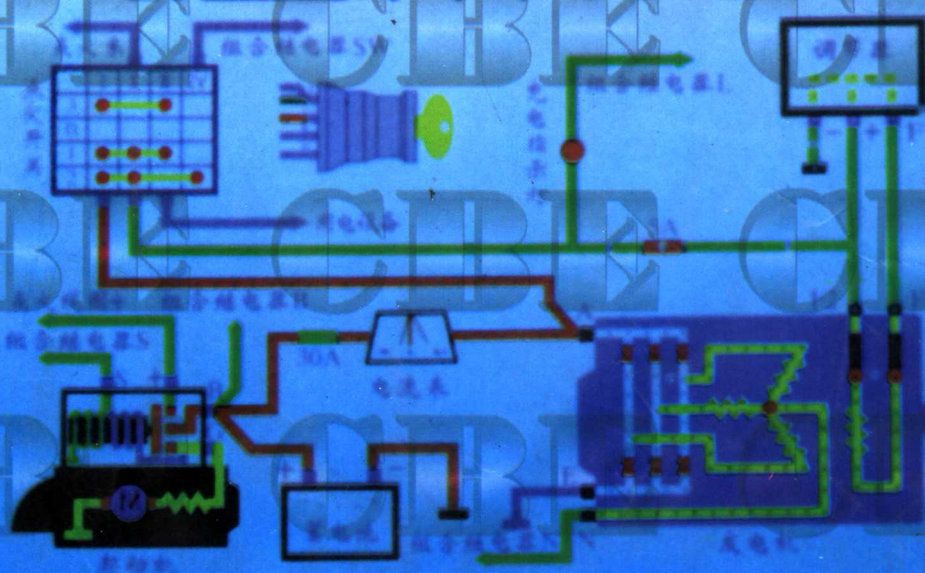


能力教育体系丛书

现代汽车电气设备

李东江 主编

CA1091 汽车充电系



机械工业出版社

能力教育体系丛书

现代汽车电气设备

主编 李东江

参 编 李东江 肖静功 张国凯
赵 梅 顾 林 彭富民

机械工业出版社

本书按照能力教育体系的要求,以模块式教学方式为主,介绍了现代汽车电气设备的结构、原理和维修技术及有关实践操作技能。全书共分九个模块:车用蓄电池;车用交流发电机及其调节器;车用起动机;点火系统;照明与信号装置;仪表及辅助电气设备;车用空调;发动机电控汽油喷射系统;汽车电气设备总线路。本书适用于各类职业院校汽车及相关专业的教学培训,并可供汽车运用、汽车修理、管理等技术人员参考,同时亦可作为汽车维修电工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车电气设备/李东江主编. —北京:机械工业出版社, 1998. 8

(能力教育体系丛书)

ISBN 7-111-06382-1

I. 现… II. 李… III. 汽车—电气设备 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 12262 号

出 版 人: 马九荣(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 高金生 版式设计: 霍永明 责任校对: 孙志筠

封面设计: 姚学峰 责任印制: 路 琳

北京市密云县印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

1999 年 6 月第 1 版第 2 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·28.5 印张· 2 插页·702 千字

4 001--7 000 册

定价: 39.50 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

能力教育体系丛书编审委员会

主 任：缪培仁

副主任：陶建国 孙觉炎 丰亚安 沈信懽

委 员：刘学军 强跃平 彭富民 赵桂龙

李东江 张国凯 肖静功 周振宝

章兆丰 江胜强

序 言

职业技术教育担负着为社会各行各业培养、输送各类应用型技术、管理人才和具有良好素质劳动者的责任。

职业教育的核心在于质量，提高职业教育质量的核心是探索职业教育的办学规律和特点，使理论联系实际，培养学生具有较强的动手能力与直接上岗能力。为此，我国各类职业技术学校近年来都在进行深层次的教学改革，重点是对教学内容和教学方法进行改革，突出实践性教学环节，加强职业技能训练，增强教学的适应性、实用性和灵活性。在几年的能力教学体系建设和实践中，创造了很多成功的经验，也引进了多种国外较成功的职教模式，如合作教育模式、群集式职业教育模式及以能力为本位的职业教育模式等，其中以能力为本位的职业教育模式，较适合我国职业教育的实际情况。

这种教育模式是一种教学体系或是一种教学思想，要求教学以实际工作岗位对人才能力需要为基础设置教学内容，在教学过程中以学生为主，以实际技能训练为主，不断地加强自我评估与教师评估，以达到能力标准要求为准则的教学体系。其特点有：

- (1) 教学内容以技能训练为主，理论为辅，不一定强调知识的系统性、学科性和整体性；
- (2) 教学形式以学生为中心，而不以教师为中心，即强调学生在学习过程中的主体作用，培养学生的自学能力和自我评估能力；
- (3) 教学进度不强调群体进度，而以个体进度为主；
- (4) 应用现代化教学手段进行教学；
- (5) 教学过程划分单元，循序进行；
- (6) 注重教学评价、充分利用评价手段激励学生提高自己的技能。

在能力教育体系教学中，广泛采用模块式教学方式。为某教学内容的完成而精心设计的一套供教与学两方面用的教材和教学活动，称之为模块；按模块要求进行教学的方式称为模块式教学。它首先要将全部教学内容按功能特性划分为若干个教学单元，每一个教学单元都有确定的教学目的，即学生学完一个单元，就独立掌握一项技能。教学单元下面划分分单元，分单元下面划分为小节。模块式教学材料与活动，一般以一节或一个分单元进行组织，教学材料与教学活动由多项内容组成，其中资料单、工作单、思考题、技能单是必须有的。资料单是教师每节课发给学生用于学习的材料，它及时地反映新的教学内容、课外参考资料、信息（文字、图形、表格、数据等）及供学生阅读或学习的活页材料。工作单里提出一些简单、基本的问题，使学生在阅读资料单后完成，用于指导学生阅读资料单，工作单可以在课内完成。技能单相当于实验指导书，是能力教育教学体系中不可缺少的部分，它将每一项技能的操作划分为若干个小步骤，用文字、图例展示完成的步骤。思考题是学生完成的作业，难度较工作单大，学生要在查阅资料、思考后才能完成。

根据我国职业技术学校的教学条件和经济条件，完全按上述方式进行教学很困难，特别是教学材料的制作难度较大，并且成本较高。为此，我们按能力教学体系要求，将汽车相关

专业、技能要求较高的八门课程，即《现代汽车发动机》、《现代汽车车身与底盘》、《现代汽车电气设备》、《现代汽车检测与诊断技术》、《汽车维修设备与工艺》、《维修电工》、《测量技术》、《汽车专业英语》等课程中的应知和应会内容，即模块式教学方式中的资料单和技能单作为主要教学材料编写在一起，组成汽车相关专业系列丛书，以探索能力教育体系的教学方式。

这一系列丛书的突出特点是以能力为本位，以学生为主体，精选内容，深浅适度，加强应用，注意更新，充分体现了职教的针对性、实践性、应用性强的特点，因此，该系列丛书非常适用于各类职教学校汽车相关专业的教学培训，同时，其中的每一本书也可作为相关工种的培训教材，并可作为汽车运用、维修、管理等技术人员的参考书。

本套丛书由南京农业机械化学院主编，将陆续由机械工业出版社出版发行。

能力教育体系丛书编审委员会

前 言

随着汽车工业的发展，汽车技术日新月异，特别是汽车电子技术的应用，使汽车结构发生了根本性变化，这样对汽车运用、修理人员提出了新的要求。为此，我们根据能力教育体系的教学要求，编写了《现代汽车电气设备》，本书是能力教育体系丛书中的一本，以现代汽车为主线，以解放 CA1091、CA1092、东风 EQ1090E、奥迪、桑塔纳等为主要车型，将汽车电气设备划分为九个模块，详细介绍了现代汽车电气设备的结构、原理、技术参数、使用、维修、故障诊断与检测等。在内容上力求作到深入浅出、图文并茂、方便技能训练、适应能力教育体系。

本书由李东江任主编，参加编写的还有肖静功、张国凯、赵梅、彭富民、顾林等。在编写过程中，参阅了国内外大量的参考文献，并得到南京农业机械化学院领导的大力支持，同时机械工业出版社为本书的出版给予了大力支持，在此，作者对原参考文献的作者和有关领导和单位表示衷心地感谢。

由于编者水平有限，书中不妥和疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作 者

目 录

序言

前言

模块一 车用蓄电池 1

一、资料单部分 1

资料单一、普通铅酸蓄电池的作用、结构及型号 1

资料单二、普通铅酸蓄电池的工作原理及工作特性 5

资料单三、蓄电池的容量 10

资料单四、蓄电池常见故障 12

资料单五、干荷电铅酸蓄电池 14

资料单六、免维护蓄电池 15

资料单七、充电设备 18

二、技能单部分 21

技能单一、蓄电池的使用维护及技术状态检查 21

技能单二、电解液的配制 26

技能单三、蓄电池的充电 27

技能单四、蓄电池常见故障的诊断与排除 31

技能单五、蓄电池的修理 33

技能单六、充电机的检修 38

模块二 车用交流发电机及其调节器 40

一、资料单部分 40

资料单一、交流发电机的结构 40

资料单二、交流发电机的工作原理和特性 42

资料单三、几种其他型式车用交流发电机 45

资料单四、触点振动式电压调节器 49

资料单五、晶体管调节器 51

资料单六、集成电路调节器与整体式交流发电机 53

资料单七、汽车电源系统的保护电路 59

资料单八、交流发电机及调节器的使

用 62

资料单九、交流发电机及其调节器的规格和参数 62

资料单十、汽车电气万能试验台 67

二、技能单部分 74

技能单一、硅整流发电机的检查 74

技能单二、硅整流发电机的维修 76

技能单三 硅整流发电机的检测 80

技能单四、调节器的检修 84

技能单五、充电系故障检查与判断 89

模块三 车用起动机 95

一、资料单部分 95

资料单一、起动机的功用和组成 95

资料单二、直流电动机及其特性 95

资料单三、传动机构 97

资料单四、控制装置 100

资料单五、东风 EQ1090 型、解放 CA1091 型汽车起动机结构特点及电路 101

资料单六、上海桑塔纳普通轿车 QD1225 起动机结构特点 103

资料单七、奥迪 100 轿车（五缸机）永磁减速起动机 103

资料单八、起动机型号及安装尺寸 104

资料单九、起动系统常见故障 105

二、技能单部分 106

技能单一、东风 EQ1090 型汽车起动机的拆装与调整 106

技能单二、起动机的检修 106

技能单三、起动机的性能检测 112

技能单四、起动系统的故障诊断 112

模块四 点火系统 114

一、资料单部分 114

资料单一、车用蓄电池点火系统及技术参数 114

资料单二、东风 EQ1090 型汽车无触点电子点火装置 136

资料单三、解放 CA1091 型汽车磁感应式 无触点电子点火装置 (用于 CA6102 型汽油机)	138	与调整	221
资料单四、桑塔纳、奥迪轿车霍尔式电子 点火装置	141	技能单二、电热式水温表的检查与调整及 故障诊断与排除	222
二、技能单部分	150	技能单三、电磁式燃油表的检查与调整及 故障诊断与排除	224
技能单一、火花塞的型号与选用	150	技能单四、电热式油压表的检查与调整及 故障诊断与排除	226
技能单二、点火正时的检查调整	152	技能单五、仪表电源稳压器的检修	228
技能单三、点火系统部件的主要故障与检 修	154	技能单六、车速里程表的检查与调整及故 障诊断与排除	228
技能单四、点火系统故障诊断与排除	156	技能单七、电动刮水器的检查与调整及故 障诊断与排除	230
技能单五、晶体管点火装置的使用与维 护	157	技能单八、电喇叭的检查与调整及常见故障 的诊断与排除	232
技能单六、电子点火系统故障诊断与排 除	158	模块七 车用空调	236
技能单七、用示波器检查点火系统的 故障	164	一、资料单部分	236
技能单八、蓄电池点火系统的性能 检测	168	资料单一、汽车空调原理	236
模块五 照明与信号装置	172	资料单二、上海桑塔纳轿车空调系统	243
一、资料单部分	172	资料单三、奥迪轿车空调系统	248
资料单一、汽车灯具的类型	172	资料单四、天津夏利轿车空调系统	254
资料单二、照明装置	174	资料单五、汽车空调主要专用器具	258
资料单三、信号装置	180	二、技能单部分	261
资料单四、汽车转向信号灯与闪光器	180	技能单一、汽车空调系统检修的操作技 能	261
资料单五、灯光控制开关	186	技能单二、汽车空调制冷系统的故障诊断 与修理	266
资料单六、保险装置	191	模块八 发动机电控汽油喷射系统	274
资料单七、汽车前照灯检测仪	193	一、资料单部分	274
二、技能单部分	195	资料单一、汽油喷射的基本概念和类 型	274
技能单一、灯光检测仪的正确使用及前照 灯光束的调整	195	资料单二、电控汽油喷射系统的基本组成 和工作原理	278
技能单二、利用屏幕检验法对前照灯光束 的检验	197	资料单三、机械式和机电混合式汽油喷射系 统主要部件的结构和工作	281
技能单三、照明、信号线路故障的诊断 与排除	198	资料单四、电控汽油喷射系统主要部件的 结构和工作	290
技能单四、闪光器的检修与调试	200	资料单五、几种常见车型电控汽油喷射 系统	305
模块六 仪表及辅助电气设备	203	资料单六、电控汽油喷射系统的故障自诊 断功能	317
一、资料单部分	203	资料单七、电控汽油喷射系统故障检修 基本知识	330
资料单一、汽车仪表	203	资料单八、常用工具和专用测试仪	334
资料单二、报警装置	213		
资料单三、辅助电气装置	216		
二、技能单部分	221		
技能单一、电流表的故障诊断、检修			

二、技能单部分	342	资料单三、车用开关及保险装置	375
技能单一、电控汽油喷射系统主要传感器的检测	342	资料单四、汽车电路图	385
技能单二、电控汽油喷射系统主要执行器的检测	348	资料单五、国内几种常见车型电系规范	393
技能单三、电控汽油喷射系统燃油供给系统的检修	357	资料单六、汽车常用电气总成选配及代用	399
技能单四、电控汽油喷射系统故障代码的读取	359	资料单七、几种常见汽车电路图	422
模块九 汽车电气设备总线路	367	二、技能单部分	434
一、资料单部分	367	技能单一、全车线路图的识读	434
资料单一、汽车电气设备总线路的原理、组成和特点	367	技能单二、线束的制作与安装	435
资料单二、车用导线、线束和插接器	372	技能单三、汽车电气常用配件的选用	436
		技能单四、全车线路的故障诊断与排除	440
		主要参考文献	444

模块一 车用蓄电池

一、资料单部分

资料单一、普通铅酸蓄电池的作用、结构及型号

1. 铅酸蓄电池的作用

车用蓄电池的极板材料主要是由铅和铅的氧化物构成，它的电解液是硫酸的水溶液，故也称为铅酸蓄电池，或铅蓄电池。

蓄电池为可逆的直流电源，它在汽车、拖拉机上与发电机并联，向用电设备供电。在发电机工作时，用电设备所需电能由发电机供给，而蓄电池的作用是：

(1) 发动机起动时，向起动机和点火系供电。

(2) 在发电机不发电或电压较低的情况下，向用电设备供电。

(3) 当用电设备同时接入较多，发电机超载时，协助发电机供电。

(4) 蓄电池存电不足，而发电机负载又较少时，它可将发电机的电能转变为化学能储存起来，也就是充电。

铅蓄电池还相当于一个较大的电容器，能吸收电路中随时出现的瞬时过电压，以保护晶体管元件不被击穿。

蓄电池的种类很多，用于汽车、拖拉机上的蓄电池必须能满足起动发动机的需要，即在短时间内（5~10s）可供给起动机强大的电流（一般为200~600A），所以汽车用铅蓄电池又叫作起动型铅蓄电池。

铅蓄电池最突出的优点是结构简单、内电阻小、起动性能好，且价格低廉，因此在汽车拖拉机上得到广泛的应用。

2. 铅蓄电池的结构

蓄电池的结构如图1-1所示，由3个或6个单格电池串联而成。每单格的标称电压为2V，串联成6V或12V，以满足汽车用电设备的需要。

蓄电池主要由下列各部分组成：

2.1 极板

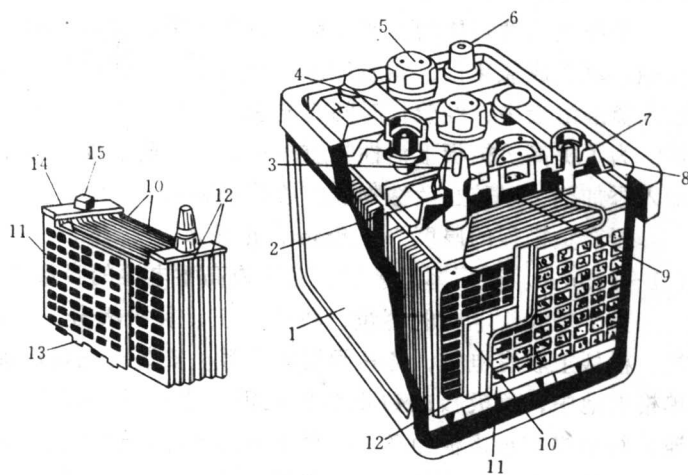


图 1-1 蓄电池的结构

- 1—蓄电池外壳 2—封闭环 3—正极桩 4—连接条 5—加液孔
6—负极板 7—电池盖 8—封料 9—护板 10—隔板 11—负极板
12—正极板 13—支承凸起 14—横条 15—电桩

极板是蓄电池的核心部分，它分正极板和负极板。正极板上的活性物质是深棕色二氧化铅（ PbO_2 ），负极板上的活性物质是青灰色海绵状铅（ Pb ）。蓄电池充、放电过程中，电能和化学能的相互转换，就是依靠极板上活性物质和电解液中硫酸的化学反应来实现的。

正负极板上的活性物质分别填充在铅锑合金铸成的栅架上，如图 1-2 所示。

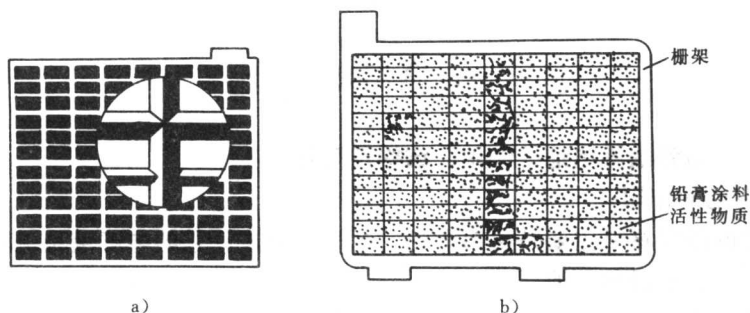


图 1-2 极板的构造

a) 栅架 b) 极板

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，引起蓄电池自行放电和栅架的膨胀、溃烂，缩短蓄电池的使用寿命。在免维护蓄电池中已采用铅、低锑合金栅架（含锑 2%~3%）和铅-钙-锡合金栅架。

铅粉是活性物质的主要原料，它是用铅块放入球磨机中研磨成粉，在研磨中铅粉与空气接触，氧化成氧化铅，然后加入一定的添加剂和硫酸溶液调和成膏状，涂在栅架上，干燥后放入硫酸溶液中，经较长时间充电使正极板变成棕色的二氧化铅，负极板呈青灰色的海绵状铅。为了提高负极板上活性物质的多孔性，防止使用过程中负极板的矮化和收缩，铅膏里常加入添加剂，以防止活性物质的脱落和裂纹。

国产负极板的厚度为 1.8mm，正极板为 2.2mm。目前国内外采用的薄型极板，厚度为 1.1~1.5mm。采用薄型极板，对于提高蓄电池的容量和改善起动性能都是很有利的。

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。横板上联有电桩，各片间留有间隙。安装时正负极板相互嵌合，中间插入隔板。在每个单格电池中，负极板的数量总比正极板多一片。如东风 EQ140 汽车所用 6-Q-105 型蓄电池，每单格中正极板为 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。

2.2 隔板

为了减小蓄电池的内阻和尺寸，蓄电池内部的正负极板应尽可能地靠近，但为了避免彼此接触而短路，正负极板之间要用隔板隔开。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，即具有耐酸性和抗氧化性。

隔板的材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维和纸板等。

木质隔板价格低，但耐酸性能差，在硫酸和高温作用下易炭化发黑变脆。微孔塑料、微孔橡胶隔板耐酸、耐高温性好，价格日渐便宜因而使用渐多。玻璃纤维隔板常和木质、微孔

塑料等隔板使用。使用时应将玻璃纤维隔板靠近正极板以防止活性物质脱落，提高蓄电池的使用寿命，但操作工艺复杂不易机械化而渐被淘汰。

在组装中，隔板的带槽面必须对准正极板以保证电化学反应中极板对硫酸的需求。为了使正极板上脱落的活性物质顺利地掉入壳底槽中，隔板的槽还必须与壳体底部相垂直，防止正、负极板间短路。

2.3 电解液

电解液是蓄电池内部发生化学反应的主要物质，由化学纯净硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成，其成分用密度表示。

电解液的纯度和密度对蓄电池寿命和性能影响极大，如用工业硫酸和非蒸馏水配制，将带进有害物质（如铁、盐酸、锰、硝酸、铜、砷、醋酸及有机化合物等）而引起蓄电池内部自行放电，减少蓄电池容量。电解液密度低，冬季易结冰；电解液密度大，可以减少冬季结冰的危害，同时可使电动势增高，但密度过大，电解液粘度增加，隔板、极板将加速腐蚀而缩短使用寿命。电解液的密度一般为 $1.24 \sim 1.31 \text{g/cm}^3$ ，它的密度应根据地区、气候条件和制造厂的要求而定，可见表 1-1。

表 1-1 不同气温下电解液的密度 (15°C)

使用地区最低温度/ $^\circ\text{C}$	冬季/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	夏季/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
< -40	1.31	1.27
$-30 \sim -40$	1.29	1.25
$-20 \sim -30$	1.28	1.25
$0 \sim 20$	1.27	1.24

2.4 壳体

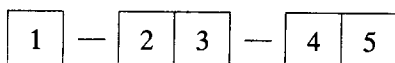
蓄电池的外壳用来盛放电解液和极板组，外壳应耐酸、耐热、耐振。通常用硬橡胶制成。近年来由于工程塑料发展很快，用它来做外壳，重量轻、外型美观、透明、耐酸性好，已成为发展趋势。

外壳为整体式结构，壳内由间壁分成 3 个或 6 个互不相通的单格，底部有突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，以防止极板间短路。每个单格的盖子中间有加液孔，可用来检查液面高度和测量电解液的密度，加液孔平时用加液孔盖拧紧。加液孔盖中心的通气孔应经常保持通畅，使蓄电池化学反应放出的气体随时逸出。在极板组上部装有护板，以防止测量电解液相对密度、液面高度或加液时，损坏极板上部。盖子与外壳之间的缝隙用封口剂密封，封口剂要保证在 $+65^\circ\text{C}$ 不溢流， -30°C 不产生裂纹。其用料配方为：沥青 67%、润滑油 14%、石棉粉 19%。

3. 蓄电池的型号、规格及选用

3.1 蓄电池的型号的编制与含义

蓄电池的型号一般都标注在外壳上，其型号的编制由五部分组成。



1——串联的单格数，用阿拉伯数字表示。

2——蓄电池的用途，用汉语拼音字母表示。Q——起动用蓄电池；M——摩托车用铅蓄电池；JC——船用铅蓄电池；HK——飞机用铅蓄电池。

3——为极板类型，用汉语拼音字母表示（无字为干封普通极板铅蓄电池）。A——干荷

电铅蓄电池；B——薄型极板铅蓄电池。

4—— 20h 率放电额定容量，用阿拉伯数字表示，不带容量单位。

5——特殊性能，用汉语拼音字母表示（无字为一般性能蓄电池）。G——高起动率蓄电池。

如3-Q-105表示蓄电池由3个单格组成，额定电压为6V，额定容量为105A·h的起动用铅蓄电池；6-QA-75表示蓄电池由6个单格电池组成，额定电压为12V，额定容量为75A·h的起动用干荷电铅蓄电池；6-QA-105G表示蓄电池由6个单格组成，额定电压为12V，额定容量为105A·h的起动用干荷电极板、高起动率铅蓄电池。

3.2 国产蓄电池的型号与规格

汽车用蓄电池的型号与规格见表1-2。

表 1-2 起动机蓄电池的型号和规格

类别	蓄电池型号	单 格 电池数	额定电压 /V	20h 率放电 额定容量 /A·h	最大外形尺寸			参考重量/kg		单格电池 极板片数
					长/mm	宽/mm	高/mm	有电解液	无电解液	
第一类	3-Q-75	3	6	75	197	178	250	17	14	11
	3-Q-90			90	224	178	250	20	15	13
	3-Q-105			105	251	178	250	23	18	15
	3-Q-120			120	278	178	250	25	20	17
	3-Q-135			135	305	178	250	27	22	19
	3-Q-150			150	332	178	250	29	24	21
	3-Q-195			195	413	178	250	41	34	27
第二类	6-Q-60	6	12	60	319	178	250	25	21	9
	6-Q-75			75	373	178	250	33	27	11
	6-Q-90			90	427	178	250	39	31	13
	6-Q-105			105	485	178	250	47	37	15
第三类	6-Q-120	6	12	120	517	198	250	52	41	17
	6-Q-135			135	517	216	250	58	46	19
	6-Q-150			150	517	234	250	63	50	21
	6-Q-165			165	517	252	250	67	54	23
	6-Q-195			195	517	288	250	75	61	27
第四类	6-Q-40G	6	12	40	212	172	250	75	61	—
	6-Q-60G			60	279	172	250	75	61	—
	6-Q-80G			80	346	172	250	75	61	—

3.3 起动用铅酸蓄电池的选型

国产汽车用铅蓄电池型号、规格见表1-3，供选型参考。

表 1-3 国产汽车用蓄电池型号、规格

汽 车 型 号	发动机最大功率 kW/r·min ⁻¹	蓄 电 池				
		型 号	电压/V	容量/A·h	数量/只	连接型式
奥迪 100	66/5500	6-Q-63	12	63	1	
上海桑塔纳	62.7/5200	6-Q-54	12	54	1	
天津夏利	55/4000	6-Q-88	12	88	1	
广州标致	38/5600	6-Q-45S	12	45	1	
上海 58—1 型	19.9/3800	6-Q-60	12	60	1	

(续)

汽 车 型 号	发动机最大功率 kW/r·min ⁻¹	蓄 电 池				
		型 号	电压/V	容量/A·h	数量/只	连接型式
海燕牌 SWH600 型	14.7/4100	6-Q-60	12	60	1	
北京牌 BJ130 型	55.2/3500~4000	6-Q-60	12	60	1	
上海牌 SH130 型	55.2/4000	6-Q-60	12	60	1	
跃进牌 NJ130 型	58.1/3300	3-Q-75	6	75	2	串 联
解放牌 CA-1013 型	69.9/2800	3-Q-90	6	90	2	串 联
交通 SH141 型	66.2/3000	3-Q-105	6	105	2	串 联
黄河牌 JN150 型	117.7/1800	6-Q-165	12	165	2	串 联
北京牌 BJ212 型	55.2/3500~4000	6-Q-60	12	60	1	
跃进 NJ230	64.7/3300	3-Q-75	6	75	2	
解放牌 A30 型	80.9/2800	3-Q-90	6	90	2	
交通牌 SH361 型	161.8/2200	6-Q-195	12	195	2	串 联
上海牌 SH380 型	294.2/2000	6-Q-135	12	135	2	串 联
长征牌 XD980 型	125/1800	6-Q-155	12	155	2	串 联
天津牌 TJ620 型	55.2/3500~4000	6-Q-75	12	75	1	
上海牌 SH760 型	66.2/4800	6-Q-60	12	60	1	
红旗牌 CA773 型	161.8/4400	6-Q-68	12	68	2	
海燕牌 SW710 型	9.6/5200	6-Q-60	12	60	1	并 联
上海 SK644A 型	69.9/2800	3-Q-90	12	90	2	串 联
北京牌 BK651 型	117.7/1800	6-Q-165	12	165	2	串 联
天津牌 TJ660 型	80.9/2800	6-Q-135	12	135	1	
东风 EQ140 型	99.3/3000	3-Q-90	6	90	2	
上海 SK660 型	69.9/2800	6-Q-105	12	105	1	

资料单二、普通铅酸蓄电池的工作原理及工作特性

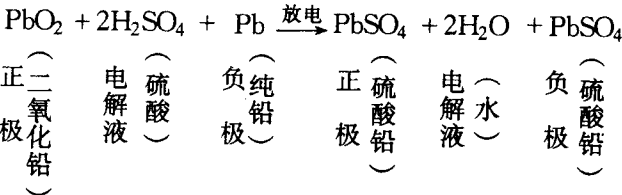
1. 蓄电池的工作原理

蓄电池的工作原理就是化学能与电能的互相转化。当蓄电池将化学能转化为电能而向外供电时，称为放电过程；当蓄电池与外界直流电源相联而将电能转化为化学能储存起来时，称为充电过程。

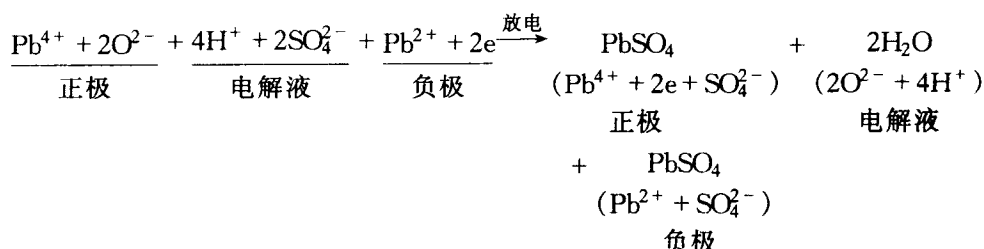
下面对蓄电池的放电过程和充电过程作一分析。

1.1 放电过程

当蓄电池充足电时，正极板上的活性物质是二氧化铅，负极板上的活性物质是纯铅。在电解液（纯硫酸+蒸馏水）作用下，发生以下化学反应：



离子方程式为



放电前，正极板上二氧化铅电离为四价铅离子 (Pb^{4+}) 和二价氧离子 (O^{2-})，铅离子附着在正极板上，氧离子进入电解液中。负极板上的纯铅电离为二价铅离子 (Pb^{2+}) 和二个电子 (2e^-)，铅离子进入电解液中，电子留在负极上。

这样，负极上因电离出电子而带负电。如果让电子运动到正极，则正极就会因得到电子而带正电，从而两极间产生一个电位差。这个电位差大约为 2V。放电时外电路接通，如图 1-3 所示，在这个大约为 2V 的电位差作用下，电流便从正极流出，经过灯泡，流回负极，使灯泡发亮。在放电过程中，正极板上四价的铅离子与

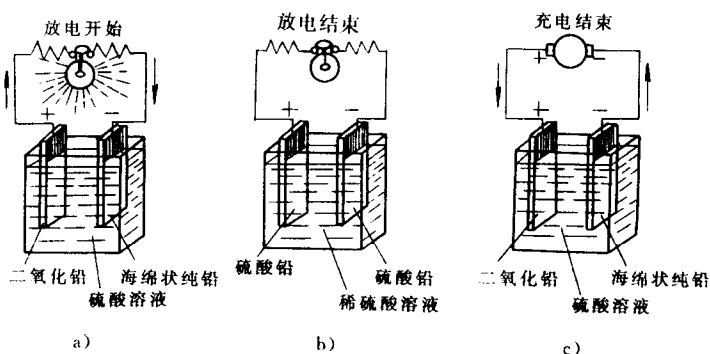


图 1-3 蓄电池的工作原理图

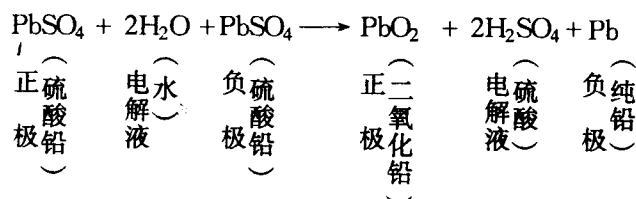
a) 放电 b) 放电结束 c) 充电

电子结合生成二价铅离子，进入电解液再与硫酸根离子结合生成硫酸铅（附着在正极上）；负极板上，二价铅离子也同硫酸根离子结合生成硫酸铅（附着在负极板上）。

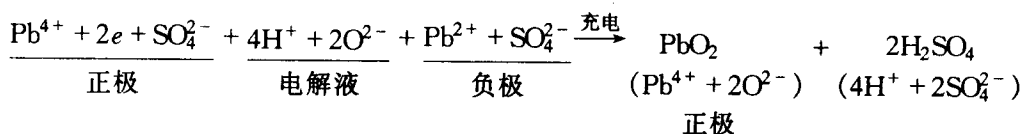
如果电路不中断，上述电化学反应将继续进行。电解液中的硫酸因氢离子和硫酸根离子的迁移而被消耗，生成了水。所以，放电后电解液的密度是逐渐下降的。这个过程一直进行到化学反应不能再继续进行、灯泡不能正常发光为止。

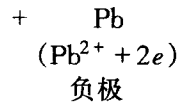
1.2 充电过程

如果把放电后的蓄电池接一直流电源，使蓄电池正极接上直流电源的正极，蓄电池的负极接直流电源的负极。当外加电源电压高于蓄电池电动势时，电流将以放电电流相反的方向流过蓄电池，使蓄电池正、负极发生与放电相反的化学反应：



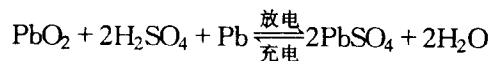
离子方程式为





充电时,正极板处外加电流将二个电子经外电路输送到负极板,正极板上原二价铅离子因失去二个电子而成为四价铅离子,再与水反应生成二氧化铅(附在正极板上)。而在负极板上,由于得到二个电子与原二价铅离子结合而生成纯铅(附在负极板上)。与此同时,从正、负极上电离出来的硫酸根离子则与水中氢离子结合生成硫酸。所以充电时,水被消耗,电解液密度上升。在充电过程中,上述化学反应不断进行。当充电进行到使极板上的物质和电解液完全恢复到放电前的状态时,如图 1-3c 所示,又可向外供电。

综上所述,蓄电池的充放电过程中的化学反应是可逆的,总的反应式如下:



2. 蓄电池的工作特性

蓄电池的工作特性主要是指蓄电池的电动势、端电压、内阻、电解液密度等在充、放电过程中的变化规律。

2.1 蓄电池的电动势

蓄电池在静止状态(不充电也不放电),正负极板之间的电位差称为静止电动势,用 E_j 表示。实验证明,蓄电池的静止电动势与电解液的密度有关,当电解液密度为 $1.050 \sim 1.300\text{g}/\text{cm}^3$ 时,可由下述经验公式计算其近似值,即

$$E_j = 0.84 + \rho_{15^\circ\text{C}}$$

式中 $\rho_{15^\circ\text{C}}$ —— 15°C 时电解液的密度。

15°C 时电解液的密度可用下式换算:

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = \rho_{t^\circ\text{C}} + \beta(t - 15)$$

式中 $\rho_{15^\circ\text{C}}$ —— 15°C 时电解液的密度;

$\rho_{t^\circ\text{C}}$ ——实际测得的密度;

t ——实际测得的温度;

β ——密度-温度换算系数, $\beta = 0.00075$, 即每温升 1°C , 密度将下降 $0.00075\text{g}/\text{cm}^3$ 。

蓄电池的电解液相对密度在充电时增高, 放电时下降, 一般在 $1.12 \sim 1.30\text{g}/\text{cm}^3$ 之间波动, 因此蓄电池的静止电动势也相应地在 $1.97 \sim 2.15\text{V}$ 之间变化。

2.2 蓄电池的内阻

蓄电池的内阻包括电解液的电阻、极板的电阻、隔板的电阻、连接板及电桩接触电阻等。

电解液的电阻与其密度和温度有关。密度低, 硫酸含量少, 电解液的导电离子减少, 电阻变大; 密度过大, 由于水分子相对减少而使硫酸电离速度变慢, 加上电解液粘度增大, 渗透能力下降, 因而电阻也变大; 温度越低, 电化学反应速度变慢, 电解液电阻也就越大。如 6-Q-75 型蓄电池在温度 $+40^\circ\text{C}$ 时其内阻约为 0.01Ω , 但在 -20°C 时则为 0.019Ω 。

蓄电池极板面积越大越薄, 多孔性越好, 电解液就容易渗透, 则极板电阻也越小。放电时正、负极板变为硫酸铅, 硫酸铅电导率小, 故电阻增大, 在正常使用中, 一般电阻极小, 它随活性物质的变化而变化, 充电后, 电阻变小, 放电后, 电阻变大。