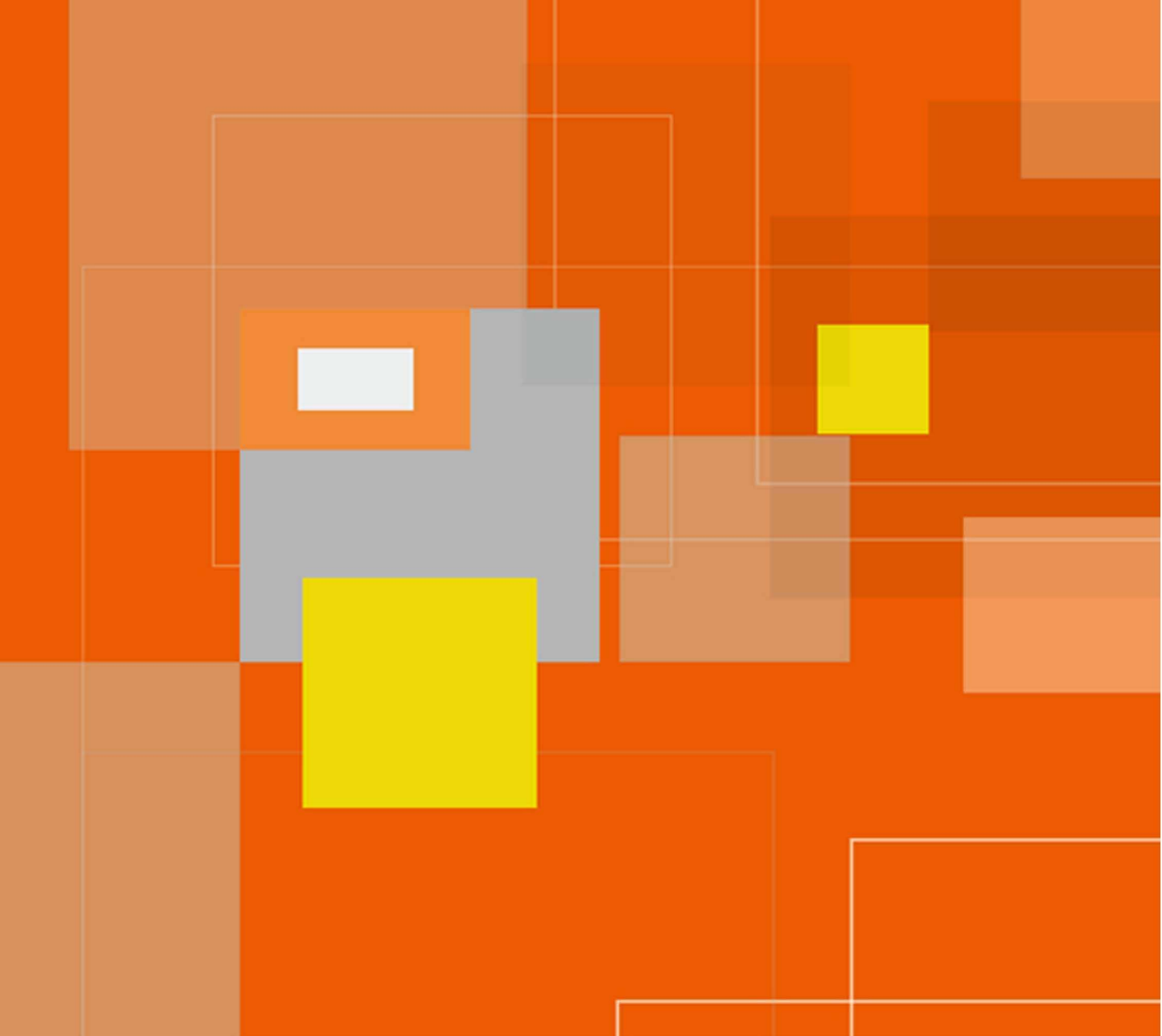




汽车电气构造与维修

● 主编 梁 斌 廖进江 李立长



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车电气构造与维修

主 编 梁 斌 廖进江 李立长
副主编 黄 伟 黎振浩
参 编 唐仕荣 黄柏程



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

汽车电气构造与维修 / 梁斌，廖进江，李立长主编. —北京：北京理工大学出版社，2018.7
ISBN 978-7-5682-5924-8

I. ①汽… II. ①梁… ②廖… ③李… III. ①汽车-电气设备-构造-高等学校-教材
②汽车-电气设备-车辆修理-高等学校-教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 165280 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 14.5

字 数 / 338 千字

版 次 / 2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

定 价 / 55.00 元

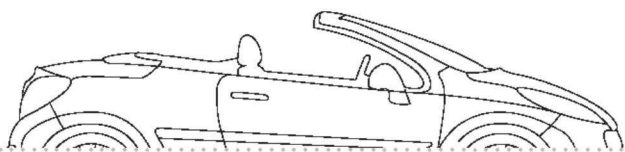
责任编辑 / 张鑫星

文案编辑 / 张鑫星

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换



前言

P R E F A C E

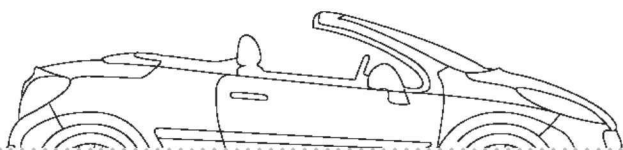
现代汽车的发展十分迅速，一台汽车的电气设备占车价的比例高达 30% 或者更高。2016 年广州车展上，一台概念车上传感器的数量达到近千个，车上的 ECU 也不少。现代汽车的电气已经成为更新换代最快的部分。

汽车电器的学习，需要一定的基础，但是对于初学者最关键的一点就是，必须要看懂电路图，这是步入汽车电气检修的第一步。本书就是着眼于这一入门的技术，采用项目法，把汽车电器的一般通用型构造力求简单易懂地剖析，为他们步入社会实战型的汽车电气检修打下基础。授人以鱼，不如授人以渔。我们只要把汽车电器结构的原理、电路图的分析教识学生，再加上一些实践，就把一个检查的方法传授给了学生，学生能够看懂电路图后，辅助学校的台架训练，就能使学生有一个分析过程，为日后从事汽车修理打下基础。

本书难度不高，只着重于一些最基础的电路，掌握后就能举一反三。作为修理工，不可能把全部车型的汽车电器都学到，但掌握了关键基础的部件原理和电路分析，就能进一步地分析各种车型电路图，这是编者编写本书的目的。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处或不当之处，欢迎广大读者批评和指正。

编 者



目 录

C O N T E N T S

项目一 汽车电气系统概述	1
任务一 汽车电气系统的组成及特点	1
任务二 汽车电气系统常用工具的使用	3
项目二 汽车电源系统	7
任务一 汽车用蓄电池	7
任务二 交流发电机	27
任务三 调节器	41
任务四 电源系统控制电路及检修	45
项目三 汽车起动系统	50
任务一 常规起动机	50
任务二 减速起动机	56
任务三 起动系统的控制电路	65
任务四 起动机的使用与维护	70
项目四 汽车点火系统	72
任务一 点火系统概述	72
任务二 普通电子点火系统	75
任务三 微机控制电子点火系统	82
项目五 汽车照明与信号装置	100
任务一 汽车照明与信号装置概述	100
任务二 汽车前照灯	104
任务三 汽车信号装置	117
项目六 汽车仪表与报警系统	126
任务一 汽车仪表的作用、类型及发展	126



目 录



任务二 数字仪表的结构与原理	129
任务三 汽车报警装置	141
 项目七 汽车辅助电气系统	147
任务一 汽车电动刮水器与风挡玻璃洗涤器	147
任务二 汽车电动门窗	153
任务三 汽车电动座椅	158
任务四 汽车电动后视镜	163
任务五 汽车中控门锁	165
任务六 其他辅助电气设备	172
 项目八 汽车空调系统	179
任务一 汽车空调暖风系统	179
任务二 汽车空调制冷系统	182
任务三 汽车空调系统控制电路	195
任务四 汽车空调系统的使用与维护	198
 项目九 汽车电路图识读	207
任务一 汽车电路图的种类	207
任务二 不同车系整车电路图识读	216
 参考文献	223

项目一

汽车电气系统概述

随着汽车技术的发展，汽车已经不再是单纯的运输工具，它正向着高速、安全、经济、舒适、环保、智能化、人性化发展。汽车电气设备是汽车的重要组成部分，其性能的好坏直接影响汽车的动力性、经济性、可靠性、舒适性及环保性。

任务一 汽车电气系统的组成及特点

一、汽车电气系统的组成

现代汽车电气设备种类及数量繁多，但总的来说可以大致分为三大部分：电源系统、用电设备、汽车电气线路。

1. 电源系统

电源系统又称为充电系统，由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置组成。发动机不工作时由蓄电池供电，发动机起动后，转由发电机供电。当发电机的端电压高于蓄电池端电压时，在向用电设备供电的同时，又向蓄电池充电。调节器的作用是在发电机工作时，保持其输出电压的稳定。

2. 用电设备

(1) 起动系统。

起动系统主要包括起动机及控制电路（起动继电器等），用来起动发动机。

(2) 点火系统。

点火系统用来产生电火花，适时可靠地点燃气缸中的可燃混合气（仅用于汽油机汽车上）。点火系统分为传统点火系统、电子点火系统及微机控制电子点火系统。其主要部件包括点火线圈、分电器总成（点火信号发生器）、点火器、火花塞等。

(3) 照明及信号装置。

照明装置包括车外和车内的照明灯具，其作用是确保车辆内外一定范围内合适的亮度，

提供车辆夜间安全行驶必要的照明。

信号装置包括音响信号装置和灯光信号装置两类,用来提供安全可靠行车所必需的信号。

(4) 仪表、报警及显示装置。

仪表、报警及显示装置用来监测汽车的各种工作情况,使驾驶员能够通过仪表、报警装置及显示装置及时发现发动机及汽车的各种参数及异常情况,确保汽车正常运行。其主要包括电流表(电压表)、水温表、燃油表、机油压力表、车速里程表、发动机转速表、气压表、各种报警灯(电子显示装置)等。

(5) 舒适与安全装置。

舒适与安全装置用来为驾驶员和乘客提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境。其主要包括风挡玻璃、前照明灯、洗涤刮水器、电动车窗、电动座椅、后视镜、空调装置、音响设备、卫星导航和定位系统及防盗装置等。

3. 汽车电气线路

汽车电气线路主要包括中央控制盒、保险装置、继电器、线束及插接件、电路开关等,使全车电路构成一个统一的整体。

随着现代汽车技术的发展,电子控制系统采用得越来越多,所占的比重日益加大。各电控系统由独立变成了相互联系,构成了汽车局域网络。

二、汽车电气系统的特点

现代汽车电器与电子设备虽然种类繁多、功能各异,但其线路都应遵循一定的原则,了解这些原则对进行汽车电路分析是很有帮助的。

1. 低压

汽车电气系统的额定电压主要有 12 V 和 24 V 两种。汽油车普遍采用 12 V 电源,柴油车多采用 24 V 电源(由两个 12 V 蓄电池串联而成)。汽车运行中的电压,一般 12 V 系统的为 14 V,24 V 系统的为 28 V。

2. 直流

现代汽车发动机是靠电力起动机起动的,起动机由蓄电池供电,而向蓄电池充电又必须用直流电源,所以汽车电气系统为直流系统。

3. 单线制

单线连接是汽车线路的特殊性,它是指汽车上所有电气设备的正极均采用导线相互连接,而所有的负极则直接或间接通过导线与车架或车身金属部分相连,即搭铁。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发经导线流入用电设备后,再由电气设备自身或负极导线搭铁,通过车架或车身流回电源负极而形成回路。由于单线制导线用量少,线路清晰,接线方便,因此广为现代汽车所采用。

4. 并联连接

各用电设备均采用并联,汽车上的两个电源(蓄电池与发电机)之间以及所有用电设备

之间，都是并联连接（正极接正极，负极接负极）。

由于采用并联连接，所以汽车在使用中，当某一支路用电设备损坏时，并不影响其他支路用电设备的正常工作。

5. 负极搭铁

采用单线制时蓄电池的一个电极需接至车架或车身上，俗称“搭铁”。蓄电池的负极接车架或车身称之为负极搭铁；蓄电池的正极接车架或车身称之为正极搭铁。负极搭铁对车架或车身金属的化学腐蚀较轻，对无线电干扰小。我国标准规定汽车线路统一采用负极搭铁。

6. 保险装置

为了防止因短路或搭铁而烧坏线束，电路中一般设有保护装置，如熔断器、易熔线等。

7. 汽车线路的颜色和编号特征

为了便于区别各线路的连接，汽车所有低压导线必须选用不同颜色的单色线或双色线，并在每根导线上编号，编号由生产厂家统一编定。

任务二 汽车电气系统常用工具的使用

一、拆装工具

1. 螺丝刀

(1) 一字形螺丝刀（图 1-1）：又称一字形螺钉旋具、平口改锥，用于旋紧或松开头部开一字槽的螺钉。

(2) 十字形螺丝刀（图 1-2）：又称十字形螺钉旋具、十字改锥，用于旋紧或松开头部带十字沟槽的螺钉，材料和规格与一字形螺丝刀相同。



图 1-1 一字形螺丝刀



图 1-2 十字形螺丝刀

2. 扳手

1) 套筒扳手

套筒扳手的材料、环孔形状与梅花扳手相同，适用于拆装位置狭窄或需要一定扭矩的螺栓或螺母。套筒扳手主要由套筒头、手柄、棘轮手柄、快速摇柄、接头和接杆等组成，

如图 1-3 所示, 各种手柄适用于各种不同的场合, 以操作方便或提高效率为原则, 常用套筒扳手的规格是 10~32 mm。在汽车维修中还采用了许多专用套筒扳手, 如火花塞套筒、轮毂套筒、轮胎螺母套筒等。



图 1-3 套筒扳手

2) 梅花扳手

梅花扳手其两端是环状的, 环的内孔由两个正六边形互相同心错转 30° 而成, 如图 1-4 所示。使用时, 扳动 30° 后, 即可换位再套, 因而适用于狭窄场合下操作, 与开口扳手相比, 梅花扳手强度高, 使用时不易滑脱, 但套上、取下不方便。

3) 开口扳手

开口扳手是最常见的一种扳手, 又称呆扳手, 如图 1-5 所示。其开口的中心平面和本体中心平面成 15° 角, 这样既能适应人手的操作方向, 又可降低对操作空间的要求。



图 1-4 梅花扳手



图 1-5 开口扳手

4) 活动扳手

活动扳手其开口尺寸能在一定的范围内任意调整, 使用场合与开口扳手相同, 但活动扳手操作起来不太灵活, 如图 1-6 所示。



图 1-6 活动扳手

5) 内六角扳手

内六角扳手是用来拆装内六角螺栓(螺塞)用的, 如图 1-7 所示。其规格以六角形对边尺寸 S 表示, 有 3~27 mm 尺寸, 汽车维修作业中使用成套内六角扳手拆装 M4~M30 的内六角螺栓。

6) 扭力扳手

扭力扳手是一种可读出所施扭矩大小的专用工具, 如图 1-8 所示。其规格是以最大可测扭矩来划分的。



图 1-7 内六角扳手



图 1-8 扭力扳手

3. 钳工锤和尖嘴钳

(1) 钳工锤（图 1-9）：又称圆头锤，其锤头一端平面略有弧形，是基本工作面，另一端是球面，用来敲击凹凸形状的工件。

(2) 尖嘴钳（图 1-10）：因其头部细长，所以能在较小的空间工作，带刃口的能剪切细小零件，使用时不能用力太大，否则钳口头部会变形或断裂。



图 1-9 钳工锤



图 1-10 尖嘴钳

二、检修工具

1. 测试灯

测试灯由一个 12 V 的灯泡和导线组成，用于线路短路、断路、通路的检测，其结构如图 1-11 所示。切勿用测试灯检测电控单元（ECU）及其电路。另外还有一种是自备电源测试灯，由灯泡、电池与串联连接的导线组成，用于检测导通性或接地情况，其结构如图 1-12 所示。

2. 跨接线

跨接线如图 1-13 所示，用于接通电路和断开电路。使用时，千万不要用跨接线将电源正极直接接到负极上。

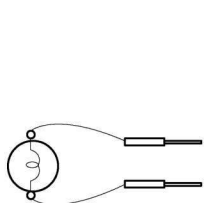


图 1-11 测试灯的结构

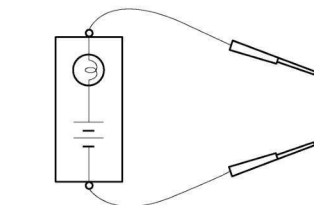


图 1-12 自备电源测试灯的结构

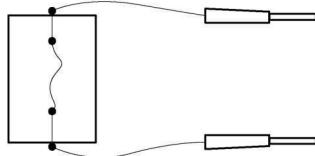


图 1-13 跨接线

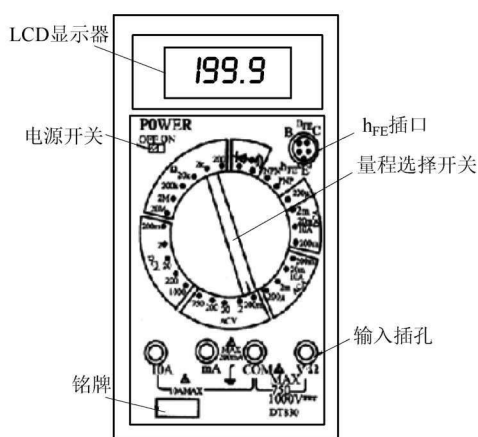


图 1-14 数字万用表面板结构

3. 汽车专用万用表

汽车专用万用表是一种高阻抗数字多用表，其外形、结构和工作原理与数字式万用表相同，如图 1-14 所示。它承袭了数字式万用表的一切优点，并使其扩展至汽车检测领域。

汽车专用万用表的种类很多，大多为进口仪表，虽然面板形式不同，但功能相近。不论是哪种型号的汽车专用万用表，一般均具有以下功能：

- (1) 常规的交、直流电压，电流和电阻的检测；
- (2) 电路的断路、短路检测，声响指示；
- (3) 线路中的电压降与阻抗的检测；
- (4) 线路中接点压降的检测；
- (5) 汽车交流发电机的检测；
- (6) 发动机转速检测；
- (7) 温度检测；
- (8) 电控系统传感器的测试；
- (9) 频率、时间 (ms) 的测试；
- (10) 电磁线圈占空比的检测；
- (11) 闭合角的检测；
- (12) 具有测量数据保持功能；
- (13) 具有最大值、最小值的检测功能。

项目二

汽车电源系统

汽车电源系统一般有蓄电池和发电机两个电源，两个电源配合使用，确保汽车的正常行驶。一般来说，汽车电源系统主要由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置等组成，其主要作用就是给汽车各用电设备提供低压直流电能。

任务一 汽车用蓄电池

一、汽车用蓄电池的功用

汽车用蓄电池又称二次电池，是一种将电能以化学能的形式储存，并可将化学能转化为电能的装置，其主要作用有：

- (1) 起动发动机时，向起动系统、点火系统以及收音机、点烟器和常用灯光等供电。
- (2) 当发动机低速运转，发电机电压低于蓄电池的充电电压时，由蓄电池向用电设备供电。
- (3) 储蓄电能。当发动机中高速运转，发电机电压高于蓄电池的充电电压时，蓄电池将发电机的剩余电能储存起来。
- (4) 过载返回送电。当发电机过载时，蓄电池协助发电机向用电设备供电。
- (5) 电容器功能。蓄电池可以吸收电路中的瞬时电压，保持汽车电气系统电压的稳定，从而保护电子元件。

二、对汽车用蓄电池的基本要求

汽车用蓄电池最基本的功能是必须能够满足起动发动机的需要，即在短时间内（5~10 s）可供给起动机以强大的电流（一般为 200~800 A，有些柴油机可达 1 500 A），故对汽车用蓄电池的基本要求是：容量大、内阻小、有足够的起动能力和连续供电能力。

三、汽车用蓄电池的结构

汽车用铅酸蓄电池由 3 只或 6 只单格电池串联而成，每只单格电池电压约为 2 V，串联成 6 V 或 12 V 以供汽车选用，如图 2-1 所示，它主要由极板、隔板、电解液、外壳、联条和极柱等组成，下面分别加以介绍。

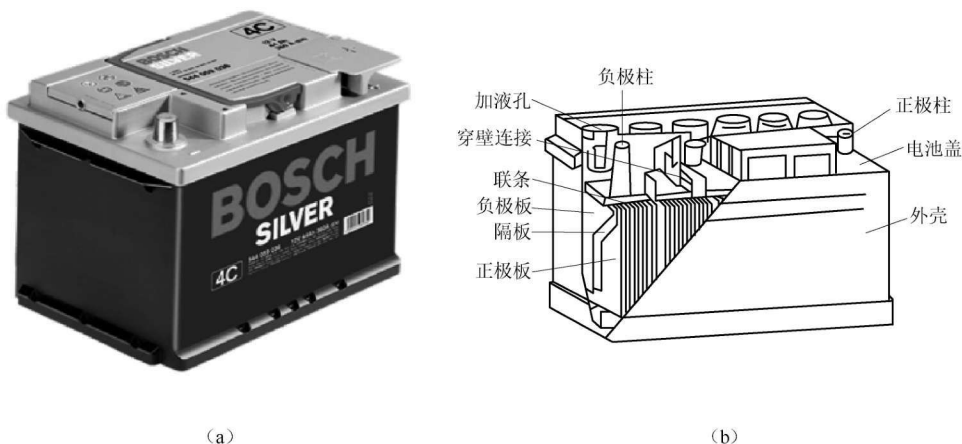


图 2-1 蓄电池的结构

(a) 实物图；(b) 结构图

1. 极板

极板是蓄电池的核心部分，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硫酸的化学反应来实现。极板分正、负极板两种，它由栅架和活性物质组成，如图 2-2 所示。

1) 栅架

栅架用于容纳活性物质并使极板成型，一般由铅锑合金浇铸而成，如图 2-3 所示。铅锑合金中一般加入 6%~8.5% 的锑，以提高栅架的机械强度并改善其浇注性能。但锑会加速氢的析出而使电解液的消耗加剧，甚至会引起蓄电池自放电和栅架的膨胀、溃烂，缩短蓄电池的使用寿命。因此，栅架正逐渐向低锑，甚至无锑的铅钙锡合金发展。

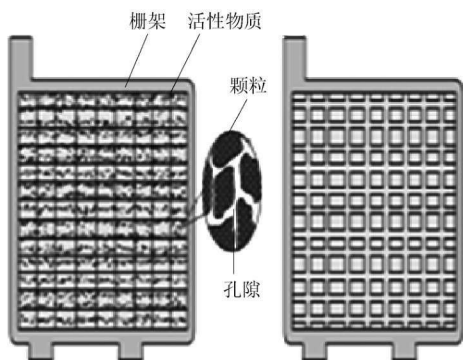


图 2-2 极板

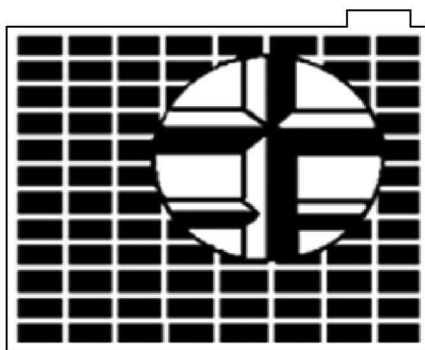


图 2-3 栅架

2) 活性物质

活性物质就是极板上的工作物质，为充放电过程提供不可缺少的离子。正极板上的活性物质为深棕色的二氧化铅（ PbO_2 ），负极板上的活性物质为青灰色的海绵状纯铅（ Pb ）。将一片正极板和一片负极板浸入电解液中，可得到 2.1 V 左右的电动势。为增大蓄电池容量，常将多片正、负极板分别并联，用联条焊接成正负极板组。安装时，正负极板组相互嵌合安装，中间插入隔板后装入蓄电池单格内，便形成单格电池，如图 2-4 所示。

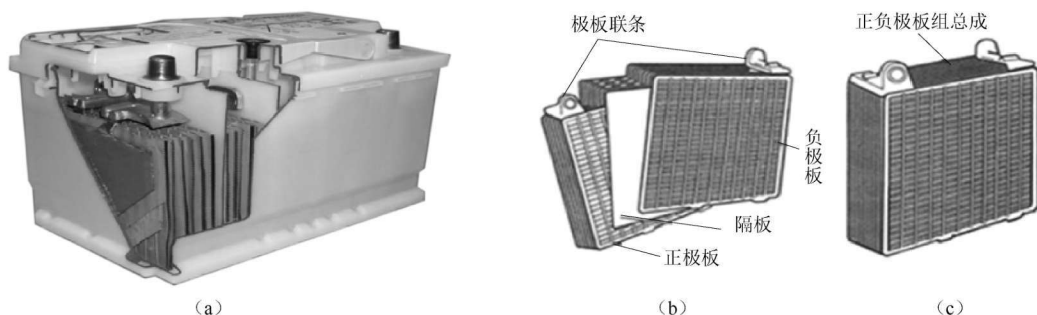


图 2-4 极板图

(a) 实物图；(b) 结构图；(c) 总成

由于正极板活性物质比较疏松，且正极板处的化学反应比负极板处的化学反应剧烈，反应前后活性物质体积变化较大，为防止正极板拱曲和活性物质脱落，在每个单格电池中负极板的片数总比正极板多一片。

国产负极板的厚度为 1.8 mm，正极板的厚度为 2.2 mm。国外大多采用薄型极板，厚度为 1.1~1.5 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）和改善起动性能都是很有利的。

2. 隔板

为了使蓄电池的结构尽量紧凑，正负极板应尽可能接近，但又得避免其互相接触而造成短路，因此必须采用隔板加以绝缘。

由于电化学反应在液体中进行，有离子迁移运动，为使电解液渗透，隔板应具有多孔性和良好的耐酸性，故一般采用微孔塑料、微孔橡胶、木质材料、玻璃纤维等材料，如图 2-5 所示。近年来，还将微孔塑料隔板做成袋状，紧包在正极板的外部，防止活性物质的脱落。

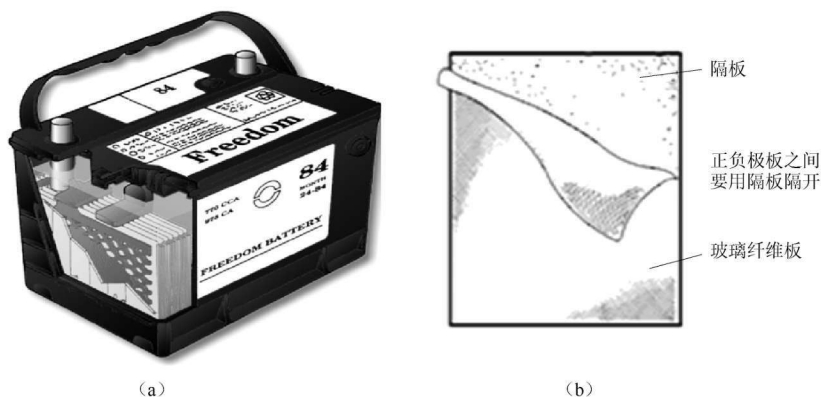


图 2-5 隔板

(a) 实物图；(b) 结构图

3. 电解液

电解液一般由密度为 1.84 g/cm^3 的专用硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成，它是蓄电池发生化学反应的主要物质，为电化学反应提供必要的离子。电解液的配制应严格选用 GB 4554—1984 标准规定的二级专用硫酸和蒸馏水。当配置时，一定要把浓硫酸缓慢倒入蒸馏水中，并不断搅拌。

电解液的密度一般为 $1.24 \sim 1.33 \text{ g/cm}^3$ ，电解液密度过小，冬季易结冰；电解液密度过大，黏度增加，蓄电池的内阻增加，从而加速隔板、极板的腐蚀，使其使用寿命缩短，故应根据本地区气候条件和制造厂的要求合理选用。

4. 外壳

外壳用来盛放电解液和极板组，并使蓄电池构成一个整体。外壳的材料有硬质橡胶和聚丙烯塑料两种，由间壁将其分为三个或六个相互分离的单格，底部有凸起的筋条支撑极板组，凸筋之间的空间用来容纳极板脱落的活性物质，以防极板短路，如图 2-6 所示。

橡胶外壳的每单格有一个小盖；塑料外壳采用整体盖。普通蓄电池每单格的中间有一个电解液加液孔，用于添加电解液和蒸馏水，以及测量电解液密度、温度和液面高度。平时拧装一个螺塞，螺塞上有一个通气孔，蓄电池使用时应保持其畅通，以便随时排出蓄电池内化学反应放出的氢气 (H_2) 和氧气 (O_2)，防止外壳胀裂和发生事故，如图 2-7 所示。

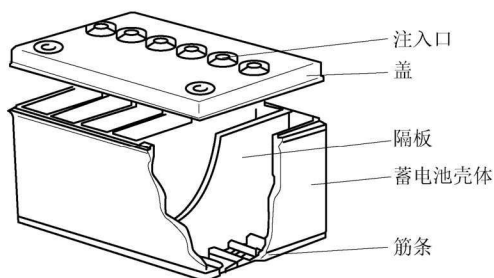
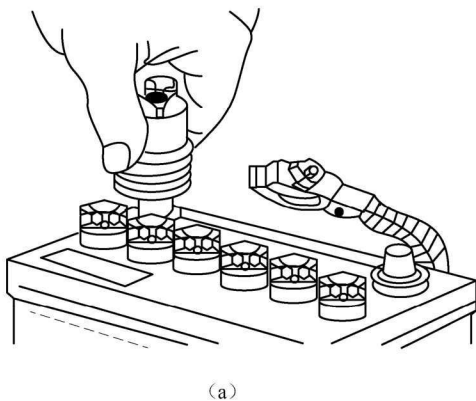
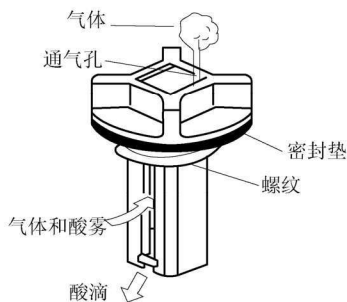


图 2-6 外壳



(a)



(b)

图 2-7 螺塞

(a) 实物图；(b) 结构图

5. 联条

为提高蓄电池的供电电压，用联条将各单格电池串联连接，一个单格电池的正极板与相邻单格电池的负极板采用联条焊接，如图 2-8 所示。

联条连接方式通常有外露式、内部穿壁式和跨接式等，如图 2-9 所示。

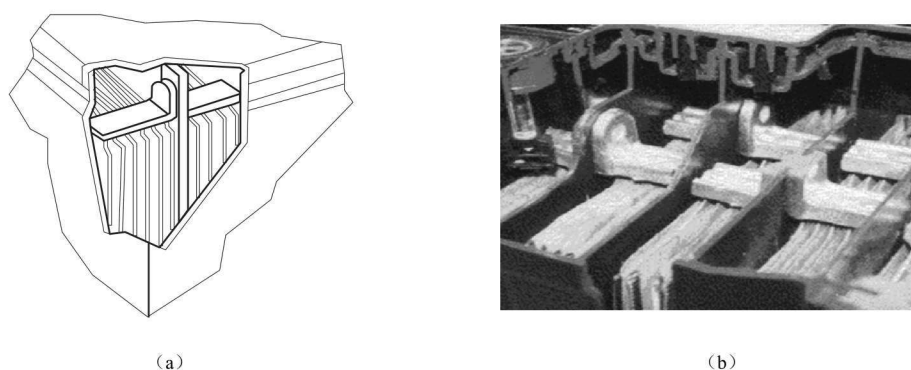


图 2-8 联条

(a) 结构图; (b) 实物图

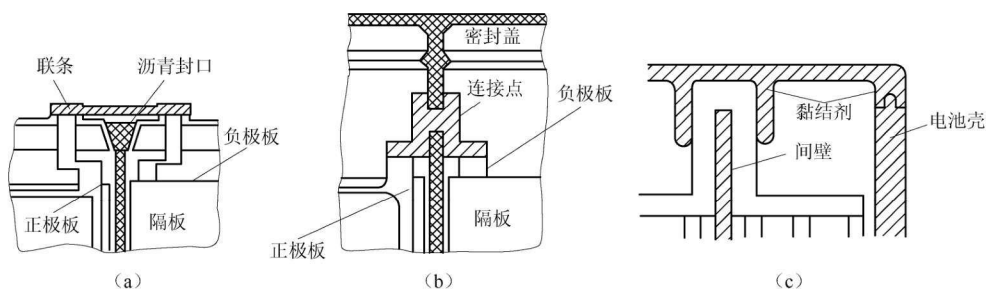


图 2-9 联条的连接方式

(a) 外露式; (b) 内部穿壁式; (c) 跨接式

为减少蓄电池内阻和质量,现代蓄电池上采用单格电池直接联条。各个单格电池的极板联条通过单格电池间壁以最短的距离相互连接,这样可减少由于外部影响造成短路的危险。

6. 极柱

极柱的作用是将蓄电池的电压引出,第一个单格电池的正极板联条与正极柱相连,最后一个单格电池的负极板联条与负极柱相连。极柱有圆锥形(图 2-10)、侧置式和 L 形等。为便于识别,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。



图 2-10 圆锥形极柱

四、汽车用蓄电池的类型

目前燃油汽车上使用的蓄电池主要有两大类:铅酸蓄电池(简称铅蓄电池)和镍碱蓄电池。由于人们对燃油汽车排放要求的提高和能源危机的冲击,各国正在不断探索和研制电动汽车,其主要的动力源为新型高能蓄电池。表 2-1 列出了各种蓄电池的特点。

表 2-1 各种蓄电池的特点

类 型	优 点	缺 点	适用车辆
铅酸蓄电池	结构简单、价格便宜、内阻小、电压稳定,可以短时间供给起动机强大的起动机电流	比容量小,使用寿命相对较短	一般车辆