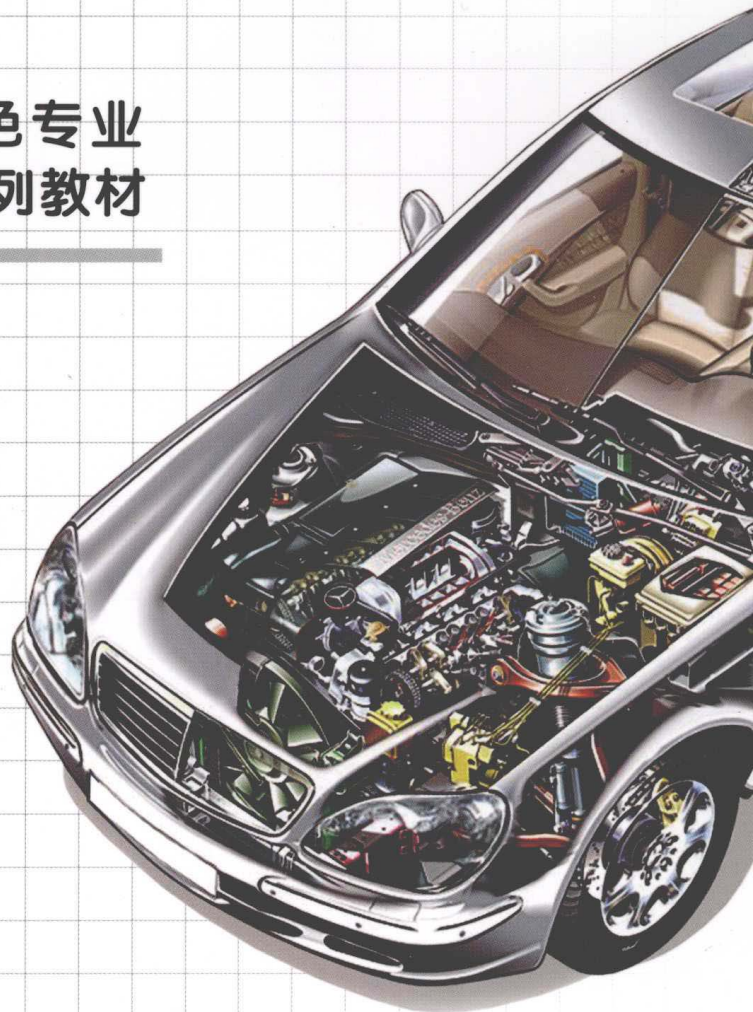


高等学校国家级特色专业
——车辆工程专业系列教材



QI CHE DIAN QI YU DIAN ZI SHE BEI

◎ 李智超 主 审 ◎ 王启瑞

汽车电气与电子设备



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校国家级特色专业——车辆工程专业系列教材

汽车电气与电子设备

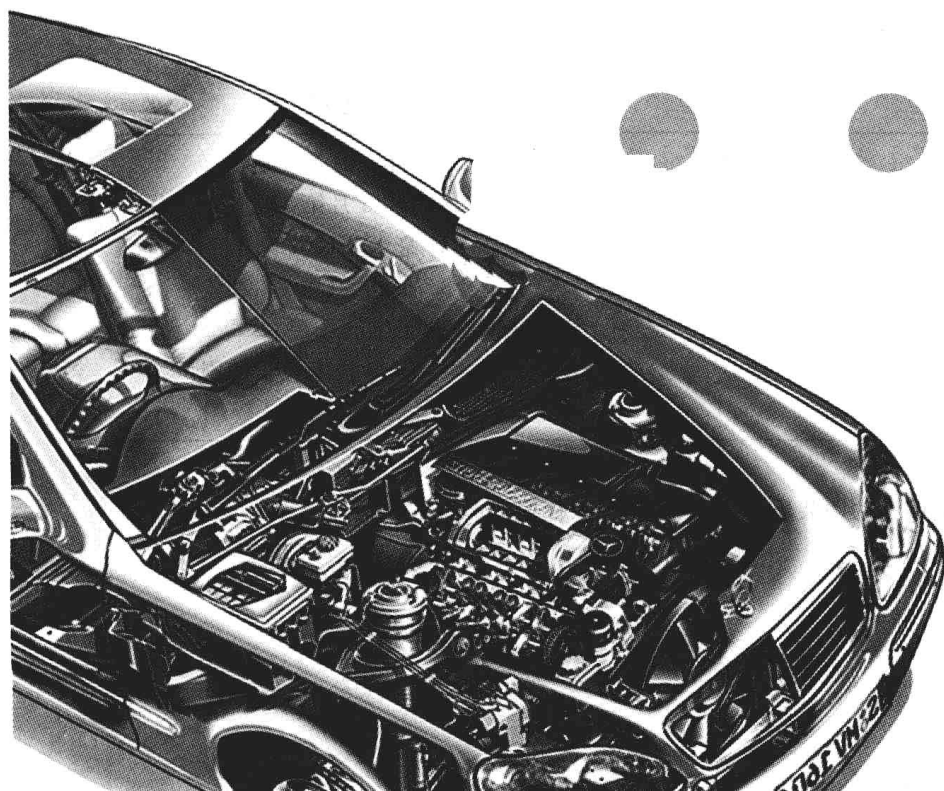
主 编◎李智超

副主编◎张炳力

参 编◎王 辉 王继先 黄莉莉

陈卫平 曾汉平

主 审◎王启瑞



合肥工业大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了汽车用蓄电池、汽车用发电机与调节器、汽车启动系统、汽车点火系统、汽车照明与信号装置、汽车仪表、汽车辅助电器、汽车电子控制装置、汽车电气设备线路等汽车主要电气设备的结构、工作原理、使用与维护、故障诊断与检测方法等。

本书既可作为高等院校汽车工程类专业教材,也可供汽车制造、汽车修理、汽车运输部门的工程技术人员和工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气与电子设备/李智超主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2011.4

ISBN 978-7-5650-0472-8

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车—电气设备②汽车—电子设备 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 045040 号

汽车电气与电子设备

主 编 李智超

责任编辑 汤礼广

出 版 合肥工业大学出版社

地 址 合肥市屯溪路 193 号

邮 编 230009

电 话 总编室:0551-2903038

发行部:0551-2903198

网 址 www.hfutpress.com.cn

E-mail press@hfutpress.com.cn

版 次 2011 年 4 月第 1 版

印 次 2011 年 5 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 18.75

字 数 456 千字

印 刷 中国科学技术大学印刷厂

发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-0472-8

定价: 36.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

《高等学校国家级特色专业——车辆工程专业系列教材》

审读委员会

主任 陈朝阳
副主任 张代胜
委员 (排名不分先后)

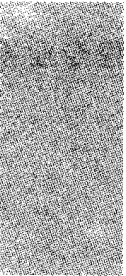


陈无畏 王其东 冯能莲
孙 军 刘昭度 王启瑞
左承基 范迪彬 羊拯民
钱立军 石 琴 卢剑伟
方锡邦

《高等学校国家级特色专业——车辆工程专业系列教材》

编委会

主任 张代胜
编委 (排名不分先后)



张炳力 卢剑伟 钱叶剑
程晓章 尹安东 孙 骏
张 良 陈黎卿 李志超
祝安定 姜 康 刘 俊

本系列教材在编写过程中,曾得到以下学校和企业给予各种形式的支持及无私的帮助,在此对它们谨致以真诚的谢意!

清华大学

湖南大学

北京工业大学

西南交通大学

同济大学

山东理工大学

辽宁工业大学

福州大学

厦门理工学院

长安大学

湖北汽车工业学院

安徽工业大学

安徽工程大学

奇瑞汽车股份有限公司

北京理工大学

武汉理工大学

吉林大学

华东交通大学

重庆理工大学

兰州交通大学

大连交通大学

河南科技大学

江苏大学

西华大学

合肥工业大学

安徽理工大学

安徽江淮汽车集团有限公司

《高等学校国家级特色专业——车辆工程专业系列教材》编委会



序

在我国经济发展转型升级与全面提高国际竞争力的关键时期,培养和造就一大批创新能力强,适应我国经济和社会发展需要的工程技术型人才是增强我国核心竞争力、建设创新型国家、走新型工业化道路的必要条件。“高等工科教育回归工程”和“强化能力导向原则”等基于按社会需求培养人才和教学需要改革的教育理念,是《中华人民共和国高等教育法》提出的“高等教育教学改革务必根据不同类型、不同层次高等学校自身实际”要求和《高等学校本科教学质量与教学改革工程项目管理暂行办法》所坚持的“分类指导、注重特色”原则的创新成果和实践载体。

高等学校应按照“质量工程”的要求对人才培养目标进行合理定位,对教学过程进行科学创新,发挥自身优势,形成各自特色,从而满足社会对多样化的人才需求。人才培养目标的差异性,要求教学内容、教学方法和教材建设具有针对性。《中华人民共和国高等教育法》明确规定:“高等学校根据教学需要,自主制订教学计划、选编教材、组织实施教学活动。”教育部实施本科教育、教学“质量工程”,鼓励和支持高等学校在教学理念等方面进行创新,以形成有利于多样化人才成长的培养体系,满足国家和社会对紧缺人才的需要。

合肥工业大学车辆工程专业于2007年经教育部审批被列为国家级特色专业建设点。也就在同一时间,合肥工业大学成立了《高等学校国家级特色专业——车辆工程专业系列教材》编审委员会,以“打造特色精品教材,促进专业教育发展”的理念规划出版“高等学校汽车类特色专业规划教材”,抓紧对“质量工程”中所要求的“重点规划、建设多样基础教程和专业课程教材,促进高等学校教学内容更新、教材建设多样化”工作的落实。



在教材选题开始设计时,编审委员会便贯彻教育部关于人才培养适应行业经济和社会发展的需要精神,要求突出教材建设与办学定位、教学目标的一致性和适应性。最终确立了教材编写的指导思想:加强工程意识的培养、加强理论与实践的结合、加强实践教学和工程训练,培养在汽车行业第一线从事车辆研发、试验、营销及管理等工作并能解决实际问题的高等应用型人才。

本系列教材在编写过程中,既严格遵守学科体系的知识构成和教材编写的一般规律,又针对本科人才培养目标和与之相适应的教学特点,科学安排知识内容,注重解决现行教材中部分内容陈旧、特色不明显和学生自主学习无趣等问题,充分体现了“工程基础厚、工作作风实、创业能力强”的合肥工业大学人才培养特色及对国家级专业教材的内涵和尺度的准确把握。

本系列教材的出版是所有参与该项工作的人们集体智慧的结晶,也是高等学校进行教学改革、落实“质量工程”要求的成果,相信随着教学改革的深入推进,该系列教材会不断得到丰富和完善。

中国高等学校教学指导委员会委员

中国机械工业教育协会高校教学委员会车辆专业组副组长

陈朝阳

前 言

进入 21 世纪以来,我国的汽车工业和交通运输业迅猛发展,汽车保有量大幅增加,轿车正快速地步入平常百姓家庭,成为人们生产和生活中的重要工具。汽车在国民经济的各个领域和社会生活中正发挥着越来越重要的作用。汽车电子化已是当今汽车工业发展的必然趋势。为了适应汽车电气与电子技术日新月异的发展形势和提高教学质量的需要,我们特编写本书。

本书共分为十章,系统讲述了汽车电气与电子设备的特点、基本原理与故障诊断等内容,其中包括电源系统、充电系统、启动系统、点火系统、照明与信号系统、汽车仪表和报警信息系统、辅助电气系统、各种电子控制装置和全车电路图与分析等。

本书由李智超担任主编。参编人员及其具体分工如下:李智超(绪论、第一章、第六章),王辉(第四章、第五章),张炳力、曾汉平(第十章),王继先(第二章、第七章),黄莉莉(第九章),陈卫平(第三章、第八章)。

本书由合肥工业大学王启瑞教授担任主审。王启瑞教授对本书进行了全面、细致的审阅,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中还参考了国内外大量的相关技术资料,并得到了合肥工业大学车辆工程专业教研室各位老师的大力支持,在此,谨向所有提供参考资料的作者及关心支持本书编写的老师们表示深深的谢意。

由于编者水平有限,经验不足,书中难免有疏漏和不足之处,恳请广大读者批评和指正。

编 者



目 录

绪论	(1)
第一章 蓄电池	(3)
第一节 概 述	(3)
第二节 蓄电池的构造和型号	(4)
第三节 蓄电池的工作原理	(12)
第四节 蓄电池的工作特性	(16)
第五节 蓄电池的容量及其影响因素	(19)
第六节 蓄电池的充电	(22)
第七节 蓄电池的故障及其排除	(27)
第八节 蓄电池的使用与维护	(29)
第九节 新型蓄电池	(33)
第十节 碱性蓄电池	(37)
第十一节 电动汽车电池	(38)
第二章 交流发电机及调节器	(41)
第一节 交流发电机的构造与类型	(41)
第二节 交流发电机的工作原理与电特性	(46)
第三节 其他类型的交流发电机	(52)
第四节 交流发电机调压器	(56)
第五节 交流发电机充电指示灯控制电路与过电压保护	(65)
第六节 交流发电机的检查与测试	(70)
第三章 启动机	(75)
第一节 直流电动机	(76)
第二节 启动机的特性	(78)
第三节 启动机的分类	(80)
第四节 启动机主要参数的选择	(82)
第五节 强制啮合式启动机	(83)



第六节	电枢移动式启动机	(85)
第七节	齿轮移动式启动机	(88)
第八节	减速启动机	(90)
第九节	永磁减速启动机	(91)
第十节	启动机保护电路	(92)
第十一节	启动系统的故障诊断	(95)
第十二节	启动机的调整与试验	(97)
第四章	传统点火系统	(99)
第一节	概 述	(99)
第二节	对点火系统的要求	(99)
第三节	传统点火系统的组成与工作原理	(105)
第三节	传统点火系统的工作特性与影响次级电压的因素	(110)
第四节	传统点火系统的构造	(114)
第五节	传统点火系统的使用	(123)
第五章	电子点火系统	(129)
第一节	概 述	(129)
第二节	磁感应式电子点火装置	(130)
第三节	霍尔式电子点火系统	(136)
第四节	微机控制的电子点火系统	(144)
第六章	照明设备与信号装置	(150)
第一节	照明设备与信号装置的种类及用途	(150)
第二节	前照灯	(153)
第三节	前照灯电路与辅助装置	(161)
第四节	新型灯光简介	(167)
第五节	转向信号灯闪光器	(169)
第六节	倒车信号装置	(172)
第七节	电喇叭	(173)
第七章	仪表及报警装置	(178)
第一节	汽车仪表	(178)
第二节	汽车的指示报警装置	(188)
第三节	汽车电子仪表	(194)



第八章 汽车的辅助电气设备	(199)
第一节 电动刮水器及其控制电路	(199)
第二节 风窗玻璃洗涤器	(201)
第三节 暖风、除霜装置	(202)
第四节 汽车空调	(203)
第五节 柴油机、汽油机启动预热装置	(207)
第六节 无线电防干扰装置	(209)
第七节 汽车电子防盗装置	(211)
第八节 电动燃油泵	(212)
第九节 自动操作装置	(214)
第九章 汽车的电子控制装置	(217)
第一节 电子控制燃油喷射系统	(217)
第二节 汽车防抱死制动系统	(232)
第三节 电子控制自动变速器	(239)
第四节 其他电子控制装置	(246)
第十章 汽车电气设备总线路	(251)
第一节 概 述	(251)
第二节 汽车电气线路的连接器件	(253)
第三节 汽车电气线路的控制与保护装置	(258)
第四节 全车线路分析	(268)
第五节 CAN 总线	(279)
参考文献	(287)



绪 论

汽车电气与电子设备是以汽车构造、电工学、电子学、计算机及控制工程基础等学科为基础,面向车辆工程本科专业开设的一门专业必修课程。该课程主要介绍了汽车电气与电子设备的结构、工作原理、应用特性、使用维护等方面的内容。它既有一定的理论性,又有较强的实用性。在教学过程中,必须把课堂教学、生产实践和实验三者有机地结合起来,融会贯通,才能切实理解所学知识,真正达到学以致用目的。

随着汽车结构的改进与性能的不断提_高,汽车上装用的传统电气设备正面临着巨大的冲击。近年来,伴随电子工业的发展,电子技术在汽车上的应用越来越广,车用电子装置的新产品不断涌现,特别是大规模集成电路及微型处理机的应用,大大推动了汽车工业的发展,同时亦给汽车的控制装置带来了巨大的变革。当前,电子技术在解决汽车所面临的油耗、安全、排放等问题方面正起着重要的作用,如电子控制汽油喷射装置和电子点火装置的应用不但可使汽车在泥泞路面上高速行驶,而且紧急制动时可防止侧滑,保证汽车安全制动;此外,在实现操纵自动化和提高舒适性等方面也离不开电气与电子设备的应用。

虽然现代汽车电气与电子设备的数量很多,但按其用途可大致分为五部分:

- (1)电源。包括蓄电池、交流发电机及调节器。
- (2)点火装置。包括传统点火系统、电子点火系统。
- (3)用电设备。包括启动机、照明与信号装置、仪表及报警装置、汽车的辅助电气设备。
- (4)电子控制装置。包括电子控制燃油喷射装置、电子控制防抱死制动装置、电子控制自动变速装置。
- (5)配电设备。包括电源开关、保险装置、导线等。

汽车种类繁多,但其电气设备都有着共同特点:

(1)低压。为了简化汽车电气结构和保证人身安全,汽车电气设备均采用低压电路。汽车电气的额定电压有 12V 和 24V 两种,目前汽油车普遍采用 12V 电压,而重型柴油车则多采用 24V 电压。

(2)直流。汽车采用直流系统的原因是汽车发动机要靠电力启动机启动,它是直流串激电动机,必须由蓄电池供电,而蓄电池的电能消耗后又必须用直流电充电,所以汽车电气为直流系统。

(3)单线及搭铁。单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接,而用汽车底盘、发动机等金属机体作为另一公用导线。采用单线制时,蓄电池的一个电极须接至车架上,称为搭铁。根据 ZBT35001—87《汽车电气设备基本技术条件》规定,汽车电气系统均采用电源负极搭铁。



(4)并联。所谓用电设备并联,就是指汽车上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接,每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制,互不产生干扰。

随着汽车工业和电子工业的高速发展,汽车上所装用的电气与电子设备的数量将会与日剧增,所起的作用也将越来越重要。



第一章 蓄 电 池

内容提要：本章分析了蓄电池的功用与分类、结构与型号、工作原理与特性，讲述了蓄电池的充放电特性、使用与维护、故障与检测，还介绍了新型蓄电池。

第一节 概 述

一、蓄电池的分类

蓄电池是一种化学电源。它能把电能转变为化学能储存起来，即充电；又能把化学能转变为电能，向用电设备供电，即放电。

蓄电池的种类很多，按电解液的不同，可分为酸性蓄电池和碱性蓄电池。碱性蓄电池的电解液是化学纯净的苛性钾溶液。酸性蓄电池的电解液为纯净的硫酸溶液。按用途的不同，铅性蓄电池可分为汽车用启动型铅酸蓄电池、汽车用牵引型铅酸蓄电池、电讯用铅酸蓄电池、固定用途铅酸蓄电池等；按加工工艺不同，汽车用启动型铅酸蓄电池还可以分为普通型、干荷电型、湿荷电型、免维护型等。

普通铅酸蓄电池（俗称开口蓄电池）的主要特点：新蓄电池极板不带电，使用前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。

干荷电型铅酸蓄电池的主要特点：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，如果需使用，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。

湿荷电型铅酸蓄电池的主要特点：新蓄电池的极板处于充电状态，蓄电池内部带有少量电解液。在规定的保存期内，如果需使用，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。

免维护蓄电池的主要特点：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、蓄电池的用途

在汽车上，蓄电池与发电机并联，共同向用电设备供电。发电机正常工作时，用电设备所需电能主要由发电机供给。蓄电池的功用为：

(1) 发电机启动时，向启动机和点火系统供电。



- (2) 发电机不发电或电压较低时,向供电设备供电。
- (3) 当用电设备较多、发电机超载时,协助发电机供电。
- (4) 发电机端电压高于蓄电池电动势时,将发电机的电能转变为化学能储存起来(即充电)。

此外,蓄电池还相当于一个容量很大的电容器,在发电机转速和用电负载发生较大变化时,可保持汽车电网电压相对稳定。同时,还可吸收电网中出现的瞬间过电压,以保护用电设备,尤其是电子元器件不被损坏,这一点对装有大量电子系统的现代新型汽车是非常重要的。因此,发电机决不允许脱开蓄电池运转。

三、蓄电池在汽车电路中的连接

蓄电池是可逆低压直流化学电源。它可将电能转变为化学能储存起来;需要时,又将化学能转换为电能向外供电。故又称电瓶。

汽车电器中的两个电源蓄电池和发电机并联,它们与其他电器的连接如图 1-1 所示。蓄电池的一个电桩接铁,另一个电桩用电瓶线接启动机开关线柱,再接至电流表。通过电流表后,接用电设备。发电机的一个电极在机壳内部接铁(内搭铁),另一个电极接到电流表的负载接线柱一侧。发电机的磁场接线柱,接调节器的“磁场”或“F”接线柱。调节器的另一接线柱,接点火开关,以便在启动时,由蓄电池向低压线圈和发电机激磁绕组供电。调节器调节后的电压,经电流表与蓄电池并联,以显示充电状态。

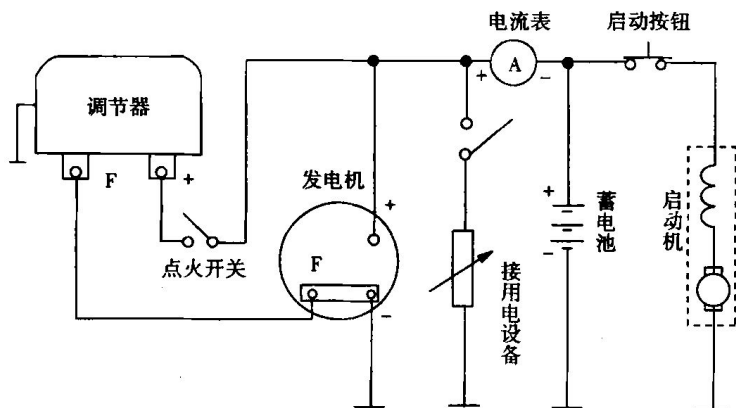


图 1-1 汽车电源与负载的连接

第二节 蓄电池的构造和型号

一、蓄电池的构造

国产铅酸蓄电池主要由极板、隔板、壳体、电解液、铅连接条、极柱等部分组成。蓄电池的构造如图 1-2 所示。壳体一般分隔为三个或六个单格,每个单格盛装有电解液,插入正负极板组变成电压为 2V 的单格电池,再串联成 6V 或 12V 以供汽车选用。

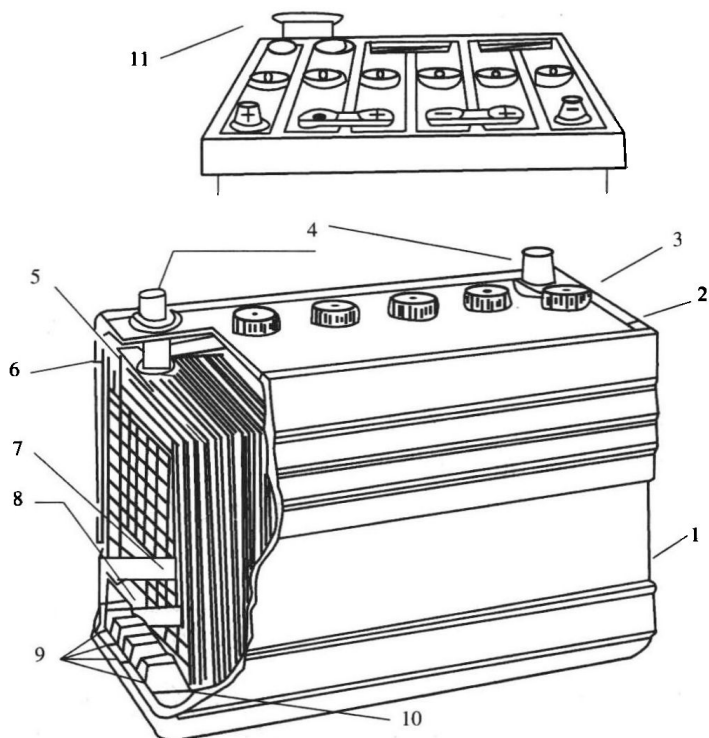


图 1-2 蓄电池的构造

1—蓄电池的外壳 2—密封膏 3—加液孔塞 4—接线柱
5—负极板 6—同极连接片 7—隔板 8—正极板 9—极板支架 10—沉淀池 11—连条

1. 极板

极板为蓄电池的核心构件。蓄电池的充电、放电过程就是通过极板上的活性物质与电解液发生化学反应来实现的。极板分为正极板和负极板(如图 1-3 所示),都是由栅架(如图 1-4 所示)和活性物质组成的。电能和化学能的相互转换就是依靠极板上的活性物质和电解液中的硫酸的化学反应来实现的。

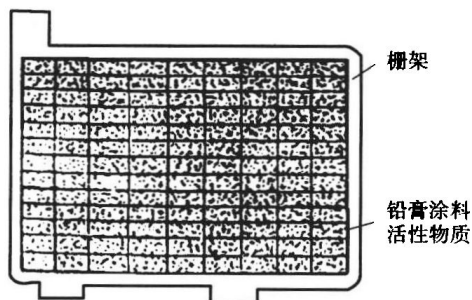


图 1-3 极板

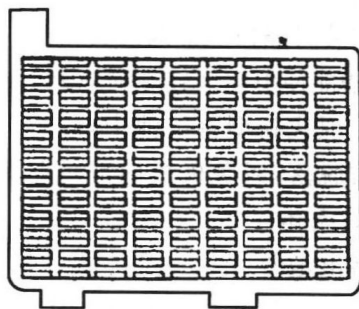


图 1-4 栅架

栅架的作用是容纳活性物质并使极板成型,一般有铅锑合金浇铸而成。铅锑合金中,含锑约 6%。加入锑是为了提高栅架的机械强度并改善浇铸流动性能,但铅锑合金耐电化学腐蚀性能比纯铅差。锑易从正极板栅架中解析出来引起蓄电池的自放电和栅架的膨胀、溃烂。因此,未来栅架的生产材料将向低锑(含锑量约 2%)、甚至不含锑的铅钙合金方向发展。栅架的制造成形除了浇铸外,还采用滚压扩展成形的新工艺方法制作。



铅粉是极板活性物质的主要原料。它是将铅块放入球磨机中研磨成粉,在研磨中铅粉与空气接触,被氧化成氧化铅,然后加入一定的添加剂和硫酸溶液调和成膏状,涂在栅架上,干燥后放入硫酸溶液中,经较长时间的充电(蓄电池生产中称为“化成”,一般在 $18\sim 20\text{h}$),使正极板变成棕色的二氧化铅,负极板呈青灰色的海绵状铅。为了防止负极板上活性物质的收缩,增加其多孔性,铅膏里常加入添加剂,如腐植酸、硫酸钡、木素硫酸钠、炭黑等。同时,还在活性物质中加入天然纤维和合成纤维,以防止活性物质的脱落和产生裂纹。

国产负极板的厚度为 1.8mm ,正极板为 2.2mm 。国外大多采用薄型极板,厚度为 $1.1\sim 1.5\text{mm}$ 。薄型极板对提高蓄电池的比容量(极板单位尺寸所提供的容量)和改善启动性能都是很有利的。

一般来说,当蓄电池的电压固定时,蓄电池的容量与极板的表面积成正比。为此,将多片极板焊装成组,配成所需容量。由于正极板的机械强度较差,而且其化学反应激烈,故负极板组比正极板组多一片。这样由于正极板处于负极板之间,使正极板两边的化学反应比较均匀,从而防止极板挠曲、变形、脱落。

2. 隔板

为了减少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,但为了避免彼此接触而短路,正负极板之间要用隔板(如图1-5所示)隔开。隔板材料应该具有多孔性,以便电解液渗透,且化学性能要稳定,即具有良好的耐酸性和抗氧化性。

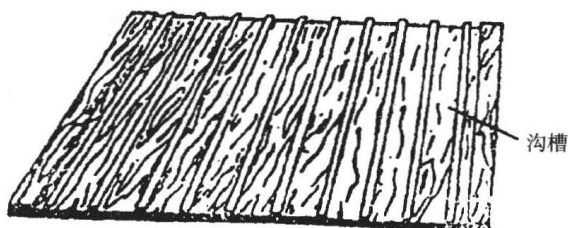


图1-5 隔板的形状

隔板的材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维和纸板等。

木质隔板价格低,但耐酸性能差,在硫酸和高温作用下易炭化发黑变脆。微孔塑料(聚乙烯、酚醛树脂)、微孔橡胶隔板耐酸、耐高温性好,价格日渐便宜,因而使用渐多。玻璃纤维隔板常和木质、微孔塑料等隔板组合使用,使用时应将玻璃纤维隔板靠近正极板以防止活性物质脱落,提高蓄电池的使用寿命,但由于操作工作复杂,不易机械化而渐被淘汰。

安装时隔板上带沟槽的一面应朝向正极板,这是因为正极板在充、放电过程中化学反应激烈,沟槽能使电解液较顺利地上下流通。同时,使正极板上脱落的活性物质顺利地掉入壳底槽中。

在现代新型蓄电池中,还将微孔塑料隔板制成袋状紧包在正极板外部,可进一步防止活性物质脱落,避免极板内部短路,并使组装工艺简化。

3. 壳体

蓄电池外壳为一整体式结构的容器,极板、隔板和电解液均装入外壳内。蓄电池电压一般有 6V 和 12V 两种规格,因此,外壳内部间壁分成3个或6个互不相同的单格。例如, 12V 蓄电池内分成6个单格,由5个单格壁将容器分为互不相同的6个小容器。各个单格底部做有垫角,其突起的肋条用以搁置极板组,使其下方有足够的空间作为沉淀槽,容纳脱落的活性物质,以免堆积起来使正负极板相接触而造成短路。外壳应耐酸、耐寒、抗震动,并具有足够的机械强度。壳体的材料多采用硬质橡胶、聚丙烯塑料制成,为整体式结构。由于蓄电池各单格为串联连接,因此不同极性的极桩用铅连接条连接起来,采用穿壁对焊式连接,如图1-6所示。