双色印刷

图解

TUJIE DIANDONG ZIXINGCHE WEIXIU YIBENTONG

电动自行车维修一本通

林传洪◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

需要全本请访问www.ertongbook.com

图解电动自行车维修

一本通

主编　林传洪



机 械 工 业 出 版 社

本书从基础知识讲起，通过大量的故障排除实例，以图解的方式清晰地再现了电动自行车常见故障的排除过程。本书的主要内容包括：电动自行车基础知识、电动自行车检修基础、电动机的检修及故障排除实例、控制器的检修及故障排除实例、蓄电池的检修及故障排除实例、充电器的检修及故障排除实例、其他电气故障排除实例。

本书内容丰富、图文并茂、通俗易懂，具有较强的实用性和可操作性，适合电动自行车维修从业者使用，也可作为相关职业培训学校的培训教材和新农村农民职业培训用书。

图书在版编目（CIP）数据

图解电动自行车维修一本通/林传洪主编. —北京：机械工业出版社，2014.9（2016.11重印）

ISBN 978-7-111-47578-1

Ⅰ.①图… Ⅱ.①林… Ⅲ.①电动自行车－维修－图解 Ⅳ.①U484.07-64

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第180005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：陈玉芝 责任编辑：陈玉芝 王华庆

版式设计：霍永明 责任校对：闫玥红

封面设计：陈 沛 责任印制：李 洋

保定市中画美凯印刷有限公司印刷

2016年11月第1版第3次印刷

169mm×239mm·15.25印张·329千字

4501—6000册

标准书号：ISBN 978-7-111-47578-1

定价：39.80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

服务咨询热线：010-88361066 机 工 官 网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294 机 工 官 博：weibo.com/cmp1952

010-88379203 金 书 网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版 教育服务网：www.cmpedu.com

前言 Preface

电动自行车作为一种新型、绿色、环保、节能的交通工具，社会保有量已接近2亿辆，相关维修网点也已经遍布全国城乡。为帮助广大电动自行车维修人员快速入门和提升维修技能，我们组织了长期工作在电动自行车维修和教学一线的专家编写了本书。

本书从电动自行车维修实际出发，紧紧围绕电动自行车维修一线所需的理论知识与操作技能，对电动自行车基础知识以及电动机、控制器、蓄电池、充电器和电器附件的维修技能进行了详细介绍。本书具有以下特点：

(1) 从基础知识讲起，易于上手　本书从基础的电子元器件讲起，详细地介绍了电动自行车各个零部件的检测方法及性能判断标准，可使读者快速上手。

(2) 以图解的方式讲操作，步骤清晰　本书依托专业的电动自行车维修人员，一步步地用图展示操作方法，清晰地再现故障的整个排除过程，可使读者轻松地看着学、照着练。

(3) 收纳经典维修案例，结合实际　本书通过大量的维修案例，对典型的电动自行车故障排除方法进行讲解，可使读者通过这些案例做到举一反三，达到触类旁通、事半功倍的效果。

(4) 采用平实、简练的叙述方式，易学易懂　本书在语言表达上力求简明扼要，没有过于追求理论知识的深度，以使具有初中文化程度的读者就能读懂学会，稍加训练就可掌握基本操作技能。

本书由林传洪任主编，张东升、王伟齐、于建成、张磊、郑玉贵参加编写。

在本书的编写过程中，我们参考了相关文献资料，在此向这些文献资料的作者表示衷心的感谢！

虽然我们已经尽了最大的努力，但是书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编　者

目录 Contents

前言

第 1 章　电动自行车基础知识 …… 1

1.1　电动自行车的结构与组成 …… 1
1.1.1　典型电动自行车的组成及主要作用 …… 1
1.1.2　电动自行车的分类 …… 3
1.2　电动自行车的主要技术性能 …… 5
1.2.1　电动自行车的主要性能指标 …… 5
1.2.2　电动自行车型号的编制 …… 6
1.3　电动自行车的选购与保养 …… 6
1.3.1　电动自行车的选购六看 …… 6
1.3.2　电动自行车日常使用及保养 …… 7

第 2 章　电动自行车检修基础 …… 9

2.1　检修工具的使用 …… 9
2.1.1　通用检修工具 …… 9
2.1.2　前、后减振器拆卸夹具 …… 10
2.1.3　电烙铁及焊接辅助工具 …… 12
2.1.4　万用表 …… 13
2.1.5　钳形电流表 …… 21
2.1.6　蓄电池修复仪 …… 21
2.1.7　蓄电池放电仪 …… 22
2.2　元器件的识别、检修及代换 …… 23
2.2.1　电阻器 …… 23
2.2.2　电容器 …… 28
2.2.3　电感器 …… 30
2.2.4　熔断器 …… 31
2.2.5　二极管 …… 32
2.2.6　晶体管 …… 34
2.2.7　变压器 …… 38
2.2.8　晶闸管 …… 39

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目录 Contents

2.2.9 霍尔组件 …… 41
2.2.10 集成电路 …… 43

第 3 章 电动机的检修及故障排除实例 …… 47

3.1 电动机基础知识 …… 47
3.1.1 电动机的分类及组成 …… 47
3.1.2 电动机的工作原理 …… 49
3.1.3 电动机型号的识别 …… 50
3.2 识别电动自行车使用的电动机 …… 51
3.2.1 电动机的连接 …… 51
3.2.2 无刷电动机的拆装及检测 …… 52
3.2.3 霍尔元件的检测及更换 …… 68
3.2.4 有刷电动机的拆装及检测 …… 76
3.3 电动机故障排除流程 …… 87
3.3.1 有刷电动机故障排除流程 …… 87
3.3.2 无刷电动机故障排除流程 …… 95
3.4 电动机故障排除实例 …… 104
3.4.1 有刷电动机故障排除实例 …… 104
3.4.2 无刷电动机故障排除实例 …… 112

第 4 章 控制器的检修及故障排除实例 …… 122

4.1 控制器基础知识 …… 122
4.1.1 控制器的分类 …… 122
4.1.2 控制器的结构及工作原理 …… 125
4.1.3 控制器附件 …… 128
4.2 识别电动自行车控制器 …… 130
4.2.1 控制器的连接及拆装 …… 130
4.2.2 控制器及其附件的故障检测 …… 135
4.3 控制器故障排除流程 …… 141
4.3.1 有刷直流电动机控制器故障排除流程 …… 141
4.3.2 无刷直流电动机控制器故障排除流程 …… 145
4.4 控制器故障排除实例 …… 149

目录 Contents

4.4.1 无刷直流电动机控制器故障排除实例 …… 149
4.4.2 有刷直流电动机控制器故障排除实例 …… 160

第 5 章 蓄电池的检修及故障排除实例 …… 167

5.1 蓄电池基础知识 …… 167
5.1.1 蓄电池的组成及分类 …… 167
5.1.2 蓄电池的工作原理 …… 170
5.2 蓄电池的检测及修复 …… 171
5.2.1 蓄电池的拆解 …… 171
5.2.2 蓄电池的常规检测及加液 …… 171
5.2.3 蓄电池可修复性故障的判别 …… 175
5.2.4 蓄电池的检测 …… 177
5.2.5 蓄电池的组配 …… 180
5.2.6 单体蓄电池的修复程序 …… 181
5.3 蓄电池故障排除流程 …… 185
5.3.1 蓄电池充电不正常 …… 185
5.3.2 蓄电池不存电或存电时间过短 …… 186
5.3.3 蓄电池发热 …… 186
5.3.4 蓄电池电解液消耗过快 …… 187
5.4 蓄电池故障排除实例 …… 188
5.4.1 电动自行车在蓄电池充足电后行驶里程比以前严重缩减 …… 188
5.4.2 蓄电池电量消耗过快 …… 190
5.4.3 蓄电池严重变形 …… 191
5.4.4 蓄电池在充电过程中严重发热 …… 191
5.4.5 蓄电池的电解液结冰 …… 194
5.4.6 续行里程严重缩减 …… 194
5.4.7 搭载新蓄电池的电动自行车行驶里程严重减少 …… 195

第 6 章 充电器的检修及故障排除实例 …… 197

6.1 充电器基础知识 …… 197
6.1.1 充电器的组成及分类 …… 197

目录 Contents

6.1.2 充电器的工作原理 …… 197
6.2 充电器故障排除流程 …… 201
6.2.1 充电器无输出电压 …… 201
6.2.2 充电器充不足电 …… 202
6.2.3 充电初期橙色充电指示灯亮 …… 203
6.3 充电器故障排除实例 …… 203
6.3.1 充电器不能充电且指示灯不亮 …… 203
6.3.2 充电器不能充电且指示灯闪烁 …… 205
6.3.3 充电器不能正常充电且指示灯忽亮忽灭 …… 206
6.3.4 充电器长时间充电且指示灯不变 …… 207
6.3.5 充电器通电即烧熔断器 …… 208
6.3.6 充电器的输出电压偏高 …… 210
6.3.7 充电器无电压输出且指示灯不亮 …… 212
6.3.8 充电器黄色指示灯亮但不能正常充电 …… 213

第 7 章 其他电气故障排除实例 …… 217

7.1 显示仪表的检测 …… 217
7.1.1 显示仪表的分类与工作原理 …… 217
7.1.2 显示仪表的拆装与更换 …… 218
7.2 电器附件的检测 …… 219
7.2.1 前照灯的在路检测 …… 219
7.2.2 喇叭电路的检测 …… 220
7.2.3 转向灯开关和变光开关的检测 …… 222
7.3 电器附件故障排除实例 …… 226
7.3.1 前照灯不亮 …… 226
7.3.2 喇叭或蜂鸣器不响 …… 228
7.3.3 显示仪表的检修 …… 228

附录 A 电动自行车常见导线名称及颜色 …… 231

附录 B 电解液的密度和配比 …… 233

参考文献 …… 234

第1章 电动自行车基础知识

1.1 电动自行车的结构与组成

1.1.1 典型电动自行车的组成及主要作用

电动自行车可以简单地理解为在普通自行车上增加了驱动部件。从这个角度可以将其分为机械和电气两大部分。

机械部分由车架、前轮、后轮、前叉、车座、链条、脚踏板等组成，而电气部分由电动机、控制器、蓄电池、仪表、前照灯、尾灯等构成，如图 1-1 所示。

电气部分主要部件的作用如下：

1. “四大件”

“四大件”包括蓄电池、控制器、电动机、充电器。蓄电池是电动自行车的能源中心，它为整车电气系统供电；充电器是给蓄电池充电的设备，它将交流电转换成直流电并储存到蓄电池内部；控制器控制蓄电池输出电流大小，实现驱动电动机旋转并控制转速的目的；电动机是将电能转换为机械能的设备，通过它带动车轮旋转。

2. 转把、闸把、助力传感器

转把、闸把、助力传感器是为控制器提供控制信号的操作部件。

（1）转把　转把输出的控制信号是速度调整信号。当骑行者旋转转把时，输出不同的调速信号，使控制器为电动机提供的驱动电流发生变化，从而改变电动机产生的旋转磁场的大小，进而改变电动机的转速，实现车速的调整。

（2）闸把　闸把输出的控制信号是制动信号。当骑行者需要制动时，闸把给控制器一个控制信号，被控制器处理后不再向电动机提供驱动电流，电动机停转，实现制动断电控制功能。

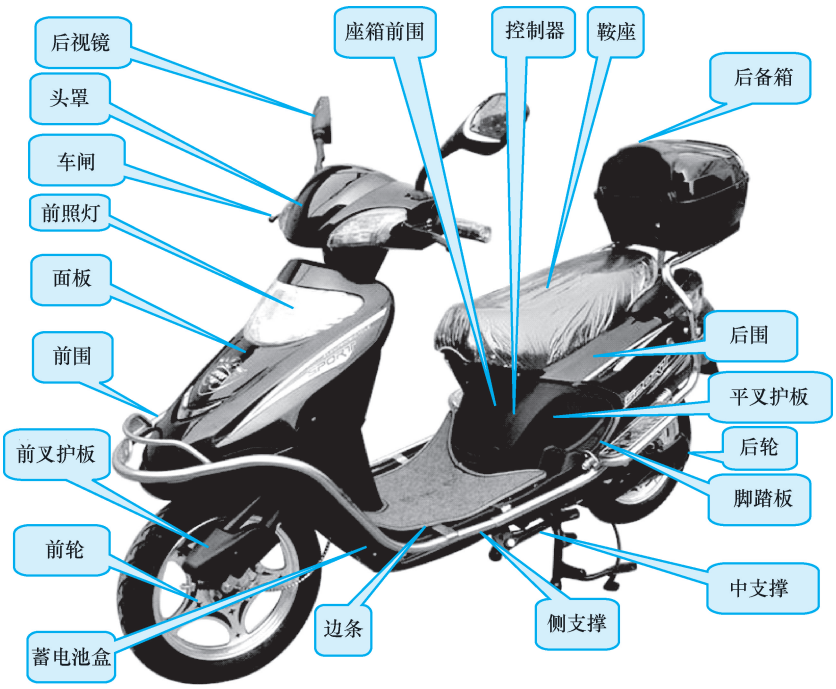


图 1-1　电动自行车的组成

注 意：

使用转把和闸把时不要用力过大，以免将其损坏。

（3）助力传感器　助力传感器是当电动自行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相应的驱动电流，以实现人力与电力共同驱动自行车行走的目的。

3. 灯具、仪表

灯具、仪表部分是提供照明并提示电动自行车状态的部件组合。仪表一般提供蓄电池能量（电压）显示、车速显示、骑行状态显示、灯具状态显示等功能。智能型仪表还能显示整车各电气部件的故障情况。仪表显示项目及功能见表 1-1。

表 1-1　仪表显示项目及功能

项　　目	功　　能
电源指示	整车电源接通指示
蓄电池电压	蓄电池电压指示
欠电压指示	蓄电池达到终止电压指示
过电流指示	电动机超过允许最大连续工作电流指示

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（续）

项　目	功　能
电动机电流	电动机运行电流大小指示
骑行状态	智能电动自行车“1:1 助力”“电动”“定速”骑行状态指示
行驶速度	行驶车速（km/h）指示
灯具指示	前照灯、转向灯、制动灯工作状态指示
累计里程	电动自行车累计行驶千米数指示
本次里程	本次通电行驶的千米数指示
行驶时间	本次通电行驶的时间（时、分、秒）指示
当前温度	当前环境温度指示

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

按照功能款式可将电动自行车分为简易型和豪华型两种。

（1）简易型　外形像自行车，如图 1-2 所示。它只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（见图 1-3），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。蓄电池大多在脚踏板位置。



图 1-2　简易型电动自行车



图 1-3　豪华型电动自行车

2. 按照骑行的方式分类

按照骑行方式可将电动自行车分为电动自动型和助力型两种。

1）电动自动型在骑行时不需要用力，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。利用转把控制速度，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，骑行时用力踏车，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速度行驶。

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，而永磁电动机又可按以下三种方法分类：

（1）按照电动机的通电形式分类　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，实现电动机内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 从相位角上可分为60°和120°相位角的无刷电动机。

② 按速度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可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时，不能实现零速度起动，骑行时，必须先用人力将车发动起来，等电动机具有一定的转速以后，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。采用这种电动机的电动自行车已逐渐被淘汰。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。当有刷电动机旋转时，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分类　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；无齿电动机转矩的输出不经过任何减速。

（3）按照电动机的转速分类　可分为低速有刷电动机、低速无刷电动机、高速有刷电动机和高速无刷电动机四种。

注 意：

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；低速无刷电动机不是通过电刷换向，而是使用三个霍尔元件来实现电子换向。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

电动自行车作为一种电动方式的助力车，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。

电动自行车的安全性能标准主要包括以下几点：

1. 最高车速不超过 20km/h

电动自行车的最高车速按规定为 20km/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，缩短电动自行车的使用寿命，甚至给用户带来伤害。

2. 要防止“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几十安培，车辆无法停止，强制制动在短时间内也无法使熔断器断开，这种情况俗称“飞车”。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。

要防止“飞车”，首先要在设计上大大强化安全理念，同时必须选择优质关键元器件；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：

1）电动自行车某些部件接触电阻过大，致使接触不良的部位在行车过程中因通过的电流过大而急剧发热，导致电动自行车“自燃”。

2）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断器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承受着很大的冲击，特别是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薄弱等，则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。

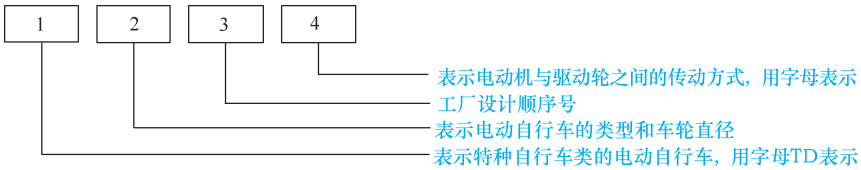
5. 制动性要好

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。

1.2.2 电动自行车型号的编制

电动自行车的型号一般由四部分组成，各部分的含义如下：



其中，电动自行车类型、车轮直径和代号的含义见表1-2。

表1-2 电动自行车类型、车轮直径和代号的含义

类型 \ 车轮直径/mm(in)	710（28）	660（26）	610（24）	560（22）	510（20）	455（18）	405（16）
男式	A	E	G	K	M	O	Q
女式	B	F	H	L	N	P	R

男式自行车是指车架上管与中立管的中心线交点至中接头中心的距离大于或等于中立管高度2/3的自行车；女式自行车是指车架上管与中立管的中心线交点至中接头中心的距离小于中立管高度2/3的自行车。

传动方式代号：轴传动代号为Z，链传动代号为L，带传动代号为P，摩擦传动代号为M，其他传动代号为Q。目前，电动自行车广泛采用轴传动方式。例如，TDL01Z型电动自行车是指车轮直径为560mm的轴传动式女式电动自行车。

1.3 电动自行车的选购与保养

1.3.1 电动自行车的选购六看

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，并且不同品牌、不同型号的电动自行车存在鱼目混珠、质量参差不齐的现象，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厂家的产品。

2. 看车型

看哪一款式适合自己骑行，一般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，下一步就要看机械结构的装配情况了，如车辆整体是否左右对称，

传动部件能否轻松灵活地运转，螺母等紧固件是否紧固等。

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，制动时能否自动断电等。

5. 看重量

由于锂离子蓄电池较轻，因此没有合适场所存车的骑行者应该考虑购买配装锂离子蓄电池的电动自行车，而存车方便的骑行者可考虑购买配装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，看说明书时应重点了解几项重要参数，即蓄电池的实际容量、放电时率、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 电动自行车日常使用及保养

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，但也有很大的不同。下面就正确使用和保养电动自行车做几点详细说明。

1. 使用前的检查

在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）蓄电池盒的插座、充电器的插头是否松动，蓄电池盒是否锁好，喇叭及灯光开关是否有效，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，最理想的骑行方法是人助车动、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，且易损坏蓄电池，因此应先用脚踏骑行，然后再电动，到一定速度再电力加速，切忌原地加速；上坡、负重或逆风行驶时，应人力电力联动，这样可以避免蓄电池超大电流放电，提高一次充电行驶里程，有利于延长蓄电池寿命。

冬天骑行时，因为低温使蓄电池组的容量下降，放电深度加大，续行里程将缩短，所以应尽量采用脚蹬助力，这样既可锻炼身体，又有利于延长蓄电池的使用寿命。

电动自行车的标准载重为 80kg，所以除掉骑行者的重量，应避免携带过重的物体。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蓄电池的寿命与用户的日常使用维护有很大的关系。一般来说，给蓄电池充电时要注意以下几点：

1）放电深度越小，蓄电池的使用寿命就越长，平时应养成随用随充的良好习惯，

使蓄电池保持丰电状态。

2）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）因为大电流放电对蓄电池有一定的损害，所以在起步、上坡、负重、逆风时要用脚蹬加以助力。

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

4. 培养良好的回把习惯

电动自行车的转把有时不能完全回位，要养成加速完成后立即将转把推回原位的好习惯。这是因为制动时，电动机的电源立即被切断，但当放开闸把时，如果转把还在加速位置，电动机会立即得到电流而旋转，这样不利于安全。

5. 注意车体的保养

电动自行车虽然有良好的防雨性能，但仍需避免直接日晒和雨淋，防止车体或转动部件锈蚀。在雨季使用或经过水潭、积水路段时，水位不能高于轮毂轴中心线，以防止电动机进水。

6. 注意骑行时的安全

电动自行车的座位高度以骑行者两脚可以到地为准，以保证安全。

需要全本请访问 www.ertongbook.com