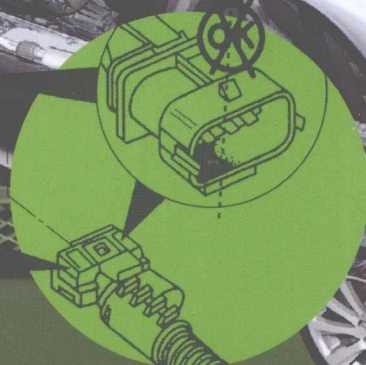
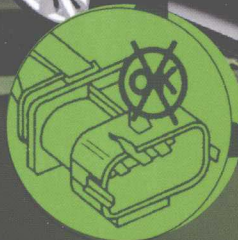
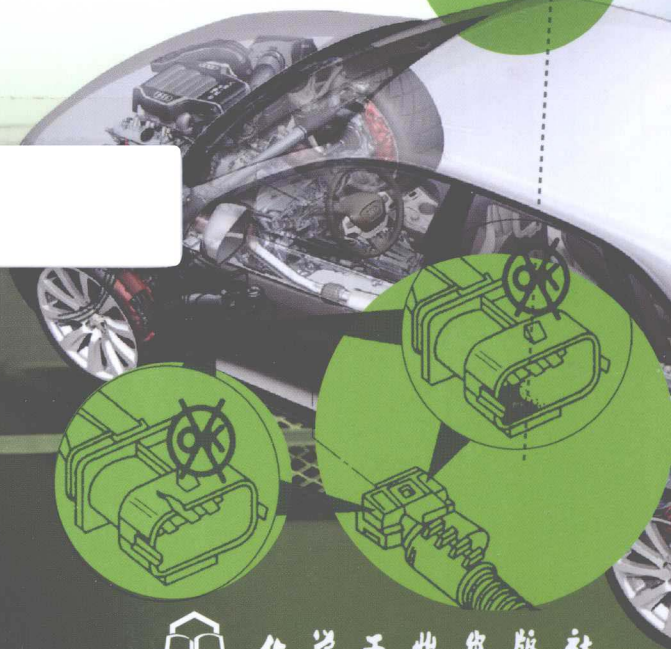
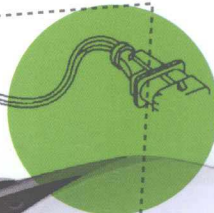
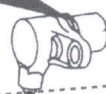
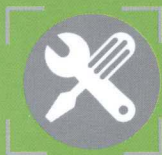


汽车电工电子 实用维修技能

李建文 董素荣 杨生辉 主 编
刘伍权 副主编

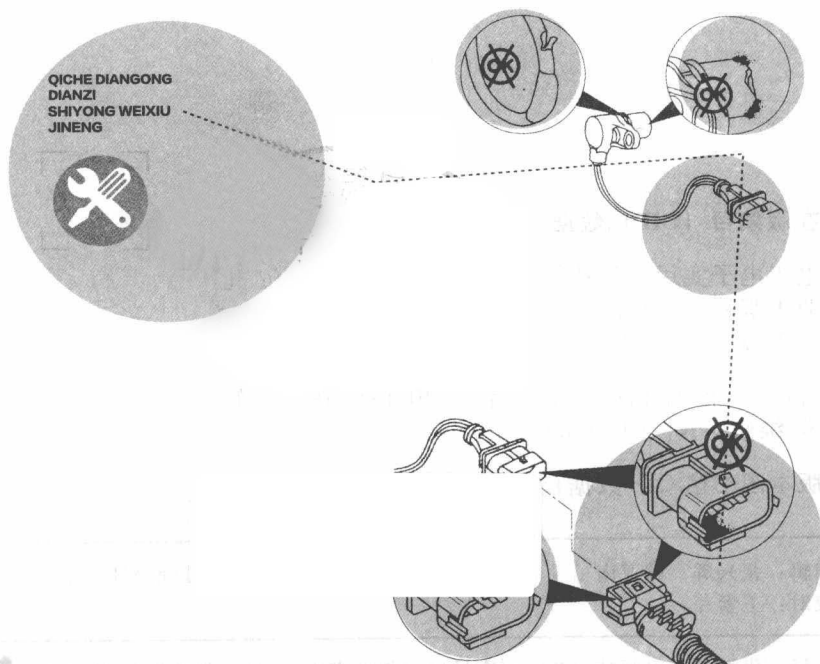
QICHE DIANGONG
DIANZI
SHIYONG WEIXIU
JINENG



化学工业出版社

汽车电工电子 实用维修技能

李建文 董素荣 杨生辉 主编
刘伍权 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

定价：20.00元

本书在全面介绍汽车电源系统、起动系统、点火系统、仪表系统、照明与信号系统、辅助电器系统、汽车电器设备线路及汽油机电控控制系统的组成、功用、结构、工作原理的基础上,重点阐述了各系统的检查、调整、维修和故障诊断与排除,使读者能够快速、系统地了解汽车电器及发动机电控系统的组成及特点,学会汽车电器电路识图方法,掌握故障诊断与排除的一般步骤与流程。本书通俗易懂,内容实用,其中实例以货车为主。

本书适合汽车维修电工、汽车维修工和汽车驾驶员阅读,也可作为汽车维修培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子实用维修技能/杨生辉主编. —北京:
化学工业出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-122-16528-2

I. ①汽… II. ①杨… III. ①汽车-电工-维修②汽车-电子技术-维修 IV. ①U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 027683 号

责任编辑: 张兴辉 韩亚南
责任校对: 王素芹

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16¼ 字数 405 千字 2013 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着我国汽车工业和交通运输业的迅速发展,汽车在国民经济各个领域和人民生活发挥着越来越重要的作用。随着我国汽车保有量的不断增加,汽车维修行业也日益繁荣壮大。

现代汽车的显著特点是广泛采用了电子控制技术,使得原本简单的汽车电器变得复杂,从而对维修技术人员提出了更高的要求。为了满足汽车维修行业的迫切需要,培养具有专业知识和维修技能的汽车维修电工,以便快速系统地了解汽车电器及发动机电控系统的组成及特点,学会汽车电器电路识图方法,掌握故障诊断与排除的一般步骤与流程,作者根据多年从事汽车电器与电子技术维修和教学工作的实践经验编写了本书。

本书系统介绍了汽车电源系统、起动系统、点火系统、仪表系统、照明与信号系统、辅助电器系统、汽车电器设备线路及汽油机电子控制系统的组成、功用、结构、工作原理。并在此基础上重点阐述了各系统的检查、调整、维修和故障诊断与排除方法。

本书主要为汽车维修电工所编写,内容具有以下几大特点。

(1) 注重专业基础

现代汽车电器系统在汽车整体中的地位举足轻重,要想成为一名技术熟练的汽车电器维修技术人员,一定要系统地了解汽车电器的功用、结构组成与工作原理,熟悉其线路连接的基本特点与规律。为此,本书在每章的开始都介绍了某电器的基本功用和工作原理,其目的就是让读者便于自学,循序渐进地、完整系统地打好汽车电器与电子技术的基本功底。

(2) 突出技能训练

本书注重维修技能训练,即运用所学知识解决实际问题。在每章的后半部分都列有各系统零部件的检测、检修方法,故障诊断步骤及流程以及常见故障实例等。使读者逐渐学会运用所学知识分析故障现象,熟悉检测手段和方法,最终达到解决实际问题的能力。

(3) 内容简明实用,取舍得当

现代汽车电器与电子控制系统发展很快,虽然对各个系统的总体要求相同,但不同车型的组成与结构不尽相同。因此编写时选取了较为典型的实例进行分析阐述,使读者较为深入地掌握各系统组成结构的一般规律,再对具有代表性的个例进行说明,以期取得举一反三、触类旁通的效果。

本书由杨生辉主编,李建文、董素荣、刘伍权副主编,参加编写的人员还有唐彦峰、姚广涛、胡顺堂、刘宏威、赫扎特、薛云、徐正飞、吴子尧、李呈、朱岩等。

因水平有限,书中不当之处欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 蓄电池	1
第一节 蓄电池的构造与型号	1
一、蓄电池分类	1
二、蓄电池的功用	1
三、蓄电池的构造	2
四、蓄电池型号	5
第二节 蓄电池工作原理	6
一、放电过程	7
二、充电过程	7
第三节 蓄电池常见故障	8
一、极板硫化	8
二、活性物质大量脱落	8
三、正极板栅架腐蚀	9
四、自行放电	9
五、极板短路	9
第四节 蓄电池的充电	9
一、充电方法	9
二、充电设备	13
三、充电工艺	15
第五节 蓄电池使用与维护	17
一、蓄电池的维护	17
二、蓄电池的正确使用	17
三、新蓄电池的正确使用	18
四、蓄电池冬季使用注意事项	19
五、蓄电池的储存	19
六、蓄电池技术状态检验	20
第二章 交流发电机	23
第一节 交流发电机的工作原理	23
第二节 交流发电机的构造	24
一、转子	25
二、定子	25
三、整流器	25
四、端盖与电刷组件	26
第三节 其他类型的交流发电机	27
一、带中性点接柱的交流发电机	27
二、八管交流发电机	27
三、九管交流发电机	29
四、无刷交流发电机	29
第四节 电压调节器	30
一、电压调节器的功用	30
二、电压调节器的分类	31
三、电子调节器基本原理	32
四、电子调节器性能改善	33
五、集成电路调节器	34
第五节 交流发电机及调节器的检修	35
一、交流发电机的检修	35
二、电压调节器的检测	37
第六节 电源系统故障诊断与排除	38
一、不充电故障的诊断与排除	38
二、充电电流过小的故障诊断与排除	39
三、充电电流过大的故障诊断与排除	39
四、充电电流不稳的故障诊断与排除	40
第三章 起动机	41
第一节 直流电动机	41
一、直流电动机工作原理	41
二、直流电动机的结构	42
第二节 起动机传动机构	43
一、滚柱式单向离合器	43
二、摩擦片式单向离合器	44
第三节 起动机控制装置	45
一、电磁啮合式起动机	46
二、电枢移动式起动机	47
三、同轴移动式起动机	47
第四节 减速起动机	49
第五节 起动机的检修与调整	51
一、起动机的检修	51
二、起动机的调整	55
第六节 起动系统的故障诊断与排除	57
一、接通起动开关起动机不转	57

二、起动机运转无力	57	撞击声	58
三、起动机空转	58	五、起动机发出“打机枪”似的“嗒、嗒……”声	58
四、驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出			
第四章 点火系统	59		
第一节 对点火系统的要求	59	四、火花塞	73
一、能够产生足够高的电压	59	第四节 点火系统的检修	74
二、火花应具有足够的能量	61	一、点火线圈的检修	74
三、点火时间应适应发动机的工况	61	二、分电器的检修	75
第二节 点火系统的组成与工作原理	62	三、点火控制器的检查	78
一、点火系统的组成	62	四、火花塞使用与检验	80
二、点火系统工作原理	63	第五节 点火系统故障诊断与排除	81
第三节 点火系统的结构	65	一、霍尔式点火系统故障的诊断与排除	81
一、点火线圈	65	二、磁感应式点火系统故障的诊断与排除	83
二、分电器	67	三、点火正时	84
三、点火控制器	72		
第五章 汽车仪表	85		
第一节 电流表	85	二、发动机转速表	93
一、电磁式电流表	85	第六节 报警装置	95
二、动磁式电流表	85	一、机油压力警告灯	95
第二节 油压表	86	二、水温警告灯	95
一、双金属片式油压表	86	三、燃油油量警告灯	95
二、电磁式油压表	87	四、空气滤清器堵塞警告灯	96
第三节 水温表	88	五、制动信号灯断线警告灯	96
一、双金属片式水温表	88	六、制动系低气压警告灯	96
二、电磁式水温表	88	七、制动液面警告灯	97
三、带仪表稳压器的水温表	89	第七节 典型汽车仪表电路	97
第四节 燃油表	90	第八节 仪表常见故障与排除	99
一、电磁式燃油表	90	一、水温表常见故障与排除	99
二、双金属片式燃油表	91	二、油压表常见故障与排除	99
第五节 车速里程表与发动机转速表	91	三、燃油表常见故障与排除	100
一、车速里程表	91		
第六章 照明与信号系统	101		
第一节 照明系统	101	一、信号灯	105
一、前照灯	101	二、闪光器	106
二、其他照明灯	105	三、电喇叭	108
第二节 信号系统	105		
第七章 辅助电器系统	111		
第一节 电动刮水器、洗涤器与除霜装置	111	第二节 电动车窗	117
一、风窗玻璃刮水器	111	第三节 电动后视镜	118
二、风窗玻璃洗涤器	116	第四节 汽车防盗器	119
三、后窗玻璃除霜装置	116	第五节 电路控制	121
		一、电源总开关	121

二、灯光总开关	122	四、组合开关	123
三、变光开关和制动开关	122		

第八章 汽车电器设备线路 125

第一节 汽车电器线路基本元件	125	五、东风 EQ1092 型汽车电路原理图	153
一、导线	125	六、东风 EQ1092 型汽车线路图	156
二、汽车线束	127	七、东风 EQ1118GA 型汽车电路 原理图	157
三、接线端子与插接器	127	八、东风 EQ2102 型汽车电路原理图	161
四、熔断器和易熔线	128	九、斯太尔型汽车电路原理图	166
五、继电器	129	十、桑塔纳轿车电路原理图	170
第二节 汽车电路识读基本知识	130	十一、依维柯轻型汽车电路原理图	182
一、现代汽车电器电路组成	130	第四节 汽车电器设备线路故障诊断与 检修	185
二、汽车电器元件的图形符号和端子 代号	134	一、汽车电器设备线路常见故障	185
三、汽车电路图的种类及绘制特点	141	二、汽车电器线路故障常用诊断与检修 流程	185
四、汽车电路图的识读方法	142	三、汽车电器线路故障诊断与检修 方法	186
第三节 汽车电路图实例	145	四、汽车电器线路故障诊断与检修注意 事项	188
一、北京 BJ2020 型汽车线路图	145		
二、解放 CA1092 型汽车电路原理图	146		
三、东风 EQ1090 型汽车电路原理图	149		
四、东风 EQ1090 型汽车线束图	150		

第九章 汽油机电控技术 190

第一节 概述	190	第五节 怠速控制系统	235
一、汽油机的传统控制	190	一、怠速控制系统的功用	235
二、汽油机的电子控制	192	二、怠速质量评价标准	235
第二节 汽油机电子控制系统的基本 组成和工作原理	194	三、怠速控制装置（步进电动机型）	236
一、汽油机电子控制的类型和控制方式	194	四、怠速控制策略	237
二、汽油机电子控制系统的基本组成及 工作原理	195	第六节 汽油机电控系统主要部件的 检修	238
第三节 电控汽油喷射系统	199	一、空气流量传感器的检修	238
一、电控汽油喷射系统的分类	199	二、歧管压力传感器的检修	240
二、电控汽油喷射系统的组成	200	三、曲轴与凸轮轴位置传感器的检修	241
三、空燃比控制策略和控制方法	221	四、节气门位置传感器的检修	243
第四节 电控点火系统	227	五、氧传感器的检修	244
一、电控点火系统的控制内容和基本 组成	227	六、温度传感器的检修	246
二、点火提前角控制	229	七、爆震传感器的检修	247
三、闭合角控制	231	八、电动燃油泵的使用与检修	248
四、爆震控制	231	九、油压调节器的检修	249
		十、电磁喷油器的检修	250
		十一、怠速控制阀的检修	251

参考文献 253

第一章 蓄 电 池

蓄电池是一种可逆直流电源，在汽车上与发电机并联，它的作用是：

- (1) 发动机起动时，向起动机和点火系统供电。
- (2) 发电机不发电或电压较低时，向用电设备供电。
- (3) 当发电机超载时，协助发电机向用电设备供电。

(4) 当发电机的端电压高于蓄电池的电动势时，蓄电池可将发电机一部分电能转化为化学能储存起来，即充电。此外，蓄电池还相当于一个容量较大的电容器，具有稳定电源系统电压的作用。

蓄电池的种类很多，根据电解液不同，有酸性和碱性之分。由于铅酸蓄电池内阻小，电压稳定，在短时间内能供给较大的起动电流（汽油机一般为 $200 \sim 600\text{A}$ ，柴油机可达 1000A ），而且结构简单，价格较低，所以在汽车上得到广泛应用。本章主要介绍铅酸蓄电池，简称蓄电池。

第一节 蓄电池的构造与型号

一、蓄电池分类

蓄电池是一种可逆的低压直流电源。既能将化学能转换为电能，也能将电能转换为化学能。

蓄电池分为碱性蓄电池和酸性蓄电池两大类。碱性蓄电池的电解液为化学纯净的氢氧化钠溶液或氢氧化钾溶液。酸性蓄电池的电解液为化学纯净的硫酸溶液。因为酸性蓄电池极板上活性物质的主要成分是铅，所以称之为铅酸蓄电池。由于铅酸蓄电池具有内部电阻小、输出电压稳定、制造成本低、原材料丰富等突出优点，因此汽车普遍采用。汽车配装蓄电池的主要目的是起动发动机，所以汽车用铅酸蓄电池称为起动型铅酸蓄电池。为叙述方便，本书将“起动型铅酸蓄电池”简称为“蓄电池”。

汽车用蓄电池按其性能可分为湿荷电蓄电池、干荷电蓄电池和免维护蓄电池三类。现代汽车普遍采用干荷电与免维护蓄电池。

(1) 湿荷电蓄电池。蓄电池加注电解液后，极板才能保存充电过程中所得电量的蓄电池称为湿式荷电蓄电池，简称湿荷电蓄电池。

(2) 干荷电蓄电池。极板在干燥状态下，能在较长时间（一般 2 年）内保存制造过程中所得电量的蓄电池称为干式荷电蓄电池，简称干荷电蓄电池。

(3) 免维护蓄电池。蓄电池在有效使用期（一般 4 年）内无需进行添加蒸馏水等维护工作的蓄电池称为免维护蓄电池。

二、蓄电池的功用

汽车配装有蓄电池和发电机两个直流电源，整车用电设备均与两个直流电源并联连接，电路如图 1-1 所示。当发动机正常工作时，用电设备所需电能主要由发电机供给，而蓄电池的功用是：

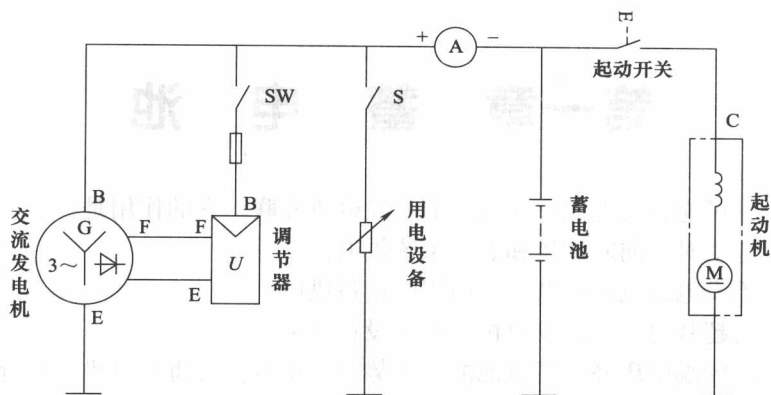


图 1-1 汽车并联电路

- (1) 发动机起动时，向起动机和点火系统供电；
- (2) 发动机低速运转、发电机不发电或电压较低时，向用电设备和交流发电机磁场绕组供电；
- (3) 发动机中高速运转、发电机正常供电时，将发电机剩余电能转换为化学能储存起来；
- (4) 发电机过载时，协助发电机向用电设备供电；
- (5) 蓄电池相当于一只大容量电容器，不仅能够保持汽车电系的电压稳定，而且还能吸收电路中出现的瞬时过电压，保护电子元件不被损坏。

当接通起动开关起动发动机时，蓄电池在 3~5s 内必须连续向起动机供给强大电流（汽油发动机汽车一般为 200~600A；柴油发动机汽车一般为 800~1000A），根据这一工作特点，对汽车用蓄电池的主要要求是：容量大、内阻小，以保证蓄电池具有足够的起动能力。如果蓄电池容量不足或内阻过大，那么就不能供给强大电流，发动机就不能起动。

三、蓄电池的构造

汽车用蓄电池由 6 个单格电池串联而成。每个单格电池的电压约为 2V，串联成 12V 以供汽车选用。12V 电系汽车选用一只电池；24V 电系汽车选用两只电池。各型汽车用蓄电池的构造基本相同，都是由极板、隔板、电解液和壳体四部分组成。蓄电池的基本构造如图 1-2 所示。

1. 极板

极板是蓄电池的核心部分。在蓄电池充放电过程中，电能与化学能的相互转换，依靠极板上的活性物质与电解液中的硫酸产生化学反应来实现。

极板由栅架和活性物质组成。活性物质是指极板上参与化学反应的物质，主要由铅粉与一定密度的稀硫酸混合而成。铅粉是活性物质的主要原料，由铅块放入球磨机研磨而成。

栅架由铅锑合金或铅钙锡合金浇铸或滚压而

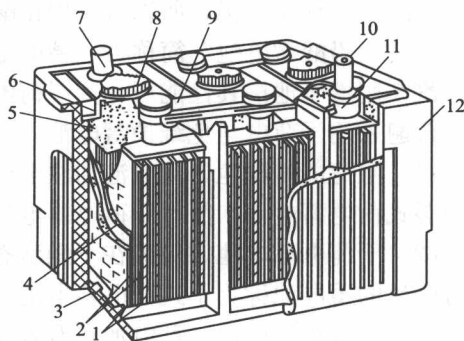


图 1-2 蓄电池的结构

- 1—正极板；2—负极板；3—肋条；4—隔板；
5—护板；6—封料；7—负极柱；8—加液孔盖；
9—连条；10—正极柱；11—极柱衬套；
12—蓄电池容器

成,形状如图 1-3 所示。普通蓄电池的栅架中,含锑量为 6%~8.5%。加锑的目的是改善浇铸性能和提高机械强度。但锑有副作用,会加速氢的析出而加速电解液中蒸馏水的消耗,还易从正极板栅架中解析出来而引起蓄电池自放电和栅架膨胀、溃烂,缩短蓄电池的使用寿命。目前国内外汽车蓄电池大都采用干荷电蓄电池和免维护蓄电池,前者的栅架采用铅低锑(含锑量小于 3%)合金浇铸,后者的栅架采用铅钙锡合金浇铸,从而便可大大减少电解液中蒸馏水的消耗。

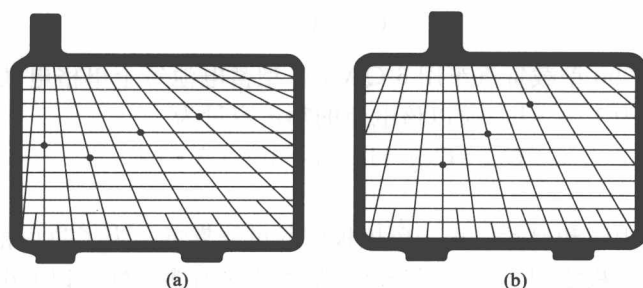


图 1-3 蓄电池栅架结构

极板分为正极板和负极板两种。将铅粉与稀硫酸混合成膏状涂在栅架上即得生极板,生极板经热风干燥,再放入稀硫酸中进行化成(在蓄电池生产工艺中,对极板进行充电的过程称为“化成”,一般充电 18~20h)处理便可得到正极板和负极板。正极板上的活性物质为二氧化铅(PbO_2),呈深棕色;负极板上的活性物质为海绵状纯铅(Pb),呈深灰色。

为了提高负极板上活性物质的多孔性,防止其在使用过程中产生硫化,常在负极板的铅膏中加入少量腐殖酸、硫酸钡、木素磺酸钠和木素磺酸钙等添加剂。其中木素磺酸钠和木素磺酸钙对改善蓄电池的低温起动性能有显著效果。

目前国内外都采用 1.1~1.5mm 厚的薄型极板(正极板比负极板稍厚)。薄型极板对提高蓄电池的比容量(即单位尺寸所提供的容量)和起动性能都十分有利。将一片正极板和一片负极板浸入电解液中,便可得到 2V 左右的电压。为了增大蓄电池的容量,将多片正、负极板分别并联,用汇流条焊接起来便分别组成正、负极板组,结构如图 1-4 所示。汇流条上浇铸有极柱;各片极板之间留有空隙。安装时,各片正负极板相互嵌合,中间插入隔板后装入电池槽内便形成单格电池。

在每个单格电池中,负极板总比正极板多一片。如东风 EQ1090 型载货汽车用 6-QA-

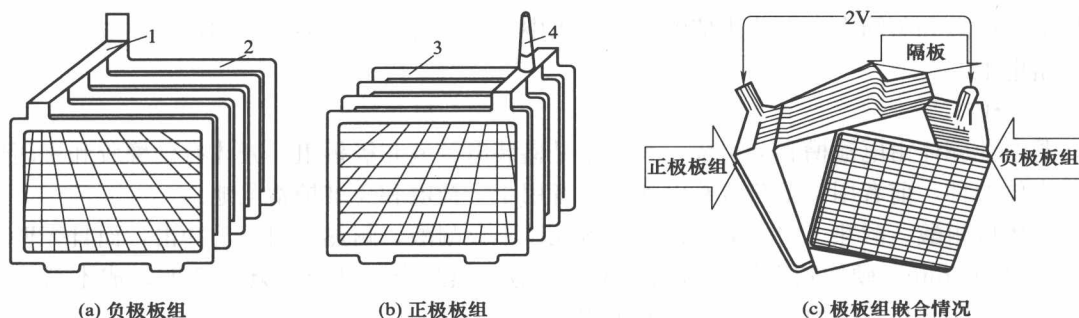


图 1-4 蓄电池极板组的结构

1—汇流条; 2—负极板; 3—正极板; 4—极柱

105 型蓄电池的每个单格电池中, 正极板为 7 片, 负极板则为 8 片。因为正极板机械强度较低, 所以将正极板夹在负极板之间, 可使其两侧放电均匀, 防止活性物质体积变化不一致而造成极板拱曲变形。

蓄电池的额定容量可按单格电池内正极板的额定容量来计算。因为单格电池内各片正极板均并联, 所以蓄电池的额定容量 C_{20} (即 20 小时率额定容量) 等于每片正极板的额定容量 C_S 乘以单格电池内正极板片数 n , 即

$$C_{20} = C_S n \quad (1-1)$$

例如, 东风 EQ1090 型载货汽车用 6-QA-105 型蓄电池每个单格电池有正极板 7 片, 每片正极板的额定容量为 $15A \cdot h$, 所以该电池的额定容量为

$$C_{20} = C_S n = 15 \times 7 = 105 (A \cdot h)$$

2. 隔板

为了减小蓄电池内阻和尺寸, 正、负极板应尽可能靠近。为了防止相邻正、负极板彼此接触而短路, 正、负极板之间要用隔板隔开。隔板应具有多孔性, 以便电解液渗透, 还应具有良好的耐酸性和抗氧化性。

隔板材料有微孔橡胶和微孔塑料等。微孔橡胶和微孔塑料隔板的结构如图 1-5 (a) 所示。安装隔板时, 带槽一面应面向正极板, 且沟槽必须与壳体底部垂直。因为正极板在充、放电过程中化学反应剧烈, 沟槽能使电解液上下流通, 也能使气泡沿槽上升, 还能使脱落的活性物质沿槽下沉。

免维护蓄电池采用了袋式聚氯乙烯隔板, 结构如图 1-5 (b) 所示。使用时, 正极板被隔板袋包住, 脱落的活性物质保留在袋内, 不仅可以防止极板短路, 而且可以取消壳体底部凸起的筋条, 使极板上部容积增大, 从而增大电解液的储存量。

3. 电解液

电解液由纯硫酸与蒸馏水按一定比例配制而成。密度一般为 $1.23 \sim 1.30g/cm^3$ 。

电解液的纯度是影响蓄电池电气性能和使用寿命的重要因素, 因此蓄电池用电解液必须使用符合专业标准的纯硫酸和蒸馏水。工业用硫酸和普通水中铜、铁等杂质较多, 会加速自放电, 故不能用于蓄电池。

4. 壳体

蓄电池壳体由电池槽和盖组成, 其功用是盛装电解液和极板组。壳体有硬橡胶和聚丙烯塑料壳体两种, 前者用于湿荷电蓄电池, 后者用于干荷电和免维护蓄电池。

壳体应耐酸、耐热、耐振动冲击。塑料壳体不仅耐酸、耐热、耐振动冲击, 而且壳壁薄而轻 (厚约 2mm, 硬橡胶壳体一般为 5mm)、易于热封合, 外形美观、透明, 成本低、生产效率, 因此目前国内外蓄电池普遍采用。

电池槽由隔壁分成 6 个互不相通的单格, 底部制有凸起的筋条, 以便放置极板组。筋条与极板底缘组成的空间可以积存极板脱落的活性物质, 防止正、负极板短路。对于采用袋式

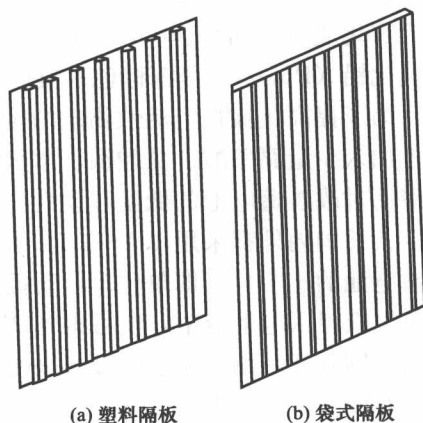


图 1-5 蓄电池隔板结构

隔板的免维护蓄电池，因为脱落的活性物质存积在袋内，所以不必设置筋条。

蓄电池各单格电池之间均用铅质联条串联。湿荷电蓄电池的联条装在盖上，不仅浪费材料，而且还会增大蓄电池内阻。干荷电和免维护蓄电池普遍采用穿壁式连接，所用联条尺寸很小，并设装在蓄电池内部，如图 1-6 所示。

蓄电池盖有硬橡胶盖和聚丙烯耐酸塑料盖两种。前者与硬橡胶电池槽配用，电池盖与电池槽之间的缝隙用沥青封口剂填封。后者与聚丙烯耐酸塑料电池槽配用，电池盖与电池槽之间采用热压工艺黏合为整体结构。

在蓄电池盖上，每个单格电池都设有一个加液孔。旋下加液孔盖，可以加注电解液或检测电解液密度；孔盖上设有通气孔，该小孔应保持畅通，以便排出化学反应放出的氢气和氧气，防止外壳胀裂或发生爆炸事故。对于全密封型免维护蓄电池，由于蓄电池盖上没有设置加液孔，因此不能用传统的密度计测量电解液的密度，为此在这种免维护蓄电池上设有一只小型密度计来指示蓄电池的技术状况，如图 1-7 所示。

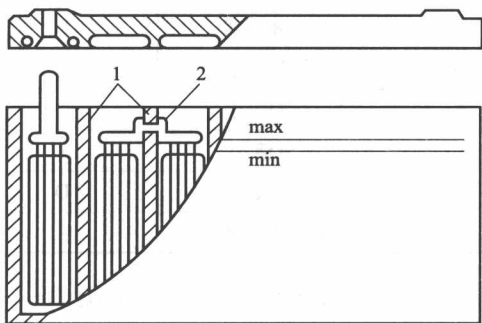


图 1-6 穿壁连接单格电池

1—隔壁；2—联条

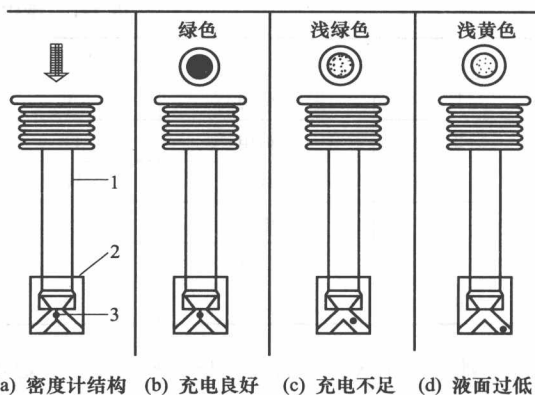


图 1-7 内装式密度计结构原理

1—玻璃管；2—检测部件；3—绿色小球

在内装式密度计中设有一根玻璃管，玻璃管伸入电解液中，下端连接一个笼子，笼子中有一个绿色小球。蓄电池充电程度（或电解液密度）变化时，绿色小球在笼子中就会上下移动。当密度大于 1.22g/cm^3 （充电程度 65% 以上）时，绿色小球上升至笼子顶部并与玻璃管下端接触，从蓄电池盖上玻璃管顶端的观察孔中就会看到绿色亮点，表示蓄电池技术状态良好，如图 1-7 (b) 所示；如果看不到绿点而显示为浅绿色，如图 1-7 (c) 所示，说明小球位置下降，表示电解液密度降低，蓄电池充电不足，应及时补充充电；如果观察到浅黄色或无色，如图 1-7 (d) 所示，说明电解液液面已下降到笼子底部，表示蓄电池已无法正常工作，必须更换新品。

四、蓄电池型号

蓄电池型号由三部分组成，各部分之间用连字符分开，其内容及排列如下：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
串联单格 电池数	蓄电 池 类 型	蓄电 池 特 征	额 定 容 量	特 殊 性 能

(1) 串联单格电池数。指一个整体壳体内所包含的单格电池数目,用阿拉伯数字表示。

(2) 电池类型。根据蓄电池主要用途划分。起动型蓄电池用“Q”表示,代号“Q”是汉字“起”的第一个拼音字母。

(3) 电池特征。为附加部分,仅在同类用途的产品具有某种特征,而在型号中又必须加以区别时采用。如为干荷电蓄电池,则用汉字“干”的第二个拼音字母“A”表示;如为无需(免)维护蓄电池,则用“无”字的第一个拼音字母“W”来表示。当产品同时具有两种特征时,原则上应按表 1-1 所示顺序用两个代号并列表示。

(4) 额定容量。是指 20h 率额定容量,用阿拉伯数字表示,单位为安·小时(A·h),在型号中可略去不写。

(5) 特殊性能。在产品具有某些特殊性能时,可用相应的代号加在型号末尾表示。如“G”表示薄型极板的高起动率电池,“S”表示采用工程塑料外壳与热封合工艺的蓄电池。

表 1-1 蓄电池产品特征代号

序号	产品特征	代号	序号	产品特征	代号
1	干荷电	A	7	半密封式	B
2	湿荷电	H	8	液密式	Y
3	免维护	W	9	气密式	Q
4	少维护	S	10	激活式	I
5	防酸式	F	11	带液式	D
6	密封式	M	12	胶质电解液式	J

例如,东风 EQ2102 型越野汽车用 6-QW-180 型蓄电池,表示由 6 个单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 180A·h 的起动型免维护蓄电池。

北京 BJ2020 型吉普车用 6-QA-60 型蓄电池,表示由 6 个单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 60A·h 的起动型干荷电蓄电池。

东风 EQ1090 型载货汽车用 6-Q-105 型蓄电池,表示由 6 个单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 105A·h 的起动型蓄电池。

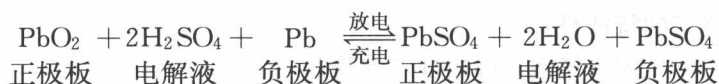
第二节 蓄电池工作原理

蓄电池的工作过程就是化学能与电能的转换过程。放电时,蓄电池将化学能转换为电能供用电设备使用;充电时,蓄电池将电能转换为化学能储存起来备用。

蓄电池的单格电池由浸渍在电解液中的正极板和负极板组成,电解液是硫酸溶液。在蓄电池充放电过程中,发生的化学反应是可逆的。关于蓄电池化学反应过程有各种不同的理论,一般认为双极硫酸盐化理论(简称双硫化理论)能较确切地说明蓄电池的化学反应过程。

根据双硫化理论,铅蓄电池正极板上的活性物质是二氧化铅(PbO_2),负极板上是海绵状铅(Pb),电解液是硫酸水溶液(H_2SO_4)。当蓄电池和负载接通放电时,正极板上的二氧化铅和负极板上的铅都将转变成硫酸铅(PbSO_4),电解液中的硫酸减少、密度下降。当蓄电池接通直流电源充电时,正、负极板上的硫酸铅又将分别恢复成原来的二氧化铅和纯

铅，电解液中的硫酸增加，密度增大。如果略去化学反应的中间过程，其化学反应方程式可用下式表示：



一、放电过程

将蓄电池的化学能转换成电能的过程称为放电过程，如图 1-8 (a) 所示。

当放电尚未开始时，正极板是二氧化铅，负极板是纯铅，电解液是硫酸溶液。由于正、负两极不同物质与电解液发生化学反应，使正极板具有正电位，约为 2.0V；负极板具有负电位，约为 -0.1V。正、负两极间的电动势 E 为

$$E = 2.0 - (-0.1) = 2.1 \text{ (V)}$$

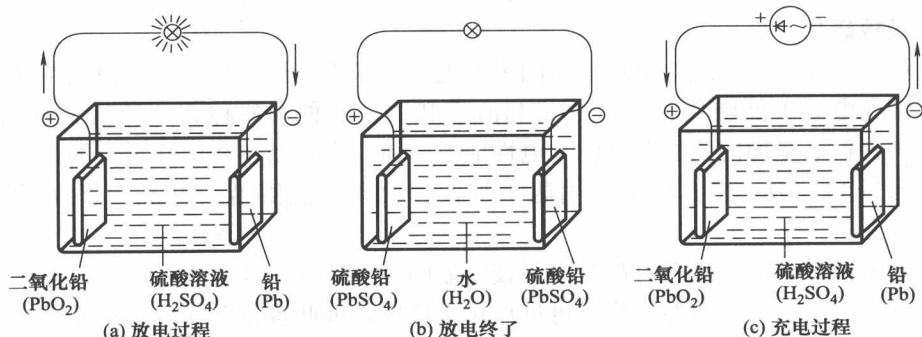


图 1-8 蓄电池充放电过程

当放电电路接通时，在电动势的作用下，电流便从正极流出，经过灯丝流回负极。电流流过灯丝会使灯丝发热，当电流足够大时，便使灯丝炽热而使灯泡发出亮光。

在放电过程中，由于正极板上的活性物质二氧化铅和负极板上的活性物质纯铅不断与电解液发生化学反应，因此二氧化铅和纯铅逐渐转变成硫酸铅，正极电位逐渐降低，负极电位逐渐升高，使正负极间的电位差逐渐降低；电解液中的硫酸成分逐渐减少、水分逐渐增多，使电解液密度逐渐减小。当电位差降低时，流过灯丝的电流就会减小，灯丝发热量相应减少，灯泡亮度变弱，直到不能发光为止，如图 1-8 (b) 所示。

理论上，放电过程将进行到正负极板上的活性物质全部转变为硫酸铅为止。但是实际上，由于电解液不能渗透到活性物质最内层，因此完全放电事实上只有 20%~30% 的活性物质转变为硫酸铅。要提高活性物质的利用率，就必须增大活性物质与电解液之间的反应面积。目前常用措施有采用薄型极板和增大活性物质的孔率。

二、充电过程

将电能转换成蓄电池的化学能的过程称为充电过程。充电时，蓄电池应接直流电源，电池正极接电源正极，电池负极接电源负极，如图 1-8 (c) 所示。

将完全放电的蓄电池与直流电源接通时，电流就会按与放电时相反的方向流过蓄电池。此时蓄电池内部将发生与放电过程相反的化学反应，正、负极板上的硫酸铅将分别还原为二氧化铅和纯铅，电解液中硫酸成分逐渐增多而水分逐渐减少，电解液密度逐渐增大。

在充电过程中，上述化学反应不断进行，充电一直进行到极板上的活性物质完全恢复到放电前的状态为止。

在充电末期, 电解液密度将升高到最大值, 充电电流将用于电解水, 所以在电解液中产生大量气泡。

蓄电池充电终了的特征是:

- (1) 蓄电池内产生大量气泡, 即出现“沸腾”现象;
- (2) 蓄电池端电压和电解液密度均上升至最大值, 且在 2~3h 内不再增加。

第三节 蓄电池常见故障

蓄电池在使用中出现的故障, 除材料和工艺方面的原因之外, 大多数情况下都是由于使用维护不当而造成的。蓄电池的外部故障有壳体裂纹、极柱腐蚀或松脱等; 内部故障有极板硫化、活性物质脱落、正极板栅架腐蚀、自行放电和极板短路等。

一、极板硫化

蓄电池长期充电不足或放电后长时间未充电, 极板上会逐渐生成一层白色粗晶粒的硫酸铅, 在正常充电时不能转化为二氧化铅和海绵状铅, 这种现象称为“硫酸铅硬化”, 简称“硫化”。这种粗而坚硬的硫酸铅晶体导电性能差、体积大, 易堵塞活性物质的细孔, 阻碍了电解液的渗透和扩散, 使蓄电池的内阻增加, 起动时不能供给大电流, 以致不能起动发动机。

硫化蓄电池在充电或放电时都会出现较明显的故障特征。放电时, 由于内阻增大, 所以电压急剧下降, 由于部分活性物质不再进行化学反应, 因此容量明显减小; 充电时, 充电电压会显著升高, 温度上升很快, 且过早出现“沸腾”现象。

极板硫化的主要原因如下:

(1) 蓄电池长期充电不足或放电后不及时充电, 当温度变化时, 硫酸铅发生再结晶的结果。在正常情况下放电时, 极板上生成的硫酸铅晶粒较小, 导电性能相对较好, 充电时能够还原为二氧化铅和铅。但是, 当长期处于放电状态时, 极板上的硫酸铅将部分溶解, 温度越高, 溶解度越大。而温度降低时, 溶解度随之减小, 这时有部分硫酸铅就会从电解液中析出, 再次结晶生成大晶粒硫酸铅附着在极板表面上。

(2) 蓄电池电解液液面过低。在汽车行驶过程中, 由于电解液上下波动, 极板(主要是负极板)露出液面部分与空气接触而被强烈氧化, 极板氧化部分与波动的电解液接触, 就会逐渐形成粗晶粒硫酸铅硬化层而使极板上部产生硫化。

(3) 电解液密度过高, 浓硫酸侵袭极板而使变为硫酸铅的作用加强, 使极板容易硫化。

由此可见, 避免硫化的主要措施是保持蓄电池经常处于充足电状态, 放完电的蓄电池应及时送去充电, 电解液密度要恰当, 液面高度应符合规定。

对于已经硫化的蓄电池, 较轻者可按过充电方法进行处理, 较严重者可用小电流充电法或去硫化充电法消除硫化。

二、活性物质大量脱落

活性物质脱落一般发生在正极板上, 其特征为电解液中有沉积物, 充电时电解液有褐色物质自底部上升, 电压上升快, 充电终了出现得早, 充电时间大大缩短, 放电时容量明显下降。

故障产生的原因是蓄电池在充、放电过程中, 极板上活性物质的体积在不断地膨胀或收缩, 使活性物质与栅架之间的结合强度减小; 蓄电池充足电时, 极板孔隙中逸出大量气泡,

在极板内部形成一定压力,从而使活性物质容易脱落。因此,如果使用不当,如充、放电流过大或经常过充电,都会造成活性物质大量脱落。另外,蓄电池受到剧烈振动时,也会引起活性物质脱落。

三、正极板栅架腐蚀

正极板栅架腐蚀是蓄电池丧失工作能力的主要原因之一。其主要特征是:极板呈腐烂状,活性物质以块状堆积在两隔板之间,蓄电池的输出容量降低。

正极板栅架腐蚀的主要原因是:正极板栅架的材料是铅锑合金,其表面在反复充电中逐渐被电化学氧化转变成二氧化铅;在充电过程中电解水时产生的氧原子渗透到栅架表面使栅架氧化,栅架氧化后其机械强度降低,受到振动时就容易损坏。

此外,电解液密度增大,温度升高也会加速极板栅架腐蚀。

为了减轻极板栅架腐蚀,使用中应避免经常过量充电;充电时电解液温度不得过高。

四、自行放电

充足电的蓄电池在无负载状态下,电量自行消失的现象称为“自行放电”或“自放电”。蓄电池自放电是不可避免的,这是由其构造因素决定的,因为栅架、活性物质和电解液等不可能绝对纯净。对于充足电的蓄电池,若一昼夜容量降低超过2%,则为故障性自放电。

导致故障性自行放电的主要原因是电解液不纯,其金属杂质含量超过了规定标准,如果这些金属杂质的电极电位与极板的电极电位不同,它们就可以与极板形成局部电池而自行放电。例如,当电解液中含铁量达1%时,一昼夜会将蓄电池全部放电。此外,电池表面不清洁也可能使正、负极柱短路而造成自行放电。

防止故障性自行放电的方法是:严格保持电解液的纯净,所用硫酸和蒸馏水必须符合规定标准;电池表面应保持清洁、干净;电池存放期间,每月应进行一次补充充电,以补偿其容量损失,并使电解液混合均匀。

五、极板短路

极板短路的原因主要有:隔板质量不高或损坏使正负极板相接触而短路;活性物质在蓄电池底部沉积过多使正、负极板连通。另外,金属导电物落入正、负极板之间也将造成蓄电池内部极板短路。

对于有短路故障的蓄电池,必须拆开查明原因排除之。

第四节 蓄电池的充电

蓄电池是一种能量转换装置,为使蓄电池保持一定容量和延长蓄电池的使用寿命,必须对蓄电池进行充电。

一、充电方法

为使充电电流 I_c 流过蓄电池,充电电源的电压 U_c 必须克服蓄电池的电动势 E 和内压降 $I_c R_i$, 即

$$U_c = E + I_c R_i \quad (1-2)$$

式中 I_c ——充电电流, A;

U_c ——充电电源的电压, V;

E ——蓄电池电动势, V;

R_i ——蓄电池内阻, Ω 。

充电电流 I_c 的表达式为

$$I_c = \frac{U_c - E}{R_i} \quad (1-3)$$

蓄电池充电的方法有：恒压充电、恒流充电和脉冲快速充电。其中常用的充电方法是恒压充电和恒流充电。

(一) 恒压充电

在充电过程中，充电电压恒定不变的充电称为恒压充电。蓄电池在汽车上由发电机对其充电就属于恒压充电，其充电电压由充电系统的电压调节器控制。

在恒压充电过程中，蓄电池的电动势 E 和充电电流 I_c 的变化规律如图 1-9 所示。

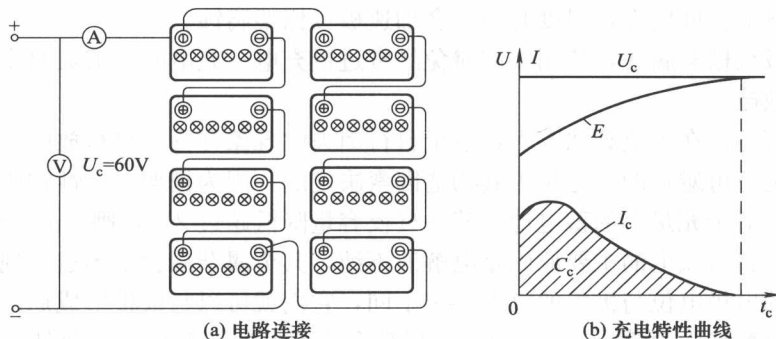


图 1-9 恒压充电电路及其特性曲线

在充电初期，由于蓄电池的电动势较低，充电电压与电动势之差值较大，因此由公式 (1-3) 可知，充电电流较大，电动势 E 上升也较快；随着充电时间增长，充电电压与电动势之差值逐渐减小，充电电流随之减小；当电动势上升至充电电压时，充电电压与电动势之差为零，充电电流亦减小到零，如图 1-9 (b) 所示，充电将自动停止。

充电电流曲线在充电初期具有上升趋势的原因是：蓄电池内阻减小较快。蓄电池亏电越严重，电流上升越明显。

采用恒压充电时，如果充电电压选择过低，则充电电压与电动势之差值减小，充电电流随之减小，只需经过较短时间充电，就会出现充电电流为零的现象。在此情况下，蓄电池不可能充足电，长此以往，势必导致长期亏电而产生硫化，使用寿命会大大缩短。如果充电电压过高，充电电流就会显著增大。这样，即使在蓄电池充足电后，也还有一定电流继续充电，其结果必然导致过量充电。在汽车上，电压调节器控制的发电机的输出电压越高，过充电现象就越严重，电解液中水的消耗也就越快，蓄电池使用寿命就会缩短。为此在采用恒压充电时，单格电池的充电电压一般都按基本充足电的特征电压 2.4V 进行选定。例如，在汽车上，根据全车电系电压等级不同，其电压调节器控制的发电机输出电压就分别选定为 14V 和 28V 左右。

恒压充电的优点是：在充电初期，充电电流较大，充电速度较快，充电 4~5h，蓄电池的容量即可恢复 80% 以上，因此充电时间短。同时，充电电流能随电动势的上升而逐渐减小到零，使充电自动停止，这就不必由人工调节充电电流。

恒压充电的缺点是：充电电流大小不能调整，所以不能保证蓄电池彻底充足电；也不能用于蓄电池的初充电和去硫化充电。对于就车使用的蓄电池，为了防止其产生硫化故障，必须定期（每 2 个月）拆下用恒流充电方法充电一次。