

# 电工电子技能培训 大讲堂


DIANGONG DIANZI JINENG PEIXUN DAJIANGTANG



## 电动自行车维修入门 精要与速修技巧

于天飞 郑亭亭 等编著

第2版

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



电工电子技能培训大讲堂

# 电动自行车维修入门 精要与速修技巧

第2版

于天飞 郑亭亭 等编著



机械工业出版社

本书共分10章,第1章简要介绍了电动自行车的分类、结构组成及使用保养的知识。第2~3章主要介绍电动自行车零部件及电路元器件的识别及检测方法。第4章主要介绍电动自行车的电路图识图以及电动自行车基础单元电路、整车电路、控制器电路、充电器电路等知识。第5章概要介绍电动自行车检修工具的使用及电动自行车检测方法等知识。第6~10章主要对电动自行车整车的常见故障、电动机的常见故障、蓄电池的常见故障、控制器的常见故障及其充电器的常见故障的现象及检修方法做了详细的介绍。

本书行文由浅入深,化繁为简,图文结合,力求突出实用性。希望广大电动自行车维修人员能够通过阅读本书,使修理工作变得简单和轻松。

## 图书在版编目(CIP)数据

电动自行车维修入门精要与速修技巧/于天飞,郑亭亭等编著. —2版. —北京:机械工业出版社,2012.3  
(电工电子技能培训大讲堂)  
ISBN 978-7-111-37073-4

I. ①电… II. ①于…②郑… III. ①电动自行车-维修 IV. ①U484.07

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第005249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  
版式设计:石冉 封面设计:鞠杨  
责任校对:薛娜 责任印制:杨曦  
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷  
2012年3月第2版第1次印刷  
148mm×210mm·7.75印张·228千字  
0001—3000册  
标准书号:ISBN 978-7-111-37073-4  
定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
电话服务 网络服务

社服务中心:(010)88361066 门户网:<http://www.cmpbook.com>  
销售一部:(010)68326294 教材网:<http://www.cmpedu.com>  
销售二部:(010)88379649 封面无防伪标均为盗版  
读者购书热线:(010)88379203

## 出版说明

随着我国经济的飞速发展，工业化与信息化的融合及节能减排等政策的层层推进，为技术创新发展提出了更高的要求；同时，我国还是一个制造业大国，并处在向制造强国转化的过程，在拥有大量劳动者的同时，努力提高劳动者的素质，使其更好地适应技术的发展及社会的需要，不仅可以更好地服务于产业的发展，也是构建和谐社会的基本要素。

电工电子技术渗透于各行各业，吸纳的就业人口众多，向劳动者普及基本知识技能，一直是我们努力的目标。我们在电工电子技术出版领域积累了大量优秀的作者资源，出版了大批优秀的图书，受到了读者的欢迎。

我们针对初学者学习基础比较薄弱、从事的工作对技能要求比较高的特点，将优秀作者和优势作品进行整合及筛选，打造成崭新的强势丛书——《电工电子技术培训大讲堂》系列图书，本系列图书具有内容全面、系统，结构科学、合理，层次丰富、细节突出等优点，可以为学习者提供多种选择的特点，具体内容涵盖了：电工电子基础知识入门、电工技能提高、电子仪器仪表使用、家电维修等。

本系列图书在强大的策划团队努力下，力图做到：1) 理论够用、内容实用，讲解清晰；2) 篇幅适中，便于学习，立竿见影；3) 初级入门为主，多层次扩展，适当向技能提高延伸；4) 体裁形式多样，写作形式多样；5) 适应性强，多行业多领域的电工电子技术学习者都可适用。

本系列图书的出版得到了众多“明星”作者的全力支持，他们在百忙之中为图书内容的撰写、修订及改写付出了大量的精力，查阅了大量的资料，进行了系统化的对比和分析，在此对他们的辛勤劳动表示感谢，希望本系列图书可以为读者提高知识技能、拓宽视野提供一些有益的、具体的帮助。

为了不断丰富和完善《电工电子技术培训大讲堂》系列图书的内容及提高图书的质量，欢迎广大读者提出宝贵意见和建议，及时向出版单位反馈信息。

## 前 言

近年来,电动自行车以其轻便、灵活、机动的特点以及节能、环保、安全可靠的优点,越来越多地走入了人们的生活,成为人们出行代步的重要工具。据一项统计显示,自20世纪80年代以来,我国电动自行车保有量保持快速增长的趋势,到目前为止已达到近2000万辆。如此规模的拥有量,也极大地促进了电动自行车维修行业的蓬勃发展。

与普通自行车单纯的机械系统相比,电动自行车不仅继承了普通自行车机械系统的特点,而且附加了复杂的电气系统。随着科技的发展,越来越多的新技术被应用于电动自行车,使得电动自行车的检修变得更为复杂和困难。然而遗憾的是,与电动自行车新车型、新技术不断出新的现状相比,其相应的维修资料却显得较为匮乏,市面上与电动自行车维修相关的书籍也相对较为理论化,缺乏针对性、实用性和可操作性。

为了更好地帮助广大维修人员,尤其是初学者快速掌握电动自行车维修的要点和技巧、达到即学即用的效果,编者在大量收集电动自行车相关维修资料的基础上,精心编排,尽量采用通俗易懂的语言描述。

本书第1章、第4章由黄军装编写,第2~3章由郑亭亭编写,第5~10章由于天飞编写,全书由于天飞统稿。

本书行文由浅入深,化繁为简,图文结合,希望广大电动自行车维修人员能够通过阅读本书,使修理工作变得简单和轻松。

# 目 录

出版说明

前言

<b>第 1 章 电动自行车的分类、结构组成与使用保养</b> .....	1
1.1 电动自行车的分类 .....	1
1.1.1 按功能款式分类 .....	1
1.1.2 按驱动方式分类 .....	2
1.1.3 按使用的电动机分类 .....	2
1.1.4 按采用的蓄电池分类 .....	3
1.2 电动自行车的结构组成与使用保养 .....	4
1.2.1 结构组成 .....	4
1.2.2 电动自行车的使用及保养 .....	6
<b>第 2 章 电动自行车零部件的识别及判断</b> .....	9
2.1 直流电动机 .....	9
2.1.1 电动机的命名 .....	9
2.1.2 直流电动机的分类 .....	10
2.1.3 直流电动机的结构 .....	10
2.1.4 直流电动机的工作原理 .....	13
2.1.5 直流电动机的连接 .....	15
2.1.6 直流电动机正常与否的判断 .....	21
2.2 蓄电池 .....	21
2.2.1 铅酸蓄电池的外形及结构 .....	21
2.2.2 铅酸蓄电池的工作原理 .....	23
2.2.3 铅酸蓄电池正常与否的判断 .....	25
2.3 控制器 .....	26
2.3.1 控制器的命名及分类 .....	26
2.3.2 控制器的基本功能 .....	27
2.3.3 控制器正常与否的判断 .....	28
2.4 充电器 .....	29



2.4.1	充电器的命名	29
2.4.2	充电器的分类及规格	29
2.4.3	充电器正常与否的判断	30
2.5	转把、闸把和助力传感器	30
2.5.1	转把	30
2.5.2	闸把	30
2.5.3	助力传感器	31
2.5.4	位置传感器	32
2.5.5	飞车保护模块	34
2.6	灯具及仪表	34
2.6.1	灯具	34
2.6.2	仪表	34
<b>第3章</b>	<b>电动自行车元器件的识别及检测</b>	<b>41</b>
3.1	电阻器	41
3.1.1	电阻器的单位表示及命名	41
3.1.2	电阻器的分类	42
3.1.3	电阻器的检测	44
3.2	电容器	46
3.2.1	电容器的单位表示及命名	46
3.2.2	电容器的分类	47
3.2.3	电容器的检测	47
3.3	电感器	48
3.3.1	电感器的单位表示	49
3.3.2	电感器的分类	49
3.3.3	电感器的检测	49
3.4	二极管	50
3.4.1	二极管的表示	50
3.4.2	二极管的分类	50
3.4.3	二极管的检测	51
3.5	晶体管	54
3.5.1	晶体管的表示	54
3.5.2	晶体管的分类	54
3.5.3	晶体管的检测	55



3.6 变压器 .....	57
3.6.1 变压器的电路符号 .....	57
3.6.2 变压器的分类 .....	57
3.6.3 变压器的检测 .....	58
3.7 场效应晶体管 .....	59
3.7.1 场效应晶体管的分类 .....	60
3.7.2 场效应晶体管的识别 .....	60
3.7.3 场效应晶体管的检测 .....	61
3.8 晶闸管 .....	64
3.8.1 晶闸管的分类及识别 .....	64
3.8.2 晶闸管的检测 .....	65
3.9 霍尔组件 .....	67
3.9.1 霍尔组件的构成 .....	67
3.9.2 霍尔组件的分类 .....	68
3.9.3 霍尔组件的检测 .....	68
3.10 互感滤波器 .....	69
3.10.1 互感滤波器的构成 .....	69
3.10.2 互感滤波器的检测 .....	70
3.11 熔断器 .....	70
3.11.1 熔断器的分类 .....	70
3.11.2 熔断器的检测 .....	70
3.12 集成电路 .....	71
3.12.1 集成电路的分类 .....	71
3.12.2 集成电路的识别 .....	71
3.12.3 集成电路的检测 .....	73
3.13 光耦合器 .....	76
3.14 单片机 .....	77
3.15 晶振 .....	78
3.15.1 晶振的功能 .....	78
3.15.2 晶振的检测 .....	78
3.16 LED 数码管 .....	79
3.16.1 LED 数码管的识别 .....	79
3.16.2 LED 数码管的检测 .....	79





<b>第4章 电动自行车的电路图解</b> .....	80
4.1 电动自行车电路图的分类 .....	80
4.1.1 按系统单元划分 .....	80
4.1.2 按图样种类划分 .....	80
4.2 电动自行车电路图形符号及文字符号 .....	83
4.2.1 电动自行车电路符号的分类 .....	83
4.2.2 电气电路图形符号与名称 .....	84
4.2.3 数字电路图形符号与名称 .....	86
4.3 电动自行车基础单元电路图解 .....	87
4.3.1 稳压电源 .....	88
4.3.2 运算放大器 .....	88
4.3.3 电压比较器 .....	90
4.3.4 继电器驱动控制电路 .....	91
4.3.5 续流电路 .....	92
4.3.6 电压采样及电流采样 .....	93
4.3.7 显示电路 .....	94
4.3.8 施密特电路 .....	94
4.3.9 反馈电路 .....	95
4.3.10 脉宽调制 .....	96
4.3.11 三角波形成电路 .....	97
4.3.12 电源滤波电路 .....	97
4.3.13 二极管“或”电路 .....	98
4.4 电动自行车整车电路图解 .....	99
4.4.1 整车电路的构成 .....	99
4.4.2 整车电路的分析 .....	99
4.5 电动自行车控制器电路图解 .....	102
4.5.1 控制器的构成 .....	103
4.5.2 控制器的工作原理 .....	106
4.5.3 控制器的连接 .....	108
4.5.4 控制器的电路图解 .....	110
4.6 电动自行车充电器电路图解 .....	121
4.6.1 充电器的构成及充电模式 .....	121
4.6.2 充电器的工作原理 .....	122
4.6.3 充电器的电路图解 .....	124



<b>第 5 章 电动自行车检修工具、仪器及检修方法</b> .....	134
5.1 电动自行车检修工具及其应用 .....	134
5.1.1 测电笔 .....	134
5.1.2 电工刀 .....	134
5.1.3 螺钉旋具 .....	135
5.1.4 电工钳 .....	135
5.1.5 扳手 .....	136
5.1.6 电烙铁 .....	137
5.1.7 千分尺 .....	138
5.2 电动自行车检修仪器及其应用 .....	139
5.2.1 万用表 .....	139
5.2.2 电子示波器 .....	140
5.2.3 直流稳压电源 .....	141
5.2.4 集成电路检测仪器 .....	142
5.3 电动自行车检修常用的方法 .....	142
5.3.1 询问检查法 .....	142
5.3.2 直观检查法 .....	143
5.3.3 电压测量法 .....	144
5.3.4 电阻测量法 .....	144
5.3.5 温度法 .....	144
5.3.6 代换法 .....	144
5.3.7 开路法 .....	145
5.3.8 短路法 .....	145
<b>第 6 章 电动自行车整车常见故障速修要点与技巧</b> .....	146
6.1 常见整车机械故障的检修要点与技巧 .....	146
6.1.1 车体机械故障的检修思路 .....	146
6.1.2 常见车体机械故障的检修举例 .....	147
6.2 常见整车电路故障的检修要点与技巧 .....	150
6.2.1 整车电路故障的检测 .....	151
6.2.2 整车电路故障的检修思路 .....	154
6.2.3 常见整车电路故障的检修举例 .....	157
<b>第 7 章 电动自行车电动机常见故障速修要点与技巧</b> .....	161
7.1 电动机的检测 .....	161
7.1.1 电动机的一般性检测 .....	161



7.1.2 电动机正常与否的快速检测 .....	161
7.2 电动机故障的检修思路 .....	162
7.2.1 有刷电动机故障的检修思路 .....	162
7.2.2 无刷电动机故障的检修思路 .....	164
7.3 常见电动机故障的检修举例 .....	167
<b>第8章 电动自行车蓄电池常见故障速修要点与技巧 .....</b>	<b>185</b>
8.1 蓄电池的检测 .....	185
8.1.1 蓄电池故障的检测 .....	185
8.1.2 蓄电池故障的简易诊断方法 .....	186
8.2 蓄电池故障的检修思路 .....	186
8.2.1 蓄电池的常见故障表现 .....	186
8.2.2 蓄电池故障的常见原因 .....	187
8.2.3 蓄电池故障的检修方法 .....	187
8.3 常见蓄电池故障的检修举例 .....	187
<b>第9章 电动自行车控制器常见故障速修要点与技巧 .....</b>	<b>205</b>
9.1 控制器的检测 .....	205
9.1.1 有刷控制器的检测 .....	205
9.1.2 无刷控制器的检测 .....	205
9.1.3 无刷控制器故障的快速判断 .....	206
9.2 控制器故障的检修思路 .....	208
9.2.1 控制器故障的特点 .....	208
9.2.2 控制器各功能元器件故障的检修思路 .....	210
9.2.3 控制器各功能电路的检修思路 .....	212
9.3 常见控制器故障的检修举例 .....	213
<b>第10章 电动自行车充电器常见故障速修要点与技巧 .....</b>	<b>222</b>
10.1 充电器的检测 .....	222
10.1.1 充电器的一般检测 .....	222
10.1.2 充电器正常与否的快速检测 .....	225
10.2 充电器故障的检修思路 .....	225
10.2.1 充电器故障的特点 .....	225
10.2.2 充电器故障的快速检修方法 .....	226
10.2.3 充电器故障的检修步骤 .....	228
10.3 常见充电器故障的检修举例 .....	230
<b>参考文献 .....</b>	<b>237</b>

# 第1章 电动自行车的分类、结构组成与使用保养

## 1.1 电动自行车的分类

电动自行车是自行车的延伸产品之一，是以蓄电池作为辅助能源，具有两个车轮，能实现人力骑行、电动或电助骑行的非机动车。由于其外形与摩托车相似，所以又称为蓄电池（俗称电瓶）车、电动摩托车。电动自行车总重量一般应为40~50kg。

电动自行车的分类方式如下。

### 1.1.1 按功能款式分类

电动自行车按功能款式可分为以下几类。

#### 1. 标准型

如图1-1所示，标准型电动自行车就是在普通自行车上加装了电动机、电动机驱动控制器（简称控制器）、蓄电池、转把、闸把等操纵部件和显示仪表系统。

标准型电动自行车成本低、结构简单、操作方便，通常采用36V/10A·h铅酸蓄电池组，续行里程为45~50km。

#### 2. 多功能型

如图1-2所示，多功能型电动自行车一般是在标准型基础上增加

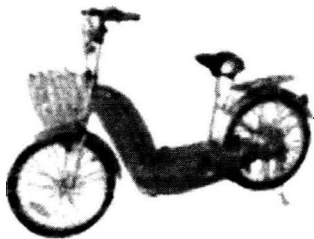


图 1-1 标准型电动自行车的外形



图 1-2 多功能型电动自行车的外形



前叉避振、坐垫避振、前照灯等装置。

多功能型电动自行车较标准型电动自行车功能更全，骑行时较舒适，使用较方便。

### 3. 豪华型

如图 1-3 所示，豪华型电动自行车是在多功能型电动自行车的基础上加装了时速表、里程表、左右转向灯、工具箱等。



图 1-3 豪华型电动自行车的外形

同多功能型电动自行车相比，豪华型电动自行车更美观、舒适。

#### 1.1.2 按驱动方式分类

电动自行车按驱动方式可分为以下几类。

##### 1. 中轴链轮传动型

中轴链轮传动型的电动机安装在电动自行车的中轴上，使电动自行车的重心合理。但中轴链轮传动型要求车架必须精密且传动效率低、机械磨损大，故此类传动方式已基本被淘汰。

##### 2. 摩擦轮传动型

摩擦轮传动型的电动机通过摩擦轮对自行车的后轮轮胎进行摩擦使其转动。摩擦轮传动型电动自行车结构简单、成本低，但安装难度大，且对轮胎的磨损大，而且下雨天容易打滑，故此类传动方式也已被淘汰。

##### 3. 轮毂传动型

轮毂传动型的电动机安装在车轮后轴的轮毂内，这种轮毂的形状与摩托车形状相似，与后轮的钢圈相连，因此电动机可直接驱动后轮。由于这种传动方式简化了整车的结构，效率高，重量轻，故目前大部分电动自行车都采用该传动方式。

#### 1.1.3 按使用的电动机分类

电动自行车按使用的电动机可分为以下几类。

##### 1. 有刷有齿电动机型

有刷有齿电动机是一种高速电动机，通过齿轮减速机构，将电动



机转速调低（因国标规定电动自行车时速不得超过 20km/h，所以电动机转速应在 200r/min 左右）。由于是高速电动机通过齿轮减速，所以这种电动自行车在起动时骑行者感觉动力强劲，而且爬坡能力较强，电动机效率较高，控制系统电子线路简单。不过由于其电动轮毂是封闭的，用户很难进行日常保养，有齿轮的机械磨损，需到期更换电刷，若润滑不足会导致齿轮磨损加剧，使噪声增大、工作电流增大，影响电动机和电池寿命。

### 2. 无刷无齿电动机型

无刷无齿电动机是一种低速大力矩电动机，无刷电动机由于没有电刷，其最大优点是从根本上消除了电刷磨损，没有传动齿轮，避免了机械磨损，运行中几乎没有噪声。但无刷电动机起动电流冲击较大，控制系统结构复杂，制造成本较高。

### 3. 有刷无齿电动机型

有刷无齿电动机是一种低速电动机，没有齿轮减速机构，其动力性能和爬坡能力相对弱一些，适合于道路平坦负荷小的工作状况下使用。但运行安全（冲击力小），电刷磨损少（其低速特性决定了电刷磨损只有有刷有齿电动机的 1/16 左右），噪声少（因无齿轮减速装置），电动机制造成本较低等。

### 4. 无刷有齿电动机型

无刷有齿电动机也叫无刷高速电动机，它属于内转子电动机，目前不常用。

#### 1.1.4 按采用的蓄电池分类

电动自行车按采用的蓄电池可以分类以下几类。

##### 1. 锂离子蓄电池型

锂离子蓄电池具有寿命长、重量轻、工作电压高等优点，但其缺点是价格高、怕高温、有记忆效应、不能快速充电等，因此尚未大范围普及。

##### 2. 铅酸蓄电池型

铅酸蓄电池是密封免维护铅酸蓄电池的简称。它是由浮充类型电池发展而来的，不仅具有充电快和允许大电流放电的特点，而且具有无记忆、价格低廉、性能稳定、废品回收率高等优点，因此国内的电



动自行车大多采用此类蓄电池。

### 3. 镍氢蓄电池型

和铅酸蓄电池相比，它的重量轻、寿命长；和镍镉蓄电池相比，它的续行里程长、没有记忆效应，但价格较高。因此，目前国内电动自行车很少采用此类蓄电池。

### 4. 镍镉蓄电池型

和铅酸蓄电池相比，它的重量轻、寿命长，但续行里程短、有记忆效应。因此国内电动自行车几乎不采用此类蓄电池。

## 1.2 电动自行车的结构组成与使用保养

电动自行车虽然具有普通自行车的外形特征（甚至具有摩托车的外形特征），但更主要的是，它是在普通自行车的基础上加装了电动机、控制器、蓄电池、转把、闸把等操纵部件和显示仪表系统的、机电一体化的个人交通工具。

如图 1-4 所示，电动自行车由以下几部分组成。

### 1.2.1 结构组成

#### 1. 车体部分

车体部分主要由车架、前叉（前减振器）、前后轮、坐垫等组成。

车体部分的作用是使电动自行车构成一个整体，支撑全车的总重量，将传动部分传递的扭矩转换成驱使电动自行车行驶的牵引力，同时承受吸收和传递路面作用于车轮上的各种反作用力，确保电动自行车正常、安全行驶。

#### 2. 动力部分

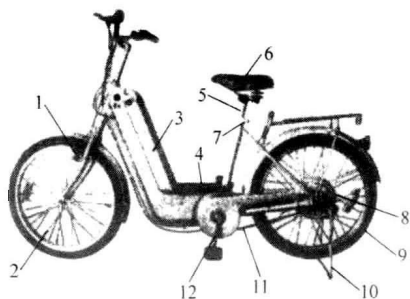
动力部分通常由蓄电池和电动机构成，是电动自行车的动力来源。

##### (1) 蓄电池

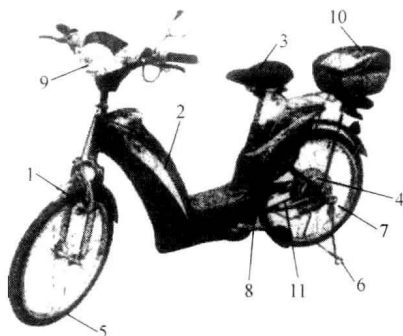
蓄电池是提供电动自行车能量的随车能源。目前电动自行车主要采用铅酸蓄电池组合，另外镍氢蓄电池与锂离子蓄电池也已经开始在一些轻便折叠电动车上使用了。

##### (2) 电动机

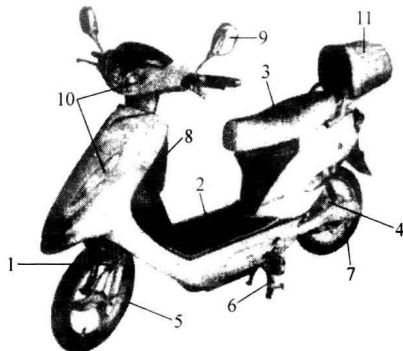
电动机是将电池电能转换成机械能以驱动车轮旋转的部件。



- 1—前闸 2—轮辋 3—电池盒 4—控制器(盖板内)  
 5—鞍管 6—鞍座 7—鞍管螺栓 8—电动机  
 9—内外胎 10—支架 11—链条 12—链轮曲柄



- 1—前闸 2—电池盒 3—鞍座 4—电动机  
 5—内外胎 6—支架 7—轮辋 8—链条曲柄  
 9—大灯 10—后货箱 11—链条



- 1—前闸 2—电池盒 3—鞍座 4—电动机  
 5—内外胎 6—支架 7—轮辋 8—前箱  
 9—后视镜 10—大灯及转向灯 11—后物箱

图 1-4 电动自行车结构示意图





### 3. 控制器

控制器是控制电动机转速的部件，也是电动车电气系统的核心，具有欠电压、限流或过电流保护功能。智能型控制器还具有多种骑行模式和整车电气部件自检功能。控制器是电动车能量管理与各种控制信号处理的核心部件。

### 4. 操纵部分

操纵部分主要由转把、闸把、助力传感器等组成。它们是控制器的信号输入部件。

#### (1) 转把

转把信号是电动车速度控制信号。

#### (2) 闸把

闸把信号是当电动车制动时，闸把内部电子电路输出给控制器的一个电信号。控制器接收到这个信号后，就会切断对电动机的供电，从而实现制动断电功能。

#### (3) 助力传感器

助力传感器是当电动车处于助力状态时，检测骑行脚蹬力矩或脚蹬速度信号的装置。控制器根据助力传感器信号的大小，分配给电动机不同的电驱动功率，以达到人力与电力自动匹配，共同驱动车轮旋转。

### 5. 灯具仪表部分

灯具仪表部分是提供照明并指示电动车状态的部分组合。

仪表一般提供电池电压显示、整车速度显示、骑行状态显示、灯具状态显示等。智能型仪表还能显示整车各电气部分的故障情况。

### 6. 充电器

充电器是给电池补充电能的设备，它将市电交流电转换成直流电并存储到蓄电池内部。

#### 1.2.2 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。