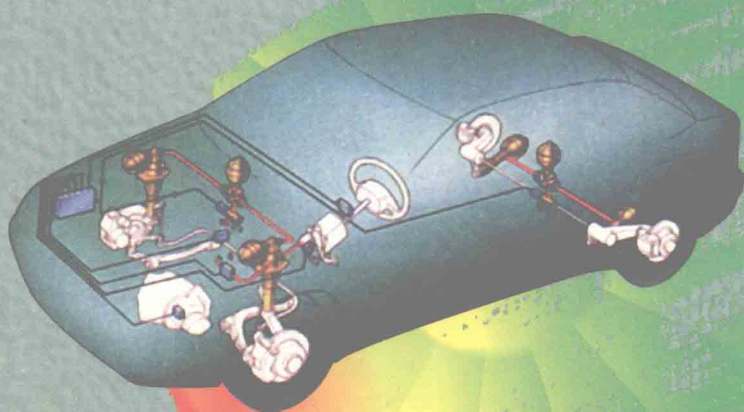


交通技工学校
通用教材

- 汽车驾驶
- 汽车修理
- 汽车电工

汽车电气设备

卢文民 主编
卢荣林 主审



人民交通出版社

交通技工学校通用教材

QICHE DIANQI SHEBEI

汽车电气设备

(汽车驾驶、汽车修理、汽车电工专业用)

卢文民 主编

卢荣林 主审

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备/卢文民主编.-北京:人民交通出版社,
1996

交通技工学校通用教材

ISBN 7-114-02104-6

I. 汽… II. 卢… III. 汽车-电气设备-技工学校-教材
IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 00189 号

交通技工学校通用教材

汽车电气设备

(汽车驾驶、汽车修理、汽车电工专业用)

卢文民 主编 卢荣林 主审

插图设计:高静芳 正文设计:周 圆 责任校对:张梅

责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京交通印务实业公司印刷

开本:787×1092 1/16 印张:11.5 字数:278 千

1995 年 6 月 第 1 版

2000 年 4 月 第 1 版 第 14 次印刷

印数:260 601—267 600 册 定价:14.20 元

ISBN 7-114-02104-6

U • 01428

内 容 提 要

本书是交通技工学校汽车驾驶、汽车修理、汽车电工专业教材之一,是根据“汽车电气设备”课程教学计划、教学大纲编写的。主要包括铅蓄电池、硅整流发电机及调节器、起动系、汽油机点火系、照明与信号装置、仪表系、其它电器和汽车总线路八章。

本书作为交通技工学校汽车驾驶、汽车修理、汽车电工专业用教材,亦可供汽车驾驶员、汽车修理工、汽车电工及培训班学员阅读参考。

交通技工学校教材工作领导小组成员

组 长：程景琨
成 员：李家本 沈以华 卢荣林

交通技工学校汽车专业教材编审委员会成员

主任委员：卢荣林
副主任委员：陈鸣雷
委 员：邵佳明 刘奎文 赵 玢 魏 岩 高凤岭
 李景秀 李福来 刘洪禧 杨 信 魏自荣
 王 彤 张洪源 丁丰荣 阎东坡
秘 书：卢文民 马步进 戴育红

前 言

在交通部 1987 年成立的“交通技工学校教材编审委员会”领导组织下,于 1990 年陆续编审出版了适用于汽车驾驶、汽车修理两个专业 11 门课程的配套专业教材,共 22 种。这是建国以来第一轮正式出版的交通技工学校汽车运输类专业教科书,各教材发行量已近 20 万册,受到读者的欢迎,满足了各交通技工学校用书和社会各层次读者的需要。

随着改革开放和建设一个具有中国特色的社会主义总方针的进一步深入贯彻,汽车工业正在迅猛发展,汽车车型、结构、工艺、技术和材料也在不断发展。为适应汽车运输生产需要,根据交通部教育司[1993]185 号文件精神,在交通部教育司“交通技工学校教材工作领导小组”领导下,成立了“交通技工学校汽车运输类专业第二轮教材编审委员会”,主要负责五个专业(工种)第二轮教材组织编审工作。编委会对第一轮教材使用中社会反映做了调查工作,并根据 1993 年由交通部重新修订的《汽车驾驶员、汽车修理工教学计划和教学大纲》及新制定的《汽车电工、汽车钣金工、汽车站务教学计划和教学大纲》(试用)组织第二轮教材编写工作。修订再版和新编的教材有《汽车运输职业道德》、《机械识图》、《机械基础》、《汽车材料及金属加工》、《汽车构造》、《汽车电气设备》、《汽车维护与故障排除》、《钳工教学实习》、《汽车驾驶理论》、《汽车驾驶教学实习》、《汽车修理工艺》、《汽车交通安全》、《汽车运输管理知识》、《汽车维修企业管理》以及与各科配套的“实习教材和习题集及习题集答案”共 14 门课的教材;其它三个专业的新编教材是《汽车概论》、《汽车车身与附属设备》、《汽车钣金》、《钣金机械设备》、《汽车钣金实习》、《识图》、《汽车电气设备维修》、《汽车电气设备拆装实习》、《汽车电气设备维修实习》、《站务英语》、《交通地理》、《旅客心理学》、《汽车运输企业管理》、《汽车站务业务》、《汽车站务实习》以及配套的“实习教材和习题集及习题集答案”共 15 门课的教材。以上教材将陆续出版,其中有些教材适用于不同专业。

编委会根据《交通部教材编审、出版试行办法》和交通部教育司教高字[1993]190 号“关于 1994 年教材交稿计划的通知”精神积极组织教材编写和出版工作。在教材编写中着重注意了交通职业技术教育目的和各专业、各学科的具体任务的要求,做到科学性和思想性相结合,并注意选择最基本的科学知识和理论,使学生获得本门学科的基础知识以及运用的能力。

教材的内容翔实,反映了最新科技成就,其针对性、实用性较强。并以国产东风 EQ1092、解放 CA1092、东风 HZ1110G(柴)和解放 CA1091K8(柴)等新型汽车为主,适当介绍了轿车的新结构。同时介绍了国内外的新工艺、新结构、新技术、新材料以及传统的和先进的工艺。突出技工学校特点,加强基本技能训练,并注意教学内容的系统性,同时注意到各门学科之间的联系性。文字精炼,通俗易懂,图文并茂。

本教材是根据《汽车电气设备》教学计划、教学大纲编写而成的,本课程是汽车驾驶、汽车修理、汽车电工专业技术课。内容以解放 CA1091、东风 EQ1092、上海桑塔纳轿车为主,系统介绍了汽车电器结构原理、作用、特性等理论知识;并通过实习教材的学习,掌握汽车电气设备的使用维护、故障排除的操作技能。与本教材配套的教材有《汽车电气设备拆装实习》和《汽车电

气设备习题集及答案》。

本教材(包括配套教材)由杭州市交通技工学校卢文民担任主编。其中第一章由卢文民编写,第二章由四川省交通技工学校牟祥霓编写,第四章由浙江汽车技工学校巫冬兰编写,第五、六章由杭州市交通技工学校俞龙渡编写,第三、七、八章由山东交通技工学校张茂国编写。教材中的插图除第四章由巫冬兰描绘外,其余各章插图均由张茂国描绘。本教材由卢荣林担任主审。

本系列教材在编写中参考了第一轮教材的有关部分,并得到很多兄弟技工学校、科研单位和有关工厂企业的关怀和大力支持,许多同志提供了丰富的资料和经验,并提出了不少宝贵意见,同时还引用了前辈们已取得的众多成果,使本教材更为丰富、充实,在此致以深切谢意。但由于编写时间仓促,加之编者水平有限,定有不少缺点和错误,诚望读者批评指正。

交通技工学校汽车专业教材编审委员会

1994年5月

目 录

绪论	1
第一章 起动型铅蓄电池	2
第一节 概述	2
第二节 起动型铅蓄电池的结构与型号	3
第三节 铅蓄电池的工作原理	7
第四节 铅蓄电池的特性	8
第五节 铅蓄电池的容量及影响因素	10
第六节 铅蓄电池的充电	13
第七节 新型蓄电池简介	18
第八节 铅蓄电池的使用和维护	20
第二章 硅整流发电机及调节器	23
第一节 概述	23
第二节 硅整流发电机的结构	23
第三节 硅整流发电机的工作原理	27
第四节 无刷交流发电机	30
第五节 硅整流发电机工作特性	30
第六节 硅整流发电机调节器	32
第七节 继电器控制电路	41
第三章 起动系	45
第一节 起动机的结构与分类	45
第二节 直流串励式电动机	46
第三节 起动机的传动机构	51
第四节 起动机的操纵机构	54
第五节 起动机实例	57
第六节 柴油机起动预热装置	59
第四章 汽油机点火系	62
第一节 概述	62
第二节 传统点火系的组成及工作原理	63
第三节 传统点火系各部件的结构与原理	66
第四节 传统点火系工作特性	78
第五节 传统点火系的使用	83
第六节 晶体管点火系	84
第五章 照明灯与信号装置	99
第一节 汽车照明灯具的种类及用途	99

第二节	前照灯的结构及控制电路·····	101
第三节	转向灯、危险信号灯电路·····	106
第四节	电磁喇叭·····	109
第五节	倒车信号装置·····	111
第六章	仪表系及警报灯电路·····	114
第一节	汽车电流表·····	114
第二节	汽车油压表、水温表·····	115
第三节	汽车燃油表·····	118
第四节	仪表稳压器·····	121
第五节	车速里程表·····	122
第六节	常见报警灯电路·····	123
第七章	其它电器·····	126
第一节	电动汽油泵·····	126
第二节	电动刮水器、洗涤器·····	130
第三节	暖风、除霜装置·····	135
第四节	汽车空调·····	136
第五节	汽车收放机与防电磁干扰电路·····	143
第六节	汽车微电脑的功能及应用·····	146
第八章	汽车总线路·····	150
第一节	汽车导线、插接器与线束·····	150
第二节	开关及保险·····	152
第三节	汽车电气线路图的识读方法·····	155
第四节	全车电路实例·····	162

绪 论

《汽车电气设备》是汽车驾驶、汽车修理、汽车电工等三个专业的专业课。内容包括汽车各种电器的构造、原理、作用、性能、使用与维护等方面的知识。

为了适应交通运输现代化的需要,在高速、灵活、可靠、自动、安全、省油、减少污染等方面,对汽车的要求越来越高。随着半导体技术的迅速发展,电子技术在汽车上的应用日益广泛。汽车电子装置的新产品不断涌现,特别是微型计算机的应用,推动了汽车工业的发展。不仅汽车用电设备的数量和功率都在增大,产品的质量、性能不断提高;而且将向更加轻型化、小型化、自动化方向发展,使用寿命也将进一步提高,所起的作用也越来越重要。

现代汽车电气设备数量很多,但就设备的作用可分为八大系统。

(1)电源系统 由蓄电池、发电机和调节器组成。其作用是向全车用电设备提供低压电源。

(2)起动系统 由起动机及继电器组成。其作用是起动发动机。

(3)点火系统 主要有点火线圈、分电器总成、火花塞等。其作用是将低压电转变成高压电,产生电火花,点燃气缸中的可燃混合气。

(4)照明系统 是指车内、车外照明设备。其任务是确保车辆内外一定范围内合适的照明度。

(5)信号系统 它包括音响信号和灯光信号两类。其作用是引起行人、车辆注意,确保行驶和停车的安全性、可靠性。

(6)仪表系统 主要是指各种仪表。汽车仪表正向数字化、屏幕化发展,其作用是显示发动机、制动系的状态,增加汽车运行参数监控。

(7)舒乐系统 主要是暖风器、空调器、音响视听等装置。其任务是提供驾驶员和乘客良好的工作条件和舒适安乐的环境。

(8)微机控制系统 它包括发动机变速中心(EEC)、车辆行驶中心(VEC)、驾驶员信息中心(DIC)三大类。目前已进入实用阶段的电子控制装置有:电子控制燃料喷射系统(EFI)、电子控制式自动变速器(EAT)、电子防抱死制动装置(ABS)。

汽车种类虽然繁多,但其电气设备都有共同的特点。

(1)两个电源 即蓄电池和发电机。蓄电池主要供起动用电,发电机主要是在汽车正常运行时向用电器供电,同时向蓄电池充电。

(2)低压直流 汽车用的电压有 6V、12V、24V 三种,但以 12V 和 24V 较多。由于蓄电池充、放电的电流为直流电,所以汽车用电均系采用直流电。

(3)并联单线 汽车用电的设备很多,但都是并联的。汽车发动机、底盘等金属机体为各种电器的公共并联支路,而另一条是用电器到电源的一条导线,故称为并联单线制。

(4)负极搭铁 根据 JB2261—77 及 ZBT35001—87《汽车电气设备基本技术条件》规定,汽车电气系统采用单线制时必须统一,电源为负极搭铁。联接方法如图 0-1 所示。

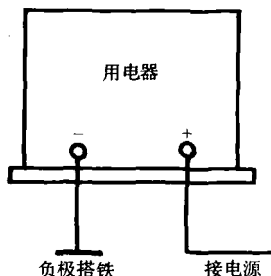


图 0-1 搭铁联接方式

第一章 起动型铅蓄电池

第一节 概 述

铅蓄电池是将化学能转换为电能的一种装置,通常称为低压直流电源——化学电源。由于铅蓄电池用的电解液是硫酸溶液,所以也叫做铅酸蓄电池。

一、蓄电池的发展与分类

随着汽车工业的发展,蓄电池也在不断地研制和发展中,如 MF 蓄电池发展非常迅速,在不久的将来,会完全取代原有的铅蓄电池。

由于电池是用化学能转换方法得到电能,称化学电源。化学电源可分为原电池和蓄电池。如手电筒用的干电池就属于原电池;酸性蓄电池和碱性蓄电池就属于蓄电池。

原电池是利用化学能转变为电能的一种不可逆电池,当化学变化的活性物质全部使用完后,其寿命便结束,称为一次性电池。

蓄电池是贮备电能的一种设备,它能把电能转变成化学能贮存起来,使用时再把化学能变成电能释放出来,转换的过程是可逆的。

铅蓄电池根据不同用途和外形结构可分为固定型和移动型两大类。固定型又分为开口式、封闭式、防酸隔爆式和消氢式铅蓄电池等;移动型又分为汽车起动用、摩托车用、蓄电池车用(又称电瓶车用)、船舶用、特殊用铅蓄电池等。本章主要介绍汽车用铅蓄电池。

二、起动型铅蓄电池的用途

铅蓄电池和硅整流发电机及汽车用电设备都是并联的,如图 1-1 所示。但在使用中,铅蓄电池和硅整流发电机不一定同时供电。

起动型铅蓄电池的主要任务是起动汽车发动机,给起动机提供强大的起动电流,其电流可达到 $200\sim 600\text{A}$ 。除此以外,铅蓄电还有以下几个用途。

(1)当用电设备的用电量过大,不够用时,铅蓄电池可以协助发电机提供一部分电量;

(2)当发动机处于中高速运转、发电机的端电压高于铅蓄电池的电动势时,铅蓄电池将一部电能转化为化学能贮存起来,称为充电;

(3)铅蓄电池还可以充当一个大电容器,即出现瞬时过电压时,它可以吸收过高电压,以保

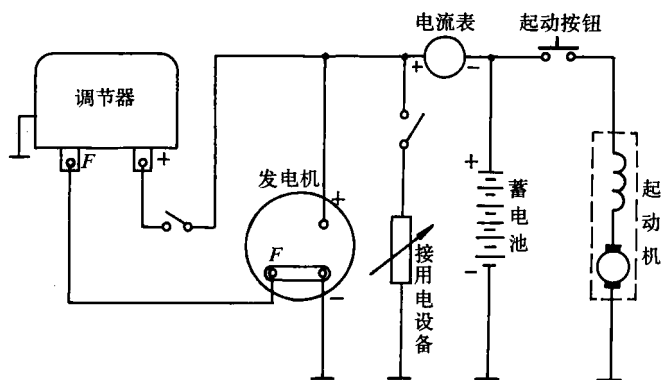


图 1-1 汽车并联电路

护晶体管元件不被击穿,延长其使用寿命。

铅蓄电池是一种直流电源。它具有内阻小、电压稳定、供电方便和安全可靠等优点,且成本低,原材料较为丰富,所以在汽车上普遍采用。但也有其一定的缺点,比能低,使用寿命短。随着电气设备的更新换代,无需维护蓄电池使用寿命长,不久的将来会代替原有的铅蓄电池。

第二节 起动型铅蓄电池的结构与型号

一、起动型铅蓄电池的构造

如图 1-2 所示,是一只 12V 铅蓄电池的解剖图,它是由六个单格电池组成,每个单格电池的额定电压为 2V。相邻两单格电池之间有间壁相隔,保证各单格电池的独立性,同时又用联条把六个单格电池串联起来,成为一个 12V 铅蓄电池总成。

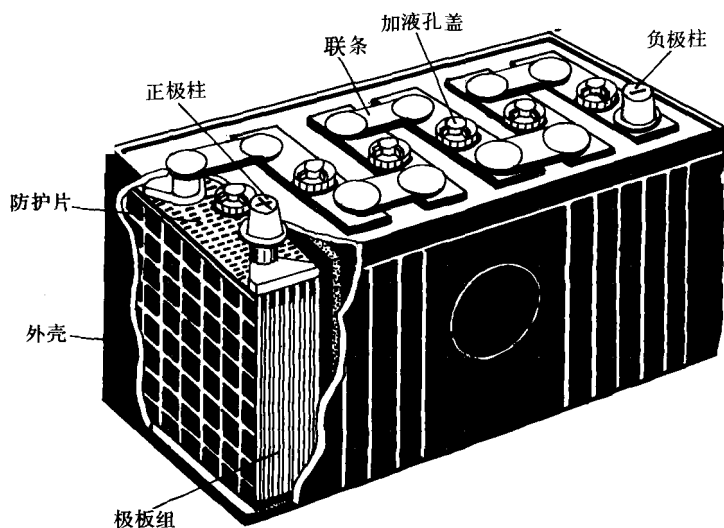


图 1-2 铅蓄电池结构

铅蓄电池主要有外壳、正负极板、隔板、电解液、联条、极桩和加液孔盖等组成。

1. 外壳(又称容器)

外壳是用来贮盛电解液和正负极板的,它必须具有防止酸液泄漏、坚固、绝缘性能好、耐腐蚀、耐高温等条件。常用铅蓄电池的外壳材料有玻璃、塑料、硬橡胶,目前用得最多的是

硬橡胶外壳。

外壳的内部分隔成三个或六个互不相通的单格电池槽。外壳的顶部有同质材料的池盖,每一单格电池槽盖有三个小孔,中间较大的为加液孔,平时用孔盖拧紧,盖上有通气孔与外界大气相通;外侧的两小孔是极桩孔,为焊接极桩之用。外壳的内底部是凸筋,用来支持极板组,同时可以防止活性物质剥落,致使正负极板短路。

2. 正负极板

铅蓄电池的正负极板是在充放电过程中,赖以极板上的活性物质与电解液的电化学反应来实现的,正负极板如图 1-3 所示。

极板由栅架及铅膏涂料组成,栅架的结构如图 1-4 所示。栅架的材料为铅锑合金,加锑的目的

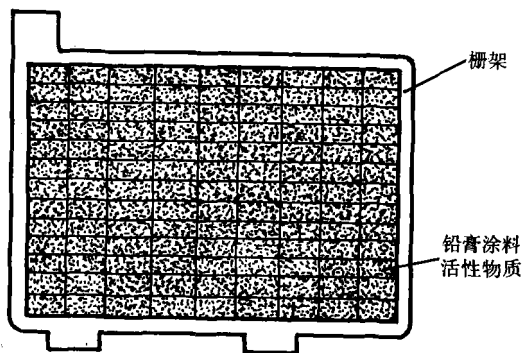


图 1-3 极板

是提高浇铸性能和机械强度,但也有副作用,主要是产生自放电现象严重,现在国内外尽量采用铅、低锡合金栅架。

铅膏涂料是由铅锑与一定相对密度的稀硫酸混合而成的。涂在正极板栅架上的涂膏叫阳铅膏;涂在负极板栅架上的叫阴涂膏,阴涂膏除上述铅膏的成份外,还要加入少量硫酸钡、腐植酸、松香等材料。

经过处理后的正极板上的活性物质为二氧化铅(PbO_2),呈暗棕色;负极板上的活性物质为海绵状纯铅(Pb),呈深灰色。

在单格电池中,正极板组的数量总比负极板数量少一片,其目的是为了减轻正极板的翘曲和活性物质脱落。当正负极板各一片浸入电解液中,就可获得 2V 的电动势。为了获得较大容量的铅蓄电池,可以组装多片的正负极板在单格电池槽内,同时极板的厚度尽量薄的些,一般正极板比负极板厚。目前国内极板的厚度为 2~2.4mm,而国外已采用 1.1~1.5mm。

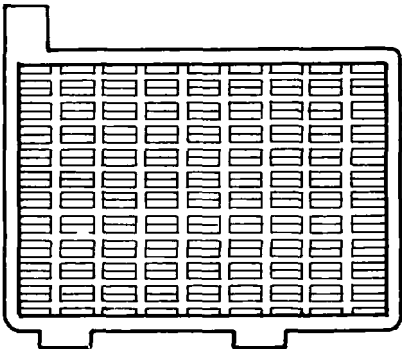


图 1-4 栅架

3. 隔板

隔板的作用是尽量缩小电池体积,使正负极板靠拢但又不致接触短路,防止极板弯曲变形和活性物质脱落,还能阻止正极板栅架上的锑离子向负极板迁移,减少负极板的硫酸盐化和大量的自由放电。

隔板常用的材料有木隔板、玻璃纤维隔板、微孔橡胶隔板、多孔塑料隔板、纸隔板等。它必须具备高度多孔性、耐酸、耐热、不氧化、不变形、不含杂质、亲水性良好等条件,并且要有一定的机械强度。隔板的面积一般做得比极板稍大一些,还将其一面做成带有纵向沟槽,在组装中,带有沟槽的一面对准正极板。若使用玻璃丝绵时,则应将其夹在隔板和正极板之间。

4. 电解液

酸性蓄电池的电解液为纯净的化学硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成,其相对密度一般为 1.24~1.28。不同地区和不同气候条件下,相对密度的要求不一样,如表 1-1。

铅蓄电池电解液相对密度表 表 1-1

地区和气候条件	完全充电的蓄电池在 15℃时相对密度	
	冬 季	夏 季
冬季温度低于-40℃的地区	1.31	1.27
冬季温度在-40℃以上地区	1.29	1.25
冬季温度在-30℃以上地区	1.28	1.25
冬季温度在-20℃以上地区	1.27	1.24
冬季温度在零度以上地区	1.24	1.24

电解液的作用是充放电过程中形成电离,使极板上的硫酸铅与电解液做可逆的电化学反应。充电时,电能转化为化学能贮存起来;放电时,则将化学能转化成电能释放出来。

配制电解液时,先将蒸馏水放在耐腐蚀、耐热的洁净的器皿里,然后将硫酸徐徐地注入蒸馏水中,切忌蒸馏水注入硫酸中。

铅蓄电池内的电解液液面高度也有一定的要求,液面高度应高出防护片 10~15mm,不足此高度时,宜加蒸馏水补足。

5. 联条

每个铅蓄电池总成都是由三个或六个单格电池组合起来的。联条装在盖上,用一种传统的联接方式把单格电池联接起来,如图 1-5 所示。联条的作用是将单格电池串联起来,提高整个铅蓄电池的端电压。

6. 极桩

极桩分为正极桩和负极桩,正极桩用“+”符号表示,其周围涂上红颜色。负极桩用“-”符号表示,一般不涂颜色。极桩是用铅锑合金浇铸成上小、下大的圆锥体形状,它的作用是将正负极板组连接或外接电路导线之用,规格形状如图 1-6 所示。

7. 加液孔盖

加液孔盖是用封盖加液孔用的,旋出孔盖可加注电解液,旋入孔盖可防止电解液溅出。孔盖上有通气孔,随时排出电池内的氢气和氧气,以免发生事故。

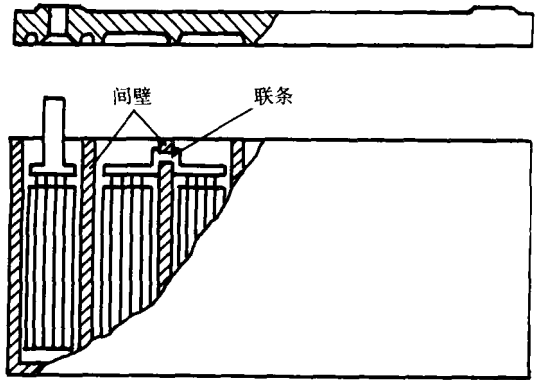


图 1-5 单格电池之间的穿壁焊示意图

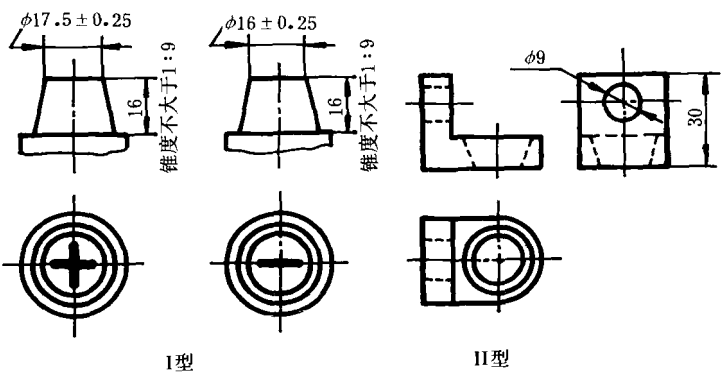


图 1-6 接线极桩的形状及规格

二、起动型铅蓄电池的联接方法

现代汽车一般配有一个额定电压和容量的铅蓄电池就能满足汽车用电设备的要求,不必考虑铅蓄电池的联接方法,如 CA1091、EQ1090 等汽车只安装一个额定电压 12V 的铅蓄电池。

但 CA10B、NJ230、JN150 这些型号汽车装有两个铅蓄电池,每个额定电压为 6V。为了满足汽车电系的额定电压和容量,用串联的方法将两个 6V 铅蓄电池串联起来,额定电压成为 12V。

但是有的汽车也采用并联供电的方法,目的在于增大供电的容量,如红旗 CA770A 型轿车就是装有两个 6-Q-165 型铅蓄电池,它的联接方法是并联的。

铅蓄电池在使用中,遇到紧急情况时,可以用其它型号电池灵活应用。如东风 EQ1090 汽车的 6-Q-105 型号铅蓄电池可以用两个 3-Q-105 型铅蓄电池串联代用。如 CA10B 型汽车的两个 3-Q-120 型铅蓄电池串联起来使用的,也可以用一个 6-Q-120 型铅蓄电池代用,效果完全相同,但必须安装牢固。

三、起动型铅蓄电池的规格型号

按机械行业标准 JB1058—77《起动型蓄电池》的规定,起动型铅蓄电池的型号及其含义如下。

第一部分是阿拉伯数字,表示该电池总成由几个单格电池组成。

第二部分表示电池用途,汽车用铅蓄电池是用起动型的“起”字的汉语拼音“Qi”的第一个字母“Q”表示的。

第三部分一般电池表示极板类型,但可省略不用,如干荷式电铅蓄电池,以“干”字的汉语拼音“GAN”的第二个字母“A”表示。

第四部分指 20h 放电率时的额定容量(即 $A \cdot h$),以阿拉伯数字表示。

第五部分指特殊性能,如高起动率电池以“高”字的汉语拼音“GAO”的第一个字母“G”表示。

型号举例:

(1)3-Q-90 表示是由 3 只单格电池组成,额定电压为 6V,额定容量为 $90A \cdot h$ 的起动型铅蓄电池。

(2)解放 CA1091 型汽车用 6-QA-100 型铅蓄电池,即是由 6 个单格电池串联、额定电压为 12V,额定容量为 $100A \cdot h$ 的干荷式起动型铅蓄电池。

(3)6-QA-60G 表示是由 6 个单格电池串联而成,额定电压为 12V,额定容量为 $60A \cdot h$ 的起动型干荷式高起动率铅蓄电池。

起动型铅蓄电池的规格型号

表 1-2

序号	类别	铅蓄电池 型号	铅蓄电池 规格	单 格 电 池 数	额 定 电 压 (V)	容 量 ($A \cdot h$)	最大外型尺寸(mm)		
							长	宽	总高
1	第一类	3-Q-75	6V、75 $A \cdot h$	3	6	75	197	178	250
2		3-Q-90	6V、90 $A \cdot h$			90	224		
3		3-Q-105	6V、105 $A \cdot h$			105	251		
4		3-Q-120	6V、120 $A \cdot h$			120	278		
5		3-Q-135	6V、135 $A \cdot h$			135	305		
6		3-Q-150	6V、150 $A \cdot h$			150	332		
7		3-Q-195	6V、195 $A \cdot h$			195	343		
8	第二类	6-Q-60	12V、60 $A \cdot h$	6	12	60	319	178	250
9		6-Q-75	12V、75 $A \cdot h$			75	373		
10		6-Q-90	12V、90 $A \cdot h$			90	427		
11		6-Q-105	12V、105 $A \cdot h$			105	485		
12	第三类	6-Q-120	12V、120 $A \cdot h$	6	12	120	517	198	250
13		6-Q-135	12V、135 $A \cdot h$			135	517	216	
14		6-Q-150	12V、150 $A \cdot h$			150	517	234	
15		6-Q-165	12V、165 $A \cdot h$			165	517	252	
16		6-Q-195	12V、195 $A \cdot h$			195	517	288	
17	第四类	6-Q-40G	12V、40 $A \cdot h$	6	12	40	212	172	250
18		6-Q-60G	12V、60 $A \cdot h$			60	279		
19		6-Q-80G	12V、80 $A \cdot h$			80	346		

第三节 铅蓄电池的工作原理

铅蓄电池属于二次电池,其充、放电过程是一种可逆式电化学反应。由于铅蓄电池的电解液是硫酸水溶液,所以在充放电过程中,蓄电池内电流的形成就是靠正负离子的反方向运动来实现的。

一、铅蓄电池的放电过程

铅蓄电池的放电过程是化学能转变成电能的过程。蓄电池供给外电路电流时称为放电,放电时电流从正极流出,经用电器流向负极,如图 1-7 所示。在蓄电池内部的电流方向则与上述方向相反,电流是从负极流向正极的。

在电流的作用下,电解液内部处于电离状态,硫酸和正负极板上的活性物质反应形成硫酸铅,硫酸量逐渐减少,硫酸中的氢和正极板上的二氧化铅的氧发生反应变成水。根据电解液相对密度的大小可以判断蓄电池的放电程度和确定放电終了的主要标志。

必须注意在正常使用情况下,蓄电池不宜放电过度,否则,将使和活性物质在一起的细小硫酸铅结成较大的结晶,增大了极板电阻,影响充电时的还原。整个放电过程的化学反应式是:



二、铅蓄电池的充电过程

铅蓄电池的充电过程是电能转换成化学能的过程,如图 1-8 所示。

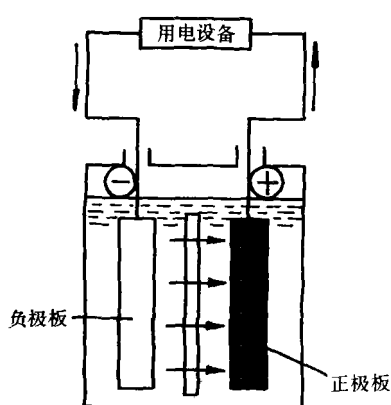


图 1-7 铅蓄电池的放电

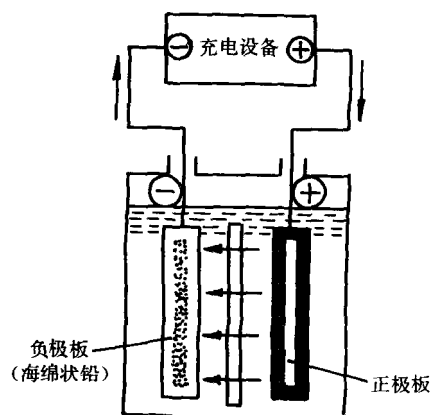


图 1-8 铅蓄电池的充电

若使铅蓄电池在放电終了后,使正负极板上的生成物质恢复为原来的活性物质,就必须具备一定的条件,这个条件是利用直流电源进行充电。

充电的过程与放电过程正好相反,铅蓄电池内部电流方向是从正极流向负极,充电的电流即从负极流出,经过充电设备流向正极。

在充电电流的作用下,正负极板上硫酸铅分别形成二氧化铅和铅,硫酸返回电解液中,当电池充电后,两极活性物质被恢复为原来的状态,而且电解液中的硫酸成份增加,水分减少。

铅蓄电池充电终期可由电解液相对密度的大小来判断。充电终期时,由于正负极板上的硫

酸铅(PbSO_4)已大部分转变成二氧化铅(PbO_2)和海绵状铅(Pb)。如果再继续充电,充电电流只能起分解水(H_2O)的作用,结果在负极板便有氢气逸出(H_2),在正极板则有氧气(O_2)逸出,形成强烈的冒气现象。因此充电终期,电流不宜过大,否则,产生气泡过于剧烈,易使极板活性物质脱落,所以充电电流应适当地减小。

整个充电过程的化学反应式是:



三、铅蓄电池的寿命

铅蓄电池的寿命首先与制造厂的制造质量有很大关系,其次受充电和放电不当的影响也较大,蓄电池极板构造和形式不同,使用和维护不当对寿命也有一定的影响。

实践证明,同一额定容量的蓄电池,如经常采用大电流放电,到后期实际容量要比较小电流放电的小。这是由于极板活性物质不能被充分利用的结果。除此之外,充电和放电之间相隔过久,对电池容量影响较大,所以要合理地使用铅蓄电池,加强维护管理工作,可以适当延长铅蓄电池的寿命。

第四节 铅蓄电池的特性

一、铅蓄电池的电动势、内电阻、端电压

1. 电动势

铅蓄电池的电动势是两极间的电位差,其大小取决于电解液的相对密度和温度,由经验公式表示。

$$E_j = 0.84 + \rho_{15^\circ\text{C}}$$

$\rho_{15^\circ\text{C}}$ 可根据下式求得:

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = \rho_t + \beta(t - 15)$$

式中: $\rho_{15^\circ\text{C}}$ —— 15°C 时电解液相对密度;

ρ_t —— 实际测量的相对密度;

t —— 实际测量的温度;

β —— 相对密度温度系数。

铅蓄电池的 $\beta = 0.00075$, 即电解液温度升高 1°C 时, 相对密度下降 0.00075 。

所以铅蓄电池的电动势与电解液的相对密度有关外, 还与电解液的温度有关系。

2. 内电阻

铅蓄电池的内阻是电解液电阻、极板电阻、隔板电阻、联系电阻的总和, 用 R_n 表示。在正常使用中, 极板电阻、隔板电阻、联条电阻很小, 可忽略不计, 其内阻取决于电解液电阻, 电解液电阻与电解液的相对密度有关, 如图 1-9 所示。

一般来说蓄电池内阻很小, 因此可以输出很大的电流, 适应起动的需要。

完全充电时, 在温度为 20°C 时, 内电阻可由下式表示:

$$R_n = \frac{U_c}{1.71Q_c} (\Omega)$$