



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



首届全国机械行业职业教育精品教材



扫描二维码
共享立体资源

汽车电路和电气系统检测诊断与修复

(第二版)

总主编 朱军 弋国鹏
主 编 严海云

汽车电路和电气系统 检测诊断与修复

(第二版)

中国汽车工程学会汽车应用与服务分会组织编写

工作页式教材



总主编 朱 军 弋国鹏
主 编 严海云

北京出版集团
北京出版社

北京出版集团
北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路和电气系统检测诊断与修复 / 严海云主编

.—2 版.—北京: 北京出版社, 2020.9

ISBN 978-7-200-16018-5

I. ①汽… II. ①严… III. ①汽车—电气系统—故障
诊断—高等学校—教材②汽车—电气系统—故障修复—高
等学校—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 209248 号

汽车电路和电气系统检测诊断与修复(第二版)

QICHE DIANLU HE DIANJI XITONG JIANCE ZHENDUAN YU XIUFU(DI-ER BAN)

主 编: 严海云

出 版: 北京出版集团
北京出版社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总 发 行: 北京出版集团

经 销: 新华书店

印 刷: 定州启航印刷有限公司

版 印 次: 2020 年 9 月第 2 版 2020 年 9 月第 1 次印刷

成品尺寸: 185 毫米 × 260 毫米

印 张: 18

字 数: 345 千字

书 号: ISBN 978-7-200-16018-5

定 价: 54.00 元

教材意见建议接收方式: 010-58572162 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393

目录

学习工作页

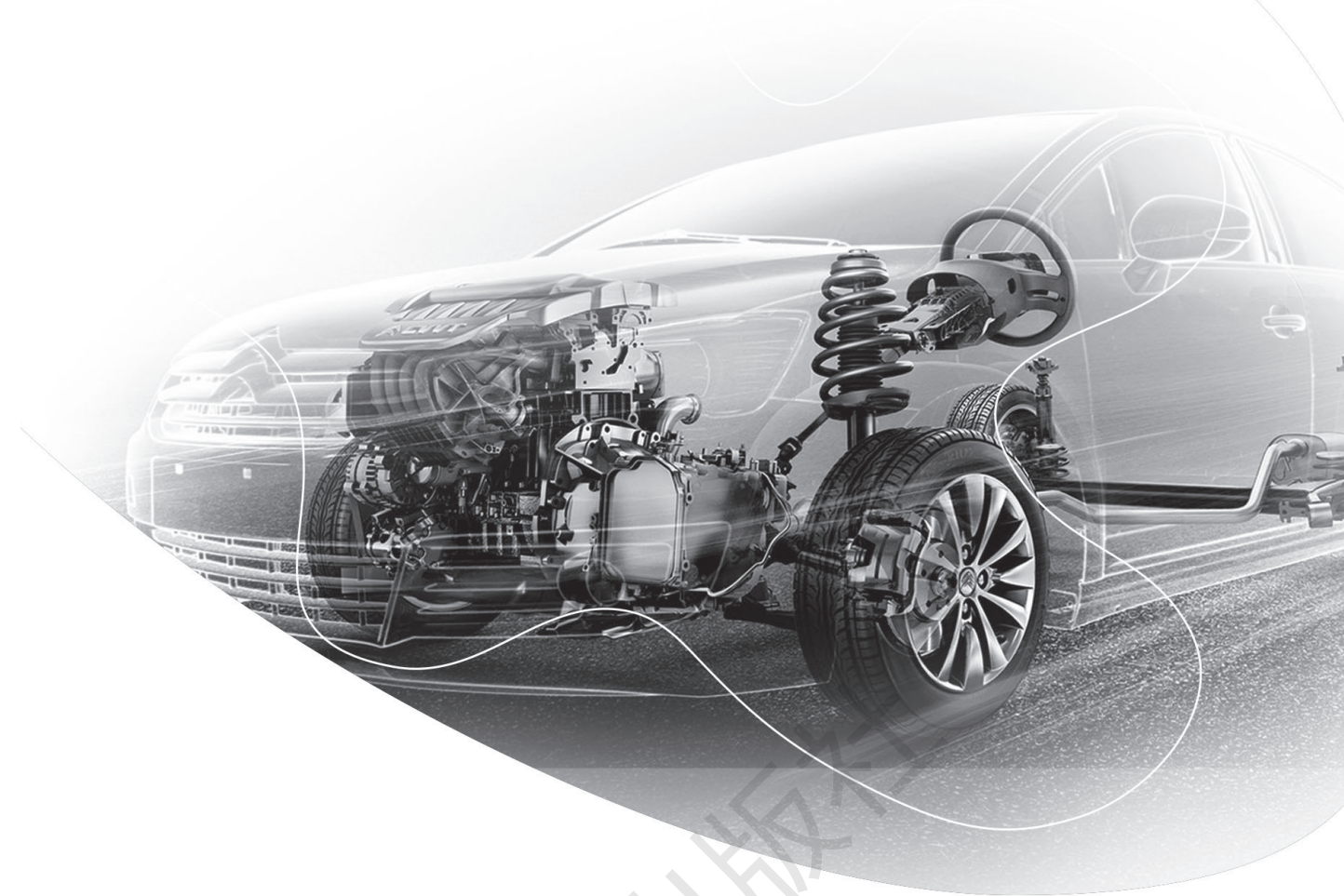
学习单元一 汽车电路的故障诊断与修复	/ 2
学习任务 汽车电路图的识读	/ 2
学习单元二 电源系统的故障诊断与修复	/ 5
学习任务一 蓄电池的故障诊断与修复	/ 5
子任务 1 蓄电池的检查与维护	/ 5
子任务 2 蓄电池的充电与维修	/ 13
子任务 3 蓄电池常见故障诊断与修复	/ 17
学习任务二 交流发电机的故障诊断与修复	/ 22
子任务 1 充电系统的检查与维护	/ 22
子任务 2 充电系统的故障诊断与修复	/ 27
学习单元三 起动系统的故障诊断与修复	/ 35
学习任务 起动系统的故障诊断与修复	/ 35
子任务 1 起动系统的检查与维护	/ 35
子任务 2 起动机的拆装或更换	/ 38
子任务 3 起动系统的故障诊断与修复	/ 47
学习单元四 照明系统的故障诊断与修复	/ 52
学习任务一 前照灯故障诊断与修复	/ 52
子任务 1 照明系统的检查维护	/ 52
子任务 2 前照灯的更换与检测	/ 56
子任务 3 前照灯的故障诊断与修复	/ 62
学习任务二 其他照明灯故障诊断与修复	/ 64
子任务 1 其他照明灯的检查与拆装	/ 64

子任务 2 其他照明灯的故障诊断与修复	/ 71
学习单元五 仪表、报警与信号系统的故障诊断与修复	/ 75
学习任务一 仪表系统故障诊断与修复	/ 75
子任务 1 仪表系统的检查与更换	/ 75
子任务 2 仪表系统常见故障的诊断与修复	/ 81
学习任务二 报警系统故障诊断与修复	/ 83
子任务 1 汽车报警系统的检查与更换	/ 83
子任务 2 报警装置常见故障的诊断与修复	/ 88
学习任务三 信号系统的故障诊断及修复	/ 92
子任务 1 信号系统的检查与维护	/ 92
子任务 2 信号系统的故障诊断与修复	/ 98
学习单元六 辅助电器系统的故障诊断与修复	/ 102
学习任务一 电动刮水器故障诊断与修复	/ 102
子任务 1 电动刮水器的检查与维修	/ 102
子任务 2 电动刮水系统的故障诊断与修复	/ 107
学习任务二 电动后视镜的故障检查诊断与修复	/ 111
学习任务三 电动座椅故障诊断与修复	/ 116
学习任务四 电动车窗故障诊断与修复	/ 121
子任务 1 电动车窗的检查与更换	/ 121
子任务 2 电动车窗故障诊断与修复	/ 125
学习任务五 中控门锁故障诊断与修复	/ 131
子任务 1 中控门锁的检查与更换	/ 131
子任务 2 中控门锁故障诊断与修复	/ 135

学习参考

学习单元一 汽车电路的故障诊断与修复	/ 140
学习任务 汽车电路图的识读	/ 140
学习单元二 电源系统的故障诊断与修复	/ 149
学习任务一 蓄电池的故障诊断与修复	/ 149
学习任务二 交流发电机的故障诊断与修复	/ 155
学习单元三 起动系统的故障诊断与修复	/ 173
学习任务 起动系统的故障诊断与修复	/ 173

学习单元四 照明系统的故障诊断与修复	/ 189
学习任务一 前照灯故障诊断与修复	/ 189
学习任务二 其他照明灯故障诊断与修复	/ 203
学习单元五 仪表、报警与信号系统的故障诊断与修复	/ 214
学习任务一 仪表系统故障诊断与修复	/ 214
学习任务二 报警系统故障诊断与修复	/ 222
学习任务三 信号系统的故障诊断及修复	/ 227
学习单元六 辅助电器系统的故障诊断与修复	/ 238
学习任务一 电动刮水器故障诊断与修复	/ 238
学习任务二 电动后视镜的故障检查诊断与修复	/ 245
学习任务三 电动座椅故障诊断与修复	/ 249
学习任务四 电动车窗故障诊断与修复	/ 260
学习任务五 中控门锁故障诊断与修复	/ 266



学习工作页

学习单元二

电源系统的故障诊断与修复

电源系统一般由蓄电池、交流发电机、电压调节器及充电状态指示装置等组成。蓄电池俗称“电瓶”，是一种将化学能转换为电能或将电能转换成化学能的装置。在汽车上与发电机并联，向全车用电设备供电。通过本单元的学习，使学生能独立完成电源系统的检查与维护工作；能独立完成蓄电池和发电机等部件的维修或更换工作，能独立或合作完成电源系统常见故障的诊断与修复。

学习任务一 蓄电池的故障诊断与修复

子任务 1 蓄电池的检查与维护

任务描述

车主反映，车辆启动时感觉起动机动力不足。维修人员检查时发现蓄电池连接电缆接头处有氧化及轻微松动现象，经清洁及紧固后，车辆启动正常。

学习目标

1. 知道充电系统的基本组成及蓄电池的结构。
2. 能叙述蓄电池充、放电过程。
3. 懂得测试和维护蓄电池时应采取的防护措施。
4. 会独立完成对蓄电池电压、电解密度等测试工作。
5. 培养学生工匠精神，养成认真仔细、周密严谨、一丝不苟的工作态度。

[建议学时] 4 学时



学习准备

1. 知识准备：
 - (1) 蓄电池的功用。
 - (2) 蓄电池的基本结构。

- (3) 蓄电池的工作原理。
2. 工作场所：一体化教室。
3. 工作器材：车辆、蓄电池教具、汽车电器多功能示教板、万用表、密度计（折射仪）、工具等。



计划与实施

一、实践内容：蓄电池技术状况的检测

(一) 蓄电池极柱电压降的检测

起动时测量蓄电池正、负电极极柱与导线间的电压降。如果电压 $>0.1\text{ V}$ ，表示极桩与蓄电池导线间的电阻过大，必须对连接部位清洁并紧固，如图 2-1 所示。

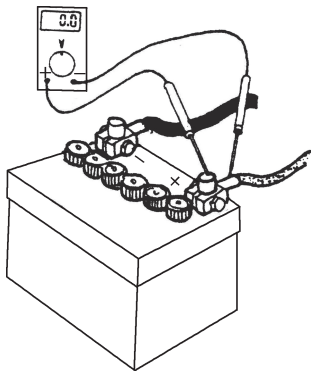


图 2-1 测量电压降

(二) 蓄电池开路电压的检测

用万用表测量蓄电池端电压是一种常用的简单方法。蓄电池端电压的大小并不能完全反映蓄电池的工作性能，但它比外观检测有效、简单。一个外观看起来良好的蓄电池可能已经失效。

为了得到准确的测试结果，当蓄电池刚充完电或汽车刚行驶了一段时间时，需要消除蓄电池的表面电荷（也称起泡电压），蓄电池加载后，表面电荷就会消除。若不消除表面电荷，测试所得的电压值不能准确地表示蓄电池的实际存电状况。



蓄电池开路电压检测

测试方法：

(1) 消除蓄电池表面电荷。方法是：车辆熄火后，将汽车前照灯开到远光位置 1 min，然后关闭前照灯并等待 2 min。

(2) 根据实际情况，如有必要用专用工具清洁蓄电池的极桩。

(3) 万用表校零后测试蓄电池的输出电压，即打开前照灯远光并持续 1 min 后所测的端电压，如图 2-2 (a) 所示。

(4) 关闭前照灯后，蓄电池电压迅速回升到 12.70 V，即为蓄电池的开路电压，如图 2-2 (b) 所示。



(a) 输出电压测试



(b) 空载电压测试

图 2-2 蓄电池端电压测试

(5) 将电压读数与充电状态指示表进行比较, 根据表 2-1 判定蓄电池的充电状态。

表 2-1 蓄电池电压与充电状态对应表

蓄电池电压	充电状态
12.6 V 或更高	100%
12.4 V	75%
12.2 V	50%
12.0 V	25%
11.9 V 或更低	放电

(三) 电解液液面高度的检测

在蓄电池周围工作时切记: 应戴防护眼睛, 穿防腐衣服, 严禁明火。

1. 普通(带螺塞)蓄电池

一般用玻璃管测量, 如图 2-3 所示。规定值为: 高出极板上端 10~15 mm。如果液面过低, 应添加蒸馏水。

2. 免维护(不带螺塞)蓄电池

免维护蓄电池配有电量观察孔, 通过不同颜色表示蓄电池当前充电状态的电量。观察方法可以参照蓄电池上的提示, 蓄电池不同, 方法也有所不同, 如图 2-4 所示。



蓄电池电解液高度检测

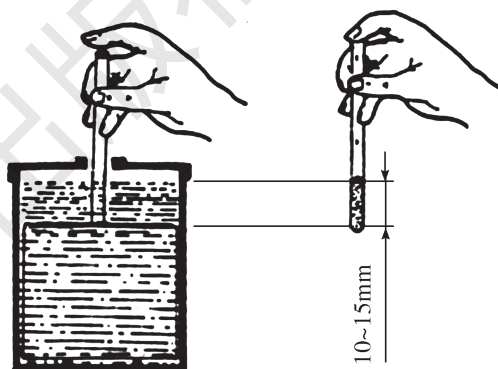


图 2-3 测量液面高度

蓄电池已充满电 电眼颜色: 绿色	未充电或充电过少 电眼颜色: 黑色	电解液达到临界液位 电眼颜色: 黄色

图 2-4 不同的电量观察孔

3. 透明壳体的蓄电池

可以观察到蓄电池内电解液液面, 规定应在上、下刻度线之间, 如图 2-5 所示。



图 2-5 有刻度线蓄电池

（四）电解液密度的检测

1. 用密度计测量电解液的密度

测量方法：

（1）打开蓄电池的加液盖，如图 2-6 所示。

（2）把密度计下端插入加液孔内，吸入适量电解液，记录读数。

（3）测量电解液温度。

（4）将测量的电解液密度换算成 25℃ 时的密度值。

换算公式： $\rho_{25} = \rho_t + 0.00075 \times (t - 25) \text{ (g/cm}^3\text{)}$

式中： ρ_{25} 指 25℃ 时的密度， ρ_t 指实测密度， t 指实测温度。

测试结果分析：

一般在 25℃ 状态下检测电解液密度：

充满电：1.26~1.28 kg/L；充电一半：1.20~1.24 kg/L；完全放电：<1.16 kg/L。

同时还需检查：①每个单格中的电解液密度相同且都在 1.25 kg/L 以上。②检查电解液的颜色。其中，棕色表示水分消耗过高，检查调节电压；混浊表示有活性物质脱落。

2. 用折射仪测量电解液的密度

折射仪是根据不同浓度的液体具有不同的折射率的原理设计而成的。具有快速、准备测量的优点。还可测量冷却液冰点和制冷剂沸点。

测量方法：

（1）用柔软绒布将盖板及棱镜表面擦拭干净；将折光棱镜对光亮方向，调节目镜视度环，直到标线清晰为止。

（2）调整基准：测定前首先使用标准液（纯净水）、仪器及待测液体基于同一温度。掀开盖板，然后取 2~3 滴标准液滴于折光棱镜上，并用手轻轻按压平盖板，通过目镜看到一条蓝白分界线。旋转校准螺栓使目镜视场中的蓝白分界线与基准线重合。

（3）测量：用柔软绒布擦净棱镜表面及盖板，掀开盖板，取 2~3 滴被测溶液滴于折光棱镜上，盖上盖板轻按压平，里面不要有气泡，然后通过目镜读取蓝白分界线的相对刻度，即为被测液体的测量值，如图 2-7 所示。

（4）测量完毕后，直接用潮湿绒布擦干净棱镜表面及盖板上的附着物，待干燥后，妥善保存起来。

在测量电池液时，注意不要洒在皮肤和眼睛上，以防烧伤。

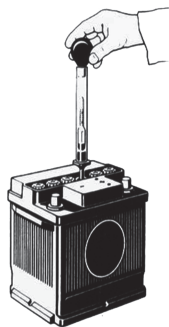


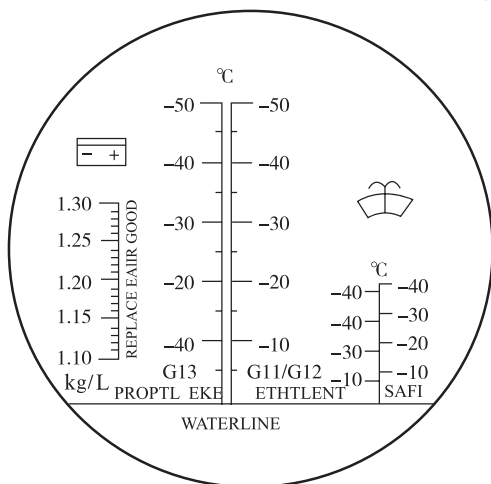
图 2-6 密度计测量方法



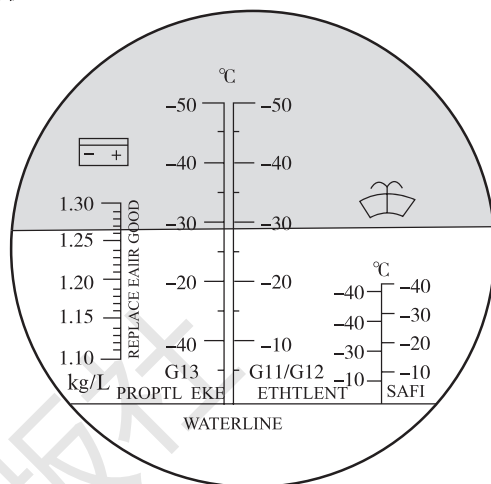
蓄电池电解液密度检测



(a) 折射仪



(b) 没测试时



(c) 测试时

图 2-7 折射仪及读取方法

(五) 蓄电池放电度的检测

1. 使用高率放电计

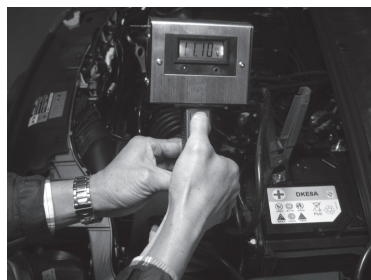
一般用于普通蓄电池，使用时请阅读产品说明操作方法。如图 2-8 所示。将测试夹分别夹在蓄电池的正负极柱上，此时显示为蓄电池的空载电压，正常应在 11.8~13 V 范围内，按下测试开关，蓄电池开始大电流放电，持续 10 s，读出负载电压测试数据。若电压值维持在 10.6~12.6 V，说明蓄电池电量充足；若电压值在 9.6~10.6 V，说明蓄电池电量不足，需要充电；若电压值在 9.6 V 以下，说明蓄电池存电量严重不足，需要立即充电。如果空载电压符合要求，而负载电压迅速下降并低于 9 V，则蓄电池损坏，需要更换新的蓄电池。



蓄电池放电度检测



(a) 无负载时蓄电池电压



(b) 有负载时蓄电池电压

图 2-8 高率放电计检测蓄电池放电度

2. 博世 BAT121 电池检测仪

BAT121 电池检测仪常用于免维护蓄电池的测试。

特点：测试 12 V 起动电压的便携式无线测试仪。无应力测试程序，可按要求设置低温测试电流。显示内容有稳态电压、起动功率和电瓶状态，如图 2-9 所示。

测试方法：



图 2-9 BAT121 电池检测仪

1. 将 BAT121 的正负极检测夹分别夹在蓄电池的正负极上，显示如下画面	
MAIN MENUE BAT121	主菜单 BAT121
BATTERY TEST ALTERNATOR-TEST VOLTMETER CONFIGURATION LAST TEST RESULT	蓄电池测试 发电机测试 伏特计 配置 最终测试结果
2. 选择第一项蓄电池检测，显示如下画面，按要求选择蓄电池的参数	
BATTERY-TSET	蓄电池检测
INPUT PARAMETER COLD START CUR : 460 A BATT.STANDARD : SAE BATTERY-TEMP : >0 °C	输入参数 冷起动电流：460 A 蓄电池标准：SAE 蓄电池温度：>0 °C
3. 按确认键后显示检测结果	
TEST-RESULT	检测结果
VOLTAGE : 123 V START CAPACITY : 70% BATTERY UNSERVICEABLE 460 A SAE>0 °C 122	电压：123 V 起动容量：70% 更换蓄电池 460 A SAE>0 °C 122

（六）蓄电池漏电检测

车辆停放一段时间后无法起动，故障原因通常是由蓄电池漏电引起的。车辆停驶时，点火开关关闭，除部分电控单元需要用电之外，汽车上的用电设备都不工作，此时蓄电池的放电电流是很小的，这个放电电流称为休眠电流。车型不同，休眠电流的规定值也不同。

测试方法：

以 SPX 的感应式电流钳测量为例。用 SPX 的感应式电流钳测量蓄电池的漏电电流时，无须拆装蓄电池电缆，快捷、方便，如图 2-10 所示。漏电电流的大小与车型有关，车型不同，规定的漏电电流也不同，一般来说，正常的漏电电流为 20~30 mA，若大于 50 mA，说明蓄电池有漏电故障。

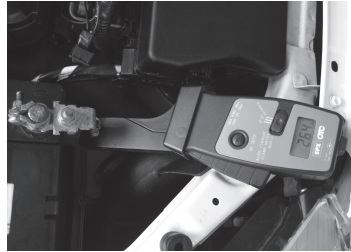


图 2-10 SPX 感应式电流钳

结果分析:

如检测的漏电电流大于规定值,那么蓄电池的放电电流除休眠电流之外,还有用电设备或电路引起蓄电池漏电,应检查排除故障。

如检测的漏电电流在规定值之内,那么应是蓄电池本身的放电电流造成的,此蓄电池已不能满足使用要求,应更换蓄电池。

二、在学习和工作过程中需完成

1. 电源系统有哪几部分组成,各起什么作用?

2. 蓄电池在起动时除了向起动机供电外,还向哪些用电设备供电?

3. 判断下列说法的正确性:

- () 在一个单格电池内,正极板要比负极板多一片。
- () 蓄电池在放电过程中其电解液密度是不断上升的。
- () 普通蓄电池加液螺塞的通气孔要经常保持畅通。
- () 冬天选择电解液密度,在不结冰的前提下可适当低一些。

4. 图 2-11 中的插接器发生断路时,蓄电池的 12 伏电压加到电路上:

- A. 试灯如图连接时点亮
 - B. 如图连接时,试灯不亮
 - C. 如将试灯接至电动机接地端,试灯点亮
 - D. 如将试灯接至插接器另一侧,试灯点亮
- 你认为哪种说法正确,说出理由。

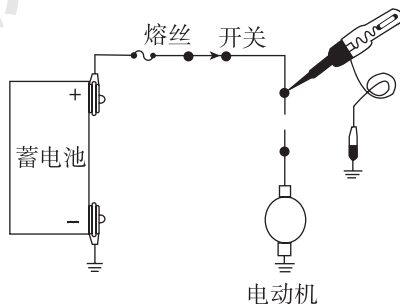


图 2-11



评价与反馈

学习效果评价

(1) 蓄电池充、放电终了有哪些明显特征?

(2) 在测量蓄电池开路电压前,为什么要消除表面电荷?

(3) 如何正确使用折射仪?

(4) 查阅资料,说出图 2-12 各标号的含义:

- 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____
5 _____ 6 _____ 7 _____ 8 _____

(5) 当客户向你了解有哪些原因会影响蓄电池使用寿命时,你作为维修人员,是如何向客户做技术交流的?

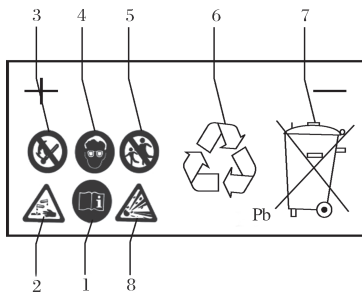


图 2-12

学习实践过程记录表

班 级			车型及年款		
姓 名			车辆识别码		
学 号			里程数		
实践项目		实践设备		蓄电池标识	
实践流程					
结果分析					
防范措施					
自我评价	良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐				
教师评价	良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐ 教师姓名：_____ 年 月 日				

学生学习成果反馈评价表

姓 名		学 号		班 级		日 期	
检测项目	内 容						
直观检查	1. 检查蓄电池盒损坏。 有 ☐ 没有 ☐ 2. 检查蓄电池端口导线松动。 不松动 ☐ 松动 ☐ 3. 检查通风孔塞损坏或堵塞。 畅通 ☐ 堵塞 ☐						
液位高度 检查	1. 检测的蓄电池电解液位高度是_____, 是否正常? 2. 透明液体蓄电池的电液液面应在_____之间。 3. 免维护电池可以通过“电眼”观察: 绿色表示_____, 黑色表示_____, 黄色表示_____。						
电解液 密度检测	1. 你使用的是什么类型的密度计? _____。 2. 你检测的电液温度是_____, 电液密度是_____, 当时的环境温度是_____, 通过换算后的电液密度是_____, 是否符合要求? _____。 3. 你在测试蓄电池的时候做了哪些防范措施? _____						
分析题	在装有较多台计算机的车辆上, 电气系统的蓄电池中断。这一情况可能造成 ()。 A. 损害所有计算机 B. 发动机不能起动 C. 清除计算机的自适应记忆 D. 电气系统电压冲击 说出理由:						
教师评价	良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐ 教师姓名：_____ 年 月 日						

子任务2 蓄电池的充电与维修

任务描述

4S店接到客户电话，朗逸轿车的遥控器不能正常工作。经查是车辆熄火前没有关闭前照灯，造成蓄电池严重亏电，请按要求对蓄电池进行检查与充电。

学习目标

1. 能叙述正常充电、快速充电、维护性充电的概念及使用的场合。
2. 懂得配有电源管理系统的车辆更换蓄电池后需做匹配。
3. 会正确使用充电设备给蓄电池充电。
4. 会独立正确更换蓄电池。
5. 提高学生职业素养，树立行业法规意识和国家绿色发展理念。

[建议学时] 6 学时



学习准备

1. 知识准备：
 - (1) 蓄电池的特性参数。
 - (2) 蓄电池的标识。
2. 工作场所：一体化教室。
3. 工作器材：车辆、万用表、充电器、蓄电池、密度计、常用工具等。



计划与实施

一、实践内容

(一) 蓄电池的充电

蓄电池充电分为以下几种情况：

正常充电：充电电流约为额定容量的 10%。

快速充电：充电电流为正常充电值的 5~8 倍。

维护性充电：为补充蓄电池存放时的自行放电损失，以 $1 \text{ mA}/(\text{A} \cdot \text{h})$ 的电流为蓄电池长时间充电。



蓄电池的充电

可以用具有不同充电特性曲线的充电器为蓄电池充电：

W 特性曲线：电阻保持恒定。充电电压升高时充电电流降低。

U 特性曲线：充电电压保持恒定。达到极限电压（单格电池电压 2.4 V）时自动调低充电电流。

I 特性曲线：充电电流保持恒定。只适用于小充电电流充电，否则会产生水分损耗。

为了防止水分损耗，必须对充电器的电压值进行限制：普通蓄电池限制在 14.4 V，免维护蓄电池限制在 13.8 V。

使用充电器充电（以普通电池充电为例）：

用博世 BSL2470 充电器充电，方便快捷，如图 2-13 所示。必须将蓄电池拆下来进行充电。拆卸前必须关闭所有用电设备。

充电方法如下：



图 2-13 BSL2470 充电器

充电准备工作	充 电	充电结束
1. 打开加液螺塞； 2. 将充电器的正、负极夹钳分别夹到蓄电池的正、负极柱上； 3. 设置充电电流（正常充电时为蓄电池额定容量的 10%）	1. 打开充电器。 2. 充电结束条件为： （1）电解液温度超过 55℃（蓄电池外壳微热）； （2）蓄电池开始起泡； （3）电解液密度或充电电压在 2 h 内没有变化	1. 关闭充电器； 2. 断开蓄电池上的连接线并取下充电器； 3. 检查电解液液位，视需要添加； 4. 拧入螺塞

（二）蓄电池的更换

蓄电池更换前有必要查阅维修资料。

1. 蓄电池的拆卸

（1）在拆卸蓄电池前，应查询收录机的防盗码并记录，或用辅助电源保存电脑相关信息。

（2）先断开蓄电池接线柱的负极电缆，后断开蓄电池接线柱的正极电缆。

（3）拆卸蓄电池固定件，取出蓄电池。

2. 蓄电池的安装

（1）蓄电池安装时，应认清蓄电池的正、负极，并应先连接正极上的电缆，再连接负极上的电缆。

（2）连接线 U 形口与电极端子要平齐结合，并以规定扭矩拧紧电极螺栓，如图 2-14 所示。

（3）免维护蓄电池上装有排气孔及软管，安装时不要将软管拆下并保证畅通，如图 2-15 所示。



拆装蓄电池

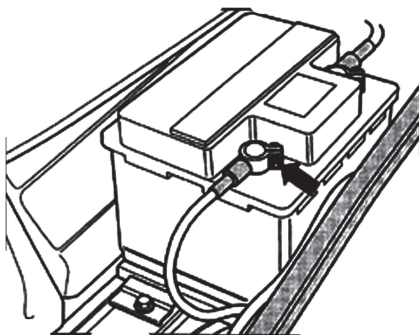


图 2-14 电缆连接 U 形口

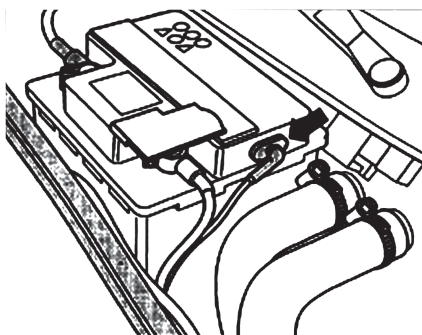


图 2-15 蓄电池排气孔

带有电源管理系统的车辆，在更换新蓄电池后，必须要执行服务功能记录（或称匹配）工作。如果不记录蓄电池更换，动力管理系统的不正常工作可能会导致某些电器功能限制。例如某个用电器功率减小或断开。

二、在学习和工作过程中需完成

1. 蓄电池额定容量指：

2. 如图 2-16 所示。博世蓄电池标有 12 V 65 AH 490 A 112 min RC (EN) 是什么含义？



图 2-16

小提示：RC——储备电量，以分钟为单位，在 27℃ 的情况下，电池以 25 A 的额定电流输出，且电压保持在 10.5 V 以上所持续的时间。CCA——冷启动额定值，在 -18℃ 的情况下放电 30 s，且电压保持在 7.2 V 以上，蓄电池所能输出的电流。DIN/SAE/EN——SAE 为美国机动车工程师学会标准，DIN 为德国标准，EN 为欧洲标准。

3. 判断下列说法的正确性：

- () 正常充电时，选择充电电流约为蓄电池额定容量的 10%。
- () 普通蓄电池充电时，不应将加液螺塞拧出，以防灰尘掉入池内。
- () 免维护蓄电池上一般装有排气软管，不能随意拆下并保持畅通。
- () 某一 3-Q-90 型蓄电池，其 20 h 放电率的放电电流为 3 A。

4. 为什么要对充电器的电压值进行限制？

5. 在用救援汽车给另一汽车借电起动时，技师 A 说在起动受助汽车时救援汽车上的附件应接通。技师 B 说救援车的负极电缆应接在受助汽车的发动机接地点上。谁说的对？()

- A. 只有技师 A 说的对
- B. 只有技师 B 说的对
- C. 技师 A 和 B 说的都对
- D. 技师 A 和 B 说的都不对



评价与反馈

学习效果评价

(1) 蓄电池的内电阻包括哪些?

(2) 断开蓄电池之前需做什么?

(3) 带有电源管理系统的车辆, 更换蓄电池后为什么要做匹配工作?

(4) 在给蓄电池进行高率快速充电时, 技师 A 在蓄电池上接了一块电压表以确保电压不超过 15.5 V。技师 B 监测蓄电池温度, 当温度接近 51℃ 就准备降低充电率。谁做的对? ()

A. 只有技师 A 做的对

B. 只有技师 B 做的对

C. 技师 A 和 B 做的都对

D. 技师 A 和 B 做的都不对

请写出理由:

(5) 作为一名汽车维修技师, 当发现该车的蓄电池技术状况不良时, 你会怎么做? ()

A. 直接更换, 按价收费

B. 与客户沟通, 同意后更换

学生实践过程记录表

班 级		车 型 及 年 款	
姓 名		车 辆 识 别 码	
学 号		里 程 数	
实践项目		实 践 设 备	
实践流程		蓄 电 池 标 识	
结果分析			
防范措施			
自我评价		良好 ☐	合格 ☐ 不合格 ☐
教师评价		良好 ☐	合格 ☐ 不合格 ☐
	教师姓名: _____	年	月 日

学生学习成果反馈评价表

姓 名		学 号		班 级		日 期	
检测项目	内 容						
蓄电池充电	1. 你选择的是哪种充电机? 定流充电 ☐ 定压充电 ☐ 快速充电 ☐ 2. 写出充电流程: _____° 3. 充电时需要掌握哪些参数? _____° 4. 如何判定蓄电池已充满电? _____°						
资料查询	1. 你选择某一款车型的《维修手册》: _____° 2. 写出更换蓄电池的要求与流程: _____°						
分析题	汽车充电系统电压为 16.2 V。这一情况不会造成以下哪个问题? () A. 蓄电池过量充电 B. 电气部件烧坏 C. 蓄电池电解液析气 D. 前照灯亮度减弱 请写出理由:						
教师评价	良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐ 教师姓名: _____ 年 月 日						

子任务 3 蓄电池常见故障诊断与修复

任务描述

客户反映：一辆上海大众帕萨特 2.0BNL（老款）停了一个晚上后无法起动，经维修人员对蓄电池的漏电检测后，发现是某个电气元件损坏导致蓄电池漏电，更换元件及对蓄电池充电后，车辆能正常起动。请按规范对蓄电池进行检测。

学习目标

1. 知道蓄电池自行放电、极板硫化等专业术语。
2. 会陈述蓄电池常见故障的类型及产生原因。
3. 能用万用表测量蓄电池开路电压、输出电压及充电电压。
4. 能正确使用高率放电计、漏电仪等设备检测蓄电池性能。
5. 提高学生职业素养，培养学生严密推理、科学判断的能力。

[建议学时] 6 学时



计划与实施

一、实践内容：蓄电池故障诊断与修复

【故障确认】维修人员在接到故障车后首先对车蓄电池进行了充电处理，并对蓄电池的各项技术指标进行检查，未发现故障原因，接着排除了发电机不发电的可能性。但蓄电池有漏电现象存在。

【原因分析】确认蓄电池有漏电现象后，可通过逐一拔掉保险丝的方法进行检查。当某一保险丝被拔除，漏电流低于正常值，则漏电的原因就在此电路上，应进行相关电气线路及元器件的检查。

【诊断思路】测量该车的静电流为 0.8 A，远高于 50 mA 的正常范围，属于漏电故障。逐一拔下保险丝检查，当拔下 S241 保险丝时，电流降到 25 mA 的正常值，经过电路分析，该保险为组合仪表、油箱盖开启开关、内部照明等供电。装复 S241 保险进行电路检查，分别断开组合仪表、油箱盖开启开关等电路均未发现异常情况，当打开行李箱拆下照明灯泡 W3 时发现放电电流又回到了正常值，于是检查该照明灯开关 F5，见图 2-17，发现开关已短路。更换开关后，故障排除。

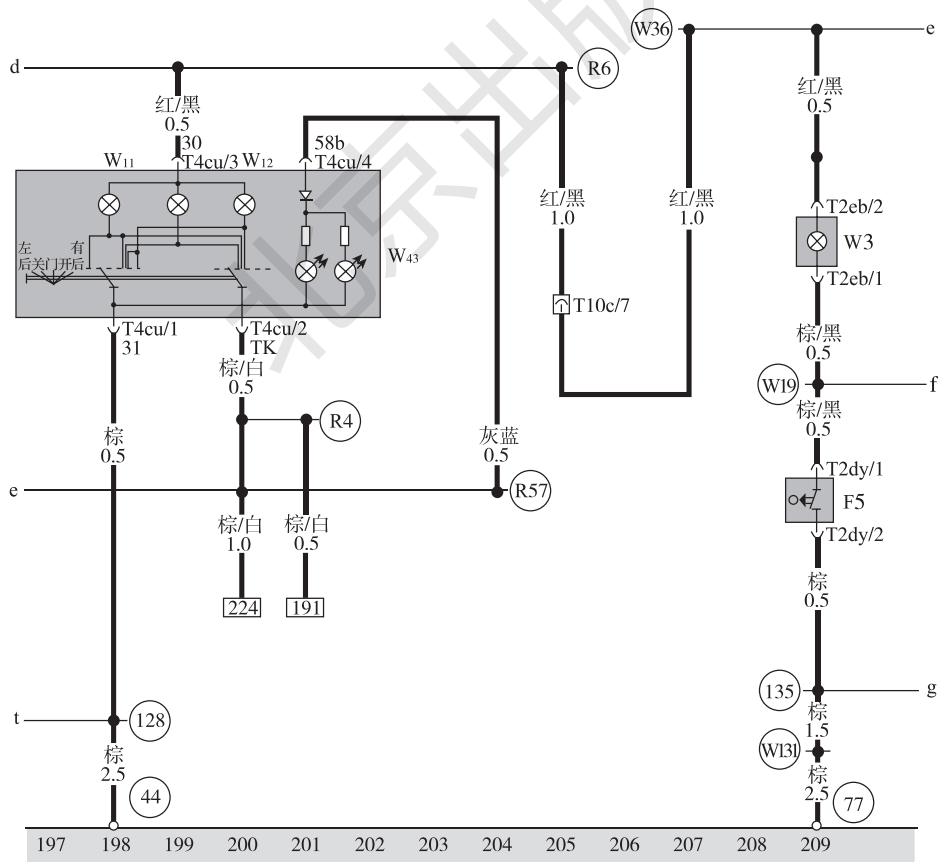


图 2-17 帕萨特轿车（行李箱）电路

【故障排除】在该故障中，由于行李箱照明灯开关 F5 的短路，即便行李箱在关闭时，照明灯也在点亮状态，且不容易被发现，导致蓄电池的亏电。更换行李箱照明灯开关 F5 后，故障排除。

【电路】电路如图 2-17 所示。

二、在学习和工作过程中需完成

1. 蓄电池常见的内部故障有哪些？

2. 什么是蓄电池自行放电？

3. 判断下列说法的正确性：

() 若蓄电池长期充电不足或放电后未及时充电，会缩短使用寿命。

() 一般车辆的漏电电流不大于 50 mA。

() 当蓄电池充电电流过大时，会使蓄电池电解液过快消耗。

() 拆装蓄电池时，对于谁先拆下正负极柱上的电缆与先后无关。

4. 如图 2-18 中进行蓄电池空耗电流测试时：()

A. 发动机起动和运转时测试仪开关应闭合。

B. 蓄电池空耗电流 125 mA 属于正常，不会造成蓄电池亏电。

C. 打开开关时可以马上记录实际的蓄电池空耗电流。

D. 测量蓄电池空耗电流时应打开驾驶员侧车门。

谁说的正确？请写出理由：

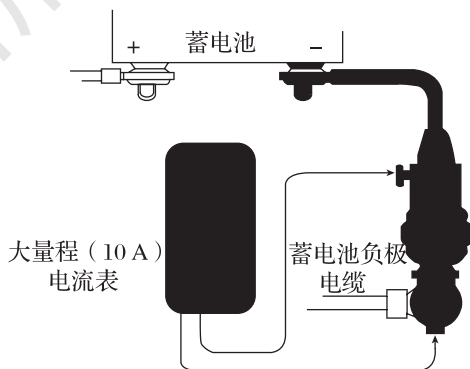


图 2-18 传动带连接图



评价与反馈

学习效果评价

(1) 有哪些原因会造成蓄电池活性物质大量脱落？

(2) 何谓定流充电？

（3）图 2-19 中灯泡不亮。开关接通时，用以跨接线将灯泡接到蓄电池正极柱上，灯泡不亮。开关接通时，用一跨接线将灯泡的接地侧接地，灯泡点亮。灯泡不亮的原因可能是：（ ）

- A. 开关断路
- B. 灯泡接地断路
- C. 断路器断路
- D. 熔丝熔断

（4）有一客户的车辆行驶在城市道路，经常使用空调及音响设备，造成蓄电池使用寿命短。你作为一名维修技师，有哪些好的建议。

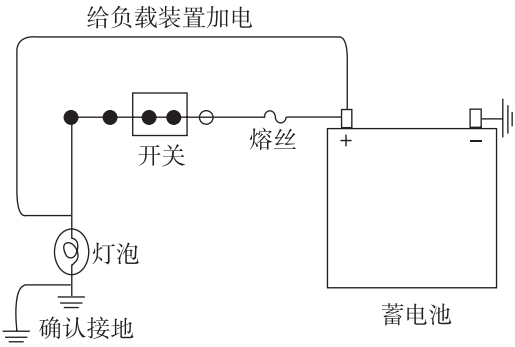


图 2-19 充电指示灯检查图

学生实践过程记录表

班 级		车型及年款	
姓 名		车辆识别码	
学 号		里 程 数	
实践项目		实 践 设 备	蓄 电 池 标 识
实践流程			
结果分析			
防范措施			
自我评价		良好 ☐	合格 ☐ 不合格 ☐
教师评价		良好 ☐	合格 ☐ 不合格 ☐
		教师姓名：_____	年 月 日

学生学习成果反馈评价表

姓 名		学 号		班 级		日 期	
测试项目	内 容						
放电检测	1. 用高率放电计测量蓄电池放电状态前需做哪些准备? _____° 2. 写出测试流程: _____° 3. 测试结果分析: _____° 4. 测试时需注意的问题: _____°						
BAT121	1. 写出测试流程: 2. 记录测试结果: 3. 测试结果分析:						
分析题	1. 在讨论 25 ℃下蓄电池容量试验时, 技师 A 说蓄电池的负荷率等于蓄电池额定备用容量乘以 2。技师 B 说如果电压保持在 9.6 V 以上, 蓄电池就是正常的。谁说的正确? () A. 只有技师 A 说的对 B. 只有技师 B 说的对 C. 技师 A 和 B 说的都对 D. 技师 A 和 B 说的都不对 请写出理由:						
	2. 在测试蓄电池时, 蓄电池壳体、固定夹与极柱上的积尘和腐蚀相当明显。技师 A 说这可能造成蓄电池空耗电流增加。技师 B 说蓄电池一定有漏电, 应该更换。谁说的对? () A. 只有技师 A 说的对 B. 只有技师 B 说的对 C. 技师 A 和 B 说的都对 D. 技师 A 和 B 说的都不对 请写出理由:						
教师评价	良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐ 教师姓名: _____ 年 月 日						

学习任务二 交流发电机的故障诊断与修复

子任务1 充电系统的检查与维护

任务描述

车主反映，车辆运行中，听到发动机舱内有异响。经维修人员检查发现，是发电机传动带磨损过甚所致，请按规定对发电机和传动带进行检查并完成更换。

学习目标

1. 知道发电机的作用和结构。
 2. 能叙述发电原理、整流原理和励磁方式。
 3. 知道电压调节器的功用和调节原理。
 4. 能完成充电系统的检查维护作业。
 5. 会独立或合作完成发电机（传动带）的拆装及更换工作。
 6. 培养学生工匠精神，养成查阅维修手册，科学判断、文明操作的良好习惯。
- [建议学时] 4 学时



学习准备

1. 知识准备：
 - (1) 发电机的功用。
 - (2) 发电机的基本结构。
 - (3) 发电机的发电原理、整流原理和励磁方式。
 - (4) 电压调节器工作原理。
2. 工作场所：一体化教室。
3. 工作器材：车辆、发电机教具、示教板、万用表、张力检测仪、常用工具等。



计划与实施

一、实践内容

（一）充电系统的检查与维护

1. 蓄电池技术状况的检查

充电系统不能对损坏的蓄电池充电，为防止误导检查思路，首先要做好蓄电池技术状况的检查。

2. 充电系统连接线路的检查

电器电缆接头松动、腐蚀、断裂等都会造成充电系统故障。

3. 发电机传动带的检查

(1) 发电机传动带外观检查。

检查发电机传动带是否有撕裂、磨光、浸油和裂纹等情况，如图 2-20 所示。这些情况均会造成充电系统工作不良。

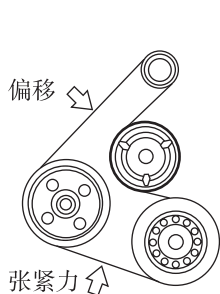


图 2-20 传动带外观检查

(2) 发电机传动带张紧力的检查。

发电机传动带张紧力的检查方法和使用仪器根据车型不同，方法也不相同，必要时请查询相关车型的维修手册。下面介绍两种常见的检查方法：

① 丰田卡罗拉轿车的检查方法和要求，如图 2-21 所示。



偏移

项目	规定状态
新皮带	7.5~8.6 mm (0.30~0.34 in)
用过的皮带	8.0~10.0 mm (0.32~0.39 in)

张紧度

项目	规定状态
新皮带	637~735 N (65~75 kg, 143~165 lb)
用过的皮带	392~588 N (40~60 kg, 88~132 lb)

图 2-21 卡罗拉轿车传动带的检查方法和要求

② 用传动带张力计检测发电机传动带的张力。

检测方法：

a. 完全按下手柄（球体），让挂钩咬合到传动带上，如图 2-22 所示。

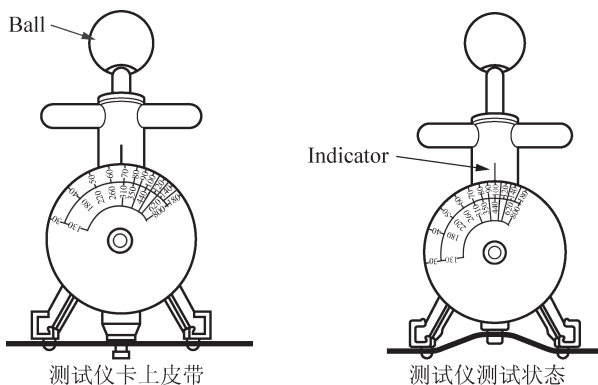


图 2-22 张力计使用方法

- b. 张紧表必须与传动带呈垂直状态，挂钩压到传动带边上，然后释放手柄。
- c. 读取刻度表上的张力数值，确认张力是否正常，如图 2-23 所示。若张力不足，更换张紧器或调整传动带。
- d. 测试完毕，切记取下张力计。
- e. 起动发动机，目测发电机运转状态。

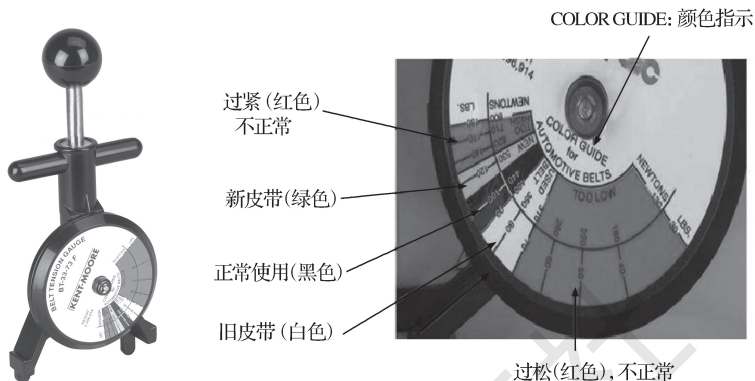


图 2-23 张力计的外形和刻度盘说明

（二）发电机或传动带的拆装与更换

根据车型不同，拆装与更换的要求也不同，必要时请查阅相关车型的维修资料。下面以桑塔纳 3000 车型为例，介绍拆装与更换的操作要领。



检查或更换发电机

1. 发电机传动带的拆装与更换

（1）拆卸步骤：

①在拆卸之前需标明传动带的运行方向（需续用此带），安装时要注意方向。

②用扳手顺时针方向扳动张紧轮，将专用销子穿过张紧轮插入发动机机体上的孔中，使张紧轮固定，将传动带放松，如图 2-24 所示。

③取下楔形传动带。

（2）安装步骤：

①将楔形带按顺序绕放在曲轴皮带轮、冷却液泵皮带轮、转向助力泵皮带轮、过渡轮和张紧轮上。

②用扳手顺时针方向转动张紧轮，拔出专用销子，使扳手逆时针转动，直至将传动带张紧。

③起动发动机，检查传动带运行情况。

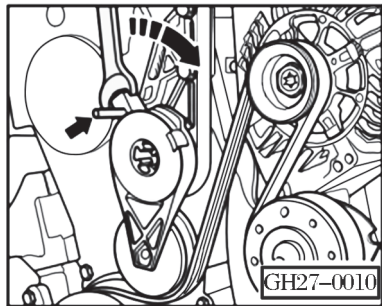


图 2-24 传动带连接图

2. 交流发电机的拆装与更换

发电机的拆装或更换可按图 2-25 所示进行。

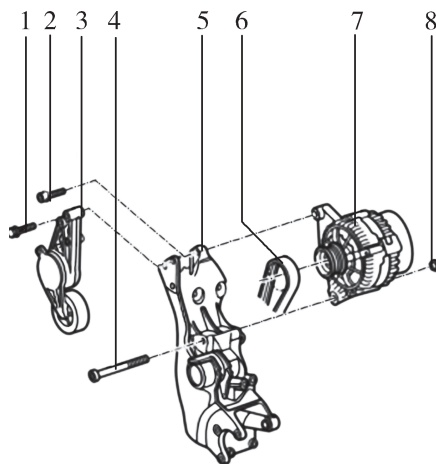


图 2-25 发电机与机体支架连接图

1- 六角螺栓（短）；2- 张紧轮支架；3- 内六角螺栓（短）；4- 支架；5- 皮带；

6- 内六角螺栓（长）；7- 三相交流发电机；8- 六角螺帽

提示：在断开蓄电池之前，对于有防盗功能的车辆，应查询密码预备重新连接后使用。

二、在学习和工作过程中需完成

1. 简述交流发电机的工作原理，其输出电压的大小与哪些因素有关？

2. 交流发电机中的转子、定子各起什么作用？

3. 判断下列说法的正确性：

- () 交流发电机具有自身限制最大输出电压的能力。
- () 发动机运转时严禁将充电电路突然断开，以免发电机烧坏。
- () 当交流发电机电刷在架内卡滞或磨损过大时，会降低充电电流。
- () 汽车上一般采用蓄电池与交流发电机串联连接。

4. 如何判断交流发电机传动带是否可继续使用？

5. 讨论交流发电机无输出的问题时，技师 A 说可能是电磁场电路断路。技师 B 说交流发电机至蓄电池连接线中的易熔线可能断了。谁说的对？()

- A. 只有技师 A 说的对
- B. 只有技师 B 说的对
- C. 技师 A 和 B 说的都对
- D. 技师 A 和 B 说的都不对

6. 测试二极管时，先将电阻表引线跨接在各二极管上，然后再调头测量（参见图 2-26）。正常的二极管应：（ ）

- A. 一次表的读数大，一次读数小
- B. 两次读数都是无穷大
- C. 两次读数都很小
- D. 一次为 2Ω ，一次为 40Ω

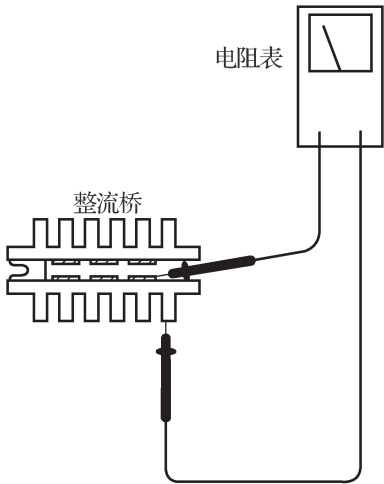


图 2-26 充电指示灯检查图

评价与反馈

学习效果评价

- (1) 车用交流发电机为什么要配电压调节器？
- (2) 什么叫他励和自励？两者的区别是什么？
- (3) 查阅朗逸轿车的维修资料，写出交流发电机的更换流程和电刷的检查方法。
- (4) 当客户提出：要求更换用过已久的传动带（客户自备）时，你作为一名专业维修技师，会做何处理？

学生实践过程记录表

班 级		车型及年款	
姓 名		车辆识别码	
学 号		里 程 数	
实践项目	实 践 设 备	发 电 机 型 号	
实践流程			
结果分析			
防范措施			
自我评价	良好 ☐	合格 ☐	不合格 ☐
教师评价	良好 ☐	合格 ☐	不合格 ☐
教师姓名：_____ 年 月 日			

学生学习成果反馈评价表

姓 名	学 号	班 级	日 期
测试项目	内 容		
发电机传动带张紧力检查	1. 写出发电机传动带张紧力检测的方法:_____		

	2. 检测结果分析:_____		

分析题	同时在两处测量充电系统电压:电压表引线跨接在蓄电池两端,可以看到读数为 12.8 V。将电压表接到发电机输出端与壳体之间,看到读数为 14.2 V。技师 A 说可能是充电系统接地侧电压过大。技师 B 说可能是充电系统正极侧电阻过大。谁说的对?() A. 只有技师 A 说的对 B. 只有技师 B 说的对 C. 技师 A 和技师 B 说的都对 D. 技师 A 和技师 B 说的都不对		
教师评价	良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐ 教师姓名: _____ 年 月 日		

子任务 2 充电系统的故障诊断与修复

任务描述

客户描述桑塔纳 2000 轿车行驶中，在仪表盘上有一指示灯始终亮着。经维修人员检查，确认为充电指示灯常亮故障，请按规范对充电系统进行检修。

学习目标

1. 会叙述充电系统常见故障的现象、原因分析和诊断思路。
2. 能用万用表测量充电系统的电压降、充电指示灯功能和发电机输出电压。
3. 能正确使用博世 BAT121 电池检测仪。
4. 能正确使用示波器功能确认发电机工作性能。
5. 培养学生工匠精神，形成周密思考、科学诊断、规范操作的良好品质。

[建议学时] 6 学时



学习准备

1. 知识准备:

- (1) 充电系统常见故障。
- (2) 故障诊断方法。

2. 工作场所: 一体化教室。

3. 工作器材: 教学车辆、万用表、博世 740 及博世 BAT121 电池检测仪等。



计划与实施

一、实践内容: 充电系统的检测

(一) 发电机输出线路的电压降检测

通过电路检查验证电路中是否存在连接不良, 电阻过大现象。

测试方法:

(1) 将电压表连接在发电机 D^+ 与蓄电池正极之间, 测得的电压不应大于 0.4 V, 否则存在线路接触不良情况。

(2) 将电压表连接在发电机 D^- 与蓄电池负极之间, 测得的电压不应大于 0.4 V, 否则存在线路接触不良情况。

(二) 发电机输出电压的检测

测试方法:

(1) 将电压表并联在蓄电池电缆接头上。

(2) 测量蓄电池的开路电压, 一般为 12.6 V 左右。

(3) 把发动机转速提高到约 1500 r/min, 根据车型不同, 一般为 13.5~15.0 V 之间。

测量结果分析:

所测电压若低于 13.5 V, 表明充电系统存在发电不足的问题; 若高于 15.0 V, 表明调节电压过高, 造成过充电现象。

(三) 充电指示灯功能的检测

测试方法:

如图 2-27 所示。

1. 检查连接充电指示灯的导线 D^+ 是否断路

(1) 拔下发电机的多脚插头。

(2) 将检测导线连接在 D^+ 与接地之间。

(3) 打开点火开关。若灯亮, 表明发电机存在故障; 若灯不亮, 表明灯泡烧坏或线路存在问题。



发电机性能检测

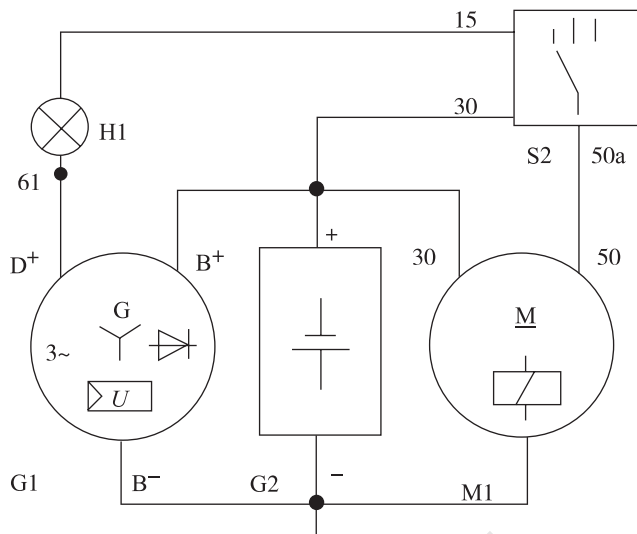


图 2-27 充电指示灯检查图

2. 检查发电机至充电指示灯的导线 D⁺ 是否对地短路

(1) 拔下发电机的多脚插头。

(2) 打开点火开关。若灯亮，表明导线 D⁺ 接地对 H1 短路；若灯不亮，检查发电机及电压调节器。

(四) 用博世 BAT121 电源检测仪检测发电机性能

图 2-28 为博世 BAT121 电源检测仪，测试时请参阅使用说明。



图 2-28 博世 BAT121 电源检测仪

博世 BAT121 电源检测仪的使用操作步骤如下：

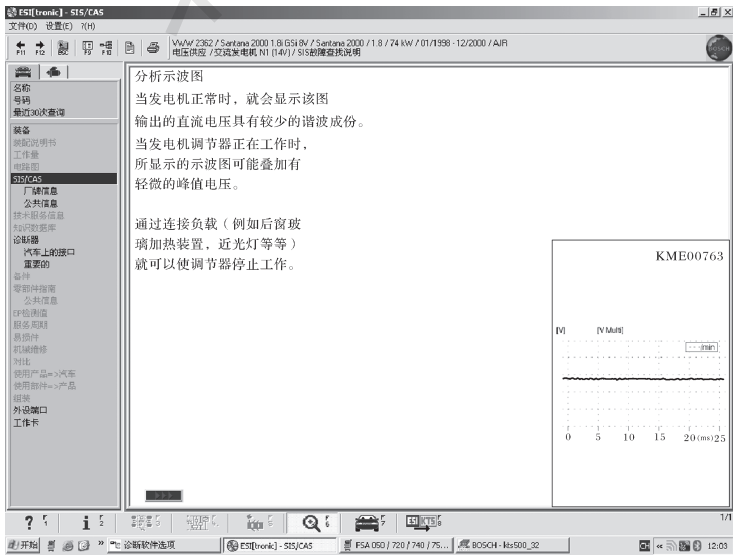
1. 将 BAT121 的正负极检测夹分别夹在蓄电池的正负极上，显示如下画面	
MAIN MENU BAT121	主菜单 BAT121
BATTERY TEST	蓄电池检测
ALTERNATOR-TEST	发电机检测
VOLTMETER	电压
CONFIGURATION	设置
LAST TEST RESULT	最后检测结果
2. 选择第二项发电机检测，显示如下画面，按要求选择当时的温度	
ALTERNATOR-TEST	发电机检测
INPUT PARAMETER	输入参数
REGUL TEMP : >0 °C	调节器温度: >0 °C

3. 按确认键后显示	
ALTERNATOR-TEST	发电机检测
START ENGINE SWITCH OFF LOAD IF ENGINE IS RUNNING TO CONFIRM PRESS ENTER-KEY	起动发动机 关闭负载 如果发动机在运行 确定 按确认键
4. 按确认键后显示	
ALTERNATOR-TEST	发电机检测
REGULATOR VOLT : GOOD SWITCH ON LOAD TO CONFIRM PRESS ENTER-KEY	调节器电压: 良好 打开负载 确定 按确认键
5. 按确认键后显示	
ALTERNATOR-TEST	发电机检测
TEST-RESULT RIPPLE OK REGUL VOLT : 14.36 V GOOD REGUL.TEMP : >0 °C	测试结果 波动良好 调节器电压: 14.36 V 良好 调节器温度: >0 °C

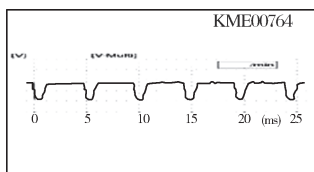
（五）用博世 740 示波器功能检测

用示波器在负载情况下观察发电机输出波形，是快速判断二极管是否损坏的方法。
测试方法：

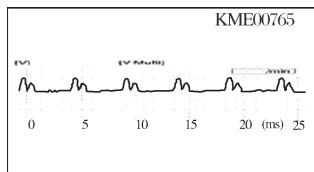
- （1）按博世 740 检测仪的要求进行线路连接。
- （2）将示波器调到发电机波形测试功能。
- （3）起动发动机，记录发电机输出波形。
- （4）参照图 2-29 所示的参考波形，对比分析发电机工作性能。



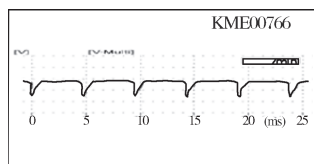
（a）发电机正常时的输出波形



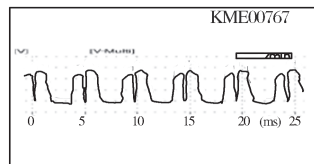
(b) 一个励磁二极管断路时的波形



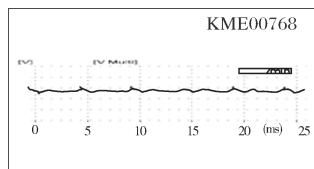
(c) 一个正向二极管断路时的波形



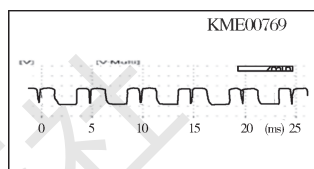
(d) 一个反向二极管断路时的波形



(e) 一个励磁二极管短路时的波形



(f) 一个或多个正向二极管断路时的波形



(g) 一个或多个反向二极管断路时的波形



(h) 有相位缺失时的输出波形

图 2-29 参考波形

(六) 充电系统故障诊断与修复

针对客户反映的桑塔纳 2000 充电指示灯常亮故障，结合我们已学的相关知识和实践指导，进行分析、诊断和排除。

【原因分析】一般充电指示灯是利用指示灯两端的电位差来控制的，即当蓄电池的电压高于发电机输出电压时，指示灯点亮，反之则熄火。造成该故障的原因有：

- (1) 发电机传动带工作不良。
- (2) 充电线路接触不良。
- (3) 发电机及调节器故障。
- (4) 充电指示灯故障。

【诊断思路】

- (1) 检查发电机传动带张力，正常。
- (2) 检查充电线路，没有发现异常。
- (3) 运转发动机，测量发电机输出电压，怠速时达 13.5 V，属正常。
- (4) 结合图 2-30，分别测量发电机 D⁺、中控盒 A16 端子，电压正常。
- (5) 拔下 J285 插接件测试并检查，发现 T26/26 端子导线有松动迹象，仔细检查为该导线端口的金属卡扣变形，经修复后故障排除。

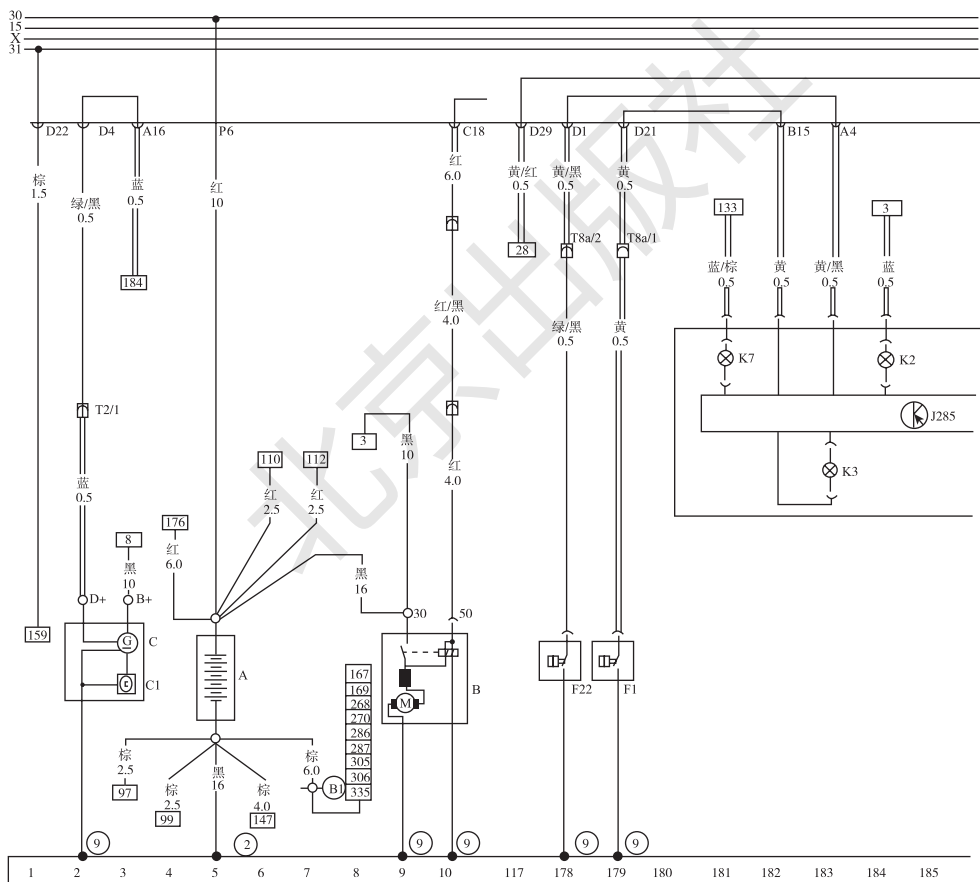


图 2-30 桑塔纳 2000 充电电路

二、在学习和工作过程中需完成

1. 电压调节器有何作用？

2. 如何判断不充电？说出产生的原因和诊断方法。

3. 用试灯法检查电枢电路的好坏？

4. 判断下列说法的正确性：

- () 充电指示点亮，表明发电机已正常供电。
- () 整流二极管具有单向导电特性。
- () 目前轿车上广泛采用了数字技术的电压调节器。
- () 当整流器中的某一二极管烧毁，交流发电机就无电压输出。
- () 车辆常烧灯泡，可能是调节电压过高。

5. 技师 A 说如果充电系统电压过高，可能是驱动带松弛或磨光。技师 B 说如果充电系统电压过低，故障可能是调节器的磁场线接地（交流发电机满励磁）。谁说的对？（ ）

- A. 只有技师 A 说的对
- B. 只有技师 B 说的对
- C. 技师 A 和 B 说的都对
- D. 技师 A 和 B 说的都不对



评价与反馈

学习效果评价

(1) 哪几种情况可判断充电指示灯有故障？

(2) 请写出充电电流过小故障的诊断方案。

(3) 奥迪 A8 能量管理控制单元 J644 有哪些基本功能？

(4) 汽车前照灯间歇熄灭，经数分钟后恢复点亮。技师 A 说这一问题可能是间歇性地短路造成的。技师 B 说这一问题可能是充电系统电压过高造成的。谁说的对？（ ）

- A. 只有技师 A 说的对
- B. 只有技师 B 说的对
- C. 技师 A 和技师 B 说的都对
- D. 技师 A 和技师 B 说的都不对

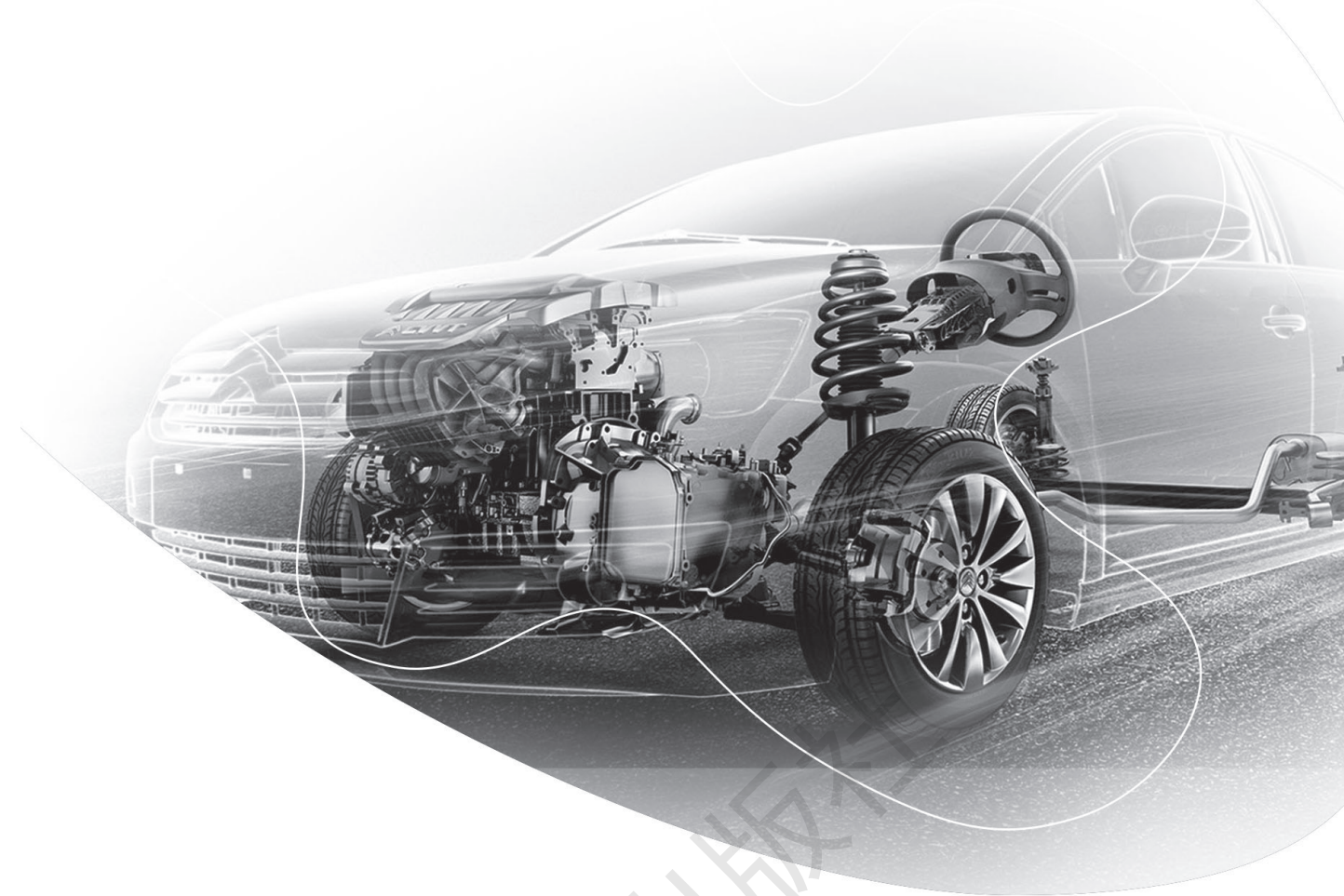
(5) 车上原蓄电池的容量为 55A·h，客户要求更换一只容量更大的，能保证有充足的电能。你作为一名维修技师，能满足客户的要求吗？

学生实践过程记录表

班 级			车型及年款		
姓 名			车辆识别码		
学 号			里 程 数		
实践项目		实 践 设 备		发电机型号	
实践流程					
结果分析					
防范措施					
自我评价	良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐				
教师评价	良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐ 教师姓名: _____ 年 月 日				

学生学习成果反馈评价表

姓 名		学 号		班 级		日 期	
测试项目	内 容						
输出检查	1. 把发动机转速提高到约 1 500 r/min, 检查充电系统的电压, 为 _____ V。是否正常? 是 ☐ 否 ☐ 2. 把发动机转速提高到 1 500~2 000 r/min, 利用车载用电设备给发动机加载至发电机输出额定电流, 电压表读数为 _____ V。是否正常? 是 ☐ 否 ☐ 若电压过低, 说明什么问题? _____ _____ _____						
指示灯检查	1. 写出充电指示灯功能检测的方法: _____ _____ 2. 检测结果分析: _____ _____ _____						
教师评价	良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 ☐ 教师姓名: _____ 年 月 日						



学习参考

学习任务一 蓄电池的故障诊断与修复



相关知识

一、蓄电池的用途、结构与原理

蓄电池是一种储存电能的装置,当外部负载或充电电路接通时,便开始了它的能量转换过程。在放电过程中,蓄电池将化学能转换成电能;在充电过程中,电能又被转换成化学能。

(一) 蓄电池的功用

在发动机正常工作时,汽车用电设备主要由发电机供电,而蓄电池的用途有:

(1) 在起动发动机时,向起动机提供强大的起动电流,同时给点火系、电子燃油喷射系统、仪表系等用电设备供电。

(2) 当发电机电压较低或不发电时,如发动机停止运转或低速运转,由蓄电池向汽车用电设备供电。

(3) 当发电机过载时,由它协同发电机向用电设备供电。

(4) 起到给整车电气系统电压稳定的作用。

(5) 当发电机端电压高于蓄电池电动势时,它会将一部分电能转化为化学能储存起来,即充电。

对车用蓄电池的最大需求是在它向起动机供电时,必须提供几百安培电流(一般汽油机为 200~600 A,柴油机有的高达 1 000 A),其具体数值受到温度、发动机排量和发动机状态的影响。

车用蓄电池突出的优点是内阻小,起动性能好,电压稳定;主要缺点是比能低,使用寿命较短。

(二) 蓄电池的基本结构

蓄电池主要由正负极板、隔板、外壳、极板联条、电解液、接线柱等组成。对于额定电压 12 V 的蓄电池由 6 个单格串联而成,每个单格电池的电压为 2 V,如图 2-1 所示。

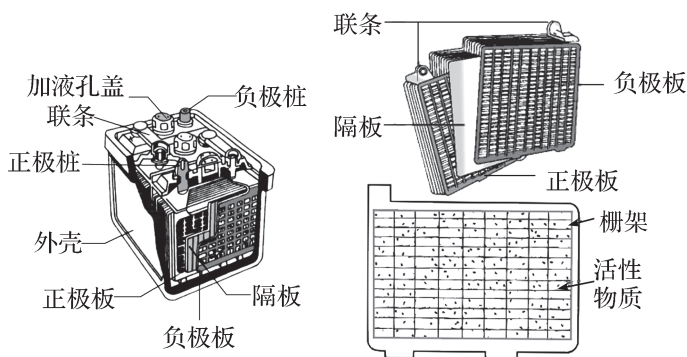


图 2-1 蓄电池结构图

1. 极板

极板有正负极板之分。正极板：含有作为活性物质的二氧化铅（ PbO_2 ）。负极板：含有作为活性物质的以海绵状形式出现的纯铅（ Pb ）。

蓄电池的充放电过程是依靠极板上的活性物质与电解液中的硫酸发生电化学反应来实现的。在一个单格电池中，正极板比负极板要少一片。

2. 隔板

隔板安装在正负极板之间。作用是将正、负极板隔离，防止两极短路。

3. 电解液

电解液是一种导电的液体。经过稀释的硫酸（ H_2SO_4 ）可以作为电解液使用：37.5% 的浓硫酸和 62.5% 的蒸馏水，密度一般为 $1.24 \sim 1.30 \text{ g/cm}^3$ 。电解液液面高于极板 $10 \sim 15 \text{ mm}$ 。

4. 外壳

蓄电池外壳由电池槽和盖组成。外壳的作用是盛装电解液和极板组，电池槽一般分成 6 个互不相通的单格。每个单格一般都有一个加液孔，用以加注电解液或检测电解液密度。在加液孔盖上设有通气孔，以便排出化学反应所放出的气体，防止外壳膨胀或发生事故。

5. 接线柱

蓄电池首尾两极板组的横板上焊有接线柱。为了便于区分，在正接线柱上或旁边标有“+”或“P”记号，负接线柱标有“-”或“N”记号。

（三）免维护蓄电池

免维护蓄电池是在普通蓄电池基础上做了如下改进：

（1）极板栅架采用新型材料，它含有钙、镉或锶，取代了原有锑元素材料。能减少析气量和自行放电。

（2）采用了信封式隔板。极板能直接放置到蓄电池底部。增大了蓄电池的工作容积，并减少了极板短路和活性物质脱落。

（3）采用了新型的安全通气装置，可避免蓄电池内的酸气与外界明火接触发生爆炸。在通气孔中还装入催化钯，可帮助氢氧离子结合生成水，再回到蓄电池之中，由

于水蒸气不能从内部排出,因而无需定期添加蒸馏水。

(4) 蓄电池内部装有指示荷电状况的相对密度计,用不同颜色来显示存电状况。

(四) 蓄电池的工作原理

1. 放电过程

蓄电池的放电过程就是化学能转化为电能的过程,其放电反应原理如图 2-2 所示。

放电过程反应式为:



结论: 放电过程中,消耗了硫酸(H_2SO_4),生成了水(H_2O),所以电解液的密度不断下降。当电解液密度降低到 1.12 kg/L ,电压为 1.75 V 。

2. 充电过程

蓄电池的充电过程是电能转化为化学能的过程,即在外加电场作用下,正负极板上硫酸铅还原为二氧化铅和海绵状态的铅,电解液中的水转变为硫酸的过程。其充电反应原理如图 2-2 所示。

其反应式为: $\text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Pb} + \text{PbO}_2$

结论: 在充电过程中,消耗了水,生成了硫酸,电解液密度是上升的。当蓄电池充足电后其电解液密度为 1.28 kg/L 。

总的充放电反应式: $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

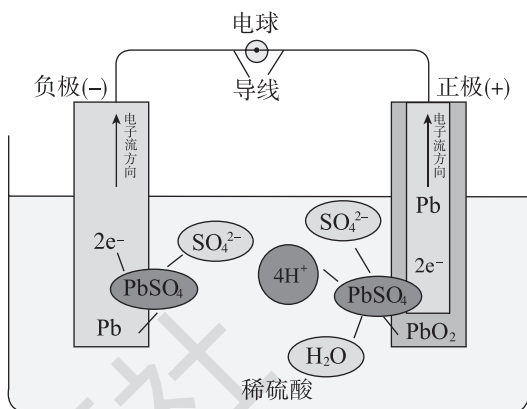


图 2-2 充、放电化学反应过程

二、蓄电池的特性参数与标识

(一) 蓄电池的特性参数

1. 蓄电池电压

(1) 额定电压: 起动蓄电池的额定电压为 12 V 。

(2) 静止电压: 静止电压取决于充电状态和电解液温度: 充足电的蓄电池在 25°C 时其电压约为 12.8 V , 放电后蓄电池的电压约为 12 V 。

(3) 充电电压(也称起泡电压): 如果充电时蓄电池电压达到 $14.4 \sim 14.7 \text{ V}$, 就会开始起泡且有产生氢氧爆鸣气的危险, 这会导致蒸馏水损耗。

(4) 充电结束电压: 充电结束电压是断开充电电流前在接线端子上测得的电压(单格电压约为 2.4 V 或蓄电池电压约为 14.4 V)。

(5) 放电结束电压: 放电结束电压规定了蓄电池允许达到的放电下限电压, 低于此电压时会导致过度放电和蓄电池寿命降低。放电结束电压为 1.75 V , 其相应的电解液密度为 1.12 kg/L 。

2. 蓄电池内电阻

内电阻指蓄电池的电解液电阻、极板电阻、隔板电阻和联条电阻的总和。其中电解液电阻与其密度和温度有关。内电阻与起动电路中的其他电阻共同决定起动时起动机所需的旋转转速。一个充足电的 50 A·h 蓄电池其内电阻为 5~10 Ω，而当充电状态为 50% 并且温度为 -25 ℃时，内电阻可上升到 50 Ω。

内电阻是蓄电池起动性能的一个标志。

（二）蓄电池的标识

为了能对不同制造商的起动型蓄电池进行比较，标准中对蓄电池必须进行的标识做出了规定。

1. 我国标准 JB/T 2599-2012

我国蓄电池的规格型号是按机械行业标准 JB/T 2599-2012《铅酸蓄电池名称、型号编制与命名办法》的规定：蓄电池型号由三部分组成，各部分之间用破折号分开，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

（1）串联单格电池数是指该电池总成所包含的单格电池数目，用阿拉伯数字表示。

（2）电池类型是根据其主要用途划分的，起动型蓄电池用“Q”表示，代号 Q 是汉字“起”的第一个拼音字母。

（3）电池特征为附加部分，仅在同类用途的产品具有某种特征，而在型号中又必须加以区别时采用。当产品同时具有两种特征时，应按表 2-1 顺序将两个代号并列标志。

表 2-1 常见电池特征代号

序号	1	2	3	4	5
产品特征	干荷电	湿荷电	免维护	少维护	胶质电解液
代号	A	H	W	S	J

（4）额定容量是指 20 h 放电率时的额定容量。根据 GB/T 5008.1-2013《起动用铅酸蓄电池 第一部分：技术条件和试验方法》规定：将充足电的新蓄电池在电解液温度为 25±5 ℃条件下，以 20 h 放电速率的放电电流连续放电至单格电池平均电压降到 1.75 V 时输出的电量称为蓄电池的额定容量。用阿拉伯数字表示，单位为 A·h，在型号中可略去不写。有时在额定容量后面用一个字母表示特殊性，G—表示高起动率、S—表示塑料外壳、D—表示低温起动性能好。

例如：6—QA—100 型蓄电池表示该蓄电池由 6 个单格电池组成，额定电压为 12 V，额定容量为 100 A·h 的起动用干荷蓄电池，如图 2-3 所示。



图 2-3 国产蓄电池标识

2. 欧洲标准 DIN EN 60095—1

如图 2-4 所示。

(1) 额定电压: 12 V。根据标准, 起动蓄电池的额定电压为 12 V。

(2) 额定容量: 88 A·h。额定容量表示蓄电池储存容量是多大。它作为基本要求规定, 一个 12 V 蓄电池可以在 27 °C 的温度下输出 20 h, 而电压下降不低于 10.5 V。

(3) 低温检测电流: 740 A。发动机冷态起动时蓄电池的起动能力是一个重要的参数。规定: 充足电的蓄电池在 -18 °C 时连续进行 10 s 输出而其电压下降不低于 1.75 V 时的电流强度。



图 2-4 博世蓄电池标识

三、蓄电池常见故障与故障诊断

(一) 蓄电池常见故障

蓄电池常见故障可分为两种: 外部故障和内部故障。其中, 外部故障有壳体破裂、极桩腐蚀、联系断裂等; 内部故障有极板硫化、活性物质脱落、自行放电等。蓄电池的外部故障容易察觉, 现象比较明显, 可视情况通过修补、除污、坚固等方法进行修复; 而内部故障则不易被察觉, 只有在使用或充电时才出现一定征状, 一旦产生就不易排除。因此在使用中应以预防为主, 尽量避免内部故障产生。常见的内部故障有:



蓄电池的匹配

1. 极板硫化

蓄电池的极板生成一层白色粗晶粒的硫酸铅, 在正常情况下不能转化为二氧化铅和海绵状铅, 这种现象称“硫酸硬化”, 简称硫化。

(1) 现象: 起动电流很小, 蓄电池电解液损耗快。高率放电计检查, 单格电压急剧下降。充电时, 单格电压上升快, 密度上升慢, 过早出现“沸腾”现象, 造成充足电的假象。

(2) 原因: 长期充电不足或放电后未及时充电; 液面过低; 蓄电池经常过放电; 电解液密度过高、不纯或气温变化剧烈等。

2. 蓄电池自行放电

蓄电池在无负载状态下, 电量自行消失的现象称为自行放电, 俗称“逃电”。若充足电的蓄电池放置三天不用, 平均每昼夜放电量超过 2% 的额定容量, 应属于故障性自行放电。

常见原因有: 极板材料不佳; 电解液不纯; 外部电路原因及壳体表面过脏; 蓄电池内部正、负极板间短路。

3. 活性物质大量脱落

活性物质脱落主要是正极板上的活性物质二氧化铅脱落。严重时, 电解液混浊并呈褐色。蓄电池充电时, 有褐色物质自底部上升、电压上升过快、沸腾过早出现、相

对密度上升缓慢，充不进电；放电时，电压下降过快、容量也急剧下降。

常见原因有：充电电流过大或长时间过充电；大电流放电，尤其是低温大电流放电；蓄电池壳体震动严重或极板组松旷等。

(二) 故障诊断

要排除蓄电池出现的故障，维修技师除了学习必备的相关知识和实践指导外，还应设计故障诊断与修复的流程。一般常用的流程：记录顾客反映的相关现象→初步核实情况→对系统进行检测→修复措施→验证→交车。重点应放在确定故障现象及故障部位，分析并找出产生故障的原因，决定采用的措施。

表 2-2 蓄电池常见故障诊断

现 象	原 因	措 施
输出功率小，电压急剧下降	蓄电池放电	蓄电池充电
	发电机的充电电压过低	检查电压调节器，必要时更换
	接线柱氧化或松动	清洁接线柱，涂敷防酸油脂，拧紧接线柱
	蓄电池接地不良	清洁并紧固接地线
	自行放电	更换蓄电池
	极板硫化	以小电流为蓄电池充电
	活性物质大量脱落	更换蓄电池
蓄电池充电不足	V 型带松弛	检查张紧装置，必要时更换 V 带
	发电机或电压调节器故障	检查发电机，必要时更换
	连接的用电器数量过多	匹配与用电量相宜的蓄电池和发电机
电解液液位过低	过度充电，水分蒸发	添加蒸馏水至最大标记
电解液密度过低	蓄电池放电	蓄电池充电
一个单格电池中的电解液密度比其他单格电池中的低很多	一个单格电池内部短路	更换蓄电池



拓展知识

用博世 740 的静电流测试功能可以完整地记录整个检测过程中蓄电池的放电情况。从记录的波形中可以看到随着各控制单元进入休眠状态，蓄电池放电量逐步降低的过程，直至低于 80 mA（宝马车系）的正常范围，如图 2-5 所示。

使用博世 740 测量蓄电池的放电电流最大的特点是，发动机熄火后，关闭点火开关，最长可以连续 24 h 监测蓄电池的放电情况，并且以时间—放电电流波形的形式进行记录。按维修手册，相关的模块应在规定的时间内进入休眠模式，若在规定时间内记录的放电电流超出了规定值，蓄电池的放电电流没有相应地减小，根据波形可以判定是哪个模块没有进入休眠模式导致的放电。若放电电流全部大于规定值，则可以判

定是哪个用电设备发生了漏电的情况。

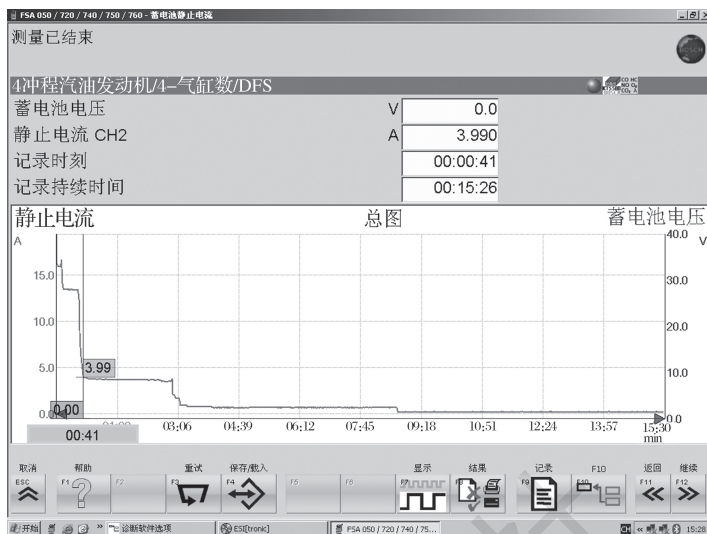


图 2-5 博世 740 记录静电检测波形 (车型为宝马 5 系)

学习任务二 交流发电机的故障诊断与修复



相关知识

一、交流发电机的结构

交流发电机是汽车的主电源。其作用是：在发电机正常工作时，向用电设备供电；当蓄电池存电不足时，向蓄电池及时充电。目前汽车上广泛采用三相同步交流发电机，它是利用硅二极管将其定子绕组中所感应的三相交流电整流为直流电的。

三相同步交流发电机主要由转子、定子、整流器、电刷及电刷架、端盖及皮带轮等组成，如图 2-6 所示。

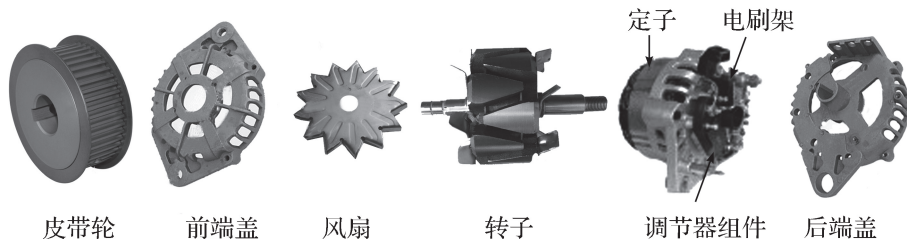
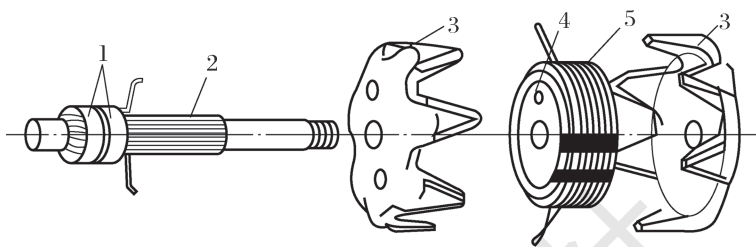


图 2-6 交流发电机结构

（一）转子

转子主要由转子轴、励磁绕组、铁芯、爪形磁极、集电环等组成，如图 2-7 所示。在转子轴上压装两块六爪形磁极，在两块爪形磁极的空腔内装有导磁用的铁芯（也称磁轭）。铁芯上绕有励磁绕组，励磁绕组的两根引线分别焊在两个压装在轴上的集电环与轴绝缘上。集电环与装在后端盖内的两个电刷相接触，两个电刷通过引线分别接在两个螺钉接线柱上。当这两个接线柱与直流电源相接时，便有电流流过励磁绕组，从而产生了磁场。



1-集电环；2-转子轴；3-爪极；4-转子铁芯；5-励磁绕组

图 2-7 发电机转子

（二）定子

定子又称电枢，其作用是产生交流电动势。由定子铁芯和定子绕组组成。定子铁芯由相互绝缘的内圆带嵌线槽的圆环状硅钢片叠成。三相绕组对称地安放在定子铁芯槽内，定子绕组的接法有星形、三角形两种方式，如图 2-8 所示。汽车交流发电机大多采用星形连接。

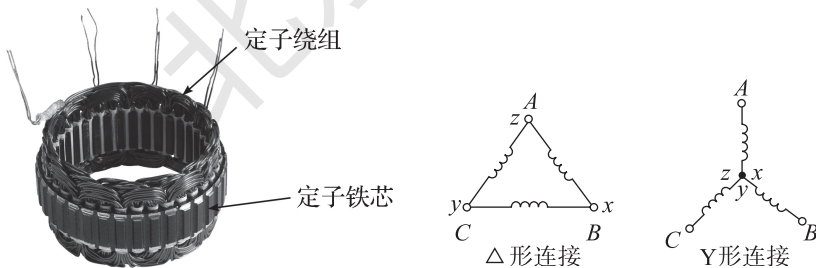


图 2-8 定子绕组的连接方式

（三）整流器

整流器的作用是把三相同步交流发电机产生的三相交流电转换成直流电输出，它一般用六个硅二极管接成三相桥式整流电路。

硅整流发电机用的整流二极管分正极二极管和负极二极管两种。

正极二极管的中心引线为二极管的正极，外壳为负极，管壳底部一般标有红色标记。正极二极管的外壳压装或焊装在元件板上，共同组成发电机的正极，并由一个与后端盖绝缘的元件板固定螺栓通至机壳外，成为发电机的“电枢”接线柱 B（或

“+”“A”）。

负极二极管的中心引线为二极管的负极，外壳为正极，管壳底部一般有黑色标记。三个负极管的外壳压装或焊接在另一元件板上（有些压装在后端盖的三个孔内），和发电机外壳一起成为发电机的负极。整流器组件的一般形状如图 2-9 所示。

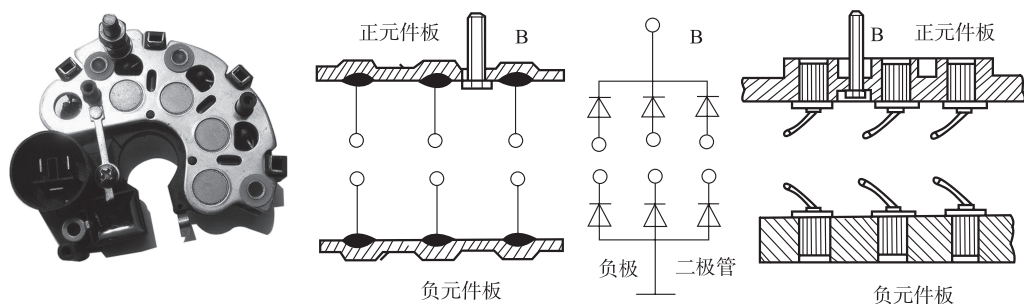


图 2-9 整流器及二极管安装图

（四）电刷及电刷架

在发电机后端盖上装有电刷和电刷架。两个电刷分别装在电刷架的孔内，借弹簧张力使电刷与集电环保持良好接触。电刷的作用是将直流电引入励磁绕组。电刷组件的安装形式有外装式和内装式两种，图 2-10 所示的电刷组件即为外装式结构。

（五）前、后端盖

发电机的前、后端盖均用铝合金铸造而成。铝合金为非导磁材料，可以减少漏磁，另外它还有质量轻、散热性能好的优点。

（六）皮带轮

皮带轮通常用铸铁或铝合金制成，安装在发电机的前端。发动机通过传动带驱动发电机旋转。

（七）风扇

发电机的通风散热是靠风扇来完成的，风扇用铝合金制成或用钢板冲压而成。冷却风扇从后端盖的开孔将空气吸入机内，从冷却风扇背后的开孔排出。

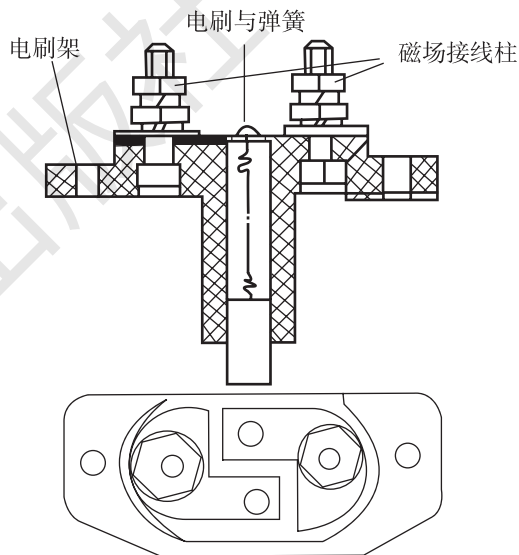


图 2-10 外装式电刷组件

二、交流发电机的工作原理

（一）发电原理

交流发电机产生交流电的基本原理是电磁感应原理，交流发电机工作原理如图

2-11 所示。当励磁绕组中有电流通过时，便产生磁场，而当产生磁场的转子旋转时，磁力线和定子绕组之间产生相对运动，在定子绕组内便会产生交流感应电动势。感应电动势的大小与每相绕组串联的匝数及转子的转速成正比。

$$\text{即} \quad U = c \times n \times \Phi$$

式中： c —发电机参数；

n —发电机转速；

Φ —磁通量。

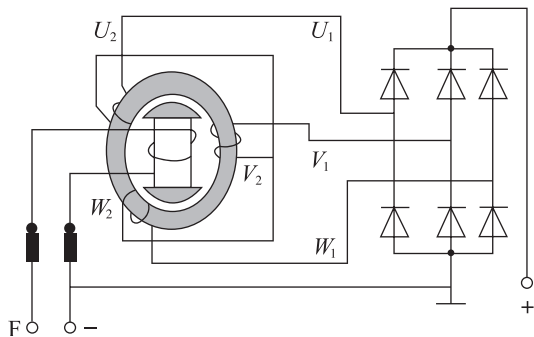


图 2-11 交流发电机工作原理图

（二）整流原理

整流器是利用二极管的单向导电性，将交流电转换为直流电的。

发电机中六只硅二极管组成三相桥式整流电路，如图 2-12（a）所示。在三相桥式整流电路中，三个正极管子 VD_1 、 VD_3 、 VD_5 的负极连在一起，在某一瞬间，正极电位最高的管子导通。而三个负极管子 VD_2 、 VD_4 、 VD_6 ，其正极连在一起，在某一瞬间，负极电位最低的管子导通。根据上述原则，其整流过程如下：

在 $t=0$ 时，C 相位最高，而 B 相位最低，所对应的二极管 VD_4 、 VD_5 均处于正向导通，所以 BC 线电压加在负载上。

在 $t_1 \sim t_2$ 时间内，A 相电压最高，而 B 相电压最低， VD_1 、 VD_4 处于正向导通，AB 线电压加在负载上。

在 $t_2 \sim t_3$ 时间内，A 相电压最高，而 C 相电压最低， VD_1 、 VD_6 导通，AC 线电压加在负载上。

在 $t_3 \sim t_4$ 时间内，B 相电压最高，而 C 相电压最低， VD_3 、 VD_6 导通，BC 线电压加在负载上。

依次类推，负载上得到一个比较平稳的直流脉动电压，其电压波形如图 2-12（c）所示。

（三）励磁方式

交流发电机的励磁方式是：先他励，后自励。

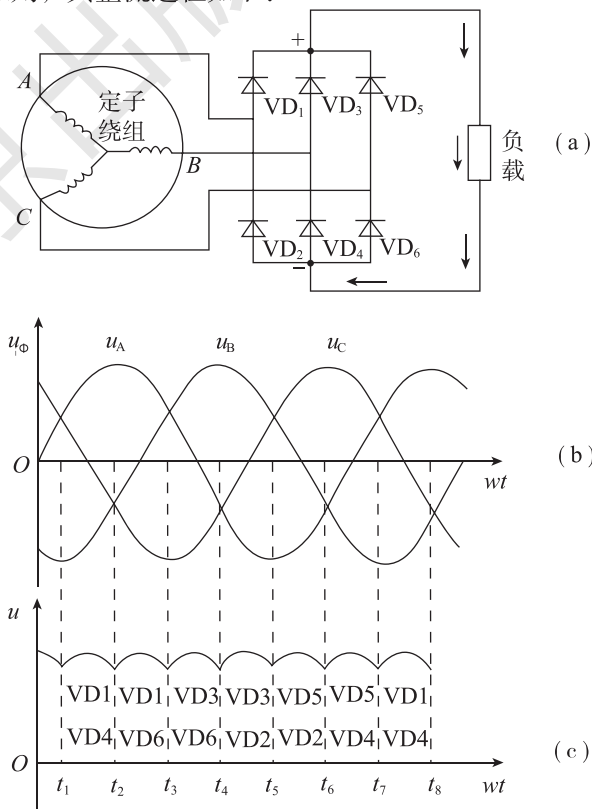


图 2-12 整流电路

交流发电机开始发电时,由于磁极中的剩磁很弱,所以发电机在低速时,仅靠剩磁产生的电动势(小于0.6 V)不能使二极管导通,发电机也就不能自励,由蓄电池提供励磁电流,增强磁场,使发电机在低速运行时输出电压能迅速上升。

当交流发电机转速达到一定值后,发电机的输出电压达到或超过蓄电池电压时,励磁电流由发电机自身提供,即由他励转为自励。

图2-13所示为交流发电机的励磁电路。当点火开关S接通时,蓄电池通过调节器向发电机励磁绕组提供励磁电流,发电机他励发电,输出电压随发电机转速升高而升高。当发电机输出电压略高于蓄电池电压时,发电机向蓄电池充电,同时励磁电流由发电机自己提供,发电机由他励发电转为自励发电。

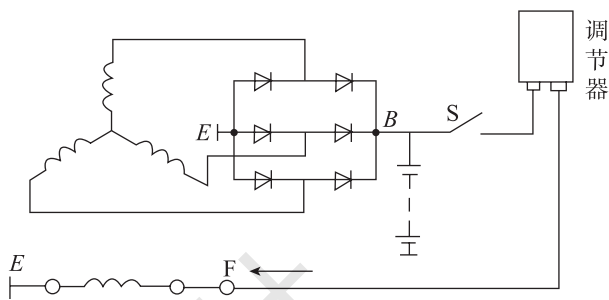


图 2-13 励磁电路

三、电压调节器

(一) 电压调节器的作用

由于发电机是由发动机经传动带驱动旋转的,而发电机输出电压又与转速成正比,因此当发动机转速变化时,发电机的输出电压也会随之变化。为满足汽车用电设备用电和向蓄电池充电的恒定电压要求,充电系统设有电压调节器。它是通过调节发电机的励磁电流,使发电机在不同转速和负荷时输出电压保持稳定。

(二) 电压调节器的分类

电压调节器按元件性质来分可分为触点式(已淘汰)和电子式两类。电子式电压调节器又分为晶体管式和集成电路(多功能)调节器。

电子式调节器按搭铁形式来分可分为内搭铁式和外搭铁式两种。

(三) 电压调节器的工作原理

1. 晶体管式调节器

晶体管式电压调节器是将三极管作为一只开关串联在发电机的励磁电路中,根据发电机输出电压的高低,来控制三极管的导通和截止,以调节发电机的励磁电流,使发电机输出电压稳定在规定的范围之内。

以外搭铁式晶体管调节器为例,介绍其工作原理。

外搭铁式调节器其内部电路可简化成如图2-14所示的电路。

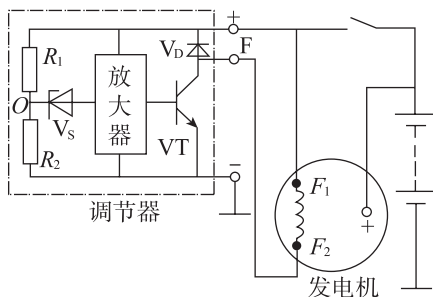


图 2-14 外搭铁式调节器电路

工作原理：

(1) 电阻 R_1 和 R_2 串联构成分压取样电路，当接通点火开关后，蓄电池电压经分压电路分压后加在稳压二极管 V_s 上，因 R_2 上分压低于稳压二极管 V_s 反向击穿电压， V_s 处于截止状态，经反相放大器放大，使三极管 VT 导通。于是磁场电流从蓄电池经过点火开关、磁场绕组、三极管 VT (c、e 极) 搭铁构成回路，发电机旋转，就可他励发电，并随着转速升高而电压增大。

(2) 当发电机电压超过规定值（调节值）时， R_2 上的分压值大于稳压管 V_s 的反向击穿电压， V_s 被击穿导通，经反相放大器放大，使 VT 截止，切断了发电机磁场电路，使发电机输出电压下降。

(3) 当输出电压下降到低于规定值时， V_s 又重新截止，VT 又重新导通，使磁场电路接通，发电机电压又重新升高。

就这样反复，使发电机输出电压稳定在规定值范围内。

V_D 为续流二极管。它与磁场绕组反向并联，当 VT 截止时，可使磁场绕组中产生的自感电动势经它与磁场绕组自成回路，保护 VT 免受损坏。

2. 集成电路（多功能）调节器

现代发电机配备了一个多功能调节器，如图 2-15 所示。发电机直接从端子 B+ 处获取其励磁电流，省去了励磁二极管。调节器从接口 L 获得发动机处于运转状态的信息，调节器 IC 接通预励磁电流，发电机旋转时，调节器 IC 通过相位接口 V 得到一个电压信号，通过该电压信号可以计算出发电机转速。只要达到调节器中设定的接通转速，就会将输出极接通。发电机可以向车载网络提供电流，同时兼备过压保护和抗干扰措施的功能。

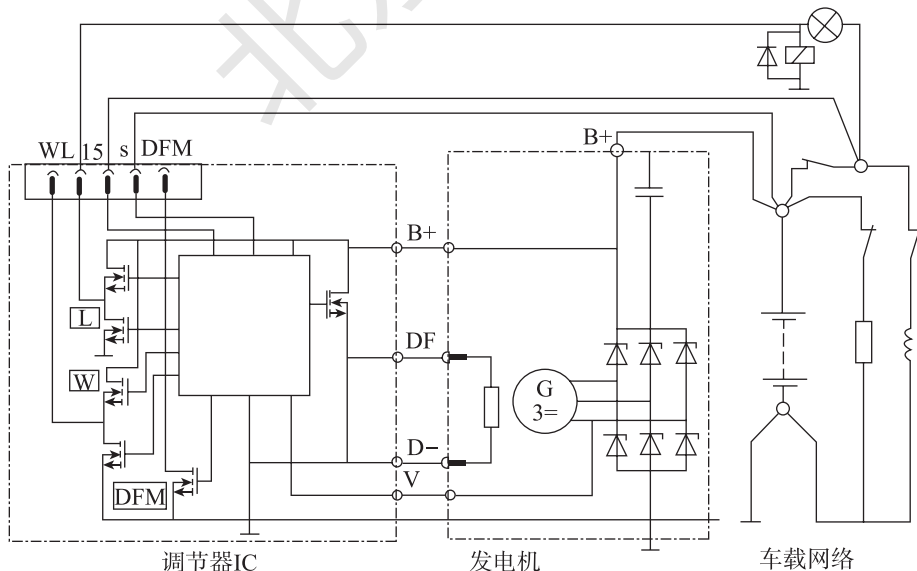


图 2-15 多功能调节器

多功能调节器在现代汽车上得到广泛应用。如别克君威 2.5GL 轿车的 CS 型交流

发电机装有新型的电压调节器，采用了数字技术调节转子磁场线圈的励磁电流，如图 2-16 所示。

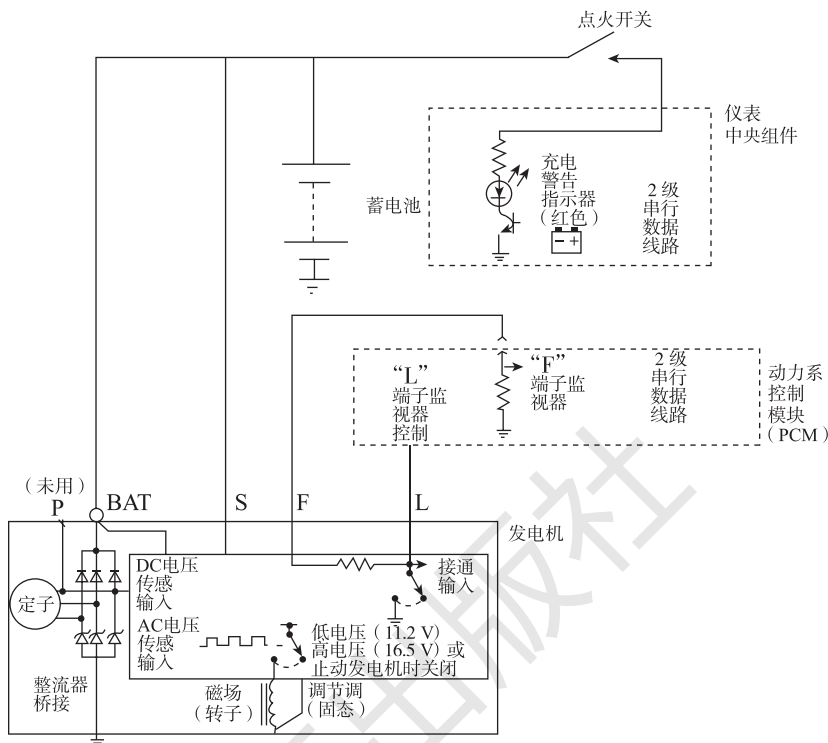


图 2-16 别克君威 2.5GL 充电系统电路

实际上调节器以 400 Hz 固定频率接通和断开励磁电流，通过改变励磁电流的通断时间间隔获得系统正常输出电压所需要的合适的励磁电流平均值。励磁电流的强度与调节器发送给转子的电脉冲宽度成比例。在发电机内部，调节器有一个直流电压输入端（DC in）和一个交流电压输入端（AC in）。直流输入端可以在发电机插头未连接时（S、L、F、P 断开）用来向调节器提供工作电源和调节参考电压，调节器通过交流电压输入端感知发电机是否运转。接通点火开关但发动机不运转时，调节器向转子绕组提供窄脉冲（占空比小于 5%），产生弱磁场。一旦发动机起动，调节器检测到交流电压输入（AC in），调节器根据发电机电压输出占空比为 20%~90% 的电流脉冲。

四、充电系统的故障诊断与修复

充电系统常见故障有不充电、充电电流过小、充电电流过大、充电指示灯及发电机异响等。

（一）不充电故障

1. 故障现象

发电机中高速运转时，充电指示灯不熄灭，电流表始终指示不充电，电压表指示 11 V 以下或蓄电池经常亏电等。

2. 原因分析

- (1) 充电电路断路或线路接触不良。
- (2) 发电机传动带过松打滑。
- (3) 硅整流发电机(或调节器)工作不良。
- (4) 蓄电池工作性能不良。

3. 诊断思路

- (1) 检查充电电路导线连接情况。
- (2) 检查发电机传动带松紧度是否合适。
- (3) 确认发电机工作性能。

①用图 2-17 试探磁力法,检查励磁回路。方法是:接通点火开关,用螺丝刀靠近发电后端盖,探测转子电磁吸力,若有明显吸力,说明励磁回路正常。若无吸力,则说明发电机励磁电路有故障。

②用图 2-18 方法检查电枢电路。方法是:用试灯一端搭铁,另一端接触发电机“电枢”接线柱。灯亮,表明蓄电池到发电机连接导线良好,故障在发电机内的二极管、三相绕组等元件;若试灯不亮,表明蓄电池到发电机“电枢”线路有断路。

通过以上方法检查,基本能确认发电机的好坏。

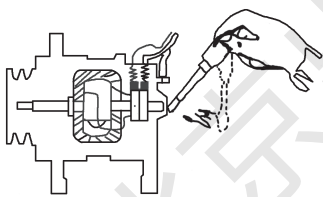


图 2-17 试探磁力

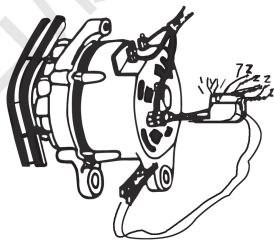


图 2-18 用试灯测外电枢电路

(二) 充电电流过小故障

1. 故障现象

- (1) 在蓄电池亏电的情况下,发动机在低速以上的充电电流均小。
- (2) 蓄电池经常存电不足,前照灯灯光暗淡,电喇叭声音小,起动机运转缓慢、无力。

2. 原因分析

- (1) 充电线路接触不良,致使电阻增大。
- (2) 风扇皮带打滑。
- (3) 个别二极管损坏。
- (4) 滑环脏污,电刷与滑环接触不良,导致励磁电流过小。
- (5) 发电机定子绕组某相连接不良,有短路或断路故障。
- (6) 转子绕组局部短路,转子与定子相刮碰或气隙不当。

3. 诊断思路

- (1) 首先检查皮带是否过松或油污造成打滑,察看各连接线头有无明显脱落。

(2) 拆下发电机电枢和磁场接线柱导线, 用试灯的两根导线分别触及电枢(B+)和磁场(F)接线柱, 如图 2-19 所示。起动发动机, 逐渐提高转速进行试验。如试灯发红, 可再提高转速试验, 观察试灯亮度是否随转速提高而增亮。若亮度增加不多, 则为发电机内部故障, 应拆检发电机; 若试灯亮度随转速提高而增强, 则说明发电机良好, 应检查调压器及其外部励磁电路。

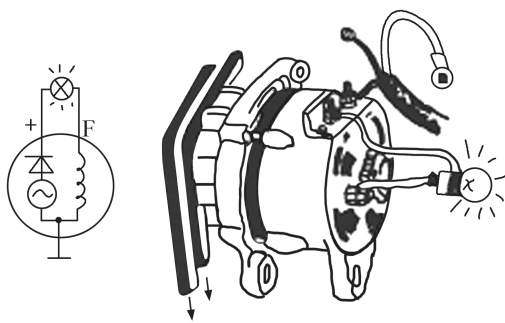


图 2-19 用试灯检查发电机发电量

(三) 充电电流过大故障

1. 故障现象

(1) 充电电流、电压都超过额定值, 或者在蓄电池不亏电的情况下, 电流表指示充电电流仍在 10 A 以上。

(2) 蓄电池的电解液消耗过快, 经常需要添加蒸馏水。

(3) 照明灯泡、分电器断电触点经常烧毁。

(4) 点火线圈和发电机有过热现象。

2. 原因分析

(1) 发电机电枢“B+”接线柱和磁场“F”接线柱短路。

(2) 调节器故障使大功率三极管不能有效截止。

3. 诊断思路

先检查蓄电池是否严重亏电或内部短路。排除故障后再仔细检查发电机电枢“B+”接线柱和磁场“F”接线柱之间是否短路。调节器如有故障一般是更换。

(四) 充电指示灯故障

充电指示灯故障有以下几种情况:

(1) 打开点火开关后指示灯不亮。

(2) 发动机正常运转时指示灯不熄灭或闪烁。

(3) 发动机静止时指示灯较亮, 但在发动机运转时亮度变弱。

诊断思路和原因分析请参阅实践内容中“指导 3”中相关内容。

(五) 发电机异响诊断

1. 故障现象

发电机在运转过程中有噪声产生。

2. 原因分析

(1) 发电机装配时部件不到位, 风扇皮带过紧、过松或其表面轻度不规则。

(2) 发电机轴承损坏、发电机转子与定子相碰。

（3）电刷磨损过大或电刷与滑环接触角度不当而产生噪声。

3. 诊断思路

先检查风扇皮带方面的原因，再通过仔细听响声发出的部位来确定故障的可能部位。



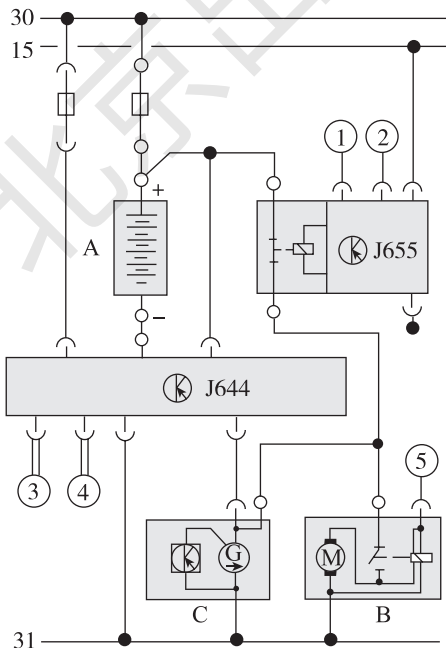
拓展知识

电源管理系统的结构与原理

随着汽车用电设备和控制单元的大量增加，对电能的需求也不断增加，另外车载电网的稳定性和可靠性成为各系统工作的重要基础。根据 10 款奥迪 A8 资料显示：控制单元的数量从 68 个增加到 95 个，增加了一条新的总线 FLExRay，总线数量达到 7 条，车载软件的总容量超过 230 MB，几乎是前代车型的 4 倍。如果不合理控制电能的使用，就会造成电能的浪费和某些用电设备的不正常工作。为了监控蓄电池的负荷状态，防止蓄电池过度放电，从而保证车辆随时可以起动，如奥迪 A6L、A8 等轿车都增设了电源管理控制单元 J644（也称能量管理控制单元）。

一、电源管理系统的基本组成

电源管理系统的基本组成如图 2-20 所示。



J644- 蓄电池管理控制单元；J655- 蓄电池切断继电器（安全气囊）；C- 发动机；B- 起动机；
A- 蓄电池；①- 安全气囊控制单元；②- 安全气囊控制单元；③- 舒适 CAN- 高线；
④- 舒适 CAN- 低线；⑤- 50 号线

图 2-20 电源管理控制系统基本组成

二、能量管理控制单元 J644 的基本功能

能量管理控制单元 J644 安装在行李箱中的备胎槽内，它的功能是：

- (1) 监控蓄电池充电状态。
- (2) 为保持发动机起动性能，关闭相关用电设备。
- (3) 调整发电机电压。
- (4) 调节耗电量大的用电设备的功率。
- (5) 满足怠速提升要求较高的能量需求。

能量管理控制单元 J644 由三个功能模块构成，即蓄电池管理模块，负责蓄电池自诊断；静态电流管理模块，在必要的时候关闭静态用电设备；动态电流管理模块，负责充电电压的调整和用电设备的减少。

三种功能模块在一定的状态下才会被激活，如表 2-3 所示。

表 2-3 功能模块激活条件

车辆状态	蓄电池管理	静态电流管理	动态管理
15 号线关闭	激活	激活	
15 号线接通，发动机不转	激活	激活	
15 号线接通，发动机运转	激活		激活

1. 蓄电池管理器

它负责监测蓄电池的工作状态（一直处于激活状态）。为进行蓄电池自诊断，蓄电池管理器要根据蓄电池电压、电流、温度和运行时间来测量或换算控制参数（其中电压、电流、工作时间在控制单元内直接测量，而蓄电池温度是通过固定算法来折算）。蓄电池管理器再把以上数据传输给静态电流管理器和动态管理器，后者负责实施相应功能，如图 2-21 所示。

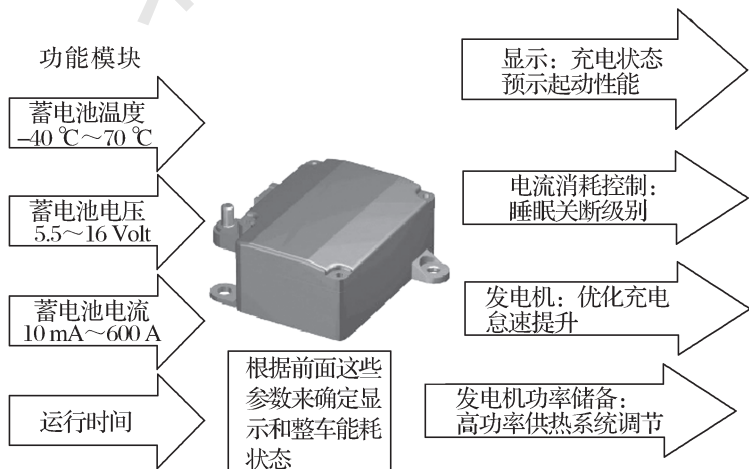


图 2-21 蓄电池管理器

2. 静态电流管理器

静态电流管理器的任务是：当车辆停驶时，尽可能地减小静态电流，以降低蓄电池的放电量，保证下次能迅速起动。J644 根据蓄电池内部实际电量，就会在舒适总线上发出相应的关闭等级命令，舒适系统与信息娱乐系统接到该关闭命令后，一些用电设备就会相应关闭。

(1) 关闭等级。

用电设备关闭分为 6 个等级，蓄电池的内部实际电量越少，关闭等级就越高，如表 2-4 所示。关闭用电设备的顺序和水平是在汽车开发过程中确定的，所以它们是不按顺序进行的，如图 2-22 所示。

表 2-4 关闭等级

关闭等级	功能范围
1	舒适功能限制
2	舒适功能进一步限制及信息娱乐功能限制
3	降低静态消耗电流
4	运输模式
5	驻车加热关闭
6	总线系统唤醒情况减少

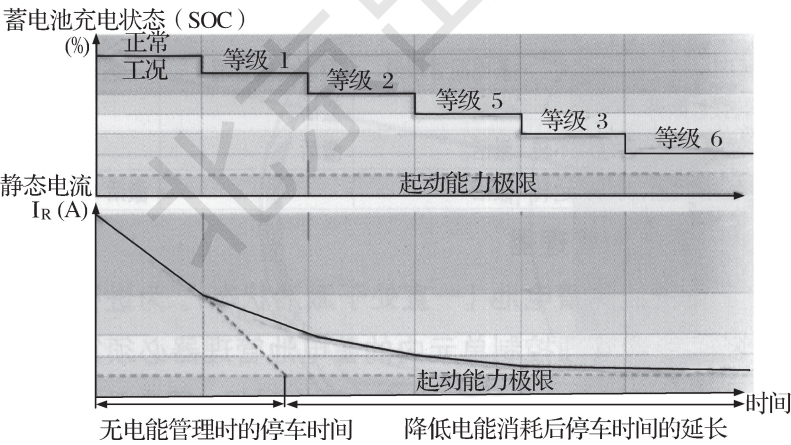


图 2-22 关闭等级示意图

①关闭等级 1~3，如表 2-5 所示。

表 2-5 关闭等级 1~3

关闭等级 1	关闭等级 2	关闭等级 3
限制功能		
窗户升降器	窗户升降器	阅读照明
车内灯	阅读照明	座椅调整（手动操作）

续表

关闭等级 1	关闭等级 2	关闭等级 3
后备厢照明	座椅调整（手动操作）	
阅读照明		
后卷帘		
座椅调整（手动操作）		
取消激活功能		
清洗水暖风	除遥控装置外的全部信息传递部件	除遥控装置外的全部信息传递部件
回家功能	清洗水暖风	清洗水暖风
远光灯	回家功能	回家功能
脚舱照明	远光灯	窗户升降器
车内反光镜	脚舱照明	远光灯
空调设备	车内照明	无线电遥控
离家功能	车内反光镜	脚舱照明
近接装置传感器	空调设备	车内灯
雾灯	后备厢照明	车内反光镜
前照灯清洗装置	离家功能	空调设备
反光镜收折装置	MMI 系统	后备厢照明
反光镜暖风	近接装置传感器	离家功能
白天行驶灯	雾灯	MMI 系统
	轮胎压力控制减振器	近接装置传感器
	后卷帘	雾灯
	前照灯清洗装置	轮胎压力控制减振器
	反光镜收折装置	后卷帘
	反光镜暖风	前照灯清洗装置
	白天行驶灯	反光镜收折装置
		反光镜暖风
		白天行驶灯

②关闭等级 4。

关闭等级 4 是运输模式。在该模式下，几乎所有舒适和娱乐功能都被关闭，以保证在车辆长时间或长途运输过程中尽可能地不放电，如图 2-23 所示。

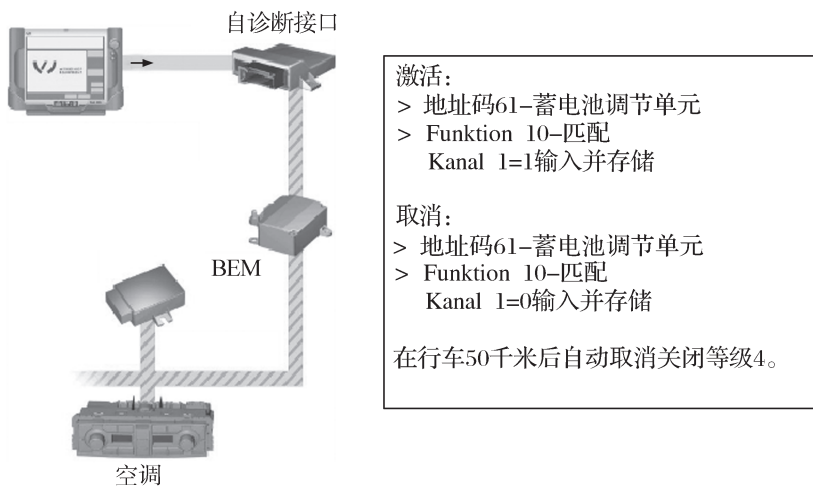


图 2-23 关闭等级 4

③关闭等级 5。

关闭等级 5 启动后会关闭驻车加热。驻车加热装置就是可通过遥控装置进行启动，不需启动发动机就可对发动机内的冷却液进行加热。汽车风扇将热气吹入车厢内，同时预热发动机系统，如图 2-24 所示。

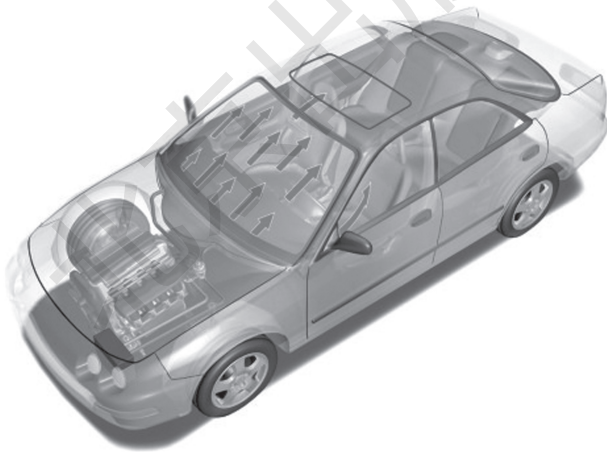


图 2-24 关闭等级 5

④关闭等级 6。

当 J644 检测到蓄电池本身只能维持发动机启动时，关闭等级 6 就启动，这时总线系统上的控制单元其他唤醒源均被抑制（如遥控器），只有当 15 号接线柱接通和进入车内时，总线上的控制单元才能被唤醒。这种状态也会影响信息娱乐部件，如车载电话等。

⑤能量降低传输（操作原理）。

J644 把所有关闭级别传递给 CAN 总线。以关闭等级 2 加以说明：J644 通过 J533 传递给其他总线，相联系的总线系统储存并关闭相应的用电器。那些用电器及其功能被关闭的信息储存在相应的控制单元软件中，如图 2-25 所示。

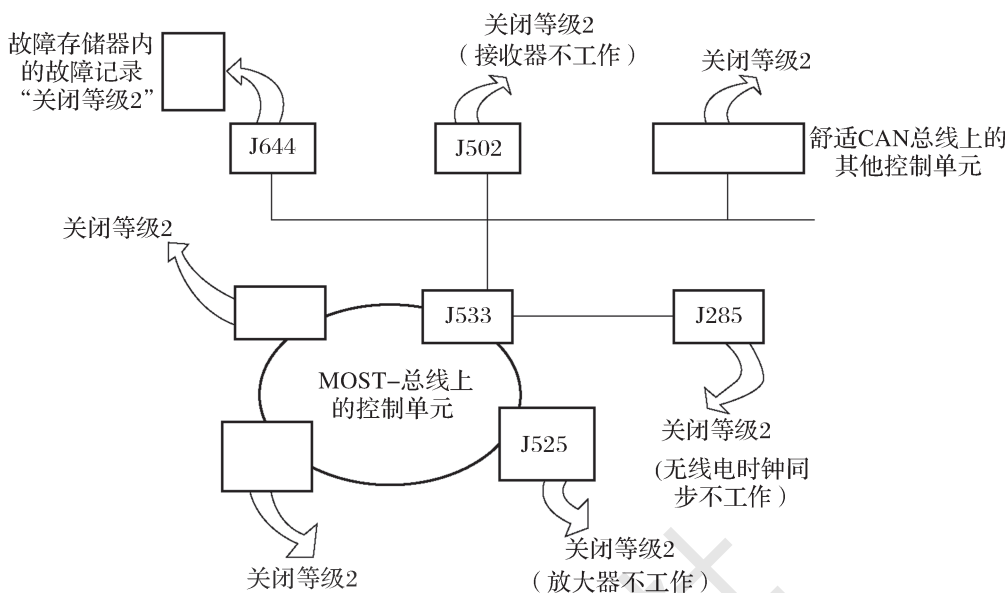


图 2-25 能量降低传输

（2）蓄电池情况显示。

当前的蓄电池状态可在 CAR 功能键 MMI 显示屏幕上调出显示。数据以 10% 递增的竖条表示，如图 2-26 所示。蓄电池充满电其状态应在 100%，在发动机静止时使用若干用电器会使蓄电池放电，电量降到一定程度时，则 MMI 会显示请求起动发动机。一旦关闭等级 1 起动，MMI “电能状态” 先会显示 90%，然后显示降到 60%。如果在 90% 时关闭等级 1、2、5 激活，则仪表板会简短显示 “ENERGIES PARMODUS AKTIV” 省电模式已激活。如图 2-27 所示，几秒钟后显示消失，但在整个用电器关闭状态过程中，仪表板上的蓄电池始终显示节约模式。当关闭等级 3 激活时，蓄电池的显示 50% 然后显示降到 20%。如果蓄电池降到 10% 则关闭等级 6 激活，如图 2-28 所示。这时，在接通点火开关后，组合仪表的中央屏会显示 “BATTERIE SCHWACH”（蓄电池亏电），如图 2-29 所示。

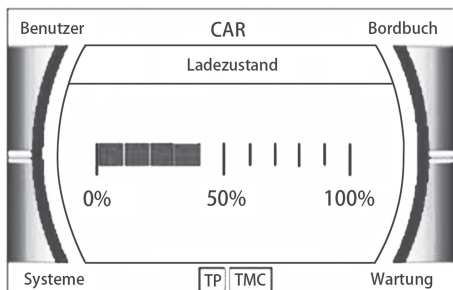


图 2-26 蓄电池充电状态

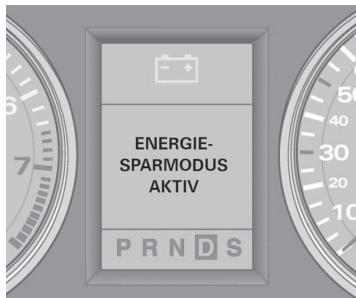


图 2-27 能量节约模式激活

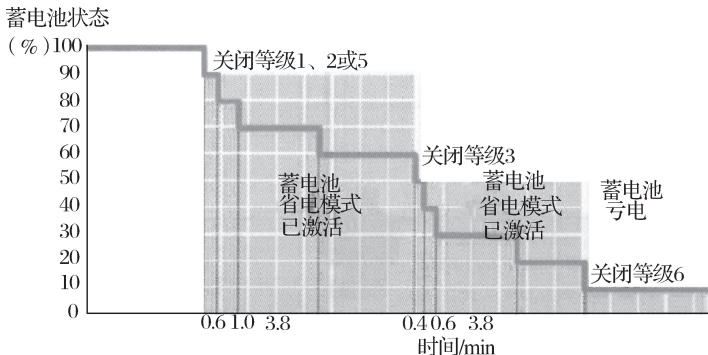


图 2-28 关闭等级 6 激活

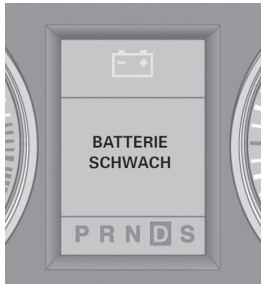


图 2-29 显示蓄电池亏电

3. 动态电流管理

发动机开始运转即启动动态电流管理。它的任务是按照各个系统的要求分配发电机的充电量。为此，动态电流管理通过测量电网电压、蓄电池电流及发电机负荷来监测能量利用情况。动态管理的主要任务包括：蓄电池的电压控制、减少负荷、高能量的加热系统控制、增加怠速转速、起动发电机、发电机动态调整。

(1) 蓄电池电压管理。

J644 把所需的发电机目标值传给发电机。从蓄电池温度、充电情况确定电压规定值，J644 将已经确定的规定值传给动态管理电流模块，动态管理电流模块再将电压参数传给发电机，如图 2-30 所示。

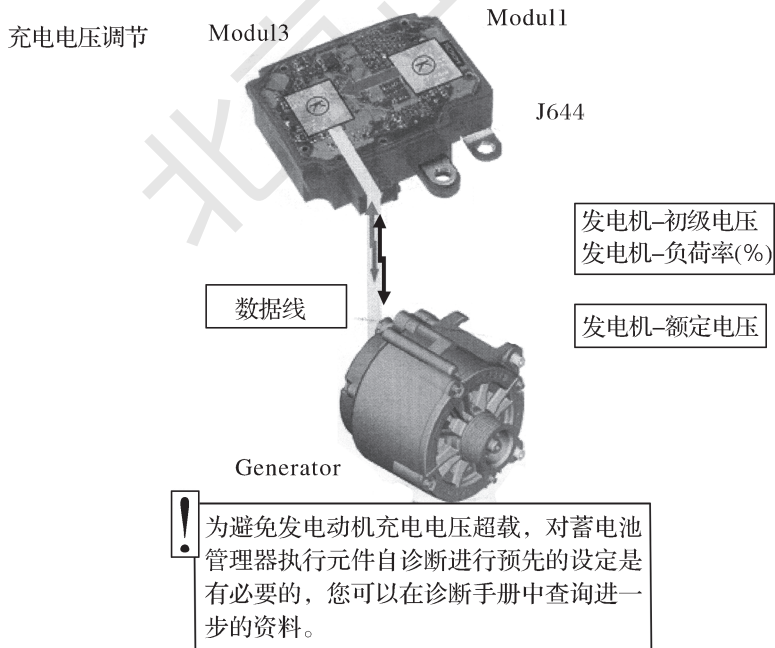


图 2-30 蓄电池电压管理

(2) 减少负荷。

J644 可以根据发动机控制模块单元的要求来减少其他负荷。在加速时，如果接到

发动机减少负荷的请求，那么能量管理单元第一步将减少大功率用电器的数目，J644 通过舒适 CAN 把信号传给空调控制单元，空调控制单元会调节各种加热系统。第二步将降低发电机输出电压以减少发电机的功率消耗，如图 2-31 所示。

(3) 高输出加热系统控制。

J644 通过空调控制单元 J225 来对加热系统进行无级调节，如后部辅助加热、座椅加热和后风窗玻璃加热等，如图 2-32 所示。

(4) 增加怠速转速。

保证为网络提供足够的电能及保证蓄电池的充电水平，J644 可以要求发动机控制单元分步提升怠速（7% 和 12% 两个等级），如图 2-33 所示。

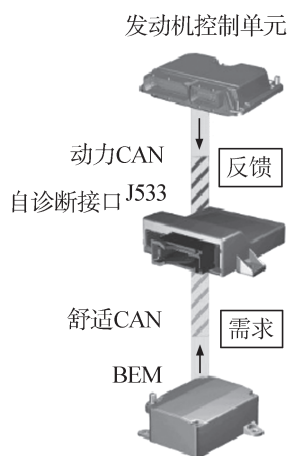


图 2-31 减少负荷

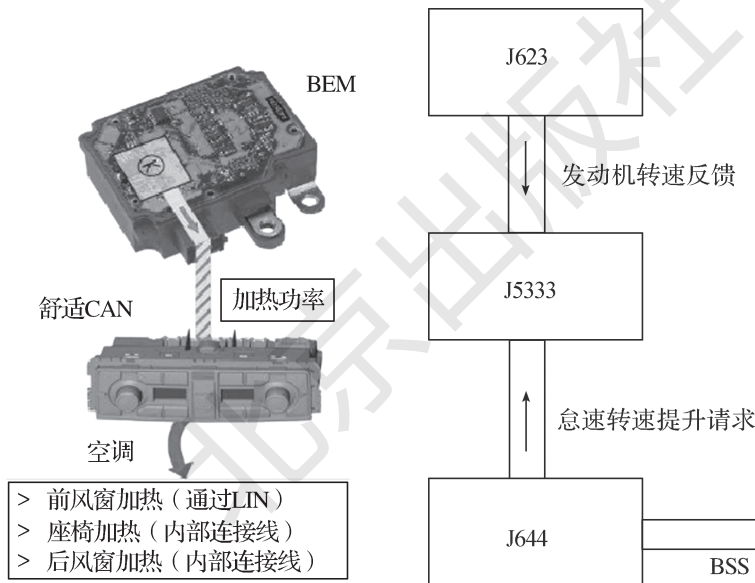


图 2-32 高输出加热系统控制

图 2-33 增加怠速转速

(5) 起动发动机。

在发动机起动过程中，J644 控制发电机所消耗的功率被减至最小，以便优化发动机的起动性能。

三、维修服务

1. 蓄电池充电

进行蓄电池充电过程中，请注意以下几点，以便能让 J644 监控充电的整个过程，并通过一些外部现象，判断蓄电池是否处于充电状态，从而避免一些不良后果的发生。

(1) 关闭点火装置和耗能装置。

(2) 充电器的电极夹应该按照规定接到蓄电池正极和跨接起动接头上（切勿接到

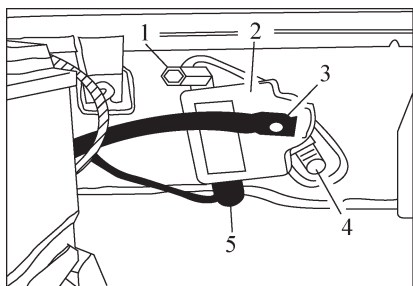
蓄电池的负极)，如图 2-34 所示。

（3）请勿在 0℃ 以下温度充电，或蓄电池处于冷却状态时充电。

（4）为了避免在用充电器充电时损坏车内车载网络，如果输入的电压高于 14.8 V（例如快速充电），则需将蓄电池和车载网络断开。因为能源管理器无法记录快速充电，也就无法根据已经变化的运行相位和静态相位来确定蓄电池充电状态的校正值和起动性能预测。

2. 维修一般步骤

由于电能管理控制和用电设备保护功能的增加，对车辆部件的功能产生了影响，因此改变了故障查询方法的流程，如图 2-35 所示。



1- 接地螺栓（用于充电器连接）；
2-J644 控制单元；3- 接地连接（至蓄电池的负接柱）；4- 紧固螺栓；5- 电器插头

图 2-34 电极夹的连接图

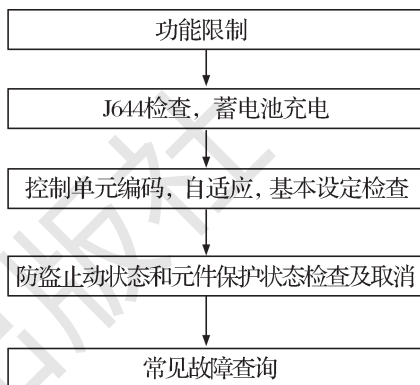


图 2-35 故障查询流程