, 电动自行车一切正常。

## 8.2.8 电动自行车车速较低

故障现象: 电动自行车骑行时发现车速较平时偏低, 调速转把转到最大位置与正常 2/3 位置时, 感觉车速没有太大区别。

故障检修: 引起电动自行车车速较低的原因主要有以下几点:

- ① 蓄电池电量偏低, 造成电动机的工作电流下降, 转速降低。
- ② 调速转把损坏时输出的最大直流控制信号电压不能达到 4V 以上。
- ③ 控制器内部的相关电路异常, 造成输出的驱动电压占空比较小, 电动机的转速受到限制。
- ④ 电动机内部绕组存在局部短路现象, 这种情况通常伴随着电动机发热量增加和噪声增大, 比较容易判断。

1) 观察电动机的转速比较平稳, 而且没有什么异常噪声, 表明不是电动机故障。

2) 测量调速转把的输出端直流信号电压, 如图 8-34 所示, 在调速转把转到最大位置时该电压仅为 3.3V 左右, 而测得调速转把的电源电压在 5V 左右。

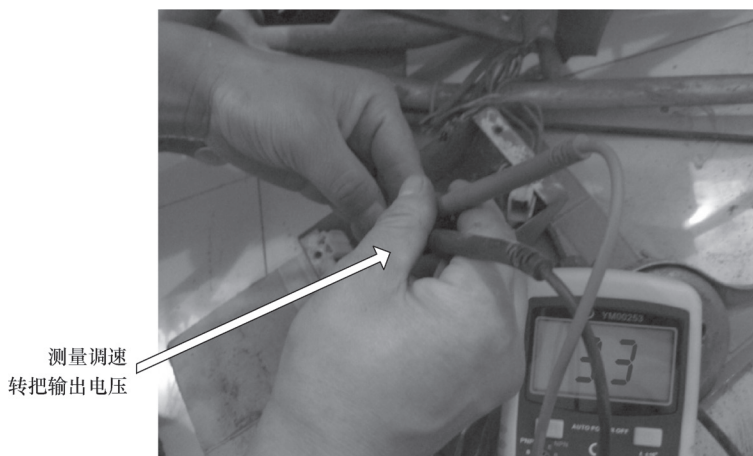


图 8-34 测量调速转把输出电压

3) 判断调速转把损坏。更换调速转把后, 电动自行车车速恢复正常。

## 8.3 电动自行车行驶中时快时慢

### 8.3.1 制动闸旁线路断, 电动自行车行驶时快时慢

故障现象: 电动自行车行驶时忽快忽慢, 以致无法行驶, 而电源指示灯

## TIPS

电动自行车的调速转把有正把和反把之分, 更换时需要加以区分, 若换错会出现一通电电动机就转的现象, 此时若没有正把, 需要将调速转把内的磁钢翻转 180°。可只更换转把内的霍尔元件, 更换时要注意引脚位置不要装错。

用数字万用表的直流电压 200V 挡, 让红表笔接控制器电源输入红色线, 黑表笔接控制器的接地黑色线。打开电源开关, 此时万用表的读数应为 36V 或 48V 以上。万用表的读数为偏低或为零, 则表明电源供电电路异常, 应予以排除。

## TIPS

调速转把电源电压的检测技巧:

用数字式万用表的直流20V挡,让红表笔接调速转把上的红色电源线,黑表笔接调速转把的接地黑色线。

打开电源开关,此时万用表的读数应为5V左右。若所测电压偏低或为零,则首先检查调速转把是否良好,若有故障应予以处理。

若调速转把接地线良好,而调速转把电源对地电压仍偏低或为零,则表明控制器损坏或控制电源输入线无电压,应分别进行检查。

能正常发光。

故障检修:该电动自行车电路图可参考图 8-35。

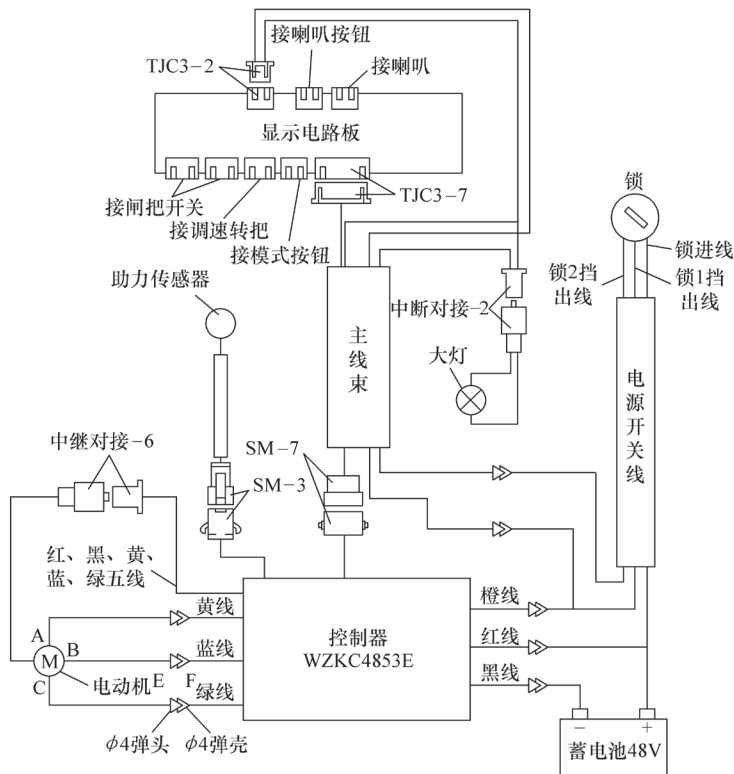


图 8-35 某品牌电动自行车电动机控制电路

1) 首先打开电源开关,将调速转把置于中间位置,分别将左、右闸把开关脱离电路,如图 8-36 所示,此时电动机不能转动。



图 8-36 左、右闸把线脱离电路

2) 接着用数字式万用表直流电压200V挡测得控制器的电源输入电压为48V,调速转把和闸把开关的电源电压为4.29V(正常),如图 8-37 所示。



图 8-37 测量闸把开关电源电压

3) 将完好的同型号控制器换上, 故障依旧。

4) 将电动机与控制器相连的插接器分开, 用万用表电阻挡测得电动机三相绕组的电阻均为  $0.15\Omega$ , 检查三个霍尔元件及连线也未发现异常。

5) 最后将拆下的插接器重新插上, 如图 8-38 所示, 电动机也未恢复正常。

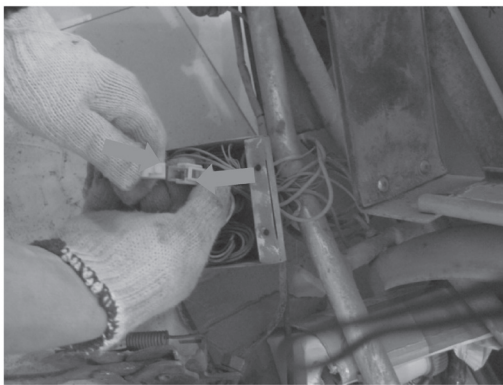


图 8-38 将插接器重新插回

6) 再打开电源开关 (如图 8-39 所示), 转动调速转把, 当在控制器附近测量调速转把信号线电压时, 发现该线无电压输出。



图 8-39 打开电源开关

### TIPS

在实际维修中, 只有无刷智能控制器才能检测出无刷电动机霍尔元件的好坏和相位角是否正确, 而其他控制器则不能检测出电动机的好坏。



## TIPS

闸把开关电源电压的检测技巧：控制器内部电源一般采用三端稳压集成电路，通常用7805、7806、7812和7815等规格的稳压集成电路，其输出电压分别是5V、6V、12V和15V，故不同控制器的电源电压分别为5V、6V、12V和15V。现以闸把开关5V电压的检测为例说明检测方法：

将数字式万用表置于直流20V挡，让黑表笔接闸把开关上的黑色接地线，红表笔接闸把开关的红色电源线，观察万用表读数应为5V，误差不超过0.2V，否则表明控制器内部电源有故障。测量方法如下所示。



一般更换三端稳压器即可排除故障。

## TIPS

一般电动自行车长期爬坡会引起电动机工作电流过大，此状态工作时间久了会造成某些部件损坏，甚至烧毁电动机绕组。

造成上述故障的原因有：电动机绕组匝间短路或烧毁，制动器拖滞，车轮轴承转动不灵活，调速转把故障，控制器性能变差，车胎气压过低等。

7) 于是从调速转把插接器处（如图8-40所示）测量调速信号电压正常，表明调速转把与控制器间的调速信号线断路。

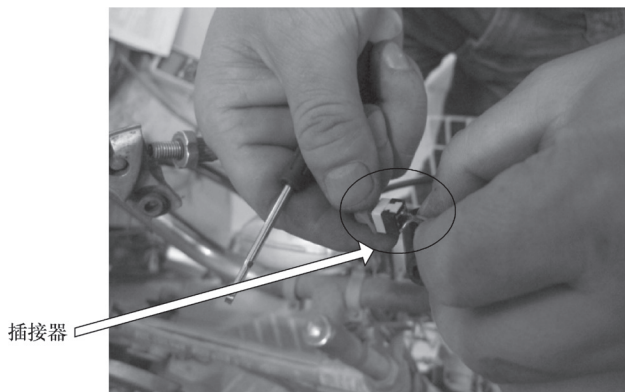


图8-40 调速转把插接器

8) 从调速转把处顺着调速信号线向控制器检查，发现调速信号线在仪表盘电路板和控制器间的线束内断开。

维修措施：将断开的线对接并用绝缘胶布包好。

## 8.3.2 因电动机长期处在大电流工作条件下引起内部元件损坏

故障现象：电动自行车长期爬坡后，行驶缓慢

故障检修：

1) 首先支起主支架，分别转动前轮和后轮，如图8-41所示，感觉阻力适当，表明车轮轴承转动灵活。



图8-41 转动电动自行车前后轮

2) 反复握紧和放松左、右闸把，如图8-42所示，再次转动车轮，阻力没有增加，表明制动器不拖滞。

3) 更换一只性能良好的控制器后，故障依旧。

4) 用万用表兆欧挡测量该电动机的绝缘电阻为无穷大，表明电动机绕组对地不存在短路。然后拆开电动机检查，发现一相绕组呈褐色并有焦味，绕组表面的绝缘漆有烧焦现象。

维修措施：更换一只新的电动机。

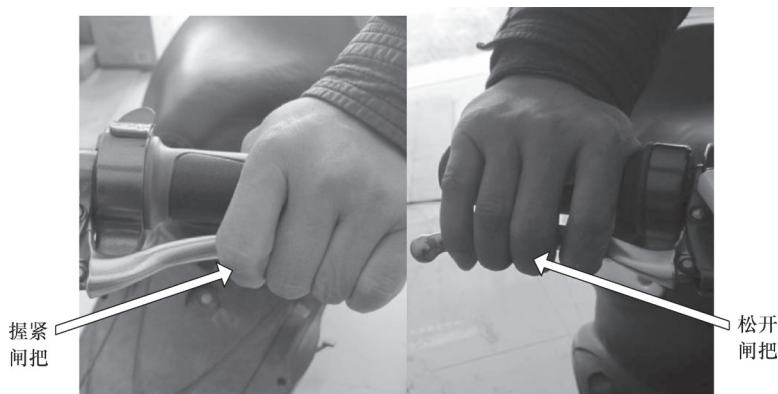


图 8-42 握紧和松开闸把

### 8.3.3 换向器烧毁，电动自行车时快时慢

故障现象：有刷电动自行车的电动机时转时停，且功率严重下降

检修过程：

1) 首先打开电源开关，将调速转把置于高速转动位置时电动机时转时停，此时打开照明开关，前照灯不闪动，如图 8-43 所示，表明电源电路无故障。



图 8-43 打开照明灯检查

2) 接着转动调速转把使电动机转动，用万用表测得调速转把信号线的电压能在  $1 \sim 4.2\text{V}$  变动。

3) 于是用万用表直流电压挡测量控制器与电动机连接的粗黄线与蓝色线间的电压（注意电动机的正、负极，如图 8-44 所示），也未发现异常，表明电动机有故障。

4) 关闭电源开关，将电动机与控制器间的引线脱开，测量电动机黄线与蓝线间的电阻。边测量边转动后轮，所测阻值时大时小，表明电动机内部电刷与换向器接触不良。

#### TIPS

无刷控制器驱动电压的检测技巧：选用数字万用表 200V 直流电压挡，让黑表笔、红表笔分别接电动机与控制器相连的黄、绿、蓝色粗相线。打开电源开关，缓慢转动调速转把至最大开度，所测电压应为  $18 \sim 28\text{V}$ （不同控制器和电动机其间电压有所不同）即正常，检修方法如下所示。



若无电压或电压偏低，则表明电动机或控制器损坏。

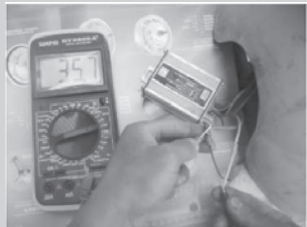
#### TIPS

有刷控制器驱动电压的检测技巧：

选用数字式万用表 200V 直流电压挡，让黑表笔接电动机黑色地线，红表笔接电动机红色驱动线。

打开电源开关，缓慢转动调速转把至最大开度，万用表的读数应为  $36\text{V}$  左右（不同电动机和控制器的驱动电压有所不同）。

若所测电压偏低或为零，则表明控制器或电动机有故障。测量方法如下所示。



TIPS

一般引起电动机转动缓慢且端盖烫手的原因有：

发动机绕组的绝缘电阻过小，电动机绕组短路，换向器严重积碳和电动机磁钢脱落或磁钢磁性减弱等。电动机工作30min~1h时，其端盖温度超过环境温度25℃以上时，则表明电动机温升已超过正常范围。一般电动机温升应在20℃以下。

电动机工作过程中，其转速高于额定值，即电动自行车一打开电源开关，电动机就高速旋转而无法控制。引起上述现象的原因有以下几点：

- 1) 控制器内部的功率开关管短路。
- 2) 霍尔调速转把接地线断路或接触不良，造成控制器调速与调速转把相连的控制信号电压不变化，一直处于高电位。
- 3) 调速转把和控制器不配套。调速转把和控制器调速应一致，即低变高或高变低要统一，禁止控制器低变高时调速转把高变低，或控制器高变低时调速转把低变高。

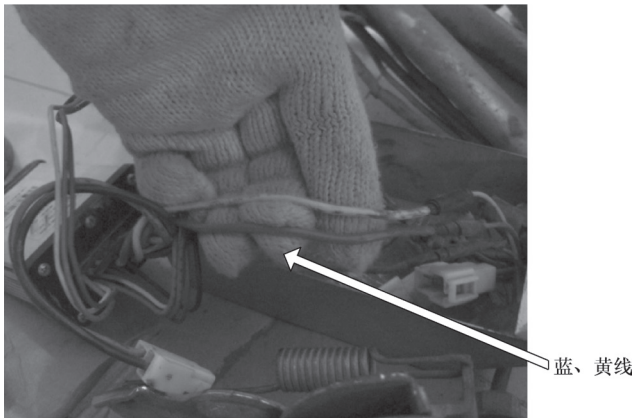


图 8-44 找到粗蓝、黄线

- 5) 从车体上卸下电动机并将其拆检，发现换向器已严重烧蚀。
- 6) 该有刷电动自行车电动机控制电路如图 8-45 所示。

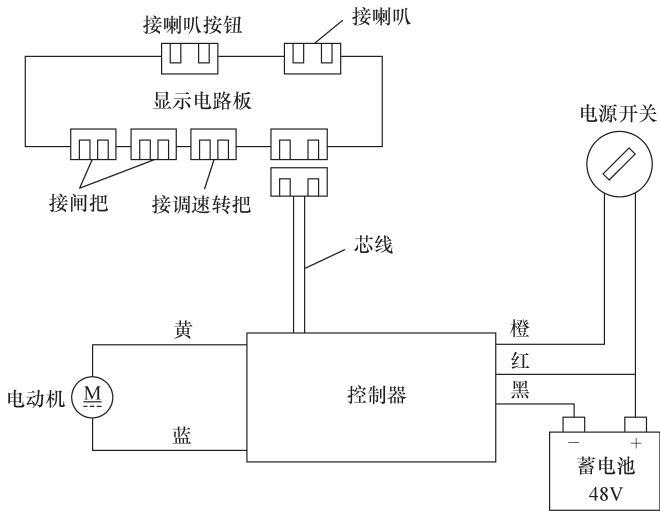


图 8-45 某品牌电动自行车有刷电动机控制电路

维修措施：用细砂纸或油石打磨换向器表面后，发现换向片上的麻坑较多且较深，需更换换向器。

### 8.3.4 电动机内部绕组潮湿，电动机转速缓慢

故障现象：某品牌电动自行车有刷电动机转动缓慢并伴有发热现象。

故障检修：

- 1) 首先将电动机与控制器的正、负极引线从弹壳和弹头处拆下，用万用表的电阻挡测得电动机正、负极间的电阻为  $0.8\Omega$ 。
- 2) 转动电动机，所测电阻基本与上述阻值接近，则表明电刷与换向器接触良好，不存在换向器脏污或烧蚀现象。

3) 测量电动机正极或负极引线与壳体间的电阻时,发现绝缘电阻只有  $2\text{k}\Omega$ ,表明电动机绕组绝缘电阻过小。

拆开电动机,发现绕组比较潮湿。

维修措施:将电动机绕组烘烤  $15 \sim 18\text{h}$  后,测得其绕组绝缘电阻为  $6\text{M}\Omega$ 。

### 8.3.5 电动自行车有刷电动机空载电流过大,不能达到最高转速

故障现象:电动自行车有刷电动机空载电流过大,不能达到最高转速。

故障检修:

1) 关闭电源开关,前后转动电动机时感觉轻松,则表明电动机轴承正常。

2) 电动机转子未扫膛,磁钢未脱落(磁钢脱落后转动时会发出不正常的异响),说明故障在电动机内部。

3) 拆检电动机,发现换向片严重污损。于是用万用表兆欧挡测得换向片与转子铁心间的电阻为  $2.1\text{M}\Omega$ ,表明电动机绕组绝缘电阻正常。

4) 检查绕组时也未发现短路现象。

维修措施:用刮刀除去相邻换向片间的异物,再用砂纸将换向片表面打磨光滑,用毛刷清除换向片及绕组上的异物即可。

**TIPS**

一般造成上述故障的原因有:电动机转子扫膛,电动机轴承转动不灵活,电动机磁钢脱落,电动机绕组匝间短路和换向片被炭粉和铜粉短路。

本例故障的原因是相邻换向片间及绕组有异物。36V 电源正常时空载电流为  $0.6 \sim 0.8\text{A}$ 。各种电动机正常时最大极限空载电流参考见如下所示。

| 电动机形式      | 额定电压 24V | 额定电压 36V |
|------------|----------|----------|
| 侧柱电动机 /A   | 2.2      | 1.8      |
| 高速有刷电动机 /A | 1.7      | 1.0      |
| 低速有刷电动机 /A | 1.0      | 0.6      |
| 高速无刷电动机 /A | 1.7      | 1.0      |
| 低速无刷电动机 /A | 1.0      | 0.6      |





## 第 9 章

# 电动自行车其他常见故障

TIPS

该车由于电动机存在“飞车”故障，因此应对 IC1 或功率场效应晶体管 VT1、VT2 进行检修或更换。

接通电源开关，仪表显示正常，转向灯和前大灯也能正常工作，但电动机不能转动。引起无刷电动机不转的原因有：调速转把损坏；电动机损坏；控制器故障；制动开关故障；线路中某处连接松动。

## 9.1 刹车不断电

### 9.1.1 调速转把损坏而使控制失灵

故障现象：电动自行车有刷控制器速度失控，握下闸把不断电。

故障检修：

1) 首先测量控制器发现输出端与负极短路，表明功率场效应晶体管至少有一只击穿。

2) 拆下 VT1、VT2 测量发现 VT2 异常，而其他元器件无异常现象。

维修措施：更换一只功率场效应晶体管 VT2。

### 9.1.2 调速转把功能正常，但握下闸把不断电

故障现象：有刷控制器调速正常，但握下闸把不断电。

故障检修：

1) 首先将控制器的制动信号输入端对地短接，而控制器仍不断电，表明故障在控制器内部。

2) 测量 IC1 的 10 脚为低电平，握下闸把时也无变化。

3) 再测量 VT3 的基极始终为高电压，检查发现电阻 R9 断路。

### 9.1.3 插接器故障，电动机飞车

故障现象：电动自行车支起主支架，打开电源开关，电动机高速转动，手握闸把，车轮停止转动。

故障检修：

1) 关闭电源开关，将调速把控制线拔下，然后打开电源开关，电动机停止运转，表明控制器正常。

2) 装复调速转把控制线，打开电源开关，电动机仍转动不停，表明调速转把控制器或者其他控制断路或插接器接触不良。

3) 检查控制线未发现断线，调速把也无异常，分别短接插接器输出、输入的霍尔线，转速控制线和接地线。当短接接地线时，电动机停止运转。

4) 拆开插接器，发现内部严重锈蚀。

维修措施：更换一只新的插接器。

## 9.2 电动自行车行驶中车轮不平衡

### 9.2.1 无刷电动自行车行驶中抖动，甚至无法骑行

故障现象：电动自行车转动调速转把，整车抖动得厉害，甚至无法骑行。

故障检修：

1) 支起电动自行车主支架，用手左右拨动后轮，发现后轮不摆动，表明电动机轴承正常。

2) 打开电源开关，转动调速转把，检查车圈的摆动量不是太大。

3) 接着检查电动机和控制器相连的8根线都是对色接线，表明原装控制器有故障。

维修措施：更换新的控制器。

### 9.2.2 后轮甩动，失去平衡，减振器弹力不均

故障现象：电动自行车行驶中后轮甩动，失去自我平衡能力，严重影响骑行的安全性和稳定性。

故障检修：

1) 经检查发现后轮轮胎气压正常，后轮轮圈也未失圆或扭曲变形。

2) 用手左右扳动后轮，未发现有明显摆动，表明后轮辐条无松动，后轮轴螺母无松动，后轮轴轴承和轴承座孔也无严重磨损。

3) 接着用手握住后摇臂两端的尾部，左、右扳动后摇臂，经检查发现后摇臂的侧向间隙较小，表明摇臂轴和摇架衬套无过度磨损。

4) 又检查后减振器弹簧弹力时，发现后减振器左、右侧减振器上、下接头的缓冲橡胶衬套磨损。

5) 更换后减振器上左、右侧的缓冲橡胶衬套后，试车，故障排除。

### 9.2.3 后轮甩动，轮圈失圆

故障现象：电动自行车在平坦的道路上行驶时，其后轮甩动，失去平衡。

检修过程：

1) 首先检查轮胎气压，发现轮胎气压不足后补充充气，可故障依旧。

2) 左右扳动后轮感觉并未松动，这表明电动机轴承正常。

3) 用手捏动辐条，也并未发现松动。

4) 支起主支架，打开电源开关，转动调速转把，测得轮圈的摆动量为10mm，表明轮圈扭曲变形。

5) 调整辐条松紧度并未能把轮圈恢复正常，只好更换同型号的轮圈，并按原来的辐条编制方法重新编制，试车，故障现象消失。

**TIPS**

电动机和控制器的接线要一一对应连接，同时电动机和控制器也应匹配，否则将引起电动机功率下降或抖动。

无刷电动机转动缓慢原因之一：蓄电池电量不足。蓄电池电量不足时，电动机绕组内的电流减小，其转矩也相应减小。若控制器无欠电压电路，当蓄电池电量不足时，电动机转速会逐渐降低，以至不能转动；若控制器有欠电压电路，当蓄电池电量不足时，电动机转速逐渐降低，到达欠电压设定值时，电动机因失电而无动力输出，稍停片刻电动机又可输出转矩，如此反复，会出现电动自行车行驶缓慢。

警告用户：当电动自行车出现上述现象时，应及时充电；否则，过度放电将导致蓄电池过早损坏。

**TIPS**

检查轮轴没有松动的感觉，就应该检查车圈是否扭曲变形。

无刷电动机转动缓慢原因之调速转把故障。调速转把上的感光片、感光管上有污垢，导致调速转把失灵，使电动机动力不足；调速转把内的元件局部损坏。

## TIPS

某一侧转向灯中仅一只不亮的原因之一：转向灯灯泡烧毁，应予以更换。

某一侧转向灯中仅一只不亮的原因之二：灯座接触不良，应紧固。

某一侧转向灯中仅一只不亮的原因之三：灯泡与灯座接触不良，应紧固。

某一侧转向灯中仅一只不亮的原因之四：灯泡的电源线某处断路，找出断路点并予以修复。

某一侧转向灯中仅一只不亮的原因之五：灯座触点严重锈蚀，用砂纸打磨锈蚀处。

## 9.2.4 后轮左右摆动，车胎气压不足

故障现象：电动自行车近日后轮时常左右摆动，整车不平衡。加快行驶速度时，后轮摆动更加明显。

故障检修：

1) 经检查后发现，车胎气压不足。支起主支架，打开电源开关，转动调速转把让电动机高速转动，未听到电动机的轴承发出声响，这表明该轴运行正常。

2) 在电动机转动时，用旋具测量后轮圈的转向跳动量，发现未超过1mm，数据正常。但轮胎侧面有一处明显凸出。

3) 拆下轮胎发现内胎大面积夹带，充足气后，轮胎曲线变形且不平衡，进而导致后轮行驶时摆动。

4) 询问用户得知：该车由于车胎扎破曾将内胎更换，内胎更换过后就出现上述现象。

5) 重新装好内胎并检查，以防止再次夹带。将轮胎气压充到最佳状态，试车故障消除。

维修措施：维修夹带。

## 9.2.5 后轮甩动严重

故障现象：电动自行车在平坦道路上行驶时，感觉到后轮甩动。

故障检修：

1) 检查后发现轮轮胎气压正常，后轮辐条未出现松动现象，后轮轮圈也无失圆或扭曲变形。

2) 支起主支架，用手左右扳动后轮，后轮摆动不明显。

3) 然后用手握住后摇臂两端的尾部并左右晃动，感觉后摇臂轴与后摇臂衬套有较大的间隙，表明后摇臂衬套严重磨损。

4) 拆下后摇臂架，更换后摇臂衬套，试车，故障现象消失。

## 9.3 电动自行车车灯、喇叭、仪表及其他故障

### 9.3.1 电动自行车夜灯不亮

故障现象：电动自行车夜行时，打开照明开关，前照灯和右大灯正常发光，唯有夜行灯不亮，

故障检修：该车的电路如图 9-1 所示。

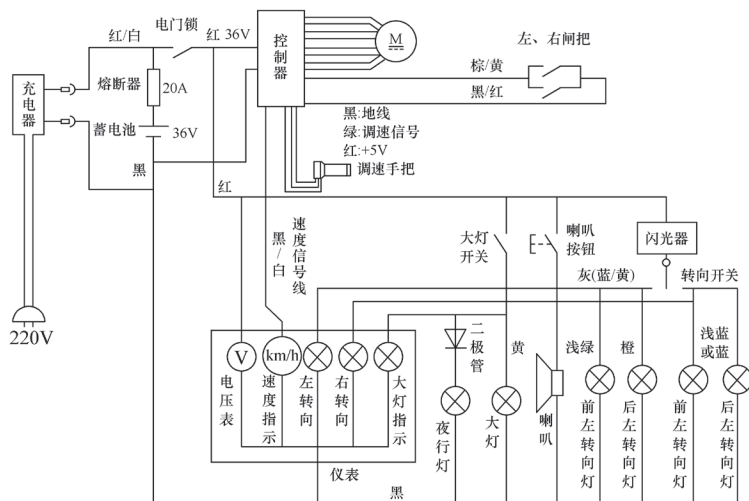


图 9-1 某品牌电动自行车电路

- 1) 首先拆下夜行灯。经检查夜行灯灯泡未烧毁，并与灯座接触良好。
- 2) 打开电源开关和前大灯开关，图 9-2 所示。用万用表的直流电压挡测量灯座相线端的对地电压为零，并且灯座引线也未断开。



图 9-2 检测电动自行车大灯

- 3) 循着夜行灯线查找发现在此线上串联了一只二极管，将该二极管两接线端子对接，夜行灯亮，表明该二极管断路。

维修措施：更换二极管。

### 9.3.2 电动自行车电喇叭不响

故障现象：通电后，按下电喇叭按钮，电喇叭不响。

故障检修：

- 1) 该电动自行车电路如图 9-1 所示。电动自行车蓄电池对信号、照明系统直接供电，即电喇叭额定电压为 36V。

- 2) 打开电源开关，电动自行车正常起动。或左、或右拨动转向开关，

**TIPS**

无刷电动机转动缓慢原因之电动机故障。电动机绕组中某处有短路现象，导致电动机转矩减小。

无刷电动机转动缓慢原因之控制器损坏，导致输入电动机内的电流减小，电动机输出功率下降。



左右转向灯亮（如图 9-3 所示），表明信号、照明线路总线无故障，故障在喇叭电路。



图 9-3 检测电动自行车左、右转向灯

3) 经检查，电喇叭接地良好，电喇叭磁场线圈也无短路或断路现象，焊接头或插接器也未发现异常。

4) 拆开左手把，如图 9-4 所示，短接电喇叭按钮上的绿线和红线，电

### TIPS

打开电源开关，或左、或右扳动转向开关，转向灯和转向指示灯亮而不闪动，其故障原因有：闪光器接反；闪光器与转向灯泡不匹配；闪光器内部有故障；电源电量不足；转向开关接触不良；转向灯丝烧坏。



图 9-4 拆开左手把

喇叭正常发出声音,表明电喇叭按钮损坏。分解电喇叭按钮,发现按钮触点严重烧蚀。

维修措施:用细砂纸打磨触点,然后清洗干净。

### 9.3.3 转向灯不亮

故障现象:电动自行车停放两个月,再行驶时,转向灯工作不良,4个转向灯的亮度和闪动频率各异。

故障检修:电动自行车电路如图9-5所示。

1) 首先打开电源开关,拨动转向灯开关,4个转向灯的亮度与闪动频率各不相同,表明转向灯接触不良。

2) 拨下各转向灯导线连接插头,用万用表测量各转向灯电流输入线与车体间的电阻,发现前转向灯几乎不导通,但灯泡良好。

3) 卸下前转向灯总成测量,其电流输入线至接地(转向灯总成的固定螺杆)的电阻值为无穷大,表明前转向灯总成的固定螺杆与车体接触不良。

4) 进一步检查,发现前转向灯总成固定螺杆与螺母间的弹簧垫圈生锈。

维修措施:更换良好的弹簧垫圈,用砂布打磨平垫圈和车体与平垫圈的接触处,各转向灯的亮度和闪光频率恢复正常。

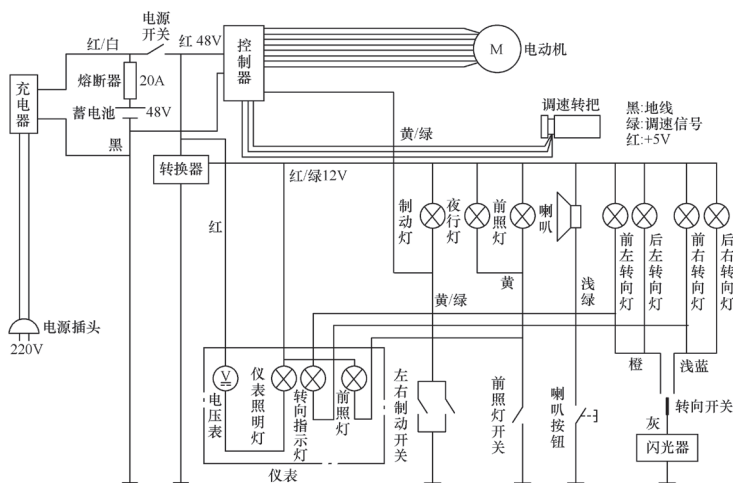


图 9-5 某品牌电动自行车电路

### 9.3.4 电喇叭声音嘶哑

#### 1. 喇叭按钮故障

故障现象:喇叭声音嘶哑。

故障检修:

1) 松开喇叭锁紧螺母。

**TIPS**

当按下喇叭按钮时,电流途径是:蓄电池正极→线圈→弹簧片→触点→调节臂→喇叭按钮→蓄电池负极。此时电流经过线圈产生电磁力,吸引共振盘、膜片和衔铁并使之一同向下运动。当衔铁向下移动时,又压迫触点臂使触点断开,切断了线圈的电流,电磁力消失,于是衔铁在弹簧片弹力的作用下返回,触点再次接通。如此重复上述过程,膜片带动共振盘以一定的频率振动而发出声音信号。当松开喇叭按钮时,喇叭便停止工作。

# TIPS

照明灯暗淡的检修方法为：

1) 检查照明灯灯泡是否符合规定要求，否则应更换新件。

2) 打开电源开关，若电动自行车能正常骑行，则表明蓄电池存电正常；若无法骑行，则表明蓄电池亏电，应进行充电。

3) 检查电路中是否有松动、短路之处；检查开关触点间的接触电阻是否过大，若是应修复。

2) 打开电源开关，瞬间按下喇叭按钮（如图 9-6 所示），无论如何调整喇叭的调整螺钉，都不能使喇叭声音恢复正常。



a) 打开电源开关



b) 按下喇叭按钮

图 9-6 按下喇叭

3) 用同型号喇叭替换，也不能正常发出声音，表明喇叭无故障。  
4) 取一根导线，使其一端接地，另一端分别触及喇叭的两接线柱，喇叭声音响亮，表明喇叭按钮接触不良。

维修措施：更换一只喇叭按钮。

## 2. 转换器故障

故障现象：电动自行车打开电源开关，按下喇叭按钮，喇叭声音沙哑。

检修过程：

1) 电动自行车所配的电压为 48V 蓄电池，电路如图 9-7 所示。该车信号、照明电路所需的电压是经转换器变化的 12V 电压。

2) 打开车身电源开关，按喇叭按钮，喇叭声音沙哑，扳转向开关，转向灯暗淡，表明信号电源电压较低。

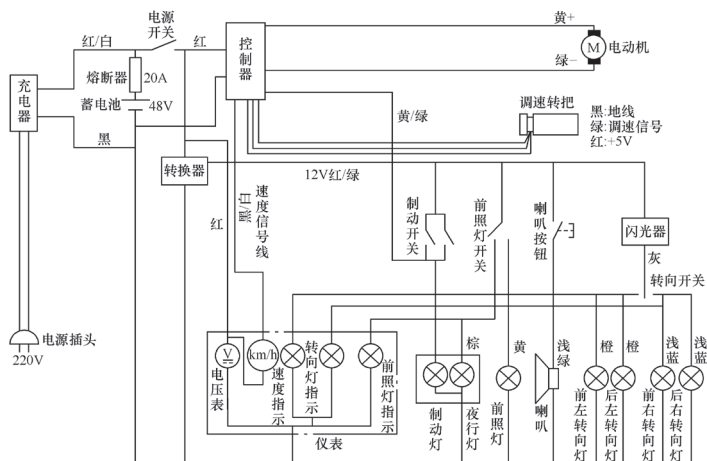


图 9-7 某品牌电动自行车电路

3) 用手转动右车把，电动自行车可正常骑行，表明蓄电池电量充足，说明故障在转换器。

维修措施：更换转换器。

### 9.3.5 仪表指示不正常

故障现象：电动自行车霍尔感应式速度表指示不正常，即指示偏大或偏小。

故障检修：

1) 首先支起主支架，转动后轮，检查车轮上的磁钢，并使其与固定霍尔传感器对正。

2) 发现不存在磁钢脱落或移位现象。

3) 接着检查显示仪表连线，也未发现断线或接触不良的情况，检测仪表电压也正常，如图 9-8 所示，表明显示屏有故障。



a) 用十字螺钉旋具打开前头罩

图 9-8 检查仪表

**TIPS**

转向灯一边亮，同时另一边微亮的检修方法思路是：检查转向灯的规格。若灯泡功率选择过小或过大，则应换上同型号标准灯泡；然后用万用表的电阻挡检查转向灯电路某处是否松动、锈蚀等。

## TIPS

由于前转向灯的接地通过总成固定螺杆完成，但车体上的螺杆孔不直接与螺杆接触，电流由固定螺杆→螺母→弹簧垫圈→平垫圈→螺杆孔至车体完成回路。

当弹簧垫圈生锈严重时，电阻增大，导致转向灯信号电流受阻，造成四个转向灯的亮度、闪光频率不同的故障。



b) 检测仪表电压

图 9-8 检查仪表（续）

维修措施：换用良好的液晶显示屏。

### 9.3.6 电压充足，照明灯均暗淡不够明亮

故障现象：电动自行车夜间行驶时强劲有力，打开照明开关，前照灯、夜行灯和仪表照明灯暗淡。

故障检修：

- 1) 首先打开电源开关，转动调速转把，电动自行车可正常骑行，表明蓄电池电量充足。
- 2) 接着按下喇叭按钮，喇叭声音沙哑。
- 3) 左右拨动转向开关，全部转向灯发出较弱的光。握左、右闸把，制动灯灯光也较微弱，表明信号、照明系统供电电压较低。
- 4) 检查线路没有松动或接触不良的情况，表明故障在转换器。

维修措施：更换一只转换器。

## TIPS

转向灯正常闪动而喇叭声音嘶哑，表明故障在喇叭电路本身，与其他电路无关，其原因有以下几点。

- 1) 喇叭调整不当。
- 2) 喇叭按钮因烧蚀而接触不良。
- 3) 喇叭电路中某处接触电阻过大。
- 4) 喇叭本身有故障。

本例故障是喇叭按钮故障造成的。



附录 A

# 电动自行车常见故障速查表

| 故障现象                               | 故障原因与发生部位                                           | 维修措施              |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|
| 电动自行车不走                            | 打开电源锁，看仪表有无电压，大灯、喇叭是否正常                             | 如无电压，查电源锁与蓄电池盒    |
|                                    | 如仪表、大灯、喇叭都可以工作，转动转把，测转把信号电压变化（0~4.2V 变化）            | 如转把无输出电压，转把坏，更换转把 |
|                                    | 对于有刷电动机而言，测电动机两根引线有无 36V 或 48V 电压，若有电压而电动机不走，则电动机故障 | 打开电动机，检查电刷，换向器    |
|                                    | 去掉左、右闸把，看车走否                                        | 如果车走，说明闸把坏，更换     |
|                                    | 检查控制器好坏                                             | 如果控制器坏，更换同型号新件    |
|                                    | 检查无刷电动机与控制器接触不良                                     | 如果插件有故障，更换新插件     |
|                                    | 用综合检测仪检测霍尔元件是否损坏                                    | 同时更换 3 个霍尔元件      |
|                                    | 电动机里面进水                                             | 维修电动机             |
| 打开电源锁，扭动转把，车不能行驶，仪表指示灯亮，灯光齐全，喇叭也正常 | 闸把微动开关损坏                                            | 更换微动开关或更换新闸把      |
| 充电时，充电器上红色指示灯时有时无，蓄电池使用时间越来越短      | 充电器损坏                                               | 维修或更换充电器          |
| 电动自行车不能正常充电                        | 充电器充电电路，150k $\Omega$ 启动电阻损坏                        | 更换启动电阻            |
|                                    | 充电器电源电路 IC1（uC3842）损坏                               | 更换集成块，IC1（uC3842） |
| 打开电源锁无电压                           | 主熔丝断                                                | 更换 30A 主熔丝        |
|                                    | 仪表坏或接触不良                                            | 检修接触良好或换仪表        |
| 接通电源，电动机不转，不能行驶                    | 蓄电池接线松动，脱开                                          | 重新连接              |
|                                    | 调速把中磁钢松动或霍尔元件损坏                                     | 更换转把              |
|                                    | 电动机接线插头松脱                                           | 插接牢固或重新连接         |
|                                    | 过载、欠电压保护动作                                          | 复位继电器并减载，充电恢复电压   |
|                                    | 电动机内部损坏                                             | 修理或更换电动机          |

(续)

| 故障现象                     | 故障原因与发生部位              | 维修措施                        |
|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 电动机调速失灵<br>或最大速度较低       | 蓄电池电压过低                | 将蓄电池充足电                     |
|                          | 调速转把损坏                 | 更换调速转把                      |
| 一次充电后电动<br>自行车行驶里程不<br>足 | 轮胎气压不足                 | 充足气                         |
|                          | 充电不足或充电器故障             | 充足电或检查充电电路插头<br>是否接触不良并将其插好 |
|                          | 蓄电池损坏                  | 更换蓄电池                       |
| 蓄电池充电器发<br>烫             | 充电器放置位置不当              | 移到通风阴凉场所                    |
|                          | 充电电流过大                 | 更换充电器                       |
|                          | 充电器内风机有故障              | 更换新风机                       |
| 充电器不能工作,<br>无任何反应        | 充电电路插座脱落或插头与插<br>座连接不良 | 紧固插座与接插件                    |
|                          | 蓄电池盒内熔丝熔断              | 更换同规格熔丝                     |
|                          | 蓄电池组接线脱落               | 重焊连接线                       |
| 蓄电池使用寿命<br>太短            | 已充电 250 次以上, 接近报废      | 更换新蓄电池或用蓄电池修<br>复仪修复        |
|                          | 充电时间过长, 过充失水           | 加水后再充电                      |
|                          | 亏电存放                   | 存放期内, 每月要补充电                |
|                          | 经常在 0℃ 以下使用            | 严寒冬季少行驶, 要常充电               |
| 电动机主熔丝爆<br>断             | 起动冲击电流过大               | 改为缓慢起动, 辅之脚踏助<br>力          |
|                          | 制动时未松开起动开关             | 调整制动把, 使制动把动作,<br>确保断开电动机电源 |
|                          | 主熔丝偏小                  | 更换 30A 规格熔丝                 |
| 行驶中电动机过<br>热, 骑行无力       | 长期过载, 磁钢退磁             | 更换磁钢或电动机                    |
|                          | 制动断电, 开关不灵             | 调好制动断电开关的联锁性<br>能           |
|                          | 长时间上坡亏电                | 补充充电                        |
|                          | 电动机绕组短路损坏              | 修理或更换电动机                    |
| 行驶中噪声大                   | 传动链条磨损                 | 添加机油或更换调整传动链<br>条           |
|                          | 电动机安装松动                | 重新定位固定                      |



## 附录 B

# 电动自行车常见导线名称及颜色



电动自行车电路常见双色线的文字符号由组成双色线的两种颜色的文字符号表示，主色标注在前，辅色标注在后。例如红 / 黄线的文字符号是 R/Y。电动自行车常见导线名称及颜色见表 B。

表 B 电动自行车常见导线名称及颜色

| 相关零部件                | 导线名称               | 导线颜色       |
|----------------------|--------------------|------------|
| 电源                   | 电源正极线              | 红色         |
|                      | 电源负极线              | 黑色         |
| 霍尔线                  | 霍尔电源线              | 红色         |
|                      | 霍尔接地线              | 黑色         |
|                      | 霍尔信号线              | 细黄色、蓝色、绿色  |
| 电动机相线 A、B、C（或 U、V、W） |                    | 粗黄色、蓝色、绿色  |
| 调速转把                 | 电源线                | 红色或黄色      |
|                      | 信号线                | 绿色或白色或蓝色   |
|                      | 接地线                | 灰色或紫色或黑色   |
| 前照灯与开关间线路            |                    | 黄色         |
| 转向灯                  | 闪光器与转向开关线          | 灰色或蓝色 / 黄色 |
|                      | 转向开关至左转向灯线         | 橙色         |
|                      | 转向开关至右转向灯线         | 浅蓝色或蓝色     |
| 喇叭                   | 喇叭按钮与喇叭线           | 浅绿色        |
| 蓄电池                  | 蓄电池接地线             | 黑色         |
|                      | 蓄电池与电源开关线          | 红色 / 白色    |
| 控制器                  | 电源开关与控制器线          | 红色         |
|                      | 控制器接地线             | 黑色         |
|                      | 高低速控制线             | 白色         |
| 制动开关                 | 制动开关与制动灯线          | 黄色 / 绿色    |
| 速度指示灯                | 速度指示灯线             | 黑色 / 白色    |
| 转换器                  | 转换器与信号、照明电路<br>照明线 | 红色 / 绿色    |
| 有刷电动机                | 有刷电动机正极性           | 黄色         |
|                      | 有刷电动机负极线           | 绿色或蓝色      |
| 助力传感器                | 电源线                | 红色         |
|                      | 接地线                | 黄色         |
|                      | 信号线                | 蓝色         |
| 霍尔闸把                 | 电源线                | 黄色         |
|                      | 接地线                | 橙色         |
|                      | 信号线                | 绿色         |

附录 C

# 电解液的密度和配方参阅

电解液的密度和配方见表 C1 和表 C2。

表 C1 电解液密度

| 地区的最低气温 /℃ | 电解液的密度 / ( g/cm <sup>3</sup> ) |           |
|------------|--------------------------------|-----------|
|            | 夏季                             | 冬季        |
| 0 以上       | 1.23~1.24                      | 1.24~1.25 |
| - 15~0     | 1.24~1.25                      | 1.26~1.27 |
| - 15 以下    | 1.26~1.27                      | 1.28~1.29 |

表 C2 电解液中硫酸与蒸馏水的比例

| 电解液密度 /(g/cm <sup>3</sup> ) | 重量百分比 |       | 体积百分比 |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                             | 硫酸    | 蒸馏水   | 硫酸    | 蒸馏水   |
| 1.22                        | 30.8% | 69.2% | 20.6% | 79.4% |
| 1.23                        | 32.0% | 68.0% | 21.6% | 78.4% |
| 1.24                        | 33.2% | 66.8% | 22.6% | 77.4% |
| 1.25                        | 34.4% | 65.6% | 23.6% | 76.4% |
| 1.26                        | 35.6% | 64.4% | 24.6% | 75.4% |
| 1.27                        | 36.8% | 63.2% | 25.6% | 74.4% |
| 1.28                        | 38.0% | 62.2% | 26.6% | 73.4% |
| 1.29                        | 39.1% | 60.9% | 27.6% | 72.4% |

附录 ①

# 电动自行车附属元器件 常见故障查阅

电动自行车附属元器件常见故障

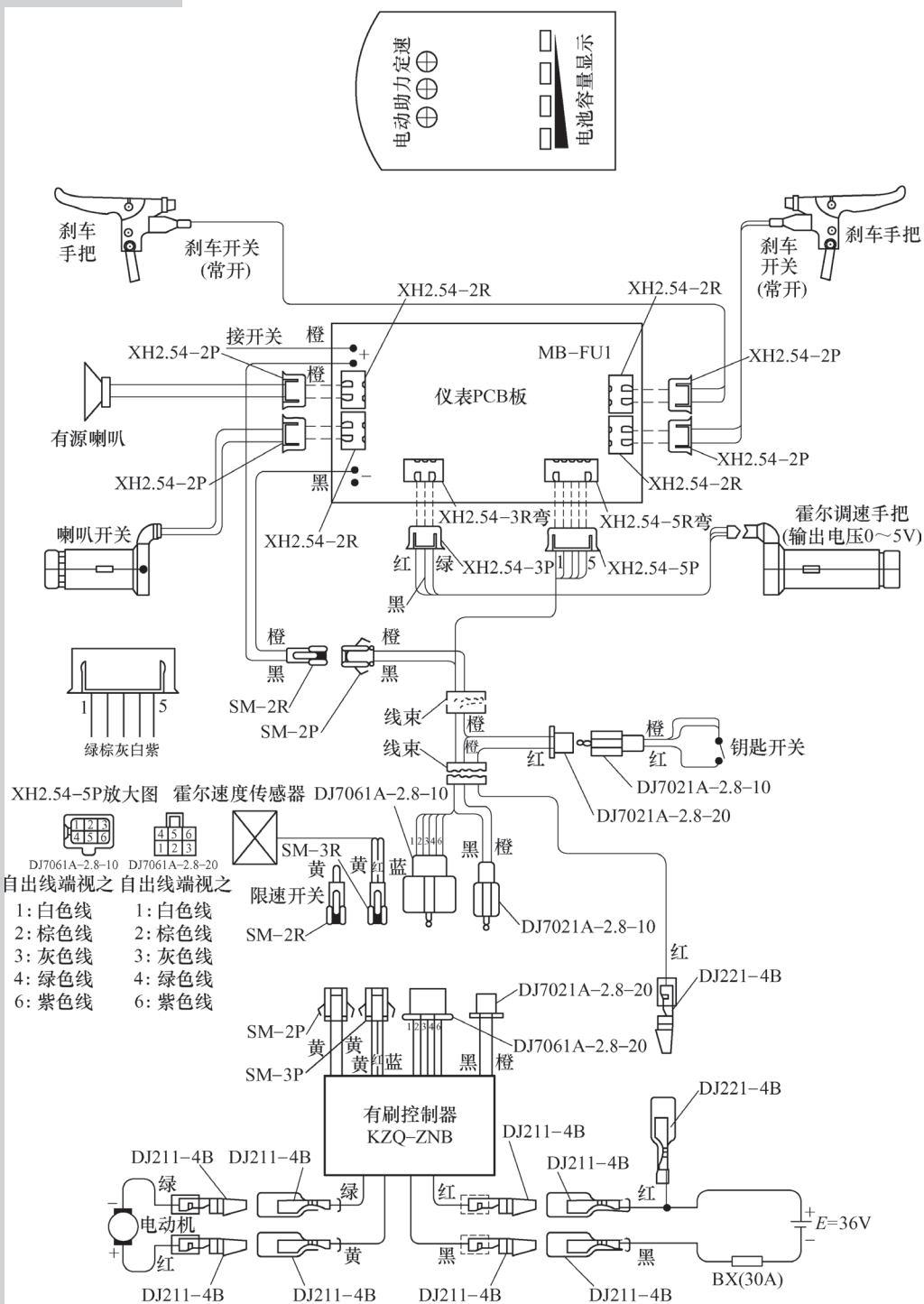
表 D 电动自行车附属元器件常见故障

|       | 故障现象     | 故障原因              |
|-------|----------|-------------------|
| 转向灯电路 | 转向灯全不亮   | 闪光器损坏             |
|       | 单边转向灯不亮  | 转向开关损坏            |
|       | 两边转向灯不闪  | 闪光器损坏或灯泡不匹配       |
|       | 单边转向灯不闪  | 灯泡不匹配或接地不良        |
|       | 单个转向灯不亮  | 灯泡烧毁或灯泡与灯座接触不良    |
|       | 转向灯灯泡易烧坏 | 灯泡不匹配或电路电压过高      |
|       | 转向灯暗淡    | 灯泡不匹配或电压过低        |
| 喇叭    | 喇叭不响     | 喇叭或按钮触点烧损         |
|       | 喇叭声音沙哑   | 电路电压低或喇叭触点损坏      |
| 前大灯   | 前大灯不亮    | 灯泡或大灯开关损坏         |
|       | 前大灯易烧    | 灯泡不匹配或电源电压过高      |
|       | 前大灯暗淡    | 灯泡不匹配或电源电压过低      |
|       | 前大灯不亮    | 灯泡与灯座接触不良、电路或开关损坏 |

附录 E

# 仪表面板外部接线图





## 机械工业出版社相关书目

| 序号 | 书 名                   | 书 号   | 定价   |
|----|-----------------------|-------|------|
| 1  | 电子操作工实践教程             | 24873 | 23   |
| 2  | 图解微波炉原理结构与维修技巧        | 28568 | 26   |
| 3  | 微波炉维修入门精要与速修技巧        | 30220 | 20   |
| 4  | 常用电子仪器仪表的使用与速修技巧（第2版） | 39078 | 38   |
| 5  | 你问我答快学速修全自动洗衣机        | 33084 | 37   |
| 6  | 家装电工上岗技能一本通           | 37966 | 36   |
| 7  | 常用家电维修实用技术（第2版）       | 38572 | 39.9 |
| 8  | 电工安装一本通               | 33192 | 29.8 |
| 9  | 电工维修一本通               | 33191 | 29.8 |
| 10 | 电工仪表一本通               | 31252 | 19.8 |
| 11 | 家庭电工一本通               | 30842 | 23   |
| 12 | 电动自行车维修入门精要与速修技巧（第3版） | 43491 | 28   |

以上图书在全国各地书店均有销售，您也可在金书网（[www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)，电话：010-88379639）联系购书事宜。

# 机械工业出版社编著图书推荐表

|                                     |  |       |            |         |  |       |  |
|-------------------------------------|--|-------|------------|---------|--|-------|--|
| 姓名:                                 |  | 出生年月: |            | 职称/职务:  |  | 专业:   |  |
| 单位:                                 |  |       |            | E-mail: |  |       |  |
| 通讯地址:                               |  |       |            |         |  | 邮政编码: |  |
| 联系电话:                               |  |       | 研究方向及教学科目: |         |  |       |  |
| 个人简历 (毕业院校、专业、从事过的以及正在从事的项目、发表过的论文) |  |       |            |         |  |       |  |
|                                     |  |       |            |         |  |       |  |
| 您近期的写作计划有:                          |  |       |            |         |  |       |  |
|                                     |  |       |            |         |  |       |  |
| 您推荐的国外原版图书有:                        |  |       |            |         |  |       |  |
|                                     |  |       |            |         |  |       |  |
| 您认为目前市场上最缺乏的图书及类型有:                 |  |       |            |         |  |       |  |
|                                     |  |       |            |         |  |       |  |

地址: 北京市西城区百万庄大街 22 号 机械工业出版社 电工电子分社

邮编: 100037 网址: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

联系人: 朱林

联系电话: 13426123992 传真: 010-68326336 邮箱: [zlhfc1980@163.com](mailto:zlhfc1980@163.com)





## 一线师傅手把手教你修丛书

- 一线师傅手把手教你修空调器
- 一线师傅手把手教你修生活小家电
- 一线师傅手把手教你修厨卫小家电
- 一线师傅手把手教你修微波炉
- 一线师傅手把手教你修电磁炉
- 一线师傅手把手教你修全自动洗衣机
- 一线师傅手把手教你修电冰箱
- 一线师傅手把手教你修液晶电视
- 一线师傅手把手教你修电动自行车

地址:北京市百万庄大街22号

邮政编码:100037

电话服务

社服务中心:010-88361066

销售一部:010-88326294

销售二部:010-88379649

读者购书热线:010-88379203

网络服务

教材网: <http://www.cmpedu.com>

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

机工微博: <http://weibo.com/cmp1962>

封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-45108-2

策划编辑◎朱 林/封面设计◎赵颖喆

ISBN 978-7-111-45108-2



9 787111 451082 >

定价: 38.00元