

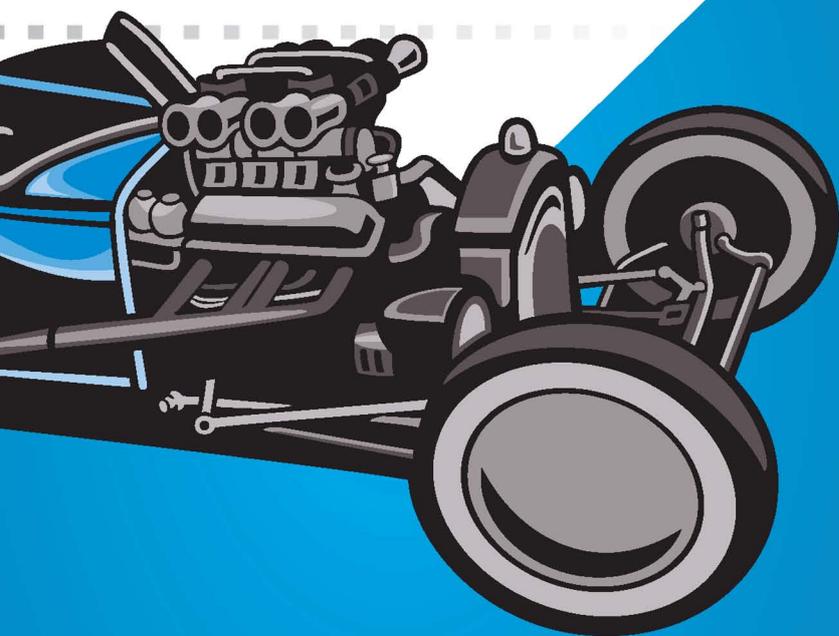


面向21世纪高职高专
汽车类规划教材

QICHE DIANQI SHEBEI GOUZA0 YU JIANXIU
XIANGMU ZUOYE ZHIDAOSHU

汽车电气设备构造与检修 ——项目作业指导书

主 编 刘晓萌 刘建忠 张文金
主 审 梁 唯



电子科技大学出版社

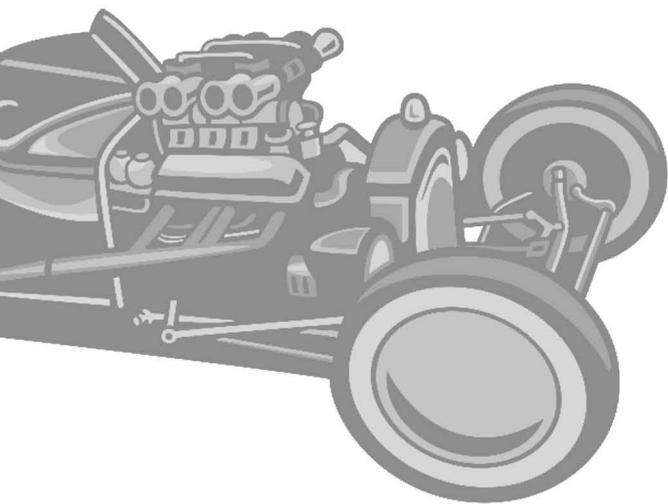


面向21世纪高职高专
汽车类规划教材

QICHE DIANQI SHEBEI GOUZAO YU JIANXIU
XIANGMU ZUOYE ZHIDAOSHU

汽车电气设备构造与检修 ——项目作业指导书

主 编 刘晓萌 刘建忠 张文金
副主编 黄 丹
主 审 梁 唯



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备构造与检修: 项目作业指导书 / 刘晓萌, 刘建忠, 张文金主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2015. 3
ISBN 978-7-5647-2847-2

I. ①汽… II. ①刘… ②刘… ③张… III. ①汽车—电气设备—构造—高等职业教育—教材②汽车—电气设备—车辆修理—高等职业教育—教材 IV. ①U463.6
②U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 033732 号

内 容 简 介

本书根据教育部对汽车检测与维修专业人才培养目标的要求编写, 注重教材的实践性和基础性。书中系统地阐述了现代汽车电气设备的基本结构、工作原理、使用特性、常见故障的诊断及排除等知识。全书分七个模块, 车载电源的使用与维护、启动系统的检查与维修、汽车点火系统的检查与维修、照明与信号系统维修、仪表及指示灯系统维修、汽车其他电气装置维修、汽车电气设备线路的检修等内容。本书内容丰富, 实用性强, 适合高职高专汽车运用技术专业师生使用, 也可作为成人高等教育、汽车技术培训等相关课程教材, 同时可供广大汽车工程技术人员和汽车维修人员参考。

高职高专“十二五”规划教材 汽车电气设备构造与检修

——项目作业指导书

主 编 刘晓萌 刘建忠 张文金
主 审 梁 唯

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑: 谢应成 杜 倩
责任编辑: 谢应成
主 页: www.uestcp.com.cn
电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn
发 行: 新华书店经销
印 刷: 成都市火炬印务有限公司
成品尺寸: 185mm×260mm 印张 16 字数 380 千字
版 次: 2015年3月第一版
印 次: 2015年3月第一次印刷
书 号: ISBN 978-7-5647-2847-2
定 价: 35.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

南充技师学院教材编审委员会

主 任 王晓晴 李兴荣

编 委 梁 唯 龙开万 郑金荣

张 朕 刘建忠 李梓银

庞国辉 卢威亚 左 俊

罗 为

编 组 南充技师学院汽车工程系汽车教研室

主 审 梁 唯

主 编 刘晓萌 刘建忠 张文金

参编人员 梁华兵 何 强 弋福林

杨畅洪

前 言

随着我国高等职业教育的迅速发展，加强实训力度的教学也自然成为高等职业院校提高教学质量的重点。各地出版社出版的理论教科书层出不穷，实训指导内容的教科书却为数不多。应该看到当今汽车专业师资队伍呈现年轻化趋势，但实际操作能力欠缺，急需本课程的实训指导教材。为此，我们到工厂、汽车 4S 店等汽车维修行业进行了调研，从众多维修项目中筛选出经常碰到的工作内容，在查阅了大量国内外新型汽车维修技术资料的基础上，结合自己及周围同行们的实践经验，编写了这本《汽车电气设备构造与检修》的配套实训指导书，以求能为广大年轻教师实训操作开辟出一条路子。在内容安排上本着“以应用为目的，以必须够用为度”的原则，以培养学生实际工作的基本知识和基本操作技能，具备受益一生的职业岗位关键能力，并努力使学生通过实训教学获得就业的技能和创业的本领。

本实训教材紧紧围绕职业教育工作需求，以就业为导向，以技能训练为中心，以培养高技能应用型人才为目的。在编写过程中注重知识的前沿性和实用性，旨在探索“教、学、做”一体化教学模式。符合国家对技能型紧缺人才培养培训工作的要求，注重以就业为导向，以能力为本位，面向市场、面向社会，为经济结构调整和科技进步服务的原则，体现了职业教育的特色，满足了高素质的中、高级汽车专业实用人才培养的需要。

本书具有以下特色：

(1) 本书根据汽车维修企业对汽车维修人员的岗位能力要求，按照模块化教学方法的要求进行了基本知识和基本技能的整合，突出了技能训练，符合高等教育的特点。

(2) 本书将当今各职业院校实行的“实训报告”和当前流行的“工作页”的形式进行整合，将各优点集合在一起，实用简练，具有很强的可操作性，可以作为教师的实训指导、课前实训设备与材料的准备依据；也可供学生实训课前的自学与预习、实训操作的辅导、实训操作过程的记录和实训后的复习与思考，巩固实训效果。

(3) 本书突出了基本理论知识对实训操作的指导，规范了学生的操作，培养学生自主学习和工作业务的研究方法及能力，不仅具有工作页的基本特点，而且具有培养高职学生全局观念和综合分析能力的作用。

(4) 我国汽车维修企业类型有汽车制造厂的售后 4S 服务站、综合修理厂和快修店等，本书中的拆装操作方法与步骤基本是参照原厂工作内容实施的。

本书由刘晓萌、刘建忠任主编。在编写过程中，为了力求技术数据准确，又深入基层，进行了大量的实车实验，取得了宝贵的第一手资料，并且吸收了有关文献资料中的有益成果，在此一并表示衷心的感谢。

编 者

2014 年 7 月

目 录

模块一 车载电源的使用与维护	1
项目 1 车载电源的认识	1
学习目标	1
相关知识	1
项目 2 蓄电池	2
学习目标	2
相关知识	2
实训(验)指导	8
项目 3 交流发电机及调节器	21
学习目标	21
相关知识	22
实训(验)指导	38
项目 4 车载电源系统故障的诊断与排除	50
学习目标	50
相关知识	50
实训(验)指导	50
复习思考题	53
模块二 启动系统的检查与维修	54
项目 1 启动系统的认识	54
学习目标	54
相关知识	54
项目 2 起动机的检修	69
学习目标	69
相关知识	69
实训(验)指导	70
项目 3 启动系统故障的诊断与排除	85
学习目标	85
相关知识	85
实训(验)指导	85
复习思考题	91



模块三 汽车点火系统的检查与维修	92
项目 1 汽车点火系统的认识	92
学习目标	92
相关知识	92
项目 2 触点式点火系统	94
学习目标	94
相关知识	94
实训(验)指导	96
项目 3 电子点火系统	97
学习目标	97
相关知识	97
实训(验)指导	109
项目 4 汽车诊断仪的正确使用	118
学习目标	118
相关知识	118
实训(验)指导	120
项目 5 汽车专用示波器	124
学习目标	124
相关知识	124
实训(验)指导	128
项目 6 发动机点火正时枪	132
学习目标	132
相关知识	132
实训(验)指导	134
项目 7 点火系统故障的诊断与排除	136
学习目标	136
相关知识	136
复习思考题	138
模块四 照明与信号系统维修	139
项目 1 照明与信号系统认识	139
学习目标	139
相关知识	139
项目 2 前照灯	140
学习目标	140
相关知识	140
实训(验)指导	147

项目 3 汽车喇叭	152
学习目标	152
相关知识	152
实训(验)指导	155
项目 4 转向信号装置与危险信号警告装置	157
学习目标	157
相关知识	157
实训(验)指导	162
项目 5 制动信号装置	164
学习目标	164
相关知识	165
实训(验)指导	168
项目 6 倒车信号装置	169
学习目标	169
相关知识	169
实训(验)指导	171
复习思考题	172
模块五 仪表系统维修	173
项目 1 仪表系统认识	173
学习目标	173
相关知识	173
项目 2 仪表系统	175
学习目标	175
相关知识	175
实训(验)指导	181
复习思考题	185
模块六 汽车其他电气装置维修	186
项目 1 汽车其他电气装置的认识	186
学习目标	186
相关知识	186
实训(验)指导	190
项目 2 电动辅助装置	194
学习目标	194
相关知识	194
实训(验)指导	204
复习思考题	222



模块七 汽车电气设备线路的检修	223
项目 1 汽车电气设备线路的认识	223
学习目标	223
相关知识	223
实训(验)指导	229
项目 2 汽车电路图	234
学习目标	234
相关知识	235
实训(验)指导	235
复习思考习题	245

模块一 车载电源的使用与维护

项目 1 车载电源的认识

学习目标

- (1) 认识汽车电源的组成。
- (2) 了解汽车电源的现状与发展。

相关知识

1.1 汽车电源的组成

汽车电源系统主要由蓄电池、交流发电机、电压调节器等组成，如图 1-1 所示。蓄电池与发电机并联向用电设备供电。交流发电机与发电机调节器互相配合工作，其主要任务是对除起动机以外的所有用电设备供电，并向蓄电池充电。

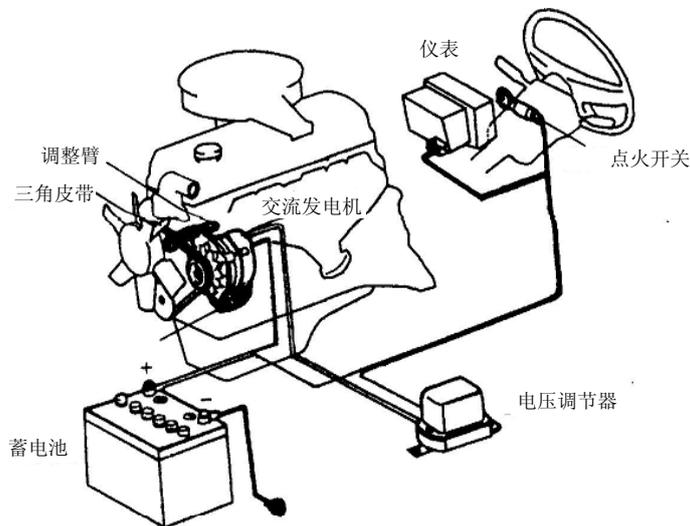


图 1-1 汽车电源系统的组成

1.2 汽车电源的现状与发展

1.2.1 蓄电池

可充电的蓄电池也被称之为二次电池。



目前世界上已出现的二次电池达数十种,根据其电解液的酸碱性可分为酸性蓄电池、碱性蓄电池和中性蓄电池。极板为铅,电解液为硫酸水溶液的铅酸蓄电池,具有内阻小、电压稳定的特点,能迅速提供大电流,是较为理想的启动型蓄电池。此外,铅酸蓄电池的结构简单、其结构及生产工艺等较为成熟、成本低。因此,汽车上普遍采用的一直是铅酸蓄电池。

1.2.2 发电机及调节器

车载发电机普遍使用的是硅整流交流发电机。

目前汽车上使用的硅整流交流发电机有多种结构形式,根据发电机的励磁方式不同分有普通励磁式(通过电刷引入励磁电流)、无刷励磁式和永磁式等几种,其中普通励磁方式使用最为普遍;根据搭铁方式分有内搭铁式和外搭铁式两种,内搭铁式使用居多;按整流二极管的数量又有六管、八管、九管、十一管等不同形式的交流发电机。

项目 2 蓄 电 池

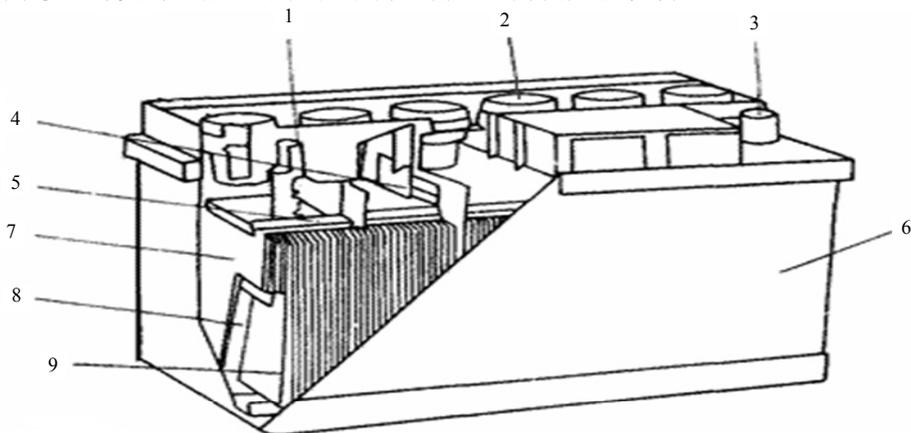
学习目标

- (1) 熟悉蓄电池的结构。
- (2) 掌握蓄电池检查的内容与方法。

相关知识

2.1 蓄电池的结构

铅蓄电池一般由3个或6个单格电池串联而成,结构如图1-2所示,主要由极板、隔板、电解液和外壳等组成。下面以干荷电蓄电池为例加以说明。



1-负极柱 2-加液孔盖 3-正极柱 4-穿壁连接
5-汇流条 6-外壳 7-负极板 8-隔板 9-正极板

图 1-2 铅蓄电池的结构

2.1.1 极板

极板是蓄电池的核心部分，蓄电池充、放电的化学反应主要是依靠极板上的活性物质与电解液进行的。极板分为正极板和负极板，均由栅架和活性物质组成。

栅架的作用是固结活性物质。栅架一般由铅锑合金铸成，具有良好的导电性、耐腐蚀性和一定的机械强度。栅架的结构如图 1-3 所示。为了降低蓄电池的内阻，改善蓄电池的启动性能，有些铅蓄电池采用了放射形栅架。如图 1-4 所示为桑塔纳轿车蓄电池放射形栅架的结构。

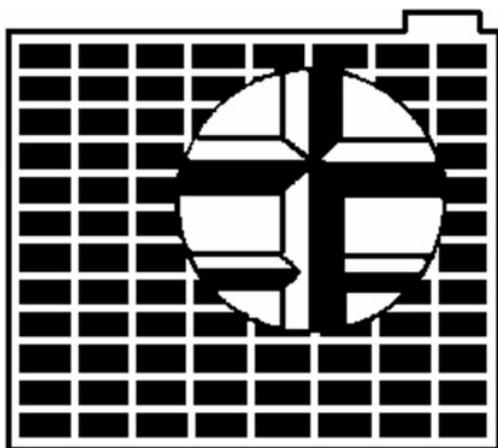


图 1-3 栅架的结构

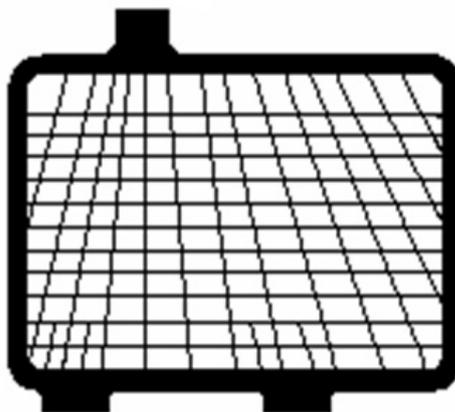


图 1-4 放射形栅架的结构

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的纯铅 (Pb)，呈青灰色。将活性物质调成糊状填充在栅架的空隙里并进行干燥即形成极板，如图 1-5 所示。

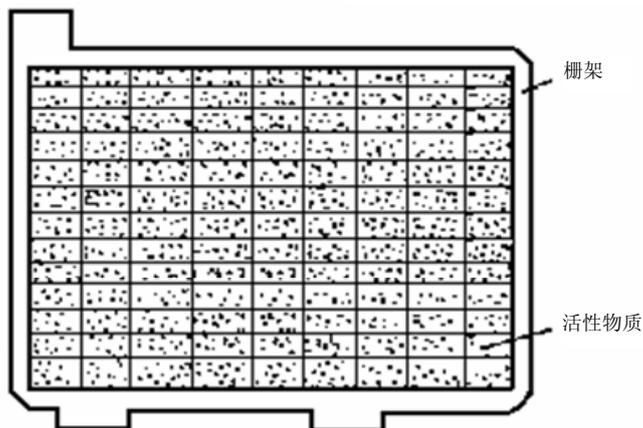
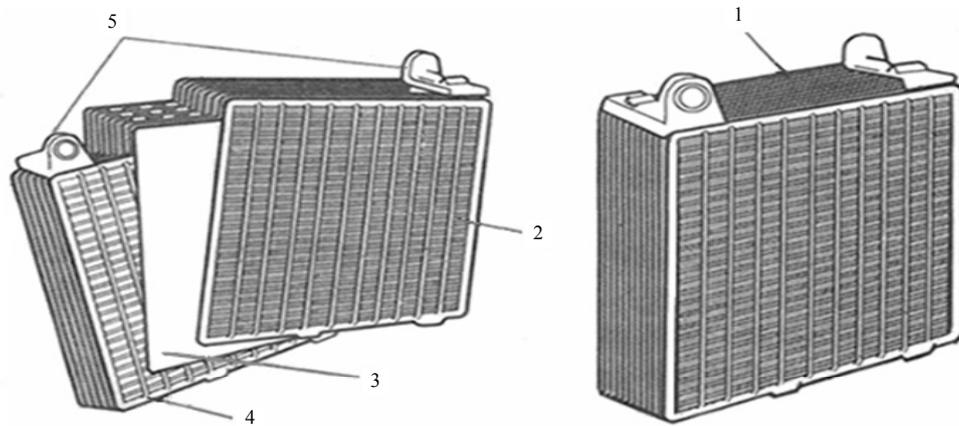


图 1-5 极板的结构

将正、负极板各一片浸入电解液中，可获得 2 V 左右的电动势。为了增大蓄电池的容量，常将多片正、负极板分别并联，组成正、负极板组，如图 1-6 所示。在每个单格电



池中，正极板的片数要比负极板少一片，这样每片正极板都处于两片负极板之间，可以使正极板两侧放电均匀，避免因放电不均匀造成极板拱曲。



1-极板组总成 2-负极板 3-隔板 4-正极板 5-连条

图 1-6 极板组

2.1.2 隔板

隔板插放在正、负极板之间，以防止正、负极板互相接触造成短路。隔板应耐酸并具有多孔性，以利于电解液的渗透。常用的隔板材料有木质、微孔橡胶和微孔塑料等。其中，木质隔板耐酸性较差；微孔橡胶隔板性能最好，但成本较高；微孔塑料隔板孔径小、孔率高、成本低，因此被广泛采用。

2.1.3 电解液

电解液在蓄电池的化学反应中起到离子间导电的作用，并参与蓄电池的化学反应。电解液由纯硫酸(H_2SO_4)与蒸馏水按一定比例配制而成，其密度一般为 $1.24 \sim 1.30 \text{ g/cm}^3$ 。

电解液的密度对蓄电池的工作有重要影响，密度大，可减少结冰的危险并提高蓄电池的容量，但密度过大则黏度增加，反而会降低蓄电池的容量，缩短使用寿命。电解液密度应随地区和气候条件而定，表 1-1 列出了不同地区和气温下电解液的密度。另外，电解液的纯度也是影响蓄电池性能和使用寿命的重要因素之一。

表 1-1 不同地区和气温下电解液的密度

气候条件	完全充足电的蓄电池 25℃时电解液的密度/(g/cm^3)	
	冬季	夏季
冬季温度低于-40℃的地区	1.30	1.26
冬季温度高于-40℃的地区	1.28	1.25
冬季温度高于-30℃的地区	1.27	1.24
冬季温度高于-20℃的地区	1.26	1.23
冬季温度高于 0℃的地区	1.24	1.23

2.1.4 壳体

壳体用于盛放电解液和极板组，应该耐酸、耐热、耐震。壳体多采用硬橡胶或聚丙烯塑料制成，为整体式结构，底部有凸起的肋条以搁置极板组。壳内由间壁分成3个或6个互不相通的单格，各单格之间用铅质连条串联起来，如图2.7所示。壳体上部使用相同材料的电池盖密封，电池盖上设有对应于每个单格电池的加液孔，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。加液孔盖上的通风孔可使蓄电池化学反应中产生的气体顺利排出。

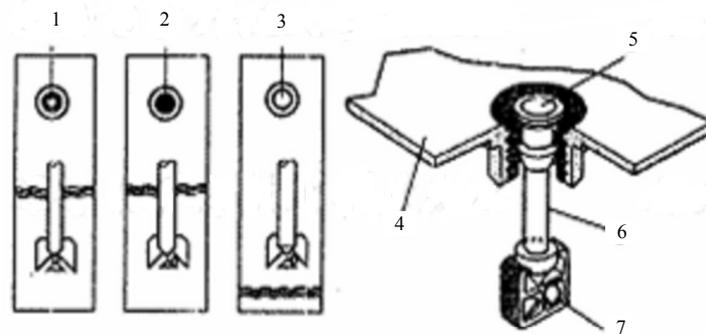
2.2 免维护蓄电池的特点

免维护蓄电池又称MF蓄电池。免维护是指在汽车合理使用期间，不需要对蓄电池进行加注蒸馏水、检测电解液液面高度、检测电解液密度等维护作业。与其他铅蓄电池相比，免维护蓄电池具有以下特点：

(1) 栅架材料采用铅钙合金，既提高了栅架的机械强度，又减少了蓄电池的耗水量和自放电。

(2) 采用了袋式微孔聚氯乙烯隔板，将正极板装在隔板袋内，既可避免正极板上的活性物质脱落，又能防止极板短路。因此壳体底部不需要凸起的肋条，降低了极板组的高度，增大了极板上方的容积，使电解液储存量增多。

(3) 蓄电池内部安装有电解液密度计（俗称电眼），如图1-7所示，可自动显示蓄电池的存电状态和电解液液面的高低。如果密度计的观察窗呈绿色，表明蓄电池存电充足，可正常使用；若显示深绿色或黑色，表明蓄电池存电不足，需补充充电；若显示浅黄色，表明蓄电池已接近报废。



1-绿色（充电程度在65%以上） 2-黑色（充电程度在65%以下） 3-浅黄色（蓄电池有故障）
4-蓄电池盖 5-观察窗 6-光学的荷电状况指示器 7-绿色小球

图 1-7 免维护蓄电池内装式相对密度计

2.3 蓄电池的工作原理

2.3.1 铅蓄电池的静止电动势

将铅蓄电池的正、负极板浸入电解液中，正、负极板与电解液相互作用，在正、负

极板间就会产生约 2.1 V 的静止电动势。

铅蓄电池的静止电动势 E_j 与极板的片数、大小无关，仅与电解液的密度有关，其关系式为

$$E_j = 0.84 + \rho_{25}$$

式中， E_j ——蓄电池的静止电动势，单位为 V；

ρ_{25} ——25℃时电解液的相对密度 (g/cm^3)。

2.3.2 铅蓄电池的放电

当铅蓄电池的正、负极板浸入电解液中时，在正、负极板间就会产生约 2.1 V 的静止电动势，此时若接入负载，在电动势的作用下，电流就会从蓄电池的正极经外电路流向蓄电池的负极，这一过程称为放电。蓄电池的放电过程是化学能转变为电能的过程，如图 1-8 所示。

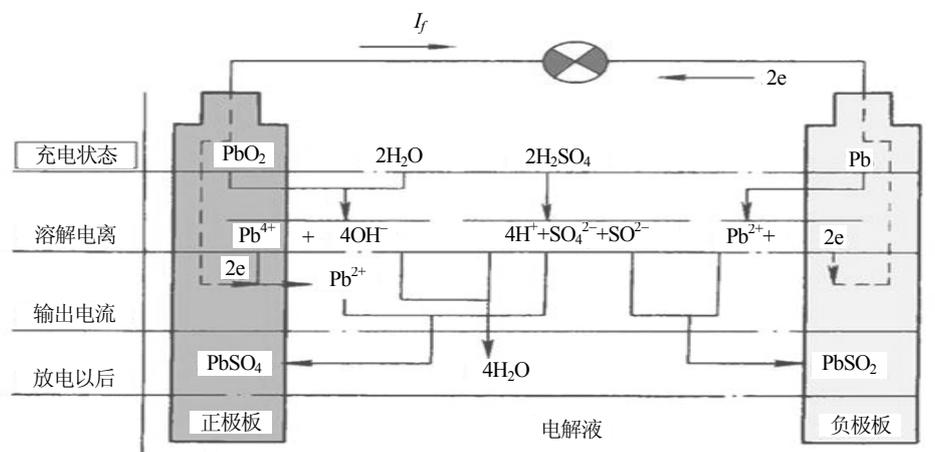


图 1-8 蓄电池放电过程示意图

放电时，正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都与电解液中的 H_2SO_4 发生反应，生成硫酸铅 (PbSO_4)，沉附在正、负极板上。此时电解液中的 H_2SO_4 不断减少，密度也随之下降。

蓄电池放电终了的特征如下：

- (1) 单格电池电压降到放电终止电压；
- (2) 电解液密度降到最小许可值。

放电终止电压与放电电流的大小有关。放电电流越大，允许的放电时间就越短，放电终止电压也越低，如表 1-2 所示。

表 1-2 单格电池放电终止电压

放电电流/A	$0.05C_{20}$	$0.1C_{20}$	$0.25C_{20}$	$1C_{20}$	$3C_{20}$
放电时间	20 h	10 h	3 h	25 min	5 min
单格电池终止电压/V	1.75	1.70	1.65	1.55	1.50

注： C_{20} 为蓄电池的额定容量。

2.4 蓄电池的种类与型号

2.4.1 蓄电池的种类

铅蓄电池又可以分为普通铅蓄电池、干荷电铅蓄电池、湿荷电铅蓄电池和免维护铅蓄电池。各种蓄电池的特点如表 1-3 所示。

表 1-3 铅蓄电池的分类及特点

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
干荷电铅蓄电池	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，如果需要使用，只需按规定加入电解液，静置 20~30 min 即可使用，使用中需要定期维护
湿荷电铅蓄电池	新蓄电池的极板处于已充电状态，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 20~30 min 即可使用，使用中需要定期维护
免维护铅蓄电池	使用中不需维护，可连续使用 3~4 年而不需补加蒸馏水，极柱腐蚀极少，自放电少

2.4.2 蓄电池的型号

第 1 部分表示串联的单格电池数，用阿拉伯数字组成，其标准电压是这个数字的 2 倍。

第 2 部分表示蓄电池的类型和特征，用汉语拼音字母表示。其中，第 1 部分字母表示蓄电池的类型，如“Q”表示启动用铅蓄电池；第 2 部分为蓄电池的特征代号，如“A”表示干荷电式，具有两种特征时按表 1-3 顺序将两个代号并列标志，各代号具体含义如表 1-4 所示。

表 1-4 铅蓄电池特征代号

特征代号	蓄电池特征	特征代号	蓄电池特征	特征代号	蓄电池特征
A	干荷电	J	胶体电解液	D	带液式
H	湿荷电	M	密封式	Y	液密式
W	免维护	B	半密封式	Q	气密式
S	少维护	F	防酸式	I	激活式

第 3 部分表示蓄电池的额定容量，我国目前规定采用 20 h 放电率的容量安培小时数 A·h。此外，有的蓄电池在额定容量后面用一个字母表示其具有的特殊性能，如 Q—高启动率；S—塑料槽；D—低温启动性能好。

例如，CA1170P2K2 柴油车用型号为 6—QAW—100S 的蓄电池，是由 6 个单格串联而成，标准电压为 12 V，干荷电式免维护蓄电池，它采用了塑料整体式外壳，薄型极板，使用时只需加入规定密度的电解液，静止 0.5 h 就可以投入使用。



实训(验)指导

任务1 蓄电池的外观检查

2.1.1 目的与要求

- (1) 了解蓄电池各部分组成及构件;
- (2) 观察蓄电池的外观以及目测液面高度。

2.1.2 器材与耗材

蓄电池、棉纱、螺丝刀等。

2.1.3 项目及步骤

1. 外部检查

- (1) 检查蓄电池密封胶有无开裂和损坏,极桩有无破损,壳体有无泄露,否则应修理或者更换(如下图1-9所示)。

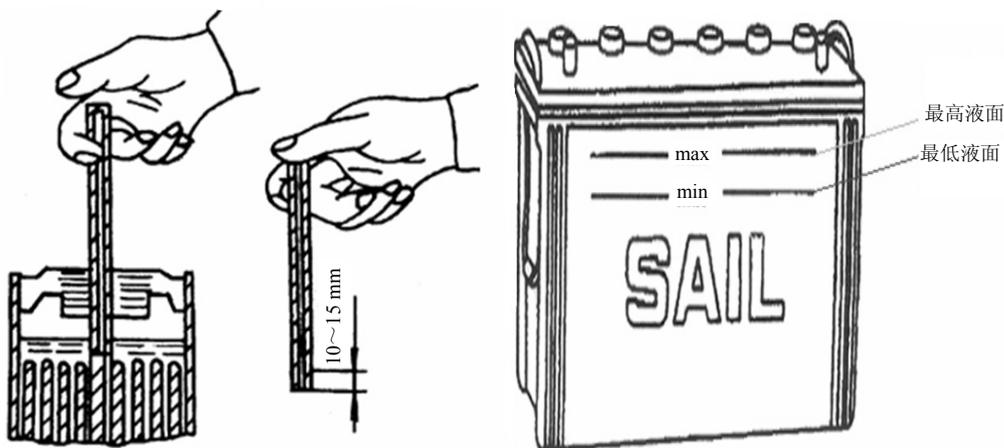


图1-9 液面高度检查

- (2) 疏通加液孔盖的通气孔。

(3) 清洁蓄电池外壳,并用钢丝刷或极柱接头清洗器清洁极桩和电缆卡子上的氧化物,清洁后涂抹一层凡士林或润滑脂。

2. 检测蓄电池电解液液面高度

(1) 用玻璃管测量法,如图1-9左上图所示。工具:内径为3~5mm的玻璃管。液面高度标准值为10~15mm。

(2) 观察液面高度指示线法,如图1-9右上图所示。正常液面高度应介于两线之间,液面过低时,应加入蒸馏水补充。