



电动自行车 充电器 选用与维修

李少先 潘雪松 杨国治 编著

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

目录 (CIP) 目次

电动自行车充电器选用与维修

李少先 潘雪松 杨国治 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

电动自行车充电器选用与维修 / 李少先, 潘雪松, 杨国治编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008. 3

ISBN 978-7-115-17237-2

I. 电… II. ①李…②潘…③杨 III. ①电动自行车—充电器—选择②电动自行车—充电器—维修 IV. U484

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 180863 号

电动自行车充电器选用与维修

-
- ◆ 编 著 李少先 潘雪松 杨国治
责任编辑 张 鹏
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 850×1168 1/32
印张: 4.25 插页: 5
字数: 108 千字 2008 年 3 月第 1 版
印数: 1—6 000 册 2008 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17237-2/U

定价: 14.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

内 容 提 要

本书主要介绍电动自行车充电器的工作原理、选用与维护知识、故障分析方法和维修实例。本书语言通俗易懂,具有较强的实用性和可操作性,可供电动自行车用户和维修人员阅读,也可作为电动自行车维修培训班的辅助教材。

本书共分五章。第一章介绍电动自行车充电器的工作原理、选用与维护知识;第二章介绍电动自行车充电器的工作原理、选用与维护知识;第三章介绍电动自行车充电器的工作原理、选用与维护知识;第四章介绍电动自行车充电器的工作原理、选用与维护知识;第五章介绍电动自行车充电器的工作原理、选用与维护知识。

附录

前 言

电动自行车是集蓄电池技术、电动机技术、电子电力控制技术和精密传动技术于一体的新型特种自行车，因其具有无污染、低噪声、低能耗、占道少、方便快捷等特点而成为国际上流行和大力推广的绿色私人交通工具，并进入我国的千家万户，深受百姓的青睐。

电动自行车的充电器作为给蓄电池补充能量的装置，是电动自行车的四大部件之一。由于电动自行车所用的蓄电池组容量大、电压高，使用的充电器采用集成电路控制，复杂程度高，给维修人员的维修工作带来很多困难，因此，我们编写了《电动自行车充电器选用与维修》一书。

本书在简单介绍电动自行车充电相关知识的基础上，重点阐述电动自行车充电器的选用、维护与检修方法。通过阅读本书，读者可以系统全面地了解电动自行车充电器的相关知识，掌握电动自行车充电器的正确选用方法以及故障诊断与维修技能。

本书编写过程中主要依据个人实践经验和体会，并参阅了部分书籍资料，在此特向相关作者表示衷心的感谢。由于时间仓促，加之编写水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

第一章 电动自行车充电器原理	1
第一节 电动自行车的蓄电池及充电	1
第二节 充电器的功能和特性	4
一、充电器的基本功能	4
二、充电器的基本特性	4
第三节 充电基础知识和蓄电池的充电方式	5
一、充电基础知识	5
1. 整流	5
2. 滤波	6
3. 稳压	7
4. 充电状态显示	10
二、蓄电池的充电方式	10
1. 恒流充电法	11
2. 准恒流充电法	12
3. 恒压充电法	12
4. 浮充法	13
5. 涓充法	13
6. 分阶段充电法	14
7. 快速充电法	15
第四节 充电器的基本结构和工作原理	17
一、充电器的分类和结构	17
1. 充电器的种类和外形	17
2. 充电器的结构	19
二、充电器的基本工作原理	20

第五节 充电电路简介	20
1. 恒流、保护和自动停充充电器电路	21
2. 电流可调、自动关断及保护充电器电路	22
3. 铅酸蓄电池、镍系列蓄电池充电电路	24
4. 脉冲反脉冲充电电路	25
5. 集成电路控制的充电器电路	26
6. 阀控密封铅酸蓄电池充电器电路	29
7. 简易的镉镍电池自动充电电路	32
8. 高性价比的镉镍电池充电器电路	33
9. 镍氢电池充电器电路	36
10. 锂离子电池充电器电路	42
11. 脉冲式自动充电电路	46
12. 开关电源式恒流充电电路	49
第六节 电动自行车充电电路简介	51
1. 高效率电流可调铅酸蓄电池充电电路	51
2. 分立元件组成的全自动免调充电电路	55
3. 常用电动自行车蓄电池充电电路	57
第二章 电动自行车充电器选用	59
第一节 充电器的选择	59
一、选择电动自行车蓄电池充电器的原则	59
二、对电动自行车充电器的要求	60
第二节 充电器的正确使用	62
1. 充电方法	62
2. 充电步骤	63
3. 充电注意事项	63
4. 使用充电器充电时的有关知识	65
第三节 充电器的检查和维护	74
1. 充电器的检查	74

2. 充电器的维护	76
第三章 电动自行车充电器故障检修	77
第一节 充电器故障的检修原则与快速检修法	77
一、充电器故障的检修原则	77
二、充电器故障快速检修方法	78
第二节 充电器的故障现象与原因	80
一、电动自行车充电器故障的分类	80
二、绘制充电器电路图	81
三、充电器常见故障及排除方法	82
1. 保险丝管熔断	82
2. 无直流电压输出	83
3. 负载能力差	83
4. 充电器没有电流输出或整流不稳定	84
5. 充电器的红、绿指示灯均不亮	84
6. 充电器插上电源, 红、绿指示灯一亮即熄灭	85
7. 充电器的红、绿指示灯均亮, 但充电器无电流输出或输出电流在 0.1A 以下	85
8. 充电器电源指示灯亮, 充电指示灯为橙色	86
9. 充电器发热, 乃至有外壳烧坏变形现象	87
10. 充电器输出电压偏高(大于 45V)	87
11. 充电器印制电路板输出部分铜箔烧断	87
四、排除充电器故障时的注意事项	88
第三节 电动自行车充电器故障检修实例	88
第四节 检修中元器件的代换	125
1. 充电器的代换	125
2. 损坏元器件的代换原则	127

第一章 电动自行车充电器原理

第一节 电动自行车的蓄电池及充电

电动自行车由于动力源为蓄电池，无污染、低噪声、低能耗、占道少、方便快捷而成为国际上流行和大力推广的绿色交通工具，受到广大使用者的青睐。

作为动力源的蓄电池，在使用过程中其能量是逐渐被消耗减少的。为确保电动自行车有足够的功率正常行驶，就必须对蓄电池消耗减少的电能进行有效的补充。因此，充电器是电动自行车四大核心部件之一，它的质量好坏将直接影响蓄电池的使用寿命。

蓄电池是一种化学能电源，是通过能量转换，即在氧化还原的电化学过程中将化学能转化为电能的器件。蓄电池分一次性应用蓄电池和二次蓄电池。二次蓄电池又称可充电蓄电池，是能多次反复使用的蓄电池，是电动自行车的动力源。

阀控式密封免维护铅酸蓄电池的特点是：价格低廉；放电倍率高，可达 3 ~ 5 倍率甚至 9 ~ 10 倍率放电；适宜的使用温度在 $-40 \sim +60^{\circ}\text{C}$ ；电能效率达 60%；无记忆效应。双极性铅酸蓄电池性能更为优越：能量高、成本最低、寿命最长可达 10 年、容量为普通铅酸蓄电池的两倍，还具有安全、不漏液、无污染、可回收、免维护和使用方便等优点。因此，铅酸蓄电池是目前电动自行车的主导电源，占电动自行车蓄电池的 95% 以上。

铅酸蓄电池主要由正极、负极和电解质构成。二次蓄电池工作时，在正极板上生成二氧化铅，在负极板上生成海绵状铅，在电解

液作用下，正极和负极发生的反应均为可逆反应。因此，二次蓄电池使用后，可用充电器对其进行充电，使蓄电池两个电极的活性物质恢复到初态，致使蓄电池具有再次放电的能量。故二次蓄电池的重要特性是能反复充放电。

当对二次蓄电池进行充电时，是电能转变为化学能储存在蓄电池中，并伴随放热过程。二次蓄电池工作时，则化学能转变为电能，对负载进行供电，并伴随吸热过程。这就要求对蓄电池进行充电时注意其环境温度，一般温度在 $15 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 为宜，低于 10°C 或超过 40°C ，充电效果均很差。充电器的充放电时间、充放电电流大小、电压高低以及充电方法必须预先设定适宜。

充电器的充电方法、充电电压和充电后蓄电池应达到的终止电压值，均依据蓄电池的极板结构、材料而定。不同厂家生产的蓄电池，即便规格相同、型号相同，由于工艺上的差别，其性能也有差异。因此，充电器对所有的蓄电池的充电不能通用，必须相配套。

铅酸蓄电池的充电效率为 $61\% \sim 69\%$ ，铅酸蓄电池的充电率与放电率之比为 $(1.35 \sim 1.55):1$ 。即放电量为 100% 时，给蓄电池补充的电量应达到 $135\% \sim 155\%$ ；或者放电到放电终止电压时，对蓄电池补充的充电量应为放电量的 $135\% \sim 155\%$ 。其多出的 $35\% \sim 55\%$ ，消耗在充放电时的热损耗、充电器和极板物质的恢复（转换效率）等消耗上。

铅酸蓄电池放电时，其端电压的变化与放电电流大小，即放电率有关。放电电流越大，则蓄电池的端电压下降越快，放电终止期提前到达。因此，为了延长蓄电池的寿命，蓄电池均规定有一个终止电压值。《铅酸蓄电池技术》中规定，对牵引用铅酸蓄电池大电流放电时，当电解液温度在 30°C 、 0.5h 内放电到单电池终止电压为 1.5V 时，其放电电流不得小于 $5I_s$ ，即不应小于规定放电电流的 5 倍。可见，充电器应有放电终止电压的保护功能。同样，铅酸蓄电池也有充电终止电压值，充电器应具有达到蓄电池的充电终止电

压值时停充或转为涓流充电,防止蓄电池因过充而损坏的功能。电动自行车用的 24V 蓄电池,由两块 12V 电池组成或由 4 块 6V 电池组成,充电后的终止电压为 28.8V,放电终止电压为 18V;36V 蓄电池充电后的充电终止电压为 43.2V,放电终止电压为 27V;48V 蓄电池充电终止电压为 57.6V,放电终止电压为 36V。不同厂家和不同产品,其蓄电池的充电终止电压和放电终止电压也各异。电动自行车的蓄电池都配有专用充电器,出厂时已按要求将充电器调好,充电时即可按预定程序工作,将蓄电池充至规定的充电终止电压。

综上所述,充电器是为蓄电池补充电能的静止变流装置。它具有不同的充电阶段、不同的充电方式,以不同的充放电电流对蓄电池进行充放电。它可使蓄电池充至充电终止电压停止充电和保护蓄电池放电至放电终止电压停止放电,延长蓄电池的使用寿命,是二次蓄电池能量反复补充必不可少的装置。

正常充电模式的充电过程多是在家庭或公共场所进行,其充电功率等级一般为 6.6kW,典型充电时间在 5~8h。因为电动自行车充电器的变换器是在高频状态下工作,会对电网造成谐波污染,所以必须采取诸如功率因数校正或无功补偿等技术措施,限制充电器的变换器进入电网的总谐波量。

根据充电变换器必须满足的电气和电子工程师协会 IEEE 519—1992 标准或类似的标准,按不同充电等级要求,充电器的变换器应选择单级或两级结构的 PFC(功率因数校正)电路与充电功能一体化的充电器。随着 PFC 技术的发展,电动自行车充电器将能很好地抑制电源输入谐波,整定输入电流波形,并具有极好的输出特性,充分发挥其电路的良好作用。它将朝着多功能集成于一体,结构紧凑,效率高,电路简单,成本低,功耗小的数字智能化方向发展。

第二节 充电器的功能和特性

一、充电器的基本功能

全自动开关式(又称智能型)电动自行车充电器,是将 220V 交流电能转换成直流电能输入蓄电池储存起来的变流装置。它采用了先进的开关电源集成电路技术,能随时检测被充蓄电池的电量与内电压,并根据被充蓄电池的电量 and 内电压的不同,自动改变充电电流,不同阶段自行改变充电状态,进行限流、限压充电,且具有瞬时放电去极化功能。充足电时,自动停止并切断电源。

充电器用充电指示灯显示蓄电池的充电情况,也有用数字来显示蓄电池的充电电量的。

电动自行车所用的充电器,根据被充蓄电池类型和性能的不同而不同。目前,市售的电动自行车都根据所使用的蓄电池类型与性能,随车配套相应的携带式智能型充电器。这样可对蓄电池能量进行可靠的补充,确保电动自行车的正常行驶。

因此,充电器是蓄电池能量补充和电动自行车正常使用必不可少的电器装置。

二、充电器的基本特性

智能型充电器采用脉宽调制专用集成电路或单片微型计算机为核心的电路程式,能够进行故障检测 and 无需人员管理,具有以下特性:

① 充电器有多种充电模式,能根据蓄电池亏电程度自动选择相应充电模式,保证蓄电池不过充、不欠充。

② 充电器能进行多段充电,并自动调整其充电参数。

③ 为延长蓄电池的使用寿命,充电器具有一充一放的负脉冲去极化功能,且能自动调整负脉冲。

④ 为保证蓄电池组中每一单体电池的充电特性良好匹配, 储存电能稳定, 充电器能自动均衡充电。

⑤ 充电器具有良好的自动控制、自行调整功能。充电终止电压准确, 只有在最高电压下, 方能使充电电流降低。当充至该种类蓄电池的转折点时, 充电电流可立即调整。在最后的转折点, 充电器可自动转入极小的电流充电, 即涓流充电。涓流充电, 依然为脉宽调制, 只是占空比小得多。

⑥ 对内置芯片的蓄电池和内置温度传感器的蓄电池, 充电器能自动检测蓄电池的类型及其温度等, 当蓄电池温度过高超过允许范围或蓄电池类型与充电器不符, 能立即停止充电, 以保证充电器和蓄电池的安全。

⑦ 充电器能自动感知蓄电池的接入, 在未接入蓄电池时, 充电器不输出充电电压。

⑧ 充电器具有足够的功率与蓄电池容量相匹配, 否则充电电流不适当, 对蓄电池不利或充电时间过长、过慢。

第三节 充电基础知识和蓄电池的充电方式

一、充电基础知识

对直流蓄电池进行充电时, 必须将交流电变成直流电, 其途径是对交流电进行整流、滤波和稳压, 取得平滑的直流电后方能实施充电。

1. 整流

在充电器的整流电路中, 为了有效地利用电路正、反方向的电流, 使其效率接近 90%, 均采用全波桥式整流电路, 如图 1-1 所示。

在交流电源的正半周, 整流二极管 VD1、VD4 导通; 负半周时, 整流二极管 VD2、VD3 导通。可见, 在交流电源的正、负半周均有直流电压输出, 可向负载提供相应的工作电流。

全波桥式整流电路输出端为空载时,即输出两端之间开路,输出电流为零时,整流后的输出电压约为整流前输入电压的 1.4 倍。

每只整流二极管的耐压值应大于交流电压峰值,考虑交流电源的电压波动,应再乘以系数 1.1,即整流二极管的耐压值,应大于整流后空载输出电压的 1.56 倍。而流过每只整流二极管的电流,则为输出电流的一半。

2. 滤波

全波整流后的电流为脉动电流,其电压波形波动较大,不平稳。为使全波整流后输出的电压波形平滑,电流平稳,通常经计算接有由一个大容量的电容器和小阻值电阻构成的阻容滤波器,如图 1-2 所示。

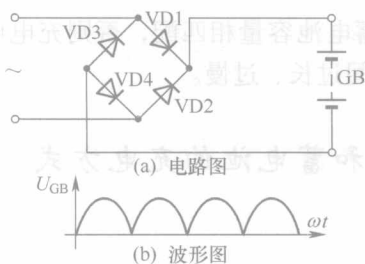


图 1-1 全波桥式整流电路及波形图

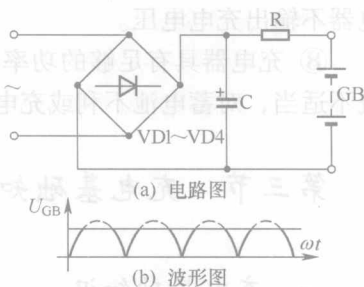


图 1-2 滤波电路及波形图

就理论而言,滤波电容器的容量越大其充放电速度越慢,输出的直流电越平滑,但必须充分考虑性价比,不能顾此失彼。因此,应根据电路负载电流、电路电压,本着留有足够余量、不能勉强为之的原则,选择容量及耐压相应的电解电容器。

滤波电容器的耐压值应大于全波桥式整流空载输出电压的 1.56 倍。

3. 稳压

由于 220V 交流电网电压存在波动, 电路负载也在变化, 必须对充电器整流滤波后的充电电压进行稳压。

实现稳压有采用稳压二极管、分立元件组成的稳压电源电路和稳压集成电路三种方式。

(1) 稳压二极管

稳压二极管具有与普通二极管不同的特性, 即在它的两端加上一个反向电压时, 电流会突然增大, 近似击穿状态, 此电压称为齐纳电压, 故稳压二极管又称齐纳二极管。根据稳压二极管伏安特性曲线, 由图 1-3 所示可知, 稳压二极管所加的反向电压达到齐纳电压时, 电流曲线变得十分陡峭, 这时即使流过稳压二极管的电流在很大范围内变化, 稳压二极管两端的电压几乎不变, 起到了稳压作用。

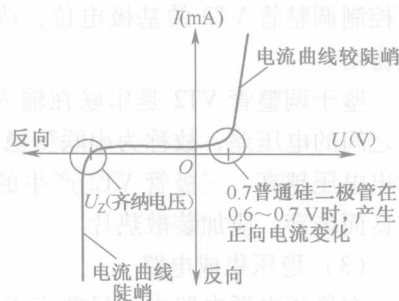


图 1-3 稳压二极管伏安特性曲线

为使稳压二极管不被烧毁又能达到稳压目的, 使用时稳压二极管应串接一只限流电阻。

(2) 稳压电源电路

由分立元件组成的简易稳压电源电路, 如图 1-4 所示。

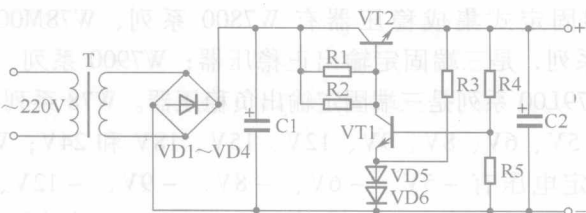


图 1-4 简易稳压电源电路

在图中,用了两只硅二极管(VD5、VD6)串联代替一只稳压二极管(稳定电压在1.2V左右)。三极管VT1为比较放大管,其作用是将输出电压的变化量取出一部分,与稳压二极管VD5、VD6两端稳定的基准电压进行比较、放大后,送至调整管VT2的基极,自动控制输出电压的变化。三极管VT2称为调整管,其c-e极串联在输入和输出之间,当电网电压或负载电流发生变化而引起输出电压变化时,即进行自动调节,以保证输出电压稳定。由于稳压二极管两端的基准电压不变,VT1的b-e极间的电压高或低,将随着基极电位的高、低而变化,VT1的集电极电流也随之增大或减小,从而控制调整管VT2的基极电位,改变VT2的管压降,使得输出电压稳定。

鉴于调整管VT2是串联在输入与输出之间,来吸收输入与输出之间的电压差,故称为串联型稳压电路。稳压电路的输入电压比输出电压越高,三极管VT2产生的热量越大,为防止VT2因散热不良而击穿,应加装散热片。

(3) 稳压集成电路

在稳压电源电路中,目前广泛使用三端集成稳压器,它是把功率调整管、误差放大器、取样电路等元器件制作在同一硅片中,构成一个由不稳定输入端、稳定输出端和公共端组成的集成电路芯片。这种集成稳压器工作可靠、电压稳定,使用和安装均十分方便。

集成稳压器分三端固定式和三端可调式两种。

三端固定式集成稳压器有W7800系列、W78M00系列和W78L00系列,是三端固定输出正稳压器;W7900系列、W79M00系列和W79L00系列是三端固定输出负稳压器。W78系列提供的稳定电压有5V、6V、8V、9V、12V、15V、18V和24V;W79系列提供的稳定电压有-5V、-6V、-8V、-9V、-12V、-15V、-18V和-24V。W78(79)00系列、W78(79)M00系列和W78(79)L00系列提供的最大输出电流分别为1.5A、0.5A和100mA。

W78 和 W79 系列的外部接线如图 1-5 所示。

W78 系列和 W79 系列组合应用时的电路如图 1-6 所示。

三端可调式集成稳压器 W317、W337 是近年来出现的新型产品，其内部设有过流保护和芯片的过热保护等，工作十分安全可靠，而它的电压调整率（输出电压稳定度）更优于 W7800 系列。它们的输出电压调整范围在 $1.2 \sim 37\text{V}$ ，最大输入电压为 40V ，最大输出电流是 1.5A 。

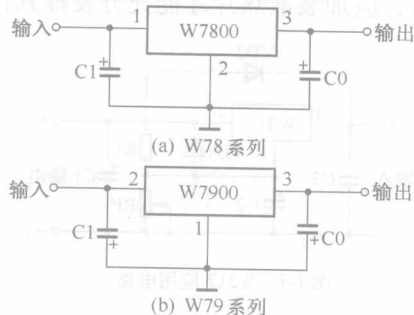


图 1-5 集成稳压器外部接线

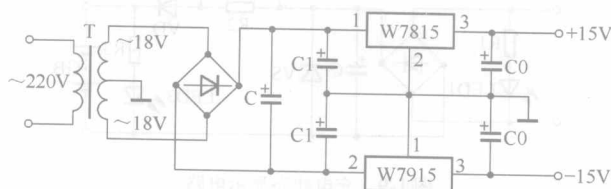


图 1-6 W78 和 W79 组合应用电路

典型 W317 的应用电路，如图 1-7 所示。

图中，电阻 R_1 接在稳压器输出端与调整端之间，两端间的电压为 1.25V 基准电压，调节电位器 R_P ，即可从 W317 的输出端获得 $1.25 \sim 35\text{V}$ 连续可调的直流输出电压。

二极管 VD_1 是为了防止输出短路后， C_2 放电损坏芯片中的放大管；二极管 VD_2 是为了防止输入短路后， C_1 放电损坏芯片中的调整管。

W337 可调负输出集成稳压器典型应用电路如图 1-8 所示。它与 W317 正端输出集成稳压器用法相同，只是输入端与输出端引脚