



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

汽车电气设备构造与维修

(汽车运用与维修专业)

主编 于明进 于光明



高等教育出版社

全国中等职业教育教材审定委员会审定

汽车电气设备构造与维修

(汽车运用与维修专业)

主 编 于明进 于光明
责任主审 冯晋祥
审 稿 王慧君 张桂荣

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部2001年颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》中的主干课程《汽车电气设备构造与维修教学基本要求》,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书主要包括:电源系、起动系、点火系、照明信号、仪表报警系、辅助电气设备、全车线路等。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备构造与维修/于明进 于光明主编. —北京:高等教育出版社,2006 重印

中等职业学校汽车运用与维修专业教材

ISBN 7-04-010910-7

I. 汽… II. ①于… ②于… III. ①汽车-电气设备-构造-专业学校-教材②汽车-电气设备-车辆修理-专业学校-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 039425 号

汽车电气设备构造与维修

于明进 于光明 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 北京印刷一厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 17.25

字 数 410 000

购书热线 010-58581118

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2002 年 8 月第 1 版

印 次 2006 年 9 月第 13 次印刷

定 价 26.00 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 10910-01

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001年10月

前 言

本书是教育部批准立项的中等职业教育国家规划教材，依据《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》中的主干课程《汽车电气设备构造与维修教学基本要求》编写。

本教材具有以下主要特点：

1. 基本作用表述准确，原理介绍深入浅出，图文并茂，浅显易懂。教材对各系统的作用力求叙述准确、贴切，并增加了插图数量，采用实物立体图、分解图、原理图等，减少文字篇幅，图文配合，便于学生理解、掌握、应用。

2. 采用模块式结构形式，专业适应性强。不同专业、不同教学层次可以根据情况选用，教学总学时为 100~130，实际教学中可在这个范围内灵活调整，增强了教学适应性。

3. 突出了实践性和可操作性，使实践教学课堂化、与理论教学一体化。

4. 选用车型符合国情现状。教材选用的车型由以往的货车为主拓展到货车、轿车并重，货车以解放、东风等车型为主，轿车以桑塔纳等车型为主，并适当介绍了其他国内外常见车型和最新车型，适应日新月异的发展要求，并能跟上入世后的发展步伐。

5. 章后附有习题，供学生做作业和练习时使用，也便于学生阶段复习。

本教材主要内容包括蓄电池，交流发电机及其调节器，起动系，点火系，照明、信号、仪表设备和警报装置；辅助电气设备和全车线路七章。各章教学学时建议如下表。

章 次	内 容	学 时
绪 论	绪 论	1
第一章	蓄 电 池	7~9
第二章	交流发电机及其调节器	18~24
第三章	起 动 系	10~14
第四章	点 火 系	28~34
第五章	照明、信号、仪表、警报系	10~14
第六章	辅助电气设备	8~12
第七章	全车线路	8~12
机 动		10

本教材由山东交通学院于明进副教授和济南市教学研究室于光明担任主编，济南市第十三职业中专的王盛奎和济南市公交职业高中的孙农化参加了本教材的编写，于明进编写第六章、第七章以及第四章部分内容；于光明编写绪论及第四章、第五章、第六章的部分内容；王盛奎编写绪论、第一章、第三章、第五章主要内容；孙农化编写第二章、第四章主要内容。

本教材在编写时，得到济南市教学研究室、山东交通学院、济南市第十三职业中专、济南

市公交职业高中和很多企业的支持、帮助，在此对有关单位和作者特致诚挚的谢意。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定，由山东交通学院冯晋祥教授担任责任主审，山东交通学院王慧君教授、山东交通学院张桂荣副教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中可能存在缺点或错误，热忱欢迎读者批评指正。

编 者

2001.12

目 录

绪论	1	第三节 传统点火系主要元件的构造	117
第 1 章 蓄电池	4	第四节 传统点火系主要元件的检修	128
第一节 概述	4	第五节 传统点火系的使用与维护	135
第二节 蓄电池的构造与型号	5	第六节 半导体点火系	138
第三节 蓄电池的工作原理与特性	9	第七节 半导体点火系的使用与检修	149
第四节 蓄电池的容量及其影响因素	12	第八节 计算机控制点火系	150
第五节 蓄电池的使用与维护	14	第九节 点火系故障诊断与排除	157
第六节 蓄电池的常见故障及排除方法	22	第十节 电容储能式点火系简介	167
第七节 新型蓄电池	24	习题四	169
习题一	30	第 5 章 照明、信号、仪表、警报系	170
第 2 章 交流发电机及其调节器	31	第一节 汽车灯具的种类、用途及 要求	170
第一节 概述	31	第二节 汽车前照灯及控制电路	174
第二节 交流发电机的工作原理和结构	33	第三节 转向灯、危险报警灯及其 电路	182
第三节 交流发电机调节器	57	第四节 倒车信号装置	186
第四节 充电指示灯控制电路、瞬变 过电压保护电路	72	第五节 电喇叭	188
第五节 交流发电机及其调节器的使用 与故障诊断	76	第六节 汽车仪表	191
习题二	81	第七节 汽车报警装置	203
第 3 章 起动系	82	第八节 汽车电子显示装置	209
第一节 概述	82	习题五	213
第二节 起动机用直流电动机	84	第 6 章 辅助电气设备	214
第三节 起动机的传动机构	87	第一节 风窗刮水、清洁设备	214
第四节 起动机的控制机构	90	第二节 电动车窗	221
第五节 起动系控制电路	91	第三节 电动座椅	226
第六节 典型起动机实例	93	第四节 空调系统	229
第七节 起动系的维护	99	习题六	239
第八节 起动系的故障诊断与排除	107	第 7 章 全车线路	240
习题三	110	第一节 全车线路的组成	240
第 4 章 点火系	111	第二节 汽车电气设备总线路图	250
第一节 概述	111	附表 汽车电路原理图用图形符号	263
第二节 传统点火系的组成及工作原理	113	参考文献	266

绪 论

汽车电气设备构造与维修是一门介绍汽车电气设备构造,解释汽车电器作用原理,分析汽车电器工作特性,传授汽车电器使用和维修技能的专业课。其主要任务是:使学生具有高素质劳动者和中、初级专门人才所必需的汽车电气设备知识和汽车电气设备维修的基本技能;通过理论教学和实践技能训练,使学生系统掌握汽车电气设备的结构、基本工作原理、使用与维修、检测与调试、故障诊断与排除等基本知识和基本技能。通过这门课程的学习和训练,学生在基本知识和基本技能方面应达到以下要求:

- (1) 掌握常见汽车电气设备的结构和基本工作原理。
- (2) 掌握汽车电气设备的使用、维护及故障分析的知识。
- (3) 了解汽车电气设备的新产品和新技术。
- (4) 能够读懂汽车电路图,能用电路图分析汽车电路的基本工作情况。
- (5) 掌握常用电气设备的拆装和检修方法。
- (6) 掌握常见汽车电路故障的诊断步骤与排除方法。
- (7) 能正确使用电气设备维修中常用的工具、设备、仪器和仪表。

汽车电气设备是汽车的重要组成部分,电子技术在汽车上应用越来越广泛,尤其是微型计算机在汽车上的应用。这大大推动了汽车工业的发展,同时给汽车的传统控制装置带来了巨大的变革。当前,电子技术在解决汽车能源、安全、污染等问题方面,起着越来越重要的作用。从图 0-1,可以看出最新现代汽车电子系统的应用情况。

虽然现代汽车电气设备的数量很多,但按其功能可分为以下几个系统。

1. 电源系统

又称电源系或充电系,主要由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置组成。其作用是向全车用电设备提供低压直流电能。

2. 起动系统

又称起动系,主要由起动机、起动控制装置等组成,其作用是用于起动发动机。

3. 点火系统

又称点火系,它仅用于汽油机上,主要由点火线圈、火花塞等组成。其作用是在气缸中适时可靠地产生电火花,以便点燃气缸中的可燃混合气。

4. 照明系统

包括车内外各种照明灯及其控制装置,以便夜间行车。

5. 信号系统

包括声响信号和灯光信号两类。其作用是告示行人、车辆,引起注意,指示行驶趋向,指示操纵件状态,报警运行性机械故障,以提高行驶和停车的安全性、可靠性。

6. 仪表系统

常见的仪表有电流表、电压表、机油压力表、水温表、燃油表、气压表、车速里程表、发

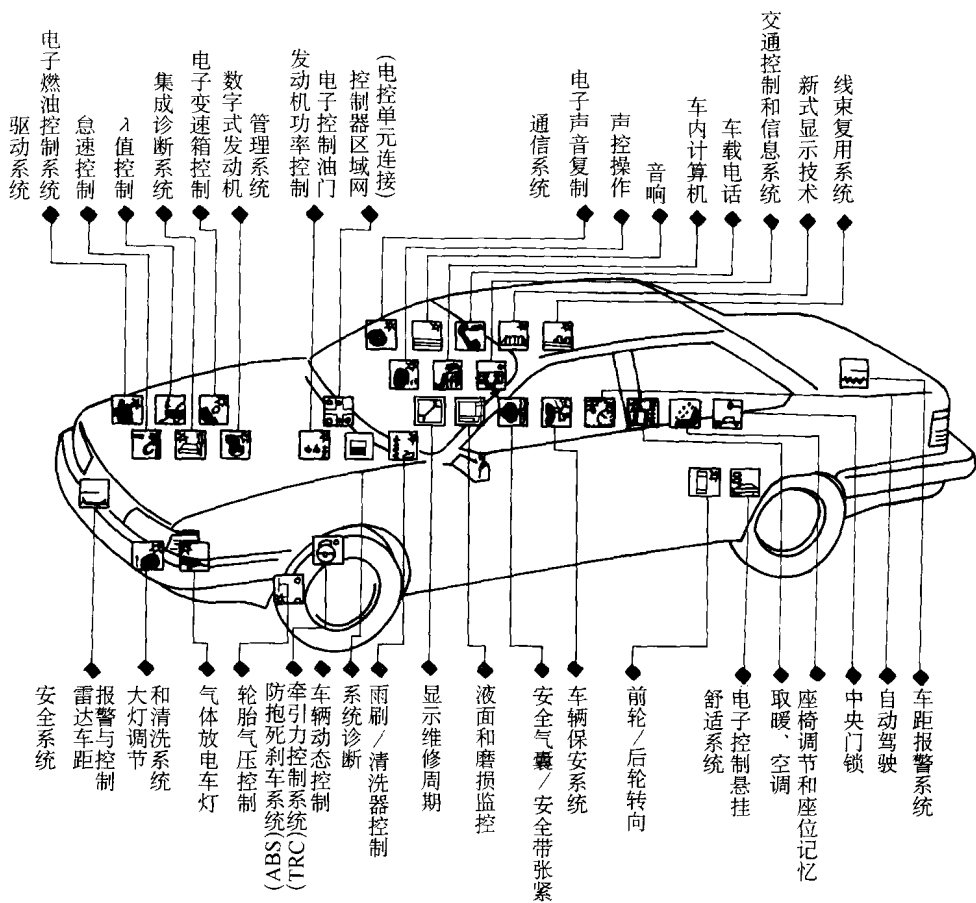


图 0-1 现代汽车电子系统应用情况

动机转速表等。其作用是显示汽车运行参数及有关信息。

7. 辅助电气设备

它是为驾驶员和乘员提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境而设置的，常见的有空调器、音像设备、风窗刮水清洁设备、电动车窗、电动座椅等。

8. 其他电子控制系统

为了提高汽车的动力性、经济性，改善安全性，减少排放污染，现代汽车大量采用了计算机控制系统，又称电子控制系统，主要分为驱动系统、安全系统、通讯系统和舒适系统。

汽车种类繁多，但其电气设备却有以下共同特点：

两个电源 发电机为主电源，在汽车运行时为各用电设备供电和给蓄电池充电；蓄电池为辅助电源，主要供起动机用电。

低压直流 根据 ZBT35—001—87《汽车电器设备基本技术条件》规定，汽车电器产品标称电压规定为三种：6V、12V、24V（指用电器分别能在 5.5~7.5V、11~15V、22~30V 范围内正常工作，相配套的发电机调节器额定电压为 7V、14V、28V）。由于蓄电池为直流电源，所以汽车电系采用直流电。

并联单线 汽车用电设备较多，采用并联电路能确保各支路的电气设备相互独立控制，布线清晰、安装方便、节约导线、维修简便，汽车电气设备习惯采用单线制接线方式，即把车架、发动机等金属机体沟通，并作为电气设备公共连接端(常称“搭铁端”)使用。安装在钣金件上、挂车上或非金属零件上的电气设备则一般采用双线制。

负极搭铁 为减少蓄电池电缆铜端子在车架车身连接处的化学腐蚀，提高搭铁可靠性，统一标准，便于汽车电子设备的生产、使用和维修，ZBT35—001—87《汽车电器设备基本技术条件》规定：汽车电气系统采用单线制时，必须统一电源负极搭铁。

第 1 章 蓄 电 池

第一节 概 述

一、蓄电池的作用

蓄电池和发电机并联为用电设备供电，电路图如图 1-1 所示。蓄电池的作用是：

- (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、发电机电压较低时，向用电设备和交流发电机磁场绕组供电；
- (3) 汽车停车或发电机不发电时，向用电设备供电；
- (4) 发电机过载时，协助发电机向用电设备供电。

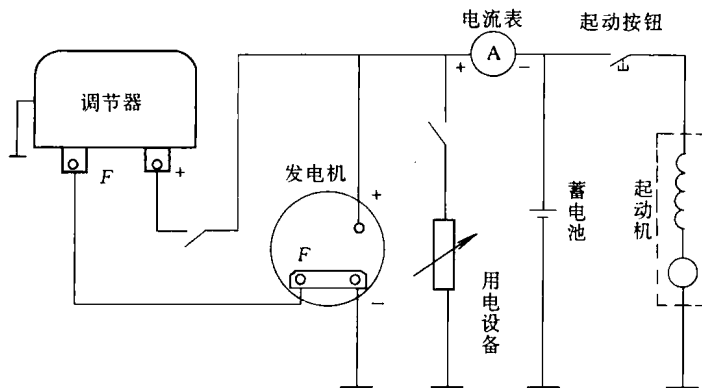


图 1-1 蓄电池与汽车电气设备并联电路

此外，蓄电池还有一些辅助功能。因为蓄电池相当于一只大电容，所以不仅能够保持汽车电气系统的电压稳定，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。

二、对蓄电池的要求

起动发动机时，蓄电池在短时(5~10 s)内能向起动机连续供给强大电流：汽油发动机汽车一般需要 200~600 A；柴油发动机汽车一般需要 500~1 000 A，甚至更大。所以，对汽车用蓄电池的基本要求是容量大、内阻小，以保证蓄电池具有足够的起动能力。

起动型铅酸蓄电池的突出特点是内阻小、起动性能好、电压稳定，此外还有成本低、原料丰富等优点，所以在汽车上得到广泛应用。

三、蓄电池的分类

汽车用蓄电池有铅酸蓄电池和碱性蓄电池两类。

汽车用铅酸蓄电池又分为普通型、干荷电型、湿荷电型、免维护型和胶体型等。

铅酸蓄电池在汽车上的安装位置根据车型和结构而定。一般轿车的蓄电池装在发动机罩内；货车的蓄电池装在车架前部的左侧或右侧，以空载时重量平衡为原则；客车的蓄电池多装在车厢内。蓄电池都是用特制的金属框架和防震垫固定的。

以后章节如无特别说明，蓄电池均指铅酸蓄电池。

第二节 蓄电池的构造与型号

一、普通型蓄电池的构造

现代汽车用普通铅蓄电池由三只或六只单格电池串联而成，每只单格电池的电压约 2 V，串联后蓄电池电压为 6 V 或 12 V 以供汽车选用。目前国内外汽油机汽车均选用 12 V 蓄电池；柴油机汽车电源电压设计为 24 V 的，用两只 12 V 蓄电池串联供电。现代汽车用普通铅蓄电池的结构如图 1-2 所示，其组成主要有极板、隔板、电解液、外壳、联条、接线柱等。

1. 极板

极板是蓄电池的核心部分，它由栅架和活性物质组成，形状如图 1-3 所示。

栅架如图 1-4 所示，是用铅锑合金浇铸而成，加锑的目的是提高机械强度和浇铸性能。但是锑有副作用，它会加速氢的析出而加速电解液消耗，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腐蚀，缩短蓄电池的使用寿命。目前国内外大都采用低锑合金栅架，

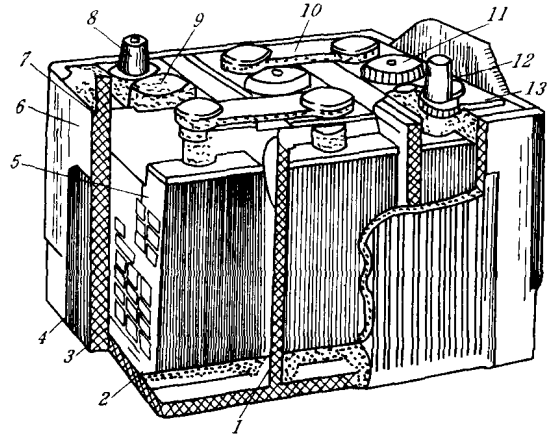


图 1-2 铅蓄电池的结构

1—隔板；2—凸筋；3—负极板；4—隔板；5—正极板；
6—电池壳；7—防护板；8—负接线柱；9—通气孔；
10—联条；11—加液螺塞；12—正接线柱；13—单格电池盖

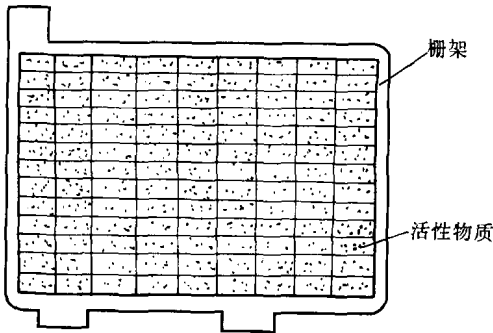


图 1-3 极板

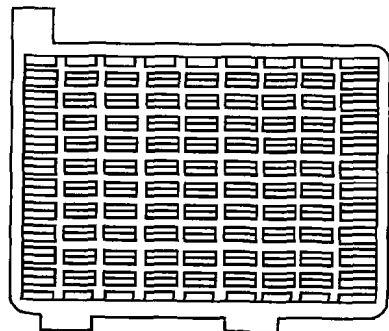


图 1-4 栅架

含锑量为 2% ~ 3.5%。为降低蓄电池的内阻，改善蓄电池的起动性能，现代汽车蓄电池采用放射形栅架。如北京切诺基吉普车和上海桑塔纳轿车的蓄电池均采用放射形栅架，其结构分别如图 1-5a 和 b 所示。

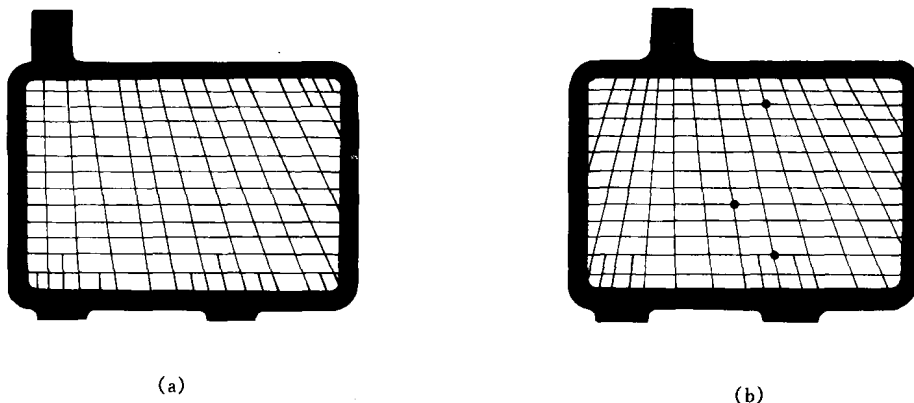


图 1-5 放射形栅架结构

极板上的工作物质称为活性物质，主要由铅粉、添加剂与一定密度的稀硫酸混合而成。为防止龟裂和脱落，铅膏中还掺有纤维等。极板分为正极板和负极板两种。将涂上铅膏后的生极板先经热风干燥，再放入稀硫酸中进行充电便得正、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。目前国产极板的厚度为 1.8 ~ 2.4 mm，国外大都采用 1.1 ~ 1.5 mm 厚的薄型极板 (正极板比负极板厚)。采用薄型极板可提高蓄电池的比容量和起动性能。将一片正极板和一片负极板浸入电解液中，就可获得约 2.1 V 的电动势。为增大蓄电池容量，可将多片正、负极板分别并联，用横板焊接成正、负极板组，横板上有极柱，各片间留有空隙。安装时各片正、负极板相互嵌合，中间插入隔板后装入蓄电池单格内便形成单格电池。如图 1-6 所示，在每个单格电池中负极板总比正极板多一片。因为正极板活性物质比较疏松，且正极板处的化学反应剧烈，反应前后活性物质体积变化较大，所以正极板夹在负极板之间，可使其两侧放电均匀，从而减轻正极板的翘曲和活性物质脱落。

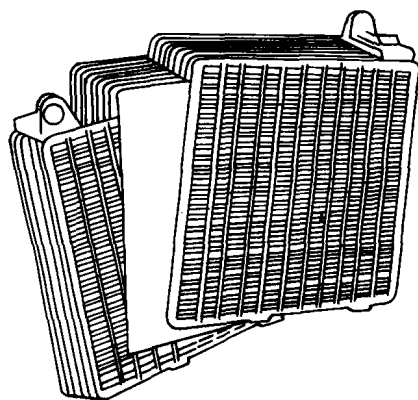


图 1-6 单格蓄电池极板组

2. 隔板

为了减小蓄电池的内阻和尺寸，蓄电池的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。隔板的材料有木质、微孔橡胶和微孔塑料，木质隔板价格便宜，但耐酸性能差，已很少使用。微孔橡胶隔板性能好、寿命长，但生产工艺复杂、成本高，故尚未推广。微孔塑料隔板孔径小、孔率高、薄而柔、生产效率高、成本低，因此目前广泛采用。

安装时，隔板带槽的一面应朝向正极板，且沟槽必须与外壳底部垂直。因为正极板在充、

放电过程中化学反应剧烈，沟槽既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。有的厂家用微孔塑料袋做成信封式隔板(图 1-7)套在正极板上，可以防止活性物质脱落。

3. 电解液

电解液是用纯净硫酸和纯净蒸馏水按一定比例配制而成的溶液，俗称电瓶水。

电解液的相对密度对蓄电池的性能和寿命影响很大。为了提高蓄电池容量和降低电解液的冰点，希望电解液的相对密度大一些。但相对密度过大，会使流动性变差，反而会降低蓄电池的容量，而且还会加速隔板和极板损坏，缩短蓄电池的使用寿命。电解液的相对密度随地区和气候条件而定。

我国幅员辽阔，气候条件复杂，为此，国家规定了各地区的电解液相对密度值，见表 1-1，供选用时参考。

表 1-1 不同气温下的电解液相对密度(15℃)

使用地区最低气温/℃	冬 季	夏 季	使用地区最低气温/℃	冬 季	夏 季
< -40	1.31	1.27	-20 ~ -30	1.28	1.25
-30 ~ -40	1.29	1.26	> 0	1.27	1.24

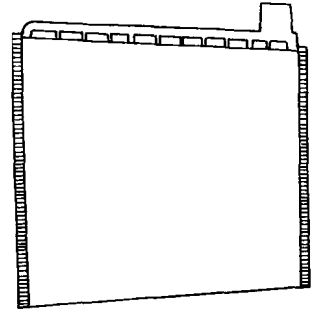


图 1-7 信封式隔板

4. 外壳

外壳用来装电解液和极板组，使蓄电池构成一个整体。外壳材料有硬橡胶和塑料两种。外壳为整体式结构，壳内由间壁分成三个或六个互不相通的单格，底部制有凸筋用来支撑极板组。凸筋之间的空隙可以积存极板脱落的活性物质，避免正负极板短路。每个单格的盖中间有加液孔，可以用来检查液面高度和测量电解液的密度，加液孔平时用加液螺塞拧紧。加液螺塞中心的通气孔应保持畅通，使蓄电池电化学反应放出的气体随时逸出。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。单格小盖与外壳之间的缝隙用封口胶密封，如图 1-8 所示。封口胶能保证在 65℃ 不溢流，-30℃ 不产生裂纹。塑料外壳用整体式盖，盖与壳体间采用热封合法封合。

5. 接线柱

普通铅蓄电池首尾两极板组的横板上焊有接线柱，接线柱有圆锥形、L形和侧孔形三种，形状如图 1-9 所示。为了便于区分，正接线柱上或旁边标有“+”或“P”记号，负接线柱上

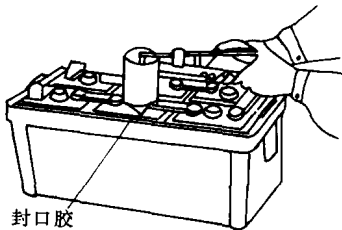


图 1-8 蓄电池封口胶灌注

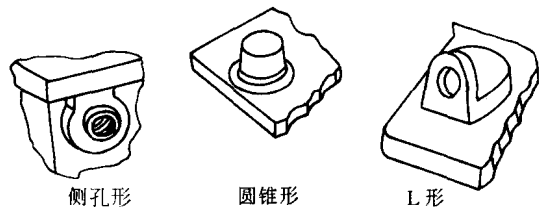


图 1-9 铅蓄电池接线柱外形

标有“-”或“N”记号，有些蓄电池正接线柱上涂有红色油漆。

6. 联条

联条的作用是将单格蓄电池串联起来，提高整个蓄电池的端电压。联条一般由铅锑合金铸造而成，硬橡胶外壳蓄电池的联条位于电池上方，塑料外壳蓄电池则采用穿壁式联条，如图 1-10 所示。

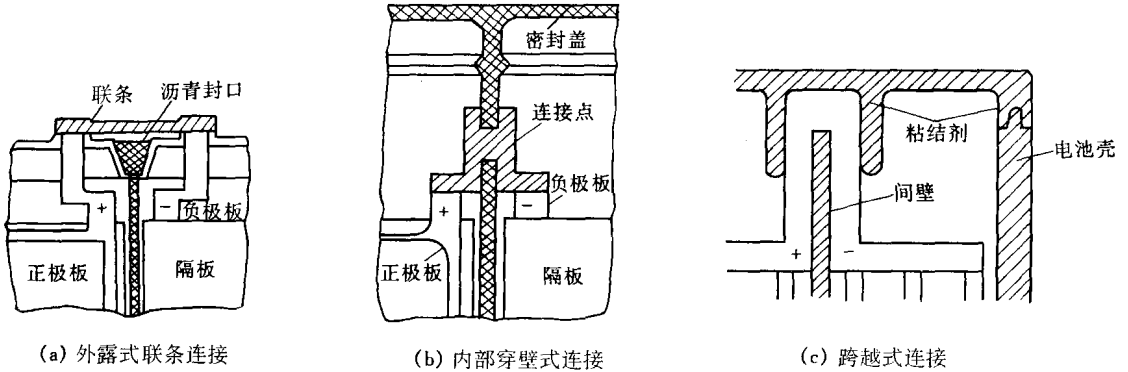
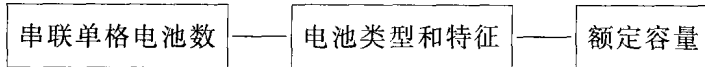


图 1-10 单格电池的连接方式

二、铅蓄电池的型号

按机械行业标准 JB 2599—85《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，其内容及排列如下：



(1) 串联单格电池数 是指该电池总成所包含的单格电池数目，用一位阿拉伯数字表示。

(2) 电池类型 根据其主要用途划分，用一个汉语拼音字母表示，起动型铅蓄电池用“Q”表示，代号“Q”是“起”的第一个汉语拼音字母。

(3) 电池特征 为附加部分，用一个汉语拼音字母表示，仅在同类用途的产品有某种特征，而在型号中又必须加以区别时采用。当产品同时具有两种特征时，应按表 1-2 顺序将两个代号并列标志。

表 1-2 常见电池产品特征代号

序号	1	2	3	4	5	6	7
产品	干荷电	湿荷电	免维护	少维护	激活式	密闭式	胶质电解液
代号	A	H	W	S	I	M	J

(4) 额定容量 是指 20 h 放电率时的额定容量，用阿拉伯数字表示，单位为 A·h，在型号中可省略不写。有时在额定容量后面用一个字母表示特殊性能，G——表示高起动率，S——表示塑料外壳，D——表示低温起动性好。

(5) 举例

6-Q-105:

表示由 6 个单格串联，额定电压 12 V，额定容量 105 A·h 的起动型蓄电池。

6-QAW-100:

表示由 6 个单格串联，额定电压 12 V，额定容量 100 A·h 的起动型干荷电免维护蓄电池。

6-QA-40S:

表示由 6 个单格串联，额定电压 12 V，额定容量 40 A·h 的起动型干荷电塑料外壳蓄电池（夏利 TJ7100 型轿车用）。

三、蓄电池的选用

和选用其他汽车外购件一样，先选“型”，再选“号”。选用汽车蓄电池，首先要选起动型，再选电压和容量，主要根据起动机要求的电压和容量选择，一般应满足连续起动三次以上的要求。每车尽量选用一个蓄电池，实在不行，才选用两个蓄电池。若电压不符，则两个电池串联，每个蓄电池的电压为总电压的 1/2，但是新旧蓄电池不可混用。

第三节 蓄电池的工作原理与特性

一、蓄电池的基本工作原理

铅蓄电池充放电反应原理如图 1-11 所示，当蓄电池接通外电路负载放电时，正极板上的 PbO_2 和负极板的 Pb 都变成了 PbSO_4 ，电解液中的硫酸减少，水增多。充电时，正负极板上的 PbSO_4 分别恢复成原来的 PbO_2 和 Pb ，电解液中的水减少，硫酸增多。

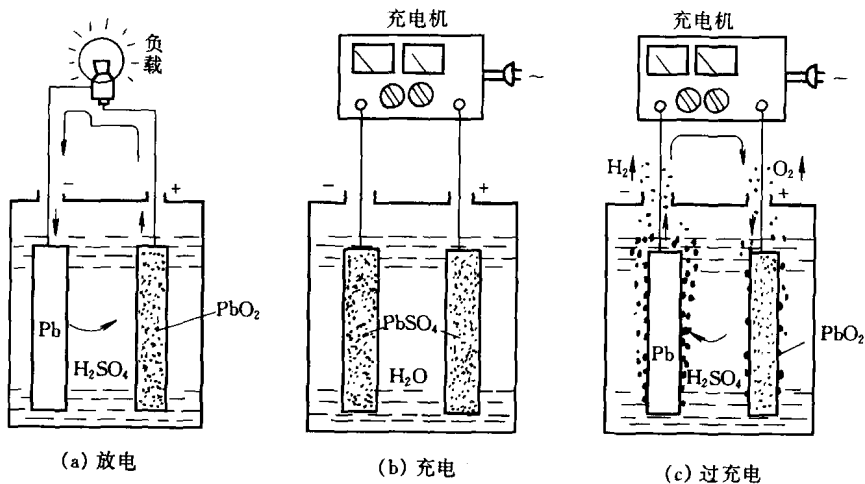


图 1-11 铅蓄电池反应原理

铅蓄电池在充放电过程中的化学反应是可逆的。在接通用电设备时，蓄电池作为电源向外供电，将内部的化学能转变为电能。当存电不足而又将蓄电池与其他具有适当电压的直流

电源并联时，又能向蓄电池充电。在正常使用条件下，国产蓄电池的充放电循环寿命为 250 ~ 500 次。

二、蓄电池的工作特性

蓄电池的工作特性主要包括静止电动势、内阻、充电特性和放电特性。

1. 静止电动势

蓄电池处于静止状态(不充电也不放电)时，正负极板间的电位差(即开路电压)称为静止电动势。其值大小与电解液的相对密度和温度有关，在密度为 $1.05 \sim 1.30 \text{ g/cm}^3$ 范围内，静止电动势 E 可用下述经验公式计算：

$$E = 0.85 + \rho_{25\text{℃}} \quad (1-1)$$

式中 $\rho_{25\text{℃}}$ —— 25℃ 时电解液的相对密度, g/cm^3 。

实测密度应按下式换算成 25℃ 时的密度，即

$$\rho_{25\text{℃}} = \rho_t + \beta (t - 25) \quad (1-2)$$

式中 ρ_t —— 实测电解液密度, g/cm^3 ；

t —— 实测电解液温度, $^{\circ}\text{C}$ ；

β —— 密度温度系数, $\beta = 0.00075 \text{ g}/(\text{cm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ，即温度每升高 1°C ，密度降低 0.00075 g/cm^3 。

铅蓄电池电解液的密度在充电时增高，放电时降低，一般在 $1.12 \sim 1.30 \text{ g/cm}^3$ 之间变化，因此每单格电池静止电动势相应地在 $1.97 \sim 2.15 \text{ V}$ 之间变化。

2. 内阻

电流流过铅蓄电池时所受到的阻力称为铅蓄电池的内阻。铅蓄电池的内阻包括极板、隔板、电解液和联条的电阻。在正常状态下，铅蓄电池的内阻很小，所以能够供给几百安甚至几千安的起动电流。

极板电阻很小，且随其活性物质的变化而变化，充足电时电阻最小，随着放电电阻变大，特别是在放电终了时，由于活性物质转变为导电性能较差的硫酸铅，因此电阻大大增加。

隔板电阻与材料有关，木质隔板多孔性能差，所以电阻比微孔橡胶和塑料隔板的电阻大。

电解液的电阻与其密度和温度有关。如 6-Q-75 型铅蓄电池在温度为 $+40^{\circ}\text{C}$ 时的内阻为 0.01Ω ，而在 -20°C 时内阻为 0.019Ω ，可见，内阻随温度降低而增大。

电解液电阻与密度的关系如图 1-12 所示。由图可见，电解液密度为 1.20 g/cm^3 (15°C) 时其电阻最小，即在该密度时，硫酸 H_2SO_4 离解为 H^+ 和 HSO_4^- 的数量较多，同时电解液的粘度也比较小，密度过高过低电阻都会增大。

由以上分析可知，适当采用低密度电解液和提高电解液温度(如冬季对电池保温)，对降低蓄电池内阻、提高起动性能都十分有利。

3. 放电特性

铅蓄电池的放电特性是指在恒流放电过程中，铅蓄电池的端电压 U_t 和电解液密度 $\rho_{25\text{℃}}$ 随放电时间 t_t 而变化的

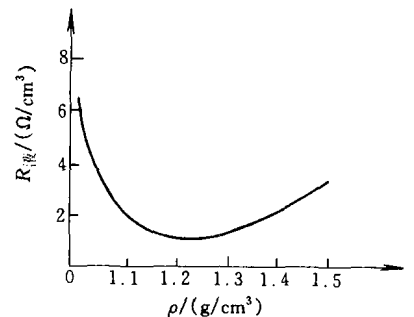


图 1-12 电解液电阻与密度的关系