

汽车专业技能型教育一体化教材

丛书主编 夏长明

汽车电器构造与维修



许楠 主编

QICHE DIANQI GOUZAO
YU WEIXIU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车专业技能型教育一体化教材

汽车电器构造与维修

丛书主编 夏长明
丛书副主编 涂潭生 肖楠榕 李锡威 何南昌
本册主编 许楠
本册副主编 龙乐
本册参编 成有



221438

广西工学院鹿山学院图书馆



d221438



机械工业出版社

本书以一体化教学模式为指导思想,以企业实际作业任务为参考,同时结合理论分析进行编写。书中系统地讲述了汽车电器及电子设备的基本结构、工作原理、工作特性、常见故障的诊断与排除以及主要电器系统的保养与维护等内容。并在此基础上使学生掌握整车电路图的识图方法与故障诊断程序,掌握各种工具、仪器的使用方法,能够独立地进行汽车电器的拆装与检修。本书主要内容包括:蓄电池、发电机及电压调节器、起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警灯系统、辅助电器等几大部分。

本书按照“认知+技能+能力+实战”的理实一体化教学规律进行编排,内容系统、连贯、完整,实操配以大量图片,具有较强的实用性。本书主要作为中高级技工类及中高级职业学校汽车类专业教材,也可供汽车维修从业人员、汽车驾驶人员以及汽车运行管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器构造与维修/许楠主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 4

汽车专业技能型教育一体化教材

ISBN 978-7-111-33770-6

I. ①汽… II. ①许… III. ①汽车—电气设备—构造—教材②汽车—电气设备—车辆修理—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 044036 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:徐 巍 责任编辑:刘 焯

责任校对:肖 琳 封面设计:路恩中

责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.25 印张·324 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-33770-6

定价:29.80 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

社服 务 中 心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部:(010)68326294

销 售 二 部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

序 言

汽车作为人类历史文明发展的标志,从1886年发明至今,已有100多年的历史。近几年,我国的汽车产销量迅速增长,全国汽车拥有量大幅度上升。世界知名汽车企业的大量涌入,国内汽车企业的迅速发展,合资厂家的不断增加,大大促进了国内汽车技术的进步。汽车保有量的急剧增加,汽车技术的不断更新,使得汽车运用与维修行业的车源、车种、服务对象以及维修作业方式等都已发生了新的变化,使得技能型、应用型的实用人才非常紧缺。为了尽快培养能用、实用、好用的技术人才,我校根据多年来实施“理论-实践一体化教学”的经验,在机械工业出版社汽车分社领导和专家的指导下,组织了多名具有丰富的教学和实践经验的老师编写这套教材来满足教学的需要,并加以全国推广。

本套教材包括《汽车发动机构造与维修》、《汽车底盘构造与维修》、《汽车电器构造与维修》、《汽车车身构造与维修》、《汽车发动机电控系统原理与维修》、《汽车自动变速器原理与维修》、《汽车安全舒适系统原理与维修》、《汽车故障诊断技术》、《汽车营销》及《汽车维护》共十种。

本套教材在编写过程中,力求体现以下特色:

1. 以实际工作任务为驱动,突出以实物、实图、实例、易教易学的一体化教学内容来编写,并在教材的结构内容上彰显:

(1) 结构原理(即认知部分)——以实物、原理图加标注为主,辅以简单必要的文字说明,旨在提高学生对汽车专业知识理解、概括、运用等能力。

(2) 拆检(即技能训练部分)——以原理图和实物为主,加上操作要领、注解、技术要求、注意事项及相关知识链接,旨在提高学生的实际动手能力。

(3) 故障排除(即能力提高部分)——以诊断流程图为主线,突出故障现象及导致故障的原因,使学生能够按图索骥,能够迅速掌握汽车常见故障的诊断排除要领,以提高学生将基本知识和实操技能进行有机结合、综合运用从而转化为解决生产实践中实际问题的能力。

(4) 典型案例分析(即实战演练部分)——以汽车售后服务行业一线技术服务人员在工作实践中总结的成功经验所形成的技术论文为典型案例,配以知名专家的点评,来提高学生的学习兴趣 and 实际应变能力,为学生后期的顶岗实习及进入企业打下坚实基础。

2. 以就业为导向,面向实际,贯彻“一体化教学”特点,全程设计,整体优化。

3. 借鉴国内外职业教育经验,融传统式教学、模块式教学、情境化教学、项目式教学、案例式教学等为一体,顺应现代职业教育制度改革。

4. 面向技工教育,难易适度,图文并茂,深入浅出,通俗易懂。

5. 教材中各知识单元与技能模块力求做到“一体化”,且尽可能以汽车案例展开讲解,来激发学生学习兴趣,以期提高教学质量。

6. 加强针对性和实用性,力求实现理论与实践、教与学、学与用的完美结合。

由于编者水平所限,书中难免出现差错,希望读者在使用过程中及时批评指正。

汽车专业技能型教育一体化教材编委会

前 言

汽车电器技术经历了一百多年的发展历程,随着电子技术的快速发展,电器设备在汽车上的应用越来越广泛,数量越来越多,电子技术已经成为汽车的神经网络和汽车技术系统的核心,由此人们也将汽车称作是车轮上的计算机。

随着汽车电器设备占有率的加大,汽车故障亦变得更加隐蔽难排,故业内广泛流传“不懂汽车电器,就等于不懂汽车”之说。《汽车电器构造与维修》课程在汽车类专业中的教学地位也越显重要,理所当然地成为汽车类专业的核心课程。其教学任务是力求把传授汽车电器构造与维修知识和实践技能结合起来,强调理论知识的应用性,培养学生具备从事汽车电器维修的基本职业能力,同时培养学生具有一定的逻辑思维能力和分析解决实际问题的能力。

本书以一体化教学模式为指导思想,以企业实际作业任务为参考,同时结合理论分析进行编写。书中系统地讲述了汽车各种电器及电子设备的基本结构、工作原理、工作特性、常见故障的诊断与排除以及主要电器系统的保养与维护等内容。并在此基础上使学生掌握整车电路图的识图方法与故障诊断程序,掌握各种工具、仪器的使用方法,能够独立地进行汽车电器的拆装与检修。

本书为适应中高级技工及职业类学校汽车类专业学生学习之需要,以认知(结构原理)、技能训练(拆检)、能力提高(故障排除)、实战演练(典型案例分析)的理实一体化学习规律进行编排。用大量结构原理图片加文字标注和注解的方式,使学生通过阅读本书,可以举一反三、触类旁通地去解决更多、更深层次汽车电器设备的问题。再通过自己的检修实践逐渐提高认识,成为一名熟练的汽车电器维修人员。

本书主要作为中高级技工及职业类学校汽车类专业教材,也可供汽车维修从业人员、汽车驾驶人员以及汽车运行管理人员参考。

编者

汽车专业技能型教育一体化教材编委会

- 主 任** 谢丽君(广东金桥技工学校校长,博士)
- 副 主 任** 余定安(广东金桥技工学校常务副校长,高级讲师)
李旭东(广东金桥技工学校教务处长,高级工程师)
- 丛书主编** 夏长明(广东金桥技工学校汽车工程系主任/职业技能鉴定站站长,高级技师/讲师)
- 丛书副主编** 涂潭生(广东金桥技工学校汽修教研室主任,汽车维修高级技师)
肖楠榕(“博学善教,严师益友”优秀教师,广东金桥技工学校汽车维修讲师)
李锡威(广州增城职业技术学校汽车电子维修部部长,高级技师/讲师)
何南昌(广东商学院华商学院机电工程系主任,高级技师/副教授)

广东金桥技工学校简介

广东金桥技工学校是在广州金桥管理干部学院、广州海员学校基础上发展起来的,是隶属于广东省人力资源和社会保障厅的重点技工学校。

学校位于广州市天河区,紧邻奥林匹克体育中心,交通便利,空气清新,环境优美。学校占地面积近百亩,建筑面积约 60000 平方米,是一间具有十几年大专办学经验的综合性职业教育院校。学校设有经济贸易系、机电工程系、汽车工程系、计算机系、外语系、艺术设计系 6 个教学系,拥有各类学生 4000 多人,教职员工 300 多人。

学校以“学用结合,能者为先,做人第一”为教育宗旨,努力锻造学生能力,塑造学生人格。学校的发展引起中国十大教育服务品牌之一的安博教育集团的高度关注。安博教育集团正着力对学校进行全面升级管理,广东金桥技工学校将成为安博教育集团在华南地区重要的职业教育基地。



广东金桥技工学校校长谢丽君博士

目 录

序言

前言

项目一 蓄电池	1
任务一 蓄电池的构造与工作原理	1
一、车用蓄电池的分类	2
二、蓄电池的构造	2
三、蓄电池的型号	4
四、铅蓄电池的工作原理	5
任务二 蓄电池的使用与维护	7
一、蓄电池的充电	7
二、影响蓄电池容量的因素	9
三、蓄电池使用的注意事项	10
四、蓄电池的检查与维护	11
任务三 蓄电池的故障诊断与排除	14
一、蓄电池常见故障诊断与排除	14
二、蓄电池典型案例分析	15
本项目小结	17
练习与思考	18
项目二 发电机及电压调节器	19
任务一 认识发电机的构造	20
一、交流发电机的结构	20
二、交流发电机的型号	24
任务二 发电机和电压调节器的工作原理	24
一、发电机的工作原理	24
二、发电机的特性	28
三、电压调节器的原理与类型	29
任务三 发电机的拆装与检修	33
一、发电机的拆装操作规程	33
二、发电机的使用与检修	35
三、电压调节器的使用与检修	40
任务四 充电系常见故障诊断与排除	41
一、充电指示灯电路故障检测规程	41
二、发电机不发电故障的典型案例分析	43
本项目小结	44



练习与思考	44
项目三 起动系	46
任务一 起动系的基本组成	46
一、起动系的作用	46
二、起动系的组成	47
任务二 起动机的工作原理	48
一、起动机的组成与分类	48
二、直流电动机的结构与工作原理	49
三、起动机的传动机构	53
四、起动机的控制装置	56
五、起动机的型号	57
任务三 起动机的拆装与检修	58
一、起动机的拆装	58
二、起动机的检修	59
三、起动机的性能实验	63
四、起动机的使用与维护	64
任务四 起动系常见故障诊断与排除	65
一、起动系常见故障	65
二、常见故障的诊断与排除方法	65
三、起动系典型故障案例分析	68
本项目小结	69
练习与思考	70
项目四 点火系统	71
任务一 传统点火系统的组成及工作原理	72
一、传统点火系统的组成	72
二、传统点火系统的工作原理	79
三、传统点火系统的工作特性	80
任务二 电子点火系统	82
一、普通电子点火系统	83
二、微机控制电子点火系统	87
任务三 点火系统的使用与检修	92
一、点火系统的使用与维护	92
二、点火系统的检修规程及技术要求	92
任务四 点火系统常见故障的诊断与排除	97
一、点火系统常见故障的示波器诊断	97
二、点火系统常见故障的分析及排除方法	99
三、微机控制电子点火系统的故障诊断流程	100
四、点火系统典型故障案例分析	101
本项目小结	102



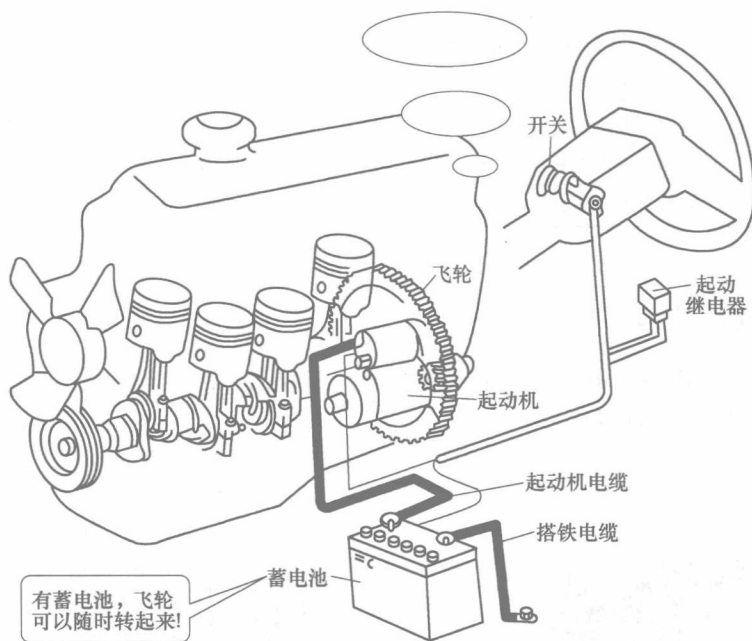
练习与思考	102
项目五 照明与信号系统	104
任务一 照明与信号系统的组成	104
一、照明系统的组成	104
二、信号系统的组成	106
任务二 前照灯和转向信号灯的构造及控制电路	108
一、前照灯	108
二、前照灯的控制电路	112
三、新型前照灯控制系统	113
四、前照灯的检验与调整	115
五、部分车型照明系统电路	116
六、转向信号灯电路的组成及控制原理	118
七、其他信号装置	122
任务三 照明信号系统常见故障诊断与排除	125
一、照明系统常见故障的诊断与排除	125
二、信号系统常见故障的诊断与排除	126
本项目小结	127
练习与思考	128
项目六 仪表与报警灯系统	129
任务一 各种仪表的构造及工作原理	129
一、仪表的种类	129
二、仪表的结构及工作原理	130
任务二 各种报警灯的构造及工作原理	139
一、常见的报警指示灯	139
二、报警指示装置的结构及工作原理	141
任务三 仪表及报警灯系统的故障诊断与排除	143
一、仪表与报警系统电路	143
二、常见故障的诊断与排除	144
本项目小结	147
练习与思考	147
项目七 辅助电器	149
任务一 风窗清洁装置的控制电路与检修	150
一、电动刮水器	150
二、风窗清洗装置	154
三、风窗除霜装置	155
任务二 电动后视镜的控制电路与检修	156
一、电动后视镜的结构	156
二、电动后视镜的工作原理	156
三、电动后视镜的检修	157



任务三 电动车窗的控制电路与检修	157
一、电动车窗的结构	158
二、电动车窗的工作原理	159
三、电动车窗的检修	160
任务四 电动座椅的控制电路与检修	161
一、电动座椅的结构	161
二、电动座椅的工作原理	163
三、电动座椅的检修	167
本项目小结	167
练习与思考	168
项目八 汽车整车电路	169
任务一 汽车电路识图	169
一、识读汽车电路图的方法	169
二、汽车线路常用的电气元件	176
任务二 汽车电气线路图在诊断中的作用及读图示例	182
一、汽车电路的常见故障诊断	182
二、汽车典型电路图读图示例	188
本项目小结	199
练习与思考	199
参考文献	201

项目一 蓄 电 池

蓄电池是汽车上重要的储备电源，有了它我们可随时随地发动车辆。它除了向起动机供电外，还具有发电机不发电时向用电设备临时供电；发电机超载时，辅助发电机供电；将发电机输出的多余电能转变为化学能存储起来；稳定电压，保护汽车用电设备等诸多功能。



【学习目标】

- ◇ 认识蓄电池的构造，了解蓄电池的工作原理
- ◇ 学会蓄电池的使用与维护
- ◇ 掌握蓄电池的检修方法

任务一 蓄电池的构造与工作原理

蓄电池是能将所获得的电能以化学能的形式储存并将化学能转换为电能的一种电化学装置。



汽车用蓄电池是一种储存电能的装置，是汽车的低压直流供电电源之一，一般采用铅蓄电池。

一、车用蓄电池的分类

铅蓄电池由于结构简单、价格便宜、内阻小、可以短时间供给起动机强大的起动电流而被广泛采用。其分类如图 1-1 所示，各种铅蓄电池的特点见表 1-1。



图 1-1 铅蓄电池的分类

表 1-1 各种铅蓄电池的特点

类 型	特 点
普通铅蓄电池	新蓄电池的极板不带电，使用前需按规定加注电解液并进行初充电，初充电的时间较长，使用中需要定期维护
干式荷铅蓄电池	新蓄电池的极板处于干燥的已充电状态，电池内部无电解液。在规定的保存期内，如需使用，只需按规定加入电解液，静置 20 ~ 30min 即可使用，使用中需要定期维护
免维护蓄电池	使用中不需维护，可用 3 ~ 4 年不需补加蒸馏水，极桩腐蚀极少，自放电少

二、蓄电池的构造

普通铅蓄电池由极板、隔板、壳体、电解液、铅联条、极柱等结构组成。图 1-2 所示是一个 12V 普通型铅蓄电池的结构图。

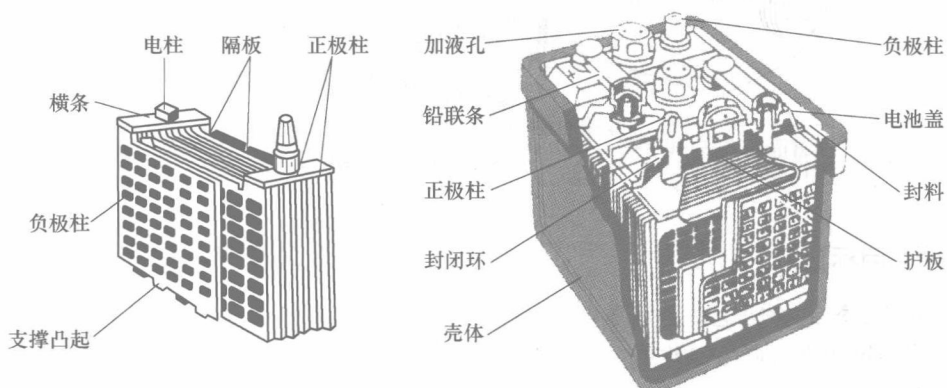


图 1-2 铅蓄电池的结构

1. 极板

极板是蓄电池的重要部件，蓄电池的充电和放电就是由极板和电解液一起进行化学反应来完成的。极板分为正极板和负极板两种，均由栅架和填充在其上的活性物质构成。正极板



上的活性物质是二氧化铅(PbO_2)，呈深棕色；负极板上的活性物质是海绵状纯铅(Pb)，呈青灰色。

栅架的作用是容纳活性物质并使极板成形。蓄电池充、放电过程中，电能和化学能的相互转换，就是依靠极板上活性物质和电解液中硫酸的化学反应来实现的。为增大蓄电池的容量，通常将多片正、负极板分别相互嵌合并联焊接，组成正、负极板组，如图 1-3 所示。其中极板组中负极板的数量总比正极板多一片。每个极板组构成一个单格电池，每单格电池的额定电压为 2V。蓄电池一般都由 3 个或 6 个单体电池串联而成，额定电压分别为 6V 或 12V。单体电池的串接方式一般有传统外露式、穿壁式和跨越式三种方式。

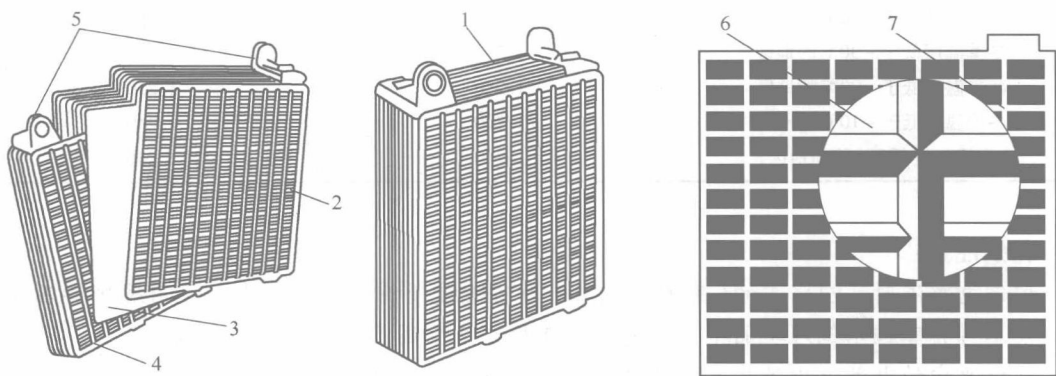


图 1-3 极板组

1—极板组总成 2—负极板 3—隔板 4—正极板
5—极板联条 6—活性物质 7—栅架

2. 隔板

隔板的作用是将相互紧靠的正负极板隔开。为了减小蓄电池的内阻和尺寸，蓄电池内部正负极板应尽可能地靠近。为避免正负极板彼此接触而短路，正负极板之间要用隔板隔开。隔板材料应具有多孔性和渗透性，且化学性能要稳定，即具有良好的耐酸性和抗氧化性。常用的隔板材料有木质隔板、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维和纸板等。

注意：安装时，隔板上带沟槽的一面应面向正极板。

3. 联条与极柱

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。普通电池联条也由铅锑合金浇铸而成，硬橡胶外壳电池的联条位于电池小盖上方，形状如图 1-4 所示。

联条的安装形式有顶部安装和穿壁式安装两种。穿壁式安装具有联条尺寸小、蓄电池内阻小、使用寿命长等优点。塑料外壳蓄电池一般采用穿壁式联条。

极柱用于蓄电池与外电路相连。为了便于区别，极柱的上方或旁边标刻有“+”(或 P)、“-”(或 N)标记，或者在正极柱上涂红色油漆。

4. 电解液

电解液是蓄电池内部进行电化学反应的主要物质，由纯净硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成。蓄电池

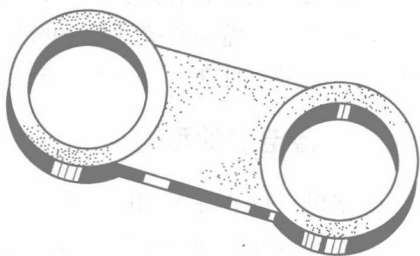


图 1-4 联条



内部通过电解液与极板上活性物质发生化学反应,实现电能与化学能互相转换。电解液的密度、温度和纯度是影响蓄电池性能、寿命和还原系数的重要因素。标准的电解液密度为1.24~1.30g/mL。在气温高的地区和季节,应采用较低密度的电解液,而在气温低的地区或季节,应采用较高密度的电解液。不同地区、不同季节时电解液密度是不同的,如表1-2所示。

表 1-2 不同气候条件和不同季节的电解液密度 (单位:g/mL)

气候条件	完全充电的蓄电池 15℃时密度	
	冬季	夏季
冬季温度低于-40℃的地区	1.310	1.250
冬季温度低于-30℃的地区	1.290	1.250
冬季温度低于-20℃的地区	1.280	1.250
冬季温度低于-10℃的地区	1.270	1.240
冬季温度低于0℃的地区	1.240	1.240

特别注意:

配制电解液时,应将浓的(密度1.84g/mL)硫酸缓慢倒入蒸馏水中,并用玻璃棒不断搅拌,切不可将蒸馏水倒入硫酸中,以免溶液在局部产生高温而引起飞溅伤人。

蓄电池中的电解液少了基本都是水分挥发造成的,只要及时加注蒸馏水就可以了。如果电解液严重缺少就要更换了,更换前要倒光残液,并用蒸馏水对蓄电池内部进行清洗。

电解液严重缺少时,极板暴露在空气中,易导致极板被氧化,也就是硫化,硫化后的极板活性大大下降。

5. 壳体

是用来盛放电解液和极板组的容器,使铅蓄电池构成一个整体。壳体材料有硬橡胶和塑料两种。壳体为整体式结构,壳体内部由间壁分隔成3个或6个互不相通的单格,底部有突起的肋条以搁置极板组。

提示:肋条之间的空间用来积存脱落下来的活性物质,以防止在极板间造成短路。

极板装入壳体后,上部用与壳体相同材料制成的电池盖密封。在电池盖上对应于每个单格的顶部都有一个加液孔,见图1-5,用于添加电解液和蒸馏水,也可用于检查电解液液面高度和测量电解液相对密度。加液孔平时用加液孔盖拧紧。加液孔盖中心的通气孔应经常保持畅通,使蓄电池化学反应放出的气体随时逸出。

壳体由耐酸、耐热、耐振、绝缘性好并且有一定力学性能的材料制成。

在极板组上部装有防护板,以防止测量电解液相对密度、液面高度或添加电解液时,损坏极板上部。小盖与外壳之间的缝隙用封口胶密封,如图1-6所示。封口胶能保证电解液在65℃时不溢出,且在-30℃时不产生裂纹。

三、蓄电池的型号

根据机械行业标准JB/T 2599—1993《铅蓄电池产品型号编制方法》的规定,铅蓄电池型号由三部分组成,如图1-7所示。排列如下:

串联单格数——电池类型和特征——额定容量和特殊性能

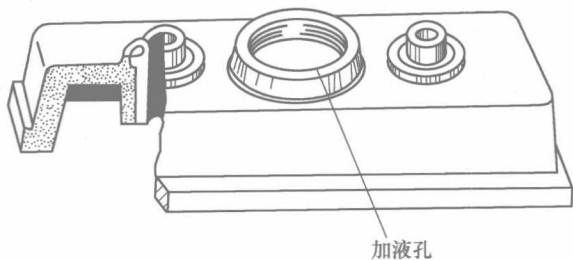


图 1-5 加液孔

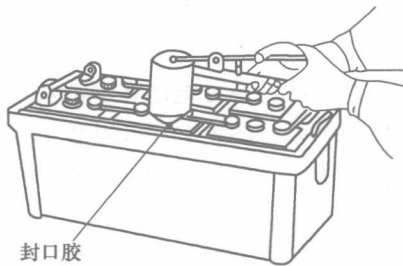


图 1-6 封口胶

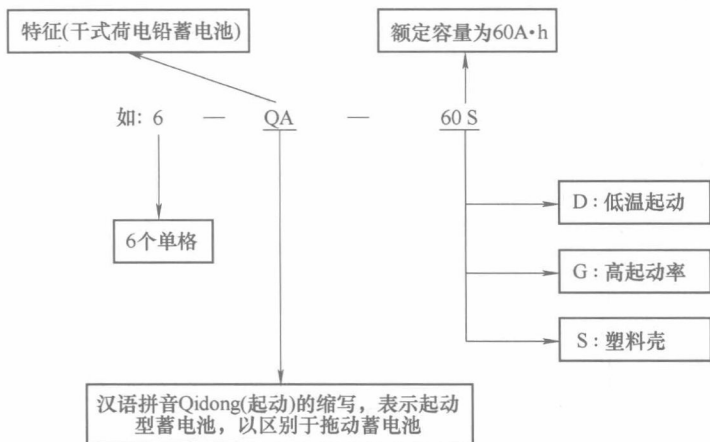


图 1-7 蓄电池的标志

蓄电池的单格数表示一个整体蓄电池串联的单格电池数, 用阿拉伯数字表示, 其额定电压用单格数乘以 2。蓄电池类型和特征用大写的汉语拼音字母表示, 其含义如表 1-3 所示。额定容量用阿拉伯数字表示, 单位为 $A \cdot h$ 。当蓄电池有不同于一般性能的蓄电池时, 标注特殊性能标志(D、G、S)。

表 1-3 常见蓄电池特征

特征	干式荷电	湿式荷电	免维护	少维护	胶体电解质
代号	A	H	W	S	J

四、铅蓄电池的工作原理

蓄电池的充放电过程是可逆的, 其工作过程就是化学能与电能相互转化的过程。当蓄电池向外供电时, 将化学能转化为电能; 而当蓄电池与外部直流电源相连进行充电时, 将电能转变成化学能。

1. 蓄电池的放电

当蓄电池接上负载后, 正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都逐渐转变为 $PbSO_4$, 电解液中的 H_2SO_4 逐渐减少而 H_2O 和 $PbSO_4$ 增多, 故电解液相对密度下降。在电动势的作用下, 电流从正极经过负载流往负极(即电子从负极到正极), 使正极电位降低, 负极电位升高, 破



坏了原有的平衡,如图 1-8 所示。理论上,放电过程可以进行到极板上的活性物质被耗尽为止。

放电特性:指蓄电池在恒流放电过程中,蓄电池的端电压 U_f 和电解液相对密度随时间而变化的关系。图 1-9 所示为蓄电池的放电特性曲线。放电过程中,由于蓄电池内阻 R_0 上有电压降,所以,蓄电池的端电压总小于其电动势 E ,即

$$U_f = E - I_f \times R_0$$

式中 U_f ——放电时蓄电池的端电压;

E ——放电时蓄电池的电动势;

I_f ——放电电流;

R_0 ——蓄电池的内阻。

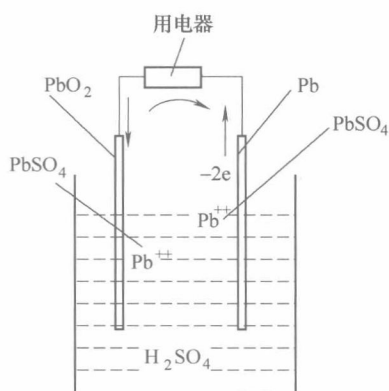


图 1-8 蓄电池放电时的化学反应过程

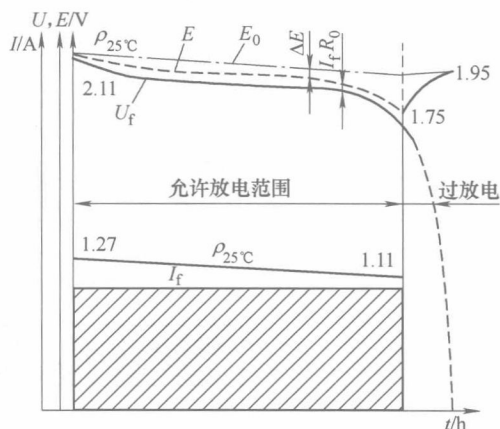


图 1-9 蓄电池的放电特性曲线

第一阶段:开始放电阶段,电压下降较快。

第二阶段:相对稳定阶段,电压缓慢下降。

第三阶段:迅速下降阶段,放电终了,密度迅速下降,端电压也急剧下降。

蓄电池放电终了的特征是:

- 1) 电池电压降到放电终了电压。
- 2) 电解液密度降到最小许可值。

蓄电池放电终了电压与放电电流的大小有关,放电电流越大,放电的持续时间就越短,放电终了电压也越低。

2. 蓄电池的充电

充电时,蓄电池的正、负极分别与直流电源的正、负极相连。正负极板上的 $PbSO_4$ 将逐渐恢复为 PbO_2 和 Pb , 电解液中硫酸成分逐渐增多, H_2O 逐渐减少。电源电压高于蓄电池电动势,在直流电源电压作用下,电流从蓄电池正极流入,从负极流出(即驱使电子从正极经外电路流入负极)。这时正负极板发生的反应正好与放电过程相反,如图 1-10 所示。

充电特性:指蓄电池在恒流充电过程中,蓄电池的端电压 U 和电解液密度随充电时间而变化的关系。图 1-11 所示为蓄电池充电的特性曲线。充电时电源电压必须克服蓄电池的

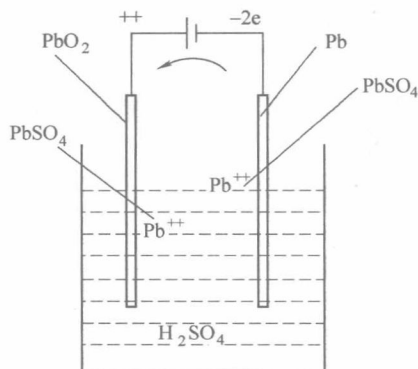


图 1-10 蓄电池充电时的化学反应过程

电动势和蓄电池内阻产生的电压降 $I_c R_0$ ，因此，充电过程中蓄电池的端电压总是大于蓄电池的电动势，即

$$U_c = E + I_c R_0$$

蓄电池的充电大致经过四个阶段。

第一阶段：开始充电阶段，端电压迅速上升。

第二阶段：稳定上升阶段，端电压随电解液密度上升而相应提高。

第三阶段：迅速上升阶段，水电解产生的 H 以离子状态和极板之间产生附加电阻，形成沸腾现象。

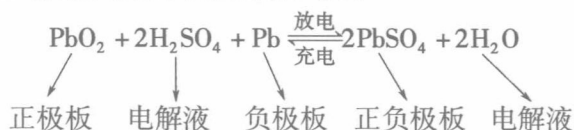
第四阶段：充电停止后，端电压逐渐下降至静止电动势。

蓄电池充足电的标志是：

1) 电解液中有大量气泡冒出。

2) 电解液的密度和蓄电池的端电压上升到规定值，且在 2~3h 内保持不变。

综上所述，蓄电池的充放电化学反应方程式为：



任务二 蓄电池的使用与维护

一、蓄电池的充电

无论是新启用的蓄电池还是修复后的蓄电池，以及装在车上使用的蓄电池，必要的时候都应该对其进行充电，它对蓄电池的使用寿命和使用性能都有很大影响。蓄电池的常规充电方法有定电流充电和定电压充电两种，非常规充电有脉冲快速充电。

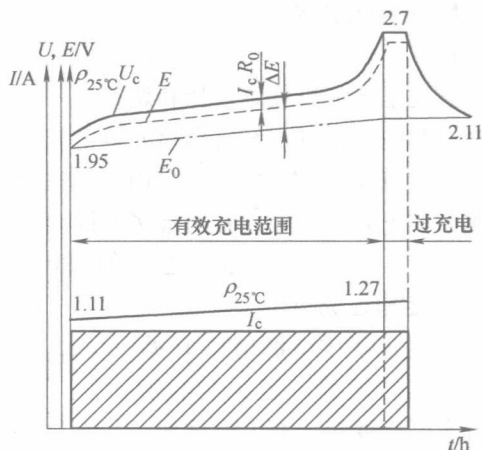


图 1-11 蓄电池的充电特性曲线