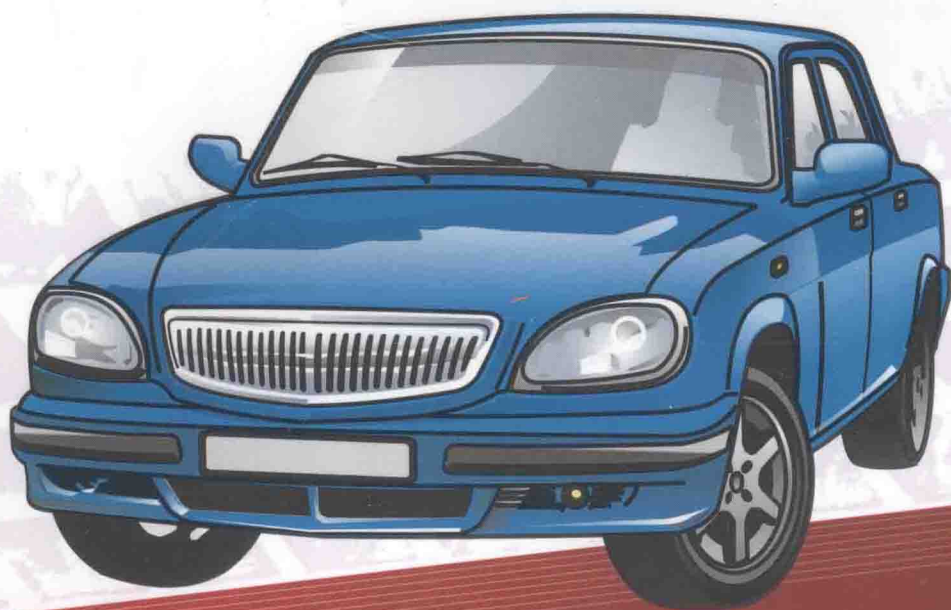


21世纪全国高职高专汽车系列技能型规划教材
国家级精品课程“汽车电气系统检修”配套教材



汽车电气系统检修

主 编 宋作军

- 最新常见车型典型电路，通俗易懂
- 8个项目，全面掌握汽车电气系统检修技能
- 编写“校企合作”，适合当前职业教育需求

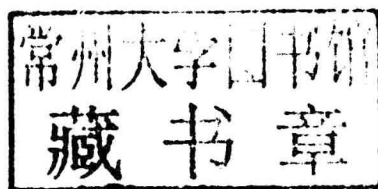


北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专汽车系列技能型规划教材
国家级精品课程“汽车电气系统检修”配套教材

汽车电气系统检修

主 编 宋作军
副主编 李维娟 王 倩
王铎云 李家斌
主 审 曲金玉



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以发动机机械知识为基础,重点阐述与其配套的供电系统、起动系统、点火系统的知识。本书共分8个项目:汽车供电系统的检修、汽车起动系统的检修、汽油机点火系统的检修、汽车空调系统的检修、汽车照明信号系统的检修、汽车仪表与报警指示灯系统的检修、汽车辅助电气设备的检修、汽车电路分析。

学习本书时要注重汽车电气系统总成或零部件的结构、工作原理及安装要求的理解,加强理论与实践的结合。如条件许可,进行整车实训效果更好。

本书适合高职高专汽车类专业教学使用,也可供从事汽车检测维修、汽车运输管理等行业的工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气系统检修/宋作军主编. —北京:北京大学出版社, 2011.8

(21世纪全国高职高专汽车系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-19334-1

I. ①汽… II. ①宋… III. ①汽车—电气设备—检修—高等教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第157895号

书 名: 汽车电气系统检修

著作责任者: 宋作军 主编

策 划 编 辑: 赖 青 张永见

责 任 编 辑: 李娉婷

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-19334-1/U·0057

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 三河市欣欣印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16开本 12.75印张 288千字

2011年8月第1版 2011年8月第1次印刷

定 价: 25.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前言

随着集成电路和通信技术的飞速发展，汽车电气设备发生了巨大的变化。起动防盗、微机控制点火、组合仪表等技术已经在汽车上得到广泛应用，对汽车电气系统检修技术要求更高。

本书以教育部高职高专汽车检测与维修技术专业的教学大纲为基础，结合建设国家精品课程“汽车电气系统检修”的相关资料和成功经验，以及兄弟院校汽车专家和企业培训的教学心得编写而成。

本书在优化专业课教学基础上，对现有教材进行大胆改革创新，以职业能力培养为主线、以项目为导向，每个项目配有知识要求、能力要求、项目导读、项目具体内容、习题等内容，结合乘用车案例，系统讲解汽车电气系统的结构、工作原理及检测技术，目的在于培养读者清晰的汽车电气系统的故障诊断思路、高超的技能。

本书在编写过程中注重搜集、整理汽车电气系统检修的最新知识，力求内容系统新颖、图文并茂、重点突出。各项目尽量结合最新常见车型典型电路分析讲解，注重培养学生的电路分析和故障检测诊断能力。

本书建议学时分配如下。

序号	项目内容	建议课时	
		理论课时	实训课时
1	绪论	2	
2	汽车供电系统的检修	12	6
3	汽车起动系统的检修	8	4
4	汽油机点火系统的检修	12	6
5	汽车空调系统的检修	8	4
6	汽车照明信号系统的检修	8	4
7	汽车仪表与报警指示灯系统的检修	8	4
8	汽车辅助电气设备的检修	8	4
9	汽车电路分析	6	6
合计		72	38

本书由淄博职业学院宋作军任主编并负责统稿，烟台汽车工程职业学院李维娟、淄博职业学院王倩、武威职业学院王铎云及淄博职业学院李家斌任副主编；汽车维修专家、山东理工大学曲金玉副教授对本书进行了审阅。本书编写分工如下：项目1~项目4由宋作军编写；项目5由李维娟编写；项目6由李家斌编写；项目7由王倩编写；项目8由王铎云编写。

本书适合高职高专汽车类专业教学使用,也可供从事汽车检测维修、汽车运输管理等行业的工程技术人员阅读参考。

在本书的编写、修订和完善过程中,相关企业的汽车维修管理人员宋丰年、侯发梁等提出了许多宝贵的建议,在此向他们表示真诚的感谢。在本书的编写过程中参考了大量的书籍资料,在此向原作者表示真诚的感谢。

由于编者水平所限,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2011 年



目 录

绪论	1
小结	2
习题	2
项目 1 汽车供电系统的检修	3
1.1 蓄电池的维护与检修	4
1.1.1 蓄电池的作用	4
1.1.2 蓄电池的结构与型号	5
1.1.3 蓄电池的工作原理	7
1.1.4 蓄电池的电动势	8
1.1.5 蓄电池的容量及影响因素	8
1.1.6 蓄电池的充放电特性	10
1.1.7 蓄电池的充电	12
1.1.8 蓄电池的检测	14
1.2 发电机的检修	17
1.2.1 发电机的结构与类型	17
1.2.2 交流发电机工作原理及特性	22
1.2.3 交流发电机的检测与维修	27
1.2.4 交流发电机集成电路电压调节器的工作原理	29
1.2.5 内装集成电路调节器的检查	31
1.3 充电系统综合故障的检修	33
1.3.1 充电系统的故障部位、故障原因及排除方法	33
1.3.2 上海大众 SANTANA 2000 系列轿车充电系统电路分析	34
1.3.3 上海通用别克轿车充电系统电路分析	34
小结	36
习题	37
项目 2 汽车起动系统的检修	40
2.1 汽车起动机的检修	41
2.1.1 起动系统的组成和作用	41
2.1.2 起动机的结构与工作原理	42
2.1.3 起动机的传动机构和电磁操纵机构	47
2.1.4 减速起动机和永磁起动机	50
2.1.5 起动机的实验与检修	51
2.2 汽车起动系统故障的诊断与排除	55

2.2.1	汽车起动系统电路分析	55
2.2.2	起动系统常见故障的诊断与排除	57
2.3	安全钥匙防盗禁止起动系统检修	57
2.3.1	安全钥匙防盗禁止起动系统组成及工作原理	57
2.3.2	安全钥匙防盗禁止起动系统故障检修	60
	小结	61
	习题	61
项目 3	汽油机点火系统的检修	64
3.1	电子点火系统的检修	65
3.1.1	无触点电子点火系统的组成与工作原理	65
3.1.2	点火系统的主要零件	66
3.1.3	磁脉冲式电子点火系统的工作过程	70
3.1.4	霍尔式电子点火系统的工作过程	74
3.1.5	电子点火系统的故障诊断	76
3.2	汽油机微机控制点火系统的检修	79
3.2.1	微机控制点火系统的组成与功能	79
3.2.2	点火提前角(点火正时)控制	80
3.2.3	初级线圈通电时间的控制	84
3.2.4	点火基准信号及点火提前角控制方式	85
3.2.5	微机控制点火系统分类	88
3.2.6	典型微机控制点火系统检修	89
	小结	95
	习题	96
项目 4	汽车空调系统的检修	98
4.1	汽车空调系统的维护	100
4.1.1	汽车空调系统概述	100
4.1.2	汽车空调系统的基本组成	101
4.1.3	汽车空调系统的主要零件	104
4.1.4	汽车空调系统的控制电路	107
4.1.5	汽车空调系统泄漏的检查	108
4.1.6	汽车空调系统制冷系统压力的检测	111
4.1.7	汽车空调系统制冷剂的回收利用	112
4.1.8	汽车空调系统制冷剂的排放	113
4.1.9	汽车空调系统抽真空	113
4.1.10	汽车空调系统制冷剂的充注	115
4.1.11	汽车空调冷冻机油量的检查	117
4.1.12	汽车空调冷冻机油的加注	117
4.2	汽车空调系统的故障诊断与排除	118



4.2.1 汽车空调系统不制冷	118
4.2.2 汽车空调系统制冷效果欠佳	118
4.2.3 汽车空调系统异响或振动	119
小结	120
习题	120
项目 5 汽车照明信号系统的检修	123
5.1 汽车照明系统的检修	124
5.1.1 照明系统的组成及要求	124
5.1.2 前照灯的结构与工作原理	125
5.1.3 前照灯防眩目措施	128
5.1.4 前照灯的控制	130
5.1.5 照明系统电路实例	131
5.2 汽车信号系统的检修	133
5.2.1 信号系统的组成及要求	133
5.2.2 灯光信号系统的结构与工作原理	134
5.2.3 声响信号系统的结构与工作原理	137
小结	140
习题	140
项目 6 汽车仪表与报警指示灯系统的检修	142
6.1 汽车仪表系统的检修	143
6.1.1 汽车仪表与报警指示灯的组成	143
6.1.2 汽车仪表系统的电路组成	144
6.1.3 机油压力表	145
6.1.4 冷却液温度表	146
6.1.5 燃油表	148
6.1.6 车速里程表	150
6.1.7 发动机转速表	151
6.1.8 汽车电子组合仪表	152
6.1.9 电子仪表的维修检测	153
6.2 汽车报警指示灯系统的检修	154
6.2.1 机油压力过低报警灯	155
6.2.2 制动液面报警灯	155
6.2.3 燃油液位报警装置	156
6.2.4 冷却液温度报警灯	156
6.2.5 汽车报警指示灯系统的检修	157
小结	158
习题	158





项目 7 汽车辅助电气设备的检修	160
7.1 电动刮水器与风窗玻璃洗涤器的检修	161
7.1.1 电动刮水器的检修	161
7.1.2 风窗玻璃洗涤器的检修	164
7.2 窗椅等装置的检修	165
7.2.1 风窗除霜装置的检修	165
7.2.2 电动车窗的检修	165
7.3 中控门锁的检修	170
7.3.1 中控门锁的组成	170
7.3.2 中控门锁电路	171
7.4 电动座椅的检修	173
7.4.1 电动座椅的组成	174
7.4.2 电动座椅的控制电路	174
7.5 电动后视镜的检修	176
7.5.1 电动后视镜的组成	176
7.5.2 电动后视镜的工作原理	177
小结	178
习题	178
项目 8 汽车电路分析	180
8.1 汽车电路基本知识	181
8.1.1 汽车电路的表示方法	181
8.1.2 导线	182
8.1.3 线束	183
8.1.4 插接器	184
8.1.5 开关	184
8.1.6 继电器	184
8.1.7 熔断丝	184
8.1.8 电器元件	184
8.2 捷达系列汽车电路分析	185
8.2.1 捷达系列轿车电路图中符号的含义	185
8.2.2 捷达系列轿车典型电路	188
小结	190
习题	191
参考文献	192



绪 论

随着集成电路和通信技术的飞速发展,汽车电气设备发生了巨大的变化,结构方面向轻量化、小型化方向发展,性能方面向免维护、长寿命、高可靠性方向发展。机电一体化、智能化已成为汽车电气设备发展的必然趋势。

1. 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,大致可以分为三大部分,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。

2) 用电设备

用电设备包括以下内容。

(1) 起动系统。起动系统主要包括起动机及其控制电路,其作用是用于起动发动机。

(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,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,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,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。它包括车速里程表、发动机转速表、水温表、燃油表、电压(电流)表、机油压力表、气压表和各种报警灯等。

(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、安全保障等方面发展。车辆的豪华程度越高,辅助电气设备也就越多。

(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。

发动机的微机控制主要有汽油喷射发动机集中控制系统和电控柴油喷射系统。用于实现发动机的低油耗、低污染,提高汽车的动力性、经济性。

总之,随着汽车电子技术的不断发展,将有越来越多的电子设备应用在汽车上,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。

2. 汽车电气设备的特点

汽车电气设备与普通电气设备相比有如下特点。

1) 两个电源

各用电设备均与蓄电池、发电机并联。发电机为主电源,可提供汽车运行时各用电设备的用电;蓄电池为辅助电源,主要供起动时用电。

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,主要用于发动机起动时为起动机供电,当蓄电池放电完毕后必须由直流电源对其进行充电,因此,汽车上的发电机也必须输出直流电。

汽车电气系统的额定电压一般为直流 12V 和 24V 两种。目前汽车上普遍采用 12V 电源,重型柴油机多采用 24V 电源。

随着汽车上电气设备的增多,电气负荷越来越大,要求汽车上采用能量大、体积小的电源。目前,已有汽车公司在研究使用 36V、42V 新型电源的课题。从效率的角度考虑,使用 42V 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能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为两条导线:公共的火线和公共的零线。

所谓的单线连接是指汽车上的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,则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。

所谓的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—71《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化学腐蚀,提高搭铁的可靠性。

小 结

现代汽车电气设备包括电源、用电设备和全车电路及配电装置。

汽车电气设备的特点是两个电源、低压直流、并联双线或单线、负极搭铁

习 题

1. 汽车电气设备由哪几部分组成?
2. 汽车电气设备有哪些特点?

项目 1

汽车供电系统的检修

知识要求	掌握蓄电池的组成； 了解蓄电池的工作原理； 掌握蓄电池的充电方法； 掌握蓄电池的常见故障检修； 掌握发电机的组成； 掌握发电机的工作原理； 掌握发电机的常见故障检修
能力要求	能够进行电解液密度的检测； 掌握蓄电池端电压测量方法； 掌握快速放电叉的使用方法； 熟练掌握蓄电池接线柱的联线安装要领； 掌握发电机的拆装方法； 掌握发电机的故障检修方法； 熟练掌握发电机在发动机上的安装方法



项目导读

汽车供电系统是汽车电器中关键的环节,主要包括蓄电池、发电机的检修等内容。

蓄电池是汽车供电系统重要的部件之一,它的质量直接影响了汽车的运行效果。它的功能是提供汽车起动的电能和调整发电机输出和负荷之间不平衡的状态。当发动机不工作或转速较低时,蓄电池向用电设备供电;当用电设备的用电功率大于发电机输出功率时,蓄电池与发电机携手并联向用电设备供电;当用电设备的用电功率小于发电机输出功率时,发电机向蓄电池和用电设备供电。随着现代工业技术的发展,汽车蓄电池技术也取得很大进步,目前一些轿车上使用了新型免维护蓄电池,如图 1.1 所示,就是近十年来迅速发展和应用的一种新型蓄电池。

汽车发电机是汽车的主要电源,其功用是在发动机正常运转时,向所有用电设备(起动机除外)供电,同时向蓄电池充电。发电机的实物如图 1.2 所示。



图 1.1 免维护蓄电池

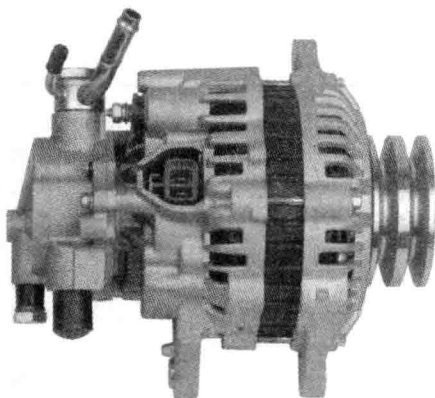


图 1.2 汽车发电机

1.1 蓄电池的维护与检修

1.1.1 蓄电池的作用

蓄电池是一种可逆直流电源,在汽车上与发电机并联组成电源系统,向用电设备供电。蓄电池的作用如下。

- (1) 汽车发动机起动时,向起动系统和点火系统及其他相关系统供电。
- (2) 当发电机不发电或电压较低时向用电设备供电。
- (3) 发电机过载时,协助发电机向用电设备供电。
- (4) 发动机正常运转时,发电机向蓄电池充电。

(5) 蓄电池还有稳定电压的作用。蓄电池相当于一个大的电容器,可吸收电路中的瞬时过电压,从而保护电子元件不被击穿。

汽车用的是起动型蓄电池,满足起动发动机的需要,5~10s 内向起动机提供强大的电流,一般汽油机为 200~600A,有些柴油机高达 1000A。

铅酸蓄电池结构简单、价格低廉,同时其内阻小,起动性能好,因此在汽车上得到广泛的应用。车用铅酸蓄电池按其结构特点不同,可分为普通型、干荷型、免维护型和胶体



型铅酸蓄电池。本节主要介绍汽车用起动型铅酸蓄电池的检修及维护。

1.1.2 蓄电池的结构与型号

1. 蓄电池的构造

蓄电池的构造如图 1.3 所示,一般由 3 个或 6 个单格电池串联而成。每个单格主要由极板、隔板、电解液和外壳等组成。每个单格的标称电压为 2V。标称电压通常指的是开路输出电压,也就是不接任何负载,没有电流输出的电压值。因此可认为标称电压是该电源的输出电压上限。

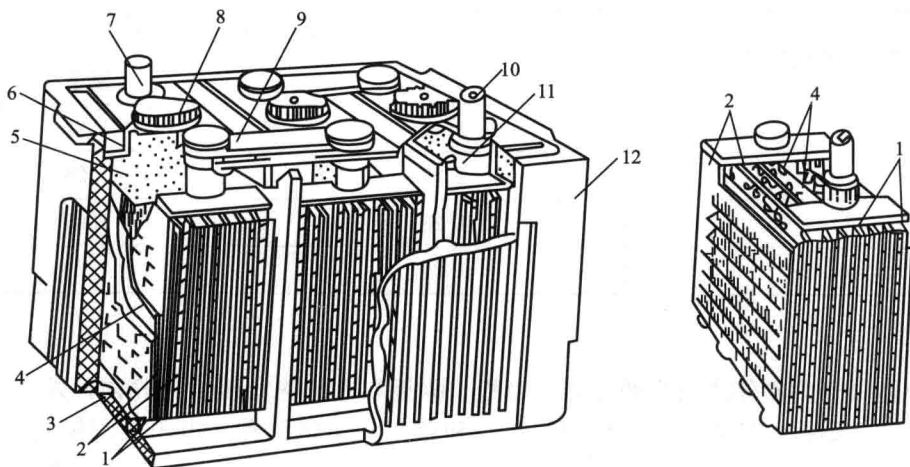


图 1.3 蓄电池的构造

1—正极板隔壁; 2—负极板; 3—筋条; 4—隔板; 5—护板; 6—封料; 7—负接线柱;
8—加液口盖; 9—联条; 10—正接线柱; 11—接线柱衬套; 12—蓄电池外壳

1) 极板

极板是蓄电池的基本部件,由它接受输入的电能和向外释放电能。极板的活性物质与电解液反应,完成蓄电池的充放电化学反应。

蓄电池的极板分为正极板和负极板,它们都是由栅架和涂在栅架上的活性物质构成的,正、负极板的外形相同。

极板栅架由铅锑合金浇铸而成,加锑是为了改善浇铸性能和提高机械强度。

正极板的活性物质是棕红色的二氧化铅(PbO_2),负极板的活性物质是青灰色的海绵状纯铅(Pb)。为了使电解液能顺利渗入极板内部,极板的活性物质应具有多孔性。

将正、负极板各一片,浸入电解液内,可获得约 2.1V 的电动势。为了增大蓄电池的容量,在单格电池中,将多片正、负极板分别焊接成正、负极板组。然后将正、负极板组交错装插在一起,形成单格电池的极板组。在一个单格内负极板总是比正极板多一片,这样可以使正极板两面都处于负极板之间,正极板放电均匀,避免了正极板两侧活性物质体积变化不一致造成的极板拱曲活性物质脱落。

2) 隔板

隔板安装在正、负极板之间,其作用是使正、负极板尽量靠近而又不至于接触短路,





以缩小蓄电池的体积,防止极板变形及活性物质脱落。

隔板多采用微孔塑料、橡胶、纸质及玻璃纤维等材料制成。隔板材料具有多孔性,便于电解液渗透,还要具有耐酸、绝缘、抗氧化等性能。隔板通常一面带有沟槽(或玻璃纤维),安装时,应将带沟槽面朝向正极板,并使沟槽竖直放置。

3) 电解液

电解液是由相对密度为 1.84 的纯硫酸(H_2SO_4)和蒸馏水(H_2O)配制而成的,相对密度一般在 1.24~1.31 之间。使用时应根据制造厂的要求和当地的气温条件选择,见表 1-1。

表 1-1 不同地区和气候条件下的电解液的相对密度

使用地区最低气温/ $^{\circ}\text{C}$	全充电 25°C 时的相对密度	
	冬季	夏季
<-40	1.31	1.27
$-30\sim-40$	1.29	1.26
$-20\sim-30$	1.28	1.25
$0\sim20$	1.27	1.24

4) 外壳

蓄电池外壳为整体式结构的容器,极板、隔板和电解液均装入外壳内,外壳应耐酸、耐热、耐寒、耐振。外壳的材料有硬质橡胶和聚丙烯塑料两种,由于聚丙烯材料的外壳轻、美观透明,且综合性能好,现已取代了传统的硬橡胶外壳。外壳被间壁分为 3 个或 6 个互相分离的小格子,底部有凸起的肋条支撑极板组,肋条之间的空间用来盛放极板脱落的活性物质,以防极板短路。

5) 联条

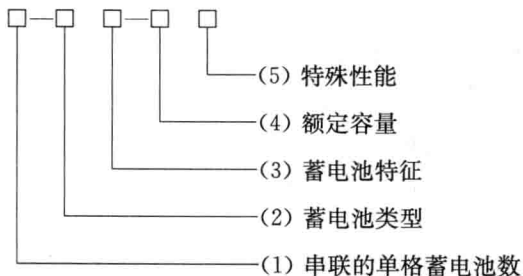
联条的作用是将各单格电池串联起来。传统蓄电池的联条是外露式的,用铅锑合金铸造而成,耗材较多、电阻较大,已逐渐被穿壁式或跨接式取代。

6) 极桩

极桩有锥台形和 L 形等形式。为便于识别,在极桩的上方或旁边标刻有“+”(或 P)或“-”(或 N)标记,或者在正极桩上涂红色油漆。

2. 蓄电池的规格型号

根据我国原机械工业部 JB 2599—85《起动型铅酸蓄电池标准》规定,蓄电池型号由三部分组成,其内容及排列如下。





- (1) 串联的单格蓄电池数，用阿拉伯数字表示。
- (2) 蓄电池类型，按蓄电池的主要用途划分，起动型蓄电池用“Q”表示。
- (3) 蓄电池特征，用字母标注。无特殊特征时，该项省略不标；当产品同时具有两种特征时，应按表 1-2 的顺序将两个特征代号并列标注。

表 1-2 铅蓄电池特征代号

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

(4) 额定容量，指 20h 放电率时的额定容量，用阿拉伯数字表示，单位是安培·小时 ($A \cdot h$)。

(5) 特殊性能，用大写字母表示，如高温起动蓄电池用“G”表示，低温起动性能好的蓄电池用“D”表示，塑料外壳蓄电池用“S”表示，等等。

例如，6-QA-135 型风帆蓄电池如图 1.4 所示，各部分含义如下。

6——蓄电池由 6 个单格串联而成，额定电压是 12V。

Q——起动型。

A——干荷电蓄电池。

135——20h 放电率额定容量是 135A·h。



图 1.4 6-QA-135 型风帆蓄电池

1.1.3 蓄电池的工作原理

根据双极硫酸盐化理论，蓄电池中参与化学反应的物质，正极板上的物质是 PbO_2 ，负极板上的物质是 Pb ，电解液是 H_2SO_4 的水溶液。

蓄电池的放电过程是化学能转变为电能的过程。蓄电池放电时正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都变成 $PbSO_4$ ，电解液中的 H_2SO_4 减少， H_2O 增加，电解液密度下降；同时，生成的 $PbSO_4$ 附着在正负极板上，减少了正负极板与电解液的有效接触面积，阻碍放电效果。放电过程总的电化学反应为



蓄电池的充电过程是将电能转变为化学能的过程。蓄电池充电时，则按放电过程相反的方向变化，正极板上的 $PbSO_4$ 恢复成 PbO_2 ，负极板上的 $PbSO_4$ 恢复成 Pb ，电解液中

的 H_2SO_4 增加, H_2O 减少, 密度增大。充电过程总的电化学反应为



1. 1. 4 蓄电池的电动势

蓄电池在静止状态下(即不充电、不放电时)的电动势称为静止电动势。其电动势 E_0 的大小取决于电解液的密度和温度, 在电解液密度为 $1.050 \sim 1.300\text{g/cm}^3$ 的范围内, 蓄电池的静止电动势可用下面的经验公式计算

$$E_0 = 0.84 + \rho_{25^\circ\text{C}} \quad (1-1)$$

式中: E_0 ——蓄电池的静止电动势;

$\rho_{25^\circ\text{C}}$ —— 25°C 时电解液的密度。

如果测量电解液密度时, 电解液的温度不是标准温度 25°C , 则需要换算, 其换算公式为

$$\rho_{25^\circ\text{C}} = \rho_t + \beta(t - 25) \quad (1-2)$$

式中: ρ_t ——实测的电解液密度;

t ——测量时电解液的温度, $^\circ\text{C}$;

β ——密度温度系数, 一般取 $\beta = 0.00075$ 。

由于汽车用蓄电池电解液的相对密度在充电时增高, 放电时下降, 一般在 $1.12 \sim 1.308\text{g/cm}^3$ 之间波动, 因此蓄电池的静止电动势也相应的在 $1.97 \sim 2.15\text{V}$ 之间变化。

1. 1. 5 蓄电池的容量及影响因素

1. 蓄电池的容量

蓄电池的容量标志着蓄电池对外供电的能力。一完全充足电的蓄电池, 在允许的放电范围内所输出的电量称为蓄电池的容量, 容量的计算公式为

$$C = I_f \cdot t_f \quad (1-3)$$

式中: C ——蓄电池的容量, $\text{A} \cdot \text{h}$;

I_f ——放电电流, A ;

t_f ——放电时间, h 。

蓄电池的容量与放电电流的大小以及电解液的温度有关, 蓄电池出厂时规定的额定容量是在一定的放电电流、一定的终止电压和一定的电解液温度下测得的。其标称容量有以下两种。

1) 20h 放电率额定容量

指充足电的蓄电池在电解液温度为 25°C 时, 以 20h 的放电率放电至单格电压降到 1.75V 时所输出的电量。

2) 起动容量

它表示蓄电池在发动机起动时的供电能力, 用倍率和持续时间来表示起动容量有两种规定: 常温起动容量和低温起动容量。

(1) 常温起动容量。常温起动容量为电解液初始温度为 25°C , 以 5min 放电率的电流放电时, 放电 5min 至单格电池电压降至 1.5V 时所输出的电量。5min 放电率的电流数值约为其额定容量的 3 倍。