

AUTOMOTIVE
ELECTRIC MECHANICS
& REPAIR

汽车电气构造与维修

[美] Barry Hollembeak 等 著
李 焱 曾小山 主编

国际高等教育精品教材引进项目

汽车电气构造与维修



[美] Barry Hollembeak
Mark Schnubel 著
Elisabeth H Dorries

内 容 简 介

本书科学借鉴了国外教育经验,结合中国教育特色和实际,在编写模式、实践练习等方面进行了创新。主要内容包括汽车电源系统、启动系统、点火系统、汽车照明和信号系统、汽车仪表与报警系统、汽车辅助电器设备系统等项目。

本书适合于高等教育汽车运用与维修、汽车检测与维修等相关专业使用,也可以作为成人高等教育相关课程的教材使用,还可供汽车维修人员、驾驶员、汽车行业工程技术人员阅读参考。

automotive electric mechanics & repair

Barry Hollembeak 等 著, 李焯 曾小山 主编

ISBN: 9781424068074

Copyright © 2011 Cengage Learning Asia Pte Ltd.

Beijing Institute of Technology Press is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this textchoice edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

此客户定制版由圣智学习出版公司授权北京理工大学出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾)销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Cengage Learning Asia Pte Ltd

5 Shenton Way, # 01 - 01 UIC Building Singapore 068808

本书封面贴有 Cengage Learning 防伪标签, 无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01 - 2010 - 0497 号

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 / (美) 霍莱姆比克等著; 李焯, 曾小山主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2010. 10

ISBN 978 - 7 - 5640 - 3876 - 2

I. ①汽… II. ①霍…②李…③曾… III. ①汽车 - 电气设备 - 构造 - 高等学校: 技术学校 - 教材②汽车 - 电气设备 - 车辆修理 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 192380 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

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) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 12.75

字 数 / 293 千字

版 次 / 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑 / 李炳泉

印 数 / 1 ~ 2500 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 46.00 元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

CHUBANSHUOMING

近年来,随着我国汽车保有量的迅猛增长,汽车维修技术人才存在很大的缺口。为此,教育部、交通运输部根据汽车维修业的实际情况,制定了汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养计划,着重培养汽车维修技术人才,力求缩小汽车服务业,特别是汽车维修业,在服务理念、服务设施、维修技术等方面与消费者需求上的差距。

随着世界经济一体化进程的不断推进,我国高等教育的国际化趋势越发明显。引入国际先进的教育理念、教学体系、教学内容和管理经验,大力改造人才培养模式,已经成为高等教育进一步发展的主要内容,引进相应教学产品的需求也显得更加迫切。为贯彻“服务教师、服务学校”这一高等教育研究与出版工作的永恒主题,北京理工大学出版社充分认识到高等教育出版国际化的重要性,积极探索为高等教育提供更高水准的服务与产品,与美国圣智学习出版集团(Cengage Learning,原汤姆森学习出版集团)展开战略合作,引进并改编了美国圣智学习出版集团“Today's Technician”系列教材(美国汽车维修资格认证协会(National Institute for Automotive Service Excellence,缩写为 ASE)考试指定用书),力求将国际化的教育教学理念、教学体系、教学手段引入国内高等院校。

ASE 成立于 1972 年,是一家非赢利性组织,其颁发的 ASE 证书是世界上最具影响力的汽车行业资格认证证书。美国汽车维修资格认证协会通过汽车维修技师考试和认证来正确评价维修技师的知识和能力,提高汽车维修和服务质量。ASE 证书的持有人作为汽车行业的技术领袖及技术骨干,被遍及全美各地的 4S 服务站、大型汽车售后服务企业、专业的汽车机械设备经销商以及汽车类技术学院等机构所青睐。ASE 资格认证证书享有良好声誉的最重要原因是,其持有人掌握了作为一个高技能专业维修技师应具备的专业知识和技能。“Today's Technician”系列教材作为美国 ASE 考试指定用书,具有较高的认可度及知名度。

“Today's Technician”系列教材经国内优秀教师改编、知名学者和行业专家主审后,由北京理工大学出版社携手全球著名教育出版机构——美国圣智学习出版集团作为“汽车类引进版国际教育教学与出版项目”重点推出。首批确定出版以下十本:《汽车发动机构造与维修》、《汽车底盘构造与维修》、《汽车电气构造与维修》、《汽车发动机电子控制技术》、《汽车底盘电子控制技术》、《汽车空调结构与维修》、《汽车车身电子控制技术》、《汽车电

工与电子》、《汽车新技术》及《汽车概论》。本系列教材在改编过程中，充分考虑汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训计划的要求，顺应高等教育的发展趋势，配合高等院校的教学改革，体现高等教育思想和教学观念的转变，结合高等教育的教学特点，面向学生的就业岗位，注重基本技能的培养。

本系列教材配有原版插图、表格和大量的图片资料，介绍了大量的故障诊断案例。改编后，在吸收了国外先进教学理念和编写模式的基础上，完成了全套教材的本土化改造，在内容上强调面向应用、任务驱动、精选案例、严把质量；在风格上力求文字精练、脉络清晰、图表明快、版式新颖；在理论阐述上，遵循“必需”、“够用”的原则，在保证知识体系相对完整的同时，做到知识讲解实用、简洁和生动。改编后的教材既适合于国内高等教育现状，同时又顺应我国高等教育面向就业、注重操作、培养高素质应用型人才的改革思路。

本套教材在编写上有如下特色：

- 以培养综合职业能力为目标
- 基于岗位技能、面向工作过程
- 引进国际化教育的先进教学理念
- 采用国际化教材的优秀编写模式
- 附有强化实践技能的工作表单或工作页
- 配有真实案例和 ASE 考试复习题
- 内容详实、图例丰富、难易适中

本系列教材结构体系严整，同时又不失灵活性。各章对操作安全和从业安全规范均做重点强调，使学生在学期间即可掌握安全、合理的工作规范。内容安排充分考虑职业技能和素质的养成规律，逐步引导学生掌握汽车各总成维修中正确的诊断程序和具体的维修操作方法等。各章节的总结和启发性提问，对培养学生独立思考和解决实际问题的能力大有裨益。此外，各章结尾还附有 ASE 考试题型和答案，可供学生自学。

本系列教材适合高等院校汽车类相关专业的学生使用，也可作为相关行业从业人员的培训和参考用书。

北京理工大学出版社

前言

QIAN YAN

近年来，随着经济的快速发展和人民生活水平的提高，我国机动车保有量持续快速增长，其中私人汽车拥有量增速明显。高速增长的汽车保有量造成了社会对汽车专业人才的需求量也迅速增加。据分析，未来5年我国汽车维修人才紧缺。《汽车电气构造与维修》系统地介绍了技能型高级汽车维修技术人员所必需的汽车电气结构、工作原理、维修、调试、故障诊断与排除等知识。本书突出“以能力培养为本位”的理念，采用项目课程、任务引领、问题探究、理实一体的编写模式，更加符合现代职业技术教育课程改革理念。本书注重科学借鉴国外职业教育经验，融入国际化教学元素，项目后面附有 ASE（美国汽车服务协会）复习题或工作单。ASE 即美国汽车服务协会，该协会通过汽车维修技师考试和认证来提高美国汽车修理和服务质量，准确评价维修技师的知识和能力。

本书内容深入浅出，系统的阐述了现代汽车电气构造及其工作原理、维修和故障诊断技术。全书共分为六个项目，涉及汽车电源系统、启动系统、点火系统、汽车照明和信号系统、汽车仪表与报警系统和汽车辅助电器设备系统。

本书由李烨和曾小山担任主编，由张平和王淼以及韩敬贤担任副主编，于宗金和戴雪芬老师也担任了部分编写任务，全书由李烨负责统稿。丁继斌副教授对全书进行了审阅，在此表示感谢。

汽车电气技术日新月异，知识更新迅速，加之编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请各位专家、同行给予批评指正。

编 者

目录

MULU

► 项目一 汽车电源系统	1
任务 1.1 熟悉蓄电池	1
活动 1.1.1 了解蓄电池的构造与工作原理	1
活动 1.1.2 学会正确使用与维护蓄电池	14
任务 1.2 了解交流发电机	33
活动 1.2.1 了解交流发电机的构造与工作原理	33
活动 1.2.2 学会检测与排除交流发电机故障	38
任务 1.3 了解电压调节器	49
活动 1.3.1 了解电压调节器的工作原理	49
活动 1.3.2 学会检测与排除电压调节器故障	54
基于 ASE 的项目一训练题	55
► 项目二 启动系统	66
任务 熟悉启动系统	66
活动 2.1.1 了解电动机的构造与工作原理	66
活动 2.1.2 启动电动机传动装置和控制电路	75
活动 2.1.3 学会检测和排除启动电动机常见故障	83
基于 ASE 的项目二训练题	85
复习题	89
► 项目三 点火系统	92
任务 了解电子点火系统	92
活动 3.1.1 了解电子点火系统的组成和工作原理	92

活动 3.1.2 学会检测与分析电子点火系统故障	102
基于 ASE 的项目三训练题	106
复习题	108
 ► 项目四 汽车照明与信号系统	110
任务 4.1 照明系统故障检测与排除	110
活动 4.1.1 学会检测与排除前照灯故障	111
活动 4.1.2 学会检测与排除其他照明灯故障	118
任务 4.2 信号系统故障检测与排除	119
活动 4.2.1 学会检测与排除转向指示灯故障	120
活动 4.2.2 学会检测与排除危险报警灯故障	123
活动 4.2.3 学会检测与排除制动灯故障	124
活动 4.2.4 学会检测与排除倒车灯故障	127
活动 4.2.5 学会检测与排除汽车喇叭故障	128
基于 ASE 的项目四训练题	135
 ► 项目五 汽车仪表与报警系统	139
任务 5.1 汽车仪表系统故障检测与排除	139
活动 5.1.1 学会检测与排除燃油表故障	140
活动 5.1.2 学会检测与排除冷却液温度表故障	143
活动 5.1.3 学会检测与排除机油压力表故障	147
活动 5.1.4 学会检测与排除车速里程表故障	150
活动 5.1.5 学会检测与排除发动机转速表故障	156
任务 5.2 汽车报警系统故障检测与排除	159
活动 5.2.1 学会检测与排除机油压力报警灯故障	159
活动 5.2.2 学会检测与排除冷却液温度报警灯故障	161
基于 ASE 的项目五训练题	162
 ► 项目六 汽车辅助电器设备系统	165
任务 6.1 熟悉电动刮水器	165
活动 6.1.1 了解电动刮水器的种类、结构与工作原理	165
活动 6.1.2 学会检测与排除电动刮水器故障	176
活动 6.1.3 学会检测与排除挡风玻璃洗涤器故障	180

任务 6.2 熟悉电动车窗玻璃升降器	181
活动 6.2.1 了解电动车窗玻璃升降器	181
活动 6.2.2 学会检测与排除电动车窗玻璃升降器故障	184
任务 6.3 熟悉车身计算机	185
活动 车身计算机系统介绍	185
基于 ASE 的项目六训练题	190
► 参考文献	193

项目一



汽车电源系统

任务 1.1 熟悉蓄电池



任务分析

汽车的发动以及一些车载电气设备，如驻车照明、音响视频、点烟器、报警装置、全球定位系统（GPS）等的工作电源，都是用蓄电池提供的。蓄电池是一种能储存和产生电能的爱化学装置。作为能储存电能的可逆直流电源，蓄电池有许多种类。一般来说，根据其内部介质可划分为铅酸电池、镍镉充电电池、镍氢充电电池、锂充电电池、太阳能电池、燃料电池等。汽车用蓄电池普遍采用铅酸电池，有时也称为铅酸电瓶。铅酸电池相对于其他种类的蓄电池，具有造价低廉、启动电流大、可逆性好、电压特性平稳、适用范围广等优点。

汽车蓄电池的正确使用与维护是汽车维修、日常保养的重要工作内容之一，而针对汽车蓄电池的常见故障，如亏电、漏电、短路、开路、容量下降、性能恶化等现象的正确判别与排除，是一个汽车维修、维护专业技术人员应具备的一项基本技能。因此，本任务的目标就是在了解铅酸蓄电池的构造与工作原理的基础上，学会正确使用与维护铅酸蓄电池（本项目后面所述的蓄电池皆指铅酸类型蓄电池）。

活动 1.1.1 了解蓄电池的构造与工作原理

一、常用铅酸蓄电池的分类及特点

目前，在汽车上常用的蓄电池主要包括普通蓄电池、免维护蓄电池、混合蓄电池和重组蓄电池四种。其中重组蓄电池也称为凝胶蓄电池，是最新的科技成果。

1. 普通蓄电池

普通蓄电池的极板是用铅和铅氧化物所制成，电解液是用蒸馏水按规定的比例稀释纯硫酸构成的。它的主要优点是价格便宜、电压稳定；缺点是比能低（每千克蓄电池存储的电爱）、使用寿命短和日常维护频繁。

2. 免维护蓄电池

免维护蓄电池的正极板用铅—钙或铅—低铋合金，负极板用铅—钙合金组成，这种结构

能提高氧和氢的析出电位,所以,电池体内电解液的消耗量非常小,在额定使用寿命内基本上不需要补充蒸馏水。它的主要优点是耐振动、耐高温、体积小、自放电小等。这种电池的使用寿命一般为普通蓄电池的2倍。市场上的免维护蓄电池有两种:一种是在购买时一次性加电解液,以后在使用中不需要再添加补充;另一种是电池本身出厂时就已经加好电解液并封死,用户根本就不能再添加补充。另外应注意的一个问题:“免维护”仅仅指在使用中不需要补充蒸馏水,而不是对其他指标也免去维护。

3. 混合蓄电池

混合蓄电池结合了普通蓄电池和免维护蓄电池的优点。这种蓄电池能承受6次深循环且仍然保留其最初100%的备用容量。深循环即能进行大电流深度放电与大电流快速充电,而在再充电前几乎对该蓄电池完全放电。

混合蓄电池的板栅构造由正极板上大约2.75%的锑合金和负极板上的一种钙合金组成。这使得蓄电池为改善汽车的启动性能而保留备用容量的同时,能承受深循环。同时,锑合金的使用也减少了板栅的增长和腐蚀。铅钙比常规蓄电池有更少的放气,这一点正是吸收了免维护蓄电池的结构优势。

4. 重组蓄电池

重组蓄电池也称为凝胶蓄电池。这种电池具有以下特点。

(1) 这种电池采用特种合金制作极板材料,不含对环境有污染和不易回收的物质。电解质采用特殊的胶体,即使电池破裂也不会泄漏,故增加了电池的环境安全性。

(2) 采用低电阻隔板及特殊工艺结构,使电池内阻极小,充电接受能力好,高倍放电性能优良。

(3) 极低的自放电率。采用优质隔板和原料及特殊加工工艺,使电池具有极低的自放电率(每月小于额定容量的3%)。

(4) 比同容量常规蓄电池持续4倍长的平均放电时间,从而相对容量更大。

(5) 在深循环充放电状态下不损坏电池的物理结构,并能承受额定超过800A的冷启动电流,从而增强了可靠性。



图1-1 典型的汽车12V蓄电池

二、汽车蓄电池的工作原理与功能

汽车蓄电池(图1-1)是一种能储存和产生电能电化学装置。电化学指的是两种不同的材料在某种化学溶液中产生电流的化学反应。

1. 蓄电池放电

当蓄电池与某外部负载连接时,例如,与启动电动机相连构成回路,就会发生能量转化而导致化学能转换成电能,产生的电流通过这个电路而使启动电动机运转。蓄电池通过化学反应产生电流,而化学反应发生在两块浸在电解液中的异种极板之间。通过这种能量转换,蓄电池便释放或储存能量。

2. 蓄电池充电

将充电装置提供的直流电压加在蓄电池上,当这个直流电压高于蓄电池电压时,电流就从蓄电池的正极流入、负极流出,从而在蓄电池内部发生电化学反应而将电能转换成了化学

能。结果是蓄电池储存了能量，直到需要用它时再放出来。

3. 蓄电池充放电的化学反应过程

蓄电池的激活是通过电解液的加入。这种溶液引起在正极板的二氧化铅和负极板的海绵状铅之间发生化学反应。电解液同时也是在正极板和负极板之间移动电子流穿越隔板的载体。

汽车蓄电池在完全充电时对温度 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($80\text{ }^{\circ}\text{F}$) 的修正电解液比重为 1.265。因此，电解液比重为 1.265 意味着此电解液比等量的水重 1.265 倍。随着蓄电池的放电，由于放电过程的化学反应要产生水，从而电解液比重降低。一个蓄电池内电解液的比重可指示蓄电池的充电程度。

常见的电解液比重与充电程度的关系如下。

完全充满：比重 1.265

75% 充电：比重 1.225

50% 充电：比重 1.190

25% 充电：比重 1.155

放电的：比重 1.120 或更低

这些比重值可能根据蓄电池的设计有轻微的变化。所有比重的规格都是基于一个标准温度 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($80\text{ }^{\circ}\text{F}$)。当温度在标准温度之上时，比重会增加；当温度在标准温度以下时，比重会减小。因此，所有比重的测量值必须相对于温度进行修正。方法是在 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($80\text{ }^{\circ}\text{F}$) 之上每升高 $5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($10\text{ }^{\circ}\text{F}$) 增加 0.004，在 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($80\text{ }^{\circ}\text{F}$) 以下每降低 $5.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($10\text{ }^{\circ}\text{F}$) 减去 0.004。

在实际使用中，蓄电池会部分放电然后再重新充电，不断反复。这意味着存在一个发生在电池内部的多次的可逆化学反应。随着多次的反复充、放电，会慢慢地磨损蓄电池单格电池极板上的活性材料，最终会造成蓄电池极板剥落。一旦发生极板剥落达到严重影响可逆化学反应的程度，则必须更换蓄电池。

在充电状态中，正极板材料本质上是纯的二氧化铅 (PbO_2)。负极板的活性物质是海绵状铅 (Pb)；电解液是一种硫酸 (H_2SO_4) 和水的溶液。蓄电池单格电池的电压取决于活性材料之间的化学差异。

图 1-2 显示了在放电期间极板和电解液所发生的离子流向并结合的过程。来自正极板的铅 (Pb^{2+}) 与酸液中的硫酸根 (SO_4^{2-}) 结合，形成硫酸铅 (PbSO_4)。当此反应发生时，正极板的活性物质中的氧 (O_2) 与来自电解液的氢 (4H^+) 结合形成水 ($2\text{H}_2\text{O}$)。产生的水则稀释了酸液的浓度。

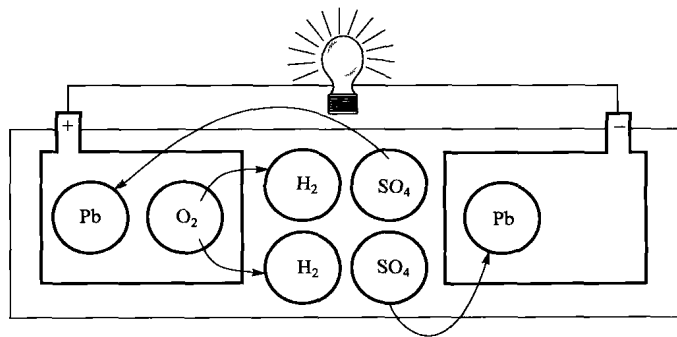


图 1-2 放电期间发生在蓄电池内部的化学反应

而在负极板上, 铅 (Pb^{2+}) 正在与硫酸根 (SO_4^{2-}) 结合, 形成硫酸铅 (PbSO_4)。放电的结果是将正极板由氧化铅变成硫酸铅, 将负极板也变成硫酸铅。

充电期间与放电时完全相反 (图 1-3)。两个极板上的硫酸铅被分解回它原来的形式: 铅 (Pb^{2+}) 和硫酸根 (SO_4^{2-})。电解液中的水分解成氢和氧; 氢 (2H^+) 与硫酸根结合再次成为硫酸 (H_2SO_4); 氧与正极板结合形成二氧化铅。这样极板和电解液就回到了它们的最初状态, 换句话说就是蓄电池中的单格电池被充电。

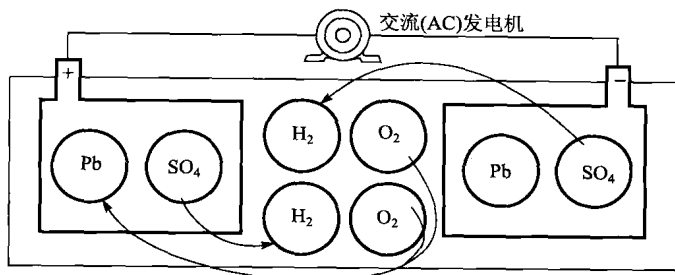


图 1-3 充电期间发生在蓄电池内的化学反应

汽车蓄电池具有的若干重要功能:

(1) 在发动机的启动期间, 它驱动启动电动机、点火系统、电子燃油喷射和其他为发动机服务的电气设备。在发动机没有运行或汽车充电系统没有工作时, 它给汽车附件提供电能。

(2) 当汽车充电系统所输出的电能不能满足用电要求时, 它能在有限的时间内补充提供。

(3) 蓄电池充当整个汽车电气系统的稳压器, 以弥补发电机输出电压的波动。

当汽车发动时, 启动电动机短时间内需要蓄电池提供超过几百安的电流, 所以, 对汽车蓄电池要求有大电流放电能力。这个能力不仅与蓄电池自身有关, 而且也受到温度、发动机功率大小和发动机状况等因素的影响。

在发动机启动后, 汽车充电系统开始给蓄电池充电并为电气系统的运行供给电流。汽车充电系统的核心主要是与发动机联动的交流发电机。大多数交流发电机的最大输出电流为 60 ~ 120 A。通常来说, 这个范围内的电流能够满足汽车上所有的电气系统正常运转所需的容量。不过在某些状况下 (如发动机怠速运转时), 发电机输出的电流是低于其最大额定值的。此时, 如果开启过多的电气附件 (如加热器、刮水器、前照灯和收音机等), 则消耗的电流可能超出交流发电机提供的额定范围, 那么在这段时间内, 则由蓄电池提供附加的补充电流。

在点火开关断开后, 汽车内的一些设备也要求蓄电池继续提供电能以保持设定的状态。这种在点火开关断开时依旧加在蓄电池上的负载称为切断负载或寄生负载, 例如, 时钟、记忆座椅、发动机计算机内存、车身计算机内存和电子发声系统内存等。不过在这种情况下, 蓄电池总的消耗电流很小, 通常小于 30 μA 。

还有一种情况, 就是当汽车充电系统失效时, 蓄电池必须提供驱动汽车所需的全部电流。如果其放电电流太低而不能保持发动机运转之时, 大多数蓄电池将提供一个 25 A、120 min 的备用容量来满足应急补充的要求。蓄电池的备用容量, 就是蓄电池以一定的电流速率放电直到电压低于某特定值的放电时间量。

蓄电池具备的电能量主要依赖于蓄电池的大小、质量、极板的活动面积和电解液中硫酸

量等。

三、汽车蓄电池的结构

1. 普通型蓄电池

普通型蓄电池由正极板、负极板、隔板、外壳、联条板带、电解液、接线柱 7 个基本部分构成。

一块极板、正极板或负极板，其基本单元是一块板栅。板栅通常由铅合金组成，即在铅中加入 5% ~ 6% 的锑来增加板栅的强度。板栅上有水平和垂直的直角相交的栅条（图 1-4），而一种由氧化铅、酸和材料膨胀剂等制成的活性物质做成膏状物填压进板栅中。

负极板和正极板在每一个蓄电池单格电池中交替排列（图 1-5）。每一个单格电池由 9 ~ 13 块极板组成。正极板和负极板彼此由微孔材料制造的隔板来绝缘。当所有正极板相互连接以及所有负极相互连接后，就构成了蓄电池中的一个单格电池（图 1-6）。每一个单格电池的电压通常是 2.1 V。

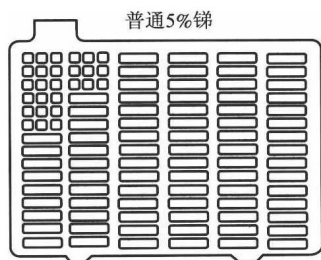


图 1-4 常规蓄电池板栅

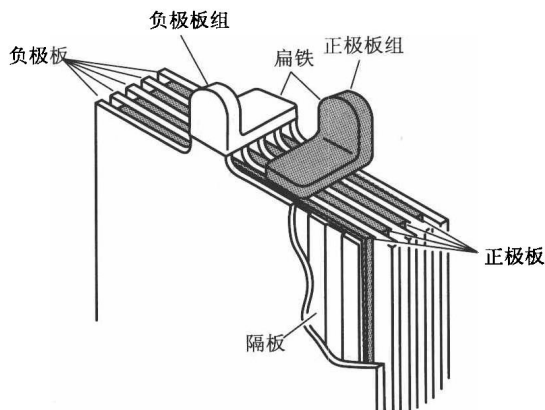


图 1-5 一块蓄电池单格电池由交替的正极板和负极板组成

一个典型的 12 V 汽车蓄电池由内部 6 块串联的单格电池组成（图 1-7）。通过将单格电池串联，每个单格电池的电流容量和电压保持不变。由于 6 块单格电池中每一块都产生 2.1 V 电压，所以串联这些单格电池就产生了汽车电气系统所要求的 12.6 V 电压。

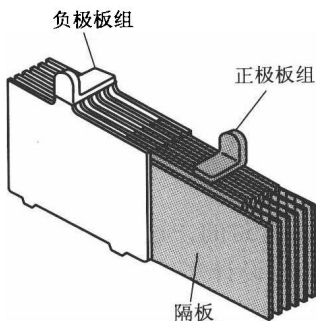


图 1-6 一块蓄电池单格电池的构造

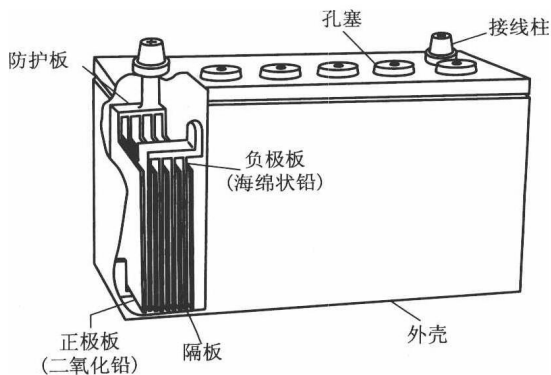


图 1-7 12 V 蓄电池由 6 块 2 V 串联的单格电池组成

联条的作用是让一个单格电池的正极连接到另一个单格电池的负极，构成串联。单格电池连接可能是：穿越隔板、隔板之上或外部隔板中的一种（图1-8）。蓄电池单格电池浸没在一个充满了电解液的单格电池基座中。用于汽车蓄电池中的电解质溶液按质量由64%的水和36%的硫酸组成。

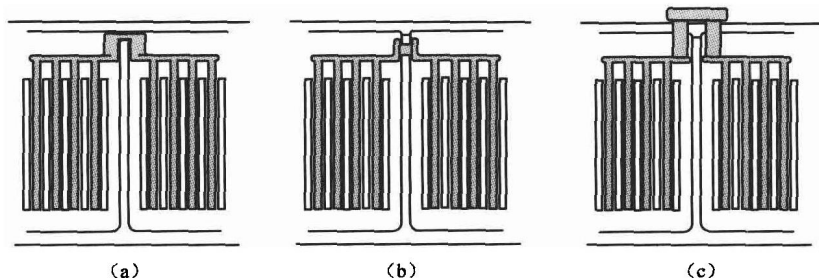


图1-8 蓄电池单格电池间的一种连接方法

(a) 隔板之上；(b) 穿过隔板；(c) 外部

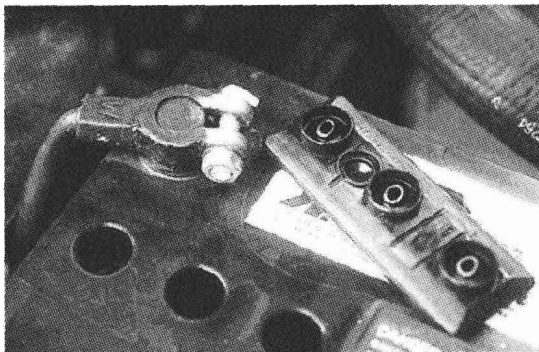


图1-9 常规蓄电池的排气口允许气体释放

蓄电池外壳由聚丙烯、硬橡胶和塑料基板等材料制成。外壳必须满足承受极端温度、振动和酸腐蚀等要求。蓄电池单格电池端放在外壳底部凸起的支撑上。当升起单格电池时，在外壳底部可看到极板剥离沉淀物的空间。如果沉淀物没有包含在这些空间中，则它有可能会横过极板的连接条并短路单格电池。

由于常规蓄电池在充电时释放氢气，因此，蓄电池外壳会有排气口。排气口位于常规蓄电池外壳的盖子里（图1-9）。

2. 免维护蓄电池

免维护蓄电池就是平时不需要向蓄电池的每个单格电池中加水。这种蓄电池是密封的（图1-10）。它与常规蓄电池相比，只是单格电池极板的材料稍有不同。极板板栅中参入钙、镉或锑等，能减少气体排放和自身放电。气体排放是由于蓄电池的电解过程，即水电解为氢气和氧气。在常规蓄电池中使用的锑没有用在免维护蓄电池中，其原因是由于对过充的低阻力使它增加了水分解成氢气和氧气的量。

免维护蓄电池的每一个极板被一个外壳设计的隔板包裹并在三边上封闭。外壳由微孔塑料制成。通过将极板装入一个外壳中，极板被隔离而且减少了活性材料从极板脱落的可能，这样可延长电池的使用寿命。

免维护蓄电池除了有一个小的通风孔外，其他地方都是密封的，这样电解液和蒸汽便不能溢出（图1-11）。为了防止由于膨胀而造成外壳爆裂，故设计了一个膨胀收缩室使得水浓缩并排回蓄电池单格电池中。这样水就无法从蓄电池中溢出，故在蓄电池的整个使用周期内，都没必要加水。

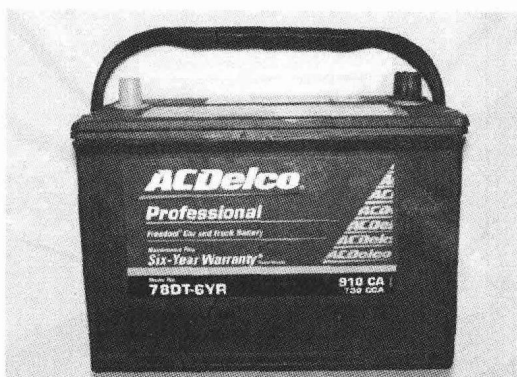


图 1-10 免维护电池

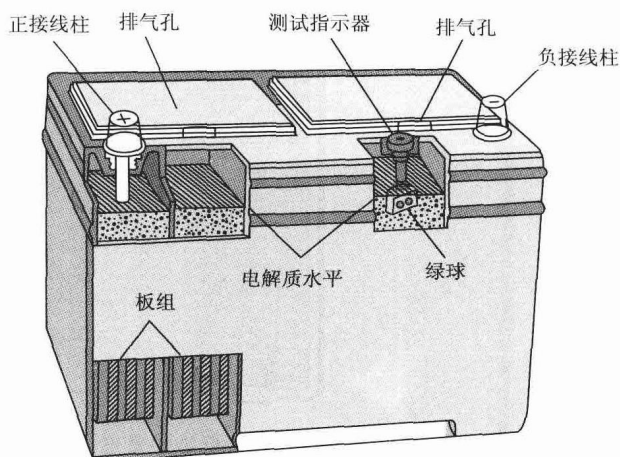


图 1-11 免维护蓄电池的构造

有些免维护蓄电池有一个内置的显示充电状态的液体比重计（图 1-12）。液体比重计是一种用于检查电解液比重从而确定蓄电池充电状态的测试仪器。通过电池顶部的窥镜检查，如果在液体比重计底部的圆点是绿色的，则说明蓄电池已完全地充电（超过 65% 充电量）；如果圆点是黑色的，则说明蓄电池亏电，需补充充电。这样就解决了由于蓄电池的密封而不能通过外部液体比重计来测试电池状态的问题。

尤为重要的是要记住，内置的液体比重计只是指示蓄电池 6 个单格电池中其中一个的充电状态，实际使用中要注意这点。

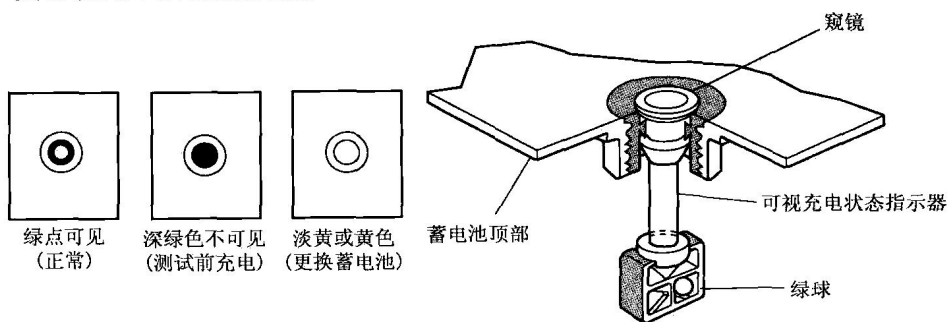


图 1-12 免维护蓄电池的一个单格电池内有内置的液体比重计，指示了全部的蓄电池状况

很多制造商已经将免维护蓄电池修正为“少维护蓄电池”，这种蓄电池内的盖可为了测试以及电解液水平检测而移开。同时，板栅构造也包含大约 3.4% 的锑。为了减少电流流入板栅通道的距离即内电阻，以及增加其强度，在制造工艺上采用水平和垂直栅条不直角相交（图 1-13）的方案。

3. 混合蓄电池

下面关于混合蓄电池的讨论指的是一种蓄电池类型，而不是在混合动力汽车（HEVs）中使用的蓄电池。

混合蓄电池板栅构造与其他类型蓄电池的不同之处在于：极板在靠近板栅中心处有一个

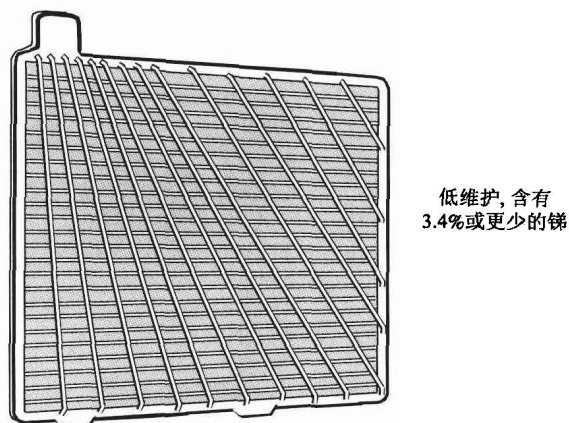


图 1-13 低维护蓄电池的栅板有一个角度相交的格栅

凸耳。此外，垂直和水平栅条以辐射型排列（图 1-14）。通过靠近板栅中心处的凸耳和使用辐射型设计，使得内阻变小，则电流传送的效率大大提高（图 1-15）。这意味着蓄电池能以更快的速率提供更多的电流。

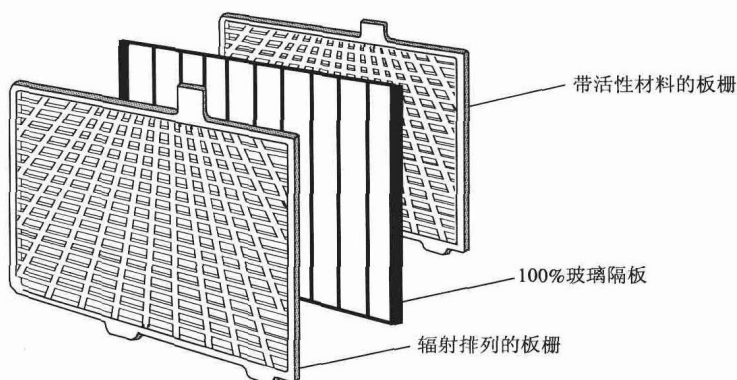


图 1-14 混合板栅和隔板结构

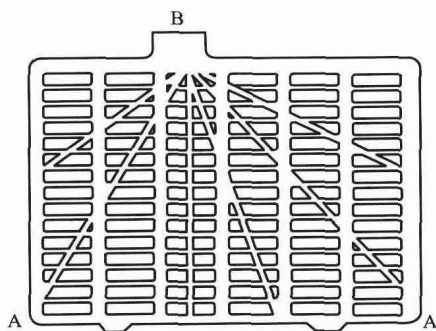


图 1-15 混合蓄电池板栅构造使电流传送速率高
A 点的电能有更短的距离到达 B 点接头处

混合蓄电池使用的隔板由带树脂涂层的玻璃构成。玻璃隔板具备很强的抗酸的化学稳定性。这种类型的结构增加了电池的启动性能并延长了蓄电池的使用寿命。

4. 重组蓄电池

汽车蓄电池的最新成果之一是重组蓄电池（图 1-16），重组蓄电池有时也称为凝胶蓄电池，它没有使用液态电解液。相反，它使用隔板来把持凝胶型材料。隔板放置在板栅之间而且有很低的电阻。极板采取螺旋设计，提供了一个比常规蓄电池更大的极板表面积（图 1-17）。