



汽车运用与维修专业创新型精品教材

中国汽车工程学会
汽车应用与服务分会组织编写

汽车使用与维护

汽车使用 与维护



总主编 朱 军 弋国鹏
主 编 于占明 于冠军

QICHE SHIYONG YU WEIHU

总主编 朱军 弋国鹏
主 编 于占明 于冠军

北京出版集团公司
北京出版社

北京出版集团公司
北 京 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车使用与维护 / 于占明, 于冠军主编. -- 北京 :
北京出版社, 2017. 9 (2021 重印)
ISBN 978-7-200-12195-7

I. ①汽… II. ①于… ②于… III. ①汽车—使用方
法—中等专业学校—教材②汽车—车辆修理—中等专业学
校—教材 IV. ①U472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 112732 号

汽车使用与维护

QICHE SHIYONG YU WEIHU

主 编: 于占明 于冠军
出 版: 北京出版集团公司
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: 北京出版集团公司
经 销: 新华书店
印 刷: 定州市新华印刷有限公司
版 次: 2017 年 9 月第 1 版 2021 年 3 月修订 2021 年 3 月第 2 次印刷
开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16
印 张: 29.5
字 数: 475 千字
书 号: ISBN 978-7-200-12195-7
定 价: 59.00 元

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

目 录

学习单元一 汽车维护认知……1

学习任务 汽车维护认知……1

学习单元二 汽车电气部分的使用与维护……5

学习任务一 雨刮器设备的使用与维护……5

学习任务二 汽车大灯的使用与维护……17

学习任务三 汽车空调制冷系统的使用与维护……29

学习任务四 蓄电池的使用与维护……37

学习任务五 交流发电机的使用与维护……47

学习任务六 火花塞的使用与维护……60

学习单元三 汽车底盘部分的使用与维护……68

学习任务一 离合器的使用与维护……68

学习任务二 变速器的使用与维护……75

学习任务三 万向传动装置的使用与维护……84

学习任务四 驱动桥的使用与维护……92

学习任务五 车轮和轮胎的使用与维护……98

学习任务六 转向系统的使用与维护……107

学习任务七 制动器制动液的使用、维护与更换……110

学习任务八 制动片和制动盘的使用与维护……115

学习任务九 底盘和车身下部螺栓、螺母的使用与维护……124

学习任务十 车轮定位的维护……139

学习任务十一 液压动力转向装置的使用与维护……154

学习任务十二 制动系统管路排空气……167

学习单元四 汽车发动机部分的使用与维护……172

- 学习任务一 汽车传动皮带的使用与更换……172
- 学习任务二 燃油滤清器及燃油管路的维护与更换……181
- 学习任务三 空气滤清器的使用与维护……192
- 学习任务四 正时皮带及张紧轮的检查与维护……199
- 学习任务五 发动机润滑油的检查与更换……207
- 学习任务六 发动机冷却液的检查与更换……219
- 学习任务七 喷油器的使用与维护……226

北京出版社

学习单元二 汽车电气部分的使用与维护

学习任务一 雨刮器设备的使用与维护

一、风窗雨刮器

1. 电动雨刮器的作用

为了保证驾驶员在雨天、雪天和雾天有良好的视线，轿车都安装有电动挡风玻璃雨刮器。它具有一个或两个以上的橡胶刷，由驱动装置带着来回摆动，以除去玻璃上的水、雪等。

2. 雨刮器的分类

- (1) 根据安装位置不同分类：
 - 前风窗雨刮器
 - 后风窗雨刮器
- (2) 根据驱动装置不同分类：
 - 真空式：由真空泵驱动
 - 气动式：应具有空气气源
 - 电动式：结构简单，控制效果好

3. 电动雨刮器的常见挡位

电动雨刮器挡位开关如图 2-1-1 所示。



- ①OFF：关闭挡
- ②INT：间歇挡
- ③LO：低速挡
- ④HI：高速挡
- ⑤MIST：电动挡

图 2-1-1 电动雨刮器挡位开关

4. 电动雨刮器的组成

电动雨刮器的组成见图 2-1-2。

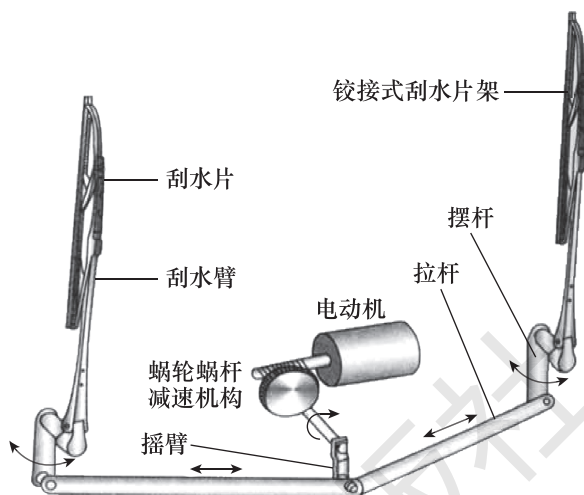


图 2-1-2 电动雨刮器结构图

5. 电动雨刮器的工作原理

电动雨刮器的工作原理见图 2-1-3。电源开关 2 接通。

当雨刮器开关 12 置于“Ⅰ”挡时，电刷 4、10 工作，电动机通电，因电刷 4、10 间串联的电枢线圈较多，电枢 13 在永久磁铁 5 作用下低速运转。电路为：蓄电池正极→电源开关 2→熔断丝 3→电刷 4→电枢绕组→电刷 10→雨刮器开关 12→搭铁→蓄电池负极。

当雨刮器开关 12 置于“Ⅱ”挡时，电刷 4、11 工作，电动机通电，因电刷 4、11 间串联的电枢线圈较少，电枢 13 在永久磁铁 5 作用下高速运转。电路为：蓄电池正极→电源开关 2→熔断丝 3→电刷 4→电枢绕组→电刷 11→雨刮器开关 12→搭铁→蓄电池负极。

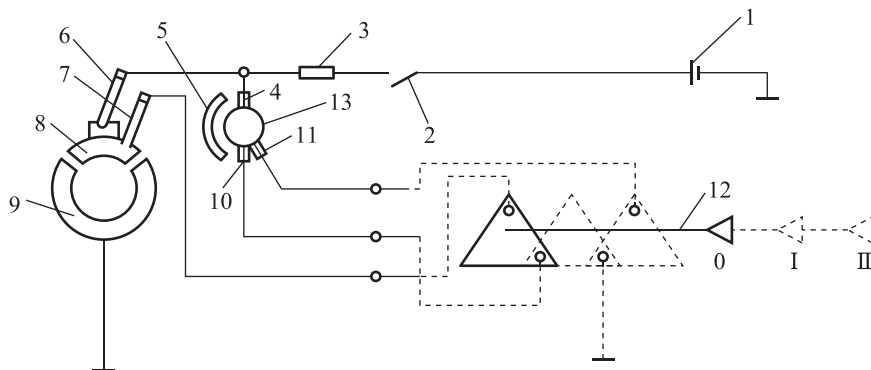


图 2-1-3 永磁式双速雨刮器控制线路

1—蓄电池；2—电源开关；3—熔断丝；4、10、11—电刷；5—永久磁铁；
6、7—自动复位触片；8、9—自动复位滑片；12—雨刮器开关；13—电枢

6. 电动雨刮器的自动复位装置

(1) 自动复位

自动复位指在切断电动雨刮器开关时，刮水片能自动停在驾驶员视野以外的指定位置。

(2) 自动复位的方法

① 凸轮式

见图 2-1-4，凸轮与电枢轴连动，触点由凸轮控制，当断开雨刮器开关时，刮水片没有停在指定位置，凸轮继续将触点顶在闭合位置，电动机继续转动，到达时才停止转动。

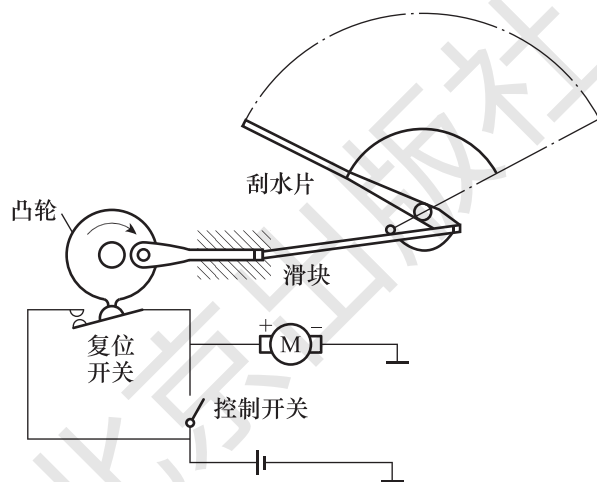


图 2-1-4 凸轮式自动复位机构

② 短路反电动势

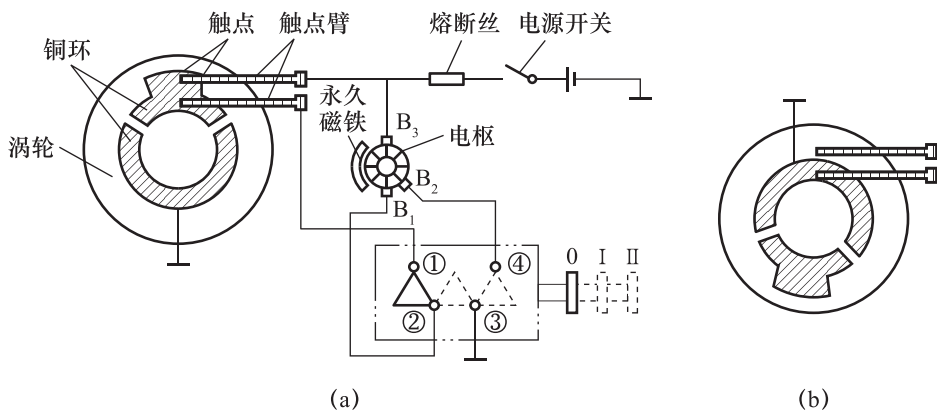


图 2-1-5 短路反电动势自动复位机构

如图 2-1-5 所示，没有到达指定位置时，继续通电转动，到达指定位置时，电枢被短路，相当于一个发电机，产生一个反电动势，产生制动力矩，电机迅速停转。

7. 电动雨刮器的新技术

(1) 柔性齿条传动雨刮器 (图 2-1-6)

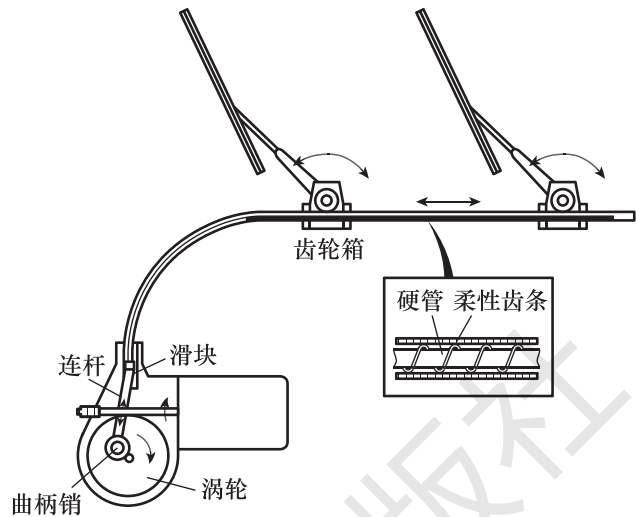


图 2-1-6 柔性齿条传动雨刮器

(2) 雨滴感知型间歇刮水系统 (图 2-1-7)

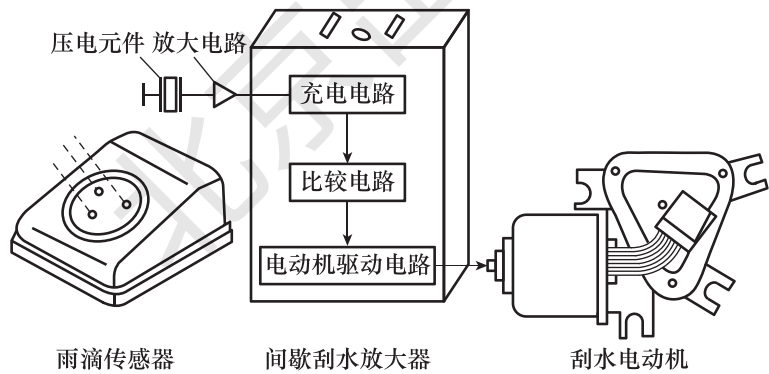


图 2-1-7 雨滴感知型间歇刮水系统

二、风窗洗涤器

1. 风窗洗涤器的作用

汽车在灰尘较多的环境中行驶时，会造成一些灰尘飘落在风窗上，影响驾驶员的视线。为此许多汽车的刮水系统中增设了清洗装置，必要时向风窗表面喷洒专用清洗液或水，在刮水片配合工作下，保持风窗表面洁净。

2. 风窗洗涤器的组成

风窗洗涤器的结构如图 2-1-8 所示。

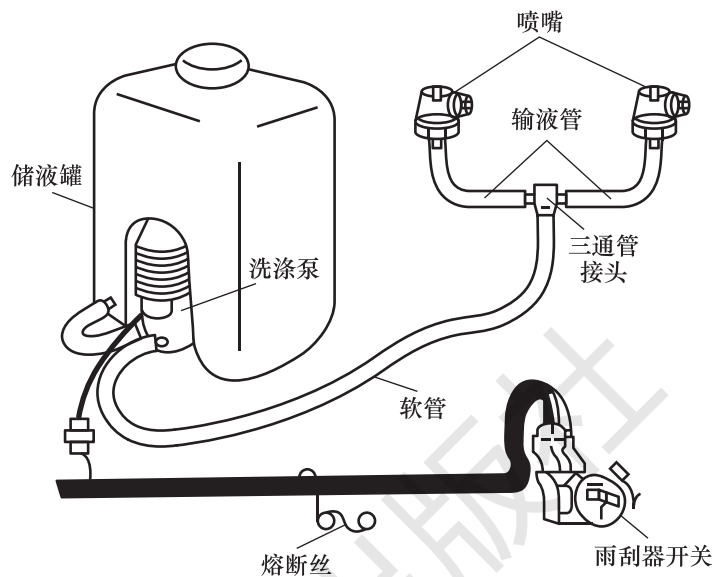


图 2-1-8 风窗清洗装置

(1) 储液罐

洗涤液 = 水 + 添加剂（防冻剂、去垢剂、缓蚀剂等）。储液罐的位置如图 2-1-9 所示。

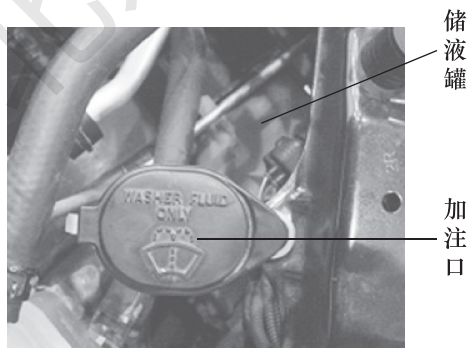


图 2-1-9 储液罐的位置

(2) 洗涤泵

由永磁直流电动机和离心式液压泵（吸油、压油）组成一体。

(3) 软管

(4) 喷嘴

喷嘴的喷射压力约为 70~80 kPa，在风窗玻璃下面，其方向可调整。喷嘴位置如图 2-1-10 和图 2-1-11 所示。

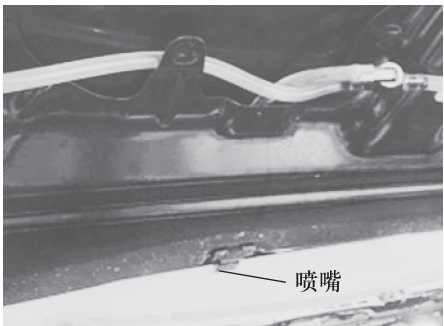


图 2-1-10 丰田卡罗拉风窗洗涤器喷嘴

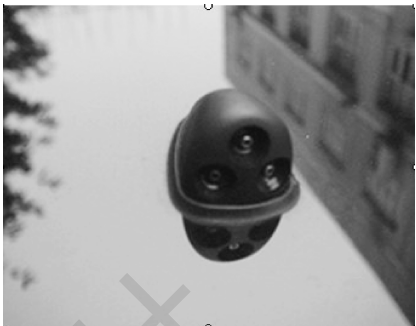


图 2-1-11 雪佛兰科鲁兹风窗洗涤器喷嘴

(5) 雨刮器开关 (图 2-1-1)

3. 风窗洗涤器的工作原理

其工作原理见图 2-1-12。风窗清洗装置电路比较简单，一般和电动雨刮器共用一个保险丝。有的车清洗开关单独设置安装，有的则和雨刮器开关组合在一起，便于操作。

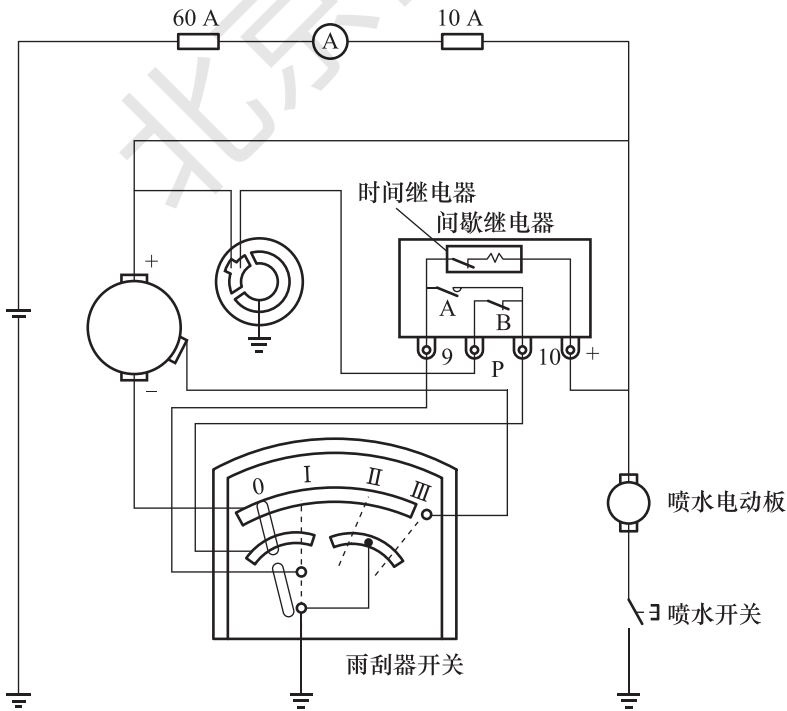


图 2-1-12 风窗洗涤器的工作原理示意图

当清洗开关接通时，清洗电动机带动液压泵转动，将清洗液加压，通过输液管和喷嘴喷洒到挡风玻璃表面。

4. 常见故障诊断与排除

风窗清洗装置常见故障有：所有喷嘴都不工作和个别喷嘴不工作。

主要故障原因：清洗电动机或清洗开关损坏；线路断路；清洗液液面过低或连接管脱落；喷嘴堵塞。

诊断步骤：如果所有喷嘴都不工作，先检查清洗液液面和连接管是否正常，然后检查清洗电动机搭铁线和电源线有无断路、松脱，最后检查开关和电动机是否正常。如果个别喷嘴不工作，一般是喷嘴堵塞所致。

有些轿车还有前照灯清洗装置，原理和常见故障及诊断方法与风窗清洗装置相同。

三、实践指导

1. 工作场所

理实一体化教室。

2. 主要设备

教学车辆、成套组合工具车、多层零件车、轮胎架、工作台、垃圾桶、多媒体设备一套、白板、教学三脚架。

3. 辅助材料

翼子板布、前格栅布、三件套、抹布、手套、挂历白纸、白板笔、卡片纸若干、喷胶等。

4. 实践步骤

(1) 准备车辆	
	技术要求： ①位于举升机位的正常举升位置。 ②车辆中心轴线应和举升机对称面在同一平面内，车辆不允许偏向任一侧或一端。 注意事项： 必须由具有驾驶证并有驾驶经验的教师或管理人员移动车

续表

(2) 安装挡块 	技术要求： ①车轮挡块可放置在任意车轮的前后。 ②车轮挡块要与轮胎外边沿平齐。 ③挡块斜面与轮胎紧密接触。 ④挡块放置要周正，不能歪斜。 注意事项： ①挡块要拿稳，避免跌落砸伤脚部或损坏地面。 ②避免撞击车身、轮胎或轮毂
(3) 安装尾排 	技术要求： ①拉下尾排。 ②安装尾排。 注意事项： 尾排安装的时候小心伤到自己
(4) 安装三件套 	技术要求： ①放置驾驶室三件套（脚垫、座椅套和方向盘套）。 ②确认换挡杆置于P挡，拉起驻车制动器
(5) 拉起手刹 	技术要求： ①驻车制动器行程标准值 6~9 声。 ②拉紧驻车制动器。 注意事项： 禁止拉紧手柄时用力过猛，以防损坏

续表

(6) 起动发动机 	技术要求： 发动机起动前，要再次确认换挡杆置于 P 挡，拉起驻车制动器。 注意事项： 起动发动机前一定要大声提醒周围人注意，并确认发动机舱处无人在做其他操作
(7) 打开雨刮器开关 	技术要求： 将刮水组合开关向上提一次。 注意事项： 上提力度要适中，避免用力过猛，损坏刮水组合开关
(8) 检查压力是否足够 	技术要求： ①风窗玻璃洗涤器喷洒喷射应有力。 ②如果雨刮器开动时无洗涤液喷出，则雨刮器电动机有可能被烧坏。 注意事项： 如果发现雨刮器开动时无洗涤液喷出，应立即停止作业，以免雨刮器电动机被烧坏
(9) 检查雨刮器是否联动 	技术要求： 喷水时雨刮器应联动，停止在最低位置。 注意事项： 检查雨刮器时，发动机应处于怠速状态

续表

(10) 检查喷水位置是否正确	
	技术要求: 洗涤器喷射位置应集中在雨刮器工作范围内。 注意事项: 洗涤器喷射位置不正确, 必须调整
(11) 调节喷射方向	
	技术要求: ①在喷嘴内插入一根与风窗玻璃洗涤器喷嘴的孔相匹配的钢丝。 ②调整喷嘴以使洗涤器喷射在雨刮器的刮水范围的中间位置
(12) 检查各挡位工作情况	
	技术要求: ①在发动机怠速运转情况下, 操纵雨刮器开关, 分别打到间歇、低速、高速挡位, 检查每只雨刮器工作情况。 ②各挡停留时间要适当, 不宜过短。 注意事项: 为防止划破风窗玻璃, 在使用雨刮器前要喷洒风窗玻璃洗涤液
(13) 关闭开关, 检查停止位置	
	技术要求: 当雨刮器开关关闭时, 雨刮器自动停止在最低位置。 注意事项: 关闭雨刮器开关时, 在每个挡位要稍有停顿, 禁止快速关闭

续表

(14) 检查雨刮器刮拭情况	
	技术要求： 检查雨刮器： A. 条纹式的刮水痕迹。 B. 刮水效果
(15) 熄灭发动机	
	技术要求： 将点火钥匙旋到“OFF”挡，熄灭发动机
(16) 检查刮水片是否损坏	
	技术要求： 检查刮水片是否磨损严重、老化、损坏等，如果是，则更换；检查是否黏附砂砾、昆虫等杂物，如果是，应清洁。 注意事项： 如果刮水片损坏，将导致雨天车辆不能安全行驶，甚至发生事故
(17) 更换刮水片	
	技术要求： ①拆下旧的刮水片。 ②安装新的刮水片。 ③安装新刮水片后要再次检查雨刮器的刮拭效果。 注意事项： ①应将雨刮器轻轻放下，以防击坏风窗。 ②更换新刮水片后要再次检查雨刮器的刮拭效果，确保刮水效果良好

续表

(18) 收起三件套 	技术要求： ①依次收起方向盘套、座椅套和脚垫。 ②丢弃无法二次使用的方向盘套、座椅套和脚垫等废弃物，能二次使用的方向盘套、座椅套和脚垫应叠放整齐，放回原位
(19) 收尾排 	技术要求： ①收起尾排装置。 ②分类丢弃废弃物
(20) 收起车轮挡块 	技术要求： ①双手分别拿起车轮挡块。 ②放到配件车规定位置。 注意事项： ①小心，不要撞击车轮或车身，谨防碰伤手指或车辆。 ②车轮挡块要拿稳，防止跌落砸伤脚
(21) 清洁车身 	技术要求： ①用干净的抹布。 ②清洁作业中手接触的部位。 注意事项： ①用力要适中，防止擦伤车身涂层。 ②禁止用脏污的抹布

续表

(22) 清洁地面	
	技术要求： ①地面上的脏物用扫把扫净，丢弃到垃圾桶。 ②地面上若有少量油污要用抹布清洁。 ③用拖把拖净地面上的水渍。 注意事项： 不要用于干净的拖把清洁油污
(23) 整理车间	
	技术要求： ①将工具、备件按规定位置摆放整齐。 ②将工具车、备件车等按规定位置摆放。 ③关闭用电设备开关
(24) 填写工单	
	技术要求： ①完成的项目在后面“完成确认”一栏中确认。 ②正常的画“√”，有问题的画“×”。 ③有数据记录的记录相关数据。 ④有疑问的做好相关记录

学习任务二 汽车大灯的使用与维护

一、汽车照明系统的组成和功用

汽车照明系统主要用于夜间行车照明、车厢照明、仪表照明及检修照明等。照明系统由照明设备、电源和线路（包括控制开关）组成。控制开关部分包括各种灯光开关、继电器等。照明装置包括外部灯、内部灯和工作照明灯。外部灯包括前照灯、雾

灯、倒车灯、牌照灯等；内部灯包括仪表灯、顶灯、阅读灯等；工作照明灯包括行李箱灯、发动机罩灯等。

还有一些不属于主灯光系统的车灯，如转向信号灯、危险警告灯、倒车灯和停车灯等。

二、前照灯

前照灯也称大灯（图 2-2-1），安装于汽车头部两侧，主要用于夜间行车时道路照明，灯光为白色，包括近光灯和远光灯。现代汽车使用的前照灯有标准封闭式、卤钨封闭式和半封闭式三种基本类型。



图 2-2-1 汽车前照灯

1. 前照灯的基本要求

由于汽车前照灯的照明效果对夜间行车安全影响很大，所以世界各国多以法律的形式规定了前照灯的照明标准：

- （1）前照灯能保证明亮而均匀的照明，使驾驶员能看清车前 100 m 内路面上的物体。随着车速增大，照明距离应达到 200~250 m。
- （2）前照灯应具备防眩目的功能。

2. 前照灯的组成

（1）灯泡

目前汽车前照灯的灯泡有两种，即充气灯泡和卤钨灯泡，其构造如图 2-2-2 所示。

卤素大灯是充气式的，具有更高的光能输出和更长的寿命周期，而不会降低功效。按照其灯丝条数分类，可分为单丝灯泡（图 2-2-3）和双丝灯泡（图 2-2-4）。

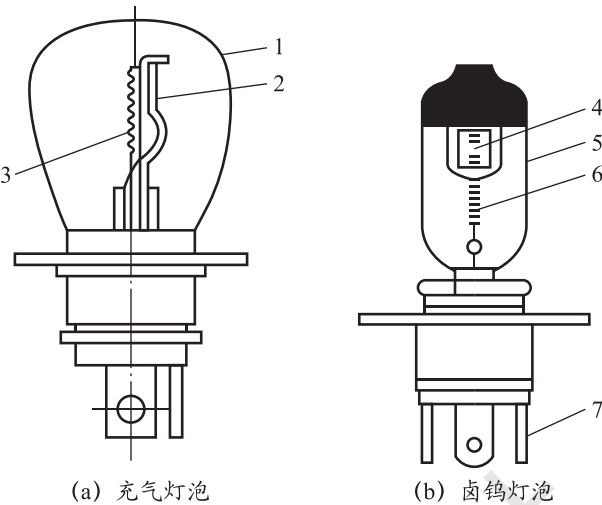


图 2-2-2 前照灯的灯泡构造
1、5—遮光罩；2、4—近光灯丝；3、6—远光灯丝；7—插片

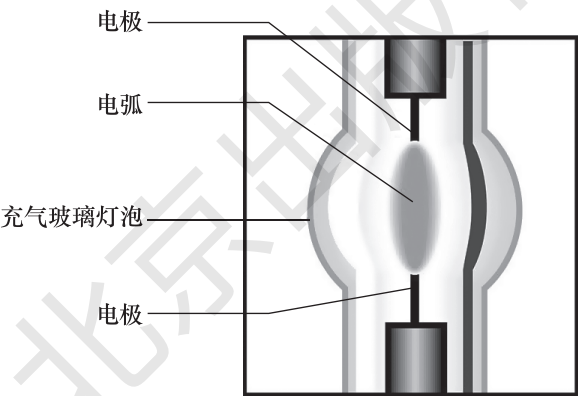


图 2-2-3 单丝灯泡

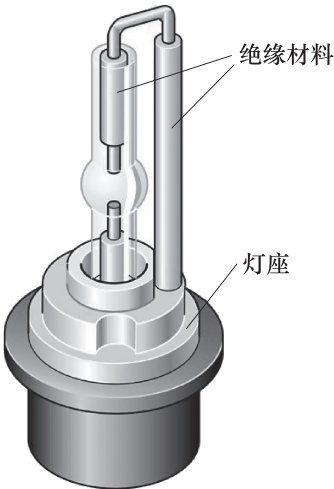


图 2-2-4 双丝灯泡

(2) 反射镜（反光镜）

反射镜实物如图 2-2-5 所示。反射镜能最大限度地将灯泡发出的光线聚合成强光束以增加照射距离，如图 2-2-6 所示。



图 2-2-5 反射镜

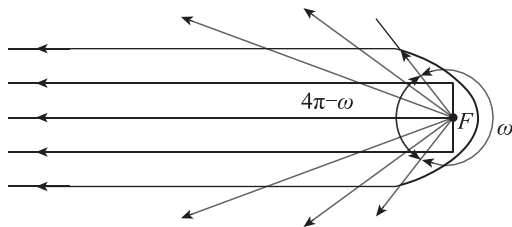


图 2-2-6 反射镜反射光线的情况

(3) 配光镜（散射玻璃）

配光镜实物如图 2-2-7 所示。配光镜的作用是将反射镜反射出来的平行光束进行折射，使车前的路面有良好而均匀的照明，如图 2-2-8、图 2-2-9 所示。

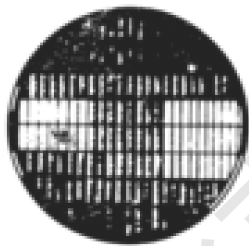


图 2-2-7 配光镜

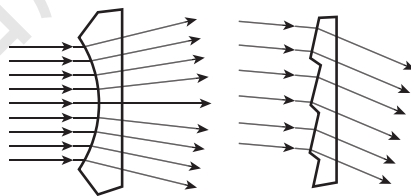


图 2-2-8 配光镜的作用

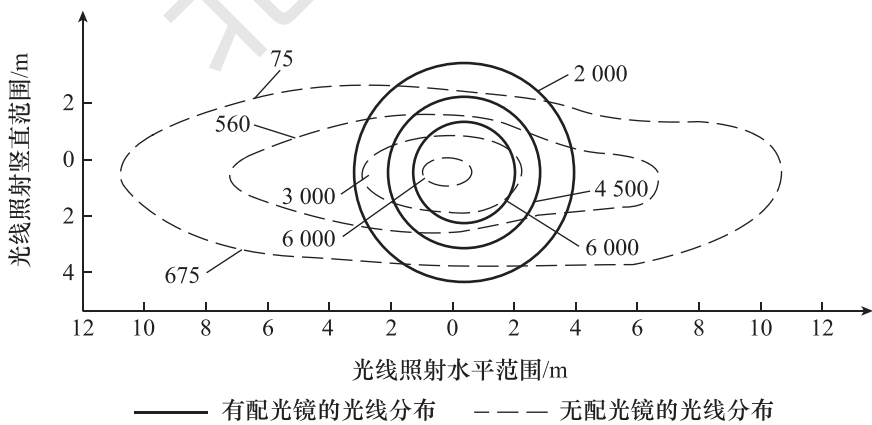


图 2-2-9 配光镜的光线分布

3. 前照灯的防眩目

(1) 采用双丝灯泡

当对面来车时，使用近光灯，由于光线较弱，经反射后的光线大部分射向车前的下方，所以可避免使对面驾驶员眩目，如图 2-2-10 所示。

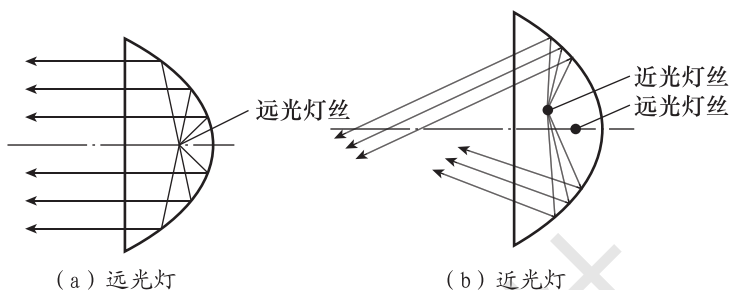


图 2-2-10 双丝灯泡的远、近光束

(2) 采用带遮光罩的双丝灯泡

当使用近光灯时，遮光罩能将近光灯丝射向反射镜下部的光线遮挡住，无法反射，增强防眩目效果，目前这种双丝灯泡广泛使用在汽车上，如图 2-2-11 所示。

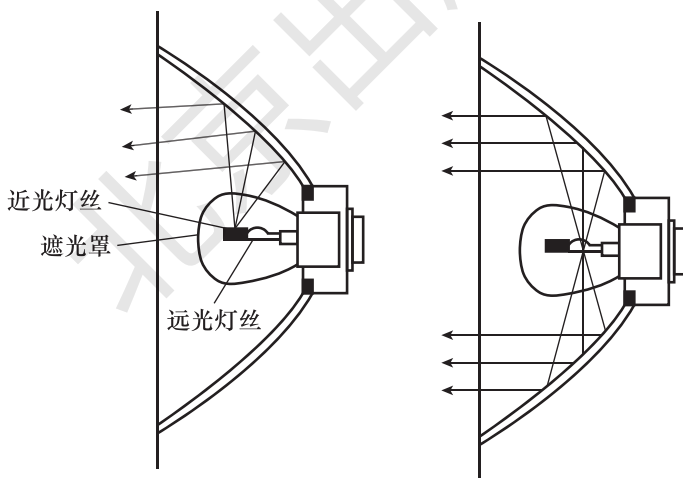


图 2-2-11 带遮光罩的双丝灯泡

(3) 采用非对称光形

安装时将遮光罩偏转一定的角度，使其近光的光形分布不对称，将近光灯右侧光线倾斜升高 15° ，如图 2-2-12 (b) 所示。

(4) 采用 Z 形光形

为防止对面来车驾驶员与非机动车人员眩目，Z 形光形是目前较先进的光形，如图 2-2-12 (c) 所示。

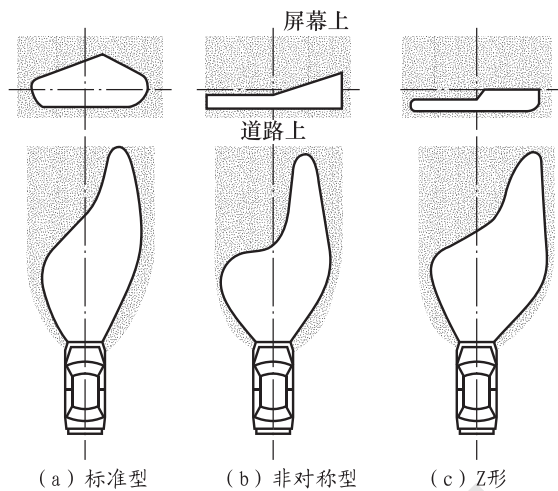


图 2-2-12 前照灯配光光形

4. 前照灯的类型

(1) 可拆式前照灯

可拆式前照灯因气密性不良、反射镜易受潮气和灰尘污染而降低反射能力，现已被淘汰。

(2) 半封闭式前照灯

半封闭式前照灯结构如图 2-2-13 所示。更换灯泡时，不能用手触摸灯泡玻璃壳部分，拿灯泡的方法如图 2-2-14 所示。

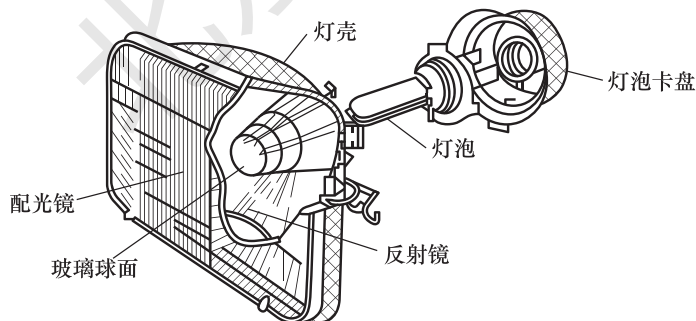


图 2-2-13 半封闭式前照灯结构

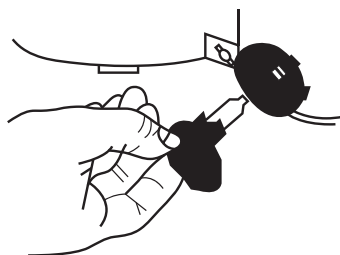


图 2-2-14 更换半封闭式前照灯灯泡时的正确操作

(3) 全封闭式前照灯（真空灯）

反射镜的镜片为真空镀铝，其结构如图 2-2-15 所示。

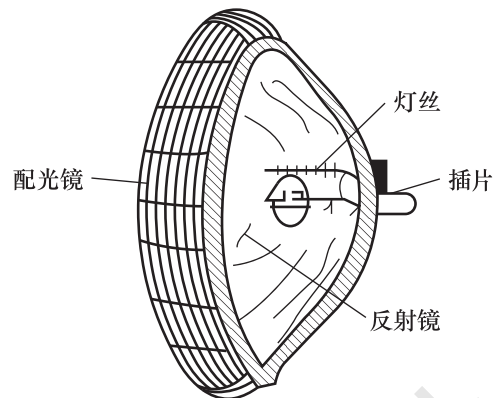


图 2-2-15 全封闭式前照灯结构

5. 前照灯电路

前照灯电路由灯光开关、变光开关、远光指示灯和前照灯等组成。前照灯电路如图 2-2-16 和图 2-2-17 所示。

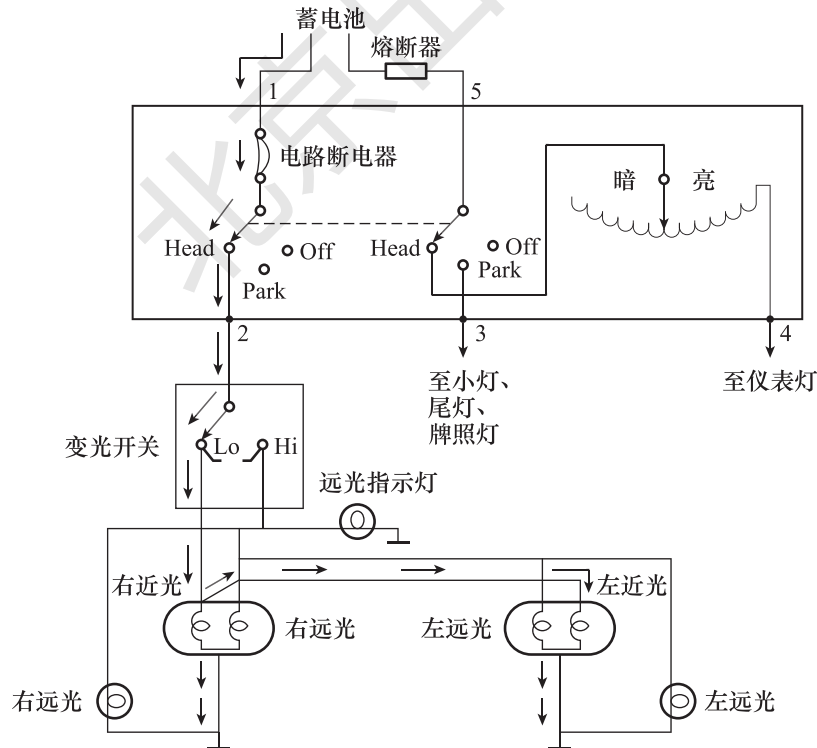


图 2-2-16 前照灯电路——变光开关在 Lo（近光）挡

灯光开关可以装在仪表板上，也可以装在转向柱上。

变光开关大多数安装在转向柱上，串接在前照灯电路中，当灯光开关打到 Head 挡时，驾驶员可通过变光开关控制前照灯的远光和近光。

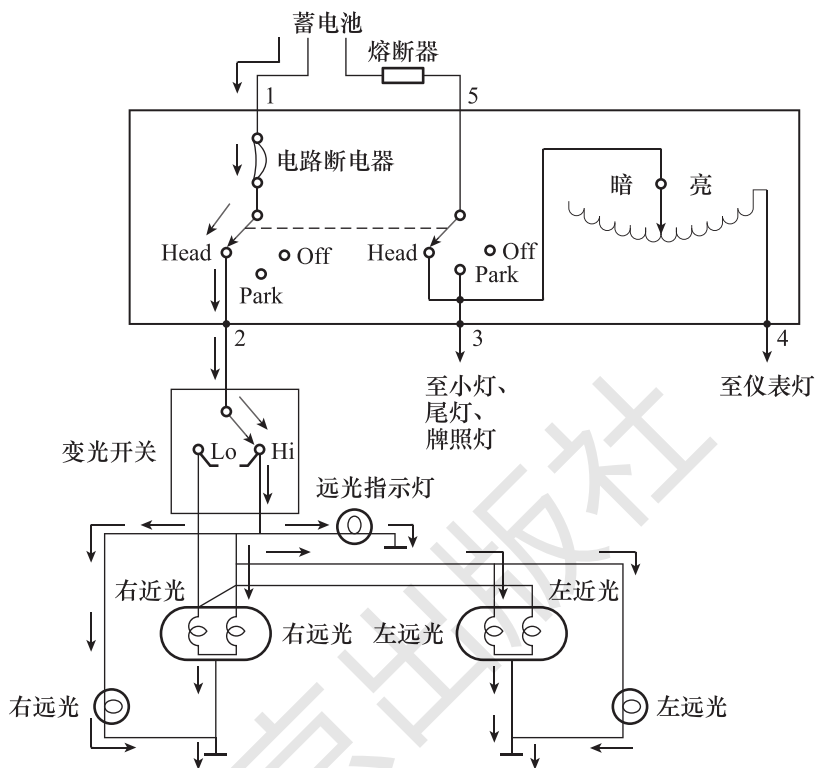


图 2-2-17 前照灯电路——变光开关在 Hi (远光) 挡

三、雾灯

雾灯是在有雾、下雪、暴雨或尘土弥漫的行驶条件下，为改善照明条件，提高能见度而设置的照明设备，也可起到信号标志灯的作用。雾灯多使用穿透力强的黄色灯，其灯泡或配光镜制成黄色。雾灯的结构与前照灯相近。

四、实践指导

1. 工作场所

理实一体化教室。

2. 主要设备

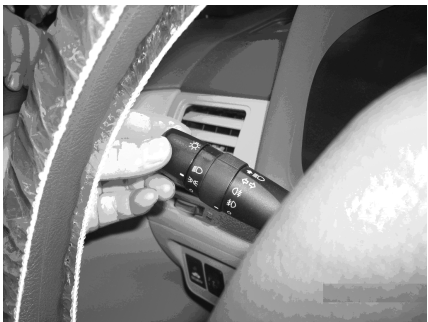
教学车辆、成套组合工具车、多层零件车、轮胎架、工作台、垃圾桶、多媒体设备一套、白板、教学三脚架。

3. 辅助材料

翼子板布、前格栅布、三件套、抹布、手套、挂历白纸、白板笔、卡片纸若干、喷胶等。

4. 实践步骤

安全防护工作的操作步骤和注意事项，请参照本单元学习任务一进行。

(1) 观察组合仪表警告灯	
	技术要求： 将点火开关转到“ON”，检查所有的警告灯是否点亮，包括放电警告灯、故障指示灯（MIL）、油压警告灯等。 注意事项： 不必起动发动机，如果起动发动机（MT），要注意挡位、驻车制动器和挡块安装
(2) 检查仪表板照明灯	
	技术要求： ①将钥匙打到“ON”挡位。 ②检查仪表板照明灯是否点亮。 注意事项： 不必起动发动机，如果起动发动机（MT），要注意挡位、驻车制动器和挡块安装
(3) 控制开关旋动一档	
	技术要求： ①将钥匙打到“ON”挡位。 ②将控制开关旋至一档。 注意事项： 不必起动发动机，如果起动发动机（MT），要注意挡位、驻车制动器和挡块安装

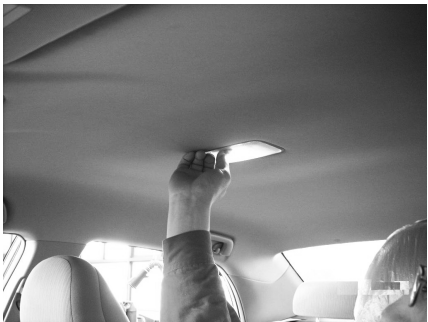
续表

(4) 检查示宽灯 	技术要求： ①将控制开关打到一档。 ②检查示宽灯是否正常点亮。 注意事项： 检查应仔细，不要把不亮误认为点亮
(5) 检查牌照灯 	技术要求： ①将控制开关打到一档。 ②检查牌照灯是否正常点亮。 注意事项： ①检查应仔细，不要把不亮误认为点亮。 ②不要误将近光灯打开
(6) 检查尾灯 	技术要求： ①将灯光控制开关打到一档。 ②检查尾灯是否正常点亮。 注意事项： 不必起动发动机，如果起动发动机（MT），要注意挡位、驻车制动器和挡块安装
(7) 检查近光灯 	技术要求： ①将灯光控制开关旋转两挡。 ②检查近光灯是否正常点亮。 注意事项： 不必起动发动机，如果起动发动机（MT），要注意挡位、驻车制动器和挡块安装

续表

(8) 检查远光灯 	技术要求: ①将变光器开关向前推开。 ②检查远光灯是否正常点亮。 注意事项: 检查应仔细, 不要错把近光当远光
(9) 检查前照灯闪光 	技术要求: ①把变光器开关向后拉。 ②检查大灯指示灯是否正常亮。 ③检查闪光器能否实现变光。 注意事项: ①拨动不要太用力, 否则容易损坏变光器开关。 ②拨动不要太过频繁
(10) 检查左右转向灯 	技术要求: ①把变光器开关向上移动, 检查左转向信号灯是否正常亮。 ②把变光器开关向下移动, 检查右转向信号灯是否正常亮。 注意事项: 拨动不要太用力, 否则容易损坏变光器开关
(11) 检查转向开关自动回正 	技术要求: ①转向开关向下拨动。 ②向左打方向 90°。 ③回正方向盘, 检查转向开关自动回位。 ④右转向开关检查方法同上。 注意事项: 不要用力过猛, 以免导致方向盘松动

续表

(12) 检查危险警告灯 	技术要求： ①按下危险信号开关。 ②检查危险警告灯指示灯是否正常亮。 ③检查危险警告灯是正常亮还是闪烁
(13) 检查制动灯 	技术要求： ①踩住制动踏板。 ②检查制动灯是否正常亮。 ③检查低位制动灯是否正常亮。 注意事项： 一定要确保在 P 挡
(14) 检查倒车灯 	技术要求： ①踩制动踏板，同时挂到倒挡。 ②检查倒车灯是否正常亮。 注意事项： 一定要踩住制动踏板，必须先回到 P 挡位置，后松制动踏板
(15) 检查顶灯 	技术要求： ①点火开关要在“ON”挡位。 ②顶灯开关置于“ON”时，检查顶灯是否正常亮。 ③打到“door”的挡位，打开任一车门检查顶灯是否正常亮，关闭车门是否正常灭

续表

(16) 检查阅读灯	
	技术要求： ①点火开关要在“ON”挡位。 ②阅读灯开关打开时，检查阅读灯是否正常亮，然后关闭开关检查是否正常熄灭。 注意事项： 操作不要太过频繁，以免损坏开关元件

学习任务三 汽车空调制冷系统的使用与维护

一、汽车空调制冷系统的组成

汽车空调制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器和鼓风机等组成，如图 2-3-1 所示。各部件之间采用铜管或铝管和高压橡胶管连接成一个密封系统。

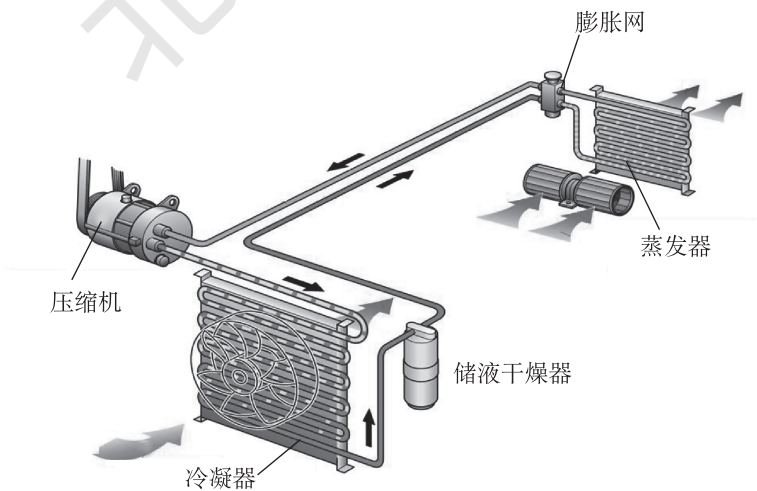


图 2-3-1 汽车空调制冷系统的组成

二、空调制冷系统的结构

1. 压缩机

(1) 作用

制冷压缩机是汽车空调制冷系统的核心，其作用是维持制冷剂在制冷系统中的循环，吸入来自蒸发器的低温低压制冷剂蒸气，压缩制冷剂蒸气使其压力和温度升高，并将制冷剂蒸气送往冷凝器。压缩机是制冷系统中低压和高压、低温和高温的分界线。其结构如图 2-3-2 所示。

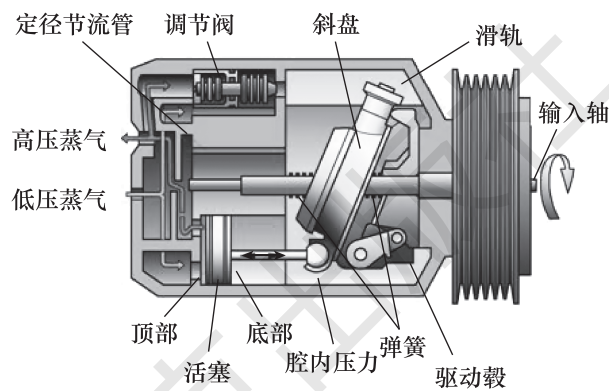


图 2-3-2 压缩机的结构

(2) 分类 (图 2-3-3)

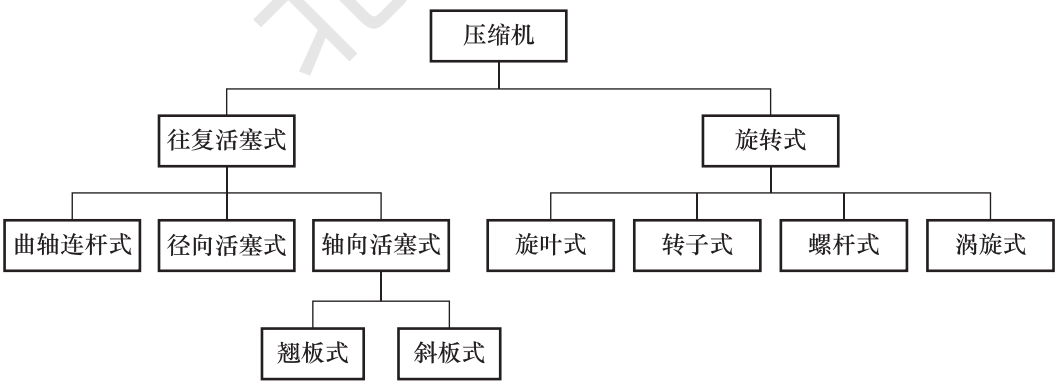


图 2-3-3 压缩机分类示意图

2. 冷凝器

汽车空调制冷系统中的冷凝器是热交换设备，其作用是使从压缩机排出的高温、高压制冷剂蒸气在冷凝器中得到液化或冷凝，并把热量散发到车外空气中，从而使其

凝结为高压制冷剂液体。汽车空调系统冷凝器的结构形式主要有管片式、管带式和鳍片式等几种。

(1) 管片式

它是汽车空调中早期采用的一种冷凝器，制造工艺简单，由铜质或铝质圆管套上散热片组成。片与管组装后，经胀管法处理，使散热片胀紧在散热管上。这种冷凝器散热效果较差，一般用在大中型客车的制冷装置上。

(2) 管带式

它是由多孔扁管弯成蛇管形，并在其中安置散热带后焊接而成。管带式冷凝器的散热效果比管片式冷凝器好一些（一般高 15% 左右），但工艺复杂，焊接难度大，且材料要求高。一般用在小型汽车的制冷装置上。

(3) 鳍片式

它是在扁平的多管道表面直接锐出鳍片状散热片，然后装配成冷凝器。由于散热鳍片与管子为一个整体，因而不存在接触热阻，故散热性能好；另外，管片之间无须复杂的焊接工艺，加工性好，节省材料，而且抗震性也特别好。所以，它是目前较先进的汽车空调冷凝器。

3. 蒸发器

蒸发器和冷凝器一样，是一种热交换器，也称冷却器，是制冷循环中获得冷气的直接器件。外形近似冷凝器，但比冷凝器窄、小、厚。它的作用是让低温、低压液态制冷剂在其管道中吸热并蒸发，使蒸发器和周围空气的温度降低，从而在鼓风机的风通过时，能输出更多的冷气。

蒸发器有管片式、管带式和层叠式三种结构，如图 2-3-4 至图 2-3-6 所示。管片式结构简单、加工方便，但换热效率较差。管带式比管片式工艺复杂，效率可提高 10% 左右。层叠式加工难度最大，但其换热效率也最高，结构也最紧凑。

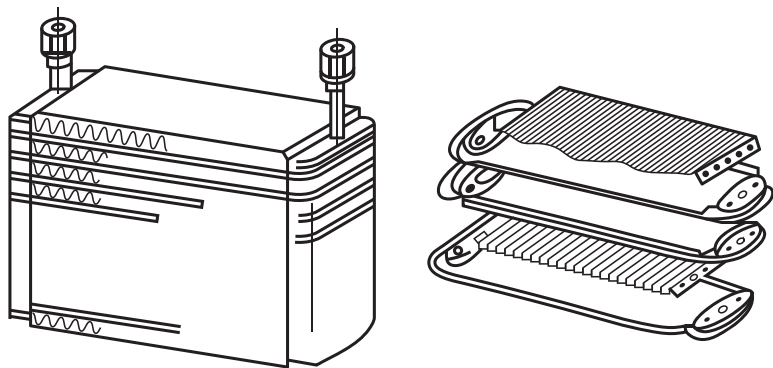


图 2-3-4 管片式蒸发器

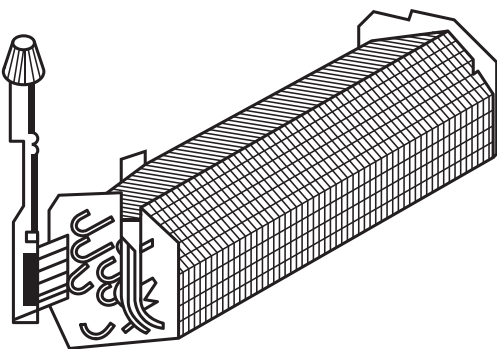


图 2-3-5 管带式蒸发器

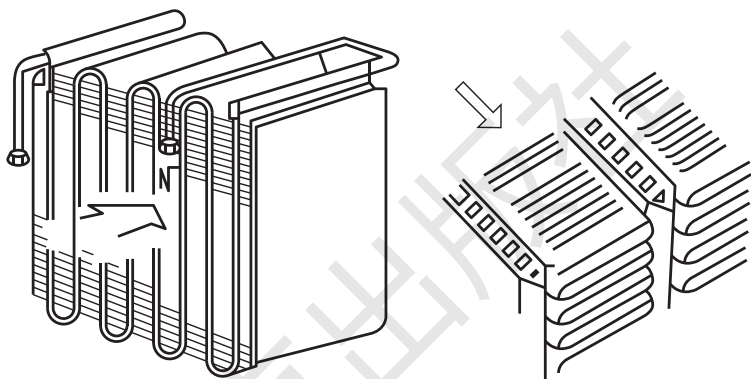


图 2-3-6 层叠式蒸发器

4. 膨胀阀

膨胀阀也称节流阀，它是一种感压和感温阀，是汽车空调制冷系统中的一个主要部件。目前膨胀阀主要有内平衡热力膨胀阀、外平衡热力膨胀阀、H 型膨胀阀、膨胀节流管（孔管）四种结构形式。

（1）内平衡热力膨胀阀（图 2-3-7）

内平衡热力膨胀阀对来自储液干燥器的高压液态制冷剂节流降压，即将液态高压制冷剂从制汽剂出口喷出，急剧膨胀，变成低压雾状体，以便吸热汽化。此外，它还调节和控制进入蒸发器中的液态制冷剂量，使之适应制冷负荷的变化，同时防止压缩机发生液击现象和蒸发器出口蒸气异常过热。利用装在蒸发器出口处的感温包来感知制冷剂蒸气的过热度，由此来调节膨胀阀开度的大小，从而控制进入蒸发器的液态制冷剂流量。感温包和蒸发器出口管接触，蒸发器出口温度降低时，感温包、毛细管和膜片腔内的液体体积收缩，压力降低，阀口将闭合，限制制冷剂进入蒸发器；相反阀口开启，制冷剂流入蒸发器。

随着针阀开启，较多的制冷剂进入蒸发器，蒸发器内压力上升，回气温度降低，

膜片下侧压力增加，阀门关闭。由于膜片上下侧压力处于不平衡状态，因此阀口不断地开启和闭合，使制冷装置与负载相匹配。

感温包和蒸发器必须紧密接触，不能和大气相通。如果接触不良，感温包就不能正确地感应蒸发器出口的温度。如果密封不严，感应的温度是大气温度。所以，要用一种特殊的空调胶带捆扎和密封感温包。

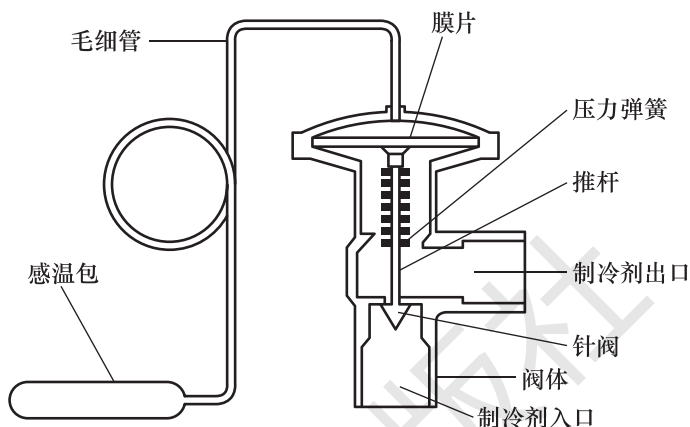


图 2-3-7 内平衡热力膨胀阀

(2) 外平衡热力膨胀阀

外平衡和内平衡热力膨胀阀的结构是大同小异的，内平衡式膜片下方的压力是蒸发器进口压力，而外平衡式膜片下方的压力是蒸发器出口压力。由于蒸发器内部会产生压力损失，蒸发器出口压力要小于进口压力。要达到同样的阀开度，外平衡式需要的过热度小些，蒸发器容积效率可以提高。大客车空调系统要选用外平衡热力膨胀阀。

(3) H 型膨胀阀

H 型膨胀阀因其内部通道形同“H”而得名。它取消了外平衡热力膨胀阀的外平衡管和感温包，直接与蒸发器进出口相连。它有四个接口通往空调系统，其中两个接口和普通膨胀阀一样，一个接干燥过滤器出口，一个接蒸发器入口。另外两个接口，一个接蒸发器出口，一个接压缩机进口。感温元件处在进入压缩机的制冷剂气流中。H 型膨胀阀具有结构紧凑、使用可靠、维修简单等优点，符合汽车空调的要求。

这种膨胀阀安装在蒸发器的进出管之间，感应温度不受环境影响，也无须通过毛细管而造成时间滞后，调节灵敏度较高。由于无感温包、毛细管和外平衡管，不会因汽车颠簸使充注系统断裂外漏以及感温包包扎松动而影响膨胀阀的正常工作。

(4) 膨胀节流管（孔管）

膨胀节流管是用于许多轿车制冷系统的一种固定孔口的节流装置。有人称它为孔管、固定孔管。膨胀节流管直接安装在冷凝器出口和蒸发器进口之间，用于将液态制冷剂节流降压。由于不能调节流量，液体制冷剂很可能流出蒸发器而进入压缩机，造成压缩机液击。所以，装有膨胀节流管的系统，必须同时在蒸发器出口和压缩机进口

之间，安装一个集液器，实行气液分离，避免压缩机发生液击。

膨胀节流管是一根细铜管，装在一根塑料套管内。在塑料套管外环形槽内，装有密封圈。有的还有两个外环形槽，每槽各装一个密封圈。把塑料套管连同膨胀节流管都插入蒸发器进口管中，密封圈就是密封塑料套管外径和蒸发器进口管内径间的配合间隙用的。膨胀节流管两端都装有滤网，以防止系统堵塞。安装使用后，系统内的污染物集聚在密封圈后面，使堵塞情况更加恶化。就是这种系统内的污染物，堵塞了孔管及其滤网。膨胀节流管不能维修，坏了只能更换。

由于膨胀节流管没有运动部件，结构简单、可靠性高，同时节省能耗，很多高级轿车都采用这种方式。其缺点是制冷剂流量不能根据工况变化进行调节。

三、空调制冷系统的工作原理

汽车空调所采用的蒸气压缩式制冷是利用液态制冷剂汽化，发生相变吸热来产生冷效应。低温低压液态制冷剂进入用来冷却车内空气的蒸发器，在定压下汽化。由于制冷剂汽化时的温度低于环境温度，因此能自动吸收空气中的热量，使空气温度下降，产生冷效应。制冷剂吸热汽化，由液体变成低温低压蒸气，然后被压缩机压缩变成高于环境温度的高温高压气体，进入冷凝器将热量释放给外界空气，从而冷凝成高压的液态制冷剂，最后经过节流阀，变为低温低压的液态制冷剂，再进入蒸发器汽化吸热，这样就完成了一个制冷循环。

制冷系统工作时，制冷剂以不同的形态在这个密封系统内循环流动，每一个循环有下述四个基本过程：

（1）压缩过程

压缩机吸入蒸发器出口处的低温低压的制冷剂气体，把它压缩成高温高压的气体排出压缩机。

（2）放热过程

高温高压的制冷剂气体进入冷凝器，制冷剂气体冷凝成液体，并放出大量的热。

（3）节流过程

温度和压力较高的制冷剂液体通过膨胀阀后体积变大，压力和温度急剧下降，以雾状排出膨胀装置。

（4）吸热过程

雾状制冷剂液体进入蒸发器蒸发成气体，在蒸发过程中大量吸收周围的热量，而后低温低压制冷剂蒸气又进入压缩机。

上述过程周而复始地进行下去，便可达到降低蒸发器周围空气温度的目的。

汽车空调系统的制冷循环流程如图 2-3-8 所示。

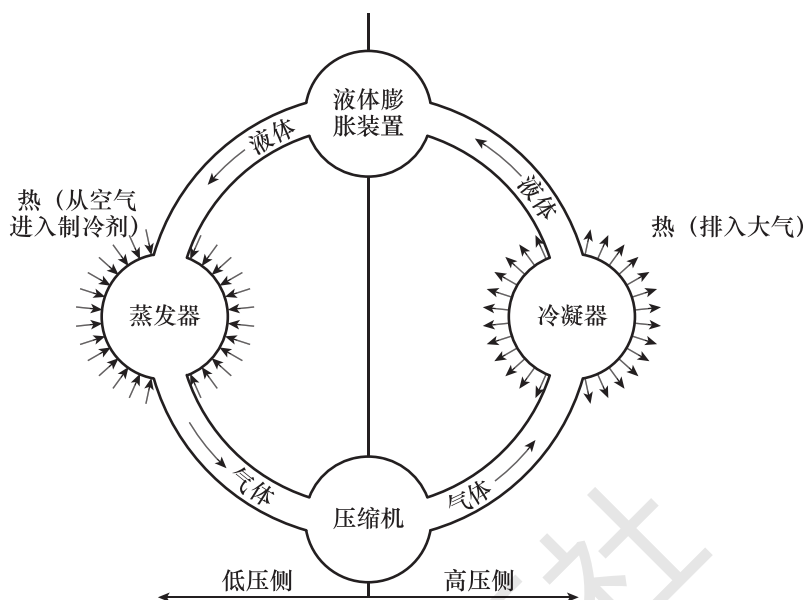


图 2-3-8 汽车空调系统的制冷循环流程

四、实践指导

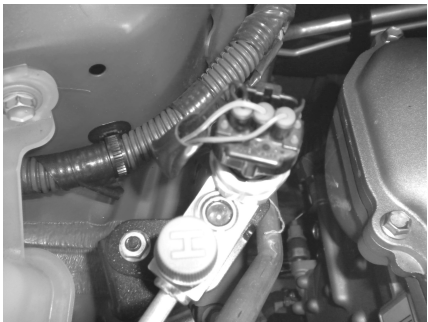
1. 工作场所
理实一体化教室。
2. 主要设备
教学车辆、成套组合工具车、多层零件车、轮胎架、工作台、垃圾桶、多媒体设备一套、白板、教学三脚架。
3. 辅助材料
翼子板布、前格栅布、三件套、抹布、手套、挂历白纸、白板笔、卡片纸若干、喷胶等。
4. 实践步骤
安全防护工作的操作步骤和注意事项，请参照本单元学习任务一进行。

(1) 起动发动机	
	技术要求： ①发动机起动前，要再次确认挡杆置于 P 挡，拉起驻车制动器。 ②起动发动机。 注意事项： 起动发动机前一定要大声提醒周围人注意，并确认发动机舱处无人在做其他操作

续表

(2) 检查空调暖风系统	
	技术要求： 将温度调节旋转到红色区域。 注意事项： 勿将空调“A/C”开关打开
(3) 检查空调制冷系统	
	技术要求： ①将风量开关打开。 ②将“A/C”开关打开。 ③将温度旋转到蓝色区域。 注意事项： 如果发现没有制冷效果应立即关掉空调，熄灭发动机进行检查
(4) 检查鼓风机风量	
	技术要求： 打开鼓风机，一、二、三、四挡依次检查。 注意事项： 旋钮旋转时用力不要过大，以免损坏开关
(5) 检查风向开关	
	技术要求： 每个挡位依次检查。 注意事项： 旋钮旋转时用力不要过大，以免损坏开关

续表

(6) 检查制冷剂量	
	技术要求： 检查观察室里的气泡，若有少许气泡则制冷剂正常，若气泡较多则制冷剂量不够。 注意事项： 若检查不仔细，则观察不到气泡
(7) 熄灭发动机	
	技术要求： 将点火钥匙旋到“OFF”挡，熄灭发动机。 注意事项： ①钥匙不要拧错方向，应顺时针旋转。 ②取出钥匙的时候应先往里摁再拔出

学习任务四 蓄电池的使用与维护

一、 蓄电池的功用

蓄电池的功用有：

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

二、 对蓄电池的要求

起动发动机时，蓄电池在 5~10 s 内，要连续向起动系统供给强大电流（汽油机

200~600 A，柴油机 800~1 000 A)，因此对蓄电池的要求是容量大、内阻小、有足够的起动能力。

三、蓄电池的结构与型号

蓄电池由 3 只或 6 只单格电池串联而成，每只单格电池电压约为 2 V，串联成 6 V 或 12 V 以供汽车选用。蓄电池主要由极板、隔板、电解液和外壳组成，其结构如图 2-4-1 所示。

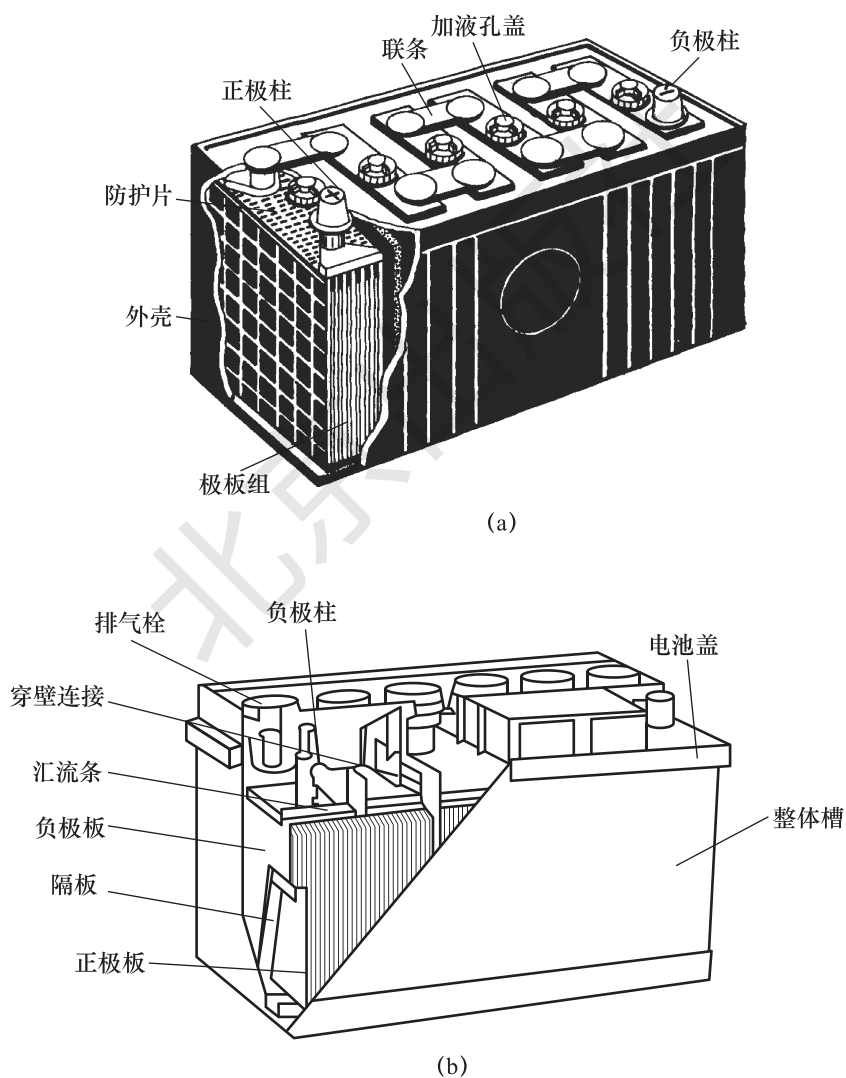


图 2-4-1 蓄电池的结构

1. 极板

极板是蓄电池的核心部分，它分为正极板和负极板。正极板上的活性物质是深棕色二氧化铅（ PbO_2 ），负极板上的活性物质是青灰色海绵状纯铅（ Pb ）。蓄电池充放电过程中，电能和化学能的相互转换，是依靠极板上的活性物质和电解液中硫酸的化学反应来实现的。

极板由栅架和活性物质组成，活性物质填充在铅锑合金的栅架上，如图 2-4-2 所示。

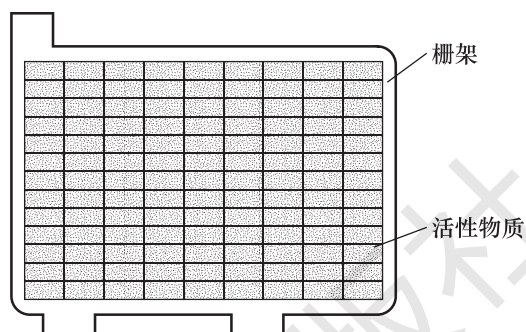


图 2-4-2 蓄电池极板

由于单片极板上的活性物质数量少，所存储的电量少，为了增大蓄电池的容量，通常将多片正、负极板分别并联，并用横板焊接，组成正、负极板组，如图 2-4-3 所示。

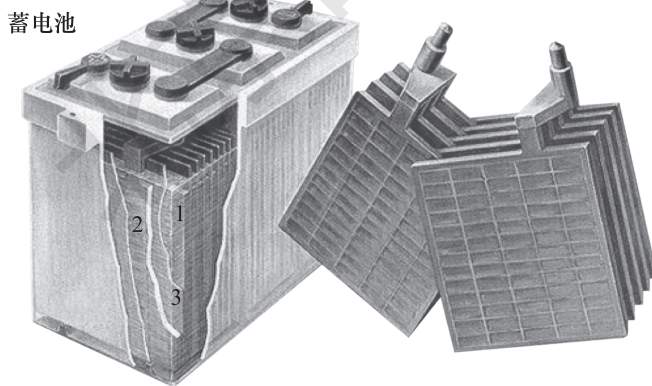


图 2-4-3 正负极板组

1—正极板塞充深棕色二氧化铅；2—负极板塞充海绵状纯铅；3—电解液是稀硫酸

注意：因为正极板的强度较低，所以在单格电池中，负极板总比正极板多一片。每一片正极板都处于两片负极板之间，以保持其放电均匀，防止变形。

2. 隔板

隔板插放在正、负极板之间，以防止正、负极板互相接触造成短路。隔板应耐酸并具有多孔性，以利于电解液的渗透。常用的隔板材料有木质、微孔橡胶和微孔塑料等。其中，木质隔板耐酸性较差，微孔橡胶隔板性能最好但成本较高，微孔塑料隔板

孔径小、孔率高、成本低，因此被广泛采用。

3. 电解液

电解液在蓄电池中，起到离子间导电的作用，并参与蓄电池的化学反应。电解液由纯硫酸（ H_2SO_4 ）与蒸馏水按一定比例配制而成，其密度在充足电的情况下为 $1.24\sim 1.30\text{ g/cm}^3$ 。使用过程中其密度应根据地区、气候条件和制造厂的要求而定，详见表 2-4-1。

表 2-4-1 不同地区和气候条件下电解液的密度 单位： g/cm^3

气候条件	完全充足电的蓄电池在 25℃ 时的电解液密度	
	冬季	夏季
冬季温度低于 -40℃ 的地区	1.30	1.26
冬季温度在 $-40\sim -30\text{℃}$ 的地区	1.28	1.24
冬季温度在 $-30\sim -20\text{℃}$ 的地区	1.27	1.24
冬季温度在 $-20\sim 0\text{℃}$ 的地区	1.26	1.23
冬季温度在 0℃ 以上的地区	1.23	1.23

在现代汽车维修实践中，电解液一般由蓄电池生产厂家直接随蓄电池供给，汽车维修过程中极少自行配制。

4. 壳体

壳体用于盛放电解液和极板组，应该耐酸、耐热、耐震。壳体多采用硬橡胶或聚丙烯塑料制成，为整体式结构，底部有凸起的肋条以搁置极板组。壳内由间壁分成 3 个或 6 个互不相通的单格，各单格之间用铅质联条串联起来，如图 2-4-4 所示。壳体上部使用相同材料的电池盖密封，电池盖上设有对应于每个单格电池的加液孔（图 2-4-5），用于添加蒸馏水，以及测量电解液密度、温度和液面高度。加液孔盖上的通风孔可使蓄电池化学反应中产生的气体顺利排出。

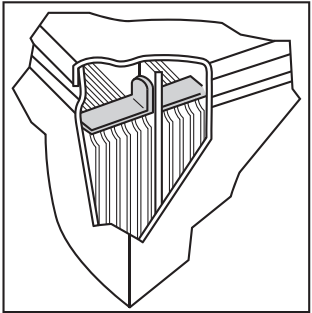


图 2-4-4 联条

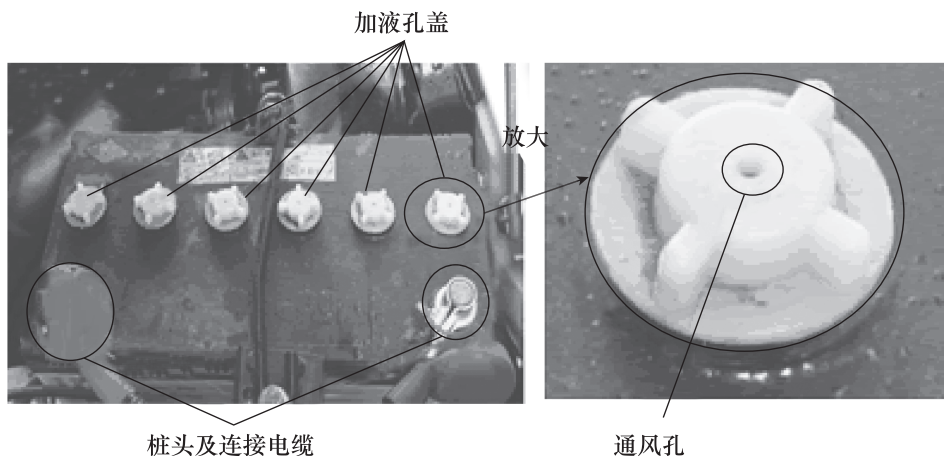


图 2-4-5 蓄电池加液孔

四、蓄电池的工作原理

1. 电动势的建立

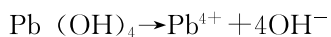
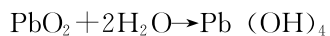
将铅蓄电池的正、负极板浸入电解液中，正、负极板与电解液相互作用，在正、负极板间会产生约 2.1 V 的静止电动势。其反应过程如图 2-4-6 所示。

负极板：铅溶于电解液中，失电子生成 Pb^{2+} 。



电子留在负极板上，和 Pb^{2+} 吸引，使负极板具有负电位，为 -0.1 V 。

正极板： PbO_2 溶于电解液。



OH^- 留在电解液中， Pb^{4+} 沉附在正极板表面，使正极板有 $+2.0 \text{ V}$ 。

在外电路未接通，反应达到动态平衡时，静止电动势

$$E = 2.0 \text{ V} - (-0.1 \text{ V}) = 2.1 \text{ V}$$

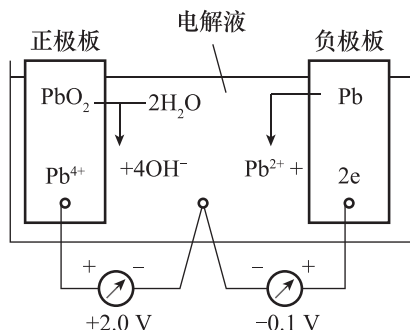


图 2-4-6 蓄电池电动势的建立

2. 放电过程

当铅蓄电池的正、负极板浸入电解液中时，在正、负极板间就会产生约 2.1 V 的静止电动势，此时若接入负载，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，这一过程称为放电。蓄电池的放电过程是化学能转化为电能的过程，其反应过程如图 2-4-7 所示。

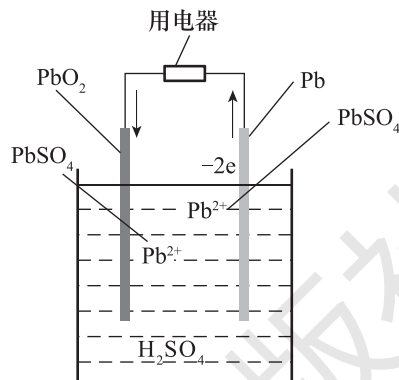


图 2-4-7 蓄电池放电过程

放电时，正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb ，都与电解液中的 H_2SO_4 反应生成硫酸铅 (PbSO_4)，沉附在正、负极板上。电解液中 H_2SO_4 不断减少，密度下降。

理论上，放电过程可以进行到极板上的活性物质被耗尽为止，但由于生成的 PbSO_4 沉附于极板表面，阻碍了电解液向活性物质内层渗透，使得内层活性物质因缺少电解液而不能参加反应，因此在使用中被称为放完电，蓄电池的活性物质利用率只有 20%~30%。因此，采用薄型极板，增加极板的多孔性，可以提高活性物质的利用率，增大蓄电池的容量。

蓄电池放电终了的特征是

- (1) 单格电池电压降到放电终止电压。
- (2) 电解液密度降到最小许可值。

放电终止电压与放电电流的大小有关。放电电流越大，允许的放电时间就越短，放电终止电压就越低，如表 2-4-2 所示。

表 2-4-2 蓄电池放电电流与放电终止电压的关系

放电电流/A	$0.05C_{20}$	$0.1C_{20}$	$0.25C_{20}$	C_{20}	$3C_{20}$
放电时间	20 h	10 h	3 h	25 min	5 min
单格电池终止电压/V	1.75	1.70	1.65	1.55	1.50

3. 充电过程

充电时，蓄电池的正、负极分别与直流电源的正、负极相连，当充电电源的端电

压高于蓄电池的电动势时,在电场的作用下,电流从蓄电池的正极流入,负极流出,这一过程称为充电。蓄电池充电过程是电能转化为化学能的过程,其反应过程如图2-4-8所示。

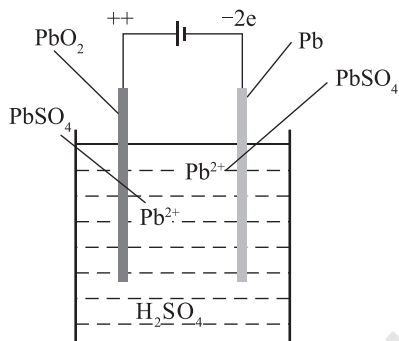


图 2-4-8 蓄电池充电过程

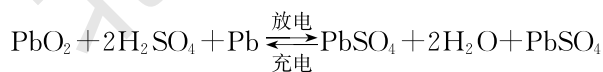
充电时,正、负极板上的 PbSO_4 还原成 PbO_2 和 Pb ,电解液中的 H_2SO_4 增多,密度上升。

当充电接近终了时, PbSO_4 已基本还原成 PbO_2 和 Pb ,这时,过剩的充电电流将电解水,使正极板附近产生 O_2 从电解液中逸出,负极板附近产生 H_2 从电解液中逸出,电解液液面高度降低。因此,铅蓄电池需要定期补充蒸馏水。

蓄电池充足电的标志是

- (1) 电解液中有大量气泡冒出,呈沸腾状态。
- (2) 电解液的密度和蓄电池的端电压上升到规定值,并且在 2~3 h 内保持不变。

综上所述,蓄电池的充放电过程中的化学反应是可逆的,总的反应式如下:



正极板 电解液 负极板 正极板 电解液 负极板

五、蓄电池的正确使用

1. 三抓

(1) 抓及时、正确充电

- ① 放完电的电池 24 h 内进行补充充电。
- ② 装车使用电池应定期补充充电,放电程度:冬季不超过 25%,夏季不超过 50%。
- ③ 带电解液存放的蓄电池应定期补充充电。

(2) 抓正确使用操作

- ① 每次起动时间不超过 5 s,起动间隔时间为 15 s,最多连续起动 3 次。

②车上蓄电池应固定牢靠，安装搬运时应轻搬轻放。

(3) 抓清洁保养

- ①保持蓄电池表面清洁。
- ②及时清除蓄电池表面的酸液。
- ③经常疏通通气孔。

2. 五防

- (1) 防止过充和充电电流过大。
- (2) 防止过度放电。
- (3) 防止电解液液面过低。
- (4) 防止电解液密度过大。
- (5) 防止电解液内混入杂质。

六、蓄电池的储存

1. 新蓄电池的储存

未启用的新蓄电池，其加液孔盖上的通风孔均已封闭，不要捅破。保管蓄电池时应注意以下几点：

- (1) 存放室温 $5\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，干燥、清洁、通风。
- (2) 不要受阳光直射，离热源距离不小于 2 m 。
- (3) 避免与任何液体和有害气体接触。
- (4) 不得倒置或卧放，不得叠放，不得承受重压。
- (5) 新蓄电池的存放时间不得超过 2 年。

2. 暂时不用的蓄电池的储存

采用湿储存方法，即先充足电，再把电解液密度调至 $1.24\sim 1.30\text{ g/cm}^3$ ，液面调至规定高度，然后将通气孔密封。存放期不得超过半年，存放期间应定期检查，如容量降低 25%，应立即补充充电，交付使用前也应先充足电。

七、实践指导

1. 工作场所

理实一体化教室。

2. 主要设备

教学车辆、成套组合工具车、多层零件车、轮胎架、工作台、垃圾桶、多媒体设备一套、白板、教学三脚架。

3. 辅助材料

电解液密度计、汽车专用万用表、翼子板布、前格栅布、三件套、抹布、手套、挂历白纸、白板笔、卡片纸若干、喷胶等。

4. 实践步骤

安全防护工作的操作步骤和注意事项，请参照本单元学习任务一进行。

(1) 检查蓄电池端子导线是否松动	
	技术要求： 如果蓄电池端子导线有松动现象，应进行紧固处理。 注意事项： 紧固正极极柱时，扳手严禁与车身金属相碰
(2) 检查蓄电池桩头是否被腐蚀	
	技术要求： 如果蓄电池桩头有氧化物或者被腐蚀，应进行清理
(3) 检查蓄电池盒	
	技术要求： 检查蓄电池盒是否损坏；检查蓄电池盒是否有裂纹或者渗漏现象，如有则更换。 注意事项： 小心渗漏的电解液与皮肤接触，一旦接触要用大量清水冲洗

续表

(4) 检查蓄电池通风孔塞	
	技术要求: 检查通风孔塞是否损坏, 通风孔塞上的孔是否被堵塞
(5) 检测蓄电池端电压	
	技术要求: 测量时将放电叉的两触针紧压在蓄电池的正负极柱上, 观察指针所指的位置。 注意事项: 使用该仪器检查蓄电池的放电程度时, 测量的时间不能超过 3 s
(6) 测量蓄电池的开路电压	
	技术要求: ①将万用表置于直流适当挡位, 万用表的正表笔接蓄电池的正极端, 负表笔接负极端。 ②读出指示电压值, 12 V 为正常值。 注意事项: 万用表挡位和量程应选择正确
(7) 取出电解液	
	技术要求: ①清洗吸管。 ②吸出少量电解液。 ③将电解液滴在电解液密度检测仪的测试板上, 盖上电解液密度检测仪的盖板。 注意事项: 防止电解液黏附皮肤或溅入眼睛, 如有, 应立刻用大量清水清洗并及时就医

续表

(8) 测量电解液密度（单格）	
	技术要求： ①双手将电解液密度检测仪端平，对着光线良好的地方，用眼睛察看蓄电池电解液的密度。 ②清洁吸管。 ③安装好电解液加注口盖。 注意事项： 不要忘记将电解液加注口盖盖上
(9) 5S 工作	
	技术要求： ①对工具和设备进行清洁处理，并放回原位。 ②整理场地。 ③清扫场地。 注意事项： 不要用潮湿的抹布清洁电器开关、按钮等

学习任务五 交流发电机的使用与维护

一、交流发电机的功用

发电机是汽车的主要电源，其功用是在发动机正常运转时（怠速以上），向所有用电设备（起动机除外）供电，同时向蓄电池充电，如图 2-5-1 所示。

汽车上的交流发电机是一个三相同步交流发电机，它利用硅二极管将其定子绕组中所感应出的三相交流电整流为直流电。由于是用硅二极管整流，也称为硅整流发电机。其优点如下：

- （1）单机功率大，体积小，质量轻，节省材料。
- （2）由于传动比高，又采用他激方式建立电动势，所以低速充电性能好，即低速运转时，就可向蓄电池充电。
- （3）结构简单，故障少，寿命长，维修方便。
- （4）交流发电机的电枢绕组，是一个很大的电抗，有限制最大电流的作用；硅整

流二极管的单向导电性，保证了蓄电池不会通过发电机放电。所以，它配用的调节器的结构简单，仅有电压调节器。电压调节器可以是机械式调节器，或者是晶体管式调节器，也可使用装在发电机内部的集成电路调节器。

(5) 因无换向器，故对无线通信设备的干扰小。

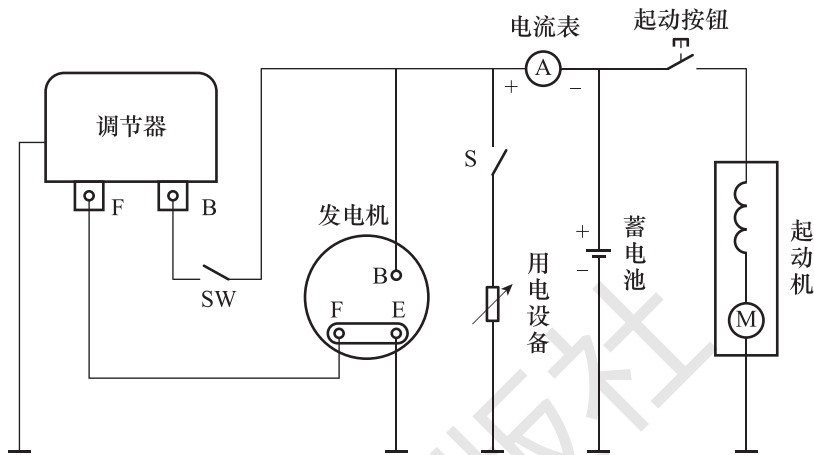


图 2-5-1 充电系统

二、交流发电机的分类

1. 按总体结构分类

(1) 普通交流发电机（使用时需要配装电压调节器的发电机），例如 JF132 型发电机（EQ140 用）。

(2) 整体式交流发电机（发电机和调节器制成一个整体的发电机），例如，别克轿车的发动机上装配的是 CS 型发电机（包括 CS—121、CS—130 和 CS—144 三种不同的型号），如图 2-5-2 所示。



图 2-5-2 整体式交流发电机

(3) 带泵交流发电机（和汽车制动系统用真空助力泵安装在一起的发电机），例如

JFZB292 型发电机，如图 2-5-3 所示。



图 2-5-3 带泵交流发电机

(4) 无刷交流发电机（不需要电刷的发电机），例如 JFW1913 型发电机，如图 2-5-4 所示。

(5) 永磁交流发电机（磁极为永磁铁制成的发电机）。

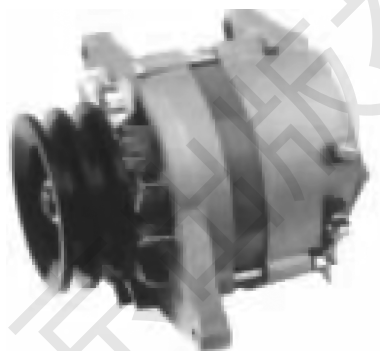


图 2-5-4 无刷交流发电机

2. 按整流器结构分类

- (1) 六管交流发电机。
- (2) 八管交流发电机。
- (3) 九管交流发电机。
- (4) 十一管交流发电机。

3. 按磁场绕组搭铁形式分类

(1) 内搭铁型交流发电机：磁场绕组的一端（负极）直接搭铁（和壳体相连），如图 2-5-5（a）所示。

(2) 外搭铁型交流发电机：磁场绕组的一端（负极）接入调节器，通过调节器后再搭铁，如图 2-5-5（b）所示。

三、交流发电机的电压调节器

交流发电机必须配装电压调节器才能工作，电压调节器对发电机的输出电压进行控制，使其保持基本恒定，以满足汽车用电器的需求。

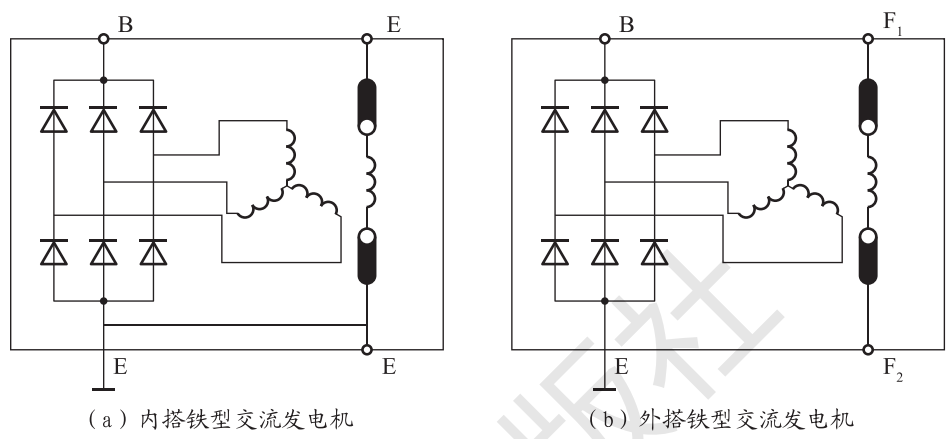


图 2-5-5 交流发电机的搭铁形式

四、交流发电机的结构

目前国内外生产的汽车用交流发电机的结构基本相同，都是由一台三相同步交流发电机和一套二极管桥式整流器组成的，其结构如图 2-5-6 所示。

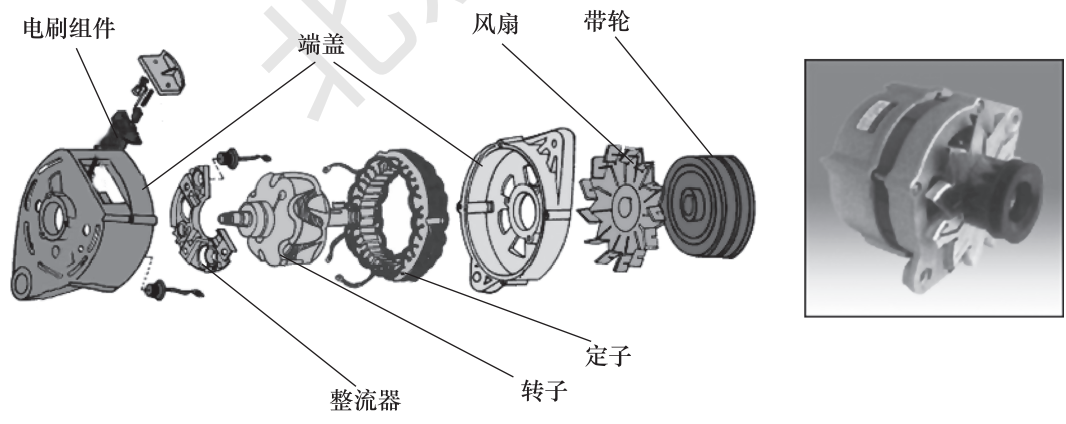


图 2-5-6 JF132 型交流发电机解体图

交流发电机一般由定子、转子、整流器、前后端盖、电刷组件、风扇、带轮等组成。下面分别介绍各部分的作用。

(1) 定子

定子的作用是产生交流电。定子安装在转子的外面，和发电机的前后端盖固定在一起，转子在其内部转动时，引起定子绕组中磁通的变化，定子绕组中就产生交变的

感应电动势。

定子由定子铁芯和定子绕组（线圈）组成，如图 2-5-7 所示。定子铁芯由内圈带槽、互相绝缘的硅钢片叠成。定子绕组有三组线圈，对称地嵌放在定子铁芯的槽中。三相绕组的连接有星形接法和三角形接法两种，如图 2-5-8 所示，都能产生三相交流电。

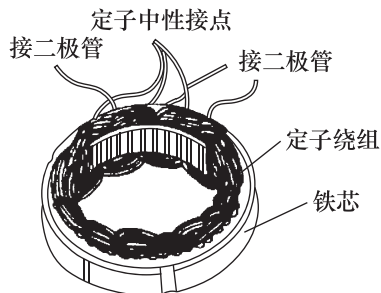


图 2-5-7 交流发电机定子总成图

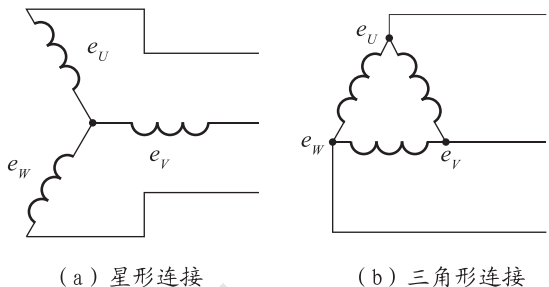


图 2-5-8 交流发电机三相绕组的连接方式

(2) 转子

转子的功用是产生旋转的磁场。转子由爪极、磁轭、励磁绕组、滑环、转子轴等组成，如图 2-5-9、图 2-5-10 所示。

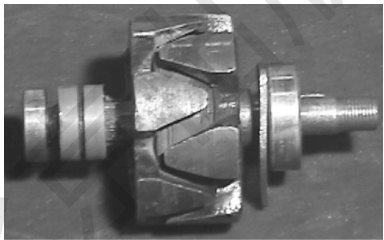


图 2-5-9 交流发电机转子总成

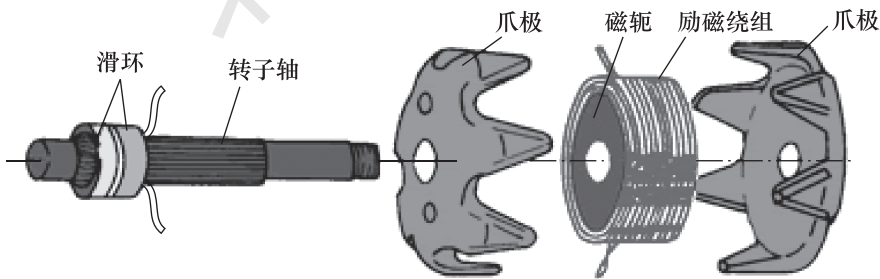


图 2-5-10 交流发电机转子分解图

转子轴上压装着两块爪极，爪极被加工成鸟嘴形状，爪极空腔内装有励磁绕组和磁轭。滑环由两个彼此绝缘的铜环组成，压装在转子轴上并与轴绝缘，两个滑环分别与励磁绕组的两端相连。

当给两滑环通入直流电时，励磁绕组中就有电流通过，并产生轴向磁通，使爪极一块被磁化为 N 极，另一块被磁化为 S 极，从而形成六对（或八对）相互交错的磁极。当转子转动时，就形成了旋转的磁场。

(3) 整流器

整流器的功用是将定子绕组的三相交流电变为直流电。整流器由整流板和整流二极管组成。6 管交流发电机的整流器是由 6 只硅整流二极管分别压装（或焊装）在相互绝缘的两块板上组成的，其中一块为正极板（带有输出端螺栓），另一块为负极板，负极板和发电机外壳直接相连（搭铁），也可以将发电机的后盖直接作为负极板。

(4) 前后端盖及电刷组件

端盖一般分两部分（前端盖和后端盖），起支撑转子、定子、整流器和电刷组件的作用。端盖一般用铝合金铸造，一是可有效地防止漏磁，二是铝合金散热性能好。后端盖上装有电刷组件。

电刷组件由电刷、电刷架和电刷弹簧组成，如图 2-5-11 所示。

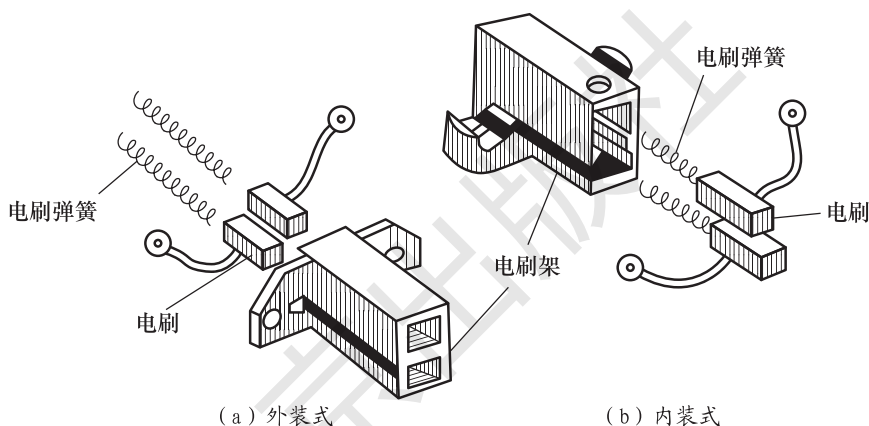


图 2-5-11 电刷组件

电刷的作用是将电源通过滑环引入励磁绕组。两个电刷分别装在电刷架的孔内，借助弹簧压力与滑环保持接触。电刷和滑环的接触应良好，否则会因为磁场电流过小，导致发电机发电不足。

(5) 带轮及风扇

交流发电机的前端装有带轮和风扇，由发动机通过传动带驱动发电机的转子轴和风扇一起旋转。

发电机工作时，定子绕组和励磁绕组中都会有热量产生，温度过高会烧坏导线的绝缘，导致发电机不能正常工作，所以必须为发电机散热。为了提高散热能力，有的发电机装有两个风扇（前后各一个），如丰田轿车的发电机。

五、交流发电机的工作原理

1. 交流发电机的发电原理

如图 2-5-12 所示，发电机定子的三相绕组按一定规律分布在发电机的定子槽中，

内部有一个转子，转子上安装着爪极和励磁绕组。

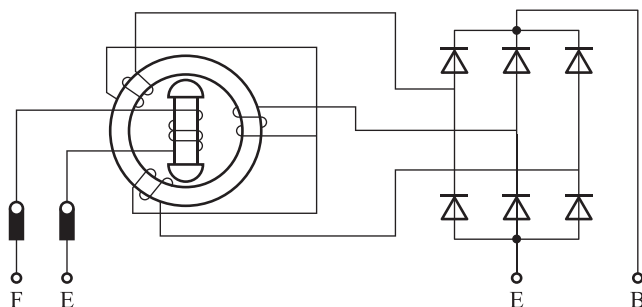


图 2-5-12 交流发电机的发电原理示意图

由交流发电机的结构特点可知，当点火开关闭通时，磁场绕组中就有电流流过，流经磁场绕组的电流称为磁场电流。由右手定则可知，磁场电流在转子铁芯中就会产生轴向磁通，磁力线穿过的路径称为导磁回路或磁路，如图 2-5-13 中箭头方向所示，其磁路为铁芯→N 极→转子与定子间的气隙→定子→定子与转子间的气隙→S 极→铁芯。转子磁极制作成鸟嘴形，可使定子绕组感应产生的交流电动势近似于正弦曲线波形。由导磁回路可见，在设计交流发电机时，必须保证转子相邻异性磁极间的气隙大于转子与定子间的气隙，以使磁力线穿过定子铁芯，这样，定子绕组才能切割磁力线产生感应电动势。

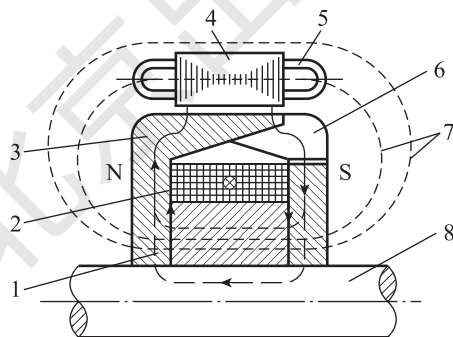


图 2-5-13 交流发电机的磁路

1—铁芯；2—磁场绕组；3、6—爪极；4—定子铁芯；
5—三相绕组；7—漏磁；8—转子轴

发电机的工作原理是电磁感应。导体不断切割磁力线而产生电动势，既可使线圈在磁场中转动，线圈的工作边不断切割定子磁场的磁力线而发电，也可使磁场旋转，磁力线不断切割固定在定子中的线圈，同样也能发电。交流发电机就是使通电线圈所产生的磁场在发电机中旋转，使其磁力线切割定子线圈，在线圈内产生交变电动势而发电的，如图 2-5-14 所示。

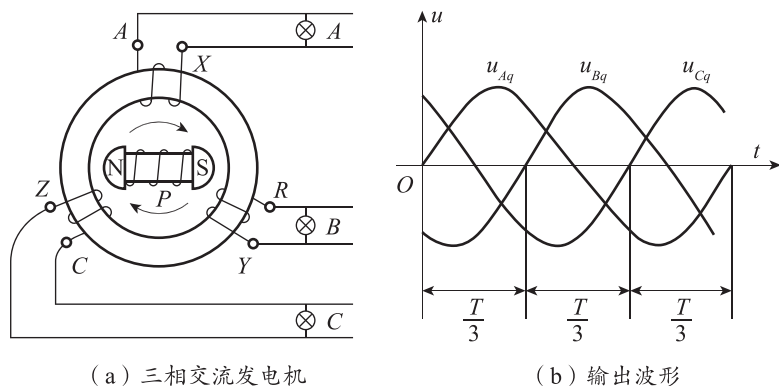


图 2-5-14 三相交流发电机的工作原理

转子不停地旋转，感应电动势的大小和方向随时间做周期性变化，产生交变电动势和交变电流。由于磁场的磁感应强度近似于正弦分布，故交流发电机的电动势也按正弦规律变化。这就是所谓正弦交流电，是一般交流电的最常见波形。

汽车实际使用的是三相同步交流发电机，即转子的转速与磁场的转速相同的三相发电机。这种发电机结构紧凑，功能完善，运行效率高，在汽车上得到广泛应用。

2. 交流发电机的励磁

除了永磁式交流发电机不需要励磁以外，其他形式的交流发电机都需要励磁，因为它们的磁场都是电磁场，必须给励磁绕组通电才会有磁场产生而发电，否则发电机不能发电。

将电流引入到励磁绕组使之产生磁场称为励磁。交流发电机励磁的方式有他励和自励两种。

(1) 他励

在发电机转速较低时（发动机未达到怠速转速），自身不能发电，需要蓄电池供给发电机励磁绕组电流，使励磁绕组产生磁场来发电。这种由蓄电池供给磁场电流发电的方式称为他励发电。

(2) 自励

随着转速的提高（一般在发动机达到怠速时），发电机定子绕组的电动势逐渐升高并能使整流器二极管导通，当发电机的输出电压 U_B 大于蓄电池电压时，发电机就能对外供电了。当发电机能对外供电时，就可以把自身发的电供给励磁绕组，这种自身供给磁场电流发电的方式称为自励发电。

总结：交流发电机励磁过程是先他励后自励。当发动机达到正常怠速转速时，发电机的输出电压一般高出蓄电池电压 $1 \sim 2 \text{ V}$ ，以便对蓄电池充电，此时，由发电机自励发电。

不同汽车的励磁电路不相同，但有一个共同特点：励磁电路都必须由点火开关控制。

六、实践指导

1. 工作场所

理实一体化教室。

2. 主要设备

教学车辆、交流发电机、交流发电机性能检测仪、成套组合工具车、多层零件车、轮胎架、工作台、垃圾桶、多媒体设备一套、白板、教学三脚架。

3. 辅助材料

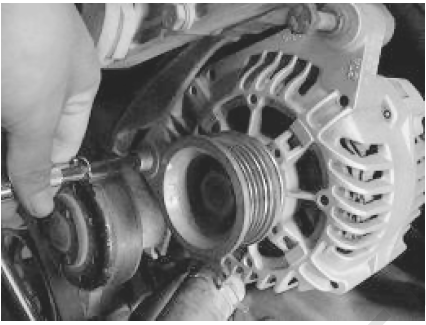
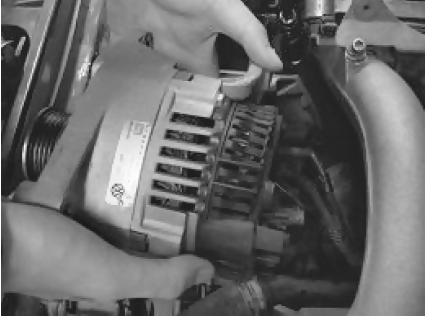
翼子板布、前格栅布、三件套、抹布、手套、挂历白纸、白板笔、卡片纸若干、喷胶等。

4. 实践步骤

安全防护工作的操作步骤和注意事项请参照本单元学习任务一。

(1) 脱开蓄电池负极	
	技术要求： 用扳手拧松蓄电池固定螺栓，取下蓄电池负极。 注意事项： 断开蓄电池负极电缆之前，对 ECU 等元件内保存的信息做一个记录
(2) 旋松张紧轮	
	技术要求： 用相应型号的开口扳手及销钉把张紧轮固定在松弛的状态。 注意事项： 销钉应固定牢固，否则容易弹出伤人

续表

(3) 取下驱动皮带	
	技术要求： 皮带应先从导轮处取下
(4) 拆卸交流发电机固定螺栓	
	技术要求： 用相应工具拧下交流发电机固定螺栓。 注意事项： ①拆卸螺栓时，应先把所有螺栓拧松，然后再拆卸，避免力矩集中在某一螺栓上，损坏螺栓。 ②拆卸最后一个螺栓时，必须用手扶住交流发电机，以免发电机掉落
(5) 脱开交流发电机电缆	
	技术要求： ①轻轻将交流发电机移出至开阔处。 ②拆下交流发电机电缆固定螺栓。 ③取下交流发电机连接电缆。 注意事项： 取发电机电缆切勿用力拉扯，防止导线损坏
(6) 取下交流发电机	
	技术要求： 取出交流发电机时应拿稳，防止掉落

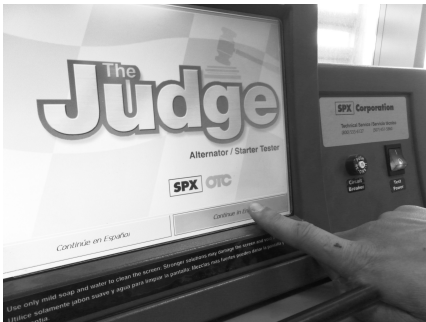
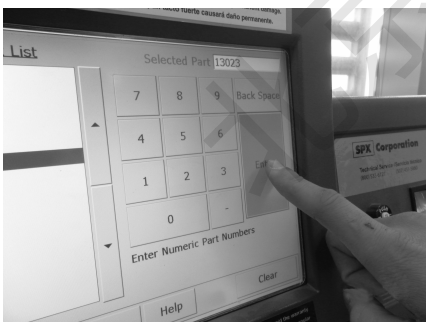
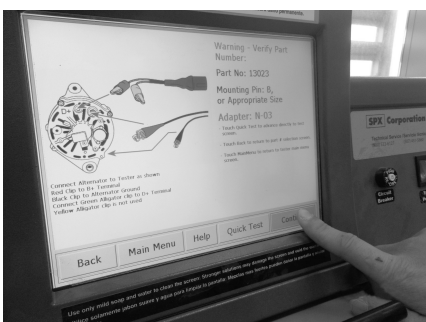
续表

(7) 安装 110 V 电源转换器插头	
	技术要求： ①牢固安装 110 V 电源转换器插头，插上 220 V 电源插头。 ②打开 110 V 电源转换器开关。 注意事项： 插上电源时，保证人不接触电源
(8) 打开发电机检测仪开关	
	技术要求： 打开发电机检测仪开关。 注意事项： 注意打开开关时的先后顺序
(9) 打开测试开关	
	技术要求： 检查测试开关指示灯亮不亮。 注意事项： 保证测试开关正常开启，并注意先后顺序
(10) 选择螺栓	
	技术要求： 选择合适的螺栓，将发电机固定在支架上。 注意事项： 注意选择匹配的螺栓，以免发电机转动时晃动

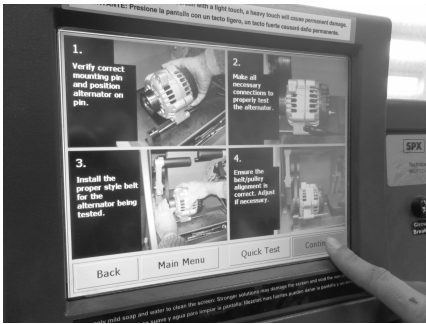
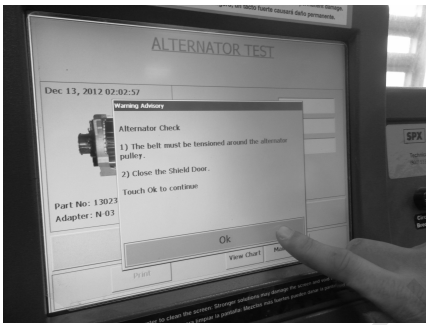
续表

(11) 安装发电机	
	技术要求： 安装时水平插入螺栓，使发电机可靠地放在底座上。 注意事项： 在安装时，注意发电机的摆放位置，以免在安装皮带轮时方向错乱
(12) 安装皮带	
	技术要求： 查看带轮的安装位置，固定住带轮，使其在一个平面上，安装时向前推动张紧装置。 注意事项： 检查时要轻轻转动皮带轮，不要用力过猛
(13) 选择连接线	
	技术要求： 在选择时，要选择匹配的连接线。 注意事项： 保证选择的连接线与所测试的发电机是对应的，避免安装后不能测试
(14) 连接插头	
	技术要求： ①红色线连入发电机+B端子。 ②绿色线连入发电机+D端子。 ③黑色线接在壳体上搭铁。 注意事项： 在安装时，应确保连接线可靠插入，避免安装不牢固，导致在检测时脱落

续表

(15) 选择语言类型 	技术要求： 选择操作语言类型。 注意事项： 点击时要小心触碰
(16) 选择 Test Alternator (发电机测试) 	技术要求： ①选择发电机测试系统。 ②选择 NEW UNIT (新单元)。 ③选择 OTC Part (OTC 配件号)。 ④选择 OTC 零件号：通用型号 13023。 注意事项： 不要错按，以免进入不匹配的系统中
(17) 点击“Enter”(进入) 	技术要求： 选择型号后点击“Enter”进入
(18) 检查连线是否正确，按“Continue”(继续) 	技术要求： 检查连接线无误后，按继续，到下一步

续表

(19) 检查安装位置，按“Continue”（继续）	
	技术要求： 根据仪器上的显示，认真查看安装位置是否正确，确认无误后继续下一步
(20) 按“Ok”确定测试	
	技术要求： ①按“Ok”进行测试。 ②将测试仪护盖关闭。 ③点击开始测试按键。 注意事项： 在开始点击时应检查周围环境，确保安全操作
(21) 结果显示	
	技术要求： ①查看显示结果，点击数据显示进入下一步。 ②详细记录测试数据并学会分析

学习任务六 火花塞的使用与维护

一、火花塞的作用

火花塞的作用是将高压电引入燃烧室，产生电火花，点燃混合气。

二、对火花塞的要求

(1) 混合气燃烧时，火花塞下部将承受高压气体的冲击，要求火花塞必须有足够的机械强度。

(2) 火花塞承受着交变的高电压，要求它应有足够的绝缘强度，能承受 30 kV 高压。

(3) 混合气燃烧时，燃烧室内温度很高，可达 1 500~2 200 ℃，进气时又突然冷却至 50~60 ℃，因此要求火花塞不但耐高温，而且能承受温度剧变，不出现局部过冷或过热现象。

(4) 混合气的燃烧产物很复杂，含有多种活性物质，如臭氧、一氧化碳和氧化硫等，易使电极腐蚀。因此，要求火花塞要耐腐蚀。

(5) 火花塞的电极间隙影响击穿电压，所以要有合适的电极间隙。

(6) 火花塞安装位置要合适，以保证有合理的着火点。火花塞气密性应当好，以保证燃烧室不漏气。

三、火花塞的结构

火花塞主要由接触头、陶瓷绝缘体、中心电极、侧电极和壳体等部分组成，见图 2-6-1。

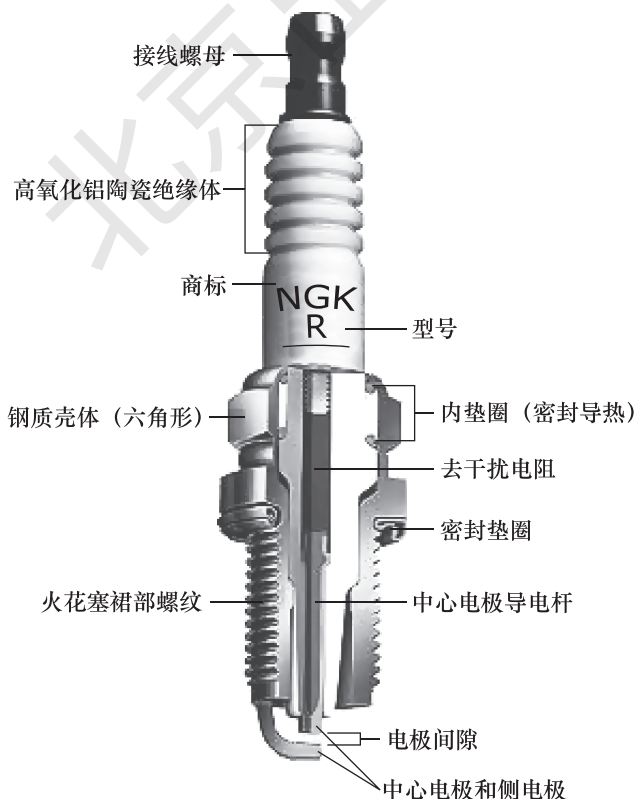


图 2-6-1 火花塞的结构

四、火花塞的热特性

在发动机正常运转的情况下，火花塞应该有一个正常的工作温度范围。一方面火花塞应充分受热，保持一定的温度，以便将沉积在绝缘体裙部、壳体与电极周围的油污或炭粒烧掉，此时的温度称“自净温度”或“下限温度”。例如，发动机在低功率或怠速工况下运行，绝缘体裙部温度低，混合气燃烧残渣沉积在绝缘体裙部表面，使绝缘性能降低，由此导致中心电极与壳体之间不同程度的导电，造成电流泄漏，使火花能量减小，甚至“失火”。要避免上述现象，绝缘体裙部温度必须高于 500 ℃（使用无铅汽油）。另一方面发动机在大功率下运转时，火花塞发火端温度随之上升，如果超过某一温度，将发生“炽热点火”，也称“早期点火”。此时混合气不是由火花塞的电火花定时强迫点燃，而是绝缘体或电极的局部过热使混合气自点火。这种非正式点火使发动机不能正常工作，严重时会产生爆燃，使火花塞和气缸遭到损坏。火花塞“炽热点火”温度约为 920 ℃，因此，火花塞绝缘体裙部的“上限温度”约为 850 ℃。

在某一种发动机运转的全工况中，若火花塞绝缘体裙部温度能保持在“自净温度”和“上限温度”之间，则火花塞对该发动机是适应的，超过此温度范围，火花塞将失去功能。这种性能称为火花塞的“热特性”。火花塞的适应温度范围称为“热范围”。

一般用热值来表示火花塞的“热特性”。热值的定性描述分为“冷型”和“热型”。数字越高，表明火花塞越冷。冷型和热型火花塞的特点及适用场合见表 2-6-1，其结构区别见图 2-6-2。

表 2-6-1 冷型和热型火花塞的特点及适用场合

火花塞类型	特点	适用场合
冷型	裙部较短，吸热少，散热容易，温度低	适用于大功率、高压缩比、高转速的发动机
热型	裙部较长，吸热多，散热难，温度高	适用于功率、压缩比和转速较低的发动机

五、火花塞的类型

火花塞的类型大体上有如图 2-6-3 所示的几种。

1. 标准型火花塞

标准型火花塞的绝缘体裙部略缩入壳体端面，侧电极在壳体端面以外，是使用最广泛的一种。

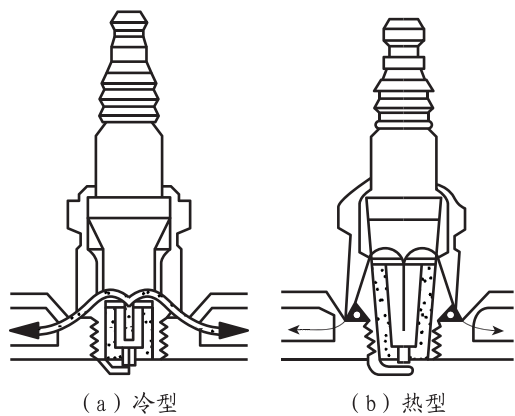


图 2-6-2 冷型和热型火花塞

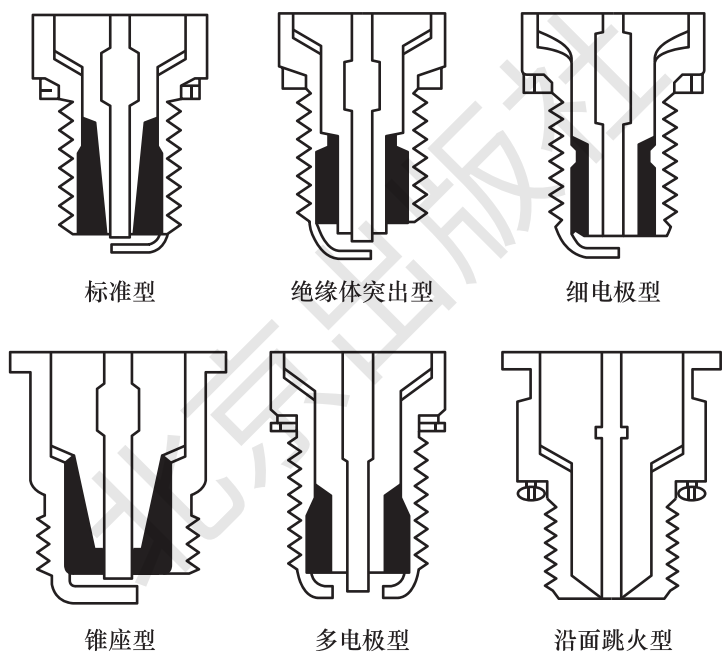


图 2-6-3 火花塞的类型

2. 绝缘体突出型火花塞

绝缘体突出型火花塞的绝缘体裙部较长，突出于壳体端面以外。它具有吸热量大、抗污能力好等优点，并且能直接受到进气的冷却而降低温度，不易引起炽热点火，故适应范围宽。

3. 细电极型火花塞

细电极型火花塞的电极很细，特点是火花强烈，点火能力好，在严寒季节也能保证发动机迅速可靠地起动，热范围较宽，能满足多种用途。

4. 锥座型火花塞

锥座型火花塞的壳体和旋入螺纹制成锥形，因此不用垫圈即可保持良好密封，从而缩小了火花塞体积，对发动机的设计更为有利。

5. 多电极型火花塞

多电极型火花塞的侧电极一般为两个或两个以上，优点是点火可靠，间隙不需经常调整，故在电极容易烧蚀和火花塞间隙不能经常调节的一些汽油机上常常采用。

6 沿面跳火型火花塞

沿面跳火型火花塞即沿面间工隙型，它是一种最冷型的火花塞，其中心电极与壳体端面之间的间隙是同心的。

六、火花塞间隙

传统点火系统的火花塞间隙一般为 $0.6 \sim 0.8 \text{ mm}$ ，现在微机控制点火系统的火花塞间隙一般为 $1.0 \sim 1.2 \text{ mm}$ ，如图 2-6-4 所示。火花塞的间隙可用厚薄规进行测量。

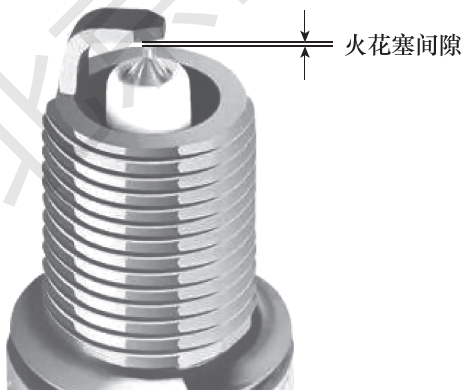


图 2-6-4 火花塞间隙

七、火花塞的使用

正常的火花塞应该表面干净，颜色为棕色或黄色、黄白色。火花塞表面发黑说明有积碳或油污，如图 2-6-5 所示，可能是由于混合气过浓、供电系统不良、空滤脏了、火花塞热值用错等造成的，需要清理或更换火花塞；火花塞表面有烧蚀斑点，如图 2-6-6 所示，颜色为白灰色，表明有问题。



图 2-6-5 火花塞的积碳



(a) 电极烧熔



(b) 电极熔断

图 2-6-6 火花塞的烧蚀

八、实践指导

1. 工作场所

理实一体化教室。

2. 主要设备

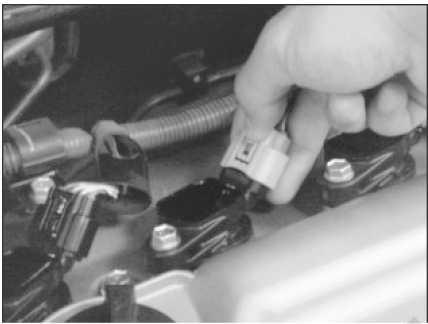
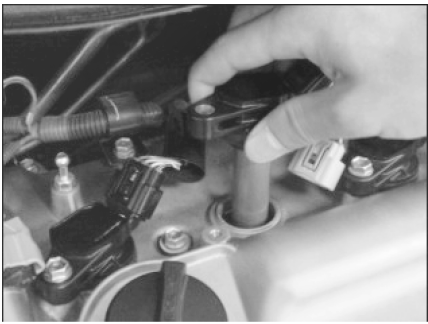
教学车辆、成套组合工具车、多层零件车、轮胎架、工作台、垃圾桶、多媒体设备一套、白板、教学三脚架。

3. 辅助材料

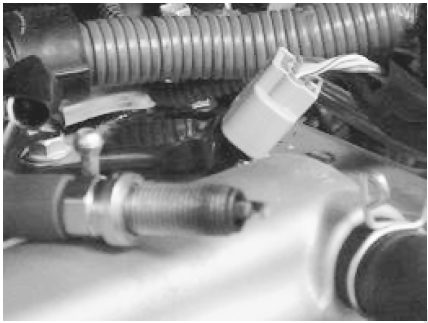
翼子板布、前格栅布、三件套、抹布、手套、挂历白纸、白板笔、卡片纸若干、喷胶等。

4. 实践步骤

安全防护工作的操作步骤和注意事项请参照本单元学习任务一。

(1) 脱开蓄电池负极	
	技术要求： 用相应规格的扳手旋松蓄电池负极导线紧固螺栓，取下蓄电池负极。 注意事项： 蓄电池负极导线端拆卸以后应与蓄电池负极远离，防止在操作过程中与蓄电池负极连接
(2) 拆下点火线圈连接器	
	技术要求： 用手先解除连接器的闭锁装置，拆下连接器。 注意事项： 拆卸连接器时避免用力拉扯，防止连接器和导线损坏
(3) 拆下点火线圈固定螺栓	
	技术要求： 用相应型号的套筒拆下点火线圈固定螺栓。 注意事项： 安装该紧固螺栓时应按规定力矩拧紧
(4) 取出点火线圈	
	技术要求： 用双手拿住点火线圈，稍微用力往上抬，取出点火线圈

续表

(5) 取出火花塞	
	技术要求： 用专用工具（对应规格）旋松火花塞，从而取出火花塞
(6) 火花塞跳火试验	
	技术要求： ①将点火线圈的插接器连接好。 ②将火花塞连接到点火线圈上。 ③起动汽车，观察火花塞的跳火情况。 注意事项： 做跳火试验时，应保持发动机表面的清洁，尤其是发动机上应该无机油滴漏在其表面