



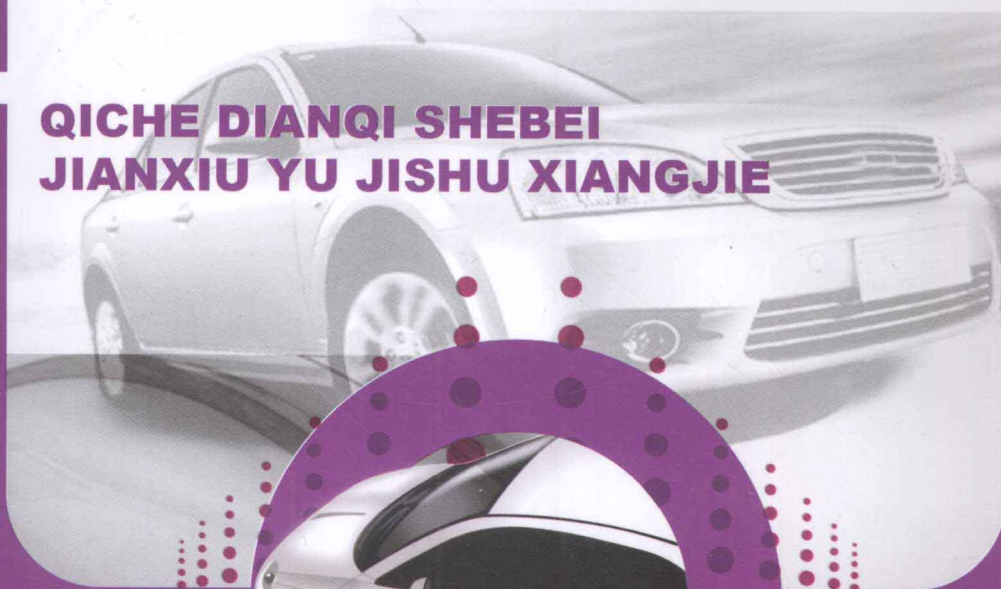
汽车维修技能修炼丛书

QICHE WEIXIU JINENG XIULIAN CONGSHU

汽车电气设备 检修与技术详解

刘春晖◎主编

QICHE DIANQI SHEBEI
JIANXIU YU JISHU XIANGJIE



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车维修技能修炼丛书

汽车电气设备检修与技术详解

刘春晖 主编

机械工业出版社

本书以常见的桑塔纳系列车型为例,详细介绍了汽车蓄电池、交流发电机及调节器、起动系统、点火系统、照明与信号系统、信息显示系统、空调系统、辅助电气设备、电气设备线路等。内容全面,并且根据实际需要有些章节配备了相应的实践训练项目,注重理论与维修实践的紧密结合,既有汽车电气设备的构造、工作原理、特性知识,又有电气设备的使用、检测、维修及电路故障的诊断与排除知识,与汽车维修一线生产相贴近。

本书适合一线汽车维修人员、驾驶人员、行业工程技术人员使用,也可供高职高专、技工院校汽车运用与维修技术、汽车检测与维修技术等相关专业师生使用,还可以作为成人高等教育汽车类相关课程教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备检修与技术详解/刘春晖主编. —北京:机械工业出版社, 2011.1

(汽车维修技能修炼丛书)

ISBN 978-7-111-32344-0

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车—电气设备—故障检测
②汽车—电气设备—车辆修理 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 208269 号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 连景岩 责任编辑: 黄红珍 封面设计: 鞠 杨 责任印制: 李 妍

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 李 妍

北京外文印刷厂印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16.25 印张·401 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-32344-0

定价: 39.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

进入 21 世纪,特别是我国加入 WTO 以来,我国汽车市场迅速发展,汽车保有量大幅增加。同时汽车技术更是日新月异,这就对汽车维修行业从业人员提出了更高的要求。近半个世纪以来,汽车技术的发展主要是汽车电器与电子技术的发展,汽车电子化是汽车发展的必由之路,因此编写一本适合当前汽车电气系统维修的图书是当务之急。本书作者将自己多年的汽车维修企业电器与电子控制系统维修经验和职业院校教学经验相结合编写了本书。本书以作者多次为汽车修理厂的维修人员进行的汽车电气系统的培训且在维修一线取得良好使用效果的培训内容为基础编辑而成。本书主要特点是内容结合汽车维修行业生产实践,对汽车维修理念进行及时调整,紧跟现代汽车维修行业发展的步伐,是广大汽车维修人员、驾驶人员及相关技术人员的不可多得的参考资料。

本书主要介绍了汽车蓄电池、交流发电机及调节器、起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警信息系统、空调系统、辅助电气设备及电气设备线路几个部分的内容。内容注重理论与一线汽车维修生产的紧密结合,既有汽车电气设备的构造、工作原理、特性知识,又有电气设备的使用、检测、维修及电路故障的诊断与排除知识。内容新颖、图文并茂。

在整个内容的编写过程中,力求做到以下几点:

一是以汽车维修企业需求为依据,合理安排内容和结构。

二是反映汽车技术的发展,突出表现该领域内的新知识、新技术、新方法和新工艺,使广大汽车维修人员更多地了解和掌握最新汽车技术及相关维修技能。

三是在内容的安排上,讲解了汽车电气设备各系统组成元件的结构、工作原理以及系统电路故障的诊断与排除,特别适合汽车维修企业生产一线的广大维修人员使用。

本书由山东华宇职业技术学院刘春晖主编。第一章由赵国富编写,第二章和第九章由刘春晖和德国学院王云编写,第三章由关斌和胡玉兰编写,第四章由岳杰编写,第五章由蔡志涛和高飞编写,第六章由张斌和赵欣迪编写,第七章由柳学军和马果卫编写,第八章由张宁宁和孙长勇编写。

本书在编写过程中得到德州桑隆金车汽车贸易有限公司东风雪铁龙 4S 店弭尚田站长、王云辉技师及一汽大众汇众 4S 店魏书忠站长、张建伟副站长的大力支持,在此深表感谢。由于编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请使用本书的广大汽车维修人员,有关专家和广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 蓄电池	1
第一节 概述	1
第二节 蓄电池的构造与型号	3
第三节 蓄电池的工作原理及工作特性	8
第四节 蓄电池维护与常见故障排除	12
第五节 蓄电池的充电和充电方法	15
第六节 实训：蓄电池技术状况的检查	18
第七节 实训：蓄电池的使用及充电	20
第八节 实训：汽车电气维修常用检测仪表和工具	23
第二章 交流发电机及调节器	29
第一节 概述	29
第二节 交流发电机的构造	30
第三节 实训：交流发电机的不解体检测与拆解	35
第四节 实训：交流发电机的检修及装配	37
第五节 交流发电机的发电原理及整流过程	40
第六节 交流发电机的工作特性	44
第七节 交流发电机性能的改善	45
第八节 交流发电机的电压调节器	47
第九节 电磁振动式调节器	49
第十节 充电指示灯的控制电路	50
第十一节 晶体管调节器	53
第十二节 集成电路调节器	58
第十三节 典型电源系统故障诊断	64
第十四节 实训：电压调节器的	

检测	68
第十五节 实训：充电系统的故障检测	71
第三章 起动机	76
第一节 概述	76
第二节 起动机的构造及类型	78
第三节 起动机的的工作原理及特性	80
第四节 起动机的传动机构	83
第五节 实训：起动机的拆装与调整	87
第六节 实训：起动机正确使用与维护	89
第七节 起动系统的工作过程	92
第八节 减速起动机的结构及工作原理	96
第九节 典型起动系统电路	99
第十节 实训：起动机的调整与试验	101
第四章 点火系统	104
第一节 概述	104
第二节 传统点火系统的组成及工作原理	106
第三节 传统点火系统的构造	109
第四节 实训：点火系统各部件检测	114
第五节 实训：点火正时的检查与调整	115
第六节 电子点火系统的组成及工作原理	116
第七节 磁感应式电子点火装置	118
第八节 霍尔式电子点火装置	121
第九节 实训：点火提前角的测试	126
第五章 汽车照明与信号系统	129
第一节 照明系统	129



第二节 信号系统·····	140	第七节 自动空调系统概述·····	201
第六章 汽车仪表与报警信息系统·····	151	第八章 汽车辅助电气设备·····	204
第一节 电磁驱动式仪表·····	152	第一节 汽车刮水及洗涤系统·····	204
第二节 电热驱动式仪表·····	156	第二节 电动车窗·····	212
第三节 车速里程表·····	160	第三节 中央集控门锁·····	216
第四节 发动机转速表·····	162	第四节 防盗报警系统·····	218
第五节 汽车报警信息系统·····	164	第五节 电动座椅·····	221
第六节 典型汽车仪表电路·····	169	第六节 电动后视镜·····	224
第七章 汽车空调系统 ·····	175	第七节 电动天线·····	226
第一节 汽车空气调节的内容·····	175	第八节 起动预热装置·····	227
第二节 空调制冷系统的组成及 工作原理·····	177	第九章 汽车电气设备总线路 ·····	231
第三节 制冷系统的结构及工作 原理·····	181	第一节 汽车电气设备电路组成·····	231
第四节 空调控制系统的控制过程 ···	190	第二节 汽车电路图的构成、标准画 法及识读·····	240
第五节 空调系统的使用与维修·····	193	第三节 汽车电气设备线路故障诊断 与检修·····	249
第六节 汽车空调系统的检测与维修 基础·····	196	参考文献·····	254

第一章 蓄 电 池

第一节 概 述

电器与电子设备是汽车的重要组成部分，其性能的好坏直接影响到汽车的动力性、经济性、可靠性、安全性、排气净化及舒适性。例如：为使汽车发动机获得最高的经济性，需使点火系统能在最适当的时间点火；为使发动机可靠起动，需采用起动机；汽车的工作可靠、行驶安全则有赖于各种指示仪表、信号和照明装置等电器的正常工作。

一、汽车电气系统的组成

现代汽车上所装用的电器与电子设备的数量很多，但按其用途可分为以下五部分：

1. 电源部分

电源包括蓄电池、发电机及其调节器。两者并联工作，发电机是主要电源，蓄电池是辅助电源。发电机配有调节器，调节器的主要作用是在发电机转速增高时，自动调节发电机的输出电压使之保持稳定。

2. 用电设备

汽车上的用电设备数量很多，大致可分为以下几种。

1) 起动装置：它由蓄电池供电，将电能转变为机械能带动发动机转动。完成起动任务后，立即停止工作。

2) 点火系统：它是汽油机不可缺少的部分，其功能是按发动机工作顺序产生高压电并通过火花塞跳火，保证适时、准确地点燃气缸内的可燃混合气。点火系统有传统点火系统及电子点火系统之分。目前汽车广泛使用的是电子点火系统。

3) 照明设备：包括车内外各种照明灯以提供夜间安全行车所必要的灯光，其中以前照灯最为重要。

4) 信号装置：包括喇叭、闪光器、蜂鸣器及各种信号灯，主要用来提供安全行车所必要的信号。

5) 辅助电器：包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调、低温起动预热装置、收放机、点烟器、防盗装置、玻璃升降器、座椅调节器等。辅助电器有日益增多的趋势，主要向舒适、娱乐、保障安全方面发展。

3. 电子控制装置

电子控制装置主要指由微机控制的装置，如电子控制点火装置、电子控制汽油喷射装置、电子控制防抱死制动装置、电子控制自动变速器等，用来提高汽车的动力性、经济性、安全性，实现排气净化和操纵自动化。

4. 检测装置

检测装置包括各种仪表，如电流表、电压表、机油压力表、温度表、燃油表、车速里程

表、发动机转速表和各种报警灯。用来监视发动机和其他装置的工作情况。

5. 配电装置

配电装置包括中央接线盒、电路开关、熔丝装置、插接件和导线。

二、汽车电气设备的特点

1. 两个电源

汽车上的两个电源是指交流发电机和蓄电池。蓄电池是辅助电源，在汽车未运转时向有关电气设备供电；交流发电机是主电源，当发动机运转到一定转速后，交流发电机转速达到规定的发电转速，开始向有关电气设备供电，同时对蓄电池进行充电。两者互补可以有效地使用电设备在不同的情况下都能正常工作，同时延长了蓄电池的供电时间。

2. 并联单线

汽车上的电源和所有的电气设备均采用并联，即它们正常工作时的电压相同。采用并联，当个别因电气设备故障不能正常工作时不影响其他电气设备，每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制，互不干扰。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。由于单线制节省导线、线路清晰、安装和检修方便，且电器也不需与车体绝缘，因此目前汽车均采用单线制，但在一些不能形成可靠的电气回路或需要精确电子信号的回路中采用双线。

3. 低压直流

汽车电气系统的额定电压有 12V、24V 两种，目前汽油车普遍采用 12V 电气系统，而中、重型柴油车则多采用 24V 电气系统。汽车正常运行中的电压，一般 12V 系统的为 14V，24V 系统的为 28V。汽车采用直流系统主要是从蓄电池充电角度考虑的。汽车发动机靠起动机起动，它是直流串励电动机，必须由蓄电池供电，而向蓄电池充电必须用直流电，所以汽车电气系统为一直流系统。

4. 负极搭铁

采用单线制时，蓄电池的一个电极须接至车架上，俗称“搭铁”，将蓄电池的负极接车架称为“负极搭铁”；反之，则称为“正极搭铁”，汽车电气系统已统一定为负极搭铁。

实践证明，由于汽车行驶的颠簸，发动机工作的振动以及气温、湿度、灰尘的影响，加之使用不当，很容易使电器与电子设备损坏。据统计，电器与电子设备所出现的故障约占汽车全部故障的 20%~30%。由此可见，为提高汽车的完好率，不仅要求电气设备有完善、合理的结构，良好的工作性能，而且还有赖于对它们的正确使用、维护和调整。因此，对从事汽车运输、运用及管理的技术人员来说，熟悉和掌握有关汽车电器与电子设备的结构及工作原理、性能与使用维修等方面的知识并具有一定的操作技能就显得十分重要。

三、汽车电源系统的功用

蓄电池是一种可逆直流电源，是靠内部的化学反应来储存电能和向外供电的，在汽车上与发电机并联，共同向用电设备供电，如图 1-1 所示。

在发动机正常工作时，用电设备所需的电能主要由发电机供给，而蓄电池的作用是：

(1) 起动发动机 起动发动机时，向起动系统和点火系统供电。

(2) 备用供电 在发动机低速运转、发电机不发电或电压较低的情况下向发电机磁场

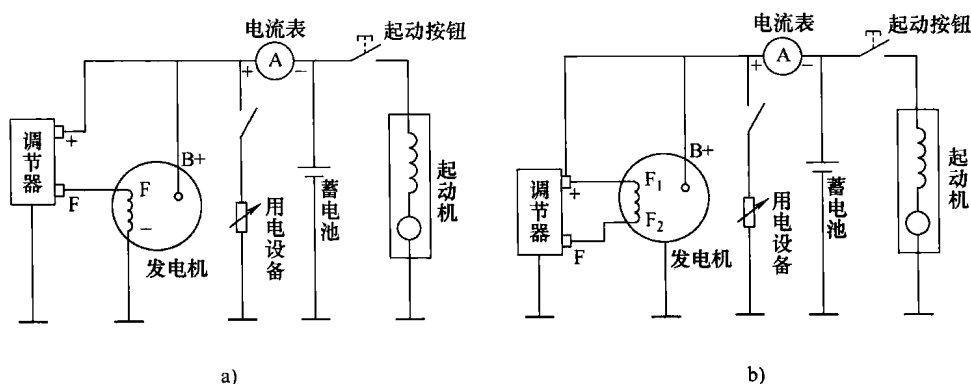


图 1-1 汽车电源系统组成

a) 内搭铁式 b) 外搭铁式

绕组、点火系统以及其他用电设备供电。

(3) 存储电能 当发动机中高速运转、发电机正常供电时，将发电机多余电能转化为化学能储存起来。

(4) 协同供电 当发电机过载时，协助发电机向用电设备供电。

(5) 稳定电源电压，保护电子设备 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的相对稳定。同时，还可吸收电网中随时出现的瞬间过电压，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新型汽车是非常重要的。发电机绝不允许脱开蓄电池运转。

蓄电池种类很多，汽车上所使用的蓄电池必须能满足起动发动机的需要，即短时间(5~10s)内可供给起动机强大的电流(一般为200~600A,有的柴油机达1000A)，这种蓄电池通常称为起动型蓄电池。

第二节 蓄电池的构造与型号

一、铅蓄电池的构造

国产普通铅蓄电池的构造如图1-2所示。它主要由极板、隔板、壳体、电解液、连接条、极柱等部分组成。壳体一般分隔为三个或六个单格，每个单格均盛装有电解液，插入正负极板组便成为单体电池。每个单体电池的标称电压为2V，将三个或六个单体电池串联后便成为一只6V或12V蓄电池总成。

1. 极板

(1) 极板的结构 极板是蓄电池的核心，分正极板和负极板两种，均由栅架和填充在其上的活性物质构成，其形状如图1-3所示。蓄电池充、放电过程中，电能和化学能的相互转换就是由极板上活性物质和电解液中硫酸的化学反应来实现的。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纯铅(Pb)，呈青灰色。

栅架的作用是容纳活性物质并使极板成形，一般由铅锡合金浇铸而成。整个架体的平面内构成许多大小相同、分布均匀的长方形空格，下部有凸筋，上部的一角有板耳，如图1-4

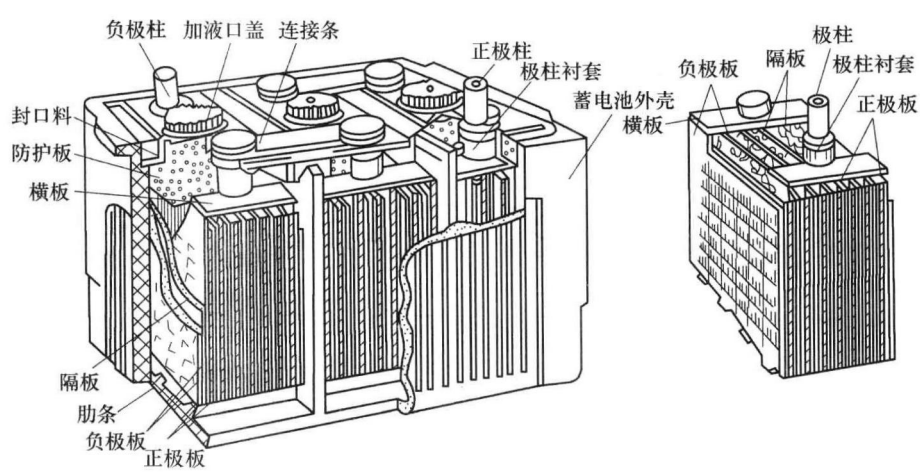


图 1-2 蓄电池的构造

所示。铅锑合金中，含锑 6%~8.5%，加入锑是为了提高栅架的机械强度并改善浇铸性能。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，栅架的生产材料将向低锑(含锑量小于 3%)、甚至不含锑的铅钙合金发展，栅架的制造成形除浇铸外，还采用滚压扩展成型的方式。

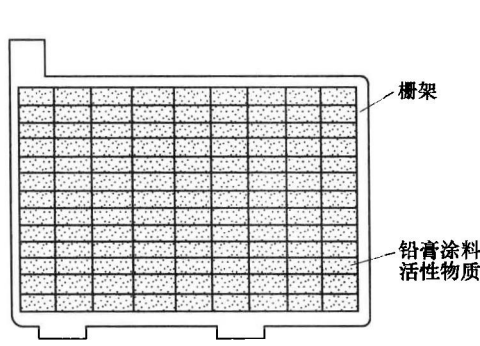


图 1-3 极板

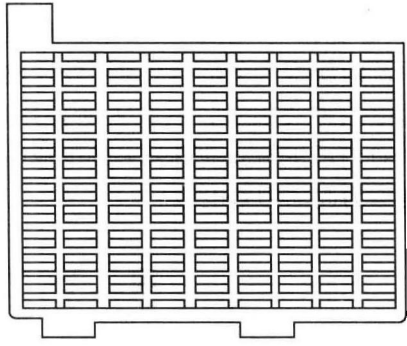


图 1-4 栅架

免维护蓄电池采用了耗水量小、导电性能好的铅钙锡合金栅架，并采用热模滚压工艺制成。

国产负极板的厚度为 1.8mm，正极板为 2.2mm。目前国内外大多采用薄型极板，厚度为 1.1~1.5mm。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) 干荷电极板的特点 干荷电与免维护蓄电池都需采用干荷电极板。因为二氧化铅的化学活性在空气中比较稳定，所以正极板的荷电性能能够保持较长时间。由于海绵状铅的表面积大、化学活性高，因此当接触空气或水时容易发生氧化，使其荷电性能降低。

(3) 极板组的结构 单片极板的荷电量是有限的，为了增大蓄电池的容量，将多片正、负极板分别并联，用横板焊接，组成正、负极板组，如图 1-5 所示。横板上有极柱，组成极板组的各片极板间留有空隙，安装时正负极板相互嵌合，中间插入隔板后装入电池槽内便可



形成单体电池。

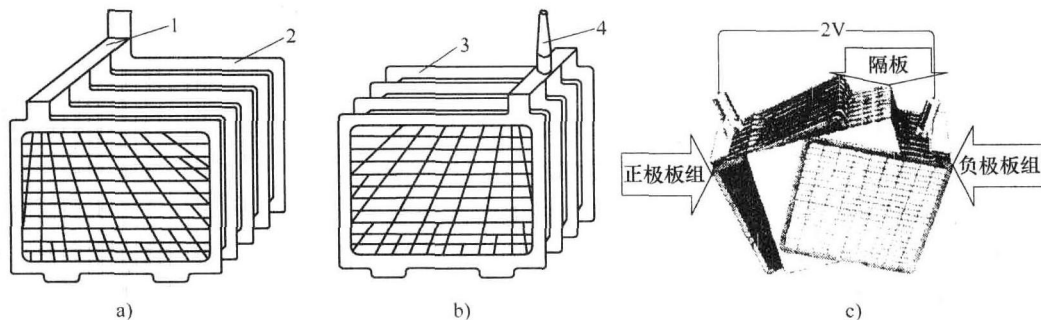


图 1-5 蓄电池极板组的结构

a) 负极板组 b) 正极板组 c) 极板组嵌合情况

1—横板 2—负极板 3—正极板 4—极柱

在每格单体电池中，负极板的数量总比正极板多一片(如东风 EQ1118 汽车所用 6-Q-105 型蓄电池，每单体电池中的正极板为 7 片，负极板为 8 片)，这样正极板都处于负极板之间，使其两侧放电均匀，否则由于正极板的机械强度差，单面工作会使两侧活性物质体积变化不一致，而造成极板拱曲，活性物质就容易脱落。

把正负极板各一片浸入电解液中，就可获得 2V 的电动势，现代汽车用蓄电池由 6 个单体电池串联成 12V 供汽车选用，如图 1-6 所示。配用 12V 电气系统的汽车选用一只电池，配用 24V 电气系统的汽车选用两只电池。

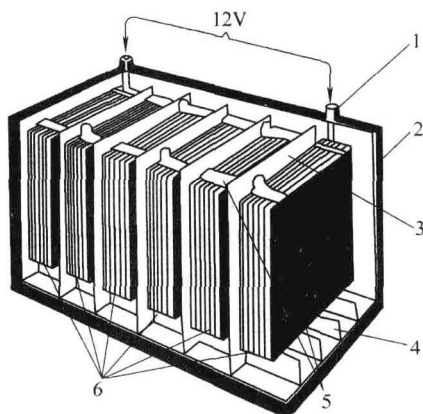


图 1-6 蓄电池极板组的结构

1—极柱 2—电池槽 3—隔板

4—肋条 5—横板 6—极板组

2. 隔板

为了减小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，但彼此又不能接触而短路，故在相邻的正负极板之间要用隔板隔开。隔板的作用就是将正、负极板隔开，防止相邻正、负极板接触而短路。

隔板材料应具有多孔性，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。常用隔板的材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维和纸板等。微孔塑料和微孔橡胶隔板的结构如图 1-7a 所示。安装时隔板上带沟槽的一面应面向正极板，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。

免维护蓄电池普遍采用聚氯乙烯袋式隔板，结构如图 1-7b 所示。使用时，正极板被隔板袋包住，脱落的活性物质保留在袋内，不仅可以防止极板短路，而且可以取消壳体底部凸起的肋条，使极板上部容积增大，从而增大电解液的储存量。

3. 壳体

壳体为整体式结构，壳体内由间壁分成 3 个或 6 个互不相通的单格，底部有突起的肋条

以搁置极板组。肋条间的空隙是用来积存脱落下来的活性物质，以防止在极板间造成短路。对于采用袋式隔板的免维护蓄电池，因为脱落的活性物质存积在袋内，所以没有设置肋条。

极板装入壳体后，上部用与壳体相同材料制成的电池盖密封。在电池盖上对应于每个单格的顶部都有一个加液孔，用于添加电解液和蒸馏水，也可用于检查电解液液面高度和测量电解液相对密度。加液孔平时旋入加液孔螺塞以防电解液溅出，螺塞上有通气孔可使蓄电池化学反应放出的气体(H_2 和 O_2 等)能随时逸出。该通气小孔在使用过程中必须保持畅通，防止壳体胀裂或发生爆炸事故。

干荷电与免维护蓄电池普遍采用穿壁式点焊连接，所用连接条尺寸很小，并设置在壳体内部。

聚丙烯塑料壳体电池盖都采用整体式结构，盖上有3个(6V 电池)或6个(12V 电池)加液孔，两个正负极柱穿出孔，盖和容器的密封采用粘结剂粘合或热熔连接。

4. 电解液

电解液在电能和化学能的转换过程即充电和放电的电化学反应中起离子间的导电作用，并参与蓄电池的化学反应。

5. 单体电池的连接方式——连接条

一只蓄电池一般都由3个或6个单体电池串联而成。单体电池的串联方法一般有传统外露式铅连接条连接、内部穿壁式连接和跨越式连接三种方式，如图1-8所示。

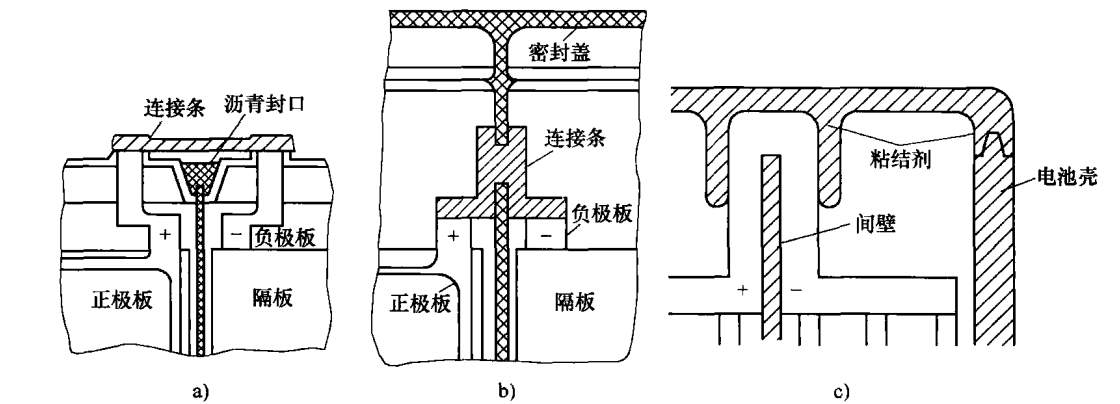


图 1-8 单体电池的连接方式

a) 传统外露式铅连接条连接 b) 内部穿壁式连接 c) 跨越式连接

早期的蓄电池大多采用传统外露式铅连接条连接方式，如图1-8a所示。这种连接方式工艺简单，但耗铅量多，连接电阻大，因而起动时电压降大、功率损耗也大，且易造成短路。新型蓄电池则采用先进的穿壁式或跨越式连接方式。穿壁式连接方式如图1-8b所示，它是在相邻单体电池之间的间壁上打孔供连接条穿过，将两个单体电池的极板组极柱连焊在一起。跨越式连接如图1-8c所示，在相邻单体电池之间的间壁上边留有豁口，连接



条通过豁口跨越间壁将两个单体电池的极板组极柱相连接，所有连接条均布置在整体盖的下面。

穿壁式和跨越式连接方式与传统外露式铅连接条连接方式相比，有连接短、省材料、电阻小、起动性能好等优点，且连接条损耗减少 80%，端电压提高 0.15 ~ 0.4V，节约材料 50% 以上，同时还能有效地避免氧化腐蚀，保证接触良好，提高技术性能，因而得到广泛应用。

6. 蓄电池技术状态指示器

目前，装备全密封型免维护蓄电池的轿车越来越多，由于这种蓄电池盖上没有设加液孔，因此不能用密度计测量电解液的相对密度，为此在这种免维护蓄电池盖上设有一只结构如图 1-9a 所示的蓄电池技术状态指示器来指示蓄电池的技术状况。蓄电池技术状态指示器又称为内装式密度计，由透明塑料管、底座和两只小球（一只为红色、另一只为蓝色）组成，借助于螺纹安装在蓄电池盖上，两只颜色不同的小球安放在塑料管与底座之间的中心孔中，红色小球在上，蓝色小球在下。由于两只小球是由密度不同的材料制成，因此可随电解液密度变化而上下浮动。

蓄电池技术状态指示器是根据光学折射原理来反映蓄电池技术状态的。当蓄电池存电充足，电解液相对密度大于 1.22 时，两只小球向上浮动到极限位置，经过光线折射小球的颜色，从指示器顶部观察到的结果如图 1-9b 所示，中心呈红色圆点，周围呈蓝色圆环，表示蓄电池技术状态良好，英文标示为“OK”。

当蓄电池充电不足，电解液密度过低时，蓝色小球下移到极限位置，观察结果如图 1-9c 所示，中心呈红色圆点、周围呈无色透明圆环，表示蓄电池充电不足，应及时充电，英文标示为“Charging necessary”。

当电解液液面过低时，两只小球都将下移到极限位置，观察结果如图 1-9d 所示，中心呈无色透明圆点，周围呈红色圆环，表示电解液不足，蓄电池无法继续使用，必须更换蓄电池。如果这种指示器安装在干荷电蓄电池上，则表示必须添加蒸馏水，英文标示为“Add distilled water”。

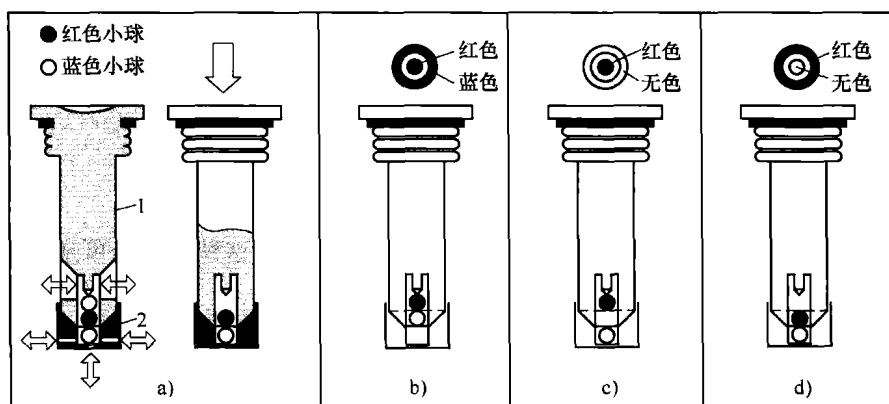


图 1-9 蓄电池技术状态指示器结构及工作原理

a) 指示器结构 b) 存电充足 c) 充电不足 d) 电解液不足

1—透明塑料管 2—指示器底座

二、蓄电池的规格型号

蓄电池的型号由三部分组成，各部分用短横线连接，其内容及排列如下：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
串联单体 电池数	蓄电池 类型	蓄电池 特征	额定 容量	特殊 性能

(1) 串联单体电池数 用阿拉伯数字表示。

(2) 蓄电池类型 根据其主要用途划分，如起动用蓄电池代号为“Q”，摩托车用蓄电池代号为“M”。

(3) 蓄电池特征 附加部分，仅在同类用途的产品中具有某种特征，而在型号中又必须加以区别时采用。如干荷电蓄电池，则用“干”的第二个拼音字母“A”表示；免维护蓄电池，则用“无”字的第一个拼音字母“W”来表示。产品特征代号见表 1-1。

表 1-1 蓄电池的产品特征代号

序号	产品特征	代号	序号	产品特征	代号	序号	产品特征	代号	序号	产品特征	代号
1	干荷电	A	4	少维护	S	7	半密闭式	B	10	激活式	I
2	湿荷电	H	5	防酸式	F	8	液闭式	Y	11	带液式	D
3	免维护	W	6	密闭式	M	9	气密式	Q	12	胶质电解液	J

(4) 额定容量 指 20h 放电率(简称 20h 率)额定容量，单位为 A·h(安·时)，用阿拉伯数字表示，在型号中可省略不写。

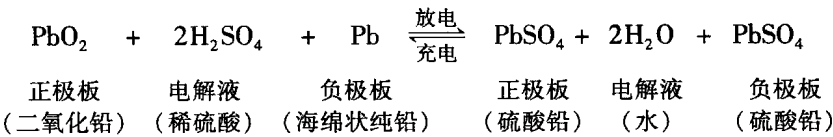
(5) 特殊性能 在产品具有某些特殊性能时，可用相应的代号加在型号末尾表示。如“G”表示薄型极板的高起动率电池，“S”表示采用工程塑料外壳与热封合工艺的蓄电池。

例如：CA1170P2K2 柴油车用型号为 6-QAW-100S 的蓄电池，是由 6 个单体电池串联而成，额定电压为 12V，额定容量为 100A·h 的起动用塑料外壳干荷电免维护蓄电池。

第三节 蓄电池的工作原理及工作特性

一、蓄电池的工作原理

蓄电池的极板与电解液在不同的条件下进行电化学反应，这种反应是可逆的，化学反应式如下：



1. 放电

当蓄电池的两个极柱与用电器连接时，正极板的二氧化铅、负极板的海绵状纯铅与硫酸溶液发生化学反应，生成了硫酸铅和水，正极板上二氧化铅在溶解时，铅离子失去四个电



子,呈正四价状态,只有从负极板得到两个电子,变成正二价状态才能与硫酸根结合成硫酸铅。在整个化学反应过程中,电极释放了电能对用电器供电。

2. 充电

当直流电源电压大于蓄电池电压时,在电解的作用下,正极板上的硫酸铅与水被电解成二氧化铅和硫酸;负极板上的硫酸铅和水被电解成铅和硫酸,这样电能就被蓄电池以化学能的形式储存在蓄电池中,这就是蓄电池的充电过程。

二、蓄电池的容量

蓄电池的容量是指在规定的放电条件(放电电流、放电温度和终止电压)下,完全充足电的蓄电池所能提供的电量,用 C 表示,蓄电池的容量是标志蓄电池的对外放电能力、衡量蓄电池质量的优劣以及选用蓄电池的最重要指标。当恒流放电时,蓄电池的容量等于放电电流与放电时间之积,即

$$C = I_t \cdot t_t$$

式中 C ——蓄电池容量,单位为 $A \cdot h$;

I_t ——放电电流,单位为 A ;

t_t ——放电持续时间,单位为 h 。

目前,汽车用蓄电池容量的表示方法有额定容量和储备容量两种。蓄电池容量与放电电流、电解液温度、放电终止电压和放电持续时间有关。

1. 20h 放电率额定容量

以 20h 放电率的额定容量作为起动型蓄电池的额定容量。放电率是以放电时间来表示的放电速率,即以一定的放电电流连续放电至蓄电池输出额定容量时所需的时间。

蓄电池的 20h 放电率额定容量是指:完全充足电的蓄电池在电解液温度为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 条件下,以 20h 放电率的放电电流(即 $0.05C_{20}$ 安培电流)连续放电至 12V 蓄电池的端电压降到 $(10.5 \pm 0.05)\text{V}$ 时输出的电量,用 C_{20} 表示,单位为 $A \cdot h$ 。

2. 储备容量

额定储备容量是指:完全充足电的蓄电池在电解液温度为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 条件下,以 25A 电流连续放电至 12V 蓄电池电压降到 $(10.5 \pm 0.05)\text{V}$ 时,放电所持续的时间,用 C_m 表示,单位为分钟(min)。

储备容量表达了在汽车充电系统失效的情况下,蓄电池能为照明和点火系统等用电设备提供 25A 恒定电流的能力。如北京切诺基吉普车用 58-475 型蓄电池的额定储备容量为 82min; 6-QA-60 型蓄电池的额定储备容量为 94min。

三、影响容量的使用因素

蓄电池容量与很多因素有关,归纳起来分为两类:一类是与生产工艺及产品结构有关,如活性物质的数量、极板的厚薄、活性物质的孔率等;另一类是使用条件,如放电电流、电解液温度和电解液相对密度等。

1. 放电电流的影响

实验表明:放电电流越大,则电压下降越快,放电至终止电压的时间越短,因此容量越小。图 1-10 所示为 6-Q-135 型蓄电池在不同放电电流情况下的放电特性。这是因为蓄电池放

电时，极板上生成的硫酸铅的摩尔体积为二氧化铅的 1.92 倍，为海绵状铅的 2.68 倍，所以在大电流放电时，极板表面活性物质的孔隙很快被生成的硫酸铅堵塞，使极板内层的活性物质不能参加化学反应，因此放电电流增大时，蓄电池容量减小。

由图 1-10 可见，放电电流越大，电压下降越快，越容易出现放电“终了”现象，如继续放电，则将导致过放电而影响蓄电池使用寿命。因此在起动发动机时，必须严格控制起动时间，每次起动时间不得超过 5s，再次起动应间隔 15s 以上。

2. 电解液温度的影响

温度降低则容量减小，这是由于温度降低时，电解液的粘度增加，渗入极板内部困难，使离子扩散速度和化学反应速度降低；同时电解液电阻也增大，使蓄电池内阻增加，电动势消耗在内阻上的压降增大，蓄电池端电压降低，允许放电时间缩短，因此容量减小。

由于温度对蓄电池放电时的端电压和容量有较大影响，因此，在寒冷地区应特别注意蓄电池的保温。

3. 电解液相对密度对容量的影响

适当增大电解液相对密度，可以提高电解液的渗透速度和蓄电池电动势，延长放电时间，从而提高蓄电池输出容量。但是，当相对密度超过一定值时，由于电解液相对密度增大，使浸透速度降低，内阻和极板硫化增加，因此蓄电池输出容量又会减小。试验证明，电解液相对密度约为 1.23 时，蓄电池输出容量最大。综合考虑电解液相对密度对蓄电池性能的影响，汽车用起动型蓄电池充足电时的电解液相对密度，一般选在 1.26 ~ 1.30 范围内。

四、蓄电池的工作特性

1. 放电特性

蓄电池的放电特性是指恒流放电时，蓄电池端电压 U_f 、电动势 E 和电解液密度 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 随放电时间变化的规律。完全充足电的蓄电池以 20h 放电率恒流放电的特性曲线如图 1-11 所示。

由于是恒(定电)流放电，单位时间内消耗的硫酸量相同。所以，电解液的密度 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 呈直线下降，静止电动势 E_j 也直线下降。一般电解液密度每下降 0.04g/cm^3 ，蓄电池放电约为额定容量的 25%。

放电时，由于蓄电池内阻 R_0 的影响，蓄电池端电压 U_f 低于其电动势 E ，即

$$U_f = E - I_f R_0$$

式中 I_f ——放电电流，单位为 A。

从放电特性曲线可看出，蓄电池单体端电压的变化规律可分为四个阶段：

第一阶段是开始放电阶段(2.11 ~ 2.0V)。这一阶段，蓄电池端电压 U_f 从 2.11V 迅速下

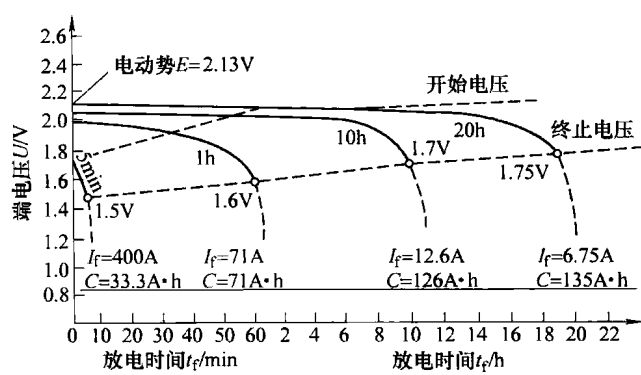


图 1-10 不同放电电流时的放电特性



降,这是由于放电之初极板孔隙内的 H_2SO_4 迅速消耗,密度迅速下降的缘故。

第二阶段是相对稳定阶段(2.0 ~ 1.85V)。这一阶段,极板孔隙外的电解液向极板孔隙内渗透速度加快,当渗透速度与化学反应速度达到相对平衡时,极板孔隙内的电解液密度的变化速率趋于一致,端电压将随整个容器内的电解液密度降低而缓慢下降到 1.85V。

第三阶段是迅速下降阶段(1.85 ~ 1.75V)。由于放电接近终了时,化学反应渗入到极板内层,而放电时生成的硫酸铅较原来的活性物质的体积大(是 PbO_2 的 1.86 倍, Pb 的 2.68 倍),硫酸铅聚集在极板孔隙内,缩小了孔隙的截面积,使电解液渗入困难,因而极板孔隙内消耗的硫酸难以补充,孔隙内的电解液密度便迅速下降,端电压也随之急剧下降。

第四阶段是过度放电阶段(<1.75V)。蓄电池单体的端电压下降至一定值时(20h 放电率降至 1.75V),再继续放电即为过度放电。过度放电对蓄电池十分有害,易使极板损坏。此时如果切断电源,让蓄电池“休息”一下,由于极板孔隙中的电解液和容器中的电解液相互渗透,趋于平衡,蓄电池的端电压将会有所回升。

由此可见,蓄电池放电终了的特征如下:

- 1) 单体电压放电至终止电压(以 20h 放电率放电,单体电压降至 1.75V)。
- 2) 电解液密度降至最小许可值(约 1.11g/cm^3)。蓄电池允许的放电终止电压与放电电流有关,放电电流越大,则放完电的时间越短,而允许的放电终止电压越低,放电率与终止电压关系见表 1-2。

表 1-2 起动型蓄电池的放电率与终止电压的关系

放电情况	放电率	20h	10h	3h	30min	5min
	放电电流大小	$0.057C_{20}$	$0.1C_{20}$	$0.25C_{20}$	C_{20}	$3C_{20}$
单体电池终止电压/V			1.75	1.70	1.65	1.5

2. 充电特性

蓄电池的充电特性是指恒流充电时,蓄电池充电电压 U_c 、电动势 E 及电解液密度 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 等随充电时间变化的规律。蓄电池以 20h 充电率恒电流充电时的特性曲线如图 1-12 所示。

由于采用恒(定电)流充电,单位时间内生成的硫酸量相同。所以,电解液的密度 $\rho_{25^\circ\text{C}}$ 呈直线上升,静止电动势也随之上升。

充电时,电源必须克服蓄电池内阻 R_0 的电压降,因此,充电电压 U_c 要高于蓄电池的电动势 E ,即:

$$U_c = E + I_c R_0$$

式中 I_c ——充电电流,单位为 A。

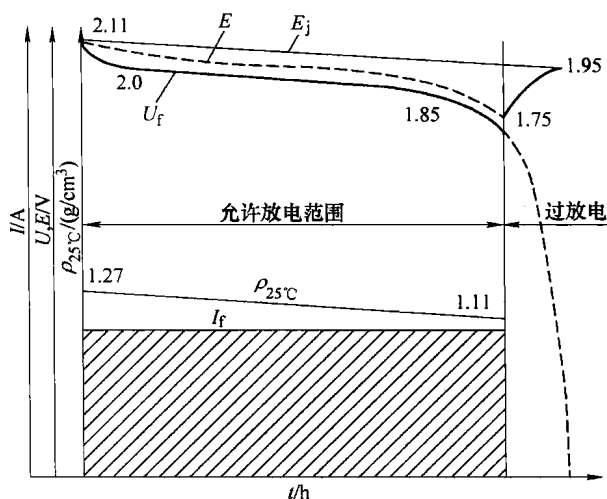


图 1-11 蓄电池的放电特性