



普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套教材
“十二五”普通高等教育本科规划教材（汽车运用类）

第3版

汽车构造与原理

（下册 电气设备）

QICHE GOUZAQ YU YUANLI



◎ 彭樟林 蔡兴旺 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套教材
“十二五”普通高等教育本科规划教材（汽车运用类）

汽车构造与原理

（下册 电气设备）

第 3 版

丛书主编 蔡兴旺
丛书副主编 王海林 刘仁鑫 彭樟林
本书主编 彭樟林 蔡兴旺
本书副主编 吴伟斌 李晓珍
本书参编 王 斌 黄大星



机械工业出版社

本丛书分上、中、下三册并配套实训实验教材。丛书以乘用车为主,全面地介绍了现代汽车的结构、拆装、工作原理、日常使用维护与主要检查调整等内容,突出了现代汽车电子控制技术及新能源车型等新结构、新车型。

本书为下册,内容包括汽车电源(蓄电池、发电机)、发动机起动系统、汽车照明及信号系统、仪表及指示灯系统、空调系统、防盗系统、影音系统和汽车总电路及车载网络共8章。

本丛书可作为普通高等院校应用型本科汽车类各专业的专业基础教材或专业教材,也可以作为高职高专、成教、职大、中专技校及汽车培训机构的参考教材。

本丛书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 下载。咨询邮箱: cmpegaozhi@sina.com。咨询电话:010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造与原理. 下册, 电气设备/彭樟林, 蔡兴旺主编. —3 版.
—北京: 机械工业出版社, 2012. 8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套教材
“十二五”普通高等教育本科规划教材·汽车运用类
ISBN 978-7-111-38834-0

I. ①汽… II. ①彭… ②蔡… III. ①汽车—构造—高等学校—教材
②汽车—电气设备—高等学校—教材 IV. ①U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 207169 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 葛晓慧 责任编辑: 葛晓慧 贺贵梅

版式设计: 姜 婷 责任校对: 申春香

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2013 年 1 月第 3 版第 1 次印刷

169mm×239mm·11 印张·2 插页·213 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-38834-0

定价: 18.00 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

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

第3版前言

由机械工业出版社出版,蔡兴旺教授主编的《汽车构造与原理》(上、下册)及《汽车构造与原理实训》教材从2004年出版到现在,均已修订1次,连续印刷10余次,受到全国广大师生的认可和好评,其中《汽车构造与原理实训》、《汽车构造与原理》(上册)都被教育部评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,《汽车构造与原理实训》还被评为国家精品教材。

近年来,随着汽车专业教学改革不断深入,汽车新技术和新结构不断涌现。为了适应新形势下汽车相关专业教学改革的需要,我们对原教材进行了第2次修订,形成了本丛书。

本丛书将汽车的构造与理论有机融合,以乘用车为主线,全面地介绍了现代汽车的结构、工作原理、日常使用维护以及主要检查调整等内容,突出了现代汽车电子控制技术等新结构、新技术的介绍。本丛书编写突出以下主要理念:

- 1) 以社会需求为目标,技术应用能力为主线。
- 2) 以学生学习为主体,老师教学为主导。
- 3) 理论与实践紧密结合,有机融合。
- 4) 着力提高学生的实践技能、创新能力及综合素质。

5) 按照学生的认知规律,进行教材设计,系统性、科学性、前瞻性和思想性相结合。

本丛书可作为普通高等院校应用型本科汽车类各专业的专业基础教材或专业教材,也可以作为高职高专、成教、职大、中专技校及汽车培训机构的参考教材。

本丛书分《汽车构造与原理》(上册 发动机)、《汽车构造与原理》(中册 底盘 车身)、《汽车构造与原理》(下册 电气设备)3册共26章以及《汽车构造与原理实训》配套实训教材。由蔡兴旺教授担任丛书主编,王海林、刘仁鑫、彭樟林3位教授担任丛书副主编。

本丛书的《汽车构造与原理》(上册 发动机)由王海林教授和蔡兴旺教授担任主编,王斌副教授和余志兵副教授担任副主编。编写分工为:王海林(第4章)、蔡兴旺(总论、第1章、第2章、第5章、第9章)、王斌(第3章)、余志兵(第6章)、李晓珍(第7章、第8章)、龙江启(第10章)。

本丛书的《汽车构造与原理》(中册 底盘 车身)由刘仁鑫教授和蔡兴旺

教授担任主编，廖一峰副教授和张培培副教授担任副主编。编写分工为：刘仁鑫（第12章）、蔡兴旺（第17章、第18章）、廖一峰（第15章）、张培培（第16章）、李锦（第14章）、谢锐波（第11章、第13章）。

本丛书的《汽车构造与原理》（下册 电气设备）由彭樟林教授和蔡兴旺教授担任主编，吴伟斌副教授和李晓珍副教授担任副主编。编写分工为：彭樟林（第23章）、蔡兴旺（第20章、第22章、第25章）、吴伟斌（第24章）、王斌（第19章）、李晓珍（第21章）、黄大星（第26章）。

本丛书的《汽车构造与原理实训》由蔡兴旺教授担任主编，王海林、刘仁鑫、彭樟林3位教授担任副主编。编写分工为：蔡兴旺（总论、第1章、第2章、第5章、第9章、第17章、第18章、第20章、第22章、第25章）、王海林（第4章）、刘仁鑫（第12章）、彭樟林（第23章）、王斌（第3章、第19章）、余志兵（第6章）、李晓珍（第7章、第8章、第21章）、廖一峰（第15章）、吴伟斌（第24章）、张培培（第16章）、龙江启（第10章）、黄大星（第26章）、李锦（第14章）、谢锐波（第11章、第13章）。

本丛书附带多媒体课件，提供了大量的文字说明、图片及视频资料，生动、形象地展示了现代汽车各总成及零部件的构造、工作原理、拆装及检查调整，可以直接用来进行多媒体教学，极大地方便了教师备课、授课和学生课外自学、复习。

本丛书在编写及光盘制作过程中，得到了广东省教育厅、广州汽车工业集团、机械工业出版社、清华大学、华南理工大学、华南农业大学、江西农业大学、韶关学院、浙江农林大学、温州大学、广州珠江职业技术学院等单位和个人的大力支持与帮助，在此深表感谢。本丛书引用了国内外一些工厂、研究所、大专院校的产品图样和试验研究资料，在此谨致以深切的谢意。

由于本丛书涉及面广，编者才疏学浅，故疏忽谬误之处在所难免，敬请同行专家和广大读者批评指正。

《汽车构造与原理》编写组

第2版前言

我国汽车产业迅速发展,急需大量汽车技术服务与汽车商务类人才。“汽车构造与原理”是汽车类各专业必修的一门专业基础课程,它对后续的多门汽车专业课程的学习影响极大。在广东省教育厅、广东韶关学院等的多个教学研究成果立项支持下,我们进行了多年的教学改革探索,以教育部的“面向21世纪深化职业教育教学改革的原则意见”等文件精神为指导,编写了这套汽车类教学改革规划教材。

本书根据学生的认知规律和理论联系实际及任务驱动、模块化教学等原则,改变传统的汽车构造、理论及使用维护分开成册编写的做法,将它们有机地融合,受到了学生的欢迎,收到了较好的教学效果。

根据高职、高专职业针对性强的特点,本书强调知识的应用,形成新教材的运用体系;立足以人为本,注意培养学生对基础理论的应用能力、理论联系实际的能力、实际操作能力、自学能力和创新能力等的综合素质。

本书的内容紧密联系现代汽车新技术,以轿车为主线,大量更新、增补了汽车各种电子控制技术(如EFI、VTEC、DLI、SVC、VCM、CCI、ECD、FSI、ISC、CAN、CISS、AT、ABS、EBD、ESP、ASR、ETS、EDS、SRS、CCS、SSS、GPS、TCS、AFS、TPMS等)及新一代高压共轨电喷柴油机、直喷汽油机、燃料电池电动汽车、混合动力汽车等新车型的可变气缸控制、可变压缩比、车辆动态集成控制、车载网络(CAN)等新结构、新技术的介绍。

本书在内容编排上力求新颖、活泼,图文并茂,符合学生的学习特点;本书配套了多媒体课件,提供了大量文本、彩图、动画及视频,形象生动地展示了现代汽车各总成及零部件的构造与工作原理,可供教师直接用来进行多媒体教学和学生自学,极大地方便了教师备课、授课和学生课外自学、复习。

本书由广东韶关学院汽车系、深圳职业技术学院汽车学院、顺德职业技术学院、番禺职业技术学院、广州珠江职业技术学院、广东白云学院、广州汽车工业集团总公司等院校、企业联合编写,由蔡兴旺和付晓光任主编。参加本书编写的有:蔡兴旺(第13章的13.1、13.4,第16章,并对全书进行修改、统稿)、付晓光(第14章、第15章的15.4~15.8、第19章,并对底盘部分章节进行修改)、赵良红(第12章的12.2和12.3)、王斌(第18章的18.4)、余志兵(第18章的18.1~18.3)、廖一峰(第13章的13.2~13.2)、彭樟林(第17

VI

章)、张桢明(第12章的12.1、第15章的15.1~15.3)、林志辉(第12章的12.4~12.5)。光盘制作人员有蔡兴旺、刘群、付晓光、王斌、余志兵、廖一峰。

在本书的编写及光盘制作过程中,得到了广东省教育厅、机械工业出版社、清华大学、华南理工大学、韶关学院、深圳职业技术学院、顺德职业技术学院、番禺职业技术学院、广东白云学院、广州珠江职业技术学院、广州汽车工业集团总公司的大力支持与帮助,在此深表感谢。

由于水平所限,书中难免存在误漏之处,诚恳期望得到同行专家和广大读者的批评指正。

《汽车构造与原理》编写组

第1版前言

我国汽车产业的迅速发展,急需大量汽车技术服务与汽车商务类人才。“汽车构造与原理”是汽车类各专业必修的一门专业基础课程,它对后续的多门汽车专业课程学习影响极大。在广东省教育厅教学研究课题立项支持下,我们进行了多年的教学改革探索,以国家教育部的“面向21世纪深化职业教育教学改革的原则意见”等文件精神为指导,编写了这套《汽车构造与原理》新教材。

本书根据学生的认识规律和理论联系实际及模块化教学等原则,改变传统的汽车构造与汽车原理分开成册编写的作法,将“构造”与“原理”合二为一,有机融合。教学试验结果很受学生欢迎,收到了较好的教学效果。

本书强调知识的应用,形成新教材的运用体系;立足以人为本,注意培养学生对基础理论的应用能力、理论联系实际的能力、实际操作能力、自学能力和创新能力等综合素质。

教材内容紧密联系现代汽车新技术,以轿车为主,大量更新、增补了汽车各种电子控制技术(如EFI、DLI、ABS、ASR、AT、ETS、EDS、SRS、CCS、SSS、GPS及可变配气正时和气门升程电控系统)、新一代高压共轨电喷柴油机、直喷汽油机、燃气汽车、电动汽车等新结构、新技术、新车型的介绍。本书编排力求新颖、活泼,图文并茂,符合学生的学习特点;本书配套了光盘,提供了大量文本、彩图、动画和视频,形象生动地展示了现代汽车各总成及零部件的构造与工作原理,可供教师直接用来进行多媒体教学和学生自学,极大地方便了教师备课、授课和学生课外自学、复习。

本书由广东韶关学院汽车系、顺德职业技术学院、深圳职业技术学院汽车系、广州白云职业技术学院、广州汽车工业集团总公司等院校、企业联合编写。由韶关学院汽车系蔡兴旺教授任主编,清华大学汽车系徐石安教授任主审,顺德职业技术学院付晓光老师、赵良红老师任副主编。编写分工为:蔡兴旺(第24章,并对全书进行统稿)、付晓光(第21章,并对全书进行审改)、赵良红(第14章、第15章)、杜立新(第13章、第22章、第23章)、刘跃明(第18章、第19章、第20章)、崔正平(第16章、第17章)、王斌(第25章)、余志兵(第26章)。光盘制作人员有付晓光、刘群、蔡兴旺、王斌、余志兵等。

本书编写及光盘制作过程中,得到了广东省教育厅、机械工业出版社、清

VIII

华大学、华南理工大学、韶关学院、深圳职业技术学院、广州白云职业技术学院、顺德职业技术学院、广州汽车工业集团总公司的大力支持与帮助，在此深表感谢。

由于水平所限，书中误漏之处难免，诚恳期望得到同行专家和广大读者的批评指正。

《汽车构造与原理》编写组

汽车常用缩略语

ABS——防抱死制动系统	FSI——燃料分层喷射
A/F——空燃比	GDI——汽油（缸内）直接喷射
ASR——驱动防滑系统	GPS——全球定位系统
AT——自动变速器	HC——碳氢化合物
BLIS——盲点信息系统	HCCI——（柴油机）均质充气、压缩点燃
CA——曲轴转角（°）	HEV——混合动力电动汽车
CAN——控制器局域网	ISC——怠速控制
CCS——巡航控制系统	KS——爆燃传感器
CISS——集成性安全核心系统	LPGV——液化石油气汽车
CNGV——压缩天然气汽车	MCE——多循环发动机
CO——一氧化碳	MPI——多点（汽油）喷射（系统）
DIS——无分电器点火系统	NO _x ——氮氧化物
DLI——无分电器电子控制点火（系统）	OBD-Ⅱ——第二代车载自诊断系统
DOD——可变排量技术	SOHC——单顶置凸轮轴
DOHC——双顶置凸轮轴	SPI——单点（汽油）喷射（系统）
DSC——动态稳定控制（系统）	SRS——辅助约束系统（安全气囊）
EBD——电子控制制动力分配（系统）	SSS——速度感应式转向系统
ECD——电控柴油机	TCS——牵引力控制系统
ECU——电子控制单元	TPMS——轮胎气压监视系统
EDS——电子差速锁止装置	VCM——可变气缸管理技术
EFI——电控燃油喷射	VCR——可变压缩比
EGR——废气再循环	VDIM——车辆动态集成模块
EI——电子点火	VIN——车辆识别代码
ESC——电子稳定控制（系统）	VSA——车辆稳定性辅助（系统）
ESP——电子稳定性程序	VSC——车辆稳定性控制（系统）
ETS——电子牵引力调节系统	VTEC——可变气门正时和气门升程的电控装置
EV——电动汽车	VVT——可变气门正时（配气相位）
FCEV——燃料电池电动汽车	4WD——4轮驱动
FFV——可变燃料汽车	

目 录

第3版前言

第2版前言

第1版前言

汽车常用缩略语

第19章 汽车电源系统 1

19.1 蓄电池 2

19.2 发电机 8

19.3 电压调节器 14

19.4 充电指示装置及过电压 保护装置 18

复习思考题 21

第20章 发动机起动系统 22

20.1 起动系统概述 23

20.2 电起动机 24

20.3 减速起动机与永磁起动机 33

20.4 低温起动预热装置 36

20.5 起动系统的使用维护与常见 故障 39

复习思考题 41

第21章 汽车照明及信号系统 42

21.1 汽车照明系统 43

21.2 汽车信号系统 47

复习思考题 53

第22章 汽车仪表及指示灯 系统 54

22.1 汽车仪表及指示灯系统概述 55

22.2 主要汽车仪表及指示灯的结构 与工作原理 59

22.3 汽车仪表及指示灯系统的维护 与常见故障 69

复习思考题 70

第23章 汽车空调系统 72

23.1 汽车空调系统概述 73

23.2 手动空调系统 74

23.3 自动空调系统 99

23.4 汽车空调系统的维护与 常见故障 102

复习思考题 103

第24章 汽车防盗系统 104

24.1 汽车机械式防盗系统 105

24.2 汽车电子防盗系统 106

24.3 汽车防盗系统的使用维护与 常见故障 109

复习思考题 113

补充阅读材料 汽车防盗系统的 研究进展 114

第25章 汽车影音系统 117

25.1 汽车影音系统概述 118

25.2 汽车影音系统的基本组成与 工作原理 118

25.3 汽车影音系统的使用维护与 常见故障 129

复习思考题 131

第26章 汽车总电路及车载 网络 132

26.1 汽车总电路 133

26.2 车载网络 143

复习思考题 153

补充阅读材料 我国部分电器设备及 原理的图形符号 154

参考文献 163

第 19 章 汽车电源系统



教学目标与要求

- 掌握各种车用铅酸蓄电池的结构与工作原理
- 掌握硅整流发电机的结构与工作原理
- 掌握各类电压调节器的结构与工作原理
- 理解电源系统充电指示的控制方式
- 理解电源保护电路

教学重点

- ※ 车用铅酸蓄电池的结构与工作原理
- ※ 硅整流发电机的结构与工作原理
- ※ 电压调节器的结构与工作原理

教学难点

- ▲ 硅整流发电机的工作原理
- ▲ 电压调节器的结构与工作原理

汽车电源系统主要由蓄电池和发电机并联组成,还包括电压调节器、充电指示装置及过电压保护装置等,它们负责向汽车点火系统、起动系统、各指示灯、信号发射装置等全车电气设备供电,如图 19-1 所示。

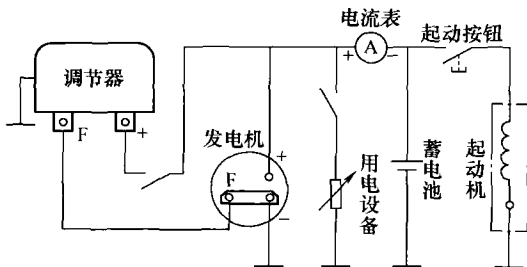


图 19-1 蓄电池与发电机并联电路

在发动机起动时,蓄电池向起动机、点火系统以及燃油喷射系统等用电设备供电。当发动机低速运转或不运转时,发电机发出电压很低或不发电,由蓄电池向全车电气设备供电。当发动机转速大于一定值时,由发电机向全车电气设备供电,并同时给蓄电池充电。当汽车上用电设备的所需功率超过发电机的额定功率时,蓄电池和发电机共同向用电设备供电。另外,蓄电池还相当于一个容量很大的电容器,可以吸收电路中的瞬时过电压,以保持汽车电路电压相对稳定,保护电子元件不被破坏。对于汽车防盗系统和汽车电子控制系统等,蓄电池还是其不间断的电源。

19.1 蓄电池

蓄电池的主要功用是向起动机供电。当发动机起动时,在 5 ~ 10s 内为起动机连续提供强大的起动电流,汽油发动机一般为 200 ~ 600A,柴油发动机一般为 500 ~ 1000A。目前,汽车上普遍采用的铅酸蓄电池(简称蓄电池),具有内阻小、能在短时间内输出大电流、起动性能好、工艺简单、生产成本低等特点。汽车用铅酸蓄电池又分为普通型铅酸蓄电池、干荷电型铅酸蓄电池、湿荷电型铅酸蓄电池、免维护型铅酸蓄电池及胶体型铅酸蓄电池。

19.1.1 蓄电池的构造

现代汽车用铅酸蓄电池由 6 个单格电池串联而成,每个单格电池约为 2V,串联后蓄电池电压为 12V。多数柴油机电源电压设计为 24V,用两只 12V 蓄电池串联供电。

蓄电池的构造如图 19-2 所示。它一般由极板、隔板、壳体、电解液、连接板以及接线柱等组成。

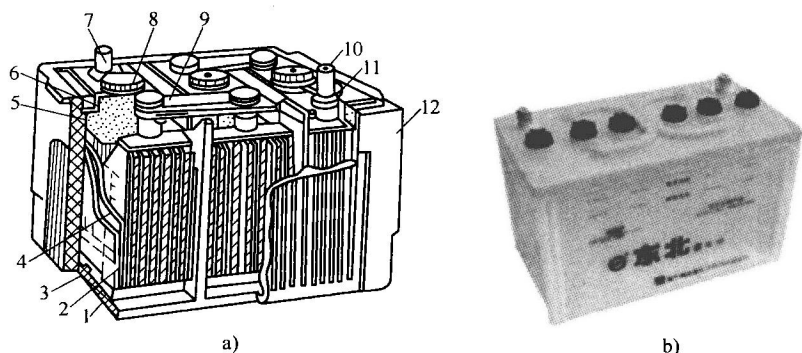


图 19-2 蓄电池的构造

a) 结构图 b) 实物图

1—正极板 2—负极板 3—肋条 4—隔板 5—护板 6—封口料 7—负极板接线柱
8—加液孔塞 9—连接板 10—正极板接线柱 11—接线柱衬套 12—壳体

蓄电池的结构认识、检查调整与充电实训参见《汽车构造与原理实训》教材及其光盘的项目 19-1。

1. 极板

极板由栅架和活性物质组成，如图 19-3 所示。栅架由铅锑合金浇铸而成，活性物质涂覆在栅架上。极板有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。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，呈青灰色。

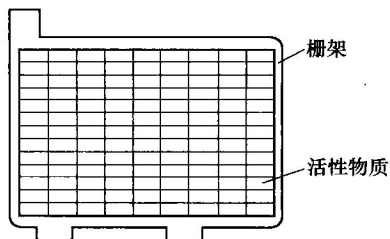


图 19-3 极板

为了增大蓄电池的容量，将多片正、负极板分别并联，并用连接板焊接，组成正、负极板组。安装时，正、负极板相互嵌合，中间插入隔板后装入蓄电池单格内便形成单格电池。在每个单格电池中负极板总比正极板多一片，因为正极板的活性物质比较疏松，而且正极板处的化学反应激烈，反应前、后活性物质的体积变化较大，所以正极板夹在负极板之间，可使两侧放电均匀，从而减轻正极板的翘曲及活性物质的脱落。

2. 隔板

为了防止正、负极板间短路及减小蓄电池的内阻和尺寸，正、负极板之间用隔板隔开。隔板材料应具有多孔性，以便电解液渗透，还应具有良好的耐酸性和抗氧化性。隔板常用材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维和纸板等。安装时，隔板带沟槽的一面朝向正极板，因为正极板在充、放电过程中化

学反应剧烈, 沟槽既能使电解液上下流通, 又能使气泡沿沟槽上升, 还能使脱落的活性物质沿沟槽下沉。

有的厂家用微孔塑料袋做成袋式隔板, 套在正极板上, 可以有效防止活性物质脱落, 避免极板内部短路并使组装工艺简化。

3. 壳体

壳体用来盛装电解液和极板组。它由耐酸、耐热、耐振、绝缘性能好且有一定机械强度的材料制成, 早期采用硬橡胶, 近年来多用工程塑料, 如聚丙烯。

壳体为整体式结构, 壳内由间壁分成3个或6个互不相通的单格, 底部有凸起的肋条, 以搁置极板组。肋条间的空隙用来积存脱落下来的活性物质, 以防止在极板间造成短路。每个单格的盖板中间有加液孔, 用来添加电解液和蒸馏水, 也可用来检查电解液液面高度和测量电解液的相对密度。加液孔用加液螺塞拧紧, 螺塞中心有通气孔, 便于蓄电池化学反应中产生的气体自由逸出。使用中应注意通气孔的畅通, 否则会使壳体炸裂。

4. 电解液

蓄电池电解液是由纯硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成的稀硫酸溶液, 硫酸水溶液在充电和放电的电化学反应中起离子间导电作用, 并参与化学反应。

电解液的纯度是影响蓄电池性能和使用寿命的重要因素。因此, 配制电解液应采用化学纯硫酸和蒸馏水。工业硫酸和一般的水中含有铁等杂质, 会增加自放电和损坏极板, 不能用于配制蓄电池电解液。

5. 接线柱和连接板

铅酸蓄电池首尾两极板组的横板上焊有接线柱 (也称极桩), 正接线柱连接去起动机和电流表的电线, 负接线柱连接去车身或车架的搭铁线。正接线柱附近标有“+”或“P”标记, 负接线柱附近标有“-”或“N”标记。

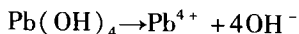
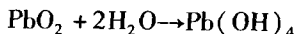
连接板的作用是将单格蓄电池串联起来, 提高整个蓄电池端电压。连接条一般由铅锡合金铸造而成, 硬橡胶外壳蓄电池的连接板位于电池的上方, 塑料外壳蓄电池则采用穿墙式连接板。

19.1.2 蓄电池的工作原理

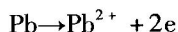
蓄电池是一个化学电源。在充电时, 靠内部的化学反应将电源的电能转变成化学能储存起来; 用电时, 再通过化学反应将化学能转变成电能, 供给用电设备。

1. 蓄电池电动势的建立

当极板浸入电解液时, 极板上就会有少量活性物质溶解电离。在正极板处 PbO_2 溶解电离后, 有四价的铅离子 (Pb^{4+}) 沉附于正极板上, 使极板呈正电位。

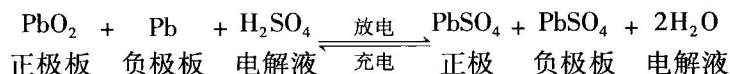


在负极板处 Pb 溶解后有电子留在负极板上, 使极板呈负电位。



2. 蓄电池的放电

蓄电池外电路接通后，在电动势的作用下，负极板的电子经外电路流向正极板，正极板上的 Pb^{4+} 得到两个电子，变成二价铅离子 (Pb^{2+})，并溶于电解液中；与此同时，负极板的 Pb 不断放出电子，变成 Pb^{2+} （见图 19-4），其化学反应方程式为



由此可见，放电过程正负极活性物质不断变成 Pb^{2+} ，溶于电解液，与电解液中的 SO_4^{2-} 反应生成 PbSO_4 ，分别沉附在正、负极板表面，使电解液中 H_2SO_4 减少， H_2O 增加，电解液密度降低。所以通过密度计测量电解液密度，就可以知道蓄电池存电情况，一般蓄电池充足电时的电解液密度为 $1.24 \sim 1.31 \text{g/cm}^3$ ，每降低 0.01g/cm^3 ，相当蓄电池放电 6%。

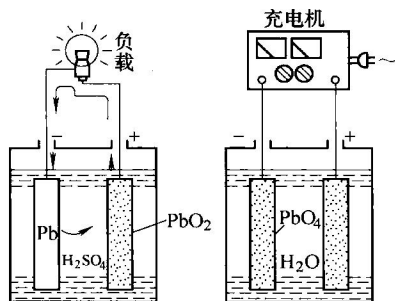


图 19-4 铅酸蓄电池充放电原理

3. 蓄电池的充电

充电过程的化学反应与放电过程相反，上述的化学反应方程式是可逆的。充电时正、负极板表面的 PbSO_4 分别还原为 PbO_2 和 Pb ，电解液中的 H_2O 减少， H_2SO_4 增加，电解液密度增加。当蓄电池充足电后，单格正极板正电位为 2V，负极板负电位为 -0.1V，蓄电池电动势为 2.1V。当蓄电池过充电时，会引起水的电解，电解液中的水电解成氧气和氢气逸出。

19.1.3 其他改进型蓄电池

1. 干荷电式蓄电池

普通铅酸蓄电池负极板在储运过程中，活性物质表面易被氧化，为把这部分物质还原，需要进行比较烦琐的初充电。干荷电式铅酸蓄电池（见图 19-5）

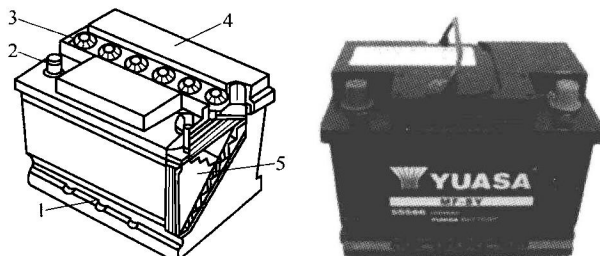


图 19-5 干荷电式铅酸蓄电池

1—下固定槽 2—接线柱 3—加液螺塞 4—壳体 5—极板组

负极板的活性物质在铅中配有一定比例的抗氧化剂,如松香、油酸及羊毛脂等。经深化处理后,使活性物质形成较深层的海绵状结构,再经防氧化处理,极板表面附着了一层较薄的保护膜,提高了抗氧化性能,最后还经惰性气体或真空干燥处理。经过这样的处理,能使负极板上的海绵状纯铅在空气中保存而不被氧化,达到负极板在干燥状态下长期保存电荷的目的(一般为1~2年)。

目前,干荷电式蓄电池均采用穿墙跨接式连接板、整体塑料容器结构,现基本取代了传统的铅酸蓄电池。

初次使用干荷电式铅酸蓄电池时,需将蓄电池加液螺塞拧开,疏通通气孔,加入标准的电解液到规定的高度,记下密度和温度,将蓄电池静放20min,然后测量电解液的温度和密度。如果温度上升不超过 6°C ,密度下降不超过 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$,则蓄电池可以使用;若超过以上规定的差值,则需要按照正常充电率对蓄电池进行充电,干荷电式铅酸蓄电池除不必长时间初充电外,其使用和维护要求与普通铅酸蓄电池完全一样。

2. 免维护蓄电池

免维护蓄电池(见图19-6)也称为MF蓄电池(Maintenance-Free Battery)。它是指在使用寿命期内无需进行日常维护的蓄电池,除几个很小的通气孔外,其余部分全部密封。免维护蓄电池的突出优点是在汽车合理使用过程中无需添加蒸馏水,蓄电池自放电小,仅为普通蓄电池的 $1/8 \sim 1/6$,在使用期内一般无需进行补充充电;正、负极接线柱腐蚀小或无腐蚀,使用寿命长,内阻小,起动性能好。

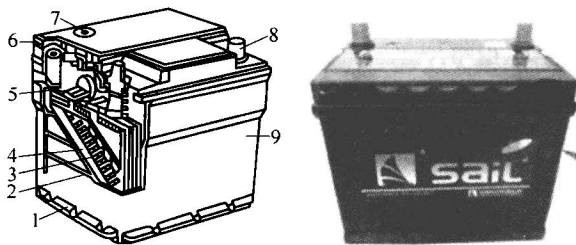


图19-6 免维护蓄电池

- 1—下固定槽 2—铅钙栅架 3—袋式隔板 4—活性物质 5—穿墙连接板
6—消焰排气阀 7—内装式密度计 8—接线柱 9—壳体

免维护蓄电池在结构、工艺和材料等方面采用了一些措施,主要有以下几项:

1) 通气螺塞通气采用安全通气装置,可以阻止水蒸气和硫酸气体排出,因而减少了电解液的消耗,并可避免可燃分解气体与外部火花接触而产生爆炸,