



湖南电子科技职业学院
HUNAN VOCATIONAL COLLEGE OF ELECTRONIC AND TECHNOLOGY

毕业设计(方案设计) 说明书

课 题 汽车电气系统故障诊断与维修

学生姓名 龙浩南 学 号 010425141837

专 业 汽车电子技术 班 级 汽电 Z1407

院 (系) 人工智能与软件工程学院

指导教师 刘先智 职 称 讲师

湖南电子科技职业学院教务处 制

毕业设计真实性承诺及指导教师声明

学生毕业设计真实性承诺

本人郑重声明：所提交的毕业设计是本人在指导教师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果，内容真实可靠，不存在抄袭、造假等学术不端行为。除文中已经注明引用的内容外，本设计不含其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本设计的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。如被发现设计中存在抄袭、造假等学术不端行为，本人愿承担相应的法律责任和一切后果。

学生（签名）： 龙浩南 日 期： 2020.06.26

指导教师关于学生毕业设计真实性审核的声明

本人郑重声明：已经对学生毕业设计所涉及的内容进行严格审核，确定其成果均由学生在本人指导下取得，对他人毕业设计及成果的引用已经明确注明，不存在抄袭等学术不端行为。

指导教师（签名）： 刘先智 日 期： 2020.06.26

注：此声明由指导教师和学生

目 录

一、汽车电气系统概述.....	1
1.1 汽车电气系统的特点.....	1
1.2 汽车电器设备电路组成.....	1
二、蓄电池.....	2
2.1 汽车蓄电池的结构.....	2
2.2 蓄电池的功用.....	2
2.3 蓄电池常见的故障诊断与维修.....	3
2.3.1 极板硫化.....	3
2.3.2 极板活性物质大量脱落.....	3
2.3.3 内部短路.....	4
2.3.4 自放电.....	4
三、交流发电机及调节器.....	5
3.1 交流发电机的结构.....	5
3.1.1 转子.....	5
3.1.2 定子.....	6
3.1.3 整流器.....	6
3.1.4 端盖.....	6
3.2 交流发电机的工作原理.....	6
3.3 整流原理和过程.....	7
3.4 交流发电机常见故障诊断与排除.....	8
3.4.1 充电指示灯常或不亮.....	8
3.4.2 发电机调节电压过高.....	8
3.4.3 发电机调节电压过低.....	9
3.4.4 发电机异响.....	9
四、起动机.....	9
4.1 起动系统的组成.....	9
4.2 起动机的结构.....	10
4.3 起动机的工作原理.....	10
4.4 起动机常见的故障诊断与维修.....	10
4.4.1 起动机不运转.....	10
4.4.2 起动机运转无力.....	11
4.4.3 起动机空转.....	12
4.4.4 起动机运转不停.....	12
4.4.5 起动机异响.....	13
五、点火系统.....	13
5.1 点火系统的分类.....	13
5.1.1 传统点火系统.....	13
5.1.2 电子点火系统.....	15
5.1.3 微机控制点火系统.....	15
5.2 常见故障及诊断.....	16
5.2.1 点火系统无高压火.....	16
5.2.2 点火时间过早.....	17

5.2.3 点火时间过迟.....	18
5.2.4 点火错乱.....	18
5.2.5 个别缸不工作.....	19
六、照明系统、信号系统及报警装置.....	20
6.1 照明系统的组成、结构及工作原理.....	20
6.1.1 照明系统的作用.....	20
6.1.2 照明系的组成.....	20
6.1.3 常用照明灯.....	20
6.1.4 照明系统基本电路.....	22
6.1.5 常见故障诊断与排除.....	22
6.2 信号系统的组成及工作原理.....	24
6.2.1 信号系统的作用.....	24
6.2.2 信号系统的组成.....	24
6.2.3 常用信号系统.....	24
6.3 电喇叭.....	25
6.3.1 普通电喇叭的构造与工作原理.....	25
6.3.2 电子电喇叭.....	25
6.3.3 喇叭继电器.....	26
6.3.4 电喇叭常见的故障与检修.....	26
6.4 报警装置.....	27
七、汽车仪表.....	28
7.1 电流表.....	28
7.2 机油压力表.....	28
7.3 水温表.....	28
7.4 燃油表.....	28
7.5 车速里程表.....	28
7.6 转速表.....	29
八、辅助电器设备.....	29
8.1 刮雨器.....	30
8.2 风窗洗涤器及除霜器.....	32
8.2.1 风窗洗涤器.....	32
8.2.2 风窗除霜器.....	32
8.3 电动车窗.....	33
8.3.1 电动车窗系统的结构及工作原理.....	33
8.3.2 电动车窗的故障检修.....	34

一、汽车电气系统概述

1.1 汽车电气系统的特点

汽车的种类和品牌繁多，各种汽车的电气设备的数量不等，其安装位置、接线方式、接线方法等也各有差异。但不论进口汽车还是国产汽车，其电气系统的设计一般都遵循一定的规律。了解如下这些特点，对汽车电气设备的维修很有帮助。

(1) 单线制。所谓单线制，就是利用发动机和底盘、车身等金属机件作为各种用电设备的公共连线（俗称搭铁），而用电设备到电源只需另设一根导线。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发，经导线流入到用电设备后，通过金属车架流回电源负极而形成回路。

(2) 负极搭铁。所谓搭铁，就是采用单线制时将蓄电池的一个电极用导线连接到发动机或底盘等金属车体上。若蓄电池的负极连接到金属车体上，称为负极搭铁。

(3) 两个电源。所谓两个电源，就是指蓄电池和发电机两个供电电源。蓄电池是辅助电源，在汽车未运转时向有关用电设备供电；发电机是主电源，当发动机运转到一定转速后，发电机转速达到发点的规定转速，开始向有关用电设备供电，同时对蓄电池进行充电。

(4) 用电设备并联。所谓用电设备并联，就是指汽车上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接，每个用电设备都有各自串联在其支路中的专用开关控制，互不产生干扰。

(5) 低压直流供电。汽车电器设备采用低压直流供电，柴油机大多采用 24V 直流供电，汽油机大多采用 12V 直流电压供电。

1.2 汽车电器设备电路组成

汽车电器系统主要由电源、用电设备和中间装置组成，。电源部分主要包括蓄电池、交流发电机、电压调节器等。

用电设备发展迅速，除起动系、照明系、仪表、辅助电器、空调、安全气囊等装置外，许多新的车身电气或电控装置在不断的更新很产生，如汽车音响、汽车导航、ABS、EBD、ESP、TRC 等。

任何电器设备和电控装置要想获得电源供电，中间装置的连接必不可少，常见的连接装置有汽车线束、开关装置、保险装置、继电器、连接端子和连接器等，这些中间装置的选用和装配直接影响到用电设备的运行状况。

二、蓄电池

蓄电池是一种可逆直流电源，它是汽车上的两个电源之一，在汽车上与发动机并联，共同向用电设备供电。在发动机正常工作时，用电设备所需的电能主要由发电机供给。

2.1 汽车蓄电池的结构

铅蓄电池的构造主要有极板、隔板、壳体、电解液、铅连接条、极柱等部分组成。壳体一般分隔为3个或6个单格，每个单隔均盛装有电解液，插入正极板组便成为单体电池。每个单体电池的标称电压为2V，将3个或6个单体电池串联后便成为一只6V或12V蓄电池总成。如图1所示。

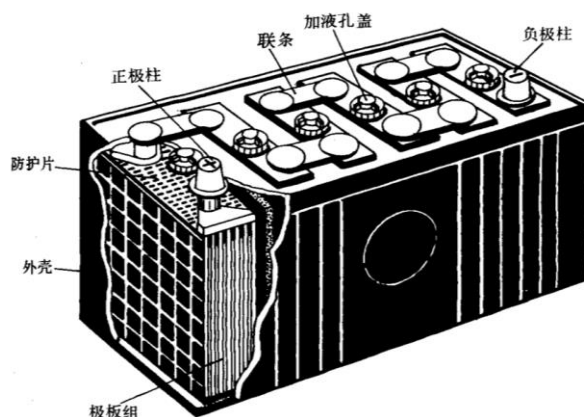


图1 铅蓄电池结构

2.2 蓄电池的功用

它是一种将化学能转变成电能的装置，属于直流电源，它的作用有（1）启动发动机时，给起动机提供强大的起动电流（一般高达200~600A）。（2）当发电机过载时，可以协助发电机向用电设备供电。（3）当发动机处于怠速时，向用电设备供电。（4）当发电机端电压高于铅蓄电池的电动势时，将一部分电能转变为化学能储存起来，也就是进行充电。（5）蓄电池还是一个大容量电容器，可以保护汽车的用电器。

2.3 蓄电池常见的故障诊断与维修

蓄电池常见的内部故障有极板硫化、活性物质脱落、内部短路、和自放电等。

2.3.1 极板硫化

故障现象：蓄电池长期充电不足或放电后长时间放置，极板上会逐渐生成一层白色的粗晶粒的硫酸铅。

主要原因：充电不足的蓄电池因长期放置，硫酸铅从电解液中析出使极板硫化;蓄电池内电解液液面过低，使极板上部发生氧化，造成局部硫化;电解液相对密度过高或电解液不纯，气温变化剧烈等也会促使硫化的形成。

故障排除：硫化不严重的蓄电池，可以采用去硫化的充电方法进行充电。严重时，将蓄电池中的电解液全部倒出，用蒸馏水注入，清洗数次后，再加进蒸馏水，液面应高出极板 10~15mm。根据蓄电池型号所规定的初次充电期的 1/4 电流进行充电，当相对密度升至 1.15 时，须重新注入蒸馏水或相对密度为 1.05 的电解液，再次充电，这样反复多次，直到电解液相对密度不再增加为止。最后将电解液全部倒出，换上规定值的电解液，根据正常的充电方法，将蓄电池充足电，即可使用。必要时可拆除极板，清除极板上的霜状物，用蒸馏水洗净极板和隔板，装入蓄电池内，再按上述方法进行处理。

2.3.2 极板活性物质大量脱落

故障现象：活性物质主要是指正极板上二氧化铅的脱落，充电时，电解液里有褐色物质自底部上升至表面。

主要原因：大电流过充电。过充电会引起水的电解，产生大量的氢和氧，当氢气从负极板的孔隙内向外冲出时，会使活性物质脱落。电解液相对密度过高、低温大电流放电，都会加速活性物质的脱落。

故障排除：将蓄电池过量放电后，倒出电解液，用蒸馏水注入蓄电池内，清洗数次，然后再加电解液，重新充电。如果发现电解液已呈深褐色，表示沉淀物过多，应该更换极板。

2.3.3 内部短路

故障现象：蓄电池组开路端电压过低，起动机运转无力，或起动时电压迅速下降；充电时，某格电池电解液相对密度上升很慢，产生气泡很少，温度上升很快，电压很低或者是零。

主要原因：部分极板拱曲、隔板损坏，极板活性物质沉积过多，都会造成极板的短路。

故障排除：查出短路或有故障的某格电池，用烙铁烫开此格电池的封口胶，锯断该格电池两端的连接条，取出该格电池的极板组。根据情况校正极板的拱曲度，或更换新的极板组。然后重新装入蓄电池内，焊好锯断的连接条，封好口后，须单独对修复的电池进行充电，最后对整个电池组进行充电，并调整各格电池的电解液相对密度。

2.3.4 自放电

故障现象：蓄电池放置几天后，在无负荷的情况下，储电量会下降，甚至会无电。

主要原因：电解液中含杂质过多（如铜、铁等）、电解液相对密度偏高或蓄电池外部不清洁，如盖上洒有电解液，使正、负极柱间产生漏电，均会引起蓄电池自行放电。

故障排除：配制电解液时必须用蓄电池专用硫酸和蒸馏水，绝对不可用工业硫酸或自来水；配制电解液用的器皿必须是耐酸材料，配制好的电解液必须保管好，严防脏物掉入；蓄电池加液孔盖要盖严，以免杂质掉入；将蓄电池盖上的酸泥等脏物用清水冲洗干净，并保持干燥。

三、交流发电机及调节器

发电机是汽车电器的主要电源，由汽车发动机驱动，在发动机正常工作时，发电机对除起动机以外的所有用电设备供电，并向蓄电池充电以补充蓄电池在使用中所消耗的电能。

3.1 交流发电机的结构

普通交流发电机从整体上看，由一台三相同步交流发电机和 6 只硅二极管构成的三相桥式全波整流器所组成。如图 2 所示，它主要由转子、定子、电刷、整流器、前后端盖、风扇、皮带轮等组成。

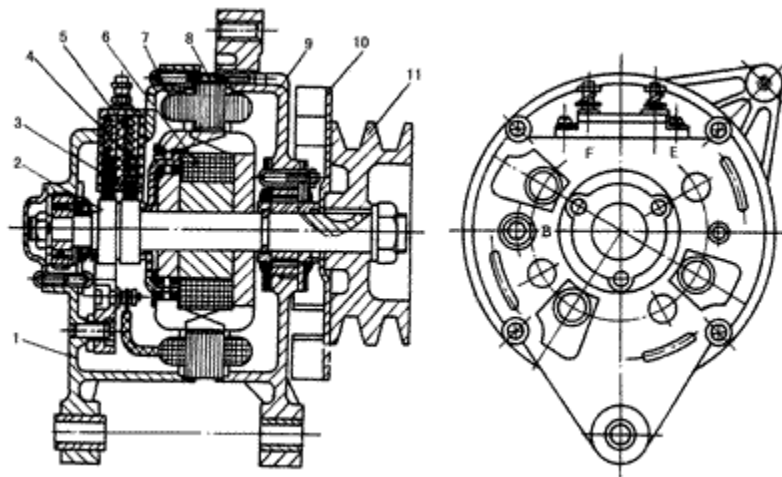


图 2 交流发电机结构图

3.1.1 转子

转子的功用是产生旋转磁场。转子由爪极、磁轭、磁场绕组、集电环、转子轴组成

转子轴上压装着两块爪极，两块爪极各有六个鸟嘴形磁极，爪极空腔内装有磁场绕组（转子线圈）和磁轭。

集电环由两个彼此绝缘的铜环组成，集电环压装在转子轴上并与轴绝缘，两个集电环分别与磁场绕组的两端相连。

3.1.2 定子

定子的功用是产生交流电。定子由定子铁心和定子绕组成

定子铁心由内圈带槽的硅钢片叠成，定子绕组的导线就嵌放在铁心的槽中。

定子绕组有三相，三相绕组采用星形接法或三角形（大功率）接法，都能产生三相交流电。

3.1.3 整流器

交流发电机整流器的作用是将定子绕组的三相交流电变为直流电。

6 管交流发电机的整流器是由 6 只硅整流二极管组成三相全波桥式整流电路，6 只整流管分别压装（或焊装）在两块板上。

3.1.4 端盖

端盖一般分两部分（前端盖和后端盖），起固定转子、定子、整流器和电刷组件的作用。端盖一般用铝合金铸造，一是可有效的防止漏磁，二是铝合金散热性能好。

后端盖上装有电刷组件，有电刷、电刷架和电刷弹簧组成。电刷的作用是将电源通过集电环引入磁场绕组。

3.2 交流发电机的工作原理

如图 3、图 4 所示是交流发电机的工作原理图：

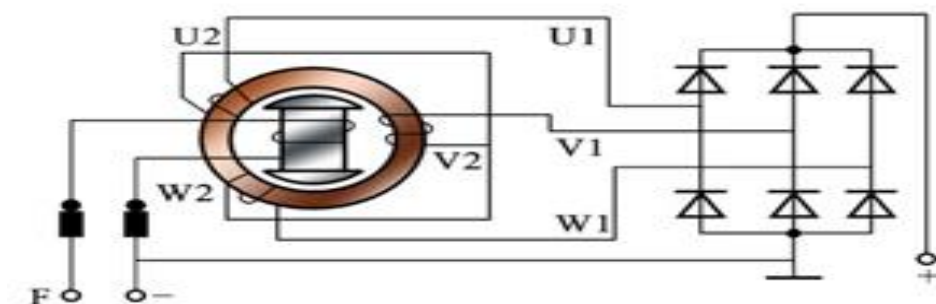


图 3 交流发电机工作原理图

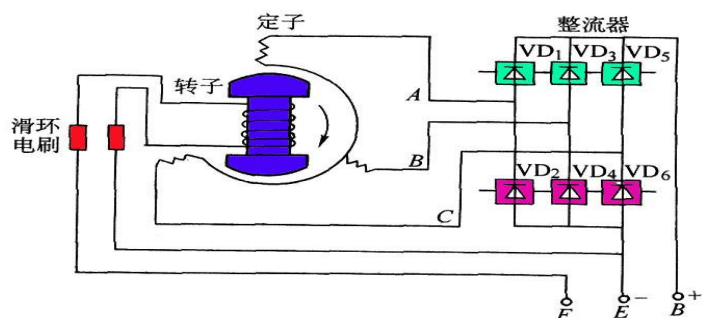


图 4 交流发电机工作原理图

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，互相差 120° 电角度

交流发电机的磁路是：转子爪极的磁力线从转子的 N 极出发，穿过转子与定子之间很小的气隙进入定子铁心，最后又经过空气隙回到相邻的 S 极，并通过磁轭构成了磁回路转子磁极呈鸟嘴形，可使定子绕组感应的交流电动势近似于正弦曲线的波形

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° 电角度的正弦电动势为 e_A 、 e_B 和 e_C

3.3 整流原理和过程

在交流发电机中，整流器是利用硅二极管的单向导电性能进行整流的

在三相桥式全波整流电路中，三个正二极管的正极引出线分别同三相绕组的首端相连在某一瞬间，只有与电位最高的一相绕组相连的正二极管导通同样，三个负二极管的引出线也同三相绕组的首端相连在同一瞬间，只有与电位最低的一相绕组相联的负二极管导通这样反复循环、6 只二极管轮流导通，在负载两端便得到一个较平稳的脉动的直流电压

下图为 6 只二极管组成的三相桥式全波整流电路及产生的电压波形图。

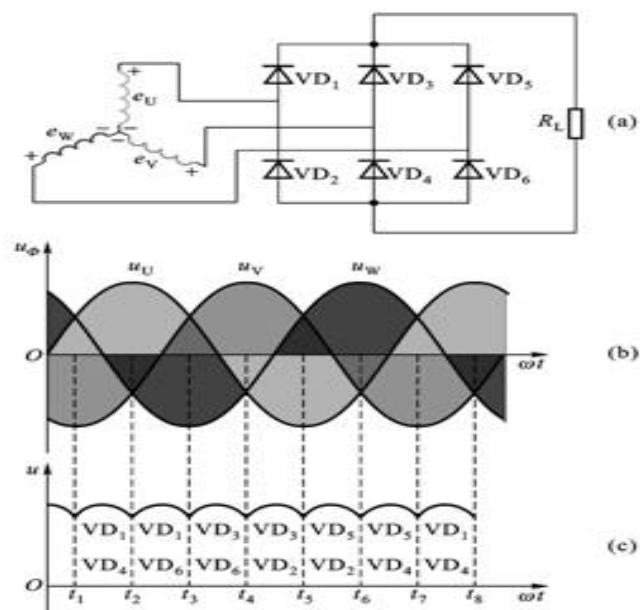


图 4 整流电路及电压波形图

3.4 交流发电机常见故障诊断与排除

3.4.1 充电指示灯常或不亮

故障现象：发动机启动后，充电指示灯常亮；或发动机熄火后，点火钥匙位于“ON”档，充电指示灯不亮。

排除方法：

检查发电机皮带，是否因皮带断裂、偏槽、松动而打滑；

核实排除插座老化、接触不良的情况；

拔下交流发电机的插座，打开点火开关至“ON”档，用试灯一端搭铁，一端分别与插座两根线接触，正常情况下，试灯都应当亮，否则 检查相应的保险和充电指示灯。

确认上述检查无问题，为发电机故障。

3.4.2 发电机调节电压过高

故障现象：关闭负载下,发动机转速约 2000r/min 时,用检测仪 X431 测量电压大于 14.8V，充电时间过长,蓄电池有电解液渗出。

判断方法：

检查并排除发电机皮带的张紧度过紧；
排除发电机搭铁线路松动、虚接等情况；
确认上述检查无问题，为发电机故障。

3.4.3 发电机调节电压过低

故障现象：关闭负载下发动机转速约 2000r/min 时，用检测仪 X431 测量电压小于 13.4V，发动机启动后，充电指示灯灰亮。

判断方法：

检查并排除发电机皮带的张紧度过松；
检查充电线路接头是否松动，接触是否良好，有无虚接、老化现象；
确认上述检查无问题，为发电机故障。

3.4.4 发电机异响

故障现象：发电机工作状态下发出异常响声，与同状态下的车辆相比，声音有明显的区别；

判断方法：

检查是否有异物掉入发电机内部。
检查发电机安装是否松动，是否与其它零件干涉发出异响。
检查皮带轮张紧状态是否过紧。
发电机故障，如轴承磨损或脏污、固定螺栓松动、定子有故障等引起噪音。

四、起动机

起动机可以将蓄电池的电能转化为机械能，驱动发动机飞轮旋转实现发动机的起动。

4.1 起动系统的组成

起动系统将储存在蓄电池内的电能变成机械能，要实现这种转换，必须使用起动机。起动系统包括以下部件：蓄电池、点火开关（起动开关）、起动机总成、起动继电器等，如图所示。

4.2 起动机的结构

起动机是起动系统的核心部件。起动机由串励直流电动机、传动机构和控制装置三大部分组成。起动机的结构如图 5 所示。

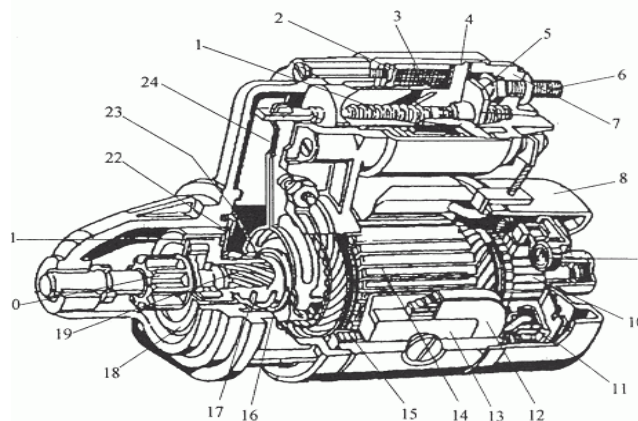


图 5 起动机的结构

4.3 起动机的工作原理

大体上说，起动机用三个部件来实现整个起动过程。直流电动机引入来自蓄电池的电流并且使起动机的驱动齿轮产生机械运动；传动机构将驱动齿轮啮合入飞轮齿圈，同时能够在发动机起动后自动脱开；起动机电路的通断则由一个电磁开关来控制。

4.4 起动机常见的故障诊断与维修

起动机常见的故障有：起动机不运转、起动机运转无力、起动机空转、起动机运转不停、起动机异响等。

4.4.1 起动机不运转

1.故障现象

将点火钥匙旋至点火开关启动位置时，起动机不运转。

2.故障原因

- (1)蓄电池亏电，或连接导线断路、接头松脱。
- (2)起动继电器触点严重烧蚀或其线圈断路。
- (3)起动机电磁开关的触点严重烧蚀或其吸拉线圈断路。
- (4)起动机直流电动机内部绕组断路或短路。

(5)起动机电枢轴弯曲，轴与轴承间隙过紧。

(6)换向器严重烧蚀，电刷磨损过多，电刷在刷架内卡住或压刷弹簧过软。

3.故障诊断

按下起动机开关起动机不转时，开大灯或按喇叭，检查电路是否有电。若大灯不亮，喇叭不响，则应检查蓄电池及导线是否无电或断路。

若大灯亮、喇叭响，说明蓄电池有电，这时可用螺丝刀将起动机开关两接柱搭接，若起动机空转，则系起动机开关有问题；如果起动机不转，并伴有强烈火花，则系起动机内部有短路或搭铁处。如果既不转动，也无火花，则说明起动机内部有断路处。

短接继电器的蓄电池接线柱和起动机接线柱后，如果起动机仍不工作，应对电磁开关连接线进行检查。

如果在点火开关旋至超动位置时，起动继电器“嗒”地一声微响，触点闭合并接通起动机接线柱电路，说明继电器电路正常。检查电磁开关时，用一根导线的一端接起动机开关的电池接线柱，另一端接电磁开关的线圈接柱。如果这时起动机工作，说明电磁开关和起动机电路良好，继电器至电磁开关的电路不通；如仍无反应，可用螺丝刀接通起动机主电路，若起动机工作，说明起动机内部电路正常，故障是电磁开关线圈断路、接触不良或活动铁芯卡滞不能移动，应进一步检修或更换开关。若起动机仍不动，说明起动机内部断路(起动机内部断路后，吸拉线圈的回路不通，不产生磁力，吸不动活动铁芯，故电磁开关不工作)，应对起动机解体修理。

4.4.2 起动机运转无力

1.故障现象

将点火钥匙旋至点火开关起动位置时，起动机能起动，但转动缓慢无力，带不动发动机。

2.故障原因

(1)蓄电池存电不足或起动电路导线接头松动而接触不良。

(2)电刷与换向器接触不良，电动机绕组局部短路。

(3)电动机轴转动不灵活或发动机装配过紧而使转动阻力过大。

3.故障诊断

在使用中起动机出现无力时，首先检查蓄电池是否充足电；其次检查线路中
有无接触不良部位。如果上述均无问题，则系起动机本身的问题。

4.4.3 起动机空转

1.故障现象

接通点火开关后，起动机只是高速空转，而不能带动发动机运转。

2.故障原因

- (1)单向离合器打滑或损坏。
- (2)拨叉变形或拨叉联动机构松脱。
- (3)起动机驱动齿轮与发动机齿环行程调整不当，或驱动轮不能自由滑动。

3.故障诊断

起动机空转时转速很高，可听到“嗡嗡”的高速旋转声，一般为单向离合器打滑或损坏。可先用手正反向转动驱动齿轮，若均能转动，则证明是离合器失效。为了进一步确认，可检查单向离合器的锁止力矩。若起动时伴有撞击声，应检查拨叉的联动机构是否松脱；起动机固定螺丝是否松动；驱动齿轮的行程是否合适。

4.4.4 起动机运转不停

1.故障现象

当发动机启动后，将点火开关关断，起动机仍然不能停止运转，并发出尖叫声。

2.故障原因

- (1)单向离合器卡死。
- (2)起动机驱动齿轮缓冲弹簧复位力过小或折断。
- (3)起动继电器触点或电磁开关触点烧结焊死。

3.故障诊断

出现这种故障应立即切断电源，否则会损坏起动机。在断电熄火后，先检查起动继电器触点和电磁开关触点是否烧结焊死，以排除电路不能断开的故障；再检查单向离合器是否卡死、缓冲弹簧是否折断或过软等机械故障，使驱动齿轮不

能退出啮合位置而被飞轮反拖。

4.4.5. 起动机异响

1.故障现象

起动机在起动瞬间出现异常的撞击声。

2.故障原因

(1)齿顶缺损不能正常啮合。

(2)起动机安装不当，齿侧间隙太小。

(3)缓冲弹簧过软或折断。

3.故障诊断

按下起动机开关有撞击声，则说明起动机驱动小齿轮啮入困难。这时用手摇把将曲轴转一个角度，再按下起动机开关试验。如果此时撞击声消失并能启动发动机工作，则系飞轮齿圈部分齿轮啮入端打坏。若曲轴转过任何角度撞击声都出现，驱动小齿轮始终不能啮入，则就有可能是起动机拨叉行程或电磁开关行程过短，导致驱动小齿轮尚未啮入即高速旋转。此外，起动机固定螺栓或离合器固定螺栓松动，也可出现撞击声。

五、点火系统

在现代汽油发动机中，气缸内的可燃混合气是采用高压电火花点燃的。为了在汽缸中产生电火花，必须采用专门的点火装置，即点火系统。

5.1 点火系统的分类

目前，汽车上最广泛应用的点火系统一般为电感放电式蓄电池点火系统，电感放电式点火系统又分为：传统点火系统、电子点火系统和电控点火系统三大类。

5.1.1 传统点火系统

俗称蓄电池点火系统，点火线圈初级电路的通断由触电（俗称“白金”）控制，而触电的开闭则由凸轮轴控制。

1. 传统点火系统的组成

2. 传统点火系统的工作原理

在传统点火系统中，由蓄电池或发电机供给 12V 的低压电，是借点火线圈和断电器将其转变为高电压，再通过配电器分配到各缸火花塞，使其电极之间产生电火花。其工作原理如图 7 所示。

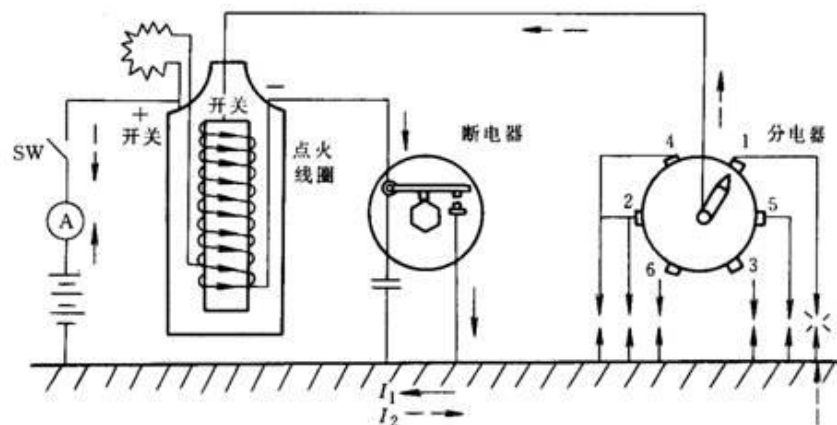


图 7 传统点火系统的工作原理

5.1.2 电子点火系统

电子点火系统与机械式点火系统完全不同，它有一个点火用电子控制装置，内部有发动机在各种工况下所需的点火控制曲线图(MAP 图)。通过一系列传感器如发动机转速传感器、进气管真空度传感器(发动机负荷传感器)、节气门位置传感器、曲轴位置传感器等来判断发动机的工作状态，在 MAP 图上找出发动机在此工作状态下所需的点火提前角，按此要求进行点火。然后根据爆震传感器信号对上述点火要求进行修正，使发动机工作在最佳点火时刻。半导体点火系统大体分为无触点电子点火系统、有分电器的计算机电子点火系统、无分电器电子点火系统三类：

5.1.3 微机控制点火系统

点火线圈电路的通断由大功率晶体管控制，但大功率晶体管的导通与截止是由微机来控制的。并且取消了点火提前角的机械调节装置，由微机根据各传感器信号直接调节。它主要由传感器、电子控制器、点火器、点火线圈等组成，如图 8 所示。

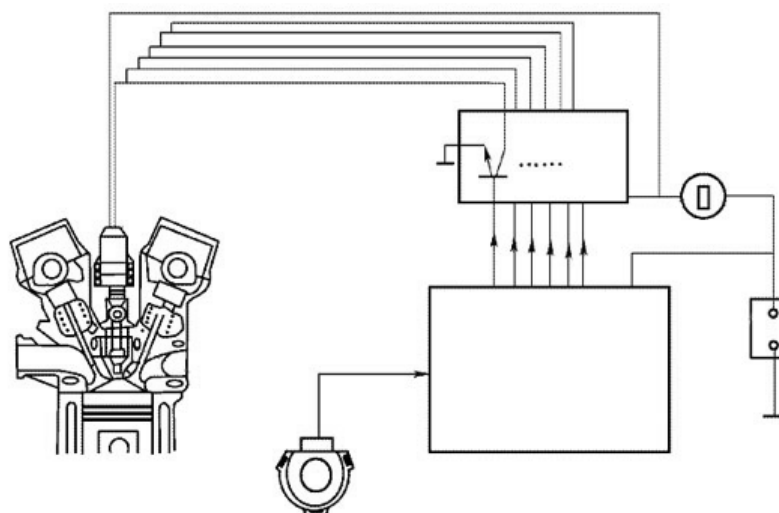


图 8 无高压线微机控制点火系统组成

1.传感器及传递信号

传感器是监测发动机各种运行工况信息的装置。主要传感器有：曲轴位置传感器、空气流量计（绝对压力传感器）、水温传感器、氧传感器、节气门位置传感器、车速传感器、空档开关、点火开关、空调器开关、蓄电池、进气温度传感器、爆震传感器。

2.电子控制器（电控单元 ECU）

电子控制器的作用是根据发动机各传感器的输入信息及内存数据，进行运算、处理、判断，然后输出指令（信号），控制执行器的动作，达到快速、准确控制发动机的工作目的。

电子控制器的基本构成包括输入回路、输出回路、A/D 转换器、微型计算机以及电源电路、备用电路等。

3.点火器

点火器的作用是根据电子控制器输出的指令（信号），通过内部大功率管的导通与截止，控制初级电流的通断完成点火工作。有些还具有恒流控制、闭合角控制、气缸判别、点火监视等功能。

5.2 常见故障及诊断

5.2.1 点火系统无高压火

1.故障现象

接通点火开关，起动机能带动发动机曲轴运转，点火系统无高压火

2.故障原因

1.低压电路故障原因

- ①曲轴位置传感器连接电路断路或短路；
- ②曲轴位置传感器工作性能不良；
- ③点火控制模块性能失效或连接线束松脱、断路或短路；
- ④点火线圈的初级绕组断路。

2.高压电路故障原因

- ①点火线圈的次级绕组断路；
- ③火花塞工作不良。

3.故障诊断

启动发动机，检查“CHECK ENGINE”警告灯是否长亮。警告灯常亮，应该取故障码，并根据故障码的内容诊断低压电路的故障；警告灯正常，则应检查点火系统的高压电路。

5.2.2 点火时间过早

1.故障现象

- ①打开点火开关，摇转发动机，曲轴有反转现象；
- ②用起动机起动时，起动阻力大，曲轴运转困难；
- ③发动机加速时有严重爆震声，有时有敲缸声响；
- ④怠速运转不平稳、容易熄火。

2.故障原因

- ①分电器沿分火头旋转方向的逆方向转动过多；
- ②断电触点间隙过大。

3.诊断及排除

首先将分电器沿分火头旋转的方向转动少许，若起动后加速时仍有过早现象，一般是断电触点间隙过大，此时应调整触点间隙至标准值。

有条件时，应使用点火正时仪调校点火提前角至该发动机规定值。

5.2.3 点火时间过迟

1.故障现象

- ①起动时，发动机旋转轻快；
- ②加速时，发动机沉闷无力，动力下降；
- ③消声器声响沉重，有时有“放炮”、“回火”；
- ④发动机温度过高。

2.故障原因

- ①分电器沿分火头旋转方向转动过多；
- ②分电器壳紧固螺钉松脱；
- ③断电触点间隙过小；
- ④离心或真空点火提前机构工作不良。

3.诊断及排除

①拧松压板固定螺栓，将分电器沿分火头旋转方向转动少许若运转正常，则为分电器沿分火头旋转方向转动过多。

②检查调整触点间隙至 0.35~0.45mm；

③检查离心调节器或真空调节器。离心调节器在分电器轴固定不动时，使凸轮向其工作方向转至极限，放松时应立即返回原位。

④真空调节器在手动真空泵对其施加负压时，膜片能带动拉杆移动，负压消失，拉杆能迅速回位。

⑤检查化油器至分电器的真空管是否漏气。

5.2.4 点火错乱

1.故障现象

- ①发动机不易起动，起动时有严重的“回火”、“放炮”现象；
- ②发动机起动后，有规律地“回火”、“放炮”，加速尤甚；
- ③怠速不稳，容易熄火；
- ④发动机动力性、经济性严重下降。

2.故障原因

- ①高压分线排列顺序错乱；

- ②高压分线对缸或邻缸相互插错；
- ③分电器盖或高压分线严重窜电；
- ④点火正时严重失准；
- ⑤分电器凸轮或分电器盖安装方向与原方向相差 180°。

3.诊断及排除

①检查高压分线排列顺序与该发动机做功顺序是否一致(应沿分火头旋转方向插排高压分线)。

②检查分电器是否窜电，可检查分电器盖的中央插孔间有无窜电。检查时将分电器盖悬空，拔出火花塞端所有分线距离缸体 5mm 左右，拨动触点，若某根高压分线跳火，表明该缸插孔与中央插孔窜电；也可检验旁插孔间是否窜电。检验时将中央高压线与高压分线插入两相邻旁插孔内，拨动触点，若高压分线距缸体端跳火，表明被测两插孔间窜电。

5.2.5 个别缸不工作

1.故障现象

- ①发动机在各种转速运转时，消声器均发出有节奏的声音；
- ②发动机运转不稳、抖动；
- ③有时有“回火”、“放炮”现象，排气管冒黑烟；
- ④动力下降，怠速不稳易熄火。

2.故障原因

- ①个别高压分线脱落或漏电；
- ②分电器凸轮磨损不均匀。分电器轴松旷偏摆；
- ③个别火花塞工作不良；
- ④高压线插错。

3.诊断及排除

- ①查看高压分线有无脱落、漏电或插错；

②在发动机中、低速时，作逐缸断火试验。若某缸断火后发动机转速明显下降或熄火，表明该缸工作良好；若某缸断火后，发动机无任何变化，表明该缸工作不良；

③拔出不工作缸的高压分线，距火花塞 5mm 左右作跳火试验。若有火，则为该缸火花塞工作不良或发动机机械故障；若无火，应检查该缸的旁插孔或高压分线是否漏电；

六、照明系统、信号系统及报警装置

为了保证汽车夜间行驶的安全，以及提高其行驶速度，在汽车上装有多种照明设备和灯光信号装置，俗称灯系，它已成为汽车上不可缺少的一部分。汽车报警装置主要用于指示汽车某系统的工作状况，保证行车安全。

6.1 照明系统的组成、结构及工作原理

6.1.1 照明系统的作用

汽车照明系统是为了保证汽车在夜间及能见度较低的情况下安全、高速行驶，改善车内驾乘环境，便于交通安全管理和车辆使用、检修。

6.1.2 照明系的组成

汽车照明系统由电源、照明装置及其控制部分组成。控制部分包括灯光开关、继电器等。照明装置包括车外照明、车内照明和工作照明三部分。

车外照明装置包括前照灯、雾灯、倒车灯、牌照灯等。

车内照明装置包括仪表灯、顶灯、阅读灯等。

工作照明装置包括行李箱灯、发动机罩灯等。

6.1.3 常用照明灯

1.前照灯

前照灯也称为前大灯，用于夜间行车时照亮前方道路，包括远光灯和近光灯两种，有两灯制和四灯制之分。

前照灯的光学系统包括反射镜，配光镜和灯泡三部分，如图 9 所示。

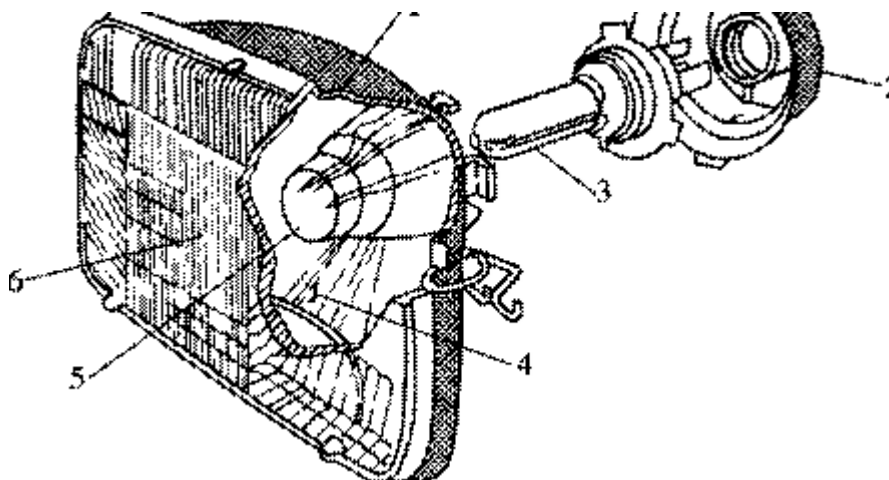


图9 前照灯

(1)反射镜

反射镜一般用 $0.6\text{ mm}\sim 0.8\text{ mm}$ 的薄钢板冲压而成。反射镜的表面形状呈旋转抛物面，其内表面镀银、铝或镀铬，然后抛光，其作用就是将灯泡的光线聚合并导向前方。

(2)配光镜

配光镜又称散光玻璃，它是用透光玻璃压制而成是很多块特殊的棱镜和透镜的组合，其几何形状比较复杂，外形一般为圆形和矩形。配光镜的作用是将反射镜反射出的平行光束进行折射，使车前路面和路缘都有良好而均匀的照明。

(3)灯泡

目前汽车前照灯的灯泡有白炽灯泡、卤钨灯泡、高压放电氙灯

2. 倒车灯：倒车灯供倒车时车后的照明，并起到信号作用，灯光一般为白色，功率一般为 $20\text{ W}\sim 25\text{ W}$ 。倒车灯一般由装在变速器上的倒挡开关控制。倒车时，倒档开关接通，倒车灯亮。

3. 牌照灯：牌照灯用以照明汽车后牌照，灯光一般为白色，功率一般为 $5\text{ W}\sim 10\text{ W}$ 。由灯光总开关控制，灯光总开关接通，牌照灯就亮。

4. 雾灯：在有雾、下雪、暴雨或尘埃弥漫等情况下，用来改善道路的照明情况。每车一只或两只，安装在比前照灯稍低，一般离地面约 50 cm 左右，射出的光线倾斜度大，光色为黄色或橙色。

5. 仪表灯：装在仪表板上，用来照明仪表。

6. 顶灯：装在车厢或驾驶室内顶部，作为内部照明之用。

7. 阅读灯：一些车辆，为了便于乘客阅读等，设置了阅读灯，灯光一般为白

色，由阅读灯开关控制

8. 行李箱灯、发动机罩灯：行李箱灯在夜间行李箱门打开时照亮行李箱，灯光一般为白色，由灯光总开关和行李箱门控开关共同控制。

发动机罩灯在夜间发动机罩打开时照亮发动机，灯光一般为白色，由灯光总开关和发动机罩开关共同控制。

6.1.4 照明系统基本电路

照明系统基本电路可分为两种：由电源、开关、照明装置组成的电路和由电源、开关、继电器、照明装置组成的电路。前一种电路，开关直接控制照明装置；后一种电路，开关经过继电器控制照明装置，减少了开关的工作电流，有利于减少开关的故障。在轿车上，这两种电路往往混合使用。

6.1.5 常见故障诊断与排除

1. 前照灯不亮

(1)故障原因

前照灯保险丝烧断；电源线松动或脱落；搭铁线打铁不良或插接件接触不良；车灯开关或变光开关有故障。

(2)诊断排除方法

诊断时，应根据不同的故障现象采取不同的诊断方法。

①一个灯丝不亮

不论远光还是近光，如果只有一个灯丝不亮，故障往往是该灯丝或其保险丝烧断所致，如果灯丝和保险丝正常而灯不亮，说明该灯线路断路或接触不良检查排除即可。

②远光灯和近光灯都不亮

如果远光灯和近光灯都不亮，故障往往是变光开关有故障或变光开关上的远光灯或近光灯接线脱落或保险丝烧断，如果变光开关及其接线和保险丝正常而灯不亮，再检修灯丝和线路。

③前照灯都不亮

如果远光灯和近光灯都不亮，往往是变光开关火气电源线有故障。应首先检

查仪表等是否正常，如果仪表灯工作正常，说明车灯开光的电源线正常。将点火开关接通（必要的话），车灯开关置于 2 挡（前照灯接通）位置，见车变光开关上的火线接线柱电压是否正常，若电压为零，说明车灯开关至变光开关之间的线路断路或车灯开关有故障；若电压正常，可以短接变光开关实验，灯亮，说明变光开关损坏，应更换；否则检查变光开关后的线路和灯丝，必要时给予修理和更换。

2. 前照灯光暗淡

(1)故障原因：蓄电池容量不足，端电压降低；发电机不发电或发电量不足，输出电压低；散光玻璃或反射镜上有尘埃；电线接头松动和锈蚀，使电阻增大；灯丝蒸发、功率降低。

(2)诊断排除方法：诊断时，应根据不同的故障现象采取不同的诊断方法。

①个别灯丝暗淡

如果只有一个灯丝暗淡，故障往往是该灯丝功率偏低或其线路接触不良，可更换灯泡对比检查，若更换灯泡后，亮度正常，表明灯泡有故障；否则，检修线路。

②一个灯的两个灯丝都比较暗淡

如果一个灯的两个灯丝都比较暗淡，故障往往是该反射镜、配光镜表面脏污或灯丝功率偏低或搭铁线搭铁不良。如果一个灯的两个灯丝都非常暗淡，故障往往是该灯搭铁线短路。如果该灯良好搭铁后，亮度正常，表明原来搭铁线断路或搭铁不良，重新接好搭铁线；否则，检查灯泡和反射镜、配光镜，必要时进行清洁或更换。

③前照灯都比较暗淡

如果前照灯都比较暗淡，故障往往是电源电压偏低或前照灯性能降低或线路接触不良。应首先检查电源电压是否正常，如果偏低，检查充电系统；否则检查前照灯及其线路接触情况，视情修理。

3. 前照灯丝经常烧坏

(1)故障原因

电压调节器有故障或线路连接错误，导致发电机输出电压过高。

(2)诊断排除方法

检查充电系统，使发电机在各种情况下输出电压都不超过规定值。

6.2 信号系统的组成及工作原理

6.2.1 信号系统的作用

汽车信号系统的作用是通过声、光信号向其他车辆的驾驶员和行人发出有关车辆运行状况或状态的信息，以引起有关人员的注意，确保车辆的行驶安全。

6.2.2 信号系统的组成

汽车信号系统由声信号装置和灯光信号装置组成。

6.2.3 常用信号系统

1. 声信号系统

声信号装置包括气喇叭、电喇叭和蜂鸣器等，在汽车起步、超车或倒车、转向时，提醒行人和其他车辆注意。

2. 灯信号装置

灯光信号装置包括转向信号灯、制动信号灯、危险警告灯及示廓灯、停车灯、雾灯、门灯等。

(1) 转向信号灯

转向信号灯简称转向灯，在汽车起步、超车、调头和停车时，左侧或右侧的转向信号灯会发出明暗交替的闪光信号，以示汽车改变行驶方向。转向信号灯每侧至少两个：前、后转向信号灯，有的还有侧转向信号灯。转向信号灯由转向灯开关控制。

(2) 制动信号灯简称制动灯，装在汽车尾部两侧，在汽车制动时，发出较强的红光，以示汽车紧急减速，提醒后面的车辆和行人注意。制动灯由安装在制动踏板下面或制动总泵上的制动灯开关控制。

(3) 危险警告信号灯

危险警告信号灯又称为危险报警灯，前、后、左、右危险警告信号灯同时闪烁表示车辆有紧急情况需要处理。危险警告信号灯与转向信号灯采用同一套灯具，

闪烁频率要求与转向信号相同。

(4)示廓灯

示廓灯是指标志汽车宽度和高度方向轮廓的信号灯，分别称为示宽灯和示高灯。示廓灯包括装在车前部的小灯、车后部的尾灯，它们装在汽车前后两侧的边缘，在汽车夜间行驶时，以示汽车的宽度。

6.3 电喇叭

汽车上喇叭的作用是用来警告行人和其他车辆、以引起注意，保证行车安全。

电喇叭按有无触电分为普通电喇叭和电子电喇叭。普通电喇叭主要是靠触电的闭合和断开，控制电磁线圈激励膜片振动而产生音响的；电子电喇叭中无触点，它是利用晶体管电路激励膜片振动产生音响的。

6.3.1 普通电喇叭的构造与工作原理

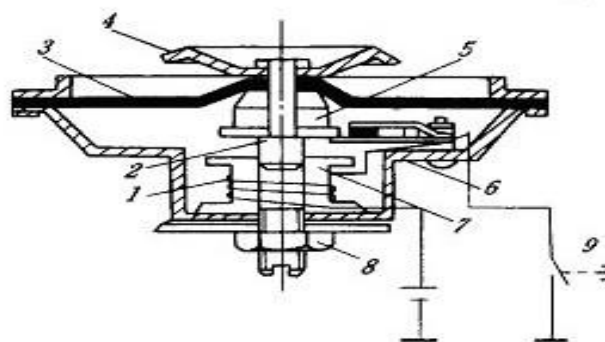
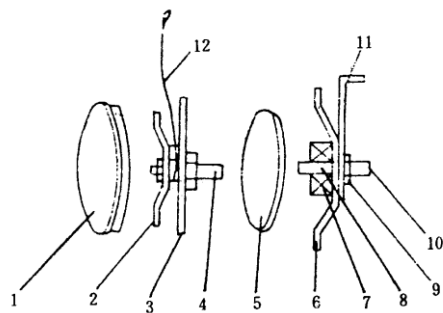


图 10 盆型电喇叭结构示意图

盆形电喇叭由铁芯（1）、磁性线圈（2）、触点（6）、衔铁（5）、膜片（3）等组成，如图 10 所示。当司机按下按钮（8）时，电流经触点通过线圈，线圈产生磁力吸下衔铁（5）强制膜片移动，衔铁移动使触点断开，电流中断磁力消失，膜片在本身的弹性和弹簧片作用下又同衔铁一起恢复原位，触点闭合电路接通，电流再通过触点流经线圈产生磁力，重复上述动作。如此反复循环膜片不断振动，从而发出音响。共鸣板（4）与膜片刚性联接，可使振动平顺发出声音更加悦耳。

6.3.2 电子电喇叭

盆形电子电喇叭的结构和电路如图 11、图 12 所示：



1—罩盖 2—共鸣板 3—绝缘膜片 4—上衔铁
5—绝缘垫圈 6—喇叭体 7—线圈 8—下衔铁
9—锁紧螺母 10—调节螺钉 11—托架 12—导线

图 11 电子电喇叭

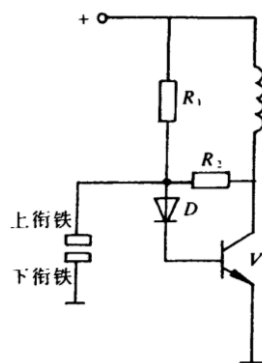


图 12 电子电喇叭电路图

6.3.3 喇叭继电器

装用一只喇叭时，喇叭工作电流直接通过喇叭按钮。当装用双喇叭时，因为喇叭消耗电流较大（15A~20A），用按钮直接控制时，按钮容易烧坏。为了避免这个缺点，常采用喇叭继电器，其构造和接线方式如图所示。当按下按钮时，线圈因有电流通过而产生电磁吸力，吸下触点臂，使触点闭合接通喇叭电路。因喇叭的大电流不再经过按钮，从而保护了喇叭按钮。当松开按钮时，线圈内电流中断，磁力消失，触点在弹簧作用下断开，即可切断喇叭电路，使喇叭停止发音。

6.3.4 电喇叭常见的故障与检修

电喇叭电路有带继电器与不带继电器两类。目前以单线制、带继电器的蜗牛

型喇叭应用较为广泛，电喇叭常见故障及原因如下：

故障 1. 喇叭不响

故障原因：①喇叭电源线路断路、②喇叭线圈烧坏或有脱焊处、③喇叭衔铁气隙过大、④灭弧电容击穿电路、⑤继电器触点烧蚀、⑥喇叭按钮接触不良、接地不良或其导线断路。

故障 2. 声音不正常

故障原因：①蓄电池电压过低或喇叭电源线路接触不良、②喇叭触点烧蚀接触不良、③衔铁与铁心间隙及触点压力不正常、④振动膜片破裂或喇叭筒破裂、⑤固定螺栓松动（搭铁不良）、⑥继电器触点接触不良。

故障 3. 时响时不响

故障原因：①喇叭本身不良、②喇叭接线松动、③按钮搭铁不良、④继电器工作不良。

故障 4. 喇叭不响但耗电量

故障原因：①电容器（或电阻）短路、②电喇叭触点不能打开、③喇叭线圈有搭铁处。

故障 5. 喇叭触点经常烧坏

故障原因：①装有灭弧电阻的喇叭，电阻值增大或断路、②装有灭弧电阻的喇叭，电容断路或其电容量过大或过小、③喇叭触点间隙过小或线圈匝间短路，工作电流过大、④发电机电压过高。

6.4 报警装置

为了指示汽车某系统的工作状况、引起车外行人及车辆或本驾驶员的注意，保证行车安全，防止事故发生所设置的灯光或声音信号装置称为报警装置。一般分为对内（车辆驾驶员）和对外（行人及其他车辆）两类报警装置。

对内报警通常由报警灯和报警开关组成，当被监测的系统或总成不正常时，开关自动接通而使指示灯发亮，用以提醒驾驶员注意。如机油压力报警灯、车门未关好报警、制动液压不足指示灯、燃油不足报警灯、发动机故障指示灯、变速器故障指示灯、制动系统故障报警、防盗报警等。

对外报警装置通常有危险报警闪光装置、转向蜂鸣器、倒车报警蜂鸣器、汽车防撞报警、座椅安全带报警、前照灯未关及点火钥匙未拔报警系统等。一般都

带有声音信号或同时有灯光信号。

七、汽车仪表

为了能使驾驶员随时了解汽车主要部件的工作情况，以便及时发现和排除可能出现的故障，汽车上安装有各种仪表，如电流表、机油压力表、水温表、燃油表、车速里程表和转速表等。这些仪表显示汽车运行的主要常规参数。

7.1 电流表

电流表以指示蓄电池充电或放电的电流值，它串联在蓄电池和发电机之间的电路中。当发电机向蓄电池充电时，其指示值为“+”；当蓄电池向用电设备供电时，其指示值为“—”。

7.2 机油压力表

机油压力表用来指示发动机润滑系统的机油压力，由装在发动机主油道上的油压传感器和仪表板上的机油压力表组成。

7.3 水温表

用来指示发动机冷却水工作温度。它由装在汽缸盖上的温度传感器和装在仪表板上的水温表组成。水温表的主要形式有双金属片式和电磁式。

7.4 燃油表

燃油表的作用是用来指示燃油箱内储存的燃油量的多少，它由传感器和指示表组成。传感器均为可变电阻式，但指示表有电磁式和双金属片式两种。

7.5 车速里程表

车速里程表是由指示汽车行驶速度的车速表和记录汽车所行驶过距离 车速里程表实际上由两个表组成，一个是车速表，另一个是里程表，如图 13 所示。

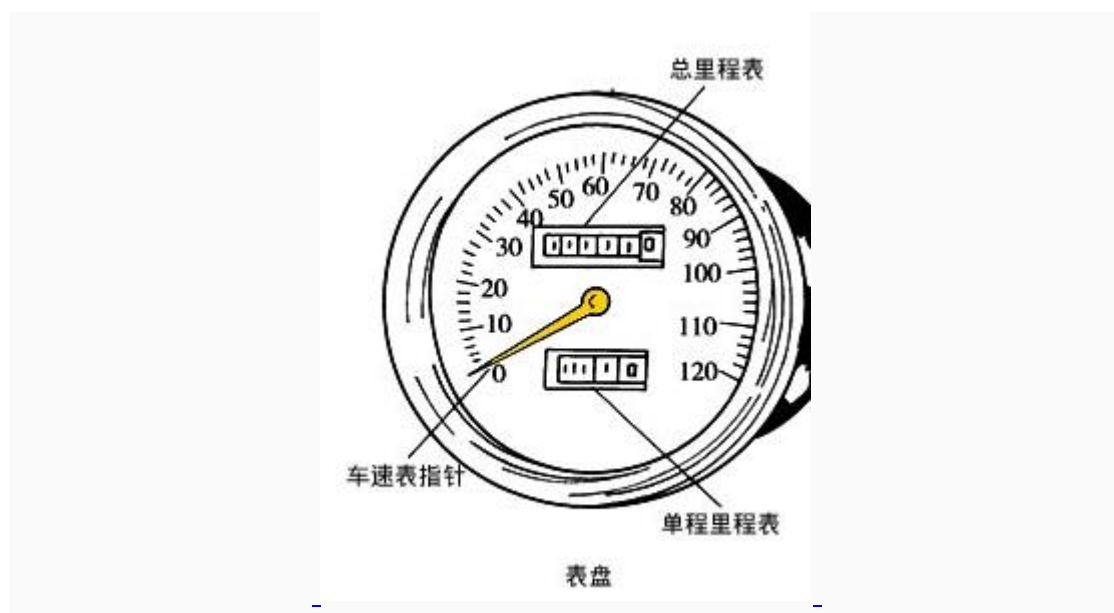


图 13 车速里程表

7.6 转速表

转速表是为了检查和调整发动机，并监视发动机的工作状况，更好地掌握换挡时机。转速表信号源主要有两种。

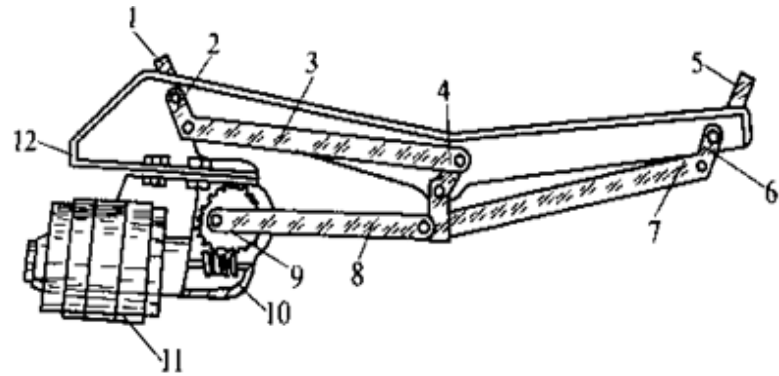
八、辅助电器设备

汽车上的辅助电器，虽不像主要电气设备那样对汽车的正常运行有重大影响，但它可以减轻驾驶员的劳动强度，改善行车安全性及乘坐舒适性。

8.1 刮雨器

现代汽车普遍采用具有两种速度且能间歇工作的雨刮器，而雨刮器中的雨刮片一般均为铰接式，以便对挡风玻璃的外形及不同运行条件具有良好的适应性。

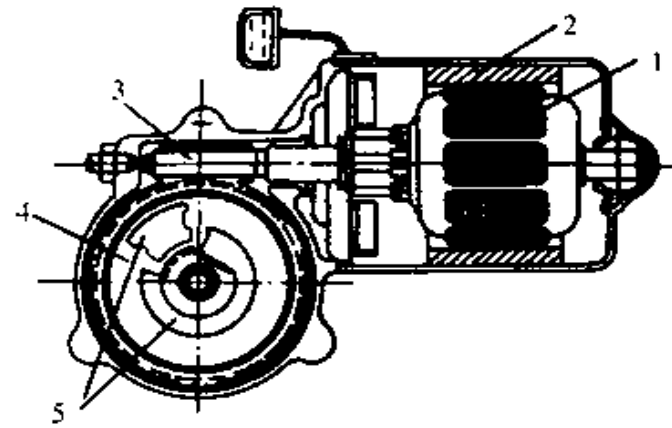
电动雨刮器的一般组成如图 14 所示，其驱动部分是一个电动机，它通过蜗轮蜗杆机构驱动摇臂转动，从而带动拉杆作往复运动，最终使雨刮片左右摆动。



1、5—刮片架；2、4、6—摆杆；3、7、8—连杆；
9—蜗轮；10—蜗杆；11—永磁式电动机；12—支架

图 14 电动雨刮器

(1)刮水器电动机，如图 15 所示。



1—电枢 2—永久磁铁磁极
3—蜗杆 4—蜗轮 5—自动停位滑片

图 15 刮水器电动机

(2)三刷式电动机变速原理，如图 16 所示。

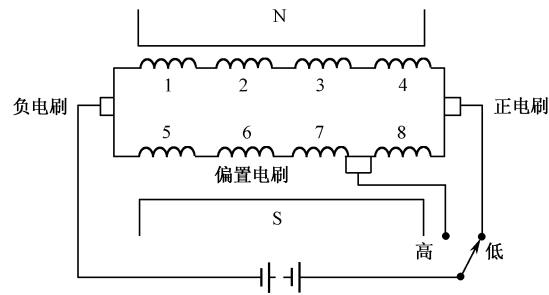


图 16 三刷电动机变速原理

(3)永磁式双速刮水器控制电路，如图 17 所示。

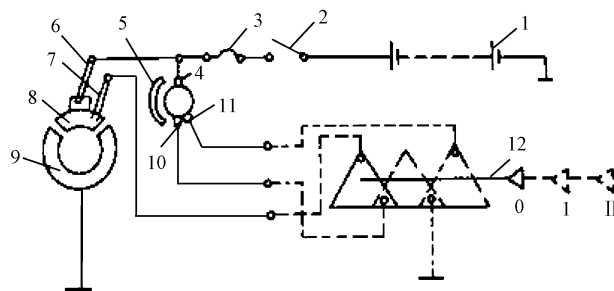


图 17 永磁式双速刮水器控制电路

(4)电子间歇刮水器控制电路，如图 18 所示。

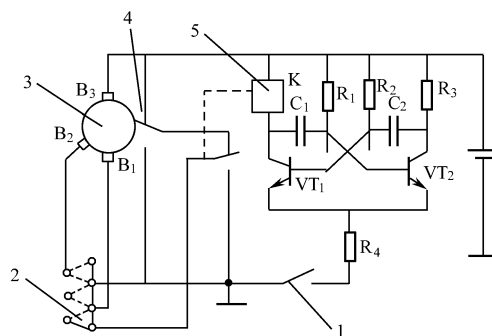


图 18 电子间歇刮水器控制电路

故障检修

与普通直流电动机一样，雨刷电机的常见故障也是换向器及电刷容易烧坏，如果出现这种情况，根据需要修理或更换即可。

雨刷停位不准一般是自动停位机构调整不当所致，。若雨刷可停在任意位置时，应检查停位电刷是否接触不良、停位凸轮是否窜位，停位触电臂、凸块是否磨损以及触电是否烧蚀等。

雨刷停位失灵，大多是由于电刷接触不好或烧蚀而引起。关掉开关后，若雨刷到达下限后又摆几次时，应检查短路触点的接触情况及各搭铁线是否松脱。

若雨刷不能工作，先检查电动机是否正常，熔断器是否烧短；其次检查各接

线处是否松脱或接触不良，有无短路或断路；最后检查各拉杆、摆杆等是否松脱、破损以及变形而引起卡滞等。

8.2 风窗洗涤器及除霜器

8.2.1 风窗洗涤器

挡风玻璃上的尘土和脏物必须及时清洗掉，否则影响驾驶员视线，为此设置风窗洗涤器。

1. 结构及工作情况

风窗洗涤器由电动液泵、洗涤液缸、软管、三通接头机喷嘴等组成，如图所示。挡风玻璃上落有尘土或污物时，先开动洗涤液泵将液体喷到刮片的上部，湿润尘土，然后再开动雨刮器，把玻璃上的尘土、污物连同洗涤液一起挂掉，如图 19 所示。

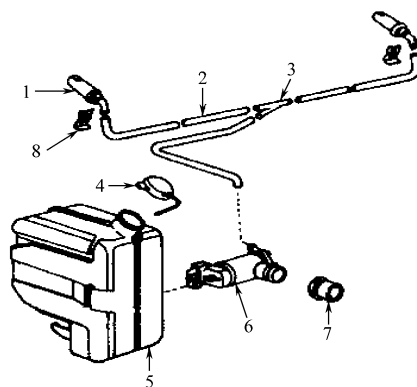


图 19 风窗洗涤器

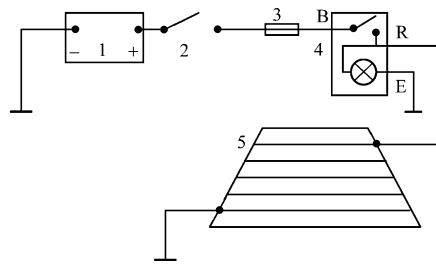
2. 故障检修

若洗涤液泵运转，但无洗涤液喷出或喷射无力，则可能是以下原因引起：洗涤液缸内无洗涤液；喷嘴堵塞；软管松脱或破裂；滤网堵塞；洗涤液泵失效等。

电动洗涤泵不运转，则可是由于熔断器断路、接线柱腐蚀、连线松脱或损坏、搭铁不良、开关失效、电动机失效等造成。

8.2.2 风窗除霜器

1. 组成及原理，如图 20 所示。



1—蓄电池；2—点火开关；3—熔丝；4—除霜器开关及指示灯；5—除霜器（电热丝）。

图 20 风窗除霜器

2. 工作情况

冬天行车时，挡风玻璃上经常容易结霜，影响驾驶员视线，因此现代汽车上一般都装有除霜器。

有时，挡风玻璃下面装有暖气管，可向挡风玻璃吹暖气，从而防止结霜，亦可除霜，此种装置尤其适合于前挡风玻璃。在另一些车型上，特别是后窗，则利用电加热除霜，其方法是将镍铬丝紧贴在挡风玻璃的内表面；也可在玻璃成型过程中，将含银陶瓷电网烧结在玻璃内表面；还可将电阻丝夹在双层挡风玻璃的夹层内。

3. 故障检修

除霜器的常见故障是电阻丝断路、电阻丝搭铁不良以及开关损坏等。电阻丝断裂较短时，可用环氧树脂为基料的导电材料补接，然后用胶带纸贴盖；如断裂较长不易补接，则应更换后窗玻璃。除霜器不工作或断续工作，一般是由搭铁不良、开关损坏、继电器故障、电阻丝断路等引起。

8.3 电动车窗

8.3.1 电动车窗系统的结构及工作原理

电动车窗系统的主要组成包括开关、电动机、升降器及车窗等。该系统所使用的电动机都是双向的，用开关控制它的电流方向，使车窗升或降。控制开关有两处，一处是总开关，装在仪表板上，由驾驶员控制；另一处则分别装在每个车窗处，由乘客控制。车窗玻璃升降器一般都采用齿轮传动，其机构如图所示。各车窗上的分开关，而且还要通过总开关，也就是说，这两处可对电动车窗实施控制。

车窗玻璃升降器（齿轮传动式）如图 21 所示。

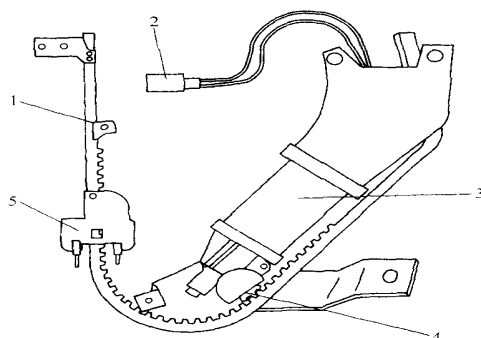


图 21 齿条式电动门窗升降器

8.3.2 电动车窗的故障检修

若某个车窗只能降或只能降不能升时，其原因一般是该车窗开关到总开关的连线断路。

若某个车窗既不能升也不能降，其电路故障可能有两处：一是车窗电动机损坏；二是从该车窗开关到该车窗电动机间的导线断路。

若车窗开关不起作用，则可能是热敏开关故障或搭铁不良。