

★ 服务热线: 400-615-1233
★ 配套精品教学资料包
★ www.huatengedu.com.cn

(第2版)

汽车电气系统构造与维修

QICHE DIANQI XITONG GOUZAO YU WEIXIU

汽车电气系统构造与维修(第2版)

主编 高丽洁

北京邮电大学出版社



X-A

ISBN 978-7-5635-6405-7



9 787563 564057 >

定价: 59.80元



“十四五”职业教育国家规划教材

(第2版)

汽车 电气系统 构造与维修

QICHE DIANQI XITONG
GOUZAO YU WEIXIU

主编 高丽洁
主审 彭国平 尹万建



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

策划编辑: 马子涵
责任编辑: 马子涵
封面设计: 刘文东



“十四五”职业教育国家规划教材

(第2版)

汽车 电气系统 构造与维修

QICHE DIANQI XITONG
GOUZAO YU WEIXIU

主 编 高丽洁
副主编 程丽群 刘 敏
主 审 彭国平 尹万建



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书是“十四五”职业教育国家规划教材。本书主要内容包括电源系统的检修、起动系统的检修、汽车辅助电气系统的检修、点火系统的检修、照明与信号系统的检修、仪表与报警系统的检修、空调系统的检修、全车电路的识图与检修。

本书可作为高等职业院校汽车运用与维修等专业的教材,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气系统构造与维修 / 高丽洁主编. -- 2 版. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2021.7(2025.7 重印)

ISBN 978-7-5635-6405-7

I. ①汽… II. ①高… III. ①汽车—电气设备—构造—高等教育—教材 ②汽车—电气设备—车辆修理—高等教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 131663 号

策划编辑: 马子涵 责任编辑: 马子涵 封面设计: 刘文东

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 21.5 插页 1

字 数: 445 千字

版 次: 2021 年 7 月第 2 版

印 次: 2025 年 7 月第 5 次印刷

ISBN 978-7-5635-6405-7

定 价: 59.80 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

服务电话: 400-615-1233

第2版前言

P R E F A C E

“汽车电气系统构造与维修”是高等职业院校汽车运用与维修技术、汽车电子技术、汽车智能技术等专业的核心技能课程。通过本课程的学习,学生可以掌握电源系统、起动系统、汽车辅助电气系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警系统、空调系统的检修知识,以及全车电路的识图与检修的基本技能。

本书以汽车机电维修、服务顾问、维修质量检验等岗位的工作任务为主线,对接行业、企业、国际先进的职业标准。引进汽车机电维修岗位的新技术、新工艺、新规范,将基础理论和技能实训融为一体,按照“必需、够用”的原则,力求既体现行业和企业的需求,又涵盖相关职业标准,同时符合学生职业能力的培养规律,体现科学性、实用性和先进性。本书具有以下特点。

(1)编写模式新颖,内容设置对接职业技能标准,体现高职特色。本书在编写中贯彻“以服务为宗旨,以就业为导向”的职业教育方针,对接汽车运用与维修(含智能新能源汽车)领域“1+X”职业技能等级证书,建立“以工作项目为引导,以工作任务为驱动”的体系;紧紧围绕学生关键能力的培养组织编写内容,在确保理论知识实用、够用的基础上,融合拆卸工艺、检修规范流程等知识,以培养学生汽车机电维修岗位所需的工作能力。

(2)引入汽车机电维修岗位的真实典型故障案例进行项目设计,以工作过程为导向,任务围绕项目,由简单到复杂,层层深入,帮助学生理解和掌握项目实施中的核心知识点和技能点,注重“教、学、做”的密切结合,帮助学生提升复合型专业能力。

(3)为了让学生掌握重点,突破难点,书中附有二维码。学生通过扫描二维码可以获得动画、视频讲解,内容形象生动,以满足学生自主学习的需求。

(4)融入思政元素和劳动教育,培养学生动手动脑,精益求精,追求卓越的工匠精神;教

学过程中设计有技能强化比拼、实训室设备维护及实训室清洁等活动,在挥汗如雨的实践中快速成长,感悟劳动意义。自信自强、守正创新,执汽车检修的匠人之心,为全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴而团结奋斗。

本书参考学时如下表所示。

项目名称	理论学时	实践学时	合计
项目一 电源系统的检修	8	8	16
项目二 起动系统的检修	4	8	12
项目三 汽车辅助电气系统的检修	12	12	24
项目四 点火系统的检修	4	8	12
项目五 照明与信号系统的检修	8	8	16
项目六 仪表与报警系统的检修	4	4	8
项目七 空调系统的检修	8	8	16
项目八 全车电路的识图与检修	8	8	16
总计	56	64	120

本书由武汉城市职业学院高丽洁任主编,南京交通职业技术学院程丽群和东风汽车集团股份有限公司技术中心刘敏任副主编,参与编写的还有辽宁职业学院李新和武汉软件工程职业学院陈珊。具体编写分工如下:项目一和项目六由高丽洁编写,项目二由陈珊编写,项目三、项目八由程丽群编写,项目四由刘敏编写,项目五、项目七由李新编写。

本书由武汉城市职业学院彭国平教授和湖南汽车工程职业学院尹万建教授主审,两位教授在审稿过程中提出了许多宝贵的意见建议,在此表示衷心的感谢。除参考文献中所列的署名作品外,部分作品的名称及作者无法详细核实,故未注明,在此表示歉意。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请各位读者批评指正。

编 者

第1版前言

P R E F A C E

为了适应当前高等职业院校学生职业技能的需求,本书将基础理论和技能实训融为一体。在内容选取上按照必需、够用并兼顾知识的原则进行取舍,同时引进汽车电气方面的新器件、新技术。在具体内容的安排上,行文由浅入深,通俗易懂,力求既体现行业和企业的需求,又涵盖相关国家职业标准,同时还要符合学生职业能力的培养规律。

本书特色如下。

1. 内容设置与职业资格认证紧密结合

本书的基础知识和技能知识与国家人力资源和社会保障部颁发的职业资格等级证书相关联,结合汽车电气维修检验工等岗位的基本技能进行编写,使专业课程内容与职业标准对接,保证人才培养与企业需求零距离接轨。

2. 采用项目导向、任务驱动式的思路编写

每个项目以汽车行业典型故障案例开始编写,以工作过程为导向,明确学习的目标,给予学生针对性强的专业指导和训练。本书体现了职业教育的特色,做到学以致用,可以满足高端技能型人才的培养要求。

3. 以大量的真实案例为载体,实训过程与汽车维修岗位对接

维修案例、图片和电路图等均取自实际汽车维修岗位。根据汽车维修岗位需要进行任务驱动教学,把学生被动听讲变成学生主动参与实际操作,体现了以能力为本位的思想。

本书可作为高职高专及成人高等学校的汽车类专业教学用书,也可以作为培训机构的教學用书,还可作为汽车维修技术人员的参考用书。

本书根据高职院校汽车专业的培养目标和教学大纲编写,共分8个项目,内容包括电源系统的故障检修、起动系统的故障检修、汽车辅助电器系统的检修、点火系统的故障检修、照明与信号系统的故障检修、仪表与报警系统的检修、空调系统的检修和全车电路的识图与检修。学时分配建议如下。

项目名称	建议学时	授课类型
项目一 电源系统的故障检修	20	理实一体
项目二 起动系统的故障检修	10	理实一体
项目三 汽车辅助电器系统的检修	20	理实一体
项目四 点火系统的故障检修	12	理实一体
项目五 照明与信号系统的故障检修	8	理实一体
项目六 仪表与报警系统的检修	12	理实一体
项目七 空调系统的检修	20	理实一体
项目八 全车电路的识图与检修	18	理实一体

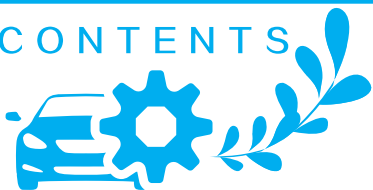
本书的编写人员都是有多年教学经验的教师。全书由长江工程职业技术学院高丽洁副教授和辽宁职业学校李新任主编,南京交通职业技术学院程丽群和武汉交通职业学院刘刚任副主编,由高丽洁统稿。具体分工如下:项目一、项目四和项目六由高丽洁编写;项目二由刘刚编写;项目三和项目八由程丽群编写;项目五和项目七由李新编写。

本书在编写过程中参考了大量文献资料,谨向这些文献作者表示衷心感谢。除参考文献中所列的署名作品外,部分作品的名称及作者无法详细核实,故没有注明,在此表示歉意。鉴于时间仓促,编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请各位读者批评指正。

编 者

目录

CONTENTS



项目一 电源系统的检修 1

- 任务一 蓄电池的检修保养 2
- 任务二 交流发电机的检修 14
- 任务三 电源系统的性能判断与常见故障检修 27

项目二 起动系统的检修 40

- 任务一 起动机的检修 41
- 任务二 起动系统的工作过程与故障检修 65

项目三 汽车辅助电气系统的检修 94

- 任务一 挡风玻璃刮水、洗涤和除霜装置的检修 95
- 任务二 电动车窗的检修 114
- 任务三 电动后视镜的检修 131
- 任务四 电动座椅的检修 141
- 任务五 中控门锁及防盗系统的检修 155

项目四 点火系统的检修 174

- 任务一 微机控制点火系统的结构与检测 175
- 任务二 微机控制点火系统的故障检修 182

项目五 照明与信号系统的检修 194

- 任务一 照明系统的检修 195

任务二	信号系统的检修	205
-----	---------------	-----

项目六 仪表与报警系统的检修 219

任务一	常用仪表的检修	220
任务二	汽车报警系统的检修	230

项目七 空调系统的检修 239

任务一	空调系统的拆装	240
任务二	空调系统的维护	274
任务三	空调系统的故障排除	283

项目八 全车电路的识图与检修 294

任务一	汽车电路的识图	295
任务二	迈腾 B8L 轿车汽车电路分析	316

附录 迈腾 B8L 轿车的全车电路图 321

参考文献 337



项目一



电源系统的检修



项目导读

汽车电源系统由蓄电池、发电机双电源组成,与用电设备并联,向汽车的用电设备提供 12 V 稳定的低压直流电。汽车起动时,由蓄电池给用电设备供电;在发动机正常工作时,由发电机给用电设备供电,给蓄电池充电。本项目融合“汽车电子电气与空调舒适系统技术”职业技能等级标准,介绍汽车电源系统的组成和各个组成部分的作用、工作特性、工作原理和检测方法。通过对典型电源系统的分析,为学生提供汽车电源系统的理论学习和实践技能指导。通过扫描二维码可以获得在线课程资源,了解信息化技术的应用,拓展学习空间,满足个性化学习需求。

任务一 蓄电池的检修保养



职业技能标准

工作领域	汽车电子电气与空调舒适系统技术(初级)
工作任务	汽车电子电气系统检查保养
职业技能	蓄电池检查保养
技能要求	(1)能进行蓄电池充电状态测试,确定维修内容。 (2)能进行蓄电池组容量(负载、高速放电)测试,确定维修内容。 (3)能保存或恢复电子存储器的信息。 (4)能检查、清理、维修或更换蓄电池电缆、接头、夹紧装置和压具。 (5)能检查蓄电池的荷电状态。 (6)能检查蓄电池的电缆、连接器、夹钳有无腐蚀、破损、松动。 (7)能按照厂家的要求进行蓄电池的慢速和快速充电操作。 (8)能使用跨接电缆和辅助蓄电池或额外供给的电源进行跨接起动车辆。 (9)能检查、清理、加注或更换蓄电池。 (10)能对电子控制模块、安全系统、收音机和其他配件进行重新初始化或密码输入后重新连接汽车蓄电池。 (11)能检查、清洁、修理、更换电池套、安装支架和固定夹
知识要求	(1)蓄电池充电测试方法。 (2)蓄电池电量测试方法。 (3)电子存储器的信息保存和恢复方法。 (4)蓄电池电缆的检查、清理、维修和更换方法。 (5)蓄电池充电情况检查方法。 (6)蓄电池的电缆、连接器、夹钳的检查细则。 (7)蓄电池的慢速和快速充电的操作流程和安全措施。 (8)跨接起动的流程及安全措施。 (9)蓄电池的加注和更换流程。 (10)电子控制模块、安全系统、收音机和其他配件进行重新初始化的方法。 (11)电池套、安装支架和固定夹的检查、清洁、修理、更换措施



任务描述

起动发动机时,汽车的起动机等用电设备由蓄电池供电。当交流发电机超载时,蓄电池协助交流发电机供电;当交流发电机端电压高于蓄电池电压时,蓄电池将交流发电机输出的多余的电能转换为化学能储存起来,并且可以吸收交流发电机的过电压,保护车用电子元件。蓄电池的状况直接影响发动机和用电设备的正常工作。为了合理使用蓄电池,延长其使用寿命,必须学会保养、检测和维修蓄电池。



情境导入

一辆轿车无法起动,现象为起动时起动机运转无力,前照灯灯光昏暗。车主刘先生联系汽车维修人员到现场进行检测,发现蓄电池电压不足 12 V,蓄电池亏电。汽车维修人员并联充满电的蓄电池后起动车辆,使其运行正常。



理论学习

汽车电源系统主要由蓄电池、电压调节器、交流发电机、整流电路及充电指示灯等组成,电源系统连接形式如图 1-1 所示。



视频
电源系统的工作
原理

一、铅酸蓄电池的种类

电能可由多种形式的能量转换而来,其中把化学能转换成电能的装置称为化学电池。常用的化学电池有铅酸蓄电池、锂电池和镍氢/镍镉电池三种。

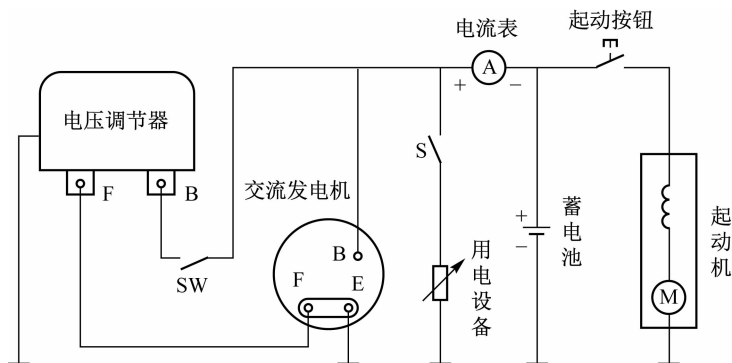


图 1-1 电源系统连接形式

铅酸蓄电池体积和质量较大,不易携带且使用寿命短,但污染小,回收性好且价格便宜,在汽车上普遍使用。

铅酸蓄电池是一种酸性蓄电池,其电解液由纯净硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成,用二氧化铅和铅分别作为电池的正负极。常用的铅酸蓄电池有普通蓄电池、干荷蓄电池和免维护蓄电池三种。

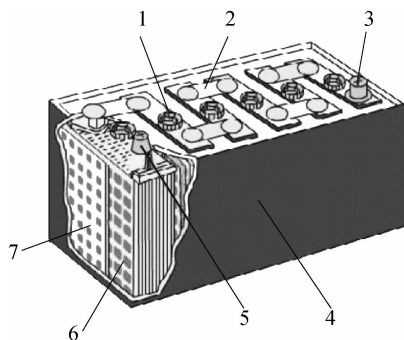
普通蓄电池的主要优点是电压稳定、价格便宜,缺点是比能量低、使用寿命短和日常维护频繁。

干荷蓄电池的主要特点是负极板有较高的储电能力,在完全干燥状态下,能保存所得到的电量两年。

免维护蓄电池由于自身结构上的优势,电解液的消耗量非常小,在使用寿命内基本不需要补充蒸馏水,还具有耐震、耐高温、体积小及自放电小等特点。其使用寿命一般为普通蓄电池的 4 倍。

1. 普通蓄电池

普通蓄电池由单格电池组成。单格电池是在盛有稀硫酸的容器中插入两组极板而构成的电能储存器。它由极板、隔板、电解液、壳体、联条、极柱等部分组成,每个单格电池的电压为 2 V,将 6 个单格电池串联就可制成 12 V 蓄电池,如图 1-2 所示。



1—加液孔盖；2—联条；3—负极柱；4—壳体；
5—正极柱；6—正极板；7—负极板。

图 1-2 普通蓄电池的结构

1) 极板

蓄电池依靠极板上活性物质和电解液中硫酸的化学反应来实现化学能与电能的相互转换。极板是蓄电池的核心部分,分正极板和负极板两种。正负极板都是由活性物质和栅架构成的,活性物质固结在栅架上,如图 1-3 所示。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)。栅架一般用铅锑合金铸成,因为铅锑合金具有良好的导电性、耐蚀性和一定的机械强度。

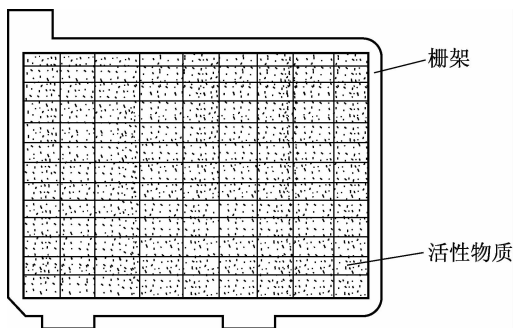


图 1-3 极板

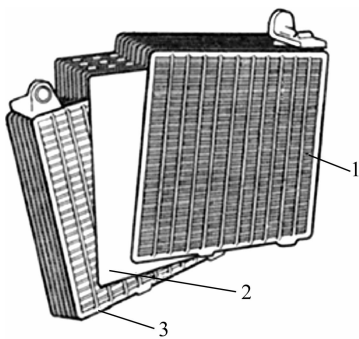
单片极板活性物质数量有限,储存的电量少。为增大蓄电池的容量,将多片正负极板分别并联组成正负极板组,正负极板组相互嵌合,中间插入隔板。由于正极板的机械强度低,外层均为负极板,所以负极板的数量比正极板多一片,如图 1-4 所示。



视频
拆蓄电池



视频
蓄电池的结构
原理



1—负极板；2—隔板；3—正极板。

图 1-4 极板组的结构

2) 隔板

为了减小蓄电池的内阻和尺寸,正、负极板应尽可能地靠近。为避免蓄电池极板因接触而短路,正、负极板之间还要用隔板隔开,如图 1-4 所示。隔板材料应具有多孔性,以便电解液渗出,还应具有良好的耐酸性和耐氧化性,如图 1-5 所示。常用的隔板材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料及玻璃纤维等。微孔塑料隔板孔径小且孔率高,应用最为广泛。

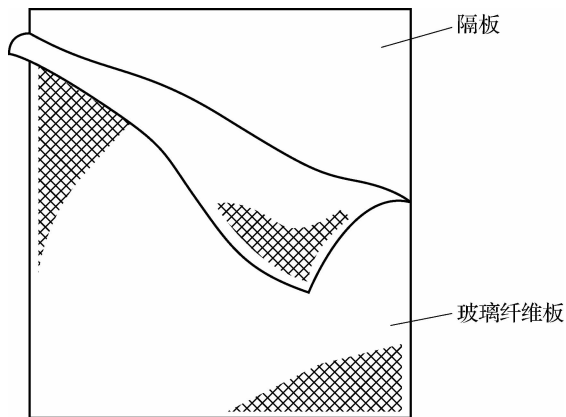


图 1-5 隔板的结构

3) 电解液

电解液由纯净硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成。其密度为 $1.24 \sim 1.30 \text{ g/mL}$ 。电解液是蓄电池通过化学反应来实现化学能和电能相互转换的主要物质。电解液的纯度是影响蓄电池性能和使用寿命的重要因素。

4) 壳体

壳体采用整体式结构,由耐酸、耐热和耐振动的材料制成。蓄电池的正、负极板所产生的电动势为 2 V ,即一个单格电池。为了获得更高的电动势,通常将多个单格电池串联起来。所以在制造蓄电池壳体时,将整体的壳体分成若干个单格。一般将整个壳体分成 3 个或 6 个互不相通的单格,通过安装 3 组或 6 组极板组,形成 6 V 或 12 V 的蓄电池。壳体底部有凸筋以放置极板组,如图 1-6 所示。凸筋之间的空间用来积存脱落下来的活性物质,以

防止极板间短路。每个单格电池的顶部都有一个对应的加液孔。电池盖上有两个极桩,分别为正极桩和负极桩。正极桩用“+”表示,一般涂上红色;负极桩用“-”表示,一般涂上蓝色或不涂颜色。

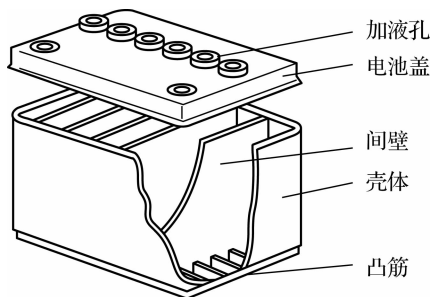


图 1-6 蓄电池的壳体

5) 联条

蓄电池各单格电池之间均用铅质联条串联,有外露式、穿壁式和跨越式三种连接方式。外露式连接方式工艺简单,但浪费材料且连接电阻大,因此已被穿壁式和跨越式连接方式所取代。穿壁式连接方式在相邻单格电池间的间壁上打孔供联条穿过,将两个单格电池的极板组极柱连接。跨越式连接方式是在相邻单格电池间的间壁上留有豁口,联条通过豁口跨越间壁将两个单格电池的极板组极柱连接。穿壁式和跨越式连接方式中所有联条均布置在整体盖的下面,连接距离短,节约材料且电阻小。

2. 干荷蓄电池

干荷蓄电池极板组在干燥状态下,能够保存电荷两年时间。如果干荷蓄电池在保存期内使用,只要加入符合规定的电解液,静置 20~30 min,调整液面高度和密度至规定标准后,不需要进行充电即可使用。

干荷蓄电池极板上的活性物质与普通蓄电池是一样的,所不同的是负极板的制造工艺。正极板上的活性物质是二氧化铅,化学性质较稳定,荷电性能可以保持较长时间;负极板上的活性物质是海绵状纯铅,表面积大、化学活性高而容易氧化。需要在负极板的铅膏中加入松香、油酸或硬脂酸等耐氧化剂,而且需要在制作过程中进行一次深放电或反复充电和放电循环,使之在极板深层也能形成海绵状纯铅,并且采用特殊干燥工艺制成干荷电极板。

3. 免维护蓄电池

免维护蓄电池在整个使用过程中无须加注蒸馏水,基本上不需要维护,其结构特点如下。

(1) 极板栅架采用铅钙锡合金材料,消除了锑会产生的副作用。锑会在化学反应中不断地从正极板析出到负极板表面,为自放电创造条件,增大充电电流,使电解水的速度加快。

(2) 采用袋式聚乙烯隔板,将正极板装在袋内,减小了极板上活性物质的脱落,从而有效防止极板短路。

(3) 采用新型安全通气装置,在气孔盖的内部设置了一个氧化铝过滤器和作为催化剂的钯,能有效阻止水蒸气和硫酸(H_2SO_4)气体通过,减少电解液的消耗。

(4) 壳体采用聚丙烯塑料,壳底无凸筋,增加了蓄电池有效容积。

有些免维护蓄电池内置一只相对密度计,用来指示荷电状况,如图 1-7 所示。

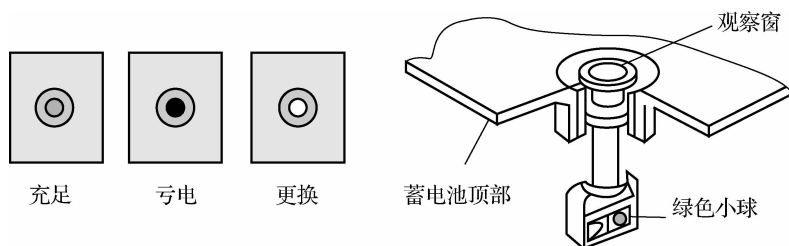


图 1-7 蓄电池荷电状况相对密度计

如果相对密度计顶部的圆点呈绿色,说明蓄电池存电充足(电量 65%以上);如果圆点呈黑色,说明蓄电池亏电;如果圆点呈浅黄色或无色,说明蓄电池已无法正常工作,应予以更换。

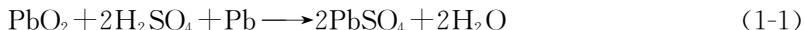
二、铅酸蓄电池的工作原理

铅酸蓄电池的工作过程是化学能与电能相互转换的过程。对于外电路而言,铅酸蓄电池的工作过程是不断放电和充电的过程。当蓄电池与直流电源并联,将电能转换为化学能储存起来时,称为充电过程;当蓄电池将化学能转换为电能向外供电时,称为放电过程。

1. 蓄电池的放电过程

放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,在电解液作用下发生化学反应,正极板上的二氧化铅和负极板上的铅都与电解液中的硫酸(H_2SO_4)反应生成硫酸铅(PbSO_4),使其沉附在正、负极板上。此时正、负极板之间有 2.1 V 电位差。若接上负载,在电动势的作用下,电流就会从蓄电池的正极经外电路流向蓄电池的负极,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水。所以放电后电解液的密度会逐渐下降。

综上所述,铅酸蓄电池的放电化学反应方程式为



铅酸蓄电池放电终了的标准如下。

(1)单格电池电压下降到放电终止电压。如蓄电池单格电池电压为 2 V,放电终止电压为 1.75 V。当测得单格电池电压为 1.75 V 时为放电终了。

(2)电解液密度下降到最小许可值。

2. 蓄电池的充电过程

如果把放电后的蓄电池并联直流电源,蓄电池的正负极分别与直流电源的正负极相连。当并联直流电源电压高于蓄电池电动势时,电流从直流电源正极流到蓄电池的正极,再经蓄电池的负极流到直流电源负极,构成蓄电池充电回路。蓄电池的充电过程是电能转换为化学能的过程。正负极板上的硫酸铅还原成二氧化铅和铅,电解液中的硫酸增多,密度上升。

综上所述,铅酸蓄电池的充电化学反应方程式为



铅酸蓄电池充电终了的标准如下。

(1)充电接近终了时,硫酸铅基本还原成二氧化铅和铅,在电源电压的作用下将水电解,析出氢气和氧气,使电解液沸腾。



视频
蓄电池的充放电过程

(2) 电解液的密度和蓄电池的端电压上升至最大值,且在 2~3 h 不再上升。

三、蓄电池型号的表示方法

根据《铅酸蓄电池名称、型号编制与命名办法》(JB/T 2599—2012)规定,蓄电池型号由三部分组成,型号的表示方法如图 1-8 所示。

1	-	2	-	3
---	---	---	---	---

图 1-8 蓄电池型号的表示方法

第一部分表示串联的单体蓄电池数,用阿拉伯数字表示。

第二部分表示蓄电池的用途、结构特征代号(见表 1-1),用大写字母表示。

第三部分表示标准规定的额定容量,用阿拉伯数字表示。

表 1-1 常用蓄电池的结构特征代号

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
M	密封式	H	湿式荷电	J	胶体式
W	免维护	WF	微型阀控式	JR	卷绕式
A	干式荷电	P	排气式	F	阀控式

例如,蓄电池型号 6-QA-100 的含义是:由 6 个单体串联的干式荷电起动型蓄电池,其额定容量为 100 A·h。

四、蓄电池的容量及其影响因素

1. 蓄电池的容量

蓄电池的容量表示蓄电池蓄电的能力,它是指蓄电池在完全充足电的情况下,在规定的放电条件下输出的电量。蓄电池容量等于放电电流 I_t 乘以放电时间 t_t ,单位为 A·h。

2. 影响蓄电池容量的因素

1) 放电电流过大导致蓄电池容量减小

放电电流过大,剧烈的电化学反应生成的硫酸铅会迅速堵塞极板表面的孔隙,封堵住极板内部的活性物质,同时电解液来不及渗入极板内部,致使极板内部的活性物质不能参加电化学反应,使蓄电池容量减小。

2) 电解液的密度过大或过小使蓄电池容量减小

电解液的密度过大将导致其黏度增加,渗透能力降低,内阻增大且容量减小。另外,电解液密度过大,蓄电池自行放电速度加快,并加剧了对极板栅架和隔板的腐蚀,从而缩短了蓄电池的使用寿命。电解液的密度过小将导致其化学反应速度下降,使蓄电池容量减小。铅酸蓄电池电解液的密度应根据用户所在地区的气候条件合理选择。

3) 电解液温度低使蓄电池容量减小

温度低将导致电解液黏度增加,离子运动速度变慢,而且极板收缩造成表面的孔隙缩



小,减少了电解液向极板孔隙内层的渗入量,导致参与反应的活性物质减少,使蓄电池的容量下降。

4) 电解液的纯度低使蓄电池容量减小

电解液的纯度对蓄电池的容量影响很大。电解液中含有导电杂质将会加快蓄电池的自行放电;有害杂质将会腐蚀栅架。所以使用纯度不高的电解液会减小蓄电池的容量,并且会缩短电池的使用寿命。



实训指导

一、蓄电池的使用与维护注意事项

(1) 蓄电池的电解液是硫酸,具有强腐蚀性,安装、拆卸和搬运蓄电池时应保持其竖直放置,并且轻搬轻放,切勿敲打。

(2) 避免蓄电池大电流长时间工作。例如,不要连续接通起动机电路,每次接通的时间不得超过 5 s;如果一次未能起动,应至少停顿 15 s 再做第二次起动;连续三次起动发动机失败时,应查明原因,排除故障后再起动发动机。

(3) 冬季使用蓄电池应做好蓄电池保温工作,也要特别注意保持蓄电池电量充足。以免因电解液密度降低而结冰。

(4) 拆卸蓄电池电缆时,必须确认点火开关处于关闭位置。应先拆蓄电池负极,再拆蓄电池正极。安装蓄电池电缆时,应先安装蓄电池正极,再安装蓄电池负极,以免拆卸时造成蓄电池短路。

(5) 在使用蓄电池过程中,要注意对亏电或放完电的蓄电池及时充足电。停驶车辆的蓄电池,每两个月应充一次电。

(6) 普通蓄电池在使用过程中,要经常检查各单格电池内电解液的液面高度,如发现不足需及时补充蒸馏水,还要经常疏通加液孔盖上的通气孔。



视频
蓄电池的使用
与维护



视频
汽车电气常用
仪表和工具的
使用



视频
蓄电池拆卸

二、蓄电池的充电方法

新的蓄电池和修复的蓄电池要进行初充电,亏电的蓄电池要进行补充充电,不同的蓄电池状态采用不同的充电方法。蓄电池的充电方法有定流充电法、定压充电法和脉冲快速充电法。

1. 定流充电法

定流充电法是指充电电流保持恒定,随着蓄电池电动势的逐渐升高,逐步增加充电电压来保持充电电流恒定的充电方法。这种方法可任意选择和调整充电电流,有较大适用性,适用于初充电、补充充电和去硫化充电等。定流充电的充电时间长,需要不断调节充电电流。为缩短充电时间,充电过程分为两个阶段。

第一阶段采用较大的充电电流,充电电流约为蓄电池额定容量的 $1/10$ 。当蓄电池单格电池电压上升到 2.3 V 时,第一阶段结束。

第二阶段将充电电流减小一半,即蓄电池额定容量的 $1/20$ 。当蓄电池单格电池电压上

升到 2.5 V 以上,电解液密度和蓄电池端电压在 2~3 h 不再上升,蓄电池内部冒出大量气泡时,表明蓄电池已经充满电。

2. 定压充电法

定压充电法是指充电电压保持恒定的充电方法。充电初期蓄电池电动势低,充电电流很大。随着蓄电池电动势的不断增大,充电电流逐渐减小,最终减小至零。定压充电法的充电速度快,4~5 h 蓄电池就可获得本身容量的 90%~95%,充电时间比定流充电法缩短很多,而且充电过程中不需要调整充电电压,适用于补充充电。

3. 脉冲快速充电法

脉冲快速充电过程中须使用专门的脉冲快速充电机,并不断改变充电电压。采用脉冲快速充电时电化学反应剧烈,充电速度快,如一次初充电只需 5 h 左右,补充充电仅需 1 h 左右。而且采用脉冲快速充电法对极板“去硫化”效果明显。其缺点是对极板活性物质的冲刷力大,易造成活性物质脱落,对蓄电池的使用寿命有一定影响,适用于电池集中、充电频繁及要求应急的场合。

三、蓄电池的初充电和补充充电

1. 初充电操作方法

新的或大修后的蓄电池要进行初充电,一般采用定流充电法充电。首先将充电电流整定为额定容量的 1/15,待蓄电池单格电池电压达 2.4 V 时,将充电电流整定为额定容量的 1/30,即电流减小一半,直至蓄电池充足电为止。整个充电过程大约为 60 h。充电过程中应注意测量电解液的温度,当温度超过 45 °C 时,应停止充电,待冷却至 35 °C 以下时再充电。

2. 补充充电操作方法

对亏电的蓄电池应进行补充充电,使其恢复额定容量。补充充电一般采用定压充电法。避免定压充电法充电初期时的电流过大,可以采用两阶段定流充电法进行补充充电:首先用额定容量 1/10 的电流进行充电,当单格电池电压上升到 2.4 V 时,再调整充电电压使充电电流减半,直至充足为止。

四、蓄电池常见故障检修

蓄电池的常见故障有极板硫化、自放电或容量下降等。一般可通过观察窗、密度计、高率放电计和万用表等检查蓄电池的状况。

1. 极板硫化

1) 故障现象

- (1) 电池容量降低,端电压下降很快。
- (2) 充电时,电压上升过快,很快达到 2.7 V 以上或者过早出现“沸腾”现象。
- (3) 极板表面生成不易溶解的白色大颗粒。

2) 故障原因

- (1) 蓄电池长期充电不足,极板上生成的硫酸铅经过多次结晶,从而形成大块的不易溶解的硫酸铅晶体。
- (2) 电解液液面过低,极板上部与空气接触而氧化,生成粗晶粒的硫酸铅。



视频

蓄电池常见故障检修



(3) 蓄电池经常过量放电或深放电, 会在极板细小孔隙的内层生成硫酸铅。

(4) 电解液不纯导致蓄电池自行放电, 产生硫酸铅, 为硫酸铅再结晶提供条件。

3) 排除方法

蓄电池初充电要充足, 蓄电池使用期间要及时进行补充充电。对轻微硫化的蓄电池可采用 2~3 A 的小电流长时间过充电, 使硫酸铅还原成活性物质。对硫化严重的蓄电池应更换极板或报废。

2. 自放电

1) 故障现象

充足电的蓄电池放置不用会逐渐失去电量的现象称为自放电。由于蓄电池本身结构的原因, 自放电是不可避免的, 但若每昼夜电池容量下降超过 2%, 应视为自放电故障。

2) 故障原因

(1) 电解液中含杂质过多, 电解液中的杂质沉附于极板上产生局部放电, 从而使蓄电池降低容量。

(2) 蓄电池外壳不清洁, 溢出电解液堆积在盖板上, 使正负极桩之间形成回路, 引起自放电。

(3) 蓄电池长期放置不用, 硫酸下沉, 电解液下部的密度比上部高, 极板的上、下部之间出现电位差, 引起自放电。

(4) 极板活性物质脱落, 下部沉淀物过多使极板短路, 引起自放电。

3) 排除方法

自放电严重的蓄电池, 应倒出电解液, 用蒸馏水冲洗极板和隔板, 然后重新组装, 加入新的电解液并重新充电。

3. 容量下降

1) 故障现象

蓄电池在供电时, 电量下降很快, 不能提供用电设备所需的正常电压, 如汽车起动时起动机转速很快减慢且转动无力。

2) 故障原因

(1) 蓄电池内部损坏, 电解液的相对密度低, 极板的硫化和电解液的液面过低等故障都会造成蓄电池容量下降。

(2) 发电机调节器电压过低, 蓄电池充电电压过低, 经常充电不足, 蓄电池供电能力下降。

3) 故障排除

(1) 蓄电池的外部检查。外壳是否完好, 表面是否清洁, 搭铁接线是否良好。

(2) 蓄电池的内部检查。测量蓄电池的电解液密度及液面高度等。

(3) 检查发电机电压调节器的调节电压。



任务工单

项目编号	班级	姓名	日期	年	月	日									
任务名称	蓄电池的基本状况检测,初充电和补充充电														
任务目的	掌握蓄电池的检修保养方法														
一、任务实施 1. 蓄电池检修保养前的准备工作 (1)检查安全及环保方面的工作是否到位。 (2)准备车辆或台架及工具和设备。 2. 蓄电池基本状况检查 (1)检查蓄电池外壳。 (2)检查极桩。 (3)检查加液孔盖。 (4)检查电解液液面高度。 (5)蓄电池基本状况判断。 3. 蓄电池放电程度的检查 (1)在免维护蓄电池观察窗观察情况。 (2)用高率放电计判断蓄电池的放电程度。 (3)用万用表测量蓄电池的电压。 4. 蓄电池的充电 (1)蓄电池充电机的使用方法。 (2)记录初充电操作过程。 (3)记录补充充电操作过程。 5. 将汽车蓄电池故障的检测 results 及排除过程填在表 1-2 内 蓄电池型号: 表 1-2 汽车电源系统故障的检测 results 及排除过程记录表 <table border="1"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>项 目</th> <th>作业记录</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>故障现象</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>故障可能的原因</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							序号	项 目	作业记录	1	故障现象		2	故障可能的原因	
序号	项 目	作业记录													
1	故障现象														
2	故障可能的原因														



续表

序号	项 目	作业记录
3	以下填写电气元件及线路检查项目	以下填写电气元件及线路检查参数及阶段性结论
4	确认的故障点	
5	故障排除方法	

6. 检查汽车及其发动机是否干净整洁,护套是否取下,工具是否整理

二、考核评分

序号	考核项目	考核内容及要求	配 分	考核记录	得 分
1	准备工作	检查车辆或台架,准备工具及设备,三液检查	25		
2	检测过程	仪器及工具的准确选择	10		
		仪器及工具的规范操作	10		
		正确的检测方法及步骤	15		
		数据的正确采集及记录	10		
3	故障排除与修复	故障点查找准确	10		
		故障排除与修复规范	10		
4	安全文明操作	整理工具仪器及车辆或台架等 6S 工作	10		
总分:					



巩固提高

一、填空题

- 充足电的铅蓄电池如果放置不用将逐渐失去电量,这种现象称为蓄电池_____。
- 蓄电池正极板的活性物质是_____,正极板通常呈_____色。
- 蓄电池负极板的活性物质是_____,负极板通常呈_____色。
- 蓄电池的额定容量为 $60 \text{ A} \cdot \text{h}$,采用定流充电法充电,第一阶段充电电流为_____A,第二阶段充电电流为_____A。
- 蓄电池极板硫化后,生成白色不易溶解的颗粒物,颗粒物的主要成分是_____。

二、选择题

1. 在安装蓄电池电缆时,下列说法正确的是()。
A. 先装正极 B. 先装负极 C. 先装负极正极都可以
2. 12 V 蓄电池内部有()个单格电池。
A. 3 B. 6 C. 12
3. 采用定流充电法进行补充充电时,应先用额定容量的()的电流进行充电。
A. 1/10 B. 先 1/15,后 1/30 C. 先 1/30,后 1/15

三、判断题

1. 蓄电池的充放电过程是可逆的化学反应过程。 ()
2. 铅酸蓄电池内部溶液是蒸馏水。 ()
3. 铅酸蓄电池初充电只能采用定流充电法。 ()

四、简答题

1. 试说明蓄电池代号 3-QAW-90 的含义。
2. 为什么蓄电池亏电时要及时补充充电?

任务二 交流发电机的检修



职业技能标准

工作领域	汽车电子电气与空调舒适系统技术(初级)
工作任务	汽车电子电气系统检查保养
职业技能	充电系统检查保养
技能要求	(1)能检查、调整或更换发电机的皮带。 (2)能检查带轮和张紧轮的磨损情况。 (3)能检查皮带的校正情况。 (4)能拆卸、检查、更换发电机
知识要求	(1)发电机的皮带的调整和更换流程。 (2)带轮和张紧轮的磨损情况检查措施。 (3)皮带校正情况检查措施。 (4)发电机的拆卸、检查、更换流程
工作领域	汽车电子电气与空调舒适系统技术(中级)
工作任务	汽车电子电气系统检查保养
职业技能	充电系统检测维修



续表

技能要求	(1)能进行充电系统输出测试,确定维修内容。 (2)能进行发电机输出测试,确定维修内容。 (3)能检查、测试电压调节器/磁场控制电路,确定维修内容。 (4)能进行充电电路电压测试,确定维修内容。 (5)能检查、维修或更换充电电路的接头和导线。 (6)能进行充电系统线路电压测试,判断是否需要检修
知识要求	(1)充电系统输出测试方法。 (2)发电机输出测试方法。 (3)电压调节器/磁场控制电路的调试方法。 (4)充电电路电压降测试方法。 (5)充电电路的接头和导线的维修和更换方法。 (6)充电系统线路电压降测试的方法



任务描述

汽车有蓄电池和交流发电机两个电源。蓄电池的电量是有限的,不能满足汽车长时间供电的需求。在发动机正常工作的情况下,交流发电机是汽车的主要电源。为掌握电源系统的检修方法,必须了解交流发电机的作用和型号,掌握交流发电机的结构和工作原理,学会交流发电机的拆装、分解、检修、组装和安装以及与交流发电机相关线路故障的检测方法。



情境导入

一辆轿车在行车中电源警告灯突然点亮,车主高先生停车后与修理厂联系,修理人员赶到现场进行检测。经过检测发现是发电机传动皮带过松导致发电机发电电压过低引起的电源系统报警。调整发电机传动皮带张紧度后起动车辆,其运行正常。



理论学习

一、交流发电机的特点与功能

现在的汽车多采用交流发电机。交流发电机具有发电性能好、使用寿命长、体积小、质量轻及结构紧凑等优点。以硅整流交流发电机的应用最为普遍。

交流发电机有三个功能。

一是发电,由发动机带动发电机的转子旋转,在定子线圈中产生交流电流。

二是整流,将定子线圈产生的交流电整流成直流电,为汽车上的用电设备提供电源。

三是调节电压,利用电压调节器调节发电机的电压,在发电机转速和负载发生变化时使电压保持稳定。

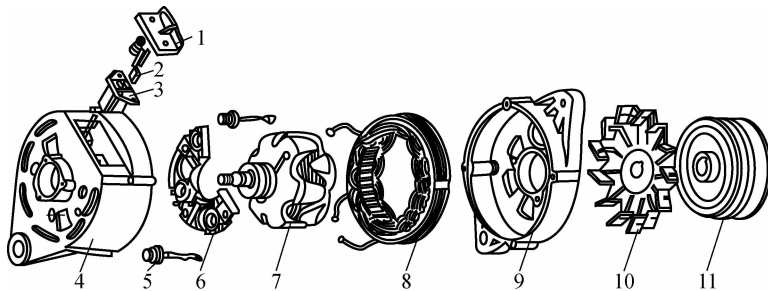


视频

交流发电机的
作用和结构

二、交流发电机的构造

汽车多采用三相交流发电机,其主要部件有转子、定子、电刷、前后端盖、风扇、整流器及带轮等。转子用来建立磁场,定子可产生交变电动势,经过整流器整流后输出直流电。JF132 型交流发电机的结构如图 1-9 所示。

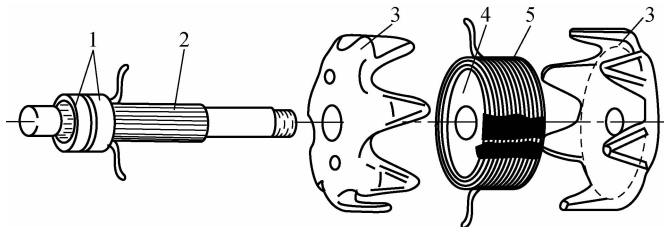


1—电刷弹簧压盖; 2—电刷; 3—电刷架; 4—后端盖; 5—硅二极管; 6—散热板;
7—转子; 8—定子总成; 9—前端盖; 10—风扇; 11—带轮。

图 1-9 JF132 型交流发电机的结构

1. 转子

交流发电机的转子的作用是产生磁场。它主要由两块爪极、磁场绕组、滑环及转子轴等组成,如图 1-10 所示。



1—滑环; 2—转子轴; 3—爪极; 4—磁轭; 5—磁场绕组。

图 1-10 交流发电机转子的结构

两块爪极被压装在转子轴上,其空腔内腔装有磁轭,磁轭上面绕有励磁绕组。励磁绕组两端的引线分别焊在与轴绝缘的两个滑环上。滑环与装在后端盖内的两个电刷相接触,两个电刷装在与端盖绝缘的电刷架内,通过弹簧力使其与滑环保持接触。当发电机工作时,两电刷通过引线分别接在两个螺钉接线柱上,一个接线柱是发电机的励磁接线柱,另一个是搭铁接线柱。这两个接线柱再与直流电源连通,可为励磁绕组提供定向电流并产生轴向磁通,使两块爪极被分别磁化为 N 极和 S 极,从而形成磁极,产生磁场,沿圆周方向均匀分布。

2. 定子

定子是产生和输出交流电的部件,由定子铁心和定子绕组组成。定子槽内置有三相对称绕组,三相绕组的接法有星形和三角形两种,如图 1-11 所示。一般多用星形连接,每相绕组的首端分别与整流器的硅二极管相连,作为交流发电机的输出端。每相绕组的尾端接在



视频

硅整流发电机
结构



一起,形成中性点。当转子转动时,在定子三相对称绕组中产生大小相等且相位差 120° (电角度)的对称电动势。

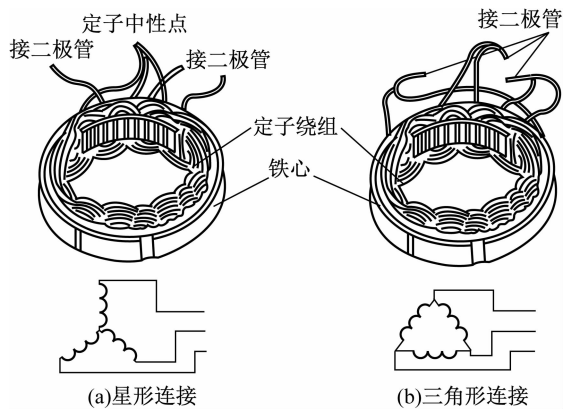
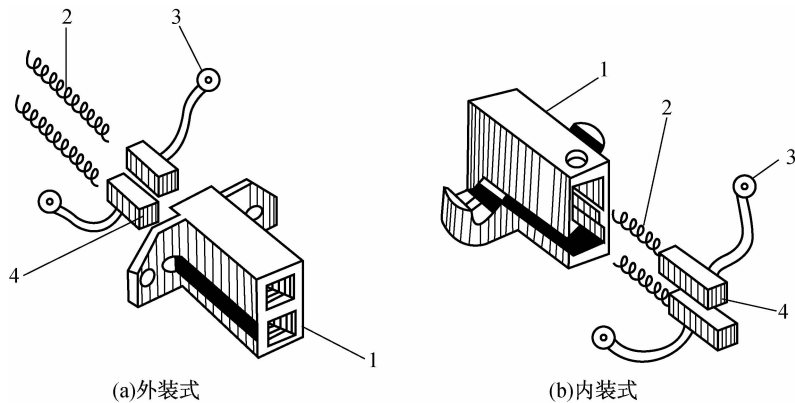


图 1-11 交流发电机定子总成的连接方式

3. 电刷

两个电刷分别装在电刷架的孔内,电刷架装在后端盖上,借助弹簧压力与滑环保持接触。目前,国产交流发电机的电刷架有两种结构形式:一种可直接从发电机外部进行拆装,称为外装式,如图 1-12(a)所示;另一种则不能直接在发电机外部进行拆装,称为内装式,如图 1-12(b)所示。若需要更换电刷,必须将发电机拆开。



1—电刷架; 2—弹簧; 3—接线端子; 4—电刷。

图 1-12 电刷架的结构

交流发电机按电刷引线的搭铁接法不同,分为内搭铁式和外搭铁式。搭铁电刷的引出线用螺钉直接固定在后端盖上(标记“—”),通过交流发电机外壳直接搭铁的称为内搭铁式;搭铁电刷的引出线与机壳绝缘接到后端盖外部的接线柱上(标记“ F_2 ”),通过调节器构成回路的称为外搭铁式,如图 1-13 所示。对于内搭铁式交流发电机,磁场绕组直接通过交流发电机的外壳搭铁,其中一根引线接至后端盖上的磁场接线柱“F”,另一根直接与发电机外壳上的搭铁接线柱“—”连接;对于外搭铁式交流发电机,磁场绕组通过电压调节器后(交流发电机的外部)再搭铁,电刷引线必须分别与发电机后端盖“ F_1 ”和“ F_2 ”接线柱相连。

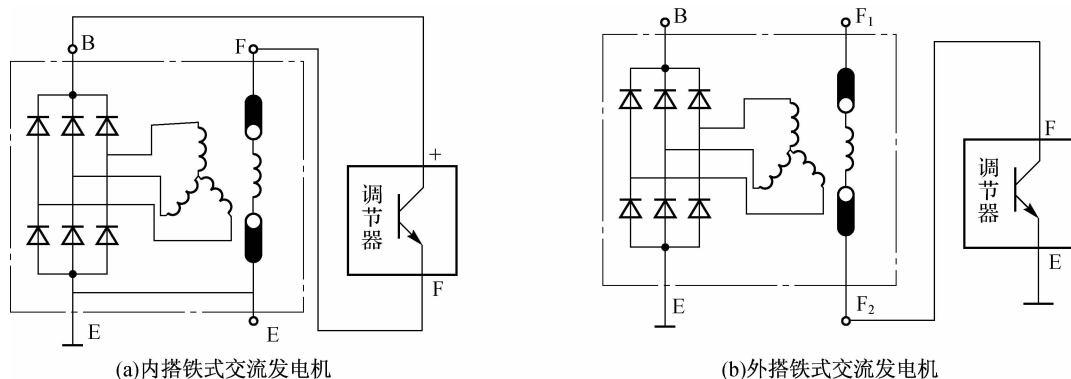


图 1-13 交流发电机的搭铁形式

4. 前后端盖

前后端盖用铝合金制成,因为铝合金为非导磁材料,其具有轻便和散热性良好等优点。端盖包括驱动端盖、整流端盖和安装在其上的轴承及轴承盖等零部件。后端盖装有电刷架,两个电刷分别装在电刷架的孔内,借弹簧压力与滑环保持接触。为了提高轴承孔的机械强度,增加其耐磨性,有的发电机端盖的轴承座内还镶有钢套。

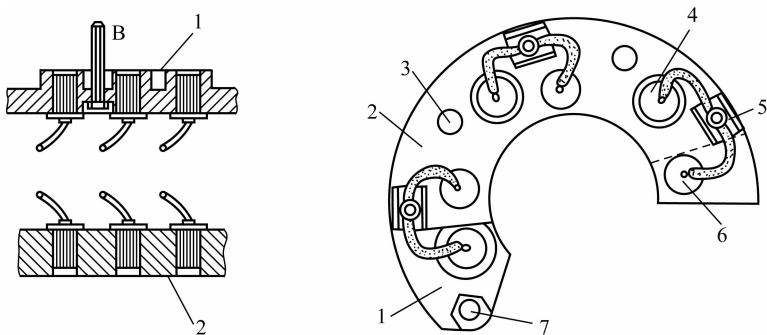
发电机前端装有带轮,由发动机通过皮带带动。在带轮后面装有风扇给发电机强制通风。前后端盖用 3~4 个螺栓与定子固定在一起。

5. 风扇

风扇安装在前端盖外侧的转轴上,在发电机工作时随发电机转轴一同运转,对发电机进行冷却。

6. 整流器

交流发电机整流器的作用是将定子绕组产生的三相交流电转换成直流电输出。交流发电机的整流器通常由 6 只硅二极管组成,如图 1-14 所示。外壳为负极,中心引线为正极的二极管称为正极管,管壳底上有红色标记;外壳为正极,中心引线为负极的二极管称为负极管,管壳底上有黑色标记。

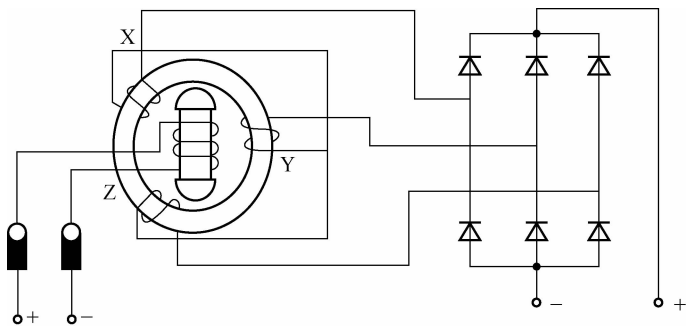


1—正整流板; 2—负整流板; 3—安装孔; 4—正极管; 5—绝缘垫; 6—负极管; 7—电枢接线柱安装孔。

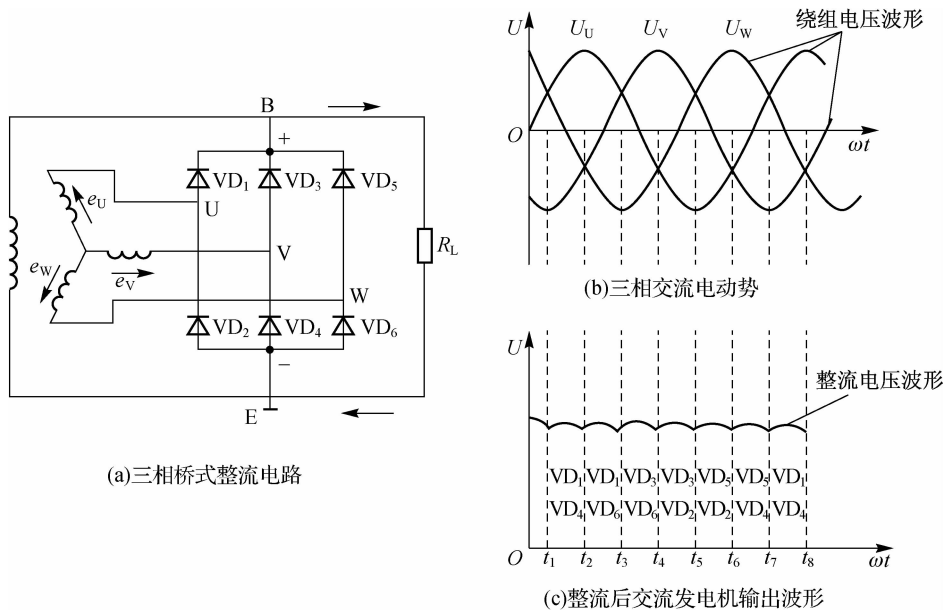
图 1-14 整流板及二极管的安装

三、交流发电机的工作原理

视频
交流发电机的工作
原理



当转子旋转时,由于定子绕组与磁力线有相对的切割运动,且三相定子绕组在空间分布上互差 120° ,所以在三相定子绕组中产生频率相同、幅值相等及相位互差 120° 的正弦电动势 e_U, e_V, e_W ,如图 1-16(a)所示,经整流后其波形如图 1-16(b)所示。



19

三相绕组所产生的感应电动势可用下列方程式表示。

$$e_A = E_m \sin \omega t = \sqrt{2} E_\Phi \sin \omega t \quad (1-3)$$

$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ) = \sqrt{2} E_\Phi \sin(\omega t - 120^\circ) \quad (1-4)$$

$$e_C = E_m \sin(\omega t + 120^\circ) = \sqrt{2} E_\Phi \sin(\omega t + 120^\circ) \quad (1-5)$$

式中, E_m 为相电动势的最大值, V; E_Φ 为相电动势的有效值, V; ω 为电角速度, rad/s, $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ 。

发电机每相绕组所产生的电动势的有效值为

$$E_\Phi \approx 4.44 K f N \Phi \quad (1-6)$$

式中, K 为定子绕组系数, 一般小于 1; f 为感应电动势的频率, Hz, $f = Pn/60$, 其中 P 为磁极对数, n 为转速; N 为每相绕组的匝数; Φ 为磁极的磁通, Wb。

式(1-6)表明, 使用中的交流发电机, 其交变电动势的有效值取决于转速和转子的磁通量, 这一性质将直接决定交流发电机的输出电压值。

2. 整流电路的工作原理

将交流发电机产生的交流电转换成直流电的过程称为整流。常见的整流电路有六管交流发电机的整流电路和九管交流发电机的整流电路。

1) 六管交流发电机的整流电路

六管交流发电机的整流装置实际上是一个由 6 个硅整流二极管组成的三相桥式整流电路, 如图 1-16(a) 所示。3 个二极管 VD_2 、 VD_4 、 VD_6 的负极分别与发电机三相绕组的始端相连, 它们的正极连接在一起, 组成共阳极接法, 3 个二极管的导通原则是在某一瞬间负极电位最低的二极管导通。3 个二极管 VD_1 、 VD_3 、 VD_5 的正极分别与发电机三相绕组的始端相连, 它们的负极连接在一起, 组成共阴极接法, 3 个二极管的导通原则是在某一瞬间正极电位最高的二极管导通。每个时刻都有两个二极管同时导通, 其中一个二极管在共阴组, 另一个在共阳组, 同时导通的两个管子将发电机的电压加在负荷两端, 如图 1-16(c) 所示。

当 $t=0$ 时, C 相电位最高, B 相电位最低, 所对应的二极管 VD_5 、 VD_4 均处于正向导通状态。由于二极管的内阻很小, 所以此时发电机的输出电压等于 B、C 相绕组之间的线电压。

在 $t_1 \sim t_2$ 时间内, A 相电位最高, B 相电位最低, 故对应 VD_1 、 VD_4 处于正向导通状态。同理, 交流发动机的输出电压可视为 A、B 相绕组之间的线电压。

在 $t_2 \sim t_3$ 时间内, A 相电位最高, C 相电位最低, 故 VD_1 、 VD_6 处于正向导通状态。同理, 交流发动机的输出电压可视为 A、C 相绕组之间的线电压。

以此类推, 在负载上便可获得一个比较平稳的直流脉动电压。

2) 九管交流发电机的整流原理

九管交流发电机的特点是除了常用的 6 个整流二极管外, 又增加了 3 个功率较小的二极管。3 个功率较小的二极管用来供给交流发电机磁场电流, 称为磁场二极管。采用磁场二极管后, 输出端连接充电指示灯, 即可指示发电机的工作情况。九管交流发电机充电系统的电路如图 1-17 所示。

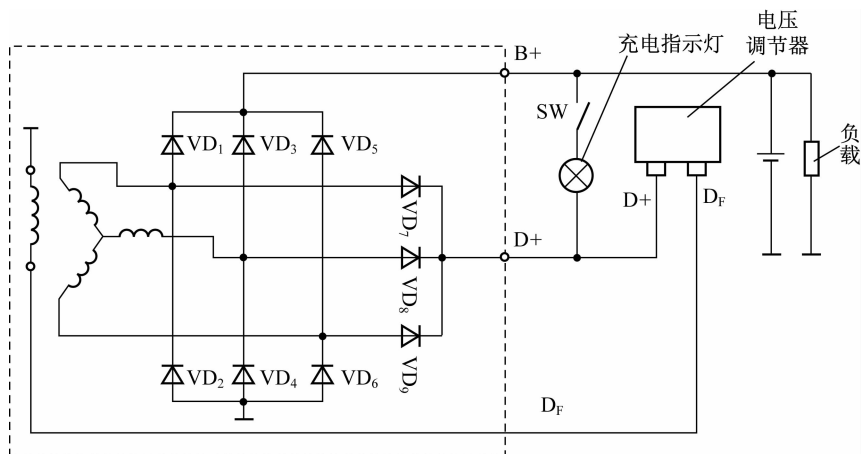


图 1-17 九管交流发电机充电系统的电路

交流发电机工作时,定子三相绕组产生的三相交流电,经 6 个二极管($VD_1 \sim VD_6$)组成的三相桥式整流电路整流后,输出直流电压 U_B 给蓄电池和用电设备供电。由 3 个磁场二极管 VD_7 、 VD_8 、 VD_9 和 3 个共阳极二极管 VD_2 、 VD_4 、 VD_6 组成的三相桥式整流电路整流后的直流电压供给发电机所需的磁场电流。

充电指示灯由蓄电池端电压与磁场二极管输出端的电压的差值控制。在发电机不工作时,电压的差值等于蓄电池电压,指示灯亮。在发电机工作时,随着发电机转速升高,电压的差值逐渐减小,指示灯亮度减弱。当发电机电压达到蓄电池充电电压时,发电机开始自励,此时指示灯因两端的电位相等而熄灭,表示发电机已经正常工作。当发电机转速降低或发电机有故障时,发电机输出电压降低,电压的差值逐渐增大,指示灯点亮,以提醒驾驶员。在发动机停止工作时,充电指示灯点亮可以提醒驾驶员及时关闭点火开关。

3. 交流发电机的励磁方式

在交流发电机未发电时,由蓄电池给交流发电机提供励磁电流,称为他励;起动发动机后,交流发电机发电,由交流发电机自身提供励磁电流,称为自励。由于汽车用交流发电机转子的剩磁较弱,不能利用磁极的剩磁自励发电,所以需要外接直流电源。交流发电机只有在较高转速时,才能自励发电。交流发电机在低速运转时,采用他励方式,即由蓄电池提供励磁电流来增强磁场,使发电机发电满足汽车上用电的要求。发电机的发电电压随发动机转速的升高而上升。当发电机输出电压高于蓄电池电压,一般发电机的转速达到 1 000 r/min 左右时,励磁电流便由发电机自身供给,此时的励磁方式称为自励。

四、国产交流发电机的型号

根据中华人民共和国行业标准《汽车电气设备产品型号编制方法》(QC/T 73—1993)的规定,汽车交流发电机的型号表示方法如图 1-18 所示。

第一部分为产品代号。交流发电机的产品代号有 JF、JFW、JFZ、JFB 和 JFY 五种,分别表示交流发电机、无刷交流发电机、整体式交流发电机、带泵交流发电机和永磁交流发电机。

第二部分为分类代号。用 1 位阿拉伯数字表示,若选用电压等级作为分类代号,则 1 表示 12 V,2 表示 24 V,6 表示 6 V。

第三部分为分组代号。用 1 位或 2 位阿拉伯数字表示,用于表示设备的电气参数、结构和用途等。以电流等级为例,其含义见表 1-3。

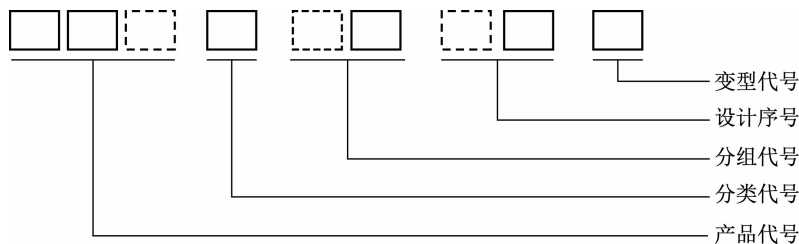


图 1-18 汽车交流发电机的型号表示方法

表 1-3 电流等级代号的含义

电流等级代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
电流/A	0~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	≥90

第 4 部分为设计序号。用 1 位或 2 位阿拉伯数字表示,按产品的先后顺序表示。

第 5 部分为变型代号。交流发电机以调整臂的位置作为变型代号。从驱动端看,在中 间不加标记,Y 表示右边,Z 表示左边。

例如,桑塔纳轿车所使用的 JFZ1610Y 型交流发电机,其含义是电压等级为 12 V,输出 电流为 60~69 A,第 10 次设计,调整臂位于右边的整体式交流发电机。

五、无刷交流发电机

无刷交流发电机是无电刷无滑环的交流发电机,不会因电刷和滑环的磨损与接触不良 造成励磁不稳定或发电机不发电等故障,且工作时不会产生火花,减少了无线电干扰。它具 有结构新颖、性能优良、工作稳定及故障率低等优点。

无刷交流发电机的结构形式有爪极式、励磁机式、永磁式和感应子式四种,其中,爪极式 和感应子式最为常见。

1. 爪极式无刷交流发电机

爪极式无刷交流发电机的磁场绕组是静止的,不随转子转动,所以磁场绕组两端可直接 引出而不需要滑环和电刷,其结构如图 1-19 所示。磁场绕组装在发电机中部的磁轭托架 上,磁轭托架用螺栓固定在端盖上。

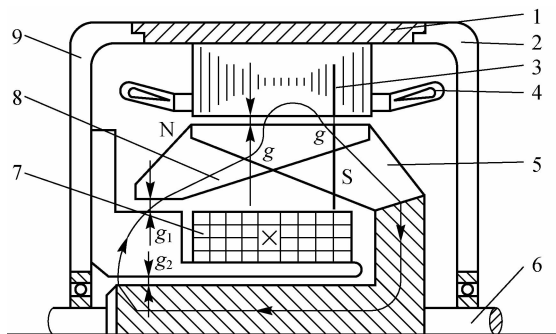
当磁场绕组通过电流时,主磁通路径如图 1-19 所示。转子磁轭—附加间隙—磁轭托 架—附加间隙—左边爪极—主气隙—定子铁心—主气隙—右边爪极—转子磁轭,形成闭合 回路。当转子旋转时,爪极形成的 N 极和 S 极的磁力线在定子绕组内交替通过,磁力线切割 定子槽内定子绕组,在 3 相绕组中产生三相交变电动势,在回路中形成交流电,经整流后变 成直流电。

2. 感应子式无刷交流发电机

感应子式无刷交流发电机由转子、定子、整流器和机壳等组成。转子由硅钢片铆成,呈 齿轮状,齿轮上有若干个沿圆周均匀分布的齿形凸极。磁场绕组和电枢绕组均安放在定子

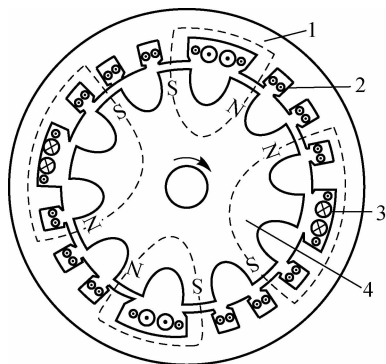


槽内,所以发电机内没有滑环和电刷,如图 1-20 所示。



1—机座; 2、9—端盖; 3—定子铁心; 4—定子绕组;
5、8—爪极; 6—转子轴; 7—磁场绕组。

图 1-19 爪极式无刷交流发电机的结构和主磁通路径



1—定子铁心; 2—电枢绕组; 3—磁场绕组;
4—转子。

图 1-20 感应子式无刷交流发电机的结构和磁通路径

当磁场绕组通入直流电后,在定子铁心中产生磁场,如图 1-20 所示,右上部、左下部为 S 极,左上部、右下部为 N 极。转子感应出磁极,对着定子 S 极感应成 N 极,对着定子 N 极感应成 S 极。转子的齿形凸极旋转时,齿形凸极对着定子凸齿,磁感应强度最大;转子槽对着定子凸齿,磁感应强度最小。因此,转子旋转时,定子凸齿内产生脉动磁通,在定子绕组中感应出交变电动势。将电枢绕组以一定的方式连接起来,经整流后就可输出直流电。爪极式和感应子式无刷交流发电机与有刷交流发电机结构不同,但发电原理相同,此处不再赘述。



实训指导

一、交流发电机的拆卸

- (1) 拆掉蓄电池负极端子电缆。
- (2) 拆掉发电机电缆和连接器。
- (3) 取下发电机传动带,拆下发电机和支架。

二、交流发电机分解步骤

- (1) 拆卸发电机带轮。
- (2) 拆卸发电机电刷座总成。
- (3) 拆卸发电机调压器总成。
- (4) 拆卸发电机整流器。
- (5) 拆卸发电机转子总成。

三、交流发电机分解后的检修

1. 转子检修

(1) 转子绕组检修。如图 1-21 所示,用万用表 $R \times 1$ 挡检测两滑环之间电阻,应与标准值相符。若阻值为“ ∞ ”,说明断路;若阻值过小,说明短路。用万



视频

发电机电皮的检查与更换



视频

电源系统常见故障诊断

用表电阻最大挡检测滑环与铁心或转子轴之间的电阻,应为“ ∞ ”,否则为搭铁故障。断路应焊修或更换转子总成,短路和搭铁应更换转子总成。

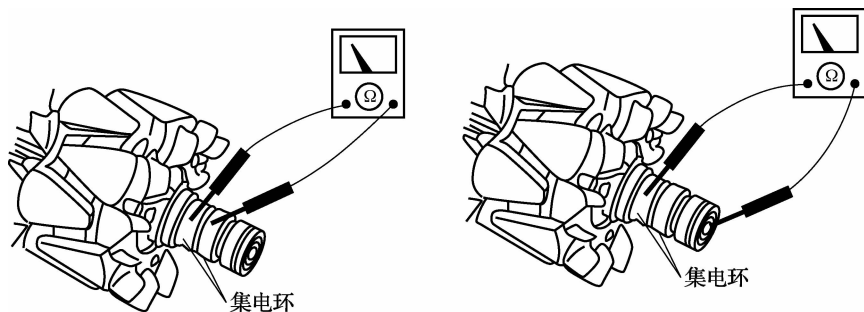


图 1-21 检测滑环间电阻

(2)滑环检修。滑环表面应平整光滑,若有轻微烧蚀,用 00 号砂布打磨;若烧蚀严重,应在车床上精加工。测量滑环厚度,应与规定值相符,否则应更换。用千分尺测量滑环圆柱度,应与规定值相符,否则应精车加工。

2. 定子检修

(1)定子绕组断路检修。如图 1-22 所示,用万用表 $R \times 1$ 挡检测定子绕组三个接线端,两两相测,阻值应小于 1Ω ,若阻值为“ ∞ ”,说明断路。

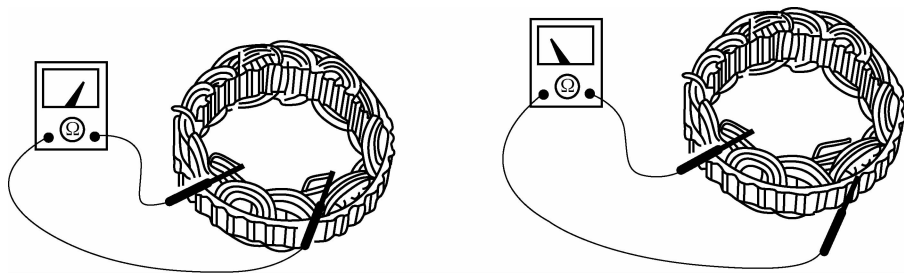


图 1-22 检测定子绕组

(2)定子绕组搭铁检修。用万用表电阻最大挡检测定子绕组接线端与定子铁心间的电阻,应为“ ∞ ”,否则说明有搭铁故障。

3. 检查电刷组件

(1)外观检查。电刷表面应无油污、破损和变形,且应在电刷架中活动自如。

(2)电刷长度检查。如图 1-23 所示,用游标卡尺或金属直尺测量电刷露出电刷架的长度是否在规定值相符。

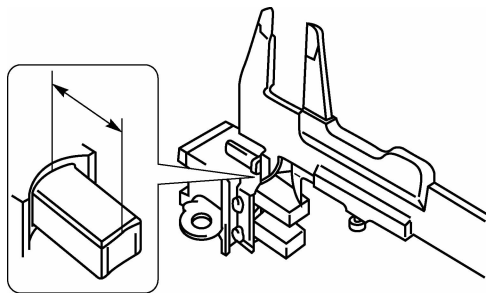


图 1-23 检查电刷长度



(3)电刷弹簧压力测量。检测电刷弹簧压力是否与规定值相符。

四、交流发电机的安装

- (1)在轴承内加注润滑脂。
- (2)将转子、前端盖、风扇叶轮及传动带盘装合在一起。
- (3)安装电刷架、电刷及弹簧。
- (4)安装元件板。元件板安装在后端盖内部。
- (5)把定子绕组与后端盖合装在一起,连接好二极管与定子绕组的引出线。
- (6)将两端盖装合在一起,拧紧螺钉。
- (7)安装交流发电机接线桩头。



任务工单

项目编号		班级		姓名		日期	年	月	日
任务名称	拆卸交流发电机,分解并检修交流发电机								
任务目的	(1)掌握交流发电机拆卸和安装的方法; (2)掌握交流发电机电解体检修方法								
一、任务实施 1. 交流发电机检修前的准备工作 (1)检查安全及环保方面的工作是否到位。 (2)准备车辆或台架,准备工具及设备。 2. 记录交流发电机拆卸顺序 3. 记录交流发电机分解顺序 4. 交流发电机电解体后的检测内容 (1)记录转子检测情况。 (2)记录定子检测情况。 (3)记录电刷组件检测情况。 5. 记录交流发电机安装顺序 6. 检查车辆和发动机是否干净整洁,护套是否取下,工具是否整理									

二、考核评分

序号	考核项目	考核内容及要求	配 分	考核记录	得 分
1	准备工作	检查车辆或台架,准备工具及设备,三液检查	25		
2	检测过程	仪器及工具的正确选择	10		
		仪器及工具的规范操作	10		
		正确的检测方法及步骤	15		
		数据的正确采集及记录	10		
3	故障排除与修复	故障点查找准确	10		
		故障排除与修复规范	10		
4	安全文明操作	整理工具仪器及车辆或台架等 6S 工作	10		

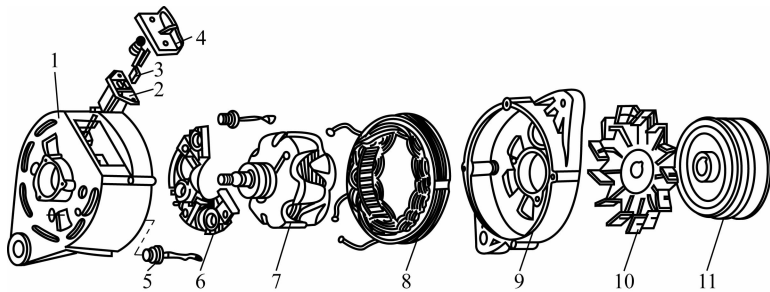
总分:



巩固提高

一、填空题

1. 试标注下列整体式交流发电机零部件的名称。



1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____
 6. _____ 7. _____ 8. _____ 9. _____ 10. _____
 11. _____

2. 交流发电机的转子的作用是_____,它主要由两块爪极、_____,滑环及转子轴等组成。

3. 交流发电机的定子又称为电枢,定子的作用是_____,由定子铁心和定子绕组组成。



二、选择题

1. 汽车电源系统电压调压器在发电机转速和发电机上的负载发生变化时自动控制发电机电压,使其保持恒定。电压调压器是利用自动调节发电机的(),从而使磁极磁通改变这一原理来调节发电机输出电压的。

- A. 励磁电流 B. 励磁电压 C. 蓄电池电压

2. 根据中华人民共和国行业标准《汽车电气设备产品型号编制方法》(QC/T 73—1993)的规定,汽车交流发电机的型号第1部分的含义为()。



- A. 产品代号 B. 分类代号 C. 分组代号

3. 汽车用交流发电机的励磁方法是()。

- A. 自励 B. 他励 C. 由他励到自励

三、判断题

1. 汽车电源系统中的电压调节器损坏可能造成发电机不发电。 ()
2. 若发电机的励磁绕组开路,发动机没有输出电压,充电指示灯会点亮。 ()
3. 用万用表电阻挡测量发电机两个滑环之间的电阻,此电阻值就是励磁绕组的电阻。 ()

四、简答题

1. 试说明交流发电机的分解步骤。
2. 试说明交流发电机的安装步骤。
3. 简述电刷组件的检测方法。

任务三 电源系统的性能判断与常见故障检修

职业技能标准

工作领域	汽车电子电气与空调舒适系统技术(高级)
工作任务	汽车电子电气系统检查保养
职业技能	充电系统诊断分析
技能要求	(1)能对充电不足的故障进行诊断。 (2)能对不充电的故障进行诊断。 (3)能对充电过度的故障进行诊断
知识要求	(1)充电不足的故障原因解析。 (2)不充电的故障原因解析。 (3)充电过度的故障原因解析



任务描述

汽车电源系统发生故障会导致发动机无法工作。要掌握电源系统的检修方法,就需要了解电压调节器的作用、工作原理和检修方法,学会汽车电源系统的故障诊断与修复方法。



情境导入

轿车电源系统中的电压调节器损坏,一般是因为发电机输出电压随发动机转速大幅波动而造成用电设备不能正常工作或损坏。汽车维修人员必须全面了解电压调节器,熟悉电压调节器的结构、工作原理与检测方法,才能正确地维修电压调节器。



理论学习

一、硅整流交流发电机的工作特性

硅整流交流发电机的转速变化大,且传动比较大。要了解硅整流交流发电机的特性,应以转速为基础分析其输出特性、空载特性和外特性。

1. 输出特性

输出特性又称负载特性,它是在发电机输出电压保持一定时,发电机的输出电流与转速

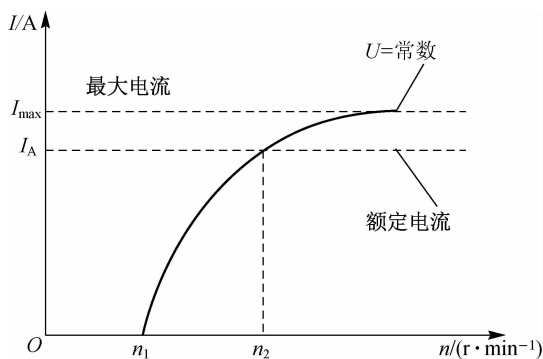


图 1-24 交流发电机的输出特性曲线

之间的关系。一般对标称电压为 12 V 的硅整流发电机,其输出电压恒定在 14 V;对标称电压为 24 V 的发电机,其输出电压恒定在 28 V。通过试验描点可以绘制一条 $I=f(n)$ 的输出特性曲线,如图 1-24 所示。

由输出特性曲线可以看出发电机在不同转速下的输出特性如下。

(1) 发电机在较低的空载转速 n_1 时,就能达到额定输出电压值,可知低速充电性能好。

(2) 发电机转速升至满载转速 n_2 时,输出电流为额定值,从而输出额定功率的电能,可知发电性能优良。

(3) 当转速升到某一定值以后,输出电流不再随转速的升高和负荷的增大而增大,具有自动限制输出电流的功能,因此不需要限流器。交流发电机的最大输出电流约为额定电流的 1.5 倍。

2. 空载特性

空载特性是指无负荷时发电机端电压与转速的变化规律。根据试验结果可以绘制出一条 $U=f(n)$ 的空载特性曲线,如图 1-25 所示。

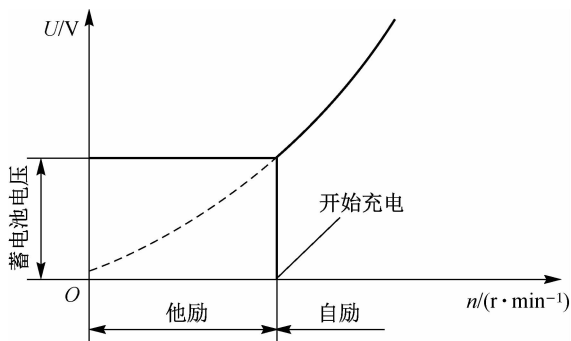


图 1-25 交流发电机的空载特性曲线

从空载特性曲线可以看出,随着转速的升高,端电压升高。由他励转入自励发电时能向蓄电池进行充电。空载特性是判定交流发电机低速充电性能是否良好的重要依据。

3. 外特性

外特性是指转速保持一定时,发电机的端电压与输出电流的关系。在不同恒定转速的试验后,可以绘制出一组相似的 $U=f(I)$ 外特性曲线,如图 1-26 所示。发电机的转速越高,则端电压越高,可见,转速对端电压的影响很大。

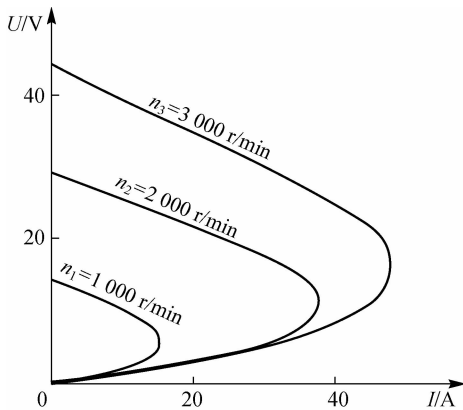


图 1-26 交流发电机的外特性曲线

交流发电机端电压受转速和负载变化的影响较大。当发电机处于高速运转的工作状态时突然失去负荷,端电压会急剧升高,这时发电机中的硅二极管、电压调节器中电子元件等有被击穿的危险,应避免外电路断路的现象。

二、电压调节器

交流发电机端电压受转速和负载变化的影响较大,因此必须用电压调节器来控制电压。电压调节器的功能是在发动机转速和发电机上的负载发生变化时自动控制发电机的输出电压(使其保持恒定),防止发电机的电压过高而造成用电设备的损坏和蓄电池的过充电,同时也防止发电机电压过低而导致用电设备不能正常工作及蓄电池充电不足。

1. 电压调节原理

根据电磁感应原理,发电机的感应电动势为 $E_{\Phi} = C_1 n \Phi$,其中 C_1 为常数,因此交流发电

机端电压的高低取决于转子的转速 n 和磁极磁通 Φ 。要保持电压恒定,在转速 n 升高时,应相应减弱磁通 Φ ,这可以通过减小励磁电流来实现;在转速 n 降低时,应相应增强磁通 Φ ,这可以通过增大励磁电流来实现。

2. 电压调节器的类型

交流发电机电压调节器分为电子式和触点式两大类。电子式电压调节器又分为晶体管式和集成电路式,其基本原理都是通过改变励磁电流的大小来控制电压。触点式电压调节器结构复杂,质量和体积大,触点易烧蚀且寿命短,对无线电干扰大,触点开闭动作迟缓而且可靠性不高,目前已被淘汰。

1) 晶体管式电压调节器

晶体管式电压调节器是利用晶体管的开关特性控制发电机的磁场电流,使发电机的输出电压保持恒定的。下面以 JFT106 型晶体管式电压调节器为例进行分析。

JFT106 型晶体管式电压调节器属于外搭铁型电压调节器,其电路原理图如图 1-27 所示。该调节器共有“+”“F”和“-”三个接线柱,其中“+”接线柱与发电机磁场绕组的“F₂”接线柱连接后经熔断器接至点火开关,“F”接线柱与发电机磁场绕组的“F₁”接线柱连接,“-”接线柱搭铁。该调节器由电压敏感电路和两级开关电路组成。



视频
典型车型电源
负载管理系统
分析

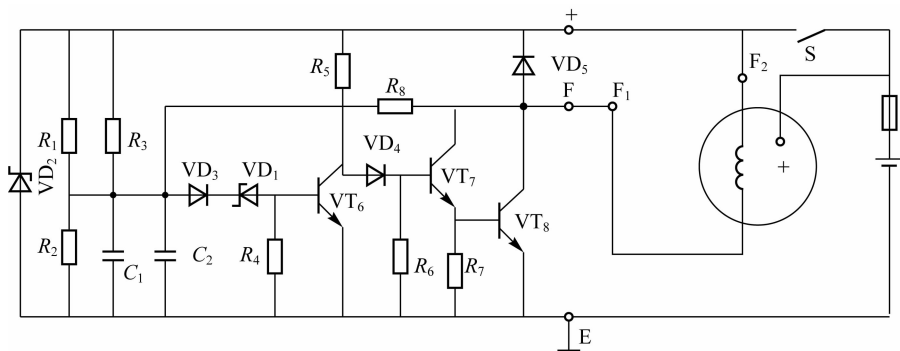


图 1-27 JFT106 型晶体管式电压调节器电路原理图

电路中 R_1 、 R_2 、 R_3 和二极管 VD_3 、稳压管 VD_1 构成了电压敏感电路,稳压管 VD_1 为稳压元件, R_1 、 R_2 、 R_3 为构成分压器,将交流发电机的端电压进行分压后加在稳压管 VD_1 的两端,随时检测发电机端电压的变化。当稳压管 VD_1 上的电压低于稳压管 VD_1 的稳压值时, VD_1 稳压管截止;当稳压管 VD_1 上的电压高于稳压管 VD_1 的稳定电压时,稳压管 VD_1 导通。可见,电压敏感电路可检测出交流发电机端电压的变化。三极管 VT_6 、 VT_7 、 VT_8 组成复合大功率三级开关电路,利用其开关特性控制磁场电路的接通或断开。

(1) 接通点火开关,起动发动机,蓄电池通过分压器 R_1 、 R_2 、 R_3 将电压加在稳压管 VD_1 两端。当电压低于稳压管 VD_1 的稳定电压时, VD_1 截止,则 VT_6 截止, VT_7 、 VT_8 导通,蓄电池经大功率三极管 VT_8 供给励磁电流,励磁电路为:蓄电池正极—点火开关 S—调节器磁场接线柱 F_2 —发电机磁场绕组—调节器磁场接线柱 F_1 — VT_8 —搭铁—发电机负极。由蓄电池提供发电机的励磁电流是他励状态。