

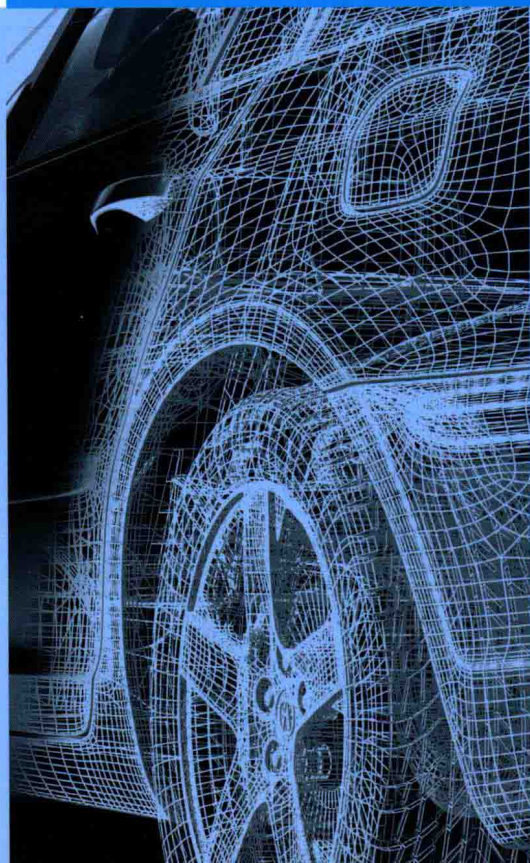
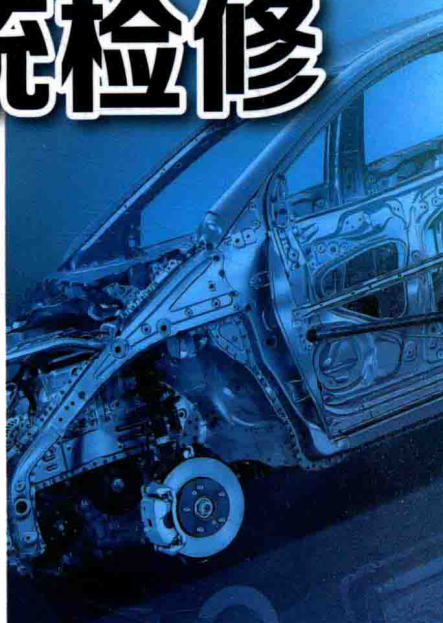


国家骨干高职院校项目建设成果

汽车电气系统检修

吴纪生 刘星星 主 编
邹军新 主 审

汽车运用技术专业



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

国家骨干高职院校项目建设成果

Qiche Dianqi Xitong Jianxiu
汽车电气系统检修

吴纪生 刘星星 主 编
邹军新 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书是汽车运用技术专业职业岗位核心能力课程教材,是在各高等职业院校积极践行和创新先进职业教育思想和理念,深入推进“校企合作、工学结合”人才培养模式的大背景下,根据新的教学标准和课程标准组织编写而成。

本书以检测、诊断和修复汽车电气系统的典型故障为主线,系统介绍了现代汽车电气系统的结构、原理、拆装、检修等内容。内容包括发动机起动无力故障检修、充电指示灯常亮故障检修、起动机不转故障检修、汽车不能点火故障检修、汽车前照灯不亮故障检修、车速表指示异常故障检修、汽车线束更换等,共7个学习情境,14个工作任务。

本书主要供高职高专院校汽车运用技术、汽车检测与维修专业教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气系统检修 / 吴纪生, 刘星星主编. —北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2015. 1

国家骨干高职院校项目建设成果

ISBN 978-7-114-12357-3

I. ①汽… II. ①吴…②刘… III. ①汽车—电气系
统一检修—高等职业教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 183733 号

国家骨干高职院校项目建设成果

书 名: 汽车电气系统检修

著 作 者: 吴纪生 刘星星

责任编辑: 卢仲贤 司昌静 富砚博

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 13.75

字 数: 352 千

版 次: 2015 年 1 月 第 1 版

印 次: 2015 年 1 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12357-3

定 价: 42.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

江西交通职业技术学院

优质核心课程系列教材编审委员会

主任：朱隆亮

副主任：黄晓敏 刘 勇

委员：王敏军 李俊彬 官海兵 刘 华 黄 浩
张智雄 甘红缨 吴小芳 陈晓明 牛星南
黄 侃 何世松 柳 伟 廖胜文 钟华生
易 群 张光磊 孙浩静 许 伟

道路桥梁工程技术专业编审组(按姓名音序排列)

蔡龙成 陈 松 陈晓明 邓 超 丁海萍 傅鹏斌
胡明霞 蒋明霞 李慧英 李 娟 李 央 梁安宁
刘春峰 刘 华 刘 涛 刘文灵 柳 伟 聂 堃
唐钱龙 王 彪 王立军 王 霞 吴继锋 吴 琼
席强伟 谢 艳 熊墨圣 徐 进 宣 滨 俞记生
张 先 张先兵 郑卫华 周 娟 朱学坤 邹花兰

汽车运用技术专业编审组

邓丽丽 付慧敏 官海兵 胡雄杰 黄晓敏 李彩丽
梁 婷 廖胜文 刘堂胜 刘星星 毛建峰 闵思鹏
欧阳娜 潘开广 孙丽娟 王海利 吴纪生 肖 雨
杨 晋 游小青 张光磊 郑 莉 周羽皓 邹小明

物流管理专业编审组

安礼奎 顾 静 黄 浩 闵秀红 潘 娟 孙浩静
唐振武 万义国 吴 科 熊 青 闫跃跃 杨 莉
曾素文 曾周玉 占 维 张康潜 张 黎 邹丽娟

交通安全与智能控制专业编审组

陈 英 丁荔芳 黄小花 李小伍 陆文逸 任剑岚
王小龙 武国祥 肖 苏 谢静思 熊慧芳 徐 杰
许 伟 叶津凌 张春雨 张 飞 张 铮 张智雄

学生素质教育编审组

甘红缨 郭瑞英 刘庆元 麻海东 孙 力 吴小芳
余 艳

序

PREFACE

为配合国家骨干高职院校建设,推进教育教学改革,重构教学内容,改进教学方法,在多年课程改革的基础上,江西交通职业技术学院组织相关专业教师 and 行业企业技术人员共同编写了“国家骨干高职院校重点建设专业人才培养方案和优质核心课程系列教材”。经过三年的试用与修改,本套丛书在人民交通出版社股份有限公司的支持下正式出版发行。在此,向本套丛书的编审人员、人民交通出版社股份有限公司及提供帮助的企业表示衷心感谢!

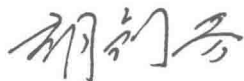
人才培养方案和教材是教师教学的重要资源和辅助工具,其优劣对教与学的质量有着重要的影响。好的人才培养方案和教材能够提纲挈领,举一反三,而差的则照搬照抄,不知所云。在当前阶段,人才培养方案和教材仍然是教师以育人 as 目标,服务学生不可或缺的载体和媒介。

基于上述认识,本套丛书以适应高职教育教学改革需要、体现高职教材“理论够用、突出能力”的特色为出发点和目标,努力从内容到形式上有所突破和创新。在人才培养方案设计时,依据企业岗位的需求,构建了以岗位需求为导向,融教学生产于一体的工学结合人才培养模式;在教学内容取舍上,坚持实用性和针对性相结合的原则,根据高职院校学生到工作岗位所需的职业技能进行选择。并且,从分析典型工作任务入手,由易到难设置学习情境,寓知识、能力、情感培养于学生的学习过程中,力求为教学组织与实施提供一种可以借鉴的模式。

本套丛书共涉及汽车运用技术、道路桥梁工程技术、物流管理和交通安全与智能控制等 27 个专业的人才培养方案,24 门核心课程教材。希望本套丛书能具有学校特色和专业特色,适应行业企业需求、高职学生特点和经济社会发展要求。我们期待它能够成为交通运输行业高素质技术技能人才培养中有力的助推器。

用心用功用情唯求致用,耗时耗力耗资应有所值。如此,方为此套丛书的最大幸事!

江西省交通运输厅总工程师



2014 年 12 月

前言

FOREWORD

为落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》精神,深化职业教育教学改革,积极推进课程改革和教材建设,满足职业教育发展的新需求,我们根据工学结合、理实一体化课程开发程序和方法,编写了一套供高职高专院校汽车运用技术、汽车检测与维修专业教学使用的教材。

本套教材编写时,充分考虑了目前高等职业教育的特点以及汽车电气系统的维修、检测与故障诊断对人才的需求,坚持面向市场、面向社会,以能力为本位,以职业发展为导向,以经济结构调整和科技进步服务为原则;注重理论知识与实践技能的有机结合,实践内容与现行行业标准的紧密结合。

本书的特点如下:

1. 整合学习体系

将汽车电气系统检修分成7个学习情境,保证每个学习情境的完整性与独立性,学习情境内容都按构造、原理、拆装、检测、故障诊断与排除以及考核来进行编排,融“教、学、做”为一体,构建以行动导向为主要特点的理论、实践一体化模式。

2. 理论、实践一体化

本书将理论学习与实践学习融为一体,更有利于提高学生的实际操作能力。

3. 引导学生主动学习

学生通过自己的实际操作填写任务工作单,并进行数据的处理与分析,把理论知识应用到实践中,提高对理论知识的掌握。

本书有理论、有实践,图文配合,使学生能够全面掌握相关知识。本书由吴纪生、刘星星担任主编,杨晋、王海利、肖雨、李彩丽等参编。其中,王海利编写学习情境一、李彩丽编写学习情境二、肖雨编写学习情境三、杨晋编写学习情境四、吴纪生编写学习情境五和学习情境七、刘星星编写学习情境六。南昌市路驰汽车服务有限公司的邹军新总经理担任教材的主审。

在本书编写过程中,笔者参考了大量的著作和文献资料,得到了许多同行的大力支持,在此一并向所有参考资料的作者及关心支持教材编写的各位老师及同行表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,时间匆忙,书中不妥或错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者
2014年12月

目 录

CONTENTS

学习情境一 发动机起动无力故障检修	1
工作任务一 蓄电池的认识	2
工作任务二 蓄电池的检测与维护	12
学习情境二 充电指示灯常亮故障检修	22
工作任务一 交流发电机的拆装与维护	23
工作任务二 交流发电机与电压调节器的使用	45
学习情境三 起动机不转故障检修	56
工作任务一 起动机的正确使用及维护	57
工作任务二 起动系统的故障诊断与排除	74
学习情境四 汽车不能点火故障检修	93
工作任务一 点火系统的组成与结构认识	94
工作任务二 点火系统的使用维护与检测	112
工作任务三 点火系统常见故障诊断	120
学习情境五 汽车前照灯不亮故障检修	131
工作任务一 汽车照明系统检修	132
工作任务二 汽车信号系统检修	148
学习情境六 车速表指示异常故障检修	156
工作任务一 汽车仪表系统检修	157
工作任务二 汽车报警系统的故障诊断与检修	169
学习情境七 汽车线束更换	177
工作任务 汽车电路图分析	178
参考文献	210

学习情境一 发动机起动无力故障检修



情境概述

本学习情境主要介绍蓄电池的类型、结构及工作原理,蓄电池的检测与维护方法及发动机起动无力故障的诊断及排除方法。根据岗位职业能力的要求,本情境共安排了两个工作任务。

一、职业能力分析

通过本情境的学习,期望达到下列目标。

1. 专业能力

- (1) 能正确选用蓄电池。
- (2) 能检测和维护蓄电池。
- (3) 能正确更换蓄电池。
- (4) 能诊断发动机起动无力故障。

2. 社会能力

- (1) 通过分组活动,培养团队协作能力。
- (2) 通过规范文明操作,培养良好的职业道德和安全环保意识。
- (3) 通过小组讨论、上台演讲评述,培养与客户的沟通能力。

3. 方法能力

- (1) 通过查阅资料、文献,培养个人自学能力和获取信息能力。
- (2) 通过情境化的工作任务活动,掌握解决实际问题的能力。
- (3) 填写任务工作单,制订工作计划,培养工作方法能力。
- (4) 能独立使用各种媒体完成学习任务。

二、学习情境描述

某车主来到汽车4S店,反映汽车发动机起动运转无力。经检查发现,该车蓄电池电量不足。为了正确查明故障原因,作为汽车维修人员必须全面认识蓄电池,熟悉蓄电池的结构与工作原理。

三、教学环境要求

学习情境要求在理实一体化专业教室和专业实训室完成。要求配备发动机起动运转无力的小型车辆4辆、检测诊断仪器和拆装工具4套。同时提供相关车辆的汽车维修手册、使用说明书、用于查询资料的电脑、任务工作单、多媒体教学设备、课件和视频教学资料等。

将学生分成4个小组,各组独立完成相关的工作任务,并在教学完成后提交任务工作单。

工作任务一 蓄电池的认识



任务概述

1. 应知应会

(1)通过本工作任务的学习与具体实施,学生应学会下列知识:

①熟悉蓄电池分类、型号、作用、结构及工作原理。

②掌握蓄电池的工作特性。

(2)应该掌握下列技能:

会正确更换蓄电池。

2. 学习要求

(1)在每个工作任务的学习过程中,完成相关任务工作单的填写,并通过课程网站及时提交给相关教师。任务工作单提交方法详见课程网站。

(2)在每个学习情境实施阶段的中期或后期,按要求填写检修工作单。学习情境学习结束后按要求填写学生考核记录表,进行自我评价后交小组长,小组长评价后连同检修工作单统一交给教师。

(3)每个学习情境学习到评价环节时,个人进行任务完成情况的评估。教师对小组抽查,被抽查的个人上台进行讲评。



相关知识

一、汽车电气设备的组成

(1)电源:蓄电池、交流发电机及调节器。

(2)用电设备:

①起动系统:用于起动发动机。

②车辆电动系统:电动车窗、电动后视镜、风窗刮水器、电动座椅、电动天窗、中控门锁等小型电动机驱动的设备。

③照明系统:用于提供车辆夜间安全行驶必要的照明,包括车外照明和车内照明。

④信号装置:用于提供安全行车所必需的信号,包括声音信号和灯光信号。

⑤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及报警装置及时得到发动机及汽车运行的各种参数及异常情况,确保汽车正常运行。主要包括车速里程表、发动机转速表、水温表、燃油表、机油压力表、气压表及各种报警和指示灯。

⑥空调系统:用于保持车内适宜的温度和湿度,使车内空气清新。主要包括制冷、采暖、通风和空气净化等装置。

⑦娱乐和信息系统:主要包括汽车音响、导航、通信等系统。

⑧全车电路及配电装置:主要包括中央接线盒、熔断装置、继电器、电线束及插接器、电路开关等。

⑨汽车电子控制系统:主要包括燃油喷射系统、电控点火系统、电控自动变速器、制动防抱死装置、电控悬架系统、自动空调等。

二、汽车电气设备的特点

1. 低压

汽油车普遍采用 12V 电源,重型柴油车多采用 24V 系统。

2. 直流电

起动机由蓄电池供电,向蓄电池充电必须用直流电,汽车上的用电设备都采用直流供电。

3. 单线制

用汽车的金属机体作为一条公共的零线。

4. 并联连接

蓄电池与交流发电机之间以及所有用电设备之间,均采用正极接正极,负极接负极。

三、蓄电池的分类及作用

1. 蓄电池的分类

蓄电池是一种化学电源,将化学能转变为电能,靠内部化学反应储存电能或向用电设备供电,属于可逆直流电源。汽车上使用蓄电池目的是为了满足不同启动发动机需要,所以通常称为启动型蓄电池,目前燃油汽车上使用蓄电池根据电解液不同主要有两大类:铅酸蓄电池(以下简称铅蓄电池)和镍碱蓄电池。铅酸蓄电池又分为普通铅酸蓄电池、免维护铅酸蓄电池、干荷电铅酸蓄电池、胶体铅酸蓄电池 4 种。而镍碱蓄电池又分为铁镍蓄电池和镉镍蓄电池两种。

启动发动机时,蓄电池在 5 ~ 10s 内向起动机连续供给强大电流(汽油机 200 ~ 600A,柴油机 800 ~ 1000A),因此,对蓄电池的要求是:容量大、内阻小、有足够的启动能力。图 1-1 所示为常见免维护蓄电池和普通蓄电池。

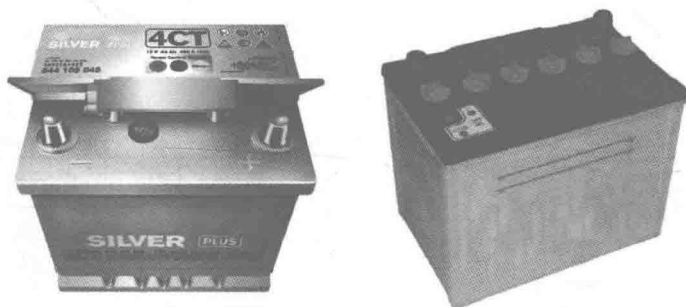


图 1-1 蓄电池

2. 蓄电池的作用

汽车蓄电池作为汽车上的两个电源之一,在汽车上与发电机并联,如图 1-2 所示。

汽车蓄电池主要用途为:

- (1) 发动机启动时,向起动机和点火系统供电;
- (2) 发动机低速运转时,向用电设备和交流发电机磁场绕组供电;
- (3) 发动机中、高速运转时,将交流发电机剩余电能转化为化学能储存起来;
- (4) 交流发电机过载时,协助交流发电机向用电设备供电;
- (5) 蓄电池相当于一个大电容器,能吸收电路中出现的瞬时过电压,保护电子元件,保持汽车电气系统电压稳定。

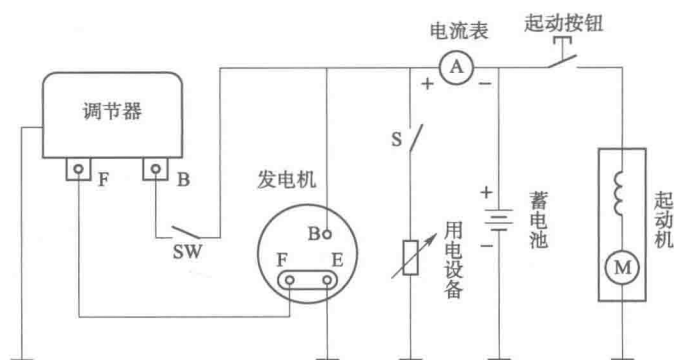


图 1-2 汽车电源组成图

四、蓄电池的结构及型号

1. 蓄电池的结构

蓄电池一般分隔为3个或6个单格,每个单格电池的标称电压为2V,将3个或6个单格电池串联后制成一只6V或12V蓄电池总成。目前,装有汽油发动机的汽车上使用的是有6个单格电池组成的12V蓄电池,装有柴油发动机的重型汽车上使用的是有两个12V蓄电池串联而成的24V源电池。随着汽车上用电设备的增加目前汽车电源电压有升高的趋势,可能会是36V或48V。

蓄电池主要由极板、隔板、电解液和外壳组成,如图1-3所示。

1) 极板

极板(如图1-4所示)是蓄电池的核心部分,蓄电池充放电过程中,电能与化学能的相互转换依靠极板上的活性物质与电解液中的硫酸的化学反应来实现。极板分正、负极板两种。由栅架和活性物质组成。

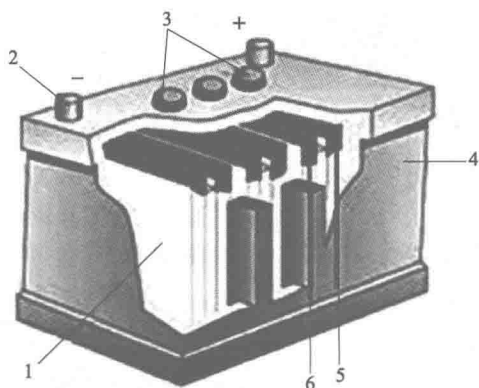


图 1-3 蓄电池的结构

1-隔板;2-极柱;3-加液孔;4-外壳;5-正极板;6-负极板

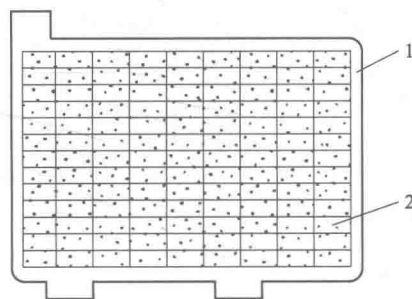


图 1-4 蓄电池极板结构图

1-栅架;2-活性物质

栅架由铅锑合金浇铸而成。锑可以提高机械强度和浇铸性能。但是锑会加速氢的析出而加速电解液的消耗,还会引起蓄电池自放电和栅架腐烂,缩短蓄电池使用寿命。目前,多采用铅—低锑合金栅架或铅—钙—锡合金栅架。在栅架的铅锑合金中,锑的含量为6%~8.5%,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(无锑栅架)。

为降低蓄电池内阻,改善起动性能,现代汽车蓄电池采用了放射型栅架。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纯铅(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。 PbO_2 和 Pb 形成原电池的电动势大约为2.1V。

由于单片极板上的活性物质数量少,所存储的电量少,为了增大蓄电池的容量,通常将多片正、负极板分别并联,用横板焊接,组成正、负极板组(如图1-5所示)。横板上联有极桩,各片间留有间隙。安装时正负极板相互嵌和,中间插入隔板。因为正极板的强度较低,所以在单格电池中,负极板总比正极板多一片。每一片正极板都处于两片负极板之间,保持其放电均匀,防止变形。

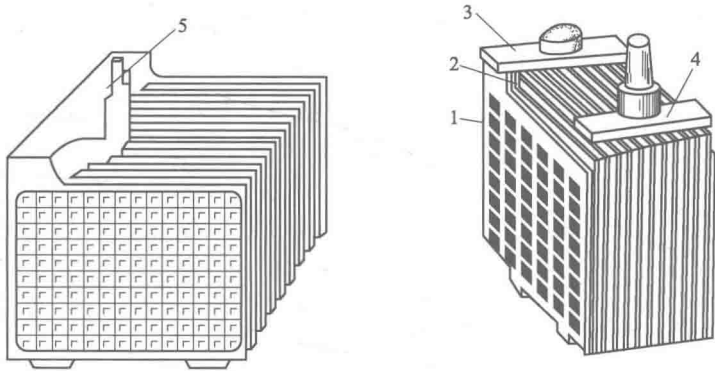


图 1-5 蓄电池极板组结构图
1-极板;2-隔板;3、4-横板;5-极桩

2) 隔板

为了减小蓄电池的内阻和尺寸,蓄电池内部正负极板应尽可能地靠近,但为了避免彼此接触造成短路,正负极板之间要用隔板(如图1-6所示)隔开。隔板材料应具有多孔性且化学性能稳定,以便电解液渗出,并具有良好的耐酸性和抗氧化性。隔板的材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维板等。

木质隔板价格便宜,但耐酸性能差,已很少使用。微孔橡胶隔板性能好,寿命长,但生产工艺复杂、成本较高,故尚未推广使用。微孔塑料隔板孔径小,隔板有许多微孔,可使电解液畅通无阻。隔板一面平整,一面有沟槽,沟槽面对着正极板,且与底部垂直,使充放电时,电解液能通过沟槽及时供给正极板,当正极板上的活性物质 PbO_2 脱落时能迅速通过沟槽沉入容器底部。

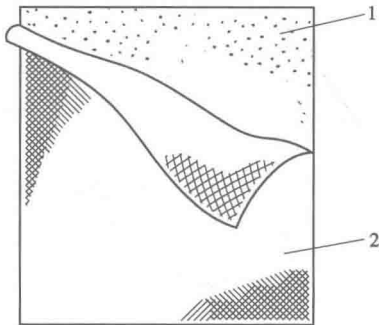


图 1-6 蓄电池隔板结构图
1-隔板;2-玻璃纤维板

3) 电解液

电解液是由纯硫酸与蒸馏水按一定比例配置而成,加入每个单格电池中。电解液应符合标准,含杂质会引起自放电和极板溃烂,从而影响蓄电池寿命。

电解液是蓄电池内部发生化学反应的主要物质,由化学纯硫酸和蒸馏水按一定的比例配制而成。水的密度为 $1\text{g}/\text{cm}^3$,硫酸的密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$,两者以不同的比例混合后形成不同密度的电解液。蓄电池电解液的密度一般为 $1.24 \sim 1.30\text{g}/\text{cm}^3$,使用中电解液的密度应根据地区,气候条件和制造厂的要求而定,如表1-1所示。

不同地区和气候条件下电解液的相对密度

表 1-1

气候条件	完全充足电的蓄电池在 25℃ 时的电解液相对密度	
	冬季	夏季
冬季温度低于零下 40℃ 的地区	1.30	1.26
冬季温度在零下 40℃ 以上的地区	1.28	1.24
冬季温度在零下 30℃ 以上的地区	1.27	1.24
冬季温度在零下 20℃ 以上的地区	1.26	1.23
冬季温度在零 0℃ 以上的地区	1.23	1.23

使用中应注意,电解液的腐蚀性极强,溅到皮肤上或眼睛里会受伤。如果接触了蓄电池电解液要立即用苏打水冲洗(苏打中和酸),然后请医生处置。

4) 外壳

外壳(如图 1-7 所示)用于盛装电解液和极板组。

外壳应耐酸、耐热、耐振动冲击。

外壳由橡胶外壳和聚丙烯塑料外壳两种,普遍采用的是塑料外壳,其有壳壁薄、重量轻、易于热封合、生产效率高等优点。外壳为整体式结构,壳内间壁分成 3 个或 6 个互不相通的单格。蓄电池单格电池之间均用铅质联条串联。

每个单格电池设有一个加液孔,可以加注电解液或检测电解液密度。孔盖上设有通气孔,便于排出蓄电池内部气体,防止外壳发生胀裂事故。

外壳的每个单格的底部制有凸起的肋条用来搁置极板组。肋条之间的空隙可以积存极板脱落的活性物质,防止正、负极板短路。蓄电池各单格电池之间均用铅质联条串联。联条安装在盖上是

图 1-7 蓄电池外壳

一种传统的连接方式,不仅浪费材料,而且还使蓄电池内阻增大,所以此种连接方式正在被穿壁式连接所取代。采用穿壁连接方式连接单格电池时,所用联条尺寸很小,并设装在蓄电池内部。

每个单格电池都有一个加液孔,旋下加液孔盖(参见图 1-8),可以加注电解液或检测电解液密度;旋入孔盖便可防止电解液溅出。孔盖上设有通气孔,该小孔应保持畅通,以便随时排出蓄电池内化学反应放出的氢气(H_2)和氧气(O_2),防止外壳胀裂和发生事故。

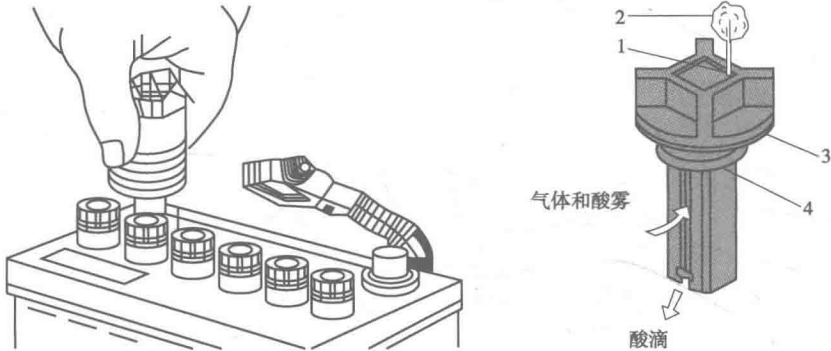


图 1-8 蓄电池加液孔盖结构图

1-通气孔;2-气体;3-密封垫;4-螺纹

蓄电池盖有硬橡胶盖和聚丙烯耐酸塑料盖两种,前者与硬橡胶外壳配用,盖子与外壳之间的缝隙用沥青封口剂填封;后者与聚丙烯耐酸塑料外壳配用,其盖子为整体结构,与外壳之间采用热接合工艺黏合。蓄电池外壳上还有正、负极桩,如图 1-9 所示。



图 1-9 蓄电池极桩

2. 蓄电池的型号

按照《起动型铅蓄电池标准》规定,其型号的型号由 5 部分组成,蓄电池的型号一般都标注在外壳上,蓄电池产品型号和含义如下:

1	-	2	3	-	4	5
---	---	---	---	---	---	---

- 第一部分表示蓄电池总成由几个单个格电池组成,用阿拉伯数字表示。
- 第二部分表示蓄电池用途,用大写字母表示,如起动用蓄电池用“Q”表示,摩托车用蓄电池用“M”表示,船用铅蓄电池用“JC”表示,飞机用铅蓄电池用“HK”表示。
- 第三部分表示蓄电池特征,用大写字母表示,普通铅蓄电池可省略不写,蓄电池特征代号如表 1-2 所示。
- 第四部分表示 20h 放电率的额定容量,用阿拉伯数字表示,单位是 A·h(安培·小时)。
- 第五部分表示特殊性能,用大写字母表示(无字母为一般性能蓄电池),如薄型极板的高起动率电池用“G”表示。

蓄电池特征代号 表 1-2

特征代号	蓄电池特征	特征代号	蓄电池特征	特征代号	蓄电池特征
A	干荷电	J	胶体电解液	D	带液式
H	湿荷电	M	密闭式	Y	液密式
W	免维护	B	半密闭式	Q	气密式
S	少维护	F	防酸式	I	激活式

例如:6-Q-90,表示由 6 个单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 90A·h 的起动用蓄电池。又如 6-QAW-100,表示由 6 个单格电池组成,额定电压 12V,额定容量为 100A·h 的起动用干荷电免维护蓄电池。

五、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相互转换。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连而将电能转化为化学能储存起来时,称为充电过程,如图 1-10 所示。

当铅酸蓄电池的正、负极板浸入电解液中时,在正、负极板间就会产生约 2.1V 的静止电动势。此时若接入负载,在电动势作用下,电流就会从蓄电池正极经外电路流向蓄电池负极,这一过程称为放电。放电时,在 2.1V 的电位差作用下,电流从正极流出,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)。

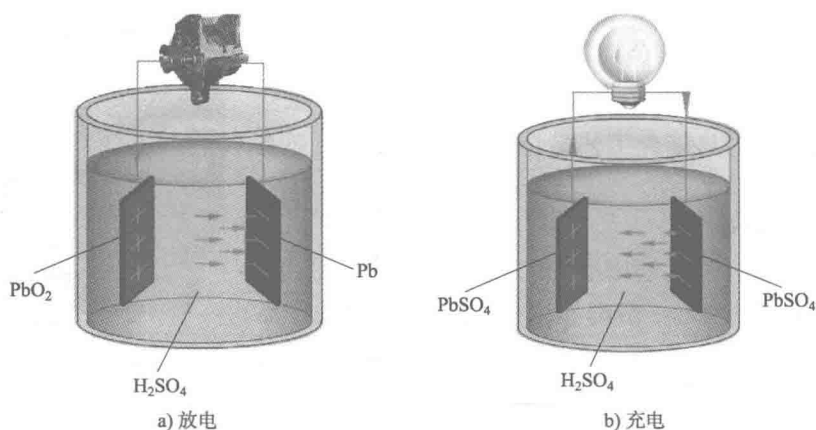
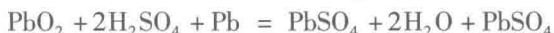


图 1-10 蓄电池充放电过程

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。充电时,正极板处外加电流将两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两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,由于得到两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。所以充电时是水被消耗,硫酸增多,电解液密度上升。在充电过程中,上述化学反应不断进行。当充电进行到极板上的物质和电解液完全恢复到放电前的状态时,蓄电池即充电完毕。

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:



(1) 蓄电池放电终了的特征如下:

- ① 单格电池电压降到放电终止电压(单格电池终止电压与放电电流有关)。
- ② 电解液密度降到最小终止值。

(2) 蓄电池充电终了的特征如下:

- ① 端电压和电解液密度上升到最大值(2.7V),且在 2h 内不上升。
- ② 电解液中剧烈冒气泡,呈沸腾现象(电解水)。

六、蓄电池的容量及工作特性

铅蓄电池的容量是指蓄电池在完全充足电的情况下,在允许放电的范围内对外输出的电量,单位为安培小时,蓄电池容量用以表示蓄电池对外供电的能力。当电池以恒定电流值进行放电时,其容量 Q 等于放电电流 I 和放电时间 t 的乘积,即:

$$Q = It$$

式中: Q ——蓄电池容量(A·h);

I ——放电电流(A);

t ——放电时间(h)。

蓄电池的容量与放电电流的及电解液的温度等因素有关,为了准确地表示出蓄电池的准确容量,要规定蓄电池的放电条件,在一定放电条件下,蓄电池的容量分为额定容量和起

动容量。

1. 额定容量

额定容量是指完全充足电的蓄电池在电解液平均温度为 25°C 的情况下,以 20h 率放电的电流(相当于额定容量的 $1/20$)连续放电至单格电压降为 1.75V 时,所输出的电量。

例如:3-Q-90 型蓄电池,在电解液平均温度为 25°C 的情况下,以 4.5A 放电电流连续放电 20h 后,单格电压降为 1.75V,它的额定容量 $Q=4.5 \times 20=90(\text{A} \cdot \text{h})$ 。

2. 起动容量

起动容量表示蓄电池接起动机时的供电能力,有常温和低温两种起动容量。

1) 常温起动容量

常温起动容量即电解液温度为 25°C 时,以 5min 率放电的电流(3 倍额定容量的电流)连续放电至规定的终止电压(6V 蓄电池为 4.5V,12V 蓄电池为 9V)时,所输出的电量,其放电持续时间应在 5min 以上。例如,3-Q-90 型蓄电池在 25°C 以 270A 电流放电 5min,蓄电池的端电压降到 9V,其起动容量为 $270 \times 5/60=22.5(\text{A} \cdot \text{h})$ 。

2) 低温起动容量

低温起动容量,即电解液温度为 -18°C 时,以 3 倍额定容量的电流连续放电至规定的终止电压(12V 蓄电池为 6V,6V 蓄电池为 3V)时所放出的电量,其放电持续时间应在 2.5min 以上。



任务实施

1. 准备工作

- (1)准备好实验用各种蓄电池。
- (2)强调实训中的安全注意事项。

2. 实训内容及要求

- (1)蓄电池结构认识。
- (2)蓄电池标牌解读。
- (3)将蓄电池从车上拆下。
- (4)将蓄电池安装到车上。

3. 具体操作

(1) 蓄电池拆卸步骤:

- ①断开点火开关。
- ②拆下蓄电池搭铁线(图 1-11)。
- ③拆下蓄电池正极线(图 1-12)。
- ④拆下蓄电池压板(图 1-13)。
- ⑤支架中取出蓄电池。

(2) 蓄电池安装步骤:

- ①断开点火开关(图 1-14)。
- ②装上蓄电池(图 1-15)。
- ③装上蓄电池压板(图 1-16)。
- ④装上蓄电池正极(图 1-17)。
- ⑤装上蓄电池负极(图 1-18)。



图 1-11 拆卸蓄电池搭铁线



图 1-12 拆卸蓄电池正极线



图 1-13 拆卸蓄电池压板



图 1-14 断开点火开关



图 1-15 装上蓄电池



图 1-16 装上蓄电池压板



图 1-17 装上蓄电池正极



图 1-18 装上蓄电池负极

注意:在操作过程中,注意操作步骤与规范,注意设备的正确使用,防止出现事故。