

汽车维护  
汽车美容与装潢  
汽车发动机电控技术  
汽车电工电子技术基础  
汽车底盘构造与维修  
汽车维修基础  
汽车发动机构造与维修  
**汽车电气设备与维修**

新能源汽车概论  
新能源汽车维护  
新能源汽车电气系统构造与检修  
新能源动力电池系统构造与检修  
新能源汽车底盘构造与检修  
新能源汽车电驱动系统构造与检修  
新能源汽车充电系统构造与检修  
新能源汽车电工电子基础

汽车机械常识  
汽车车身电气设备检修  
汽车发动机与底盘拆装  
汽车定期维护

更多信息请关注



大象出版社  
官方微信



大象出版社  
抖音号



大象出版社  
天猫店



大象e学

ISBN 978-7-5711-0631-7  
  
 9 787571 106317  
 定价：38.90元

『十四五』职业教育国家规划教材

汽车电气设备与维修

河南省职业技术教育教学研究室 编

“十四五”职业教育国家规划教材



# 汽车电气设备与维修

河南省职业技术教育教学研究室 编



中原出版传媒集团  
中原传媒股份公司



## 图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备与维修 / 河南省职业技术教育教学研究室编. — 郑州 : 大象出版社, 2020. 8 (2025. 7 重印)  
ISBN 978-7-5711-0631-7

I. ①汽… II. ①河… III. ①汽车-电气设备-车辆修理-中等专业学校-教材 IV. ①U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 094743 号

## 汽车电气设备与维修

QICHE DIANQI SHEBEI YU WEIXIU

河南省职业技术教育教学研究室 编

---

出版人 汪林中

责任编辑 邓杨 何 姗

责任校对 李婧慧 倪玉秀

装帧设计 王莉娟

---

出版发行 大象出版社(郑州市郑东新区祥盛街 27 号 邮政编码 450016)

发行科 0371-63863551 总编室 0371-65597936

网 址 [www.daxiang.cn](http://www.daxiang.cn)

印 刷 辉县市伟业印务有限公司

经 销 各地新华书店经销

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 14

字 数 298 千字

版 次 2020 年 8 月第 1 版 2025 年 7 月第 12 次印刷

定 价 38.90 元

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

印厂地址 辉县市北环中段

邮政编码 453600 电话 13949630555

# 前言

本书是中等职业教育汽车运用与维修专业所用教材，依据汽车维修行业职业技能要求和岗位需求编写而成。

在编写过程中，为全面落实《国家职业教育改革实施方案》和汽车专业领域“1+X”证书制度的要求，我们组织有关学校的一线教师和汽车维修行业、生产企业专家进行了深入的研讨；全体编写人员在充分学习《国家职业教育改革实施方案》和汽车专业领域“1+X”证书制度的情况下，按照企业岗位的需求，制订编写大纲、确定教材内容，使教材内容更好地与实际工作岗位相结合，培养劳动者的实际工作能力，满足企业对技术技能型人才的需求。教材的创新特色如下：

1. 内容适应企业需要，突出工学结合特色。经过企业调研，按汽车运用与维修类职业岗位对知识、技能的需求，确定教材内容，在尊重科学性和教学规律的前提下，对原有教学内容进行适当调整，做到教材内容与职业岗位对接。
2. 弘扬新时代劳动精神，为产业转型升级和经济社会发展培养热爱劳动、勤于劳动、善于劳动的技术技能型人才。采用“项目导向、任务驱动”体例编写，满足学生过程性知识的获取，突出能力培养。任务的完成过程就是解决实际问题的过程，通过工作任务引出相关的知识点和技能点，在任务完成过程中实现基本知识的学习和基本技能的培养。
3. 重视实践教学环节，突出职业教育“做中学，做中教”的理念。体现以学生为中心，教与学并重，“做、学、教一体化”的特点，满足教学过程和生产过程相对接的要求。
4. 明确中、高职课程内容的区别，实现中、高职教育的课程衔接。中职课程强调基本知识和基本技能的学习，内容不求深，简化原理阐述，理论以“够用”为度，不涉及繁冗计算和设计。
5. 增添了企业生产的新技术、新知识、新工艺、新方法，严格贯彻最新的国家

标准和规范，采用法定计量单位。

6. 表现形式新颖，文字简洁，图文并茂。配大量图片将各个知识点展示出来，生动、直观，更有利于学生接受，更贴近中职学生的读书习惯。

本教材讲授需要92~108学时；教材以维修企业的实际工作为基础，以《河南省中等职业学校汽车运用与维修专业教学标准》和汽车专业领域“1+X”证书制度为依据确定了以下主要内容，在教学过程中可参考以下课时分配表：

项目	内容	学时数
项目1	汽车电气设备的认识	2~4
项目2	汽车电源系	26~30
项目3	汽车起动系	8~10
项目4	汽车点火系	20~22
项目5	汽车照明、仪表和信号系	16~18
项目6	汽车附属电气设备	16~18
项目7	汽车电路图的识读	4~6
合计		92~108

本书由来自中、高职院校的一线教师、汽车维修行业技术人员组建的团队编写，河南省工业科技学校艾卫东、新乡市苗勇精工汽车修理有限公司苗勇担任主编；河南省工业科技学校周邦平、新乡职业技术学院郜振海担任副主编；团队人员还有河南经贸技师学院王佳、开封技师学院伊洪彬、河南省工业科技学校孙文华、上海景格汽车科技有限公司聂平、河南省工学院赵向阳。分工如下：艾卫东编写项目1、项目2，伊洪彬编写项目3，周邦平编写项目4，王佳编写项目5，郜振海编写项目6，孙文华编写项目7；聂平、赵向阳、苗勇对编写给以建设性的指导和建议，上海景格汽车科技有限公司和新乡市苗勇精工汽车修理有限公司提供了汽车维修服务手册及标准维修作业流程脚本等专业资料，参与规范和完善了各项目“任务实施”部分内容，并对书稿进行了审核及修改。

由于作者水平所限，书中不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2020年6月



课件

# || 目 录 ||

## 项目1 // 汽车电气设备的认识

任务	常用汽车电气设备的识别	1
----	-------------	---

## 项目2 // 汽车电源系

任务 1	修理或更换蓄电池	7
任务 2	发电机故障检测与排除	18

## 项目3 // 汽车起动系

任务 1	起动机故障检测与排除	33
任务 2	起动电路故障检测与排除	47

## 项目4 // 汽车点火系

任务 1	更换火花塞	60
任务 2	更换点火线圈总成	71

## 项目5 // 汽车照明、仪表和信号系

任务 1	汽车照明系故障检测与排除	88
任务 2	汽车仪表、信号系故障检测与排除	100

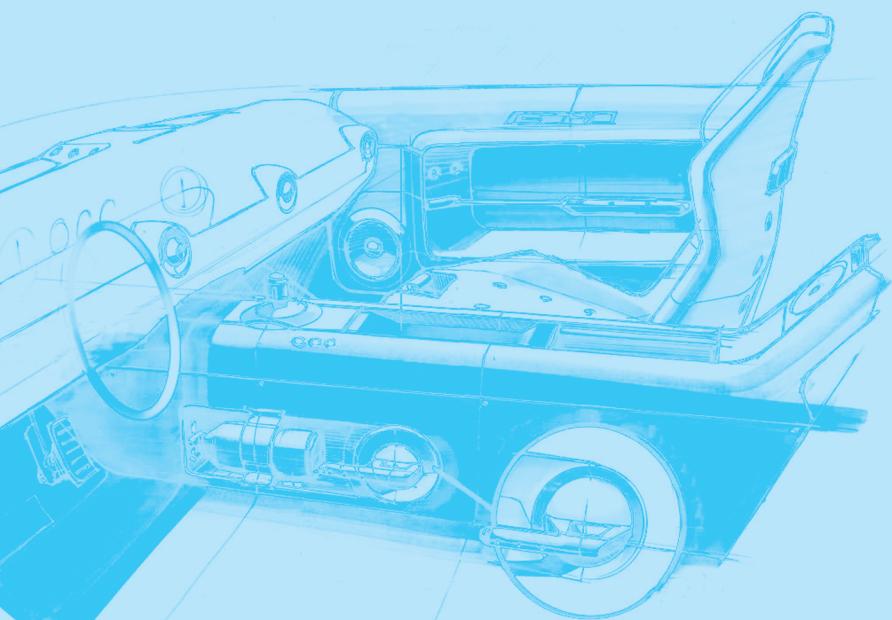
## 项目6 // 汽车附属电气设备

- |     |             |     |
|-----|-------------|-----|
| 任务1 | 刮水器故障检测与排除  | 126 |
| 任务2 | 汽车空调故障检测与排除 | 146 |

## 项目7 // 汽车电路图的识读

- |     |                    |     |
|-----|--------------------|-----|
| 任务1 | 根据汽车电路图检测并排除照明电路故障 | 175 |
| 任务2 | 典型汽车电路图的识读         | 203 |

- |      |     |
|------|-----|
| 参考文献 | 216 |
|------|-----|



# 项目 1 汽车电气设备的认识

## 知识目标

1. 了解汽车电气设备的作用和发展。
2. 了解汽车电气设备的构成及其特点。

## 能力目标

1. 能够认识一些常用的汽车电气设备。
2. 能够掌握汽车电气设备故障原因及诊断方法。

## 素养目标

1. 培养严谨、务实、精益求精、坚持不懈的工匠精神。
2. 通过小组合作探究，培养学生良好的团队意识。

## 任务 常用汽车电气设备的识别

### 作业案例

一个新司机驾驶一辆上汽斯柯达晶锐小汽车，在购物回来准备驾车离开时，发现车辆无法起动。他打开汽车发动机引擎盖，面对众多电气设备根本无从判断故障原因，只好向4S店求助。

作为初接触汽车的新手或初具经验的修理工，如何了解汽车电气设备的基础知识，并结合实际进行故障判断？

### 知识准备

汽车常用电气设备包括电源系(充电系)，起动系，点火系，照明、仪表和信号系以及附属电气设备等。



## 一、汽车电气设备的作用及发展

### 1. 早期汽车电气设备的特点

电气设备数量少,自动化程度低,可靠性差。仅为辅助设备,处于附属地位,运用这些电气设备只能完成一些基本的操作任务。

### 2. 现代汽车电气设备的特点

现代汽车工业将电子、计算机及航空技术应用到汽车上,电气设备数量多,自动化程度高,可靠性好。

### 3. 现代汽车电气设备的作用

现代汽车电气设备性能的好坏,直接影响到汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性及排放性。电气设备在很大程度上决定了汽车的性能。

### 4. 汽车电气设备的发展方向

汽车操纵逐步实现自动化和智能化。

## 二、汽车电气设备的构成

### 1. 电源系(充电系)

(1)组成:蓄电池、发电机与调节器、充电指示装置等。

(2)作用:向用电设备提供低压直流电能。

### 2. 起动系

(1)组成:起动机及其控制电路。

(2)作用:在起动发动机时,带动发动机曲轴转动,并使其达到起动转速。

### 3. 点火系

(1)组成:点火开关、点火线圈、分电器总成、火花塞等。

(2)作用:将电源提供的 12 V 低压直流电变为 20 kV 左右的高压电,适时点燃发动机气缸内的可燃混合气。(柴油发动机上没有这个系统)

### 4. 照明、仪表和信号系

(1)组成:照明包括车内外各种照明灯及其控制装置;仪表包括电压表、水温表、燃油表、车速里程表等;信号包括灯光信号和声响信号。

(2)作用:照明装置包括车内外各种照明灯及其控制装置,能提供夜间或隧道行车的照明,以保障车辆的行驶安全;仪表用来显示汽车运行参数及有关信息;信号装置的作用是提示驾驶员、行人和车辆,引起注意,指示行驶趋向,指示操纵状态,警示运行性机械故障,以提高行驶和停车的安全性、可靠性。

### 5. 附属电气设备

(1)组成:附属电气设备主要是指电动风窗刮水器、风窗洗涤器、空调器、低温起动预热装置、汽车音响、车窗玻璃电动升降器、电动坐椅调节器、防盗装置等。附属电气设备有

日益增多的趋势,主要向舒适、保障安全等方向发展。车辆的豪华程度越高,附属电气设备就越多。

(2)作用:它为驾驶员、乘车人员提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境。

### 三、汽车电气设备的基本特点

(1)两个电源:即蓄电池和发电机,采用双电源并联。蓄电池是辅助电源,发电机是主电源。蓄电池主要在起动时供电,发电机在汽车正常运行时向用电设备供电,同时充电。

(2)低压直流:电压主要有12 V和24 V两种,目前汽油车普遍采用12 V电源,重型柴油车多采用24 V电源。

(3)并联单线:汽车电路均为并联电路。蓄电池和发电机并联工作。单线是指从电源到用电设备只用一根导线连接,汽车发动机、底盘等金属机体作为另一根公用导线,又称为单线制。

(4)负极搭铁:由于汽车电路采用单线制,所以汽车电气系统的两条线路中的一条必须用汽车的金属机体来代替,在接线时电源的一极及用电设备的一端要与金属机体相连,这样的连接称为搭铁。对直流电系统来说,从原理的角度,汽车电气系统的正极或者负极均可作为搭铁极,但按照国际通行的做法和我国标准的规定,汽车电气系统规定为负极搭铁。

(5)汽车电气设备的连接导线有颜色和编号特征:汽车电气线路均有颜色和编号,以便查找和识别。

(6)汽车电子控制系统:主要由电子控制单元(ECU,包括软件)、传感器和执行器组成。汽车电子控制系统事先将一系列的指令程序储存在ECU中,这些程序在制造时就已定好,ECU输入信号来自汽车电子控制系统的各个传感器,ECU把这些输入信息与存储器中“标准参数”比较,控制执行器工作。

### 任务实施

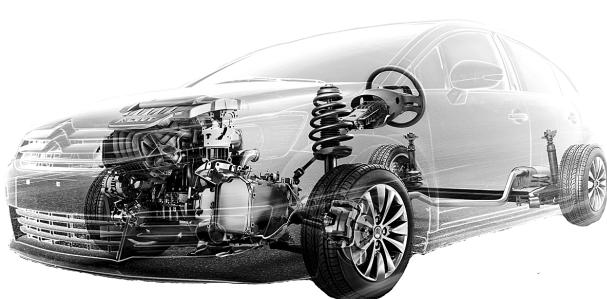
#### 了解汽车的构成及常用汽车电气设备

##### 1. 汽车的构成

汽车是由发动机、底盘、车身、电气设备四部分构成的,如图1-1~图1-4所示。汽车电气设备性能的好坏直接影响汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性及排放性等性能。



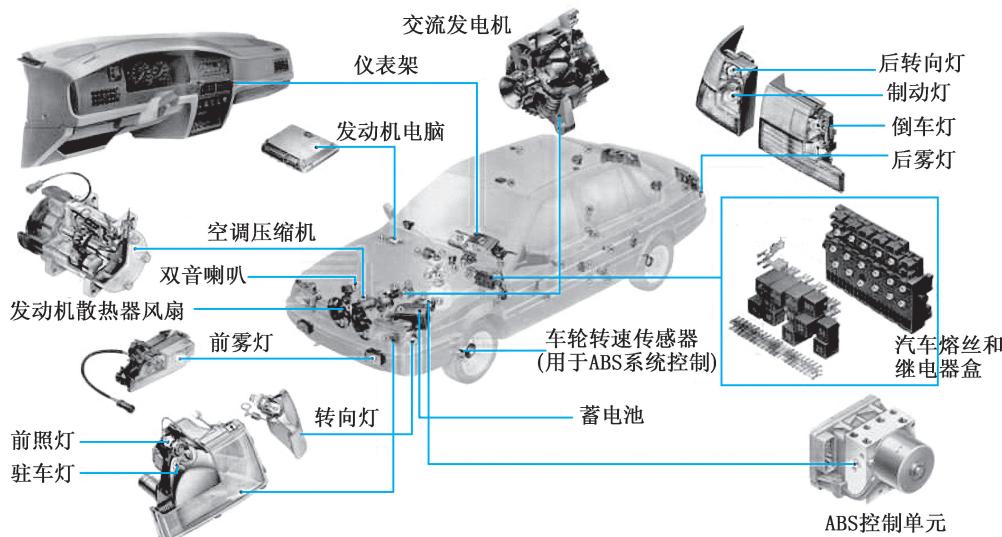
◎图 1-1 汽车发动机



◎图 1-2 汽车底盘



◎图 1-3 汽车车身



◎图 1-4 汽车电气设备

## 2. 常用汽车电气设备

汽车电气系统是汽车的重要组成部分,图 1-4 展示了一些汽车电气设备。

我们将其归类,并划分成几个子系统。以下将主要就电源系,起动系,点火系,照明、仪表和信号系、附属电气设备等展开论述,同时介绍一些典型的电路。



作为新手,对复杂的电气设备感到陌生是很正常的,但只有对汽车电气设备的构成及特点有所了解,才能分析是哪个系统出现了故障。通过后来到场的 4S 店维修技师的简单讲解、分析,该司机明白了故障存在于汽车起动系,经检查发现是汽车蓄电池负极和起动机负极连接的搭铁线松动,导致搭铁不良引起的。拧紧搭铁线后,汽车恢复起动。

## 超级链接

### 汽车电气设备故障原因及诊断方法

#### 1. 常见的故障原因

常见的故障原因主要有短路、断路、接触不良、漏电等。

#### 2. 诊断方法

诊断方法主要有两种,即人工经验诊断法、仪器设备诊断法。

(1) 人工经验诊断法:检查人员使用简单工具,在汽车不解体或局部解体的情况下,通过试问、眼看、耳听、手摸、鼻嗅的方法,凭实际经验,对汽车技术性能和故障进行定性诊断。

(2) 仪器设备诊断法:在汽车不解体的情况下,用仪器设备获取汽车性能和故障的信息参数,并与正常汽车技术状况相比较,给出技术性能和故障的诊断结论。

### 新能源汽车大三电和小三电介绍

新能源汽车采用动力电池提供电能,电能驱动电机运转,从而驱动整车前行。新能源汽车以电为核心,其核心部件概括为大三电、小三电。

#### 1. 大三电

大三电由动力电池、电机控制器、驱动电机构成。

(1) 动力电池。动力电池是新能源汽车的储能物体,它一般由多个单体串接起来,单体电压3.6 V左右;动力电池由电池管理系统(BMS)控制单体温度、单体电压的一致性,保证整车电压的稳定性。它一般安装在底盘上,具有IP67或者IP68的防护等级。动力电池占整车质量的10%左右。

(2) 电机控制器。电机控制器通过接收车身控制器的控制指令,从而控制整车的前进、后退等动作。

(3) 驱动电机。驱动电机的类型主要有永磁同步电机和交流异步电机,采取水冷或风冷的冷却方式。温度升高,电机功率下降;温度升高到一定程度时,电机关闭输出。

#### 2. 小三电

小三电由DC/DC变换器、车载充电机、高压配电盒构成。

(1) DC/DC变换器。DC/DC变换器将某一直流电源电压转换成任意直流电压的变换器,例如:为汽车低压蓄电池充电,为整车低压电气设备提供所需的电力等。

(2) 车载充电机。车载充电机(OBC)由电源部分和充电桩控制主板组成。220 V交流电通过电源部分转化为直流电,充电桩控制主板主要有对电源部分进行控制、监测、计算、修正、保护以及与外界网络通信等功能,是充电桩的“中枢大脑”。充电桩依据电池管理系统提供的数据,动态调节充电电流或电压参数,执行相应的动作,完成充电过程。



(3) 高压配电盒。高压配电盒是新能源汽车高压系统中的高压电源分配单元。新能源汽车高压配电盒里面有铜排、断路器、空开、接触器、软启、变频器、变压器、高压继电器、熔断器、浪涌保护器、互感器、电流表、电压表、转换开关等。动力电池、电机控制器、变频器、逆变电源、电动空调、电动除霜、充电座等与高压配电盒相连接。

## 项目 2 汽车电源系

### 知识目标

- 1.了解蓄电池的作用、基本结构和型号。
- 2.了解蓄电池的基本工作原理。
- 3.了解交流发电机的基本结构和工作原理。

### 能力目标

- 1.能够进行蓄电池维护、拆装及简单故障诊断。
- 2.能够进行交流发电机的维护、拆装及简单故障诊断。

### 素养目标

- 1.通过相关实训，培养规范使用专用工具和仪器仪表的习惯。
- 2.通过相关实训，培养查找汽车维修手册等工具书的习惯。
- 3.通过相关实训，培养良好的安全操作习惯。

### 任务 1 修理或更换蓄电池

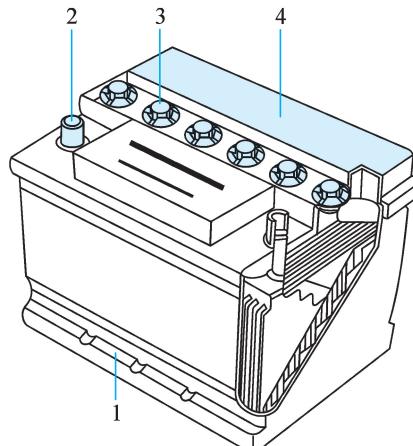
#### 作业案例

客户向维修技师反映，自己的轿车前一天车况良好，第二天起动车辆时起动机无力，发动机无法起动，按喇叭时喇叭响声明显变弱，开大灯时大灯灯光暗淡。这是怎么回事呢？

#### 知识准备

##### 一、蓄电池的功用与要求

蓄电池是直流电源，既能将化学能转变为电能，又能将电能转变为化学能。蓄电池外形结构如图 2-1 所示。



1-下固定槽 2-接线极柱 3-加液孔塞 4-壳体

◎图 2-1 蓄电池

### 1. 蓄电池的功用

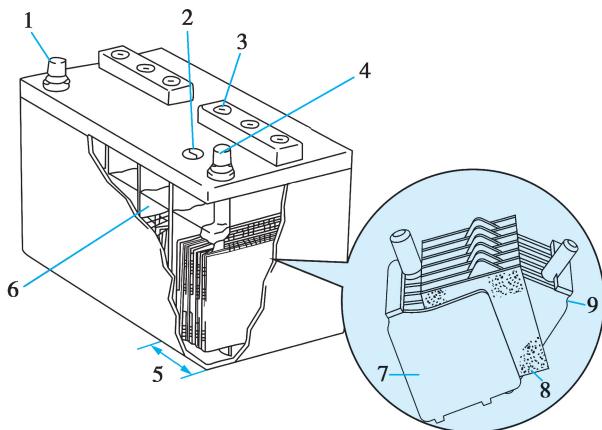
- (1) 在发动机起动时放电,向起动机提供强大的起动电流;同时给点火系、电控单元、仪表系等用电设备供电。
- (2) 在发电机负载较少时蓄电,将发电机的电能转变为化学能储存起来。
- (3) 在发电机超载或不发电的情况下,向用电设备供电。
- (4) 蓄电池相当于一只大容量电容器,能够保持汽车电气系统电压的相对稳定,还吸收电路中产生的瞬时过电压,保护汽车电子元件,延长电子元件的使用寿命。

### 2. 对蓄电池的要求

- (1) 起动电流大,满足起动发动机的需要。在短时间(5~10 s)内供给起动机强大的电流:一般汽油发动机需要 200~600 A,柴油发动机需要 500~1000 A。
- (2) 内阻小。车用蓄电池要有尽可能小的内阻。
- (3) 低温起动性能好。

## 二、蓄电池的基本结构

如图 2-2 所示,蓄电池由极板、隔板、电解液、极柱(又称极桩)等部分组成,一般由单格电池串联而成,每个单格均盛装有电解液,正、负极板组浸入电解液中便成为单格电池。每个单格电池的标称电压为 2 V,将六个单格电池串联后便成为一个标称电压为 12 V 的蓄电池总成。



1-负极柱 2-提示器 3-通气孔塞 4-正极柱  
5-单格电池 6-电解液 7-负极板 8-隔板 9-正极板

◎图 2-2 蓄电池基本结构

### 1. 极板

极板是蓄电池的基本元件,分为正极板和负极板,由栅架及活性物质构成。正极板上的活性物质是二氧化铅( $PbO_2$ ),呈棕红色;负极板上的活性物质是海绵状的纯铅(Pb),呈青灰色。正、负极板上的活性物质分别填充在栅架上;栅架的作用是容纳活性物质并使极板成形,一般由铅锑合金浇铸而成。

### 2. 隔板

隔板的作用是使正、负极板尽量地靠近而不至于短路,缩小蓄电池的体积,防止极板变形和活性物质脱落。隔板的材料具有良好的耐酸性和抗氧化性,并具有多孔性,以便电解液渗透。

### 3. 电解液

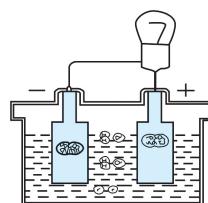
电解液是用硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成的。

### 4. 极柱

普通铅酸蓄电池首尾两极板组的横板上焊接有极柱,正极柱标有“+”记号,负极柱标有“-”记号。

## 三、蓄电池的基本工作原理

如图 2-3 所示,当铅酸蓄电池接通外电路负载放电时,正极板上的二氧化铅和负极板上的铅都生成硫酸铅( $PbSO_4$ ),电解液密度下降。充电时,正、负极板上的硫酸铅分别恢复成原来的二氧化铅和铅,电解液密度增大。



◎图 2-3 蓄电池放电



#### 四、蓄电池的型号

按机械行业标准《铅酸蓄电池产品型号编制方法》(JB/T 2599—1993)的规定,铅酸蓄电池型号由三部分组成,如图 2-4 所示。6QA60S 表示该型号电池由六个单格电池组成,额定电压为 12 V,额定容量为 60 A·h,是采用塑料外壳的起动用干荷蓄电池。



◎图 2-4 蓄电池的型号

#### 五、蓄电池的维护与使用

##### 1. 蓄电池的维护作业内容

- (1) 观察蓄电池外部有无损坏现象,有无电解液漏出。
- (2) 蓄电池导线夹头固定应无松动现象。
- (3) 蓄电池外部清洁,疏通透气孔,清除极柱和导线接头上的氧化物及其他污物。安装牢固后,可在极柱和夹头上涂一薄层凡士林或润滑脂以防止氧化。
- (4) 定期检查和调整电解液的相对密度及液面高度。
- (5) 经常检查蓄电池放电程度,按照规定进行充电。

##### 2. 蓄电池使用中技术状况的检查

为了及时发现蓄电池使用中的各种内在故障,使蓄电池处于完好的技术状况,汽车每行驶 1000 km,或冬季行驶 10~15 天、夏季行驶 5~6 天,需对蓄电池进行下列检查:

(1) 电解液液面高度的检查。电解液液面高度应位于蓄电池外壳上电解液液面高度标线之间。注意:当液面降低时,除非确知是电解液溅出所致,否则一般不允许加入电解液。

(2) 蓄电池放电程度的检查。蓄电池放电程度的检查有密度计测量法和高率放电计测量法。

① 密度计测量法。电解液的相对密度过去用吸式密度计测定,现在通常使用冰点分析仪测定,从测得的电解液相对密度可以粗略估算出蓄电池的放电程度。

**▲注意:**在强电流放电和加注蒸馏水后,由于电解液混合不均匀,不应立即测量电解液相对密度。

② 高率放电计测量法。用力将放电计两触头迅速压在正、负极柱上 5 s,观察蓄电池所

能保持的端电压。对于12 V整体电池,若蓄电池电压能保持在9.6 V以上,说明该蓄电池性能良好,但存电量不足;若稳定在10.6~11.6 V,则说明存电量较足;若电压迅速下降,则说明电池有故障。

(3)蓄电池内阻的检测。电池内阻测试仪(不同于万用表测量电阻的原理,它所测量的值是毫欧级,而万用表测量的值是欧姆级;且万用表只能测无电源对象的阻值,而电池内阻测试仪既可测无电源对象的阻值,也可测有电源对象的阻值,所以两者不得等同)利用内阻阻值的大小来判断电池的劣化状态。一般来说,其阻值越小电池的性能越好,因此,采用测量内阻进行检测电池的方法是速度快且可靠性高的一种好方法。蓄电池内阻被公认为是判断蓄电池容量状况的决定性参数。测量蓄电池的内阻大于初始值(基值)的25%时,电池将无法通过容量测试。当电池的内阻大于初始值的2倍时,电池的容量在其额定容量的80%以下。

### 3. 冬季蓄电池的使用及维护

冬季使用蓄电池,应特别注意经常保持蓄电池处于充足状态,以防电解液相对密度降低而结冰,甚至发生容器破裂、极板弯曲和活性物质脱落等故障。

冬季在蓄电池充电时加蒸馏水,可使水较快地与电解液混合,减少电解液结冰的危险。冬季蓄电池容量降低,应采取保温措施:每次接通起动机的时间不超过3~5 s,再次起动应间隔15 s以上。

### 4. 蓄电池的储存

暂时不使用的蓄电池要进行湿储存。湿储存的方法是先将电池充足电,使电解液相对密度达到1.285,液面至正常高度,加液塞通气孔密封后,放置室内暗处。储存的时间不宜超过6个月,其间应定期检查电解液相对密度,并使用高率放电计检查蓄电池的容量,如低于标准容量25%应立即充电。交付使用前也要先充足电。

蓄电池长期储存时,最好使用干储法。先将电池以20 h放电率完全放电,倾倒出电解液,用蒸馏水多次冲洗至水中无酸性,倒尽水,晾干以后,旋紧加液塞盖,然后密封储存。启用前的准备工作和新电池相同。

### 5. 蓄电池的充电

充电作业是保证蓄电池在整个使用过程中技术性能良好、延长其使用寿命的一个重要环节。

(1)充电的方法。蓄电池的常用充电方法有三种,即定流充电、定压充电和快速脉冲充电。

①定流充电。是指蓄电池在充电过程中,使其充电电流保持恒定不变,随着蓄电池电动势的逐渐提高,逐步增加充电电压的方法。

②定压充电。是指充电过程中,电源电压始终保持不变的充电方法。

③快速脉冲充电。是采用自动控制电路对电池进行正反向脉冲充电的快速充电方法。

(2)充电的目的。根据充电目的的不同,蓄电池的充电作业可分为初充电、补充充电、



去硫化充电等。

①初充电。新蓄电池或修复后的蓄电池在使用之前的首次充电称为初充电,其目的在于恢复蓄电池在存放期间极板上部分活性物质硫化和自放电而失去的电量。初充电的特点是充电电流小,充电时间长,电化学反应充分。初充电的程序如下:

按蓄电池制造厂的规定,加注一定相对密度的电解液。电解液加入蓄电池之前温度不得超过30℃,注入电解液静置3~6 h,温度低于35℃才能充电。若液面因电解液渗入极板而降低,应补充到极板上端5~10 mm范围,然后将蓄电池的正极与充电机的正极相接,蓄电池的负极接充电机的负极。充电过程通常分两个阶段:第一阶段的充电电流约为额定容量的1/15,充电至电解液中放出气泡。第二阶段将充电电流减半,继续充电到电解液剧烈放出气泡,直至电解液相对密度和蓄电池电压连续3 h稳定不变为止。全部充电时间为60~70 h。

**▲注意:**充电过程中应经常测量电解液温度,若温度上升到40℃,应将电流减半;如继续上升到45℃,应立即停止充电,并采用人工冷却,待冷却至35℃以下时再充电;充电过程中如减少充电电流,则应适当延长充电时间。初充电临近完毕时,应测量电解液的相对密度,如不符合规定,应用蒸馏水或相对密度为1.40的电解液进行调整;对于新蓄电池的初充电作业,应进行1~3次循环充放电。

②补充充电。蓄电池在使用时出现电解液相对密度下降到1.15以下、冬季放电超过25%、夏季放电超过50%、灯光暗淡及起动机运转无力、蓄电池放置时间超过一个月等情况,表明电力不足,必须进行补充充电。

③去硫化充电。蓄电池产生硫化现象后,其内阻将显著增大,开始充电时充电电压较高,温度上升较快,这时可以通过去硫化充电予以消除。去硫化充电的方法如下:

先倒出蓄电池内的电解液,用蒸馏水冲洗两次后,再加入足够的蒸馏水,接通充电电路,将电流调到其额定容量的1/30进行充电。当电解液相对密度升到1.15时,倒出电解液,换加蒸馏水再次充电,直到电解液相对密度不再上升为止。最后以20 h放电率放电至单格电池电压降到1.75 V时,再进行上述充电,充后再放,到达其额定容量的80%后,即可投入使用。

## 任务实施

### 一、故障检测

#### 1. 前期准备

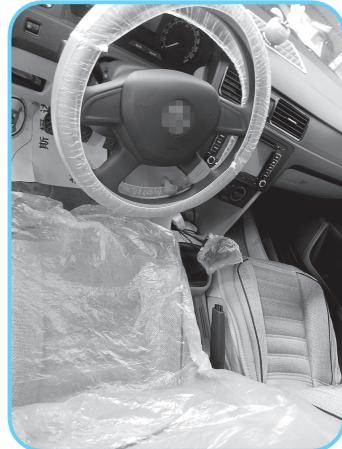
拉紧驻车制动手柄,关闭点火开关,安装脚垫、三件套(一次性方向盘套、座套、挡套,下同)、翼子板布、前格栅布;关闭空调、灯光、音响等用电设备。如图 2-5 所示。

#### 2. 检查蓄电池外观

检查蓄电池电解液是否渗漏,蓄电池的壳体是否有裂纹。如果有电解液从蓄电池中渗漏,或蓄电池壳体有裂纹产生,应更换蓄电池。检查蓄电池端子是否松动,如果蓄电池端子松动,应更换或紧固电缆接头。

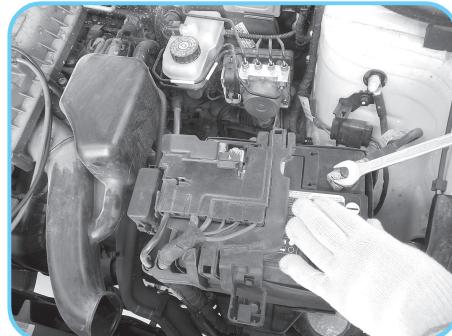


故障检测



◎图 2-5 蓄电池检测的前期准备

**▲注意:** 更换或紧固蓄电池端子电缆接头前,要戴上橡胶手套,用清洁布蘸苏打水清洁蓄电池接头表面。如图 2-6 所示。



◎图 2-6 检查蓄电池表面

#### 3. 检查蓄电池静态电压

把万用表的黑、红表笔分别插入“V”“COM”测试孔,选择 20 V 直流电压挡。将黑、红表笔分别与蓄电池负、正极柱连接,读出并记录万用表的读数。正常情况下,汽车启动前蓄电池电压正常值为 11.8~12.8 V。如图 2-7 所示。

#### 4. 检查电解液及液位

拧下加液孔塞,检查加液孔塞外观是否损坏,检查通气孔是否畅通;检查完毕



◎图 2-7 检查蓄电池静态电压



后,把加液孔塞放置于工具车上;然后观察蓄电池电解液,如果蓄电池电解液浑浊,则应更换蓄电池;观察每个单格的蓄电池电解液液位是否在上下刻度线之间。打开电解液密度计的盖板,清洁电解液密度计表面,往检测镜表面的中间滴一滴蒸馏水进行校零;电解液密度计校零后,用吸管从一个单格中取出少许蓄电池电解液,滴在检测镜表面中间位置,合上盖板后轻轻按压,读出明暗分界线相应标尺上的数值;测试完毕后,用专用清洁布清洁电解液密度计检测镜表面盖板,清洁仪器后把仪器放进包装盒内,再放到工具车上;安装并旋紧蓄电池通风孔塞。如图 2-8 所示。

免维护蓄电池顶端一般有一只小型密度计,并设检视窗口,使检查过程更为简单便捷。

**▲注意:**测量电解液密度时,必须防止电解液沾在皮肤上或溅入眼睛里,如果沾上电解液,应立即用苏打水冲洗。

### 5. 检查蓄电池性能

安装高率放电计:将高率放电计的红色线夹夹于蓄电池正接线柱上,黑色线夹夹于蓄电池负接线柱上。测量:按下按钮 10 s 后松开,待电压稳定后记录读数。电压正常值应在 10 V 以上,否则表明蓄电池已损坏或蓄电池亏电。拆卸高率放电计:将高率放电计的黑色线从蓄电池负接线柱分离,红色线从蓄电池正接线柱分离。整理高率放电计并放置于工具车上。如图 2-9 所示。

### 6. 检测结果

- (1) 蓄电池端子无腐蚀、无松动。
- (2) 蓄电池外观无裂纹、无变形。
- (3) 静态电压为 12.7 V。
- (4) 高率放电计测试电压低于 9.6 V。
- (5) 电解液液位在规定的范围内。
- (6) 电解液密度在规定的范围内。



◎图 2-8 检查电解液及液位



◎图 2-9 检查蓄电池性能

## 二、检测结果及维修方案

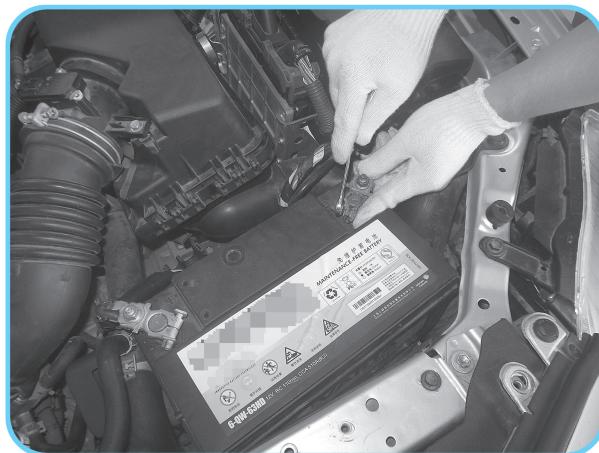
根据知识准备中所学的知识判断：蓄电池内部极板损坏。

维修方案：更换蓄电池。

## 三、故障排除

### 1. 拆卸蓄电池

用合适的扳手拧松蓄电池上方压板的固定螺母，再用合适的扳手拧松蓄电池负极接线柱固定螺母，拆下负极电缆并放置于合适位置；用合适的扳手拧松蓄电池正极接线柱固定螺母，拆下正极电缆并放置于合适位置；取出蓄电池，放置于工作台上。如图 2-10 所示。



◎图 2-10 拆卸蓄电池

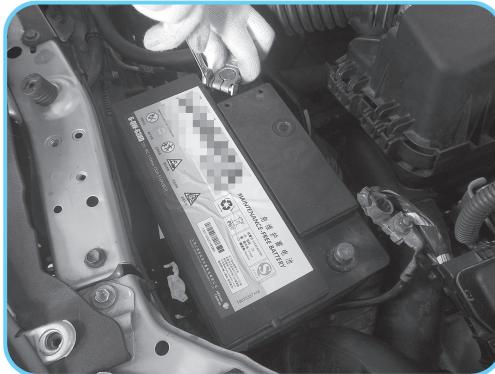
**▲注意：**拆卸蓄电池正、负极电缆接头时，必须先拆负极接头，再拆正极接头；取下蓄电池时，要防止跌落，严禁在地上翻转。

### 2. 安装蓄电池

(1) 安装前检查。检查蓄电池支撑座有无腐蚀或变形，如蓄电池支撑座有腐蚀或变形，应清洁或修复蓄电池支撑座；检查蓄电池底座有无裂纹和破损，如蓄电池底座有裂纹和破损，应更换蓄电池底座；用苏打水清除蓄电池正、负极电缆接头上的污物。检查蓄电池的型号是否正确，如果型号正确可以安装蓄电池。

(2) 安装蓄电池。将蓄电池平放在底座的凹槽中，将压板两端的孔对准螺杆后旋入螺母，用合适的扳手拧紧固定螺母。将蓄电池正、负极电缆接头对准蓄电池极柱后，左右旋转蓄电池电缆接头并按压到底，用合适的扳手拧紧固定螺母。如图 2-11 所示。

**▲注意：**安装蓄电池电缆接头时应先装正极，再装负极。



◎图 2-11 蓄电池的安装



◎图 2-12 蓄电池安装后的检测

### 3. 检测新安装的蓄电池

拔下发动机喷油器电源保险片,选择万用表的直流电压 20 V 挡,在蓄电池两极柱之间连接万用表表笔。将点火开关转至“START”,并保持 5 s。读取万用表最低电压显示值,该值应等于或大于 9.6 V。如图 2-12 所示。

### 4. 复位

收音机、时钟复位,设备、工具清洁,三件套拆除并归位。



### 案例分析

维修技师通过外观检查、电解液密度检查、万用表检查、高率放电计检查,并分析检测结果,发现是蓄电池内部极板损坏,更换蓄电池后故障消除。



### 新型蓄电池

随着技术的发展,出现了许多新型蓄电池,使蓄电池的比能量(相同体积储存的电能)提高,无须初充电或定期添加蒸馏水。

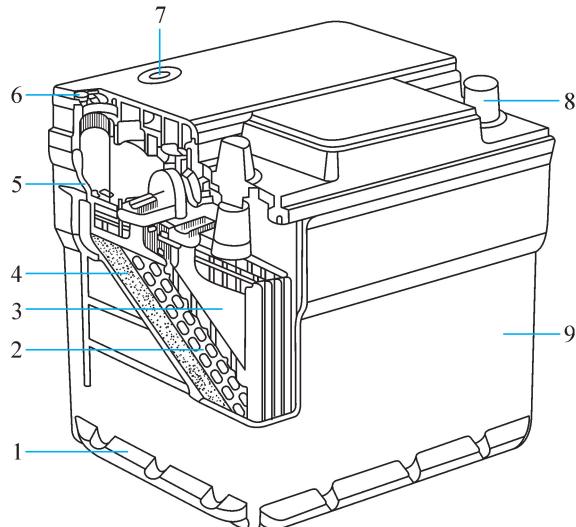
#### 1. 干荷蓄电池

干荷蓄电池全称干式荷电铅酸蓄电池,其极板组在完全干燥状态下能够长期(一般为 2 年)保存其化学反应过程中所产生的电量。其构造与普通铅酸蓄电池相同,在负极板的活性物质中有抗氧化剂。这类蓄电池在注入符合规定的电解液之后静置 20~30 min 即可投入使用,是应急的理想电源。对贮存期超过两年的干荷铅酸蓄电池,因极板上有部分氧化,使用前应补充充电,时间为 5~10 h,然后再交付使用。

## 2. 免维护蓄电池

这种蓄电池在合理的使用期限内不需添加蒸馏水,其结构如图 2-13 所示,它与普通蓄电池相比,有以下特点:

(1) 在其使用过程中不需作任何维护或只需较少的维护工作。



1-下固定槽 2-铅钙合金栅架 3-信封式隔板 4-活性物质 5-穿壁联条

6-消焰排气阀 7-内装式密度计 8-冷锻式接线柱 9-壳体

◎图 2-13 免维护蓄电池

(2) 隔板采用信封式微孔聚氯乙烯隔板,将正极板包住,保护正极板上的活性物质不致脱落,防止极板短路,取消壳体内底部的凸筋,使极板上部容积增大,增加了电解液的储存量。

(3) 通气孔采用新型通气装置和气体收集器,避免聚集在蓄电池顶部的酸性气体析出与外部火花接触发生爆炸。有的免维护蓄电池的通气塞中装有催化剂,使析出的绝大部分氢、氧气体再反应生成水蒸气,经冷凝成水滴后返回蓄电池内部,进一步减少水的消耗和极柱的腐蚀。目前,国内生产的免维护蓄电池,其加液孔盖上的通气孔多采用迷宫式排气结构,在很大程度上也可减少电解液的蒸发损耗。

(4) 单格电池间采用穿壁式贯通连接,使内阻减小,输出电流增大。同时采用聚丙烯塑料热压外壳和整体式电池盖,壳体内壁薄、贮液多,与同容量蓄电池相比,其重量轻、体积小。

(5) 免维护蓄电池顶端一般有一只小型密度计,并设观察窗。在其顶端观察窗观察,如果显示为绿色,表示蓄电池工作情况良好;如果显示为淡绿色,表示蓄电池充电不足,应及时充电;如果显示为浅黄色(或无色),表示蓄电池已无法正常工作,必须更换。

## 3. 磷酸铁锂电池

磷酸铁锂电池,是指用磷酸铁锂作为正极材料的锂离子电池。锂离子电池的正极材料主要有钴酸锂、锰酸锂、镍酸锂、三元材料、磷酸铁锂等。其中钴酸锂是目前绝大多数锂离



子电池使用的正极材料。

(1) 磷酸铁锂电池的结构:磷酸铁锂电池一侧以橄榄石结构的磷酸铁锂作为电池的正极,由铝箔与电池正极连接,中间是聚合物的隔膜,它把正极与负极隔开,但锂离子可以通过而电子不能通过;另一侧是由碳(石墨)组成的电池负极,由铜箔与电池的负极连接。电池的上下端之间是电池的电解质,电池由金属外壳密闭封装。磷酸铁锂电池在充电时,正极中的锂离子通过聚合物隔膜向负极迁移;在放电过程中,负极中的锂离子通过隔膜向正极迁移。锂离子电池就是因锂离子在充放电时来回迁移而命名的。

(2) 磷酸铁锂电池的特点:体积小、重量轻,同等规格容量的磷酸铁锂电池的体积是铅酸电池体积的 $1/3$ ,重量是铅酸电池的 $1/3$ ;高温时性能良好,外部温度 $65^{\circ}\text{C}$ 时内部温度则高达 $95^{\circ}\text{C}$ ,电池放电结束时温度可达 $160^{\circ}\text{C}$ ,电池的结构安全、完好;即使电池内部或外部受到伤害,电池不燃烧、不爆炸,安全性最好;有极好的循环寿命,经500次循环,其放电容量仍大于95%;过放电到0 V也无损坏;可快速充电;成本低;无记忆效应,对环境无污染。例如容量为12 V 8 Ah的铁锂电池,以20 C电流瞬间放电时电流可以轻松达到160 A以上,而容量20 Ah的铁锂电池,瞬间起动电流可以达到400 A以上,起动汽车毫无压力。

## （任）务（2）发电机故障检测与排除



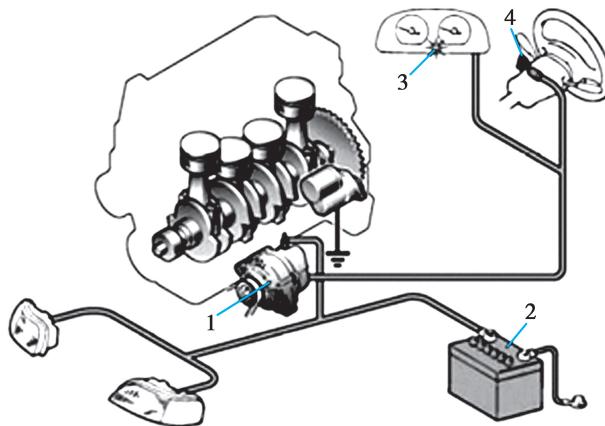
### 作业案例

一车主反映:他的车起动发动机后,充电系统警告灯点亮;汽车保持中高速运行时,充电系统警告灯不熄灭;开启大功率用电器时,蓄电池电压明显下降;发电机低速不充电,高速充电电流小。这是怎么回事呢?



### 一、交流发电机的作用

交流发电机的作用是将机械能转化为电能,并与电压调节器互相配合工作,是汽车的主要电源,对除起动机以外的所有用电设备供电,并向蓄电池充电。如图2-14所示。



1-交流发电机及电压调节器 2-蓄电池 3-充电指示灯 4-点火开关

◎图 2-14 交流发电机及其外接电路

## 二、交流发电机分类

### 1. 按总体的结构和工作原理分类

(1) 普通交流发电机(外装电压调节器式),是指外装电压调节器式交流发电机,广泛应用于载货汽车和大型客车。

(2) 整体式交流发电机(内装电压调节器式),是指内装电压调节器式交流发电机,广泛应用于轿车。

(3) 带泵交流发电机,广泛应用于柴油车,它是带真空泵的交流发电机的简称。

(4) 无刷交流发电机,是采用交流励磁机和旋转整流器为同轴的发电机磁场提供励磁能量的同步发电机。实际上它是由在同一轴上的两台发电机构成的,一台辅助发电机作为励磁机,一台作为主发电机。

(5) 永磁交流发电机,是指转子磁极采用永磁材料的交流发电机。

### 2. 按磁场绕组搭铁的方式分类

(1) 内搭铁式交流发电机,是指磁场绕组的一端引出来形成磁场接线柱,另一端与发电机壳相连接。

(2) 外搭铁式交流发电机,是指磁场的两个绕组的两个端子都和发电机外壳绝缘,引出来形成两个磁场接线柱。

### 3. 按安装用的二极管数量分类

(1) 整流器总成由 6 个二极管组成的称为 6 管交流发电机。

(2) 整流器总成由 8 个二极管组成的称为 8 管交流发电机。

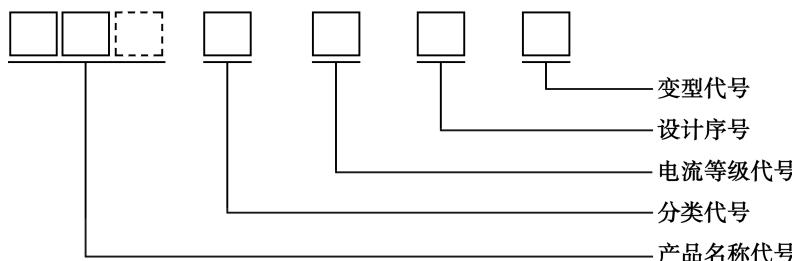
(3) 整流器总成由 9 个二极管组成的称为 9 管交流发电机。

(4) 整流器总成由 11 个二极管组成的称为 11 管交流发电机。



### 三、交流发电机的型号

根据中华人民共和国汽车行业标准《汽车电气设备产品型号编制方法》(QC/T 73—1993)规定,国产汽车交流发电机型号主要由五大部分组成,如图 2-15 所示。



◎图 2-15 交流发电机型号

第一部分为产品名称代号,交流发电机产品名称代号为 JF;整体式交流发电机产品名称代号为 JFZ;带泵交流发电机产品名称代号为 JFB;无刷交流发电机产品名称代号为 JFW。J 表示“交”,F 表示“发”,Z 表示“整”,B 表示“泵”,W 表示“无”。

第二部分为分类代号,分类代号又称电压等级代号,用一位阿拉伯数字表示,1 表示 12 V,2 表示 24 V,6 表示 6 V。

第三部分为电流等级代号,如表 2-1 所示。

表 2-1 电流等级代号

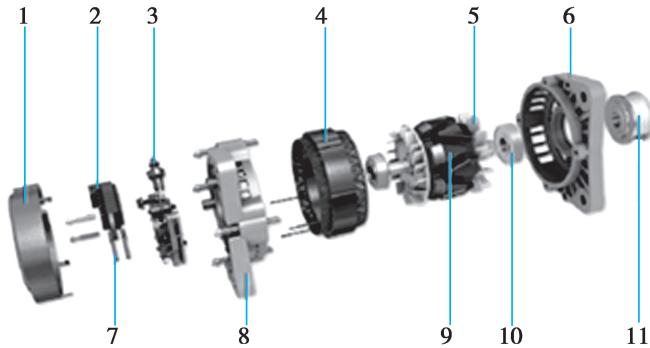
电流等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9
电流/A	≤19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	≥90

第四部分为设计序号,按产品设计先后顺序,用阿拉伯数字表示。

第五部分为变型代号,交流发电机以调整臂的位置作为变型代号。从驱动端看,Y 表示右边,Z 表示左边。

### 四、交流发电机的构造

交流发电机结构如图 2-16 所示,包括定子总成、转子总成、前端盖、后端盖、风扇、皮带轮、轴承、整流器、散热板、电刷总成、外罩等。



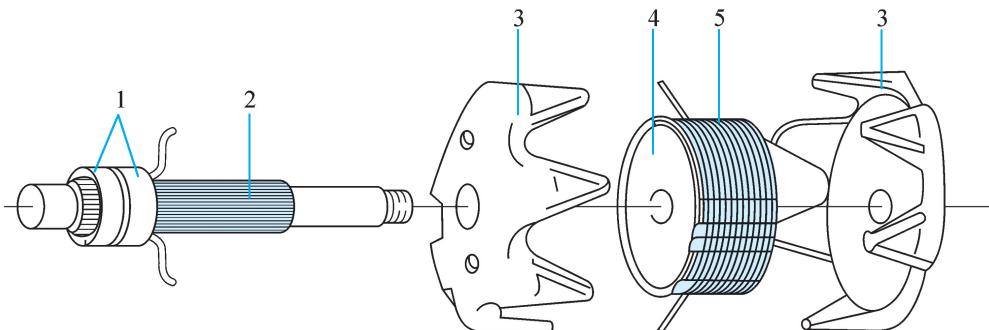
1-外罩 2-散热板 3-整流器 4-定子总成 5-风扇 6-前端盖

7-电刷总成 8-后端盖 9-转子总成 10-轴承 11-皮带轮

◎图 2-16 交流发电机

### 1. 转子总成

转子总成是交流发电机的磁场部分,它的作用是产生磁场,如图 2-17 所示。它主要由两块低碳钢爪极(爪形磁极)、磁轭、转子绕组、转子轴和滑环等组成。



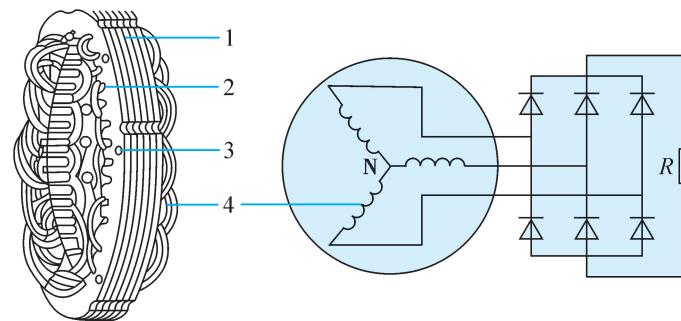
1-滑环 2-转子轴 3-爪极 4-磁轭 5-转子绕组

◎图 2-17 转子总成

爪极有两块,每块有六个鸟嘴形磁极,两块爪极通过花键装在转子轴上,爪极间磁轭上绕有励磁绕组。滑环装在转子轴的一端并与转子轴绝缘。励磁绕组的两端从内侧爪极上的两个小孔中引出,一端焊接在滑环内侧铜环上,另一端穿过内侧铜环上的小孔焊接在外侧铜环上。两个铜环分别与两个电刷接触。当两个电刷与直流电源接通时,励磁绕组中便有电流通过产生磁场,使一块爪极磁化为 N 极,另一块爪极磁化为 S 极,从而形成六对相互交错的磁极。

### 2. 定子总成

定子总成也称电枢,其功用是产生三相交变电动势。它由定子铁芯和定子绕组组成,其结构如图 2-18 所示。定子铁芯一般由一组相互绝缘且内圆带有嵌线槽的环状硅钢片或低碳钢片叠成,定子槽内嵌有三相对称绕组。三相绕组的连接方法一般采用星形接法,星形接法绕组引线端子共有四个,每相绕组的一根线头都接至公共接点,另外三根线头分叉呈 Y 形。星形接法有低速发电性能好的优点,所以目前车用发电机多采用星形接法。

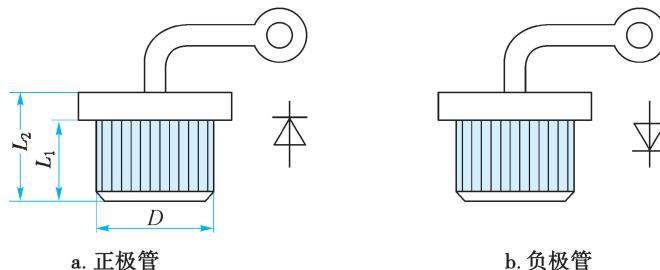


1-定子铁芯 2-嵌线槽 3-硅钢片 4-定子绕组

◎图 2-18 定子总成

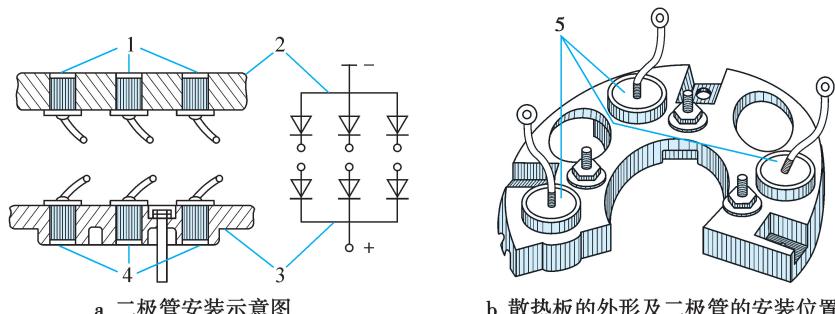
### 3. 整流器

整流器的作用是将发电机定子绕组产生的三相交流电变换为直流电。一般由六个硅整流二极管散热板所组成。交流发电机整流二极管有正极管和负极管之分：引出线为正极的二极管称为正极管，外壳为负极，管壳底部一般有红色标记；引出线为负极的二极管称为负极管。如图 2-19 所示。



◎图 2-19 整流二极管

如图 2-20a 所示，三个正极管的外壳压装在散热板的三个孔中，这三个正极管的壳体和散热板一起构成发电机的正极，由固定散热板的螺栓（此螺栓与后端盖绝缘）通至外壳外，作为发电机的正极输出端（电枢）“B+”（“B”“+”）；三个负极管的外壳压装在后端盖的三个孔中，有些发电机装在另外一块散热板上，它们的外壳与发电机外壳一起构成发电机的负极。散热板的外形及二极管的安装位置如图 2-20b 所示。



a. 二极管安装示意图

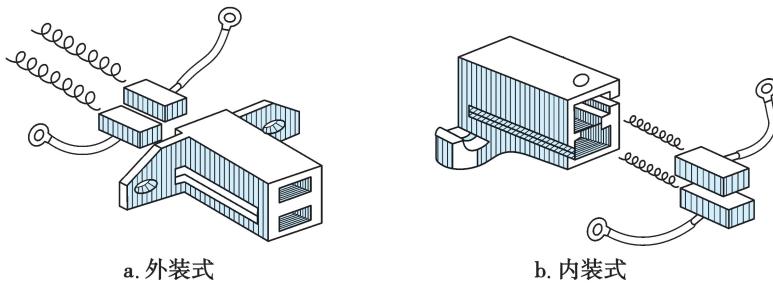
b. 散热板的外形及二极管的安装位置

1-负极管 2-负极管散热板 3-正极管散热板 4-正极管 5-二极管

◎图 2-20 散热板及二极管的安装

#### 4. 端盖和电刷总成

端盖的作用是支承转子总成并封闭内部构件。交流发电机的前后端盖均由铝合金铸造而成；铝合金为非导磁性材料，散热性能良好。在发电机端盖的轴承孔内镶有钢套。电刷总成由两只电刷、电刷弹簧和电刷架组成，如图 2-21 所示。



◎图 2-21 电刷总成

两只电刷分别装在电刷架的孔内，在电刷弹簧的压力下与滑环保持接触，将电流通过滑环至转子绕组给发电机转子绕组提供磁场电流。电刷架安装在发电机的后端盖上。目前国产交流发电机的电刷架有两种结构：一种是外装式电刷架，可直接从发电机的外部拆装；另一种是内装式电刷架，它不能直接从发电机外部进行拆装，如果需要更换电刷，还需将发电机拆开，故这种结构逐渐被淘汰。

交流发电机有内搭铁式和外搭铁式之分。内搭铁式交流发电机，其磁场绕组直接在发电机内部搭铁，两只电刷的引线中一根与后端盖上的磁场接线柱“F”（或“磁场”）相连接，另一根则直接与发电机外壳上的接线柱（搭铁）“-”（“E”“ $\perp$ ”）连接。外搭铁式交流发电机，两只电刷接线柱均与发电机外壳绝缘，分别用“F+”和“F-”表示（有的用“DF+”和“DF-”表示）。

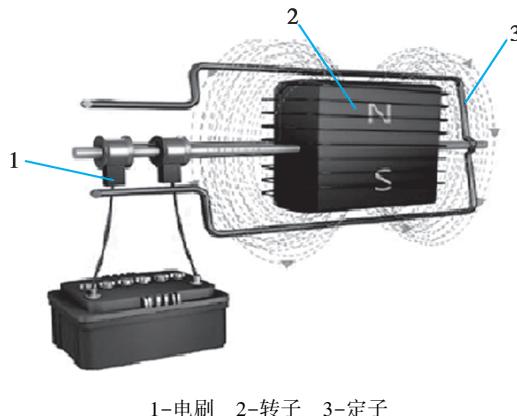
#### 5. 风扇

为了保证交流发电机在工作时不致因温升过高而损坏，在交流发电机转子轴上装有风扇（用钢板冲制而成或铝合金压铸而成），后端盖上有进风口，前端盖上有出风口。当转子轴旋转时，风扇也一起旋转，使空气高速流过发电机内部，对发电机进行强制冷却。

有些新型的发电机将传统的外装单风叶改装为两个风叶分别固定在发电机的转子极爪两侧，使发电机由单面轴向抽风改为双向轴向抽风径向排风，增强了冷却效果。为提高输出性能、缩小发电机体积提供了条件，桑塔纳 2000 型轿车的交流发电机即采用此种结构。

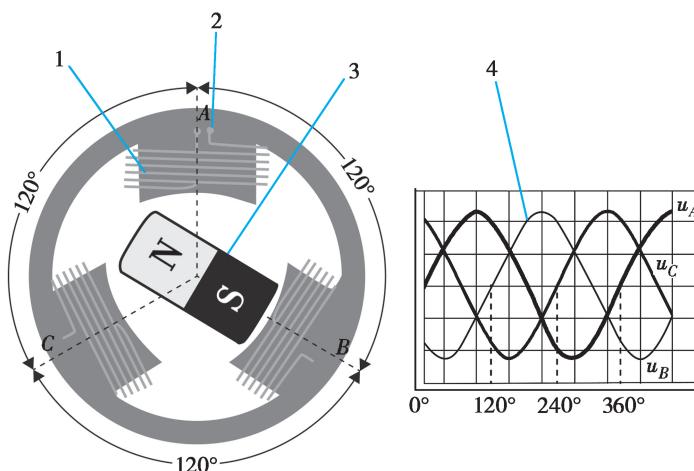
### 五、交流发电机的基本工作原理

如图 2-22 所示，发电机的转子绕组中通入直流电时，产生磁场，转子在发动机的带动下旋转，定子绕组切割转子磁场感应产生三相交流电动势。



◎图 2-22 交流发电机的基本工作原理

发电机的三相定子绕组按一定规律分布在发电机的定子槽中,圆心角互差  $120^\circ$ 。磁场绕组接通直流电时,产生磁场。如图 2-23 所示,当转子旋转时,由于定子绕组与磁力线有相对的切割运动,所以在三相绕组中产生频率相同、幅值相等、相位互差  $120^\circ$  的正弦电动势。



1-定子绕组 2-发电机电压输出端 3-转子 4-发电机产生正弦交流电

◎图 2-23 交流发电机输出端的电压及产生过程

## 六、励磁方式

交流发电机发电时,由蓄电池供给励磁电流,称为“他励”。当发电机电压达到蓄电池电压时,由发电机供给励磁电流,由他励转变为自励。

交流发电机转子的爪极剩磁较弱,发电机低速运转时,加在二极管上的正向电压很小;较弱的剩磁产生很小的电动势,很难克服二极管的正向电阻,使发电机正向电压建立起来。这样,发电机低速充电的要求就不能满足。因此,汽车上发电机必须与蓄电池并联,开始由蓄电池向励磁绕组供电,当发电机电压达到或超过蓄电池电压时,发电机开始

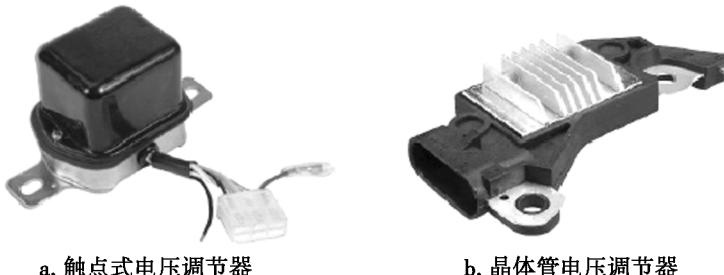
向蓄电池充电,同时励磁电流由发电机自己提供,发电机由他励转变为自励状态。

## 七、电压调节器的作用

发电机在汽车上是由发动机驱动的,因此它的转速由发动机的转速决定。汽车在行驶中发动机的转速是经常改变的,致使发电机的转速也随之改变,发电机的电压随着转速的变化而变化;这与用电设备及蓄电池充电时要求电压恒定相矛盾。因此,发电机必须具有调节电压的装置,以便发电机转速变化时自动调节发电机的电压,使电压保持在某一允许范围内。在转速变化时只要自动调节磁场电流就能使输出电压保持一定。电压调节器就是根据这一原理进行电压调节的。

## 八、电压调节器的类型

电压调节器是指用来调节电压的装置。如图 2-24 所示,电压调节器分为触点式电压调节器与晶体管电压调节器两种。触点式电压调节器正逐渐被淘汰;晶体管电压调节器的优点是可通过较大的励磁电流,其中集成电路电压调节器应用广泛。当前,有的轿车采用计算机控制交流发电机励磁电路,从而控制发电机的输出电压,因而省去了电压调节器。



◎图 2-24 电压调节器

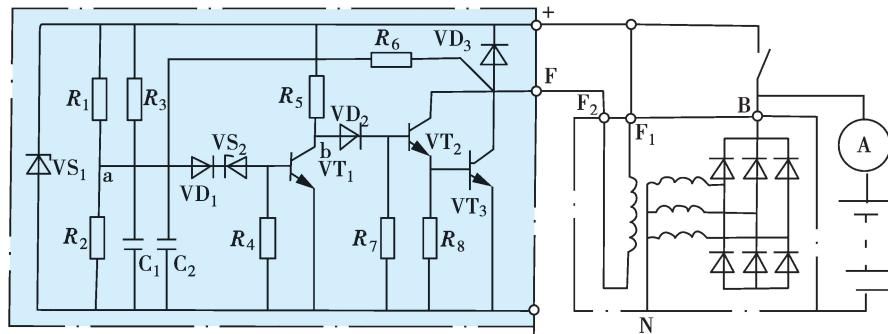
## 九、晶体管电压调节器的基本工作原理

晶体管电压调节器的工作原理是利用晶体管的开关特性,控制发电机励磁电路的通断,在发电机转速发生变化时,调节励磁电路的电流,使发电机电压保持稳定。这种调节器无触点,使用过程中无须维护,结构简单,体积小,重量轻,目前其已经取代触点式调节器。

这种调节器都是由 1~2 个稳压管,1~3 个二极管,2~3 个晶体管,若干个电阻、电容等分立元件组成的。现在国内外晶体管调节器的电路设计原理大致相同,结构也基本相同,由印制电路板连成电路,外壳由薄而轻的铝合金制成,表面有散热板,外有三个接线柱,分别为“+”(或“B+”“B”)、“-”(“E”“ $\perp$ ”)、“F”接线柱,分别与发电机的三个接线柱对应连接。JFT106 型为典型的分立元件晶体管电压调节器。



如图 2-25 所示,电阻  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  构成分压器, $R_4$  和稳压管  $VS_2$  构成电压敏感电路,晶体管  $VT_1$  与复合连接的晶体管  $VT_2$ 、 $VT_3$  构成两个开关电路,开关控制由  $VT_1$  承担。 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ 、 $R_7$  是晶体管的偏置电阻,保证晶体管正常工作。



◎图 2-25 晶体管电压调节器工作原理

二极管  $VD_3$  构成的自感电流闭合回路,保护了  $VT_3$  管。 $VD_2$  为温度补偿二极管,用来减少温度对调节器调压值的影响。二极管  $VD_1$  接在稳压管  $VS_2$  之前,当交流发电机端电压过高时,能限制稳压管电流不致过大而被烧坏。当发电机端电压降低时,二极管  $VD$  能迅速截止,保证稳压管可靠截止。 $R_6$  是正反馈电阻,用来提高  $VT_3$  的导通和截止的速度,使调节电压稳定。电容器  $C_1$  和  $C_2$  用来降低开关频率,减少功率损耗。稳压管  $VS_1$  接在发电机的输出端,当负载发生变化时,使调节电压保持稳定。

接通点火开关,发动机起动点火前及点火后发电机电压低于调压值时,蓄电池电压经点火开关作用在分压器两端,稳压管  $VS_2$  承受反向电压。由于蓄电池电压低于调压值,反向电压低于  $VS_2$  的反向击穿电压,因此  $VS_2$  截止,晶体管  $VT$  也截止,“b”点电位近似于电源电位,二极管  $VD_2$  承受正向电压而导通。于是晶体管  $VT_2$ 、 $VT_3$  也导通,接通了发电机励磁绕组的电路。其电流回路为

蓄电池正极(+)→点火开关→“ $F_1$ ”→励磁绕组→“ $F_2$ ”→调节器“F”接线柱→ $VT_3$  的集电极→ $VT_3$  的发射极→搭铁→蓄电池负极(-)

发动机转速逐步上升,发电机转速也随之上升。当发电机电压升高到规定值时,作用在分压器 a 点的电压(即稳压管  $VS_2$  承受的反向电压),超过其反向击穿电压而被反向击穿导通,晶体管  $VT$  也导通。 $VT_1$  的导通使 b 点电位降低,二极管  $VD_2$  承受反向电压而截止,使  $VT_2$ 、 $VT_3$  也截止,切断了发电机的励磁电路,励磁电流中断,发电机磁场消失,发电机电压下降。当电压下降到调压值以下时,稳压管  $VS_2$  截止,于是  $VT_1$  也截止,同时  $VT_2$ 、 $VT_3$  导通,发电机电压重新升高。这样反复循环,控制励磁电路的通断,使发电机转速变化时,能保证发电机电压保持恒定。

## 任务实施



### 一、故障检测

#### 1. 检查发电机

故障检测

如图 2-26 所示,检查并确认发电机配线,徒手并目视检查连接器是否松动、连接器连接是否牢靠;检查发电机是否有异响;检查充电警告灯电路;如果配线、连接器连接状态不正常,必须重新连接、维修或更换发电机的线束。



◎图 2-26 检查发电机

#### 2. 发电机充电电路

(1) 连接万用表,将万用表的正极(“+”)引线与蓄电池的正极端子连接,万用表负极(“-”)引线搭铁;将电流钳红表笔连接至万用表的“VΩ”插孔,黑表笔连接至“COM”插孔,量程置于 40 A 挡;将电流钳钳口套在发电机 B 端子电缆上。如图 2-27 所示。

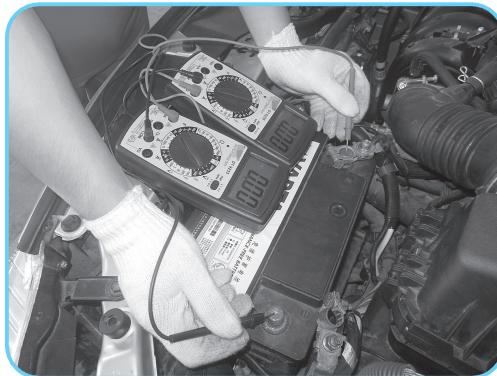


◎图 2-27 连接万用表

**▲注意:** 万用表使用前要校零,将万用表电压挡调至 20 V 直流电压量程挡,并放置在合适位置;万用表的表笔极性应与蓄电池的极柱极性相一致。电流钳在使用前必须要校零;电流钳钳口应处于闭合状态。



(2) 检查充电电流和充电电压。起动发动机,逐渐使发动机转速升高并保持2000 rpm。如图2-28所示,观察万用表电压值,标准电压为13.2~14.8 V。万用表电流指示数值应小于10 A(如果蓄电池没有充满电,则电流读数偶尔会大于10 A);保持发动机转速为2000 rpm。远光前大灯开关闭合,同时将加热器鼓风机开关转至“HI”位置。万用表电流指示值大于30 A(如果蓄电池充满电,电流读数偶尔会小于30 A)。运行刮水器电动机与车窗除雾器以增加负荷,然后再检查充电电路。



◎2-28 检测充电电压、充电电流

**▲注意:** 万用表表笔极性连接正确;确定万用表挡位和量程选择正确。电流钳电流指示标记方向指示正确;检查发电机输出电压时,如果电流大于10 A,检查蓄电池是否亏电,须在电池充满电后再测量。运行刮水器电动机与车窗除雾器后,输出电流仍达不到30 A时继续打开其他电器开关以增加负荷,使之超过30 A。

(3) 检测发现发电机励磁电流大约为3 A。

### 3. 检测分析

(1) 充电指示灯亮,根据所学的知识可知有两种可能:一是发电机不充电,一是充电指示灯电路故障。

(2) 检查配线及传动皮带,配线连接处无松动,皮带张紧力合适。

(3) 发动机转速保持2000 rpm;观察万用表电压值只有12.3 V,低于标准电压13.2~14.8 V;观察万用表电流读数的变化,发现发电机一直处于放电状态。

(4) 观察检测励磁电流的读数,约为3 A。

## 二、检测结果及维修方案

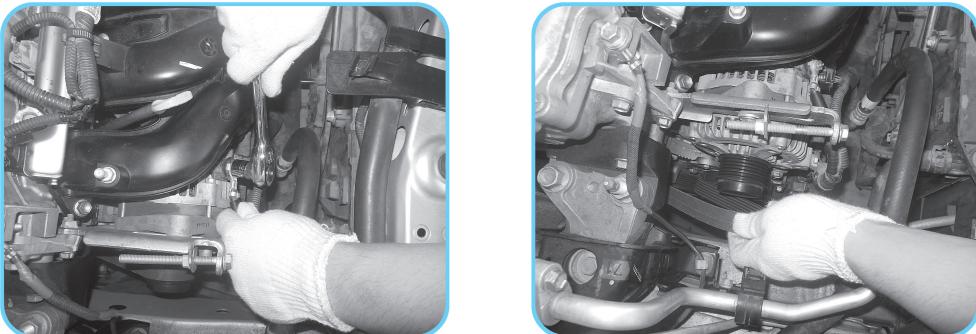
根据检测的数据,判断发电机损坏,发电机出现的故障点有二:整流二极管出现短路或断路;定子绕组出现短路或搭铁。

维修方案:建议更换发电机。

### 三、故障排除

#### 1. 拆卸相关附件

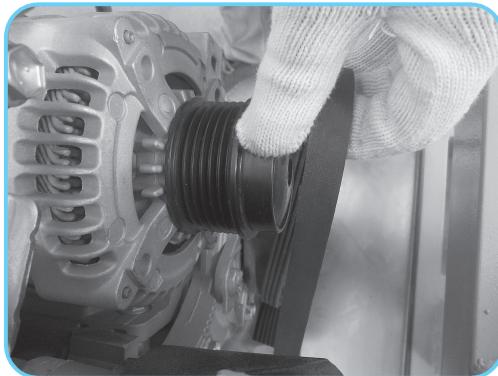
从蓄电池负极端子断开电缆,拆卸影响发电机拆卸的相关附件,如图 2-29 所示。



◎图 2-29 拆卸影响发电机拆卸的相关附件

#### 2. 拆卸发电机皮带

正确使用工具拧松发电机上的固定螺栓。然后再使用工具拧松发电机调整螺栓,适当调整发电机的位置至发电机皮带处于松弛状态,拆下皮带。如图 2-30 所示。



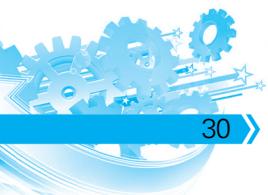
◎图 2-30 拆卸发电机皮带

**▲注意:**拧松固定螺栓时,应注意方位和角度,以便于操作。

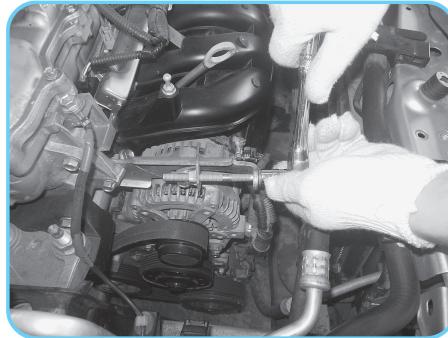
#### 3. 拆卸发电机总成

(1) 正确使用工具拆下端子 B 的固定螺母,拆下发电机端子 B 的端子盖。将线束从端子 B 上取下,再装回端子 B 的固定螺母。按下发电机连接器锁扣,分离连接器锁扣。将连接器、端子 B 和线束放置在合适位置。

**▲注意:**断开线束连接器时,先按压锁止扣,确认锁止装置完全脱离,方可拔下连接器。如果锁止装置没有解除,可尝试一边按压锁止扣一边向内推,直到锁止装置完全解除后才可拔下连接器。禁止在线束端借用外力拔下连接器。



(2) 正确使用工具拆下发电机上的固定螺栓。拆下发电机总成，双手抱住发电机总成，按适当的方位和角度取下发电机总成，如图 2-31 所示。正确使用工具拆卸螺栓，徒手取下线束卡夹支架。



◎图 2-31 拆卸发电机总成

**▲注意：**拆下螺栓时，应注意方位和角度，以便于操作。螺栓拧松后可徒手旋转取下，注意螺母不要掉落。

#### 4. 安装发电机总成

(1) 安装线束和卡夹支架。检查和确认新的发电机设备号，检查外观是否完好。徒手安装线束和卡夹支架。正确使用工具安装螺栓，注意线束卡夹支架的方向和螺栓的扭矩。

(2) 安置发电机总成。双手抓住发电机总成，按适当的方位安置发电机总成。

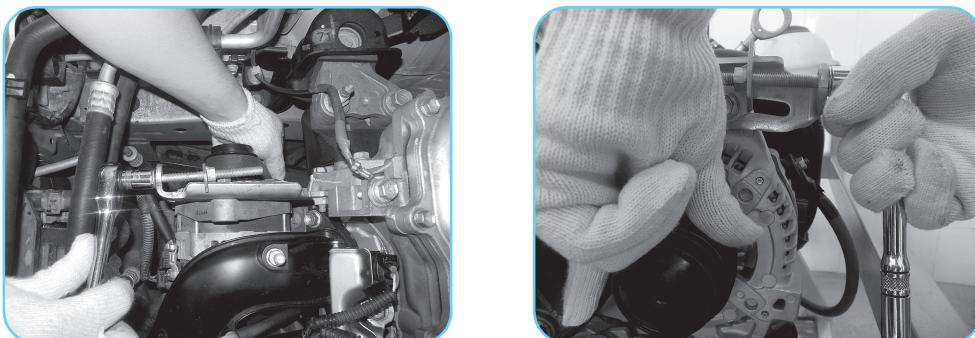
(3) 用螺栓暂时固定发电机总成，以保证发电机不会左右移动。

(4) 用螺母将线束安装到端子 B。正确使用扳手工具，按维修手册上要求的标准扭矩安装紧固螺母。徒手安装端子盖。

(5) 安装连接器和线束卡夹。将发电机配线线束侧连接器插到传感器的插座上，确保连接器可靠锁止。连接器的插头和传感器的插座必须对准，并且轻轻推入，确认听到锁止到位的“咔嗒”声。推入后轻轻向外拉动连接器，确认可靠锁止。

#### 5. 安装并调整发电机皮带

如图 2-32 所示，将传动皮带安装在槽中，并检查发电机皮带，以确认发电机皮带没有



◎图 2-32 安装并调整发电机皮带

从皮带轮底部的凹槽中滑脱。安装皮带时要注意安装方位和角度,以方便徒手安装。转动调整皮带张紧力的螺栓以调节皮带的张紧力;正确使用工具转动发电机调整螺栓;检查皮带的张紧度和偏移,使张紧力调整至车辆维修手册规定值。正确使用工具按照维修手册要求紧固发电机上的固定螺栓。

### 6. 检查和安装发电机相关附件

再次检查皮带,安装发电机相关附件,将电缆连接到蓄电池负极柱。

### 7. 发电机运行检查

按照发电机性能检查的步骤和要求,再次对发电机的输出电压、电流等性能指标进行检测,确保发电机的正常使用性能。

## 案例分析

维修技师对相关部件做了详细的检测(具体请参照“任务实施”),并根据检测的数据,判断发电机损坏。更换发电机后,检测一切正常。

## 超级链接

## 现代汽车电源新技术简介

42 V 电气系统能够提供强大的电力供应降低汽车排放,提高汽车燃油经济性,辅助发动机在低转速下提供大扭矩,缓冲发动机的扭矩脉动。

### 1. 42 V 电源系统的关键装置

42 V 电源技术主要由起动/发电机复合装置和 DC/DC 转换器组成。

(1)起动/发电机复合装置。复合装置主要由半导体整流—逆变功率转换器和起动/发电机构成;复合装置工作在发电状态时,整流—逆变功率转换器工作在整流方式,向42 V 蓄电池充电,并向其他用电设备供电;复合装置在发动机处于起动状态时,42 V 蓄电池通过整流—逆变功率转换器向起动/发电机复合装置供电。这种起动/发电机复合装置一般安装在汽车传动系统中。

(2)DC/DC 转换器。当电源系统使用 14/42 V 双电压时,在 42 V 高压电源和 12 V 低压电源之间加装 DC/DC 转换器。

### 2. 42 V 汽车电源技术的优点

(1)高效经济。42 V 电气系统的起动/发电一体机取代传统的起动机和发电机。它安装在发动机曲轴后端,发动机处于起动状态时,其带动曲轴旋转;发动机处于工作状态时,其在曲轴的带动下发电,给蓄电池充电。

起动/发电一体机的起停功能、再生制动、扭矩增大等特点,使燃油经济性能提高 10%~15%,高转速起动时产生的排放污染将大大低于较低速起动时的排放污染。



(2)设计与成本。42 V 的电源起动/发电机集成到一起,由电动机直接驱动,减少了发动机的部件,降低了发动机的自重。发动机的加热和冷却系统等附件更均匀地分布,皮带和皮带轮的数量减少,汽车的线条更流畅、更平衡。由于使用先进的固态电路,其联网能力加强,并且成本更低。

(3)带动汽车新技术的应用。在 42 V 电源系统下,线控技术装置、行驶平顺性控制装置、电子加热式催化器和电磁阀系统都能更有效地发挥作用,为车辆的结构改进提供了更大的可能性。发动机的转向助力泵、水泵、冷却风扇、空调压缩机和气泵等一些附件可直接由 42 V 电源系统驱动,从而减少空转消耗,提高能源利用效率。

(4)零部件影响。新 42 V 汽车电源系统标准的实施将使汽车电器零部件设计和结构发生重大变革。电压提高后,导线的直径减少,线束在质量和体积上均减少;传统的机械式继电器等断电保护将被淘汰,广泛采用具有诊断能力和电路保护功能的多路传输控制系统。

### 新能源汽车 12 V 蓄电池充电系统

汽车上装有很多的电子控制部件,其工作电压一般是几伏或者十几伏,电压太高会烧毁或者击穿电子元件,因此汽车上采用 12 V 或者 24 V 的蓄电池给这些电子部件提供工作电压,同时为汽车灯光、收音机、门锁车窗电机等用电设备供电。

燃油车利用发动机带动发电机,发电机为蓄电池充电。电动汽车没有发动机,它是将高压电池包里面存储的高压电提供给驱动电机工作的。高压电池包存储的是直流电,所以在给驱动电机使用的时候会转换成交流电,也就是逆变,电动汽车的电池包电压一般在 300~600 V 之间。它是在电动汽车上安装一个 DC/DC 降压设备,将高压蓄电池里面的 300~600V 之间的高压电通过降压成低压电后为蓄电池充电,从而保证车辆低压用电设备的正常工作的。

蓄电池的负极安装一个蓄电池传感器来监测电池容量,其监测到蓄电池电压过低后给车辆控制模块发送信号,车辆控制模块发出充电指令后,DC/DC 降压设备为蓄电池充电。当蓄电池传感器监测到电压已达到标准电压后,其给车辆控制模块发送一个信号,车辆控制模块发出指令,DC/DC 降压设备停止工作。