

# 汽车电气设备 结构与拆装

● 主 编 张世军



 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 汽车电气设备结构与拆装

主 编 张世军  
副主编 马 丽 孙春玲  
唐 毅 张艳飞  
参 编 薛瑞玲  
主 审 王国林

“互联网+”教材



全书富媒体资源



 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

“汽车电气设备结构与拆装”是汽车类专业教学体系中的一门专业必修课程。本书系统介绍了汽车电气设备的结构、原理、性能及拆装方法,内容选取注重理论与实践相结合,按照基于工作过程的情境教学组织教材,重点突出学生实践技能的培养,内容全面,实用性强。

本书分为10个学习任务,内容主要有汽车电源系统、起动系统、照明与信号系统、仪表与报警系统、辅助电气设备、空调系统、防盗系统、安全气囊、车载网络系统、全车线路,内容新颖,浅显易懂。

本书可作为高等院校汽车运用技术、汽车电子技术、汽车检测技术、汽车整形技术、汽车定损与评估技术、汽车技术服务与营销等专业教学用书,也可作为从事汽车相关工作的工程技术人员参考用书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备结构与拆装 / 张世军主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2019. 2

ISBN 978 - 7 - 5682 - 6573 - 7

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车-电气设备-结构 ②汽车-电气设备-装配(机械) IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第297789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(办公室)

(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 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 13.25

字 数 / 308千字

版 次 / 2019年2月第1版 2019年2月第1次印刷

定 价 / 65.00元

责任编辑 / 多海鹏

文案编辑 / 多海鹏

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

# 编审委员会

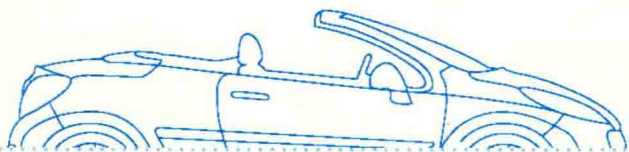
主任 王建良

副主任 王福忠 丁在明 张宏坤

委员 刘文国 李 勇 冯益增

许子阳 张世军 崔 玲

孙静霞



# 前言

P R E F A C E

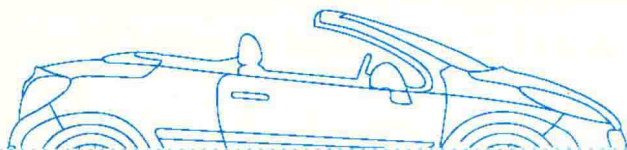
《汽车电气设备结构与拆装》一书是根据教育部高等院校教材建设要求，围绕培养高素质人才的目标，以能力为本位，以工作过程为导向而编写的。

全书分为 10 个学习任务，内容主要有汽车电源系统、起动系统、照明与信号系统、仪表与报警系统、辅助电气设备、空调系统、防盗系统、安全气囊、车载网络系统、全车线路。内容选取注重理论与实践相结合，按照基于工作过程的情境教学组织教材，强化学生技能的培养。编写中坚持“实际、实践、实用、够用”的原则，遵循“宽、新、浅、用”的要求，“宽”是知识面宽，适用车型广；“新”是新车型、新知识、新技术、新工艺、新方法；“浅”是以够用为度，通俗易懂；“用”是注重实用。

全书由张世军担任主编，马丽、孙春玲、唐毅、张艳飞担任副主编，薛瑞玲参与了编写工作。其中，绪论、学习任务 1 和学习任务 9 由孙春玲编写，学习任务 2 和学习任务 6 由张世军编写，学习任务 3 和学习任务 4 由张艳飞编写，学习任务 5 由唐毅编写，学习任务 7、学习任务 8 和学习任务 10 由马丽、薛瑞玲编写。

由于时间仓促，加之水平有限，错误和不妥之处在所难免，敬请读者提出宝贵意见并批评指正。

编者



# 目 录

C O N T E N T S

绪论	001
工作情境	001
学习目标	001
一、知识准备	001
(一) 汽车电气设备的发展状况	001
(二) 汽车电气设备的组成	002
(三) 汽车电气设备的基本特点	003
二、本课程的性质、任务和重要性	004
<b>学习任务 1 汽车电源系统结构与拆装</b>	<b>005</b>
工作情境	005
学习目标	005
一、知识准备	005
(一) 电源系统概述	005
(二) 蓄电池	006
(三) 交流发电机	010
(四) 电压调节器	019
(五) 电源系统电路	022
二、任务实施	024
项目 (一) 电源系统的组成	024
项目 (二) 蓄电池的就车拆装	027
项目 (三) 交流发电机的就车拆装	029
项目 (四) 交流发电机的解体与装配	031
三、拓展学习	035
<b>学习任务 2 汽车起动系统结构与拆装</b>	<b>037</b>
工作情境	037
学习目标	037

一、知识准备	037
(一) 起动系统概述	037
(二) 起动机	039
(三) 起动系统的控制电路	044
二、任务实施	047
项目 (一) 起动机的就车拆装	047
项目 (二) 起动机的解体与装配	049
三、拓展学习	052
<b>学习任务 3 汽车照明与信号系统结构与拆装</b>	<b>056</b>
工作情境	056
学习目标	056
一、知识准备	056
(一) 汽车灯系的组成和作用	056
(二) 前照灯	058
(三) 转向灯与危险报警灯	066
(四) 制动信号装置	069
(五) 倒车信号装置	070
(六) 喇叭	071
二、任务实施	074
项目 前照灯的就车拆装	074
三、拓展学习	077
<b>学习任务 4 汽车仪表与报警系统结构与拆装</b>	<b>079</b>
工作情境	079
学习目标	079
一、知识准备	079
(一) 概述	079
(二) 汽车仪表	080
(三) 报警装置	085
二、任务实施	089
项目 (一) 组合仪表的拆装	089
项目 (二) 机油压力传感器的拆装	093
三、拓展学习	094
(一) 电子仪表的特点及组成	094
(二) 电子仪表的显示器件	095

(三) 电子仪表的传感器 .....	095
<b>学习任务 5 汽车辅助电气设备结构与拆装 .....</b>	<b>097</b>
工作情境 .....	097
学习目标 .....	097
一、知识准备 .....	097
(一) 风窗刮水器 .....	097
(二) 电动车窗 .....	104
(三) 中控门锁 .....	107
(四) 电动座椅 .....	109
(五) 电动后视镜 .....	114
二、任务实施 .....	117
项目 (一) 车锁锁芯的拆装与更换 .....	117
项目 (二) 后视镜的拆装与更换 .....	119
三、拓展学习 .....	122
(一) 可加热电动后视镜 .....	122
(二) 自动防炫目后视镜 .....	122
(三) 运动座椅 .....	122
(四) 刮水片 .....	123
<b>学习任务 6 汽车空调系统结构与拆装 .....</b>	<b>124</b>
工作情境 .....	124
学习目标 .....	124
一、知识准备 .....	124
(一) 概述 .....	124
(二) 空调制冷系统 .....	126
(三) 空调暖风系统 .....	135
(四) 空调调节系统 .....	137
(五) 空调空气净化系统 .....	140
(六) 空调控制系统 .....	141
二、任务实施 .....	145
项目 (一) 空调压缩机的就车拆装与分解 .....	145
项目 (二) 储液干燥器的拆装 .....	150
项目 (三) 制冷管路的拆装 .....	150
项目 (四) 冷凝器的拆装 .....	150
项目 (五) 膨胀阀的拆装 .....	150



项目（六）蒸发器的拆装与分解·····	151
三、拓展学习·····	151
（一）空调自动控制系统的组成·····	151
（二）传感器·····	152
（三）空调电控单元·····	153
<b>学习任务7 汽车防盗系统结构与拆装·····</b>	<b>155</b>
工作情境·····	155
学习目标·····	155
一、知识准备·····	155
（一）汽车防盗系统的种类·····	155
（二）汽车防盗系统的组成·····	156
（三）汽车防盗系统主要部件的结构与原理·····	157
二、任务实施·····	161
项目 汽车防盗器的安装·····	161
三、拓展学习·····	164
<b>学习任务8 安全气囊结构与拆装·····</b>	<b>165</b>
工作情境·····	165
学习目标·····	165
一、知识准备·····	165
（一）安全气囊的类型·····	166
（二）对安全气囊的要求·····	166
（三）安全气囊的工作过程·····	167
（四）安全气囊系统的组成·····	168
（五）典型车型安全气囊的电路图·····	172
二、任务实施·····	173
项目 方向盘安全气囊的拆装·····	173
三、拓展学习·····	176
<b>学习任务9 车载网络系统结构与拆装·····</b>	<b>177</b>
工作情境·····	177
学习目标·····	177
知识准备·····	177
（一）车载网络系统的概念·····	177
（二）车载网络可用的传输介质·····	178

(三) 车载网络的分类 .....	180
(四) CAN 总线 .....	180
(五) LIN 总线 .....	182
(六) MOST 总线 .....	183
<b>学习任务 10 全车线路结构与拆装 .....</b>	<b>185</b>
工作情境 .....	185
学习目标 .....	185
一、知识准备 .....	185
(一) 汽车电路元件 .....	185
(二) 汽车电路图的种类 .....	190
(三) 汽车电路图符号 .....	193
(四) 汽车电路识图方法 .....	194
(五) 汽车电路识图实例 .....	196
二、拓展学习 .....	197
<b>参考文献 .....</b>	<b>198</b>

# 绪论

## 工作情境

一位顾客到 4S 店准备买一辆东风标致 307 汽车，4S 店的销售人员将首先为他介绍该车型的电气设备系统，试问：如果你是销售人员，该如何介绍？

## 学习目标

通过本任务的学习，应能：

1. 叙述汽车电气设备的发展概况；
2. 熟悉汽车电气设备的组成及特点。

## 一、知识准备

汽车的发展给人类生活以及整个世界都带来了巨大的变化，汽车电气设备已成为汽车上越来越重要的组成部分。汽车电气设备的结构是否合理、性能是否优良、技术状况是否正常等，对汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性和排放水平有着越来越重要的影响。随着人们对汽车在高速、灵活、专用、可靠、自动、安全、经济、排放等方面要求的提高，加之电子工业特别是大规模集成电路和计算机技术的飞速发展，汽车电气设备发生了巨大的变化，各个系统在结构方面向轻量化、小型化方向发展，在性能方面向免维护（或少维护）、长寿命、高可靠性方向发展。机电一体化、高性能、智能化已成为汽车电气设备的发展趋势。

### （一）汽车电气设备的发展状况

自汽车问世以来，在很长一段时间内其技术发展主要表现在机械设备的更新换代。20 世纪 50 年代以后，随着电子技术的发展、社会的需求、相关法规的推动，汽车电子技术的运用与发展已成为汽车技术发展的主流和趋势。

汽车电气设备主要经历了三个迅速发展的阶段。

（1）在汽车发展的最初阶段，汽车上除点火系统以外几乎没有电气设备。点火系统也只是采用磁电机点火方式，汽车的安全性无法得到保证，直到美国通用汽车公司在 1910 年发明了蓄电池点火系统和电气起动系统，才使汽车在安全性和操纵性方面有了明显的改善，汽车电气设备从此进入了第一个迅速发展阶段。

(2) 汽车电气设备的第二个迅速发展阶段是20世纪60年代初至70年代末,其主要特征是电子装置代替机械部件。由于点火系统对汽油机的动力性、经济性、可靠性和排放水平等有直接影响,因此,其在整个电气系统中变化较快,也反映着各种先进技术在汽车上的应用水平。1960年,二极管整流技术将交流电变为直流电,交流发电机得到广泛应用,减小了发电机的质量和体积,提高了发电机的可靠性。之后,电子式电压调节器逐步替代了传统的触点式电压调节器,使发电机输出的电压更加稳定,并大大减少了维护的工作量。1973年前后,美国三大汽车制造厂开始广泛使用完全由晶体管控制的点火系统——普通电子点火系统,它不但改善了发动机的动力性、经济性,还大大提高了发动机工作的可靠性,减少了发动机的有害物排放量。

(3) 汽车电气设备的第三个迅速发展阶段是20世纪70年代末,其主要特征是微机开始在汽车上获得应用,并实现了对诸多功能的集中控制。主要表现在三个方面:一是部分电气设备实现微机控制;二是发动机和底盘上的许多机械部分实现微机控制;三是微机控制新设备不断出现。

汽车电气设备的发展极大地提高了汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性和舒适性,降低了排放水平,给人类带来了巨大的经济效益和社会效益。

## (二) 汽车电气设备的组成

现代汽车电气设备的种类和数量很多,但总的来说,可以分为三大部分,即电源、用电设备和全车电路及配电装置。

### 1. 电源

汽车电源包括蓄电池、发电机及调节器。蓄电池的作用是发动机不工作时向起动机及其他用电设备供电。发动机起动后,发电机作为电源向用电设备供电,同时也给蓄电池充电。调节器的作用是在发电机工作时,保持其输出电压的稳定性。

### 2. 用电设备

#### (1) 起动系统。

起动系统主要包括起动机及其控制电路,其作用是起动发动机。

#### (2) 点火系统。

点火系统用来产生电火花,点燃汽油机中的可燃混合气。其结构主要包括点火线圈、点火器、分电器、火花塞等。

#### (3) 照明系统。

照明系统包括车外和车内的照明灯具,用来提供车辆安全行驶的必要照明。

#### (4) 信号装置。

信号装置包括音响信号和灯光信号两类,用来提供行车所必需的信号。

#### (5) 仪表及报警装置。

仪表及报警装置用来监测发动机及汽车的工作情况,使驾驶员能够通过仪表、报警装置及时监视发动机和汽车运行的各种参数及异常情况,确保汽车正常运行。其主要包括车速里程表、发动机转速表、水温表、燃油表、电压(电流)表、机油压力表、气压表和各種报警灯等。

### (6) 辅助电气设备。

辅助电气设备包括风窗电动刮水器、风窗洗涤器、空调系统、汽车视听设备、车窗玻璃电动升降器、电动座椅、电动天窗、电动后视镜等。车用辅助电气设备有日益增多的趋势，主要向舒适、娱乐、保障安全等方面发展。一般车辆的豪华程度越高，辅助电气设备就越多。

### (7) 汽车电子控制系统。

汽车电子控制系统主要是指利用微机控制的各个系统。

随着汽车电子技术的不断发展，越来越多的电子设备将应用于汽车上，以提高汽车的安全性、舒适性和方便性。

## 3. 全车电路及配电装置

全车电路及配电装置包括中央接线盒、保险装置、继电器、电气线束及插接件、电路开关等，它们使全车电路构成一个统一的整体。

现代汽车所采用的电控系统越来越多，所占的比例也越来越大，且汽车电控系统往往自成系统，将电子控制与机械装置相结合，形成了较为典型的机电一体化系统。因此，本教材重点涉及传统汽车电气设备中的电子控制装置及电路，不涉及诸如电控燃油喷射、电子点火系统、电控自动变速器、制动防抱死系统等，这些微机控制系统将在发动机和底盘的教材中予以介绍。

## (三) 汽车电气设备的基本特点

与普通电气设备相比，汽车电气设备具有以下特点。

### 1. 两个电源

发电机为主电源，提供汽车运行时各用电设备的用电；蓄电池为辅助电源，主要提供发动机起动时的用电。各用电设备均与蓄电池、发电机并联。

### 2. 低压直流电

蓄电池作为汽车上的电源之一，始终是直流电，主要在发动机起动时为起动机供电。蓄电池电放完后必须由直流电源对其进行充电，因此，汽车上的发电机必须输出直流电。

汽车电气系统的额定电压一般为直流 12 V 和 24 V。目前，汽车上普遍采用 12 V 电源，重型柴油机多采用 24 V 电源。

随着汽车上电气设备的增多，电气负荷越来越大，要求汽车采用能量大、体积小的电源。目前，已有汽车公司在研究使用 36 V、42 V 新型电源的课题。从效率的角度考虑，使用 42 V 电压系统，有利于减小电流，进而减小能量损耗，并且能够减小所需电子设备的体积，节省空间。

### 3. 并联双线或单线

汽车上的用电设备采用并联电路，以保证各支路的电气设备相互独立控制。用电设备与电源的连接一般有两条导线：公共的火线和公共的零线。

所谓单线连接，是指汽车上用电设备的正极均采用导线相互连接且与蓄电池的正极相连，而所有负极则直接或间接通过导线与车身金属部分连接，使汽车车身的金属机体作为一

条公共的导线，从而达到节约导线，使电气线路简单、安装维修方便的目的。

所谓双线制，是现代轿车为了保证电子控制系统工作的可靠性，要求线路的搭铁良好，而对电气部件采用专门的搭铁线来连接。

#### 4. 负极搭铁

汽车车身的金属机体作为公共的导线，在接线时电源的某极必须与金属机体相连，这样的连接称为搭铁。对于直流电来说，电气系统的正极或负极均可作为搭铁极，但按照国际通行的做法和我国国家标准 GB 2261—1971《汽车、拖拉机用电设备技术条件》的规定，汽车电气系统为负极搭铁。负极搭铁能减少蓄电池电缆铜端子在车架车身连接处的电学腐蚀，提高搭铁的可靠性。

## 二、本课程的性质、任务和重要性

“汽车电气设备结构与拆装”是以“汽车构造”“电工学”等为基础，同时又与自动化技术、计算机技术有着密切联系的一门专业课。它是汽车运用技术、汽车电子技术等专业的一门重要的、实践性很强的专业课程，同时也是学好汽车运用技术、汽车电子技术等专业其他课程的必要基础。其主要任务是讲解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、故障诊断与排除等方面的内容，为进一步学习和应用新知识、新技术打好基础。

学生通过本课程的学习，应能够正确使用汽车电气设备维修中常用的工具、设备和仪器；掌握汽车电气设备的结构、原理、使用和维修；读懂汽车电路图，学会用电路图分析汽车电路的基本工作情况；能根据具体电路进行汽车电气设备常见故障的诊断与排除；能独立地完成常用汽车电气设备的拆装与检修。

# 学习任务 1

## 汽车电源系统结构与拆装



王先生于 2014 年 2 月购买了一辆东风雪铁龙爱丽舍汽车，近期，早晨起动时起动机运转无力、起动困难；当车辆正常工作后熄火，再次起动，故障消失；在正常行驶中充电指示灯经常突然亮起。该车被送入 4S 店进行检修，请对车辆进行检查及维护，并排除故障。



通过本任务的学习，应能：

1. 正确认识铅酸蓄电池的结构，了解蓄电池的类型及型号；
2. 正确认识交流发电机的构造及主要部件之间的相互关系；
3. 分析交流发电机的工作原理及工作过程；
4. 根据维修手册，正确选用拆装工具和相应的设备，在 90 min 内安全规范地进行发电机的拆装。

### 一、知识准备

#### （一）电源系统概述

汽车电气设备所使用的电源是直流电源，它来自蓄电池或发电机。由蓄电池、发电机、调节器及充电状态指示装置、开关和导线等连接而成的电气系统称为电源系统（简称电源系），如图 1-1 所示。

电源系统的工作过程如图 1-2 所示。电源系统内蓄电池和发电机是并联工作的，在发动机正常工作时，由发电机向用电设备供电并向蓄电池充电；起动时，蓄电池向起动机供电。由于发电机是由发动机通过传动带驱动旋转的，故当发动机转速变化时，发电机输出电压也会发生变化。为满足汽车用电设备及蓄电池充电恒定电压的要求，电源系统内均设置电压调节器，以保证发电机输出的电压稳定在一定范围内，防止因电压起伏过大而烧毁用电设备，而系统中的充电状态指示装置用于指示蓄电池的充放电状况。

目前，汽车上的电源系统可分为 12 V 电源系统和 24 V 电源系统，且普遍采用交流发电机与电子调节器。按电子调节器的安装方式不同，电源系统的布置形式可分为分离式和整体式两种。

近年来，随着人们对汽车乘坐舒适性、燃油经济性、排放环保性要求的日益提高，新的电气装置在汽车上广泛应用，汽车电子附件所占的比例大幅度提高，如各种电控系统（电



控喷射、电控自动变速器、电控悬架)、巡航控制、车载计算机网络等;一些电磁或电动执行器也逐渐取代了液压传动和气压传动执行器,从而大大增加了电气系统的负荷,这就要求汽车的电源系统能提供更高的电能。

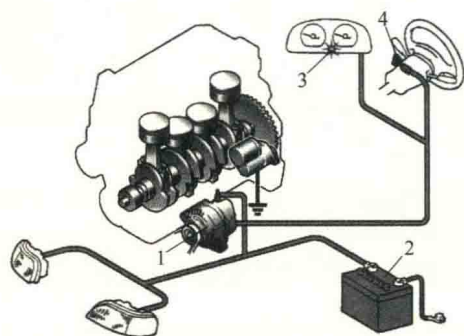


图 1-1 电源系统的组成

1—发电机; 2—蓄电池; 3—充电指示灯; 4—点火开关

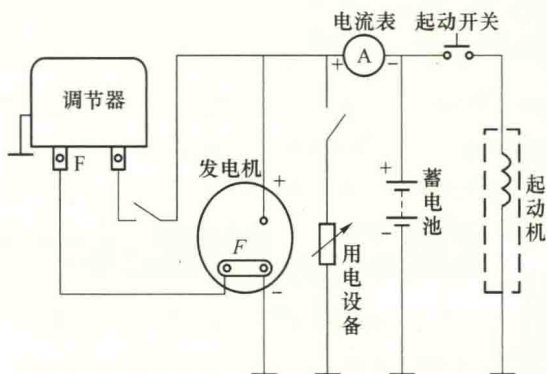


图 1-2 电源系统的工作过程

## (二) 蓄电池

### 1. 蓄电池的作用

(1) 在起动发动机时,向起动机提供强大的起动电流,同时给点火系统、电子燃油喷射系统、仪表系统等用电设备供电。

(2) 当发电机不发电或电压较低时,向交流发电机磁场绕组、点火系统以及其他用电设备供电。

(3) 当发电机正常供电时,将发电机剩余的电能转换为化学能储存起来。

(4) 当发电机过载时,协助发电机向用电系统供电。

(5) 稳定电源电压,保护电子设备。蓄电池相当于一只大容量电容器,不仅能保持电源系统的电压稳定,而且还能吸收电路中出现的瞬时过电压,防止损坏电子设备。

### 2. 蓄电池的基本结构

蓄电池主要由极板、隔板、壳体、链条、电解液、极桩等组成,如图 1-3 所示。额定电压 12 V 的蓄电池由 6 个单格电池串联而成,每个单格电池的电压为 2 V。

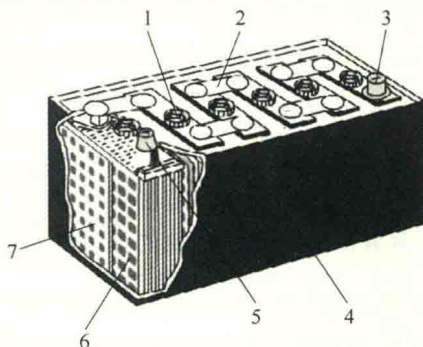


图 1-3 蓄电池的基本结构

1—加液孔盖; 2—链条; 3—负极桩; 4—壳体; 5—正极桩; 6—正极板; 7—负极板

### (1) 极板。

极板是蓄电池的核心部件，蓄电池的充放电过程是由极板上的活性物质与电解液的电化学反应来实现的。极板分正极板和负极板两种。

极板由栅架及铅膏涂料组成，其形状如图 1-4 所示。

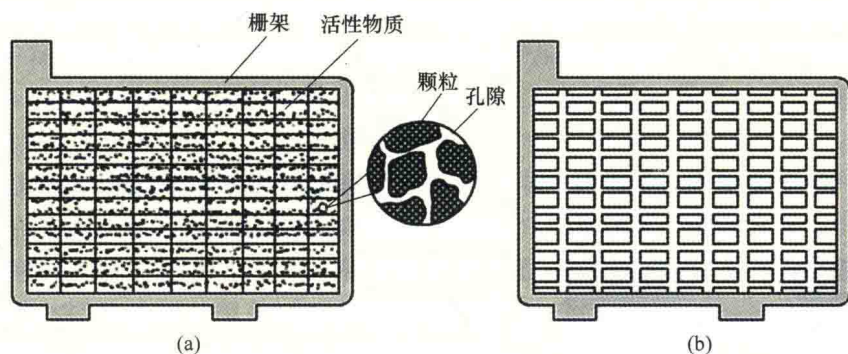


图 1-4 极板的形状

(a) 极板；(b) 极板栅架

栅架的作用是固结活性物质，它通常由铅锡合金烧铸而成。为延长蓄电池的使用寿命，目前多采用铅-低锡合金栅架或铅-钙-锡合金栅架。

正极板上的活性物质为二氧化铅 ( $\text{PbO}_2$ )，呈深褐色；负极板上的活性物质为海绵状纯铅 ( $\text{Pb}$ )，呈青灰色。

一片正极板和一片负极板浸入电解液中，可得到 2 V 左右的电动势。为增大蓄电池容量，常将多片正、负极板分别并联组成正、负极板组，如图 1-5 所示。

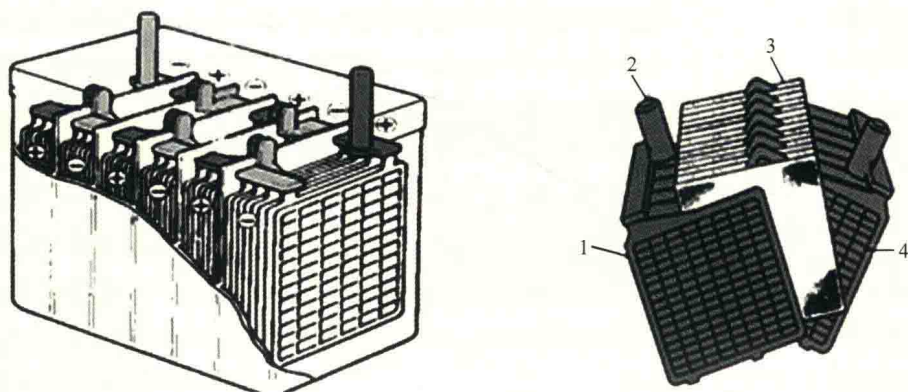


图 1-5 极板组

1—正极板；2—极板同极连接片和连接点；3—隔板和玻璃纤维板；4—负极板

正极板的强度较低，因此在单格电池中，负极板总片数比正极板多一片，从而使每一片正极板都处于两片负极板之间，保持其放电均匀，且防止变形。

### (2) 隔板。

为减少蓄电池的内阻和体积，正、负极板安装时应尽可能地靠近。为避免正、负极板彼此接触而造成短路，在正、负极板之间装上隔板。隔板的作用是将正、负极板隔离，防止两极板短路。