

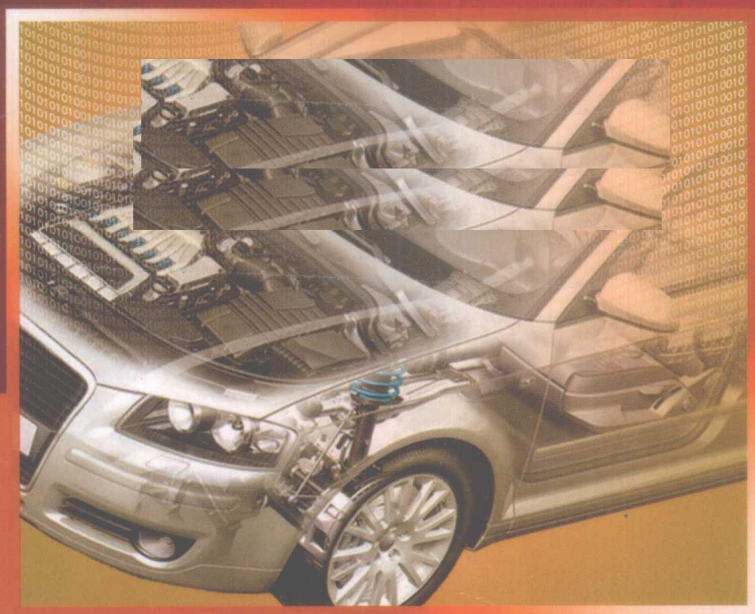


中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

汽车电气设备构造与维修

qiche dianqi shebei gouzao yu weixiu

■ 主编 王鹏举 尹茂华



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪中等职业教育特色精品课程规划教材
中等职业教育课程改革项目研究成果

汽车电气设备构造与维修

主 编 王鹏举 尹茂华
编 委 马一飞 张君健 杨文俊
洪兴丽 张 云

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书的主要内容包括铅蓄电池、硅整流发电机、起动系、点火系、照明与信号系统、仪表与安全设备、汽车辅助电气系统以及汽车电器总线路等方面。

本书可供汽车驾驶、汽车维修、汽车与驾驶专业师生教学用，也可供汽车驾驶员、汽车维修员工自学参考，亦可作为汽车行业从业人员的岗位培训用书。

版权专用 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电气设备构造与维修 / 王鹏举, 尹茂华主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2010. 7

ISBN 978 - 7 - 5640 - 3371 - 2

I. ①汽… II. ①王… ②尹… III. ①汽车 - 电气设备 - 构造 - 专业学校 - 教材
②汽车 - 电气设备 - 车辆修理 - 专业学校 - 教材 IV. ①U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 130301 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 / 北京通县华龙印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14.25

字 数 / 362 千字

版 次 / 2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

责任校对/张沁萍

定 价 / 26.00 元

责任印制/母长新

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前言



本书是中等职业学校汽车动用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车动用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,并参照相关行业岗位技能鉴定规范编写的。

本书主要介绍了汽车蓄电池、充电系统、起动系统、点火系统、仪表、信号、照明及辅助电器的结构、工作原理及维护和故障排除等相关知识。通过本课程的学习与实操训练,使学生掌握汽车电气设备的结构、工作原理、使用与维修、检测与调试以及故障判断与排除等基本知识和技能;能够读懂电路图,学会用电路图分析汽车电路的基本工作情况;能够正确选择和使用相关工具和仪器进行汽车电气总成和部件的维修,根据具体电路进行故障判断和排除,对常用的电气设备能够独立地完成拆装和检修;能够培养学生安全生产、文明生产及规范操作的意识,具备相应的实践能力和创新能力。

本书在编写中体现以下特色:

(1) 以技能为中心,难易合适,在必要的理论基础上体现了实际操作,突出了动手能力和实际技能的培养。理论围绕实际技能展开,对实际工作影响不大的理论内容不做深入阐述,比较适合现阶段中等职业学校沉重的学习。

(2) 体现以学生为中心的编写理念,图文并茂,每个知识点附有充分的插图,降低学生的学习难度。在文字描述方面力求通俗易懂,使学生能够自己读懂教材。

(3) 教材内容围绕国内普及率较高的1~2种轿车进行编写,使学校在实验设备的添置及实训上容易安排。各学校根据实际情况,合理、灵活地安排理论教学内容和实操训练。

(4) 本书在每个学习单元后均提供1~2个典型案例,进一步加深学生对知识点的理解,把传授专业知识和培养专业技术应用能力有机结合,同时提高和培养学生分析和解决问题的能力。

(5) 本书在每章开始有章节概述、教学目标,每章后有习题。

由于编辑学识和水平有限,错漏之处在所难免,敬请批评指正。

编者

目 录

CONTENTS

第一章 绪 论	1
第二章 铅蓄电池	3
第一节 蓄电池概述	3
第二节 铅蓄电池的工作原理和电池容量	6
第三节 电解液的配制及蓄电池的充电	9
第四节 铅蓄电池的维护、故障诊断与处理	12
第三章 硅整流发电机	18
第一节 硅整流发电机的结构与型号	18
第二节 硅整流发电机的原理及特性	22
第三节 硅整流发电机的检修与性能测试	25
第四节 电压调节器及电源线路连接	32
第四章 起动系	41
第一节 起动系统的组成、检查及拆装	41
第二节 起动机的工作特性和起动系的工作原理	46
第三节 汽车起动机的结构	48



第四节 起动机解体、检修、装复及测试	59
第五节 起动系统故障诊断与排除	69
第五章 点火系	72
第一节 汽车点火系概述	72
第二节 传统点火系的结构及工作原理	73
第三节 传统点火系的维护与检修	86
第四节 电子点火系	97
第五节 电子点火系的检修	116
第六章 照明与信号系统	120
第一节 照明装置	120
第二节 信号装置	130
第七章 仪表与安全设备	140
第一节 汽车常见仪表及电子显示装置	140
第二节 安全设备	155
第八章 汽车辅助电气系统	171
第一节 风窗刮水器和风窗洗涤器及除霜装置	171
第二节 电动辅助装置	178
第三节 汽车空调系统	187
第九章 汽车电器总线路	200
第一节 汽车电器总线路的组成	200
第二节 汽车电路图分析与识读	213

第一章 绪 论



汽车电气设备是汽车的重要组成部分。随着电子技术在汽车上的应用越来越广泛,尤其是微型计算机在汽车上的应用,大大推动了汽车工业的发展,同时给汽车的传统控制装置带来了巨大的变革。当前,电子技术在解决汽车能源、安全、污染等问题方面,起着越来越重要的作用。

汽车电气设备构造与维修课程主要介绍汽车电气设备构造,解释汽车电气设备作用原理,分析汽车电气设备工作特性,传授汽车电气设备使用和维修技能。其主要任务是使学生具有高素质劳动者和初、中级专门人才所必需的汽车电气设备知识和汽车电气设备维修的基本技能;通过理论教学和实践技能训练,使学生系统地掌握汽车电气设备的结构、基本工作原理、使用与维修、检测与调试、故障诊断与排除等基本知识和基本技能。

一、汽车电气设备分类

虽然现代汽车电气设备的数量很多,但按其功能可分为以下几个系统。

- 电源系统:又称充电系,主要由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置组成。其作用是向全车用电设备提供低压直流电能。
- 起动系统:主要由起动机、起动控制装置等组成,其作用是起动发动机。
- 点火系统:它仅用于汽油机上,主要由点火线圈、火花塞等组成。其作用是在气缸中适时可靠地产生电火花,以便点燃气缸中的可燃混合气。
- 照明系统:包括车内外各种照明灯及其控制装置,以便夜间行车。
- 信号系统:包括声响信号和灯光信号两类。其作用是告示行人、车辆,引起注意,指示行驶趋向,指示操纵件状态,报警运行性机械故障,以提高行驶和停车的安全性、可靠性。
- 仪表系统:常见的仪表有电流表、电压表、机油压力表、水温表、燃油表、气压表、车速里程表、发动机转速表等。其作用是显示汽车运行参数及有关信息。
- 辅助电气设备:它是为驾驶员和乘员提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境而设置的,常见的有空调器、音像设备、风窗刮水清洁设备、电动车窗、电动座椅等。
- 微电子控制系统:为了提高汽车的动力性、经济性,改善安全性,减少排放污染,现代汽车大量采用了计算机控制系统,又称微电子控制系统,主要分为驱动系统、安全系统、通信系统和舒适系统。

二、汽车电气设备的共同点

汽车种类繁多,但其电气设备却有以下共同特点。

- 两个电源。发电机为运行电源,主要在汽车运行时为各用电设备供电和给蓄电池充



电；蓄电池为起动电源，主要供起动机用电。

● 低压直流。根据 ZBT35—001—1987《汽车电器设备基本技术条件》的规定，汽车电器产品标称电压有三种：6V、12V、24V，相配套的发电机调节器额定电压为 7V、14V、28V。汽油机汽车和轻型柴油机汽车采用 12V，其他柴油机汽车及工程车辆采用 24V。由于蓄电池为直流电源，所以汽车电系必须采用直流电。

● 负极搭铁。ZBT35—001—1987《汽车电器设备基本技术条件》规定：汽车电气系统采用单线制时，必须统一电源负极搭铁。目的是便于汽车电子设备的生产、使用和维护，统一标准以提高零件互换性，减少导线端子在车架、车身连接处的化学腐蚀等。

● 并联单线。汽车用电设备较多，采用并联电路可以保证各电气设备相互独立控制，布线清晰、安装方便、节约导线、维修简便，汽车电气设备采用单线制接线方式，即把车架、发动机等金属机体沟通，并作为电气设备公共连接端。而安装在钣金件上、挂车上或非金属零件上的电气设备则一般采用双线制。



1. 现代汽车电气设备按功能可分为哪几个系统？
2. 汽车电气设备有哪些共同特点？
3. 为什么汽车上采用负极搭铁？
4. 画出汽车电器线路框图。
5. 各种汽车采用的标称电压有什么不同？

第二章 铅蓄电池



本章概述

汽车有蓄电池和发电机两个电源。蓄电池在发动机静止及起动、怠速等工况时，为用电设备供电；发电机在汽车正常运行时对用电设备供电，同时向蓄电池充电。蓄电池是一种可逆直流电源。蓄电池靠内部的化学反应将化学能转变为电能给用电设备供电，而发电机是在发动机的驱动下将机械能转变为电能给用电设备供电。在汽车上蓄电池与发动机并联使用。本章就铅蓄电池的相关内容进行介绍和讲解。



教学目标

1. 掌握蓄电池的型号含义，了解蓄电池的构造组成，了解新型铅蓄电池结构的特点。
2. 了解蓄电池的充、放电过程。
3. 理解铅蓄电池充、放电过程。掌握铅蓄电池充电的操作方法。
4. 了解铅蓄电池的常见故障。
5. 了解新型铅蓄电池的使用方法。

* * * * *

第一节 蓄电池概述

一、铅蓄电池的用途

起动型铅蓄电池在汽车上与发电机并联连接（见图2-1），其用途是：

- 发动机起动时，向起动机提供强大电流（一般为200~600A，有的柴油机起动电流可达1000A以上），并同时向点火系等用电设备供电。
- 发电机电压过低（低于蓄电池端电压）时，向用电设备供电。
- 发电机电压高于蓄电池电动势时，将发电机多余的部分电能变为化学能储存起来（充电）。
- 发电机过载时，协助发电机供电。

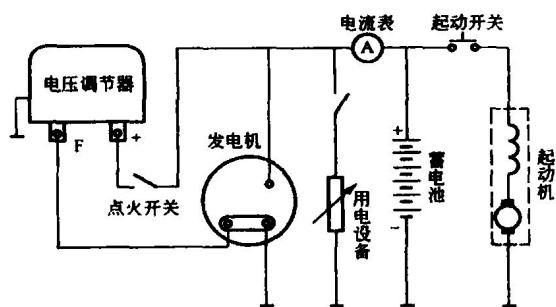


图 2-1 蓄电池在汽车电路中的连接

• 蓄电池相当于一个大的电容器，能吸收电路中出现的瞬时过电压，保持汽车电系电压稳定，保护电路中的电子元件。

二、起动型铅蓄电池的结构

铅蓄电池一般由三个或六个单格电池串联而成，每单格的额定电压为 2 V。普通铅蓄电池的结构如图 2-2 所示。

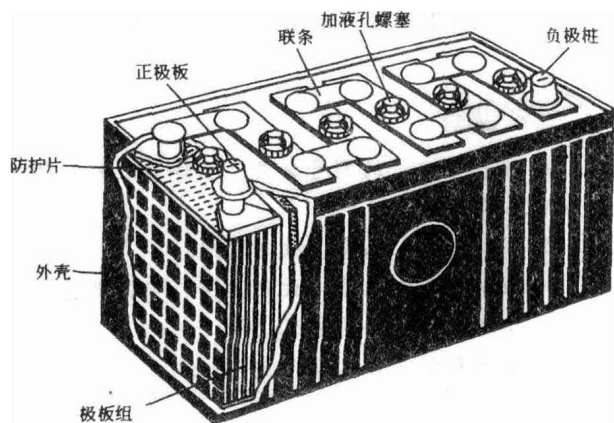


图 2-2 普通铅蓄电池的结构

1. 极板

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。

铅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。活性物质是极板的工作物质，正极板上的活性物质是暗棕色的二氧化铅 (PbO_2)，负极板上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，极板的活性物质具有多孔性。

将正、负极板各一片，浸入标准密度的电解液内，就可以获得约 2.1 V 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〔见图 2-3 (a)〕，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〔见图 2-3 (b)〕，在一个单格电池内负极板总是比正极板多一片。

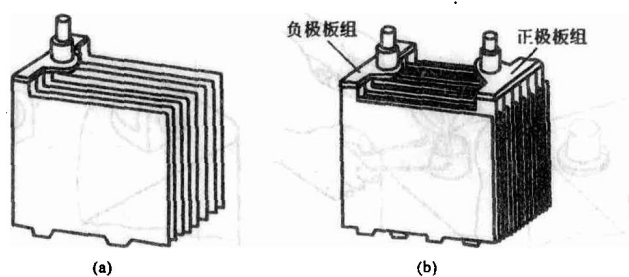


图 2-3 极板组

(a) 正(负)极板组; (b) 单格电池的极板组

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。隔板多采用微孔塑料、橡胶、纸质及玻璃纤维等材料制成。

3. 电解液

电解液的作用是形成电离,使极板活性物质与电解液反应,完成蓄电池的充、放电过程。它是由纯净的专用硫酸(H_2SO_4)和蒸馏水配制而成的,其相对密度一般在 1.24 ~ 1.28 之间,应根据制造厂的要求和当地的气温条件选择(见表 2-1)。

表 2-1 不同地区 and 气温条件下的电解液相对密度 (25℃)

使用地区最低气温/℃	冬季	夏季	使用地区最低气温/℃	冬季	夏季
≤ -40	1.31	1.27	$-20 \sim 30$	1.28	1.25
$-30 \sim -40$	1.29	1.25	$0 \sim -20$	1.27	1.24

4. 外壳

外壳用来盛放电解液和极板组,并使蓄电池构成一个整体。外壳的材料有硬质橡胶和聚丙烯塑料两种,由间壁将其分为三个或六个相互分离的单格,底部有凸起的筋条支撑极板组,凸筋之间的空间用来容纳极板脱落的活性物质,以防极板短路。

橡胶外壳的每一单格有一个小盖;塑料外壳采用整体盖。普通蓄电池每单格的中间有一个电解液加液孔,平时拧装一个螺塞,螺塞上有一个通气小孔,在使用时应保持其畅通。

5. 联条与极桩

联条的作用是将各单格电池串联起来,极桩用来与外部电路连接接线。

传统蓄电池的联条是外露式的,用铅材料铸造而成;整体盖蓄电池的联条在电池内部,多采用穿壁式或跨接式结构。

极桩有锥台型和 L 型等形式(见图 2-4)。为便于识别,极桩的上方或旁边标刻有“+”(或 P)、“-”(或 N)标记,或者在正极桩上涂红色油漆。

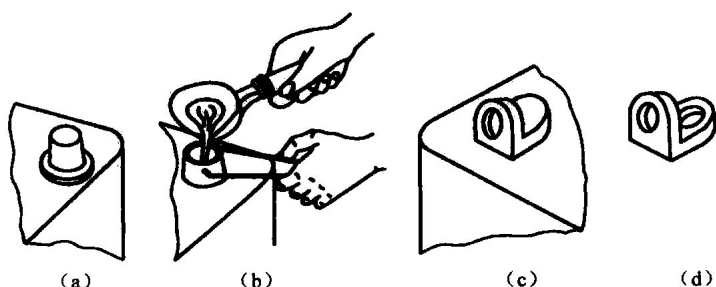
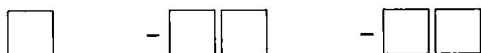


图 2-4 蓄电池极桩

(a) 锥台形极桩；(b) 锥台形极桩的铸造；(c) L 形极桩；(d) 装配前的 L 形极桩

三、起动型铅蓄电池的型号

按 JB2599—1985《铅蓄电池产品型号编制方法》的规定，铅蓄电池的型号由三大部分组成，各部分之间用破折号分隔，其内容及排列如下：



串联单格电池数、电池类型和特征、额定容量及特殊性能。

- 串联单格电池数 用阿拉伯数字表示。
- 电池类型 起动型蓄电池用“Q”表示（“起”字的第一个拼音字母）。
- 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 2-2 的顺序将两个特征代号并列标注。

表 2-2 常见蓄电池产品特征代号

产品特征	干式荷电	湿式荷电	免维护	少维护	胶体电解质
代号	A	H	W	S	J

● 额定容量 是指 20h 放电率时的额定容量，用阿拉伯数字表示（不标单位），单位是安培小时（A·h）。

● 特殊性能 如高起动率蓄电池用“C”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。

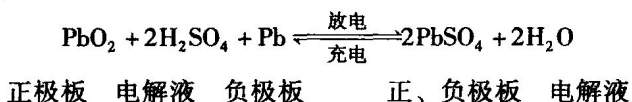
例如，夏利轿车用 6-QA-40S 型蓄电池，是由 6 个单格电池组成，额定电压为 12 V，额定容量为 40 A·h，采用塑料外壳的干荷电起动型铅蓄电池。

第二节 铅蓄电池的工作原理和电池容量

一、铅蓄电池的工作原理

铅蓄电池的充放电过程是可逆的。电池充满电时，正极板活性物质为二氧化铅（ PbO_2 ），负极板的活性物质为海绵状纯铅（ Pb ）；放电时，正、负极板的活性物质都逐渐

变为硫酸铅 (PbSO_4), 消耗电解液中的硫酸而产生水。其反应方程式为:



二、铅蓄电池的容量

铅蓄电池的容量是在规定条件下, 充足电的蓄电池所能输出的电量, 用 C 来表示, 单位是安培小时 ($\text{A} \cdot \text{h}$), 容量 C 等于放电电流与放电时间的乘积:

$$C = I_f \cdot t$$

式中: C ——容量;

I_f ——放电电流;

t ——放电时间。

起动型铅蓄电池的容量可分为额定容量与储备容量两种。



20h 放电率额定容量

按 GB5008.1—1991《起动用铅蓄电池技术要求和试验方法》的规定, 以 20 h 放电率的容量, 作为起动型蓄电池的额定容量: 将充足电的新蓄电池在电解液温度为 25°C 时, 以 20 h 放电率的放电电流连续放电, 至 6 V 蓄电池端电压下降到 $(5.25 \pm 0.02) \text{ V}$, 或 12 V 蓄电池端电压下降到 $(10.5 \pm 0.05) \text{ V}$ 时所输出的电量, 用 C_{20} 表示。

(1) 额定容量 蓄电池的额定容量与每片极板的面积和每单格电池极板的片数成正比, 与单格电池数无关。国产蓄电池极板已经标准化, 每片正极板的额定容量可按 $15 \text{ A} \cdot \text{h}$ 估算。一般地, 说某蓄电池是 N 片的, 是指它每单格电池内共有 N 片极板, 其中正极板的片数为 $(N-1)/2$, 则该电池的额定容量可按下式估算:

$$C = 7.5 \times (N-1) \quad (\text{A} \cdot \text{h})$$

(2) 储备容量 指完全充足电的蓄电池在电解液温度为 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 时, 以 25 A 电流放电, 至 6 V 蓄电池端电压下降到 $(5.25 \pm 0.02) \text{ V}$, 或 12 V 蓄电池端电压下降到 $10.5 \pm 0.05 \text{ V}$ 时, 放电所持续的时间, 用 C_m 表示, 单位为 min (分钟)。储备容量说明当汽车电源系统失效时, 蓄电池能提供 25 A 电流的时间。

储备容量与 20 h 放电率容量之间的关系, 按下式进行换算:

$$C_{20} = \sqrt{17778 + 208.3 C_m} - 133.3$$

当 $C_m \geq 480 \text{ min}$ 或 $C_{20} > 200 \text{ A} \cdot \text{h}$ 时, 上式不适用。

(3) 影响铅蓄电池容量的因素 影响铅蓄电池容量的因素, 一个是单格电池内极板的片数和结构等方面的因素, 另一个是使用方面的因素, 我们主要讨论使用因素的影响。

• 放电电流 放电电流越大, 蓄电池输出的容量越小, 见图 2-5 (a)。

在使用起动机时, 必须严格控制起动时间, 每次接入起动机的时间不得超过 5 s, 两次起动应间隔 15 s 以上。

• 电解液温度 电解液温度降低, 蓄电池输出的容量减小, 见图 2-5 (b)。一般地,



在正常范围内, 电解液温度每下降 1°C , 容量约下降 1% (但温度过高, 将造成极板拱曲变形、活性物质脱落、诱发电池自放电等故障, 所以蓄电池电解液温度不宜过高)。

由于上述原因, 冬季起动时, 蓄电池的端电压将会大幅度降低, 往往导致起动、点火困难, 因此冬季应注意对蓄电池的保温。

• 电解液的相对密度 实践证明, 采用较低的电解液相对密度, 可以提高蓄电池输出大电流的能力和大电流放电时的容量。从提高蓄电池的起动能力来看, 采用偏低的电解液密度为好。电解液相对密度对容量的影响见图 2-5 (c)。

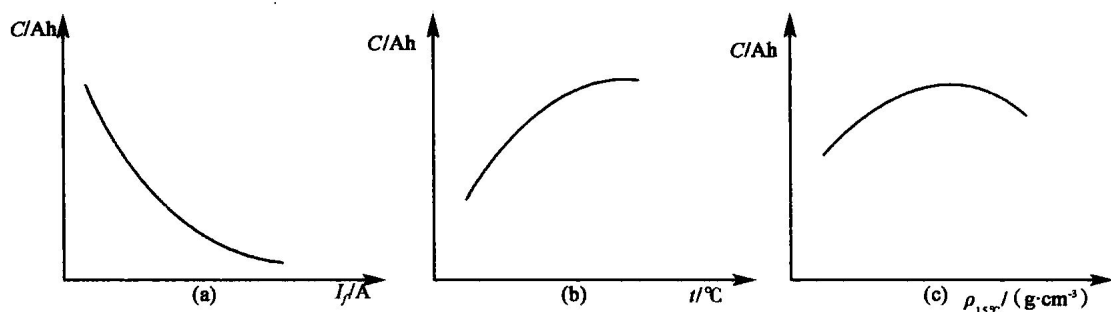


图 2-5 使用因素对蓄电池容量的影响

冬季, 在不致结冰的前提下, 应尽量采用稍低密度的电解液。



铅蓄电池的使用

铅蓄电池在使用中, 应遵循的原则如下:

1. 不能长时间大电流放电, 不能频繁和长时间使用起动机。
2. 不能大电流或过电压充电。实践证明, 充电电压高出正常范围 $10\% \sim 15\%$ 时, 蓄电池的寿命将缩短 $2/3$ 左右。
3. 避免蓄电池过放电和长期处于欠充电状态下工作。应及时进行补充充电, 放完电的蓄电池应在 24h 内充电。
4. 应避免起动型蓄电池长期处于小电流放电状态下工作。
5. 冬季使用蓄电池, 应注意使其经常处于充足电状态, 以免因电解液密度过低而招致电解液结冰, 造成极板损坏、壳体破裂。但应在不致结冰的前提下, 尽量采用较低密度的电解液; 应注意冬季蓄电池的保温。
6. 闲置不用的蓄电池, 应视时间长短, 采用不同方法贮存。

(1) 湿贮存法: 适应于保存期在 6 个月以内的蓄电池。方法是, 将电池充足电, 调整电解液相对密度及液面高度至规定值, 将加液孔螺塞上的通气孔密封, 置于阴凉干燥的仓库内, 贮存期间定期检查电解液密度和容量, 如放电超过 25% , 应补充充电。交付使用时应补充充电。

(2) 干贮存法: 适应于保存期超过 6 个月的蓄电池。方法是, 先以 20h 放电率完全放电, 倒出电解液, 用蒸馏水多次冲洗电池内部, 直至水中无酸性, 将内部晾干后密封贮存。启用时按新蓄电池对待。

第三节 电解液的配制及蓄电池的充电

一、电解液的配制

(1) 配制比例 专用纯净硫酸（相对密度为 $1.83 \sim 1.84 \text{ g/cm}^3$ ）和蒸馏水配制百分比见表 2-3。

(2) 配制仪器 配制电解液所用的容器必须是耐酸、耐热、与电解液不发生化学作用的有釉陶瓷缸、玻璃缸、塑料槽等。应备有塑料或玻璃棒、专用电解液密度计及温度计。

(3) 配制过程 电解液配制过程如下：

表 2-3 电解液配制成分的百分比

15℃的相对密度值/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	质量比/%		体积比/%	
	蒸馏水	专用硫酸	蒸馏水	专用硫酸
1.240	68.0	32.0	78.4	21.6
1.250	66.8	33.2	77.4	22.6
1.260	65.6	34.4	76.4	23.6
1.270	64.4	35.6	75.4	24.6
1.280	63.2	36.8	74.4	25.6
1.290	62.0	38.0	73.4	26.6

• 清洗器皿：将容器、塑料（或玻璃）棒等器具用清水洗去脏污，再用蒸馏水多次冲洗，以防配制成的电解液含有过量杂质。

• 先在容器中倒入蒸馏水：按欲配制的电解液的总量，计算出所需蒸馏水的数量。例如：要配制 30 L 相对密度为 1.27 g/cm^3 的电解液，查表 2-3 可计算出所需蒸馏水的体积为：

$$30 \text{ L} \times 75.4\% \approx 22.6 \text{ L}$$

• 取专用硫酸：自盛放专用硫酸的容器中取出所需的硫酸。

• 将硫酸倒入蒸馏水中：将硫酸沿容器壁徐徐倒入容器内的蒸馏水中，并不断用塑料棒慢慢搅拌（见图 2-6），以防因硫酸与水混合时产生的热量大量积存而造成硫酸的飞溅。

• 测量电解液相对密度：用专用吸式密度计测量配成电解液的相对密度，同时用温度计测量其温度 [图 2-7 (a)]。按下式换算成 25℃ 的相对密度值：

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = \rho_t + 0.0007 (t - 25)$$

本例中设 $t = 35^\circ\text{C}$ ， $\rho_t = 1.27$ ，所以：

$$\rho_{15^\circ\text{C}} = 1.27 + 0.0007 \times (35 - 25) = 1.277$$

也可以用带密度换算刻度的专用温度计（见图 2-7b）

测量电解液温度，并由其刻度直接换算。



图 2-6 配制电解液的操作

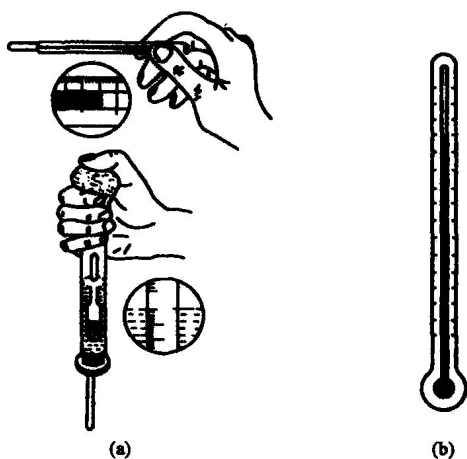


图 2-7 配制电解液时的测量

(a) 测量电解液密度和温度；(b) 带密度换算刻度的专用密度计

• 调整相对密度值：若相对密度不符合要求，可加硫酸（过低时）或蒸馏水（过高时）进行调整。搅拌均匀后再测量和调整，直至合格。

(4) 注意事项 因硫酸对人体及衣物具有剧烈的腐蚀性，在配制电解液时不能将硫酸或配制的电解液溅到身体或衣服上。配制电解液时应注意以下事项：

• 一定要先在容器中倒入蒸馏水，然后再徐徐倒入硫酸。严禁反过来，将蒸馏水倒入浓硫酸中，否则，在水倒入瞬间，会因容器内液体的温度过高而造成飞溅伤人事故。

• 作业之前一定要穿戴好防护衣具（如：橡皮手套、口罩、护目镜，穿毛类或某些抗腐蚀的化纤类衣服）。

• 要准备好应急措施：备好 10% 苏打水，万一硫酸溅到身上，用以冲洗中和，再用清水洗净，并迅速到医院处理。

• 配制和保存过程中，应注意保持电解液的洁净，防止杂质进入。

• 刚配制好的电解液温度很高，应冷却至 35°C 以下方可往蓄电池中加注。

二、铅蓄电池的充电

蓄电池的充电可分为初充电、补充充电和快速脉冲充电这三种。其充电过程都分为两个阶段：第一阶段，自充电开始至单格电池电压上升至 2.4 V 左右、电解液内开始出现气泡为止，接着转入第二阶段，充电至蓄电池内产生大量气泡，电解液呈“沸腾”状态，或端电压和电解液相对密度升高到最大值，且在 $2\sim 3\text{ h}$ 内不再增加为止。

(1) 初充电 初充电是指新蓄电池或更换极板后的蓄电池在使用前的首次充电。其特点是，充电电流小，充电时间长。其步骤如下：

• 加注电解液：按蓄电池生产厂家的要求或气温条件，在蓄电池内加注规定密度的电解液，静置 $6\sim 8\text{ h}$ 后，再将液面高度调整到高出极板（或防护片）顶部 $10\sim 15\text{ mm}$ 。

• 连接充电电路：将被充电蓄电池（或电池组）与充电机连接，注意极性与接法：蓄电池（或电池组）的正极与充电机正极相接，蓄电池的负极与充电机负极相接，并使充电机可靠接地。

●选择充电电流、开始充电：可按表2-4选择第一阶段初充电电流，也可按蓄电池额定容量选择：初充电第一阶段的充电电流为额定容量的1/15。

表2-4 铅蓄电池的充电电流规范

蓄电池 型号	额定 容量/ Ah	额定 电压 /V	初 充 电				补充充电			
			第一阶段		第二阶段		第一阶段		第二阶段	
			电流 /A	时间 /h	电流 /A	时间 /h	电流 /A	时间 /h	电流 /A	时间 /h
3-Q-75	75	6	5	25~35	3	20~30	7.5	10~11	4	3~5
3-Q-90	90		6		3		9.0		5	
3-Q-105	105		7		4		10.5		5	
6-Q-60	60	12	4	25~35	2	20~30	6.0	10~11	3	3~5
6-Q-75	75		5		3		7.5		4	
6-Q-90	90		6		3		9.0		4	
6-Q-105	105		7		4		10.5		5	

第一阶段：先将充电机的输出电流调节至最小，打开充电机后，再将输出电流调节至第一阶段充电电流值，至单格电池电压升高到2.4V左右、电解液内开始出现气泡为止。

第二阶段：紧接着第一阶段，将充电电流减小至第一阶段的一半，直到蓄电池充足电为止。初充电时间为50~70h。

●调整电解液相对密度至规定值：在充电完成2h后测量电解液相对密度，若不符合要求，可用蒸馏水（过高时）或相对密度为1.4的稀硫酸（过低时）调整。同时调整液面高度高出极板顶部10~15mm。

充电过程中，应将蓄电池加液孔上的螺塞拧下，便于充电后期产生的气体顺利逸出，以防电池内部压力过高，造成极板损坏、壳体胀裂甚至爆炸。

(2) 补充充电 在使用过程中，因发电机电压低、充电机会少等原因，会致使蓄电池实际容量下降（即存电不足），应及时进行补充充电。蓄电池存电不足的表现有：

- 电解液相对密度下降到1.200以下；
- 冬季放电超过25%，夏季放电超过50%；
- 灯光比平时暗淡、喇叭沙哑，表示电力不足；
- 起动机无力（并非起动机故障）。

补充充电的步骤是：

●检查并调整电解液液面高度至规定值，连接好充电电路，按表2-5选择第一阶段补充充电电流，或以蓄电池容量数值的1/10作为第一阶段充电电流，充电至单格电池端电压达到2.4V左右、电解液内开始出现气泡为止。

●将充电电流减半，进入第二阶段，直至充足电为止。

充电过程中，应将蓄电池加液孔上的螺塞拧下，充电完成后，也应进行电解液相对密度和液面高度的调整。

(3) 快速脉冲充电 充电前先检查电解液的相对密度，对照蓄电池完全充电时的相对