

## 内 容 简 介

本书以汽车故障诊断为主线,选取市场上的常见车型,分别介绍了汽车故障诊断基础、起动系统与充电系统的故障诊断、供油系统的故障诊断、进气系统的故障诊断、点火系统的故障诊断、发动机冷却系统与润滑系统的故障诊断、排放控制系统的故障诊断、汽油机常见故障的综合诊断、柴油发动机供油系统的故障诊断、传动系统的故障诊断、行驶系统与转向系统的故障诊断和制动系统的故障诊断。

本书依托省级精品课程“汽车综合故障诊断”的建设编写而成。编写过程中,本书坚持以技能为主,注重基本知识与基本技能的结合。同时融合了当前高职高专教育的特点和编者多年的教学经验,力求通过本书的学习使学生初步掌握汽车故障诊断的核心知识与技能。

本书既可以作为高职高专院校汽车检测与维修相关专业的教材,也可作为相关技术人员和汽车爱好者的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断技术/张永波主编. —北京:北京

邮电大学出版社,2013.2(2021.11重印)

ISBN 978-7-5635-3403-6

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车—故障诊断—高等  
职业教育—教材 IV. ①U472.42

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第016619号

---

书 名: 汽车故障诊断技术

主 编: 张永波

责任编辑: 滕 耘

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市长城印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 19

字 数: 468千字

版 次: 2013年2月第1版 2021年11月第8次印刷

---

ISBN 978-7-5635-3403-6

定 价: 55.00元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

服务电话:400-615-1233

## 汽车故障诊断基础

## 知识目标

- 了解汽车故障的形成原因；
- 了解汽车故障的分类；
- 熟悉汽车故障的诊断方法；
- 掌握汽车故障诊断的基本程序；
- 掌握汽车故障诊断的注意事项。

## 技能目标

- 问诊程序的良好进行；
- 熟悉所要操作的车辆及相关仪器；
- 能够初步判断出故障原因。

随着当前我国汽车时代的到来,汽车在人们日常生活中的需求不断提高。现代汽车的功能越来越齐全,结构越来越复杂,零部件数量也越来越多。此外,作为一种在运动中完成工作的机械,与其他任何机械设备相比,汽车的使用条件都非常恶劣,既要经受自然天气的考验,又要承受人们不合理使用带来的影响。因此,汽车在使用的过程中,由于种种原因,其技术状况不可避免地会发生改变,汽车故障也就随之出现了。

汽车故障诊断基础模块的主要内容有:汽车故障生成的内外部原因及原因出现的级别;汽车故障的分类、分类方法及汽车故障诊断程序;汽车故障诊断中需要注意的具体事项。

## 课题一 汽车故障的形成原因

汽车在使用过程中出现故障,其原因既有主观方面的,也有客观方面的。主观方面主要包括设计制造、材料选择、自然老化、装配关系等;客观方面主要包括工作条件、使用情况与维护情况等。汽车故障一旦出现,就应借助一定的方法与手段,利用必要的仪器与设备,通过正确的分析与诊断,查找出导致故障的真正原因,并及时加以排除,使汽车尽快恢复到正常工作状态,从而延长汽车的使用寿命,提高其工作安全性。

生成汽车故障的原因由外部原因和内部原因两部分组成,其中外部原因主要有环境因



素、人为因素和时间因素,而内部原因则主要有物理、化学或机械的变化因素,内部原因又称为故障机理。

对故障原因进行模式化分类,就是找出不同故障原因的相同模式进行归类,故障模式就是从故障原因中抽出具有相同本质的内容进行分类组合而成的。

对汽车故障原因进行分层定义是为了在诊断故障时逐级缩小故障范围,最终锁定故障点,找出损坏的零部件。然后分析零部件故障的生成原因,区分出零部件损坏的内部原因和外部原因,从根源上杜绝或降低故障再次发生的可能性。

## 一、汽车故障形成的外部原因

外界施加于汽车上的各种外部环境条件均称为环境原因。环境原因内容包括各种力、环境的温度、湿度、产生的振动、外界污染物等,这些环境原因将以各种能量的形式(能量包括机械能、热能、化学能和其他能量)对汽车产生作用,并使机件发生磨损、变形、裂纹以及腐蚀等各种形式的损伤,最终导致汽车故障的发生。同时,外部原因还包括人为原因和时间原因。这些原因对汽车的主要影响内容见表 1-1。

表 1-1 影响汽车故障的各种外部原因

环境原因	人为原因	时间原因
机械能损伤:振动、冲击、压力、加速度、机械应力等	设计制造:设计缺陷、装配工艺、装配水平	自然老化:橡胶及塑料零部件的老化、内饰的老化等
热能损伤:高温老化、氧化、软化、熔化等	维修保养不当:保养不及时、保养人员工作不到位、故障维修水平不够	磨损及疲劳:有摩擦表面的自然磨损、有工作次数的功能部件开闭次数等
化学能损伤:受潮、腐蚀、化学污染等	操作使用:驾驶人员的不良驾驶行为、使用人员对汽车功能的了解不够	应力变化:底盘运动协作部件、有支撑作用的部件等

以上所述的原因是促使汽车发生故障的诱因,就其广义来讲也都将时间原因考虑在内。施加应力的先后顺序、单位时间内应力循环的频率、疲劳裂纹扩展的速度以及有负荷时间与无负荷时间的比例等,都是产生故障的时间原因。

## 二、汽车故障形成的内部原因

### 1. 根据机械零件的类型、工作环境和故障表现形式

根据机械零件的类型、工作环境和故障表现形式,通常可将汽车故障内部原因归纳为磨损、变形、断裂、裂纹和腐蚀等。

#### 1) 磨损

磨损是指相对运动的零件间由于摩擦而不断损耗、增大间隙的现象。按照磨损产生的具体原因,磨损又可分为磨粒磨损、黏着磨损、腐蚀磨损和疲劳磨损四种。

(1)磨粒磨损:是指摩擦表面间有硬质颗粒物相互摩擦引起的表面磨损。磨粒磨损会在材料表面划出沟槽。减少磨粒磨损的主要措施是防止外来磨粒进入摩擦表面和防止摩擦表



面产生磨粒。

(2)黏着磨损:是指摩擦表面间因高温导致的金属局部熔化,发生转移黏附到相接触的零件表面上的现象。黏着磨损会在材料表面发生划擦、撕脱、咬合现象,如拉缸、抱瓦、抱轴等。

(3)腐蚀磨损:是指材料与周围介质发生化学和电化学反应引起金属表面腐蚀产物剥落的现象。腐蚀磨损又分为氧化磨损、酸、碱、盐等特殊介质产生的腐蚀磨损和有液体流动的穴蚀三种。例如,发动机曲轴轴颈、汽缸壁面、有齿轮啮合的表面都会产生氧化磨损,汽缸壁面还会产生酸的腐蚀磨损,冷却水套内表面及汽缸套外表面会出现的穴蚀。

(4)疲劳磨损:是指在长时间交变载荷的作用下,摩擦表面产生裂纹、金属剥落凹陷的现象。例如,轮毂轴承处滚道金属剥落,变速箱内啮合齿轮、发动机配气凸轮表面出现的金属裂纹和剥落等。

## 2) 变形

变形是指在外部载荷以及内部应力作用下,机件的形状和尺寸发生变化的现象。根据外力消除后变形能否复原的情况,又可分为弹性变形和塑性变形两种。

(1)弹性变形:是指机件受到外部载荷时发生的变形,在外载荷消除后变形自行消失,恢复到原来形态的情况。例如,汽车上的一些弹簧及轮胎的变形即为弹性变形。

(2)塑性变形:是指机件受到外部载荷时发生的变形,在外载荷消除后变形依然存在,不能恢复到原来形态的情况,如汽车在碰撞时产生的车身变形等。

## 3) 断裂

断裂是指机件在承受较大静载荷、动载荷时,达到材料的强度极限值或疲劳极限值时零件出现的断成两部分或多部分的现象。断裂又可分为疲劳断裂、静载断裂和环境断裂三种情况。

(1)疲劳断裂:是指机件在重复以及交变应力的作用下,在所承受的应力低于材料的屈服极限前提下,发生了断裂的现象。

(2)静载断裂:是指机件在恒定载荷或一次冲击作用下,外部载荷超过了材料的强度极限值,机件发生断裂的现象。静载断裂分为韧性断裂和脆性断裂两种。韧性断裂是发生在宏观塑性变形下的断裂,也就是在断裂前机件发生过明显的塑性变形。脆性断裂是突然发生的几乎没有明显塑性变形的断裂,也就是机件在断裂前基本没有发生明显的塑性变形。

(3)环境断裂:是指机件在腐蚀环境中,材料表面或裂纹前沿由于经过氧化、腐蚀或其他过程使断裂表面的强度下降所导致的断裂现象。

## 4) 裂纹

裂纹是指机件表面出现局部断裂的现象。裂纹的发展过程分为裂纹产生、裂纹扩展和最终断裂三个阶段。裂纹属于可挽救故障,断裂属于不可挽救故障。裂纹的形态和成因都很复杂,其类型很难区分。为了讨论方便,可将裂纹分为工艺裂纹和使用裂纹两种。

(1)工艺裂纹:主要是指铸造裂纹、锻造裂纹、焊接裂纹、热处理裂纹和磨削裂纹五种,也常指在没有经过使用时,就已经产生的裂纹。

(2)使用裂纹:是指机件在实际使用过程中产生的裂纹,主要有疲劳裂纹、应力腐蚀裂纹和蠕变裂纹三种。

## 5) 腐蚀

腐蚀是指金属机件表面接触各种介质后发生某种反应而逐渐损坏的现象。腐蚀按照破





坏机理可分为化学腐蚀和电化学腐蚀两种。

(1)化学腐蚀:是指零件材料直接与腐蚀介质发生化学反应的现象。化学腐蚀通常在零件表面形成一层相应的化合物。例如,铁、铜等金属在空气中氧化,就会在其表面形成一层氧化膜。

(2)电化学腐蚀:是指两种或多种不同的金属材料处在同一电解质溶液中时,不同的两种金属相当于一对电极,在实际中就形成了微电池,产生了电化学反应,使得阴极金属因有电子流向阳极而受到腐蚀的现象。

## 2. 根据电气元件的类型、使用环境和故障表现形式

根据电气元件的类型、使用环境和故障表现形式,电气元件的故障模式和原因通常可以按照电气元件的种类来划分类别。常见电气元件有电阻器、电容器、集成电路芯片、接触件及电动机等。

### 1) 电阻器故障原因

在电气设备中电阻的使用量很大,而且它是一种发热元器件。电气设备故障中,电阻器失效导致的占有一定的比例,其故障原因与产品的结构、工艺特点、使用条件有密切关系。电阻器失效分为两类,即致命失效和参数漂移失效,大多数电阻器发生的是致命失效,常见的有断路、机械损伤、接触损坏、短路和击穿等。

### 2) 电容器故障原因

电容器故障模式常见的有电参数退化、击穿、开路、电解液泄漏和机械损伤等。电容器在工作应力和环境应力的共同作用下工作,因而有时会产生一种或几种故障模式和故障原因,还会由一种模式导致另外一种模式的出现,且各种故障模式之间又相互影响。电容器的故障与产品的质量、类型、材料的种类、结构的差异、制造工艺水平及工作环境等诸多因素密切相关。导致上述故障的原因有以下三方面。

(1)电参数退化:主要由于潮湿或电介质老化或热分解,电极材料的金属离子迁移,表面被污染,电极的电解腐蚀或化学腐蚀,杂质或有害离子的影响等。

(2)击穿:主要是由于介质中存在缺陷、杂质,介质老化,金属离子迁移形成导电沟道或边缘飞弧放电,介质材料内部气隙击穿或介质发生电击穿、机械损伤,介质材料分子结构改变等。

(3)开路:引线与电极之间的接触点氧化造成低电平开路,引线与电极接触不良或绝缘不佳,电解电容器阳极发生金属腐蚀导致开路,工作电解质干枯或冻结,电解质与电介质之间造成短时开路等。

### 3) 集成电路芯片故障原因

集成电路芯片故障模式主要有电极开路或间歇式通断、电极间短路、引线折断、封装裂缝、电参数漂移、可焊接性差以及无法工作等。

(1)电极开路或间歇式通断:主要原因是电蚀和工艺问题。

(2)电极间短路:主要原因是电极金属扩散、金属化工艺缺陷或外来异物等。

(3)引线折断:主要原因是线径太细、引线强度不够、热点应力与机械应力过大和电蚀等。

(4)封装裂缝:主要由封装工艺缺陷和环境应力过大等造成。

(5)电参数漂移:主要原因是原材料缺陷、可移动离子引起的反应等。

(6)可焊接性差:主要由引线材料缺陷、引线金属镀层不良、引线表面污染、腐蚀和氧化导致。



(7)无法工作:一般是由工作环境因素造成的。

#### 4)接触件故障原因

接触件是指用机械压力使导体与导体接触,并具有导通或关闭电流功能的元器件,通常包括开关件、插接件、继电器和起动器等。接触件的可靠性较差是电气设备可靠性不高的关键因素之一。开关件和插接件以机械故障为主,电气故障为次,故障模式主要是由于磨损、疲劳、外界温度和腐蚀等,而继电器等接触件故障模式主要是影响接点的故障和机械故障。

(1)开关件与插接件常见故障如下。

①接触不良:是指插接件没有或不能压紧到位、接触表面污染或腐蚀、接触弹簧片应力不足或焊剂污染。

②绝缘不良:是由焊剂污染、受潮、表面有尘埃、绝缘材料老化或有形变等原因引起的。

③机械失效:是由零件变形、底座破裂、主要弹簧失效或一些运动的推杆断裂等引起。

④绝缘材料破损:主要原因是绝缘体存在运动干涉、绝缘老化或焊接热应力等。

⑤弹簧断裂:是指弹簧材料的疲劳断裂、失效等。

(2)继电器常见故障如下。

①继电器磁性零件去磁或特性恶化:磁性材料缺陷或外界电磁应力过大。

②接触不良:接触表面出现污染或有绝缘物介质产生、有机吸附薄膜及炭化薄膜等应力不足或焊剂污染等。

③节点误动作:结构部件在应力的作用下出现谐振或不能正常开闭。

④弹簧断裂:弹簧材料疲劳、裂纹损坏或脆裂、有害气体腐蚀等。

⑤线圈断路:潮湿条件下的电解腐蚀和有害气体的腐蚀等。

⑥线圈烧毁:线圈绝缘介质的热老化、引出线焊接头绝缘不良而引起短路烧毁等。

#### 5)电动机故障原因

汽车电动机故障主要分为电气故障和机械故障两类。电气故障主要包括换向器和电刷损坏、电枢线圈搭铁短路、永久磁铁丢磁或特性恶化、励磁线圈搭铁短路或烧坏断路;机械故障主要包括电枢轴弯曲变形或断裂、电枢轴承磨损发声、电动机外壳变形与烧坏等。

(1)电气部分常见故障如下。

①换向器损坏:换向器片间云母槽内炭粉或焊锡绝缘不良短路、换向器表面过度磨损。

②电刷损坏:电刷安装位置错误、压力调整过大或过小、电刷接触面积调整不正确、电刷材质或型号不当。

③电枢线圈搭铁短路:由于漆包线线圈间绝缘介质损坏、电动机散热不良或过载造成的绝缘材料不良老化等。

④永久磁铁丢磁或特性恶化:电动机负载过大且散热不良导致电动机温度过高进而损坏磁极,或外界环境中的电磁力过大。

⑤励磁线圈搭铁短路或烧坏断路:线圈中电流过大、温度过高或绝缘不良导致励磁线圈损坏。

(2)机械部分常见故障如下。

①电枢弯曲变形与断裂:设计制造及材料加工等问题导致断裂,装配不当导致变形断裂。

②电枢和轴承的磨损与腐蚀:润滑不良或缺少润滑、局部温度过高导致轴承磨损。

③电动机外壳变形与烧坏:电动机外壳受外力损伤变形或电动机过载过热导致本体烧坏。



### 三、汽车故障的表现类型

汽车故障的症状种类非常多,但不外乎是以下 20 种表现类型的损坏或故障。

- (1)元件损坏类型:因零部件损坏、变形导致的故障类型。
- (2)元件退化类型:因零部件老化、退化导致的故障类型。
- (3)元件错用类型:因零部件错用、错换导致的故障类型。
- (4)安装松脱类型:因安装不到位、锁定不牢导致的故障类型。
- (5)装配错误类型:因装配失误、装配不当导致的故障类型。
- (6)调整不当类型:因参数及间隙调整不当导致的故障类型。
- (7)润滑不良类型:因润滑油质量、黏度、压力、流量不正常导致的故障类型。
- (8)密封不严类型:因磨损引起的机械部件间密闭不严导致的故障类型。
- (9)油液亏损类型:因各种油液亏损导致各总成机构装置工作失常的故障类型。
- (10)气液漏堵类型:因各种气体、液体管路泄漏、堵塞导致的故障类型。
- (11)结焦结垢类型:因各部分结焦、结垢、生锈、氧化等导致的故障类型。
- (12)相互干涉类型:因机械部件发生运动干涉导致的故障类型。
- (13)控制失调类型:因机械及电子控制失调导致的故障类型。
- (14)匹配不当类型:因控制电脑软硬件及动力传动匹配不当导致的故障类型。
- (15)紧急模式类型:因控制电脑处于备用模式导致故障现象发生的故障类型。
- (16)短路断路类型:因汽车电路短路、断路导致的故障类型。
- (17)漏电击穿类型:因电器、电子元器件漏电击穿、搭铁导致的故障类型。
- (18)接触不良类型:因各种开关、插头、搭铁点接触不良导致的故障类型。
- (19)线路损伤类型:因线路烧坏、机械破损等原因导致的故障类型。
- (20)虚接烧蚀类型:因虚接和烧蚀导致的电路板及插头插座故障类型。

### 四、汽车故障的症状分级与原因分层

汽车故障的原因是可以逐层分析的,在对汽车故障原因进行分层分析时,首先要明确什么是故障症状,什么是故障原因,搞清楚两者之间的联系和区别。例如,汽车燃油量消耗过高是故障症状,是可以感觉到的,而混合气过浓可以说是燃油量消耗过高的一个原因,不能把混合气过浓说成症状,因为混合气过浓是无法感觉和察觉到的。但混合气过浓有可能导致排气系统“放炮”现象发生,所以出现排气系统“放炮”是混合气过浓的一个症状,而混合气过浓是排气系统“放炮”的原因。如果出现燃油量消耗过高的症状,伴随着排气系统“放炮”的警示性症状同时出现,就可以初步判断出这个故障原因可能是混合气过浓。

汽车一个故障症状的显现,首先要有症状现象在汽车整体中的定位问题。如汽车动力不足、加速不良是一个描述整车性能的症状,其定位是整个汽车。发动机动力不足是对汽车发动机总成性能的症状描述,这个症状定位是总成。进气系统回火则是发动机总成中一个系统工作现象的症状描述,这个症状定位是系统。又如曲轴异响是对一个机构工作异常的症状描述,这个症状定位是曲轴。燃油管泄漏则是对一条管线的工作状况出现异常的症状描述,这个症状的定位是油管。雨刮片异响是对局部部件异常的症状描述,这个症状的定位是部件。如上所述,描述症状时,首先要对症状在汽车上出现的结构定位进行分级。汽车



作为一个整体定位为第一级。汽车由发动机、底盘、电器和车身四个部分组成,以这四个部分定位的是第二级。然后取发动机部分,发动机由两个机构、六大系统组成,以这些机构和系统定位为第三级。再往下取供油系统,供油系统由供油部分组件、喷射部分组件和控制部分组成,以这三个部分定位为第四级。再取供油组件部分,这部分由油箱、油泵、滤清器、油管、调节器等组成,以这几个部件定位为第五级。这里滤清器是最小配件,调节器是一个装置,油管是管线,而油泵是一个总成。对于装置和总成还应继续分级定位,直到不可再分为止。症状的分级分析见表 1-2。

表 1-2 汽车故障症状分级与原因分层的分析

级层顺序	汽车结构分级	汽车结构分级范例的实际名称	症状或原因
一	整车	汽车	整车动力不足
二	组成部分	发动机、底盘、电器、车身	发动机动力不足
三	系统、总成	供油、点火系统、发动机机械总成等	燃油混合气稀
四	机构、装置	供油组件部分、喷射组件部分、控制系统等	燃油压力低
五	部件、管线	调压器、滤清器、油泵、油管、喷油器等	燃油压力调压器损坏
六	损坏部位	回油阀、膜片、弹簧、真空腔、进出油室等	回油阀漏油
七	损坏点	回油阀损坏、密封圈损坏等	回油阀关闭不严
八	具体原因	内因(故障的直接原因)、外因(生成条件)	阀损坏、密封圈装配损伤

从表 1-2 可以看出下一级的症状就是上一级的原因。例如:燃油混合气稀(第三层)是造成发动机动力不足(第二层)的一个原因。同时,燃油压力低(第四层)又是混合气稀(第三层)的原因。因此,确定汽车故障症状的原因是可以按照汽车结构进行分级定义与描述的。

整车动力不足最终的一个故障原因是调压器回油阀密封圈装配损伤,导致回油阀关闭不严,使得回油阀漏油,造成调压器功能失效、燃油压力下降,致使燃油混合气变稀,使发动机动力降低,出现汽车加速不良的症状。汽车故障症状分级和原因分层见表 1-3。

表 1-3 汽车故障症状分级和原因分层

症状一级	汽车动力不足	最初症状
症状二级	发动机动力不足	原因一层
症状三级	混合气稀	原因二层
症状四级	燃油压力低	原因三层
症状五级	调压器损坏	原因四层
症状六级	回油阀漏油	原因五层
症状七级	回油阀关闭不严	原因六层
症状八级	密封圈损伤	原因七层
最终原因	安装时损伤	原因八层

最底层的上一层是故障的最小损坏点,也是故障诊断过程中要发现的可更换的零部件,找到这一点并更换损坏的零部件(或者修复最小损坏点)后,故障症状即可消除。但故障诊





断排除的工作并没有完结,因为还必须找到造成这个零部件损坏(或最小损坏点出现)的真正原因,也就是最底层原因。最底层原因是最终原因,它是导致最小(不可分割)零部件损坏(或最小损坏点出现)的原因。查明最终原因的目的是为了确定导致故障发生的根本原因,也是为了防止在更换该零部件或修复损坏点之后故障再度发生,做到对故障的真正排除。

汽车故障症状的表现可以出现在任何一个级别上,以汽车整车性能异常为症状表现形式的故障症状发生在第一级。如果故障症状是发动机怠速抖动,这就是发生在发动机部分的故障,它的症状定位在第二级。如果故障症状为高压点火漏电,则为点火系统故障,症状定位在第三级,以此类推,当故障发生在最小部件时就是最后一级的症状了,再往下就是故障原因了。例如,保险丝烧坏,症状发生在最小部件上,再继续往下找就是原因了,内因是短路或负载过大,外因有可能就是机械损伤或线束破损。这种情况只有一级症状和一层原因。

显然,根据汽车症状出现的部位,可以对症状的起点进行定位,然后向下逐层分析原因。下面以整车动力不足为例,逐层查找原因。

故障最初症状现象表现在整车性能上:汽车整车动力不足,有加速不良的现象,在正常行驶时车速达不到规定值。

故障原因可能存在于发动机、底盘、车身、电器以下几方面。如发动机动力不足,底盘传动效率低、阻力大,车身空气阻力过大,电器系统负载过大等。

逐层分析法:故障原因可以从下一级系统和总成中产生,故障原因也可以进一步从再下一级的机构和装置中产生。例如,汽车动力不足的逐层分析见表 1-4。

表 1-4 汽车动力不足的逐层分析

汽车整体现象	汽车整车动力不足,表现为加速不良或者是正常行驶时车速达不到规定值			
上层原因	发动机动力不足	底盘传动效率低、阻力大	车身空气阻力过大	电气系统负载过大
中间层原因	①点火系统:点火过迟(早),点火能量不足; ②燃油系统:燃油压力不足,燃油喷射控制失常; ③配气机构:气门密闭不严,配气相位失常; ④曲柄连杆机构:汽缸密闭不良; ⑤进排气系统:进气泄漏,排气堵塞; ⑥冷却系统:发动机温度过高; ⑦润滑系统:润滑不良,密封性下降,转动阻力增加	①传动系统:传动阻力大,离合器打滑; ②自动变速器:变矩器损坏,液压控制系统打滑烧片; ③转向系统:前束不当; ④制动系统:制动器发热,制动阻滞力过大; ⑤行驶系统:轮胎阻力大,磨损加剧	车身加装灯饰或运货架等装饰物导致空气阻力加大	①照明系统:改装前照灯,加大灯泡功率,导致负荷过大; ②空调系统:电磁离合器及电动机线圈匝间短路,导致负荷加大; ③辅助系统:电动机、电器损坏短路,导致负荷加大; ④音响系统:改装大功率音响; ⑤电源系统:负荷过大



续表

未层原因	个别或多个零部件、元器件损坏,调整不当,控制失常,堵塞泄漏、密闭不严,压力、温度失常,润滑不良、摩擦加剧导致阻力增大,车身改装、电路改装加大的阻力及负荷,电路短路等原因导致汽车动力不足
最后原因	故障内因:机械部件(磨损、变形、断裂、裂纹、腐蚀),电气系统(元件击穿烧毁、电路短路断路接触不良、开关继电器触点烧蚀、电动机线圈和点火线圈匝间短路); 故障外因:设计不当、制造不良、材料不佳、使用不当、维修不当等

综上所述,汽车故障症状是可以感觉和察觉到的故障现象。通常,在定义故障症状时,应该选择可以被感觉和察觉到的现象作为故障症状,尽量不选择要通过检测才能发现的现象。如燃油消耗量增多的现象一般是无法感觉和察觉到的,必须经过长时间的测试或积累才能确定,而且与驾驶者的驾驶行为有很大的关系。这样燃油消耗增高一般不是故障症状,而是故障的隐性表现。对于隐蔽性故障,只能用长时间的检测结果作为故障症状。又如发动机抖动、水温过高的现象,这是可以很容易察觉到的故障,故障症状可以用发动机抖动、水温表指示值过高来定义。

## 课题二 汽车故障分类与诊断方法

汽车故障是指汽车部分或完全丧失工作能力的现象。汽车发生故障的原因是汽车零件本身、零件之间配合状态或控制线束连接关系发生了异常变化。汽车故障虽然类型很多,发生的偶然性也很大,令人难以捉摸,但是,汽车故障的出现还是有其自身的变化规律,绝大多数故障都能依靠人工或现代化的诊断方法诊断出来。

### 一、汽车故障的分类

按不同的分类方法,汽车故障可分为以下几种类型。

#### 1. 按丧失工作能力的程度分类

##### 1) 汽车局部故障

汽车局部故障是指汽车部分丧失工作能力的故障,其他功能仍保持完好,汽车仍能行驶。

##### 2) 汽车完全故障

汽车完全故障是指导致汽车完全丧失工作能力的故障,汽车不能行驶。

#### 2. 按故障的严重程度分类

##### 1) 汽车一般故障

汽车一般故障是指能及时、较方便排除的故障,或不影响行驶的故障。

##### 2) 汽车严重故障

汽车严重故障是指影响汽车行驶的故障,或者能够造成严重后果的故障。





### 3. 按故障恶化速度的快慢分类

#### 1) 汽车急剧性故障

汽车急剧性故障是指汽车故障一旦发生,汽车工作状态便迅速恶化,故障发展很快,必须马上停车修理的故障。

#### 2) 汽车渐变性故障

汽车渐变性故障是指汽车故障发展缓慢、即使出现也能继续行驶到有条件的地方再进行修理的故障。

### 4. 按故障将造成后果的程度分类

#### 1) 汽车非危险性故障

汽车非危险性故障是指不会引起汽车及零部件损坏,不会造成人身伤害或财产损失的故障。

#### 2) 汽车危险性故障

汽车危险性故障是指有可能引起人身伤害、汽车损坏及财产损失的故障。

## 二、汽车故障的变化规律

汽车故障的变化规律一般用汽车的故障率 $\lambda$ 随汽车行驶里程的变化关系来表示。汽车的故障率是指当汽车行驶到一定里程或时间时,在单位行驶里程内发生故障的概率。汽车的故障率是衡量汽车可靠性的一个重要参数。

汽车的故障率曲线如图 1-1 所示,由于其形状很像浴盆,因而我们形象的称为“浴盆曲线”,它表明了汽车故障率与汽车行驶里程或时间的关系。汽车故障的变化规律从曲线上可以看出分为三个阶段。

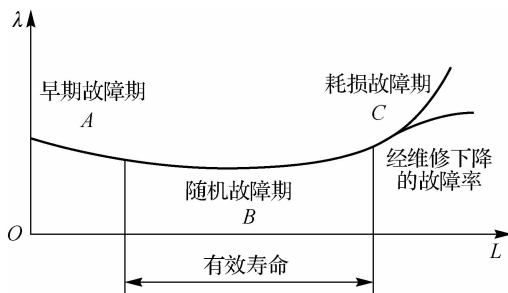


图 1-1 汽车的故障率曲线

#### 1. 早期故障期

汽车的早期故障期相当于汽车的磨合期。在此阶段,由于汽车零件的磨损量较大,因而故障率相对较高,但总的趋势是在这段时期内,随着汽车行驶里程的增加,汽车的故障率逐渐降低。但是,目前随着汽车生产质量的提高,此期间的汽车故障率也不是很高。

#### 2. 随机故障期

随着早期故障期的结束,零件的磨损进入稳定时期。在此阶段,汽车及总成的技术状况处于最佳状态,故障率低而车况稳定,此阶段称为随机故障期。随机故障期是汽车的有效使用时期(有效寿命)。在随机故障期,故障的发生是随机性的,不重复,其原因一般是材料隐



患、制造设计缺陷、使用不当及维护保养欠佳等因素。

### 3. 耗损故障期

随机故障期过后,汽车上大部分零件磨损量已经过大,加之交变载荷长期作用及零件老化疲劳,各种条件均不同程度恶化,使磨损量急剧增加,汽车及各总成状况急剧变差,故障率迅速升高。此时,汽车应及时进行维修,避免导致汽车及总成损坏、报废甚至出现恶性事故。因此,在实际使用中,必须以汽车故障率曲线为依据,制定出合理的维修周期,以恢复汽车的使用性能,达到合理使用与维护汽车的目的。

## 三、汽车故障诊断方法

当前汽车的性能越来越完善,其结构与控制越来越复杂,因此汽车出现故障时进行诊断的难度也在不断增加,这就更要求检测维修人员首先要了解故障现象,然后结合其具体结构与工作原理进行周密分析,按一定思路进行排查与诊断,最后准确判断故障部位及原因。

汽车故障诊断按其诊断的深度可分为一般诊断和深入诊断。一般诊断是根据故障的现象,判断出故障产生原因的大致范围。深入诊断是根据一般诊断的结果对故障原因进行分析、查找,使用各种手段与仪器,直到找出产生故障的具体部位。

汽车故障常用的诊断方法有直观人工诊断、利用随车故障自诊断系统诊断、利用简单仪表诊断、利用专用诊断仪器诊断、换件法诊断、故障征兆模拟诊断等。

### 1. 直观人工诊断

汽车故障的直观人工诊断也就是所谓的经验诊断,在对汽车故障进行诊断的过程中,了解和掌握故障现象的特点,经过问、看、听、摸、闻、试、替、测、诊等过程,对故障现象进行深入分析与准确判断,找出故障部位。

#### 1) 问

故障车到来之后,首先要向驾驶员详细询问车辆的行驶里程、行驶状况、行驶条件、维修情况、故障特点及表现、故障起因等多方面情况,掌握故障的初步情况。有经验的维修人员,在平时汽车故障诊断经验积累的基础上,对有些常见故障或某种车型的普遍故障,通过询问驾驶员即可准确地判断出来。

#### 2) 看

维修人员主要是通过眼睛对整车及相关部位的观察,就能发现汽车较明显的异常或故障现象。如有无漏油、漏水、漏气,发动机排气烟色如何,液体流动是否正常,各部件运动是否发卡,连接机件有无松脱、裂纹、变形及断裂等现象,轮胎气压及磨损状况和特点,车架、车桥、车身及各总成外壳、护板等有无明显变形现象,相关部位有无刮蹭痕迹等。

#### 3) 听

借助一些简单工具,在汽车工作时听察有无敲缸、皮带打滑、机械撞击、轴承异常摩擦、排气管响声等杂音及异响。汽车整车及各总成、各系统在正常工作时,发出的声音一般都是有一定规律的,通过仔细辨别异响,就能够大致判断出故障的存在,再根据异响特征去判断出故障的部位及原因。

#### 4) 摸

用手轻摸或触碰各轴承、接头、插接口、电器插头、固定螺栓(钉)等处,看是否有松脱现



象,各总成部件的温度有无异常升高等,从而发现故障现象,再由现象去判断故障产生的原因。

### 5) 闻

汽车上有些与油料或摩擦片有关的地方出现故障后,往往会产生比较特殊的气味,此时,具有一定经验的维修人员就可以根据此气味准确地判断故障部位所在。当产生烧油味时,一般是发动机烧机油、汽缸磨损过度造成;而离合器、制动器等摩擦片处能闻到很浓的糊臭味时,则往往是离合器打滑、制动器等摩擦片磨损过度造成的。

### 6) 试

试就是通过对汽车及总成进行不同工况的模拟试验,当出现故障现象时再加以确认的一种手段,很多时候汽车上的故障是需要再现故障现象才能够诊断的,此方法需要维修人员有足够的经验。

### 7) 替

替就是根据经验将故障车的总成或零部件替换成正常的部件,然后查看故障的现象。此时,如果出现故障现象消失的情况,往往就可以确定故障的成因了。有时候,在4S店里此方法非常简便易行。

### 8) 测

对于现象不明显的疑难故障,使用一般方法很难判断故障部位的时候,就需要借助一些工具、量具或仪器进行测试,如用量具测量磨损尺寸,用万用表测电阻、电压或电流,用解码器读取故障码或数据流等。通过这些检测的操作,可以判断故障部位及原因。

### 9) 诊

对于特别复杂的故障,单靠经验或简单诊断很难判断故障部位,此时必须借助一定的仪器设备,按照一定的方法步骤,对故障进行全面细致的检查和分析。此时通常使用故障树(下面会提到)进行详细的排查与分析诊断。

直观诊断方法要求从事故障诊断操作的人员必须首先掌握被诊断汽车系统的结构和工作原理,对其产生的故障现象要熟悉,能进行原因的分析,并能掌握关键部件的检查方法并作出判断。直观诊断方法由于受诊断者的经验和对诊断车辆的熟悉程度的限制,诊断结果差别有时候非常大。经验丰富的诊断专家,可以利用直观诊断方法迅速诊断出汽车及各总成可能出现的绝大多数故障。在诊断无故障码故障或用一些常规检测设备难以诊断的疑难故障方面,直观诊断法具有其他各种诊断法无可比拟的优势。

## 2. 利用随车故障自诊断系统诊断

随车诊断是利用汽车电控系统所提供的故障自诊断系统对故障进行诊断的方法。它利用故障自诊断系统调取汽车电控系统的相关故障码,然后根据故障码对应出故障名称及内容,指导维修人员找出故障部位。

一般情况下,随车自诊断系统只提供与电控系统传感器及执行元件有关的电气装置或线路故障代码,且只能作出初步诊断,具体的故障原因,还需要通过直观诊断或借助简单仪器甚至专用诊断设备进行深入诊断才能获得。

随车故障自诊断在汽车电控系统故障诊断中是一种简便快捷的诊断方法,但是其诊断



的范围和准确度远远不能满足实际需求,常常出现汽车有故障症状而随车故障自诊断系统无故障显示的情况,或者是出现了故障代码却与相关的元器件无关的现象。因此,随车故障自诊断系统并不是万能的,只有通过人的大脑分析与专业知识的运用,汽车的故障才能够诊断出来。

### 3. 利用简单仪表诊断

所谓利用简单仪表诊断,是指利用万用表、示波器、汽缸压力表等常用仪表,对汽车故障进行诊断的方法。汽车电控系统各零部件均有厂家的标准参考数值,各零部件的电阻值都有一定的范围,工作时输出电压信号也有一定的范围,且具有特定的输出波形。因此,可利用万用表测量元件的电阻或输出电压,用示波器测试元件工作时的输出电压波形,用万用表测量元件导通性等来判断元器件本身及其接触或线路是否工作正常。

利用简单仪表诊断的特点是诊断方法简单、设备费用较低,主要用于对电控系统和电气装置的故障进行深入诊断。其不足是对操作者的要求较高。在利用简单仪表诊断时,操作者必须对系统的结构和线路连接情况及元器件技术参数有相当详细的了解,才能取得较好的诊断效果。否则,非但不能诊断出故障,还有可能因方法不对,造成电控系统零部件的新故障或损坏。

### 4. 利用专用诊断仪器诊断

随着汽车电子技术在汽车上新功能的推进,各种汽车故障专用诊断仪器也得到了相应的发展与使用。常见的汽车专用诊断仪器主要有汽车专用万用表、汽车专用示波器、发动机综合参数测试仪、无负荷测功仪、四轮定位仪、汽车故障解码器等。使用专用故障诊断设备,可以大大提高汽车故障诊断效率。虽然诊断成本较高,但在专业的故障诊断机构和较大规模的汽车维修企业仍在大量使用。



视频  
介绍万用表

### 5. 换件法诊断

当怀疑某个元件发生故障时,可用一个好的备件去替换该器件,然后进行试验。替换后若故障消失,证明判断正确,故障部位确实在此;若故障特征没有变化,证明故障不在此处;若故障有好转但未完全排除,可能除了此处故障外,还存在其他故障点,需进一步查找。换件法是一种行之有效的常用方法,在某些具备条件的维修企业经常使用。

### 6. 故障征兆模拟诊断

在故障诊断中常常遇到偶发性故障。汽车在平时没有明显的故障征兆,只有在特殊条件下才偶然出现。这时必须对故障进行深入的分析,模拟车辆出现故障时相似的条件,再现故障特征。在故障征兆模拟试验中,诊断人员首先必须把可能发生故障的范围缩小,然后再进行故障征兆模拟试验,判断被测试的器件工作是否正常,同时也验证了故障征兆。在缩小故障征兆可能性时应参考相关系统的故障诊断流程。

### 7. 利用故障树诊断

对于较复杂的故障,由于导致故障的可能原因较多,或属于比较生僻的故障,因此单靠经验或简单诊断一般情况下解决不了问题,此时必须借助一定的设备仪器、按照一定的方法步骤,对故障进行全面细致的检查和分析,逐步排除可能的故障原因,最终找到真正的故障部位,这就是用故障树诊断法进行诊断。故障树诊断法又称为故障树分析法,是将导致系统故障的所有可能原因按树枝状逐级细化的一种故障分析方法。如图 1-2 所示为汽车发动机

不能起动的一个故障树图。

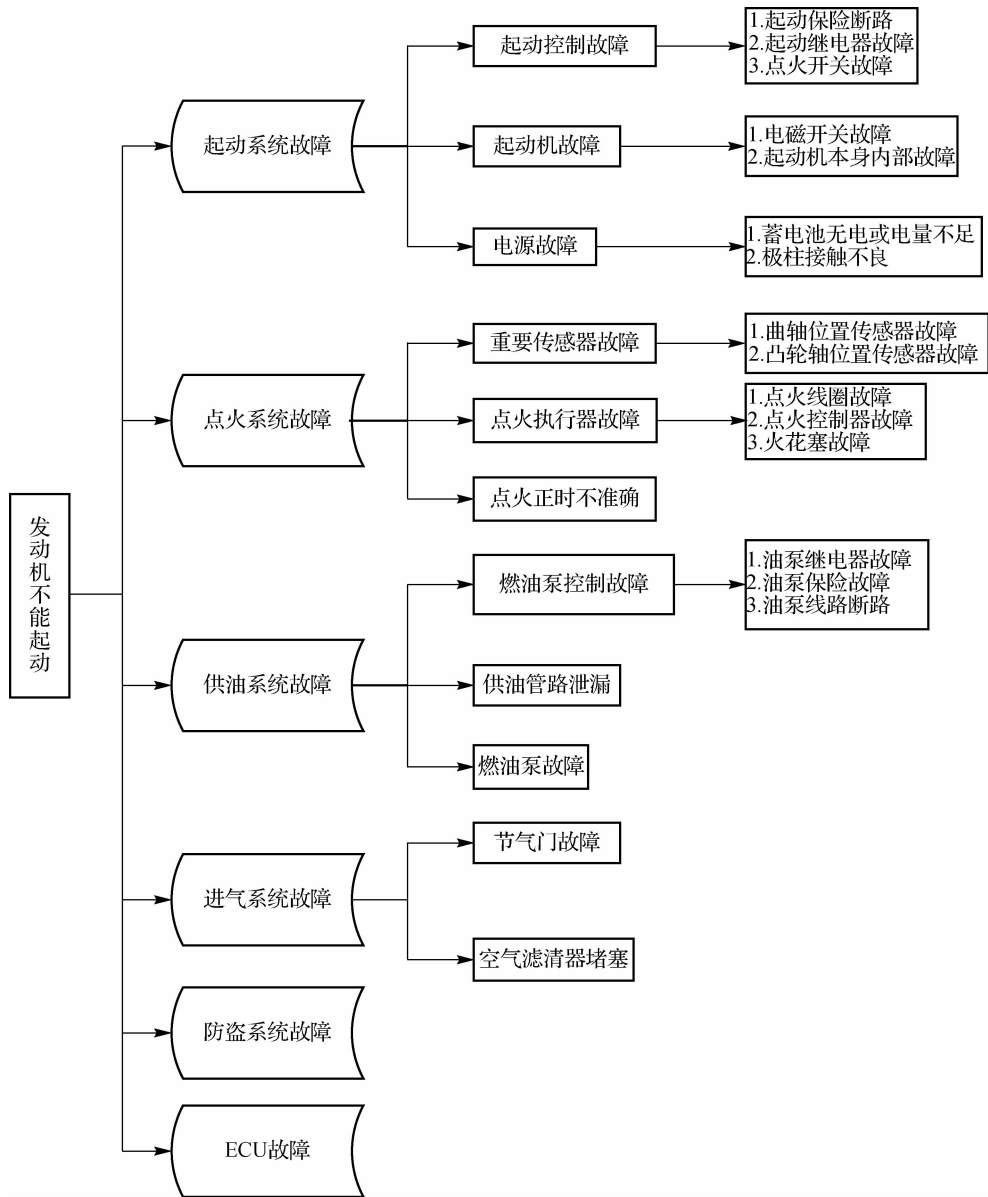


图 1-2 汽车发动机不能起动的故障树

从图 1-2 可以看出,当前汽车不能起动的全部原因都在里面了。因此,故障树的建立首先要在熟悉整个系统的结构与原理的前提下,逐步分析出导致故障的可能原因,然后将这些原因由总体至局部、由总成到部件、由前到后逐层排列,最后得出导致该故障的具体或多种原因。

用故障树诊断法进行故障诊断时应注意,一定要按照导致故障的逻辑关系进行逐步检查与分析,否则就会出现遗漏或重复性的工作,甚至出现查不出故障原因的现象。对于这一点,要在平时的学习与工作中不断积累才能真正做到。





## 课题三 汽车故障诊断的基本程序

汽车故障诊断的基本程序是问诊—故障确认—分析研究—推理假设—流程设计—测试确认—修复验证—故障总结。

### 一、问诊

问诊是通过对车主的询问了解汽车故障症状的方法,为下一步的试车做好相应的方向准备。问诊不仅要达到全面了解故障症状的目的,更重要的是要把故障症状发生时的前因后果了解清楚。很多维修企业都给出了很详细、规范的问诊表。企业使用问诊表的目的在于实现规范化和标准化的问诊模式,以满足对问诊内容完备性和准确性的要求。

表 1-5 为丰田汽车公司提供的发动机故障诊断问诊表。不同的汽车公司提供的问诊表格不尽相同,但问诊的基本内容是一致的。问诊表的设计简洁主要是为了便于实际中的应用,但对于比较复杂疑难的故障,维修人员不能只凭问诊表上的内容来确定故障原因,必须进行更加仔细的问诊和更加详细的故障症状记录。

表 1-5 发动机故障诊断问诊表(来自雷克萨斯 LS400 维修手册)

客户姓名	<input type="checkbox"/> 先生 <input type="checkbox"/> 女士	车型及年型	
驾驶员姓名		车架号	
车辆入厂日期		发动机型号	
牌照号码		里程表读数	
故障 症状	<input type="checkbox"/> 发动机不能起动	<input type="checkbox"/> 发动机不盘转 <input type="checkbox"/> 无初始燃烧 <input type="checkbox"/> 燃烧不完全	
	<input type="checkbox"/> 难以起动	<input type="checkbox"/> 发动机盘转缓慢 <input type="checkbox"/> 其他	
	<input type="checkbox"/> 怠速不良	<input type="checkbox"/> 一档怠速不正常 <input type="checkbox"/> 怠速转速不正常( <input type="checkbox"/> 高 <input type="checkbox"/> 低 转/分) <input type="checkbox"/> 怠速不稳定 <input type="checkbox"/> 其他	
	<input type="checkbox"/> 运行性能不良	<input type="checkbox"/> 开始加速时出现减速现象 <input type="checkbox"/> 消声器放炮(排气管喷火) <input type="checkbox"/> 喘振 <input type="checkbox"/> 爆震 <input type="checkbox"/> 其他	
	<input type="checkbox"/> 发动机失速	<input type="checkbox"/> 起动后不久 <input type="checkbox"/> 踩下加速踏板后 <input type="checkbox"/> 松开加速踏板后 <input type="checkbox"/> 空调器工作时 <input type="checkbox"/> 从 N 挡换到 D 挡时 <input type="checkbox"/> 其他	
	<input type="checkbox"/> 其他		
故障发生日期	年 月 日		
故障发生次数	<input type="checkbox"/> 经常 <input type="checkbox"/> 有时( 次/日 次/月) <input type="checkbox"/> 仅一次 <input type="checkbox"/> 其他		





续表

故障发生时情况	天气	<input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 多云 <input type="checkbox"/> 下雨 <input type="checkbox"/> 下雪 <input type="checkbox"/> 变化无常/其他
	车外温度	<input type="checkbox"/> 炎热 <input type="checkbox"/> 温暖 <input type="checkbox"/> 凉爽 <input type="checkbox"/> 寒冷(约    ℃)
	地点	<input type="checkbox"/> 公路 <input type="checkbox"/> 郊区 <input type="checkbox"/> 市内 <input type="checkbox"/> 上坡 <input type="checkbox"/> 下坡 <input type="checkbox"/> 不平整道路 <input type="checkbox"/> 其他
	发动机温度	<input type="checkbox"/> 冷态 <input type="checkbox"/> 预热 <input type="checkbox"/> 预热后 <input type="checkbox"/> 任何温度 <input type="checkbox"/> 其他
	发动机运行情况	<input type="checkbox"/> 起动 <input type="checkbox"/> 刚起动(    分钟) <input type="checkbox"/> 怠速 <input type="checkbox"/> 高速空转 <input type="checkbox"/> 行驶 <input type="checkbox"/> 恒速 <input type="checkbox"/> 加速 <input type="checkbox"/> 减速 <input type="checkbox"/> 空调器开关接通/断开 <input type="checkbox"/> 其他
检查发动机警告灯的状态		<input type="checkbox"/> 持续亮 <input type="checkbox"/> 有时亮 <input type="checkbox"/> 不亮
检查诊断码	正常状态 (预检)	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障码(    号) <input type="checkbox"/> 烧焊车架数据(    )
	测试状态	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障码(    号) <input type="checkbox"/> 烧焊车架数据(    )

较深入的问诊内容主要包括以下八个方面。

### 1) 车主及汽车的基本情况

(1)基本情况:包括客户姓名、车名、牌照号码、生产厂家、车型、生产年款、车身代码VIN、发动机型号、变速器型号、行驶里程等。

(2)使用情况:包括经常行驶的道路条件,经常使用的车速、发动机转速及挡位模式,经常加注的燃油标号品质及添加剂品牌等。

(3)车主的驾驶习惯:包括行驶、超车、停车、暖车、夜驶、制动、加速、减速、转向、加减挡、油离配合等。

### 2) 故障发生状况

(1)故障基本症状:包括发生日期(年月日)、症状类型(功能、警示、检测、症状描述),按照汽车故障实际显现内容填写。

(2)故障症状特征:包括单一、多种、简单、复合、伴随、因果。

(3)症状发生频次:包括经常发生、有时发生、一定条件下发生、仅发生一次、其他。

(4)症状发生状况:包括渐进、突发、持续、间歇、偶发、多发、有规律、无规律。

(5)故障发生程度:包括轻微、一般、严重、致命。

(6)受气候影响适度:包括受气候影响、不受气候影响。

### 3) 发动机(汽车)工况

(1)冷车时(后)、暖车时(后)、热车时(后)。

(2)低速时、中速时、高速时、变速时(后)。

(3)节气门全关、节气门微开、节气门 1/4 开、节气门半开、节气门 3/4 开、节气门全开、所有位置。

(4)开空调时(后)、转向时(后)、开大灯时(后)、风扇转时(后)。

(5)驻车时(后)、起动时(后)、起步时(后)、行车时、稳速时、急缓减速时(后)、急缓加速



时(后)、滑行时(后)、制动时(后)、停车时(后)、熄火时(后)。

(6)急缓踩制动踏板时(后)、急缓踩离合踏板时(后)。

(7)换挡时(后)、摘挡时(后)。

(8)直行时(后)、转弯时(后)。

#### 4) 故障发生时的指示值

(1)水温:低温、适中、高温、开锅、任何温度(摄氏度,℃)。

(2)车速:行驶车速点、行驶车速段(千米/小时,km/h)。

(3)转速:发动机转速点、发动机转速段(转/分,r/min)。

(4)挡位:MT、AT、1挡、2挡、3挡、4挡、5挡、倒挡、空挡、P挡、R挡、N挡、D挡、+挡、-挡。

#### 5) 故障发生的间隔时间

×分钟前、×小时前、一昼前、一夜前、一天前、×天前、×星期前、×月前、×年前、×分钟后、×小时后、一昼后、一夜后、一天后、×天后、×星期后、×月后、×年后。

#### 6) 故障发生时的环境

(1)时间:早晨、白天、晚上、深夜、全天(××时××分)。

(2)气温:炎热、热、常温、冷、寒冷、任何气温下。

(3)湿度:潮湿、适中、干燥、任何湿度。

(4)气候:晴、阴、雪、雨、雾、风(小、中、大、特大)、任何天气。

(5)道路:城市、郊区、乡村、高速公路、一般公路、土路、无路、平路、上坡、下坡、颠簸路、任何道路。

#### 7) 故障灯指示状态

故障灯常亮、故障灯有时亮、故障灯不亮、故障灯常闪亮、故障灯有时闪亮。

#### 8) 维修养护情况

(1)本次故障症状从第一次发生到本次进厂修理过程中的全部发生经历和维修经历。

(2)以往故障记录及修理记录、更换过的总成及主要零部件名称、生产厂家和更换次数及价格。车上附加安装的装置名称、生产厂家、安装单位。

(3)本车年检记录、车辆事故记录。

(4)最后一次维修的时间、项目、状况、更换零件名称数量、出厂检测参数。

(5)本车维护周期、经常使用的润滑油牌号、添加剂的使用情况及名称数量、经常去的维修厂家情况及维修人员情况。

问诊的详细与完备程度直接影响到故障分析和诊断的准确性,问诊是维修技术人员了解故障发生情况的第一道程序,也是维修人员间接掌握故障发生特征的最好途径。充分利用问诊时与车主交流的细节并认真做好问诊记录,对故障的快速及准确诊断具有十分关键的意义,各个公司使用问诊表的目的是根据方便、快捷、准确的原则,帮助汽车维修人员完整地记录应该了解的全部内容,并且不遗漏任何客户反映的重要信息,为进一步的分析诊断工作提供翔实的第一手资料。

## 二、故障确认

目前,4S店多采用试车的方法,再现车主所讲述的故障现象,从而确定故障症状的真实



存在性。在试车的时候要注意故障症状再现时的特征、时间、地点、环境、条件、工况等客观状态,也就是要将问诊表中记录的内容逐一验证,以便为进一步分析故障原因做好充分的准备。有些故障不能进行试车验证的,有经验的维修人员要酌情处理。

### 1. 故障码的分析

问诊后首先应该进行故障码分析。试车过程中要进行故障码和冻结数据帧的跟踪分析、数据流的记录分析,对故障症状出现时的各种工作参数形成一个可分析比较的数据资料。随着试车的结束,故障码分析过程也就完成了。

### 2. 试车的具体过程

试车的过程,应该首先由车主自己驾驶来再现故障症状,这主要是因为车主对故障症状出现的时机、状况、环境等各种条件和驾驶特点更为熟悉,可以很快地再现故障,提高工作效率。同时,也有利于让检测诊断人员尽快感受到故障症状出现的特征。检测诊断人员要观察车主的驾驶方式和习惯,注意车主反映的故障现象是否真的是故障的表现,察看车主对车辆的使用是否存在错误的地方。如果车主不能够做到以上所说的内容,在试车的时候,可由维修人员驾驶汽车,车主坐在车上,在试车的过程中可由其提示故障出现时的现象,检测诊断人员帮助判断故障的真实性。在车主再现故障症状的时候,检测诊断人员应该反复观察故障症状出现时的各种工况、环境、条件等细节及过程,并且逐一记录下来,与问诊表中记录的各项信息逐条加以验证,从而确认故障症状。车主驾驶汽车再现故障症状以后,检测诊断人员还应该亲自驾驶体会故障症状出现的特点,以便在汽车修复后的试车中进行对比分析,彻底排除汽车的故障。

### 3. 试车的必要性

汽车试车是检测诊断人员感受汽车故障症状的过程,对帮助维修人员了解掌握故障症状特征具有非常重要的意义。在很多4S店,检测诊断人员与维修人员是同一个人,汽车试车是检测诊断人员体会各种车辆驾驶特点的机会,是积累经验的过程,检测诊断人员应该十分重视试车工作。

### 4. 试车的具体内容

一般完整试车内容包括发动机冷机起动、冷机高怠速,暖机到热机怠速、加速、急加速全过程的运行状况,以及仪表指示情况,还包括汽车起步、换挡、加速、减速、制动、转向等过程的行驶状况试验,检查汽车的动力性能、制动性能、行驶稳定性能、操纵可靠性能、振动摆动异响等状况,感受驾驶和操纵过程的各种反应。维修人员进行完整试车的时候,要检查全面,包括车主没有感觉到的汽车故障症状是否存在,消除汽车行驶中的各种安全与技术隐患,保证车主行车的全方位安全性,这也是一个维修人员必须尽到的职业职责之一。试车的具体检测内容如下。

(1) 发动机方面:输出功率大小、点火连续性能、怠速性能、加速性能、冷热起动性能。

(2) 离合器方面:起步性能、踏板力大小、有无异味。

(3) 换挡操作方面:换挡轻便性、变速杆位置准确性。

(4) 自动变速器方面:变速杆位置、换挡锁止与点火钥匙锁止、换挡特性、组合仪表上的挡位显示。

(5) 制动踏板及驻车制动器方面:制动效能、自由行程和作用、制动时是否跑偏、侧滑、有噪声等。



(6) ABS 的功能方面:当 ABS 起作用时,应能感到制动踏板有规律弹脚式的跳动。

(7)转向系统的功能方面:转向功能、转向盘间隙、转向盘处于中间位置时车辆是否直线行驶,汽车行驶时转向盘自动回正的能力。

(8)天窗的功能方面:开闭的功能正常情况、异响。

(9)巡航控制系统的功能方面:控制功能是否具备与正确。

(10)收音机的性能方面:接收情况、播放杂音与抗干扰情况。

(11)空调系统的功能方面:制冷功能情况。

(12)整车性能方面:在水平路面直线行驶时是否跑偏、制动是否跑偏、底盘有无异响。

(13)车身上的平衡性方面:车轮及传动轴的动平衡。

(14)车轮与轴承方面:胎压、噪声、过热情况。

### 三、分析研究

分析研究是在问诊试车后,根据故障症状对汽车具体结构和原理进行的深入研究分析,目的在于分析故障生成的机理、故障产生的条件和特点,为下一步推出故障原因做准备。分析研究首先要掌握或收集汽车发生故障部位的结构原理资料,了解汽车正常的运行条件和规律,并且与故障状态进行对比分析。分析研究的理论基础是车辆结构与原理方面的知识,维修手册上提供的机械与液压原理结构图、油路电路气路图、电子控制系统框图、控制原理图表、技术参数表、技术信息通报等重要信息。

#### 1. 机械与液压原理结构图

机械与液压传动原理结构图是分析液力自动变速器中变矩器液力传动原理和齿轮变速机构传动原理的重要资料,尤其是齿轮变速机构的不同挡位传递路径的分析必须依据机械传动原理图。

#### 2. 控制元件位置图

控制元件位置图包括控制单元、传感器、执行器元件位置图,它们是查找各个元件在汽车上所处位置的指示图。它可以帮助维修人员迅速确定某个元件的准确位置。

#### 3. 控制插接件图及参数表

控制插接件图及参数表包括控制单元、传感器、执行器插接件图及标准参数表。各个控制单元及传感器和执行器的电路插座针脚号码及排列,以及线路的颜色、每个针脚的标准参数表都是非常重要的维修资料。

发动机控制系统结构组成图将燃油供油系统、燃油喷射系统、点火系统、怠速控制系统、电脑控制系统等油路、电路、气路三大系统绘制在一张完整的系统图中,是认识、掌握及分析电子控制发动机各个系统之间的联系与结构的最佳图稿。

电路图具体表现形式有三种:电器原理图、电器线路图和电器线束图。

(1)电器原理图是一个系统完整的电路全图,主要表达电路控制原理以及元器件之间的相互作用关系,是分析电路原理的重要工具。

(2)电器线路图通常是系统或某一总成部分的线路图,主要作用是在修理过程中查找检测的电路,一般具有很强的操作性。图中标有线路颜色、线号、元器件编号、插接件端子编号等主要修理信息,是电路检修的重要工具图。

(3)电器线束图是全车各系统线束安装位置、线束名称、接头编号等有关线束资料的总



图,其作用在于指导安装线束、修理电器线路以及查找电路接插座。此图对于汽车重大事故后的修理与重新布设整车线束,有着极大的指导作用。

#### 4. 电子控制系统组成框图

电子控制系统组成框图主要反映出电子控制系统组成的相关内容,如传感器、执行器和控制电脑电路等,其作用是方便维修人员全面了解和掌握电子控制系统的硬件结构与组成,给维修电子控制系统硬件电路及元器件人员提供资料。

#### 5. 控制原理图表

控制原理图表是从理论上讲解控制原理与控制过程的图表,对理解汽车控制系统特别是电子控制系统有着重要的意义。控制原理图表集中反映出电脑软件控制的原理及过程,是分析诊断汽车电子控制系统故障及软硬件匹配的重要基础。

#### 6. 技术参数表

技术参数表是各种维修技术标准和汽车及总成技术数据的表格,主要包括整车技术参数表、养护技术规范、维修技术参数标准等,是汽车维修工作中必备的技术资料。有了这些参数后,维修人员在实际工作中就有了标准与方向感。

#### 7. 技术信息通报

技术信息通报是汽车制造厂家为4S店等提供的关于具体车型发生故障的信息通报,其性质有些像汽车类杂志上书写的故障案例一样,把某些车型的常发故障的原因、诊断过程、处理结果等记录下来。不同的是技术信息通报是生产汽车的厂家提供的,而杂志上的维修案例是一线售后维修人员提供的。信息通报一般包括车型、生产年代、故障症状、故障原因、诊断修复方法、诊断技术参数以及维修实例。技术维修人员通过阅读技术信息通报,可以提高诊断的准确度,大大节省对汽车故障诊断与维修的时间,提高工作效率,同时也方便新入职人员对本类汽车技术的快速了解与掌握。

例如,日本丰田汽车公司的技术通报:有些装有1.8 L DOHC发动机(1ZZ-FE)的1999款丰田卡罗拉常常会出现怠速不稳的故障,有时还会点亮故障指示灯。在这种情况下,诊断故障时将显示单个汽缸失火故障码,还可能会产生其他一些与失火相关的故障码。针对这种故障,丰田汽车公司专门推出了一种新设计的燃油喷射器,这种喷油器只限于出厂编号为“2T1BR1#E0XC112979”~“2T1BR1#E0XC162200”的丰田车型。

具体维修步骤:首先拆下所有(4个)喷油器并清洗干净,检查贴在喷油器上的零件号。如果零件号为“23250-0D010”,表明生产日期为“828”或更早,则需换零件号为“23209-22010”或“23209-0D010”的喷油器,更换后,清除所有的故障代码,并进行试车,确认故障已经排除。

## 四、推理假设

在分析研究汽车故障部位的结构原理、查找对比汽车技术资料后,根据逻辑分析和经验判断,接下来就应该对故障的可能原因作出推理假设。推理假设是对故障原因的初步判断,这个初步判断是基于理论和实践两个方向的。理论上是根据结构原理知识,加上故障症状的表现,再从逻辑分析出发推出导致故障症状发生的可能原因,这个推导从原理上是能够成立的逻辑推理,是基于理论的逻辑推理。实践上是根据以往故障诊断的经验,对相同或相似结构的类似故障作出的可能故障原因的经验推断,这个推断具有类比判断的性质,是基于实





践经验的推断,是有经验的维修人员才能具备的能力。

推理是根据零部件的工作原理与作用,结合故障症状推出故障原理的过程。在此过程中,除了对工作原理要有深刻的理解之外,还应该注意到故障症状所对应的故障真实本质。也就是说,虽然此时还不知道是什么原因导致了故障症状的发生,还不知道真正的故障点到底在哪里,但是故障发生机理应该已经基本明确。例如,汽车油耗过高这个故障症状,虽然不知道是哪个元器件损坏导致的,但从原理上讲一定是混合气浓或者行驶阻力大造成的。假设则是根据推理的结果进一步推断下一层故障原因的过程。例如,进一步分析导致混合气浓的原因,应该只有两个:一个是燃油多,另一个是空气少。再做进一步推理,燃油多的原因可能有油压高和喷油时间长两个,而喷油时间长的原因又可能有控制喷油时间不正常和喷油器关闭不严两个。空气少的原因则可能有空气真少和假少两种,空气真少是由于进气系统堵塞导致的,空气假少则是由于空气流量传感器输出信号过高产生的。导致行驶阻力增大的原因应该是行驶系统中出现了不协调的情况,如行驶系统零部件运动干涉或缺少润滑,或者是轮胎的气压偏低。这就一步步提出了假设。推理是推出导致故障症状发生的基本原因,假设是在推出的故障原因后进一步运用逻辑推理的方法向故障下一层纵深分析其原因得到的结果。显然,上述例子中油耗高的故障是由混合气过浓或行驶阻力大导致的,这个推断是已经被经验所证实的。因此,该推理是经验判断的结果。如果故障症状是发生在具有新技术、新结构应用的汽车上,如现代混合动力汽车、柴油共轨喷射等系统中,那么故障症状的对应机理就很难从经验判断中直接得出了,因此必须在对新结构组成和工作原理进行深入分析研究之后,才能推出可能的故障原因机理的方向,得出相应的原因假设。

## 五、流程设计

流程设计一定是在推理假设的后面,根据假设的可能故障原因,设计出一套实际应用的故障诊断流程图的过程。这个过程包括建立以故障症状为顶端事件的故障树,然后根据这个故障树建立故障诊断流程图表。通常,一个具有完备底端事件(最终故障原因)的故障树很难从推理假设环节所提出的故障原因中建立起来,因为这些故障原因不仅不能保证完备,甚至都不能完全保证准确,因此往往第一步先确定汽车各大组成部分或总成故障的检测方法是非常重要的,然后是确定汽车各个系统和装置工作性能好坏的检测方法,最后才是管线路和元器件的测试方法。这些测试方法的应用目的在于逐渐缩小故障怀疑范围,最终锁定故障点。按照前面故障树应用一节所给出的具体方法完成故障树和故障诊断流程图设计,下面以前面提到的汽车不能起动的故障症状为例,说明从故障树到故障诊断流程图的转换,如图 1-3 所示。

首先,故障诊断流程图将故障树中相互平行并列的两个第一层中间事件,变成了前后相互串联的两个顺序步骤。用判断总成或部件是否工作正常的方法,来作为区分故障的分界点,这是将故障树变为流程图的重要一步,选择两个平行事件的判断前后次序,要根据容易性、方便性、准确性的原则,不需要根据故障概率高低的顺序选择。

显然,从故障树演变为流程图的关键在于以下两点。

- (1)怎样确定每一层平行的中间事件诊断的先后顺序。
- (2)怎样判定某一个中间事件或底端事件是否成立。



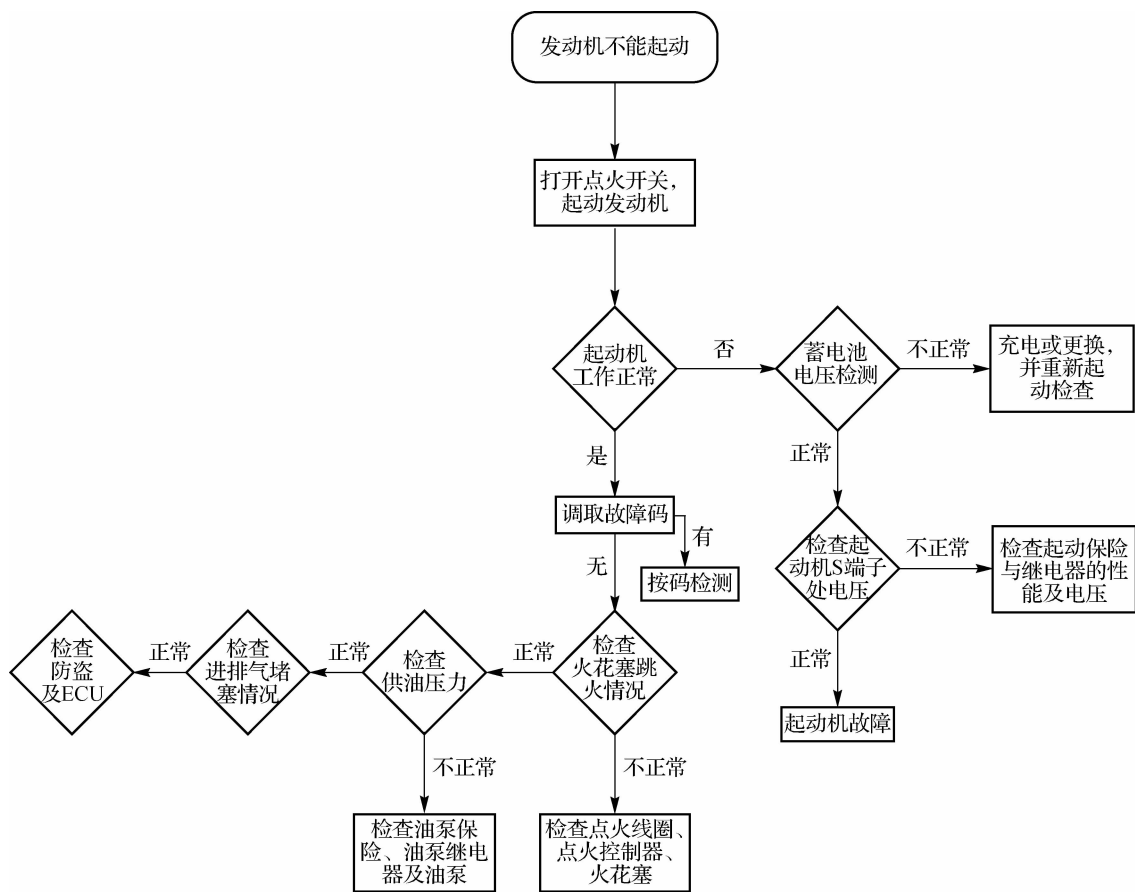


图 1-3 汽车不能起动的故障诊断流程图

汽车故障诊断流程图的设计是汽车维修技术人员必须掌握的汽车故障诊断工艺设计技术,它是汽车维修操作中技术层面最高的技术工作,汽车故障诊断流程图设计的基础是故障树分析法。汽车故障诊断流程图是故障树分析法的延伸、推广及应用,在汽车维修工作过程中,故障诊断流程图具有十分重要的地位和意义。

## 六、测试确认

测试确认是在故障诊断流程设计之后,按照流程设计的步骤通过测试的手段逐一测试确认中间事件或底端事件是否成立的过程。测试确认过程是从最高一层中间事件逐一到最低一层中间事件,然后再到底端事件,直至确认故障点部位的全过程。

测试确认是在不解体或只拆卸少数零部件的前提下完成的对汽车整体性能、系统或总成性能、机电装置性能、管线路状态以及零部件性能的测试过程,它包含检测、试验、确认三个部分,这三个部分的内容是不一样的。检测主要指通过人工直观察看和设备仪器分析进行的技术检查过程;试验主要指通过对系统的模拟实验和动态分析进行的技术诊察过程;确认主要指通过诊断流程的逻辑分析、对检测和试验的结果作出的判断,最后确认故障发生的部位。



## 1. 检测

检测即检查与测量,主要是指基本检查和设备仪器测量两个方面,是通过相应的技术手段对所检测的零部件或总成的性能进行定性的一种判断。

## 2. 确认

确认主要是指对系统测试过后得出的结果所进行的确认,证明的是中间事件和底端事件是否成立,证明结果只能是肯定或否定。

如果得到的是肯定的结果,则验证了中间事件或底端事件的成立。若中间事件成立,再按照诊断流程指向下一个中间事件的检测试验环节。若底端事件成立,说明最小故障点已发现,经过确认证实最小故障点,接下去转入下一个环节,即修复验证环节。

如果得到的是否定的结果,则说明最小故障点的假设不成立,不是导致故障症状发生的真正故障点,接下去就要返回到推理假设环,再从推理假设开始进行一遍基本流程推演,直至推出新的故障诊断流程图,开始新一轮的测试确认两部分。

## 七、修复验证

修复验证是在测试确认最小故障点发生部位后。对故障点进行的修复以及对修复后的结果所进行的验证。它分为修复方法的确定和修复后的验证。

### 1. 修复方法的确定

修复方法要依据故障点的故障表现模式来确定,故障点是导致故障发生的底端事件,是故障的最小单元,故障点所具有的不同表现模式,决定了修复中将采用的不同方法。

(1)元件损坏、元件老化和元件错用等模式的故障,通常采用更换的方式进行修复。

(2)安装松脱、装配错误和调整不当等模式的故障,通常采用重新安装或调整的方式进行修复。

(3)润滑不良模式的故障,通常采用维护润滑的方式修复。

(4)密封不严模式的故障,通常对橡胶件采用更换、对机械部件采用表面修复工艺或更换的方式修复。

(5)油液亏缺模式的故障,通常采用添加的方式修复,但对于渗漏和不正常的消耗导致的亏缺,要对症下药找到根源给予修复。

(6)气液漏堵模式的故障,通常要采用疏通堵塞、封堵渗漏的方式修复。

(7)结焦结垢模式的故障,通常一般采用清洗、除焦垢的方式修复。

(8)生锈氧化模式的故障,通常一般采取除锈、清氧化的方式修复。

(9)运动干涉模式的故障,通常采用恢复形状、调整位置、加强紧固的方式修复。

(10)控制失调、进入紧急备用模式以及匹配不当模式的故障,采用重新调整、恢复归零以及重新匹配的方式修复。

(11)短路断路、线路损伤、虚接烧蚀模式的故障,采用修理破损、清理烧蚀、去除氧化、重新焊接以及局部更换线路的方式修复。

(12)漏电击穿、接触不良模式的故障,采用更换或清理接触点的方式修复。

### 2. 修复后的验证

修复后的验证是采取按故障流程图从底端事件开始,反方向逐级从最底层中间事件向最高层中间事件,直至顶端事件的验证过程。验证作为原因的最小故障点(底端事件)修复



后,其上一层症状(最底层中间事件)是否随之消失,如果没有消失就要进一步查找故障点是否真正被修复,是否要采用其他方式来修复。若故障点确认已被修复,就要查找是否还有别的故障点(底端事件)会导致这层症状(最底层中间事件发生)。如果最底层中间事件随着低端事件的修复而症状消失,也就是说最底层中间事件也已被修复,这时就继续验证更上一层的中间事件是否也被修复。如果没有被修复,就在这一层查找原因;如果被修复了,就验证更高一级的中间事件,直至顶端事件。

修复验证是对最小故障点(即底端事件)是否是引起最初症状(即顶端事件)唯一原因的最终确认,也是对故障诊断准确性与修复工作完备性的验证,在故障诊断过程中是不可或缺的内容。

## 八、故障总结

在经过对前面环节中找到的最小故障点进行修复验证后,故障现象可能被消除了,但是这时不能认为故障诊断工作到此可以结束了,因为导致这个最小故障点发生故障的最终原因还没有被认定,如果不再继续追究下去,就此结束修理,让汽车出厂继续行驶,很有可能导致故障现象的再次发生。

对故障点的最终故障原因进行分析,找到其产生的内部原因和外部原因,彻底消除故障发生的根本原因,杜绝故障再次发生的可能性,这就是汽车故障诊断基本流程最后一个环节的重要内容。对故障最终原因进行查找时,应该从故障模式入手,分析导致故障发生的内部原因和外部原因。汽车故障发生的外部原因是汽车的使用环境恶劣程度、使用时间或里程的长短、汽车设计制造中的缺陷、使用中的驾驶和操作不当、维修过程中质量欠佳和零配件使用错误等因素。而汽车故障发生的内部原因是由物理、化学或机械的变化因素。要分析出导致汽车故障发生的最终原因,就要通过对最小故障点的损坏状况进行检查分析,还要通过问诊调查以及上述内外因素的分析判断,找到故障最终原因,并针对最终原因采取相应措施,消除造成故障发生的内外影响因素,彻底排除故障。如一个零部件损坏的最终原因是因为老化和错用导致的,只要确定使用时间或里程是否超过规定值或零件代码与汽车 VIN 一致后,采用更换零部件的方法即可彻底解决问题。但是如果零件损坏是由于设计和制造的缺陷导致的,就必须依赖生产厂家的召回制度来保证故障的根本解决。又如因为使用环境恶劣导致发动机磨损加剧的故障,除了对磨损部位进行修复之外,还必须采取措施减少环境恶劣导致的磨损加剧继续发生。例如,采取更换更高级别的机油、缩短维护保养周期等措施。再如一个由间隙调整不当导致的气门脚响,确认最终原因后只需重新调整气门间隙就可以彻底解决问题了。但是如果不是因为维修调整的原因导致的气门脚响,就必须找到是什么原因使得气门脚间隙变大。是否是由于润滑油道堵塞造成的或者是其他原因造成的,否则即使此次调整气门间隙后,使用一段时间后故障还会再次出现。

显然,维修人员需要具备与汽车有关的内燃机理论、汽车电子控制技术、汽车设计、汽车制造、汽车材料、汽车运用、汽车维修等多方面的知识和经验,需要扎实的理论功底和丰富的实践经验积累,才能准确地分析出导致故障症状产生的最终原因。因此,做好汽车故障的总结,对于提高维修人员的分析与判断能力会有非常大的帮助。



## 课题四 汽车故障诊断的注意事项

(1) 诊断、测试及排除故障时要在绝对安全的条件下进行,使用专用诊断仪器时不应一个人操作。

(2) 进行汽车故障诊断时,应尽量避免拆卸零件,禁止随意大拆大卸。

(3) 诊断故障前要先搞清故障部位的工作原理及结构类型,做到心中有数。对于重要的电控系统,若无生产厂家详细维修资料时,最好不要动手维修。

(4) 故障的判断要有充分的依据,不要乱拆、乱接、乱试,胡拆乱碰不但排除不了故障,反而有可能造成新的故障或损坏。

(5) 有些故障与汽车及各总成的工作原理没有任何关系,而是主要根据经验来判断,特别是长期维修某一车型的技术人员,有时只听故障现象介绍就可以准确判断故障部位及原因。因此,在进行故障判断时,不要总往复杂方面想,应从简到繁,由表及里,逐步深入。

(6) 电控系统发生故障时,一般应先检查是否存在油路堵塞、导线接触不良等故障,不要轻易怀疑是电控系统元件尤其是 ECU 出现了故障,因为电控系统工作可靠,出现故障的可能性一般很小。

(7) 某些对汽车总成或零部件有伤害的故障不要长时间或反复测试,以免使故障加剧,造成更大的损失。

(8) 分析时要追究导致故障产生的深层原因,不要“头疼医头,脚疼医脚”,否则可能会导致故障的反复出现。

(9) 对运动配合件,在拆卸时要注意装配记号及安装方向。若原来没有或看不清装配记号就应重新做标记。安装时一定要按记号装配,严禁人为造成维修新故障的出现。

(10) 过盈配合件应尽量采用拉拔器等专用工具拆装,无专用工具时应垫上软金属或木块后再击打,不能直接用榔头击打零件,以免造成零件变形。

(11) 装拧螺栓时,应分数次交叉、对称、均匀地按规定力矩拧紧,以免零件变形或结合不牢。装配完毕后,有锁销的应戴上锁销。

(12) 装配完毕后,应清点诊断过程中所使用的工具、仪器、擦布等是否齐全,特别是要检查垫片之类的小零件,以防这些东西掉入机器内或卡在其他旋转的地方,从而造成机件损伤,甚至使人受伤。

## 思考与练习

### 一、判断题

1. 汽车故障的客观原因主要包括设计制造、材料选择、自然老化、装配关系等。 ( )
2. 元件损坏型故障的原因是由于元器件、零部件损坏、变形导致的故障。 ( )
3. 混合气过稀有可能导致排气系统“放炮”现象发生。 ( )



4. 汽车有故障出现时,就一定会有人为可察觉到的症状出现。 ( )
5. 按丧失工作能力的程度可以将汽车的故障分为一般故障和严重故障。 ( )
6. 汽车使用到一定里程或时间后,在单位行使里程内发生故障的概率称为汽车故障率。 ( )
7. 汽车故障的直观人工诊断法也就是所谓的经验诊断法。 ( )
8. 直观人工诊断法中的“闻”,是指向车主了解其车的使用与维修的内容。 ( )
9. 故障树建立的前提是要有丰富的维修经验。 ( )
10. 汽车故障诊断基本程序中的问诊可以放在最后一步再进行。 ( )

## 二、单项选择题

1. 问诊后首先应进行的操作是( )。  
A. 试车                      B. 读取故障码              C. 分析研究              D. 查阅维修手册
2. 汽车的症状表现为怠速不稳定,这属于问诊中的以下哪一项内容? ( )  
A. 怠速不良                      B. 发动机工作不正常  
C. 故障发生时的情况              D. 故障发生的频率
3. 如今的汽车都可以使用以下哪种解码器进行故障诊断? ( )  
A. V. A. G1552              B. OBD II              C. MT2500              D. TECH2
4. 以下哪个原因可以引起发动机动力不足的症状? ( )  
A. 点火开关接线松动              B. 起动机轴承过松  
C. 油箱油量过少              D. 点火能量不足
5. 汽车的故障大量出现在以下哪个时期? ( )  
A. 早期故障期              B. 耗损故障期              C. 随机故障期              D. 以上都不是
6. 以下哪项故障可以因工作忙暂时不做修理,待日后有时间再做? ( )  
A. 安全性故障                      B. 功能性故障  
C. 车载娱乐系统故障              D. 排放控制系统故障
7. 以下哪一种方法是当前 4S 店经常使用的故障诊断方法? ( )  
A. 故障树法                      B. 试车法                      C. 换件法                      D. 故障征兆模拟法
8. 设计一个汽车故障诊断流程时,要首先考虑的是( )。  
A. 汽车故障的真正原因              B. 故障所涉及的大组成及总成的性能的好坏  
C. 个别线路的断路与短路情况              D. 各个系统的性能情况
9. 进行汽车故障诊断时,以下哪一项是最重要的? ( )  
A. 诊断方法                      B. 诊断程序                      C. 诊断思路                      D. 诊断内容
10. 每次在做完汽车的故障诊断后,进行故障总结的目的是( )。  
A. 查找到最小故障点              B. 找到汽车故障的最终原因  
C. 为下次修理做准备              D. 对车主有一个交待

## 三、多项选择题

1. 以下哪些因素是造成汽车故障的外部原因? ( )  
A. 制造不良                      B. 材料不佳                      C. 使用不当                      D. 触点烧蚀





2. 以下哪些方法属于直观人工诊断? ( )
- A. 询问驾驶员汽车的详细工作情况      B. 使用听诊器听察异响  
C. 使用解码器调取数据流                  D. 进行不同工况下的试车
3. 以下哪些仪器属于专用诊断仪器? ( )
- A. 万用表                  B. 汽车专用万用表      C. V. A. G1552                  D. 四轮定位仪
4. 以下哪些现象属于发动机的故障现象? ( )
- A. 失速                  B. 加速良好                  C. 油耗低                  D. 汽车行驶速度低
5. 以下哪些内容是汽车 VIN 包含的内容? ( )
- A. 车辆的生产厂家                  B. 车辆的生产年代与车型  
C. 车身型式及代码                  D. 发动机代码及组装与售后服务地点

#### 四、分析题

请参照图 1-3 汽车不能起动的故障诊断流程图,分析你所实际诊断车辆的发动机不能起动的流程。



## 起动系统与充电系统的故障诊断

## 知识目标

- 熟悉起动系统与充电系统常见故障产生的原因；
- 熟悉起动系统与充电系统的相关电路图及控制原理；
- 学会对所操作汽车电路图的正确识读；
- 能够对所排除的故障进行分析与总结。

## 技能目标

- 针对所操作的汽车,进行起动系统与充电系统的实物与图纸对应关系的正确查找；
- 针对汽车的故障现象,可初步判断起动系统与充电系统故障的原因或方向；
- 掌握汽车起动系统与充电系统零部件的检测方法；
- 能对起动系统与充电系统的故障进行正确的诊断与排除。

## 课题一 起动系统的故障诊断

## 一、起动系统常见故障现象及原因分析

起动系统常见故障部位为蓄电池正负极柱接头和搭铁线搭铁接头、起动机、点火开关和起动继电器等部件。

诊断起动机不转和起动机运转无力故障时的重点工作是弄清故障部位是电动机还是电动机线路。电机线路中重点检测起动机电磁开关和起动继电器。起动机空转故障的原因多为单向离合器打滑。起动系统常见故障还可通过测量起动电流、起动电压和起动转速等参数进行综合诊断。起动系统常见故障有以下几种。

**1. 起动机不转****1) 故障现象**

起动时,接通起动开关,起动机不转动,且无动作迹象。导致此类故障的原因较多,归纳起来主要分为蓄电池和起动机两方面。



视频  
点火开关

## 2) 故障原因

起动机不转的原因主要有以下几方面(以有起动继电器的起动系统为例)。

(1)电源故障:蓄电池严重亏电或极板硫化、短路等,蓄电池极桩与线夹接触不良,起动电路导线连接处松动而接触不良等。

(2)起动机故障:换向器与电刷接触不良,磁场绕组或电枢绕组有断路或短路,绝缘电刷搭铁,电磁开关线圈断路、短路、搭铁或其触点烧蚀而接触不良等。

(3)起动继电器故障:起动继电器线圈断路、短路、搭铁或其触点接触不良。

(4)点火开关故障:点火开关接线松动或内部接触不良。

(5)起动系统控制线路故障:线路有断路,导线接触不良或松脱,熔丝烧断等。

## 3) 故障分析诊断与排除

(1)按下喇叭或打开大灯,如果喇叭声音嘶哑或不响,或者灯光比平时暗淡,说明电源有问题,应先检查蓄电池极桩与线夹、起动电路导线接头处是否有松动,触摸导线连接处是否发热。若某连接处松动或发热则说明该处接触不良;若线路连接无问题,则应对蓄电池进行检查。

(2)如果判断电源无问题,用旋具将起动机电磁开关上连接蓄电池和连接内部电动机的两接线柱短接。如果起动机不转,则说明是电动机内部有故障,应拆检起动机;如果起动机空转正常,则进行下一步检查。

(3)用旋具将电磁开关接线柱与起动机电源接线柱相连,如果起动机不转,则说明起动机电磁开关有故障,应拆检电磁开关;如果起动机运转正常,则说明故障在起动继电器或有关的线路。

(4)用旋具将起动继电器上连接蓄电池和连接起动机两接线柱短接。如果起动机不转,则应检查连接这两个接线柱的导线;如果起动机能正常运转,再作下一步检查。

(5)将起动继电器上连接蓄电池和连接点火开关的两接线柱短接。如果起动机不转,则说明是起动继电器不良,应拆修或更换起动继电器;如果起动机能正常运转,则故障在起动继电器至点火开关的导线或点火开关本身,应对其进行检修。

## 2. 起动机运转无力

### 1) 故障现象

起动时,驱动齿轮能啮入飞轮齿环,但起动机转速明显偏低甚至停转。

### 2) 故障原因

运转无力的原因主要有以下几方面。

(1)起动机开关触点烧蚀严重,因调整不当而不能接触。

(2)电动机炭刷磨损过多或炭刷弹簧压力不足,使炭刷接触不良。

(3)激磁绕组或电枢绕组局部短路,使起动机功率下降。

(4)起动机轴承过松,致使电枢铁芯与磁极相碰。

(5)换向器脏污严重,使接触电阻变大。

(6)电磁开关线圈有短路处。

(7)起动线路导线有接触不良处。

(8)蓄电池亏电或极板硫化、短路,起动电源导线连接处接触不良等。

### 3) 故障分析诊断与排除

起动机运转无力首先应检查起动机电源,如果起动机电源无问题,则应检查起动机与电



源之间的接触情况,如接触良好应拆检起动机。

### 3. 起动机空转

#### 1) 故障现象

起动时,起动机转动,但发动机不转。

#### 2) 故障原因

起动机空转的原因主要有以下几方面。

(1)直接操纵式的拨叉脱槽,不能拨动驱动小齿轮;或其行程调整不当,不能进入啮合状态。

(2)单向离合器打滑或损坏。

(3)电磁控制式电磁开关铁芯行程太短,使电动机开关闭合时间过早。

(4)起动机固定螺栓松动。

(5)电枢移动式辅助线圈短路或断路,不能将电枢带到工作位置。

(6)飞轮齿环磨损严重或损坏。

#### 3) 故障分析诊断与排除

如果出现以上的故障原因,可采取以下措施排除起动机空转的故障。

(1)排除调整不当原因。倘若有时空转,但有时又能驱动曲轴,这种情况可能是起动机驱动齿轮和止推垫圈的间隙调整不当,或开关接触过早。对此,只要重新加以调整,故障即可被排除。

(2)检查飞轮齿环是否损坏。这种故障还可能是飞轮齿环有部分损坏,当起动机驱动齿轮正好与损坏的齿环相遇时,就不能驱动曲轴旋转。这种情况出现时,在接通起动开关时会伴有碰撞声。损坏的飞轮齿环应更换,或将旧齿环压出换另一面使用。

(3)检查单向离合器。因单向离合器打滑导致的起动机空转,一般不会出现碰撞声。检查单向离合器是否打滑,应拆下起动机,将电枢握紧固定,然后用力向逆时针方向转动单向飞轮,如果转不动,而向顺时针方向能转动,应更换新件。

(4)检查轨槽。采用惯性式传动装置的起动机,发生空转故障的原因多为齿轮移动的轨槽不清洁,阻碍了驱动齿轮的滑行。可将其拆开检查,经清洗后故障即可排除。

### 4. 电磁开关吸合不牢

#### 1) 故障现象

起动时发动机不转,可听到驱动齿轮轴向来回窜动的声响。

#### 2) 故障原因

电磁开关吸合不牢的原因,主要有以下几方面。

(1)蓄电池亏电或起动机电源线路有接触不良之处。

(2)起动继电器的断开电压过高。

(3)电磁开关保持线圈断路、短路或搭铁。

#### 3) 故障分析诊断与排除

先检查起动机电源线路连接是否良好,若无问题,可将起动继电器连接蓄电池的接柱和连接起动机的接柱短接。如果起动机能正常转动,则为起动继电器断开电压过高,应予以调整;如果故障仍然出现,则应对蓄电池进行补充充电。如果蓄电池充足电后故障仍不能消除,则应拆检起动机电磁开关。



## 5. 起动机起动时出现异常声响

### 1) 故障现象

接通起动开关,起动机转动时有撞击声,且不能带动发动机运转。

### 2) 故障原因

起动机起动时出现异常声响的原因主要有以下几方面。

- (1)起动机驱动小齿轮或飞轮齿环磨损严重或损坏。
- (2)起动机开关接通时间过早。
- (3)小齿轮端面被齿环平面挡住,齿轮不能迅速推入飞轮。
- (4)起动机固定螺栓或离合器壳松动。
- (5)减振弹簧过软。

### 3) 故障分析诊断与排除

此类故障多为起动机驱动小齿轮啮入困难所致。检修时,可先摇转曲轴一个角度,再接通起动开关试验。如撞击声消失且能啮入从而起动发动机,则说明飞轮齿环部分齿已损坏,应予以更换。

采取以下措施排除起动机起动时出现异常声响的故障。

(1)检查起动机开关是否闭合过早。如果曲轴转过任何角度都不能清除撞击声,驱动小齿轮始终不能啮入,则应进一步检查起动机开关是否闭合过早,使起动机驱动齿轮在未啮入飞轮齿环之前,起动机电路就已接通,造成齿轮在高速旋转中与齿环啮合,产生强烈撞击与极响的打齿声。当驱动齿轮端面被齿环平面挡住,主电路已接通时,将因齿轮不能迅速推入齿环而发生强烈的打齿声。

出现这种情况时,可采取以下措施。

①直接操纵式起动:可采用增大拨叉顶压螺丝钉头部与接触盘推杆间隙的方法来解决。  
②电磁操纵式起动:可采用旋入铁心与拨叉的连接螺丝钉,增大铁心与接触盘推杆间隙的方法进行调整解决。

(2)排除螺丝钉(栓)松动的可能。当接通起动机开关时,如发现起动机壳体不断抖动,则为固定螺栓或离合器壳体固定螺丝钉松动所造成,应立即停车,将松动处固定紧。

**注意:**对于异常声响故障,也可根据撞击声响的特征来大致判断故障原因。一般行程调整不当或带有空转的撞击声是连续的。而起动机固定螺栓或离合器壳松动,或飞轮齿环损坏引起的撞击声是不连续的,且有时可以啮入起动发动机。

(3)起动时,起动机发出“嗒、嗒”声响,起动不连续,很难使发动机起动。这种故障多是起动机电磁开关中的保持线圈开路引起的。

在起动机电磁开关中,有吸引线圈和保持线圈。吸引线圈起移动驱动齿轮的作用,当电磁开关主触点接通后,吸引线圈相应就被短路。保持线圈主要起保持驱动齿轮位置的作用,起动机工作,保持线圈就工作。

如保持线圈开路,在起动机起动时,起动机的驱动齿轮在吸引线圈电磁力的作用下,向发动机飞轮方向移动。当起动机的驱动齿轮与飞轮齿环啮合到一定程度时,电磁开关中的主触点接通,转子旋转。因此时保持线圈已开路,驱动齿轮不能保持啮合状态,电磁开关的主触点也不能保持接通状态,因此驱动齿轮在弹簧力的作用下向初始位置移动。当移动一定程度时电磁开关主触点断开,吸引线圈相继又有电流通过,产生吸引力,驱动齿轮又向飞



轮方向移动。这样重复上述过程,从而产生了“嗒、嗒”响声,并导致起动不连续故障。电磁开关中保持线圈开路,一般都是线圈头与接点开焊或折断,只要打开电磁开关,重新焊好,故障即可被排除。

## 6. 起动机不停转

### 1) 故障现象

发动机起动后,起动机不停转。

### 2) 故障原因

起动机不停转的原因主要有以下几方面。

- (1) 单向离合器卡死。
- (2) 起动机安装不当,侧齿间隙过小。
- (3) 单向离合器回位弹簧弹力变弱或折断。
- (4) 电动机开关触点烧蚀或连接在一起使电路不能切断。
- (5) 继电器触点烧蚀或弹簧损坏。
- (6) 电磁开关触片短路或开关线圈短路。

### 3) 故障分析诊断与排除

这种故障多出在单向离合器和各种控制开关(包括电磁开关、继电器开关)上。前者为离合器不能脱开,后者为电源不能断开,检修时应主要围绕这两方面进行。

发生起动机不停转故障时,应立即拆除蓄电池搭铁线或蓄电池与起动机间的连接线,否则起动机在短时间内就会烧坏。然后应扳撬飞轮使其脱开,或将变速器置于高挡位,切断电源,晃动车辆,看起动机小齿轮与飞轮齿环能否脱开,如仍不能脱开,可将起动机的固定螺栓松开一些再晃动车辆,直至使其脱开。

## 二、起动系统零部件的检测

对于当前轿车的起动系统,其零部件大致包括蓄电池、点火开关、起动继电器、电缆、变速器挡位开关、起动机(包括电磁开关)。

### 1. 蓄电池的检测

在进行起动系统的故障检查时,首先要排除蓄电池出现故障的可能性。可用打开大灯或按动喇叭的操作来判断蓄电池和供电线路是否正常。如大灯不亮或喇叭不响,应检查蓄电池的电压是否过低、蓄电池极桩是否太脏、卡子和极柱的连接是否松动等。如大灯可亮或喇叭响声正常,说明蓄电池及供电线路良好。

蓄电池常见故障是亏电较多或其内部损坏、蓄电池极桩太脏或导线接头松动而导致接触不良等。一般来讲,蓄电池电压应在 9 V 以上才能顺利起动发动机,当其电压不足时,则需要充电、保养或更换。

蓄电池使用与维护时的注意事项如下。

- (1) 观察蓄电池外壳表面有无电解液流出。
- (2) 检查蓄电池在车上安装是否牢靠,导线接头与极桩的连接是否紧固。
- (3) 经常清除蓄电池盖上的灰尘泥土,擦去电池顶上的电液,透通加液孔盖上的气孔,清除极桩和导线接头上的氧化物。
- (4) 定期检查和调整电解液的相对密度及液面高度。



视频  
检查电瓶





(5)经常检查蓄电池放电程度,超过规定时立即充电。

(6)对于免维护蓄电池要经常观察其检视窗,当发现亏电时,要及时更换。一般来说,免维护蓄电池每隔两年左右就要更换一次。当前轿车上几乎全部使用此类蓄电池。

### 2. 点火开关的检测

以 4 位点火开关为例,其通断情况规律见表 2-1。在检查过程中,如果发现不符合表中的规律,则说明点火开关有故障,需要更换。实际检查中,可断开点火开关上的电插,使用万用表进行检测,通时电阻为  $0\ \Omega$ ,断时电阻为  $\infty$ 。

表 2-1 4 位点火开关通断情况规律

端子 位置	B+	IG	ACC	ST
OFF	断	断	断	断
ACC	通	断	断	断
ON	通	通	通	断
ST	通	通	断	断

也可以使用试灯进行检测,在点火开关的不同位置观察试灯的点亮情况。试灯亮起表明为通路,反之为断路。

### 3. 起动继电器、电缆、变速器档位开关的检测

按照起动电路的走向,使用测试灯进行检测,当检测到起动继电器前方有电过来时,应对起动机继电器进行检查。从车上控制处拆下起动继电器。起动继电器电路如图 2-1 所示,起动继电器内部结构如图 2-2 所示(威驰 5S-FE 发动机)。



视频  
继电器工作  
状态

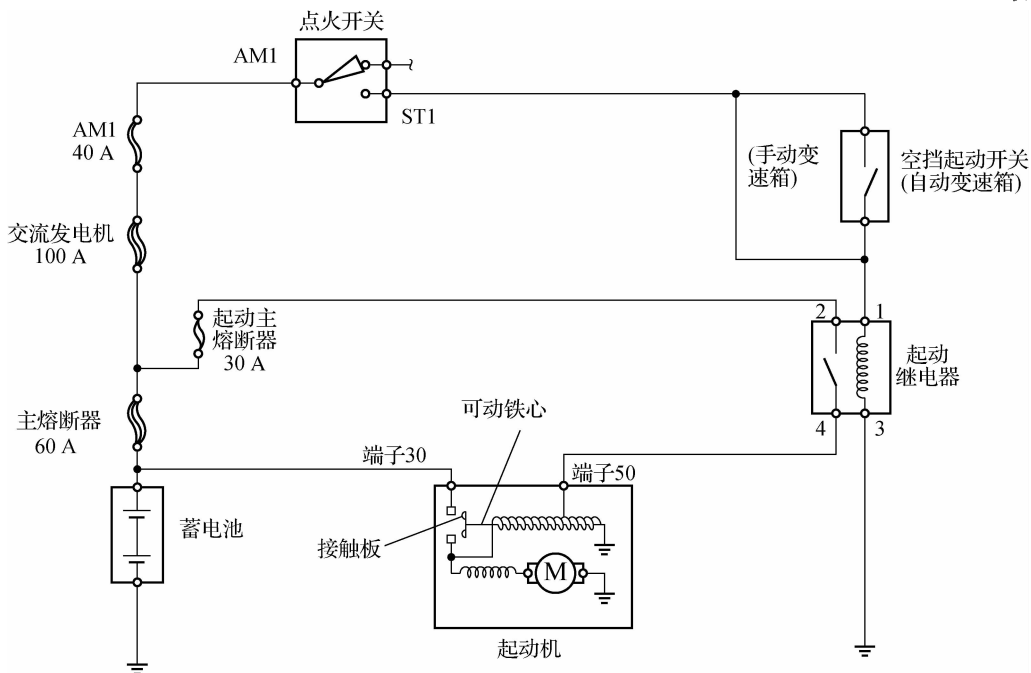


图 2-1 起动继电器电路

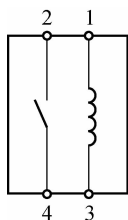


图 2-2 起动继电器内部结构

### 1) 起动继电器的检测



视频  
继电器测量

(1) 检测继电器是否导通。用电阻表检查端子 1 和端子 3 之间,应导通( $0\ \Omega$ );检测端子 2 和端子 4 之间,应不导通( $\infty$ )。如导通不符合规定,应更换继电器。

(2) 检测继电器是否运作。将蓄电池电压施加在端子 1 和端子 3 上,用电阻表检查端子 2 和端子 4 之间,应导通( $0\ \Omega$ )。如运作不符合规定,应更换继电器。

(3) 用试灯检测。将试灯一端接到端子 1 上,另一端接地,灯亮,正常;同样,将试灯一端接到端子 4 上,另一端接地,灯不亮,应更换继电器。

### 2) 电缆的检测

检查电缆的通断与接触的情况,直接使用万用表的电阻挡来进行,检测时要注意将蓄电池的负极断开。

### 3) 变速器挡位开关的检测

自动变速器挡位开关电路如图 2-3 所示。断开挡位开关上的电插。当挡位处于 P、N 位时,图中 1 端与搭铁之间的电阻是  $0\ \Omega$ ;而挡位处于其他位置时,电阻是  $\infty$ 。如果情况与上述不符合,则应拆检变速器挡位开关或更换。

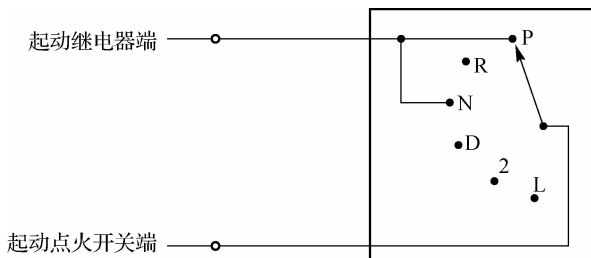


图 2-3 自动变速器挡位开关电路

## 4. 起动机的检测

若蓄电池储电及起动控制线路正常,而起动机起动无力甚至不能起动,则是起动机自身出现故障。

### 1) 电枢的检测

(1) 电枢绕组烧毁,漆包线变黑,电枢绕组的绝缘性能降低,有时会出现局部短路情况,可以重新嵌制电枢绕组或更换电枢。

(2) 电枢换向器脱焊或磨损严重。如果只是电动机因温度高而脱焊,而绕组漆包线未变色,绝缘性能良好,可以用烙铁重新焊锡;换向器磨损严重有沟槽,可加工处理使换向器云母片表面高度低于铜片高度  $0.5\sim 0.8\ \text{mm}$ ,再用细砂纸去毛刺。



(3)电刷磨损严重及电刷压簧的弹力不足。电刷磨损掉全长的三分之一就应该更换,电刷磨损过大会造成电刷压簧弹力不足。可用弹簧秤来测量电刷压簧的弹力,应为 18~22 N。

(4)电枢两端轴承的磨损。电枢两端轴承是用粉末冶金或铜合金制成的滑动轴承,在电动机故障中轴承磨损是最常见的原因。由于磨损,电枢轴承就不能在磁场内正常运转,出现卡滞的现象,电动机的作用力被消耗。可将磨损严重的铜套敲出,敲入新铜套,根据电枢两端的轴直径对新装入的铜套进行铰制。一般铜套与轴的配合间隙为 0.008~0.012 mm,铰制好铜套后加润滑脂并进行装配(粉末冶金铜套应先浸在机油中 20 min 后再装配)。装配时两端盖的固定螺丝应均匀拧紧,并在拧紧过程中不停转动电枢轴,以电枢轴能自由旋转为标准。

## 2) 励磁绕组的检测

若励磁绕组被烧毁,漆包线会变黑且有异味,可以用万用表测量绕组的电阻和绝缘情况来判断它的好坏,绕组损坏时,目前的维修方式是更换。

## 3) 电磁吸力开关的检测

用万用表测量电磁吸力开关的保持线圈和吸引线圈的电阻,如图 2-4 和图 2-5 所示。

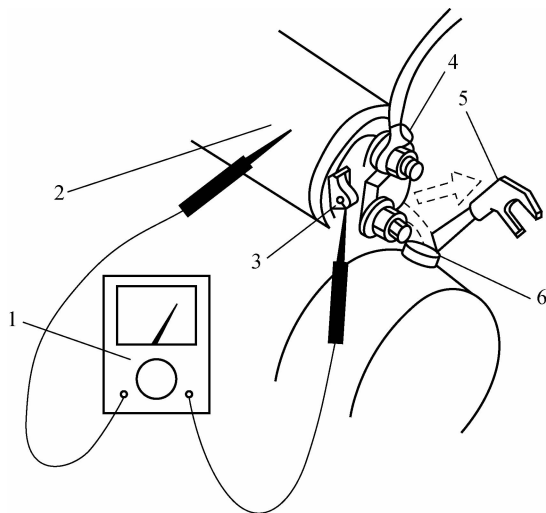


图 2-4 起动机保持线圈的检测

1—万用表; 2—电磁开关; 3—电磁开关接线柱; 4—主线柱;  
5—励磁绕组正极端; 6—励磁绕组接线柱

(1)从励磁绕组接线柱上拆下励磁绕组正极端后,用万用表  $R \times 10$  挡检测电磁开关接线柱与电磁开关壳体之间的电阻,阻值应为  $0 \Omega$ ,否则表示保持线圈断路,应更换电磁开关。

(2)从励磁绕组接线柱上拆下励磁绕组正极端后,用万用表  $R \times 10$  挡检测电磁开关接线柱与励磁绕组接线柱之间的电阻,阻值应为  $0 \Omega$ ,否则表示保持线圈断路,应更换电磁开关。

(3)对吸引线圈和保持线圈用 12 V 电源供电,移动铁心应能推动中心接触盘移动,如果铁心不移动说明吸引线圈和保持线圈有故障或移动铁心被卡死。若对吸引线圈和保持线圈通电时铁心移动,用万用表  $R \times 10$  挡测量电磁吸力开关两个最粗的接线柱(电源接线柱和起动电动机供电触点)之间的电阻,阻值应为  $0 \Omega$ 。如果有电阻,说明电磁吸力开关的接触盘与电源触点接触不良。如果电磁吸力开关是可拆解的,可对触点和接触盘进行锉磨修整。如



果电磁吸力开关是不可拆解的,应更换。

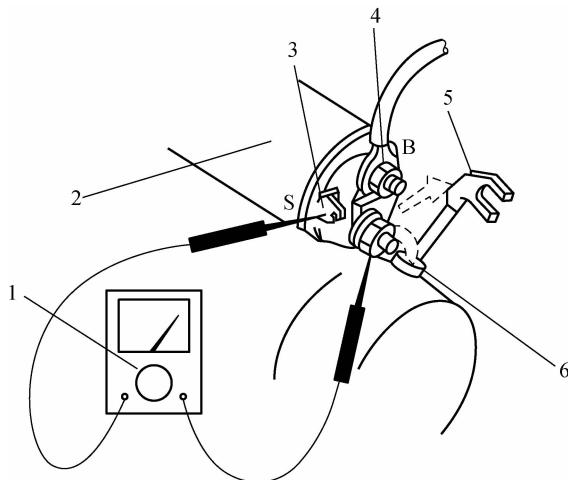


图 2-5 起动机吸引线圈的检测

1—万用表; 2—电磁开关; 3—电磁开关接线柱; 4—主线柱;  
5—励磁绕组正极端; 6—励磁绕组接线柱

#### 4) 单向离合器的检测

弹簧式单向离合器可以传递大功率扭矩;滚柱式单向离合器输出功率较小,是不可调整的;摩擦片式单向离合器是可调整的,在  $116 \sim 177 \text{ N} \cdot \text{m}$  扭矩作用下不打滑为正常,否则应维修或调整。

### 三、起动系统的故障实例

#### 1. 桑塔纳轿车起动机不工作

##### 1) 故障现象

一辆桑塔纳轿车在发动机起动时,起动机不工作。

##### 2) 故障分析诊断与排除

起动机不转的原因主要有以下几种。

- (1) 电磁开关接线柱接触不良。
- (2) 发动机与车身间紧固松动或氧化。
- (3) 蓄电池电压不足。
- (4) 起动机损坏。

桑塔纳轿车起动时起动机不转,参照其起动系统电路(如图 2-6 所示)进行排查,按照诊断流程图(如图 2-7 所示)进行诊断。

首先测量蓄电池的电压是否在  $8 \text{ V}$  以上,检测结果是  $11.5 \text{ V}$ ;测量起动机上 +B 接柱的电压为  $11.2 \text{ V}$ 。接着测量点火开关起动端子上电压也正常,在  $11 \text{ V}$  左右,当检测到电磁开关接线柱时出现电压在  $8 \text{ V}$  以上,起动机却不转的现象。此时,维修人员直接将蓄电池正极用较粗的导线触连到电磁开关接线柱上,起动机能够转动,发动机也随之起动。检查到此,维修人员作出判断:当前起动机不能够运转,说明没有蓄电池的电流到达电磁开关接线柱上。

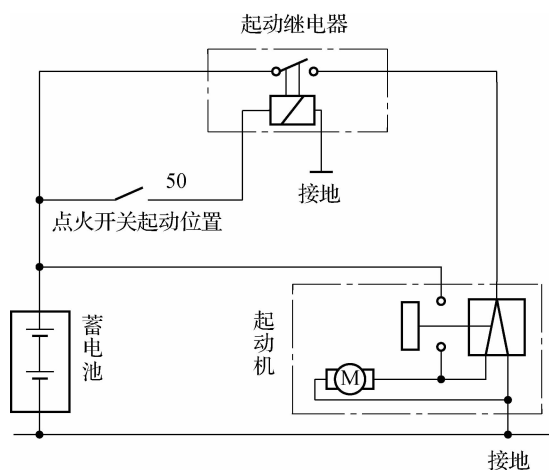


图 2-6 桑塔纳起动系统电路

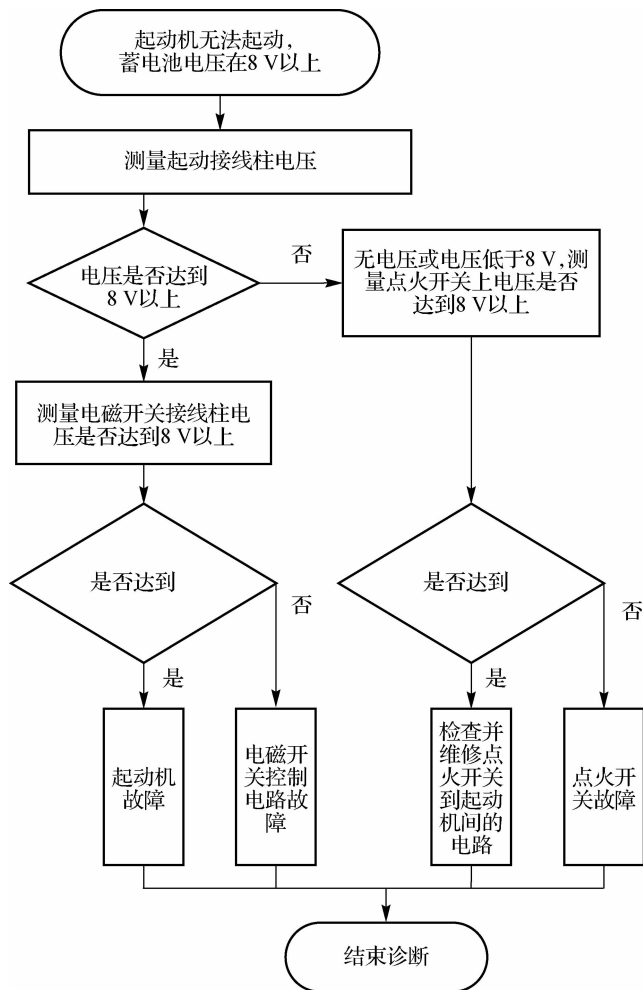


图 2-7 桑塔纳轿车起动机不转故障诊断流程图





维修人员重新将电磁开关的接线拆下,检查处理后接回到原来的位置,汽车能够一次性起动。经过多次的起动试验和多天的跟踪观察,最终确定了故障的真正原因是:电磁开关接线柱搭铁线有氧化的地方,造成接触不良而导致了故障。

## 2. 东方之子起动系统工作不良

### 1) 故障现象

炎热的天气里,一辆东方之子在太阳底下晒过一段时间后,打开点火开关起动发动机时起动机不工作。东方之子起动控制系统电路如图 2-8 所示。

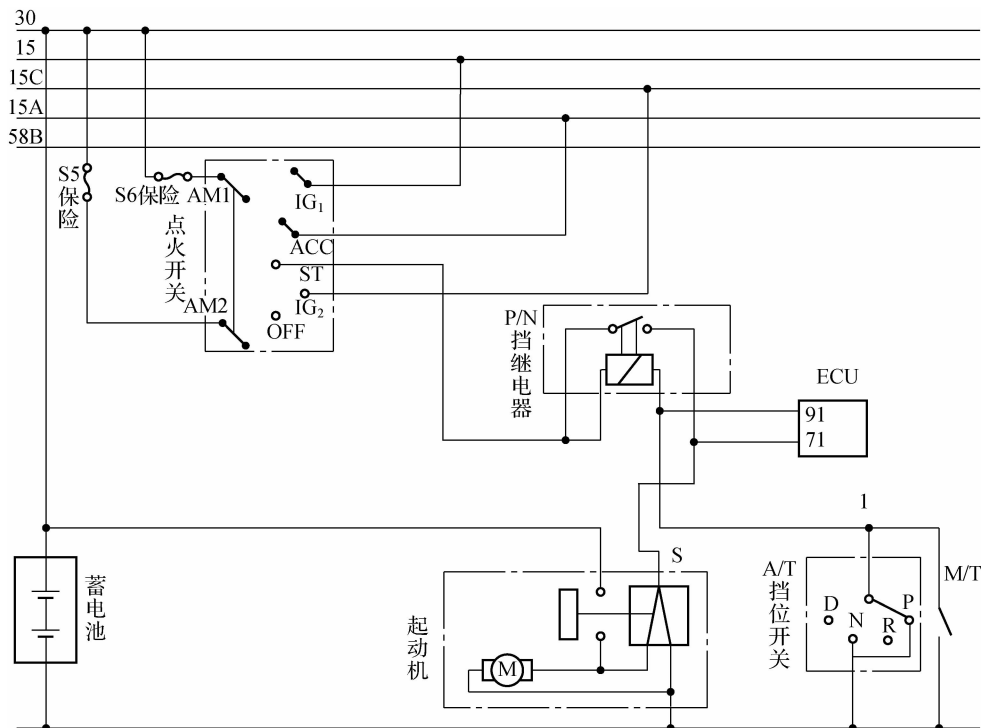


图 2-8 东方之子起动控制系统电路

### 2) 诊断分析诊断与排除

从图 2-7 上可以看出,东方之子自动挡的起动机电路受点火开关、继电器模组内的起动机继电器、挡位开关等的控制,按照以下步骤进行分析与检查。

- (1) 首先判断蓄电池的性能,使用万用表测量其电压为 12.5 V,静态电压正常。
- (2) 经仔细的外观检查没有发现明显存在故障的部位。
- (3) 判断起动机本身是否存在故障,起动机最容易出现故障的部位是电磁开关。用举升机顶起车辆,从蓄电池正极直接引 12 V 电源到电磁开关,起动机能正常工作,起动机本身没有故障。
- (4) 检查前舱电器盒上的 S5 30A 的熔丝,没有发现烧坏。
- (5) 拆下转向盘下的护板,检查继电器模组。将点火开关打到起动挡时继电器吸合正常,说明继电器与挡位开关都不存在故障。
- (6) 点火开关打到起动挡时检查起动机的吸引线圈接线柱是否有 12 V 的电源输出,万



用表显示 0 V,表明继电器模组到吸引线圈断路。

(7)检查继电器模组与起动机 S 端子的端子,发现该处端子松动,经过一番处理后重新打开点火开关起动,起动机恢复正常。

### 3)故障结论分析

由于继电器接触不良,在太阳下暴晒后导致端子松动,造成了上述故障。由以上的检测结果来看,起动系统的故障多为接触不良造成的。

## 3. 奥迪 100 四缸发动机的起动机运转无力

### 1)故障现象

起动机运转无力,有时发动机不易起动。车主反映,该车曾维修过发动机、起动机,更换过蓄电池。

### 2)故障分析诊断与排除

分析故障原因,怀疑是换用的蓄电池质量不佳,但借用无故障的蓄电池试车,故障依然存在。按动电喇叭,声音嘹亮,表明蓄电池性能可靠,分析可能是线路存在故障。在发动机中速运转时,用万用表测得发电机电枢接线柱的输出电压为 13.0~13.5 V,蓄电池正负极间的电压为 11.5 V,仪表板上充电指示灯在发动机运转后熄灭,这些都表明线路无故障。

检查起动机,电源接线柱处有烧蚀痕迹,拆除蓄电池搭铁线,发现螺母松动。拧紧螺母,装上蓄电池搭铁线,发动机顺利起动。

## 课题二

## 充电系统的故障诊断

### 一、充电系统常见故障现象及原因分析

充电系统常见故障有充电指示灯不亮、充电系统不充电、充电指示灯时亮时灭、蓄电池充电不足、发电机充电电流过大、发电机处异响等。

#### 1. 充电指示灯不亮

##### 1)故障现象

接通点火开关、发动机正常运转时,充电指示灯始终不亮。

##### 2)故障原因

- (1)充电指示灯灯丝断路。
- (2)熔断丝烧断,使指示灯线路不通。
- (3)指示灯或调节器电源线路导线断路或接头松动。
- (4)蓄电池极柱上的电缆接头松动或接触不良。
- (5)点火开关有故障。
- (6)发电机中的电刷与滑环接触不良。

(7)调节器内部电路的故障,如调节器内部电子元件损坏导致大功率三极管不能导通,或大功率三极管本身断路等。



### 3) 故障分析诊断与排除

首先起动发动机并怠速(交流发电机转速 2 000 r/min)运转,然后用万用表检查发电机充电系统能否充电(发电机输出电压能够超过蓄电池电压)。将充电指示灯不亮分为充电系统能充电与不能充电两种情况分别进行排除。

当接通点火开关时充电指示灯不亮,起动发动机后发电机又能发电(发电机输出电压能够超过蓄电池电压),说明发电机充电系统正常,应检查仪表盘上的充电指示灯是否正常。若灯丝断路,则需更换。

当遇到“接通点火开关,仪表上的充电指示灯不亮、发动机起动后发电机也不能发电”的故障时,故障排除方法如下。

(1)首先断开点火开关,检查熔断丝是否断路。若该熔断丝断路,必须更换相同容量的熔断丝;若仪表熔断丝良好,再继续检查。

(2)接通点火开关,用万用表检测熔断丝上的电压值。若电压为零,说明点火开关以及点火开关与熔断丝之间的线路有故障,应予检修或更换;若熔断丝上的电压等于蓄电池的电压,再继续检查。

(3)拆下调节器接线端子上的导线,接通点火开关,用万用表检测调节器接线柱上的导线电压。若电压为零,说明仪表盘上的充电指示灯或充电指示灯的旁通电阻断路,或仪表盘与调节器之间的线路断路,应予检修或更换;若调节器接线柱上的导线电压等于蓄电池的电压,再继续检查。

(4)检查电刷与电刷弹簧,检查电刷与滑环接触是否良好。接触不良应予检修或更换;若接触良好,再继续检查。

(5)检查调节器有无故障,若有故障则需更换调节器总成。

(6)检查发电机的转子绕组有无短路、断路、搭铁故障,若有则需更换。

## 2. 电源系统不充电

### 1) 故障现象

发动机起动后,仪表盘上的充电指示灯不熄灭,或在发动机正常运转过程中,充电指示灯始终不熄灭。

### 2) 故障原因

(1)发电机磁场绕组短路、断路或搭铁而导致磁场电流减小或不通。

(2)定子绕组短路、断路或搭铁故障。

(3)整流器故障。

(4)电刷磨损过多、电刷弹簧无弹性或电刷在电刷架中卡住,而造成电刷不能与滑环接触或接触不良。

(5)调节器故障。调节器内部电子元件损坏而使大功率三极管不能导通或大功率三极管本身断路。

(6)交流发电机的传动皮带过松,由于传动皮带打滑,发电机不转或转速过低而不发电,有关连接的线路有故障。

### 3) 故障分析诊断与排除

当充电指示灯常亮时,说明点火开关、熔断丝以及充电指示灯技术状态良好。

起动发动机并将其转速逐渐升高,此时用万用表测量发电机 B 端子与发电机壳体间的



电压。若万用表指示的电压高于发动机未起动时蓄电池的电压(12 V 左右),说明发电机发电,发电机 B 端子与蓄电池正极柱之间的线路断路;若电压为零或过低,说明充电系统有故障,应按以下方法继续检查。

(1)断开点火开关,检查交流发电机传动皮带的挠度是否符合规定(5~7 mm)。挠度过大应予调整;若挠度正常,则继续检查。

(2)拆下调节器接线端子上的导线,接通点火开关,用万用表检测调节器接线柱上的导线电压,若电压为零,充电指示灯发亮,说明仪表盘与调节器之间的线路搭铁,应予检修或更换;若调节器接线柱上的导线电压等于蓄电池的电压,再继续检查。

(3)检查电刷与电刷弹簧,检查电刷与滑环接触是否良好,否则应予检修或更换;若接触良好,再继续检查。

(4)检查调节器有无故障,若有则需更换调节器总成。

(5)检测发电机的定子绕组、转子绕组有无短路、断路、搭铁等故障,检测整流器有无故障,若有应予检修或更换。

### 3. 充电指示灯时亮时灭

#### 1) 故障现象

接通点火开关和发动机正常运转时,充电指示灯时亮时灭。

#### 2) 故障原因

(1)发电机传动皮带挠度过大而出现打滑现象。

(2)发电机个别整流二极管断路、一相定子绕组连接不良或断路而导致发电机输出功率降低。

(3)发电机电刷磨损过多。

(4)调节器调节电压过低。

(5)相关线路接触不良。

#### 3) 故障分析诊断与排除

(1)检查传动皮带的挠度是否符合规定。

(2)检查相关线路连接情况,若不正常,则需检修。

(3)拆下调节器和电刷组件总成,并按前述方法检查调节器和电刷组件,若不正常,则需检修或更换。

(4)检修发电机总成。

### 4. 蓄电池充电不足

#### 1) 故障现象

接通点火开关时充电指示灯能亮,发动机起动后和运转时充电指示灯也能熄灭,但蓄电池会很快出现亏电,并且起动发动机时,起动机运转无力、夜间行车前照灯灯光暗淡。

#### 2) 故障原因

(1)发电机传动皮带过松或损坏。

(2)发电机 B 端子与蓄电池正极柱之间线路断路或导线端子接触不良。

(3)发电机电刷磨损过多导致电刷与滑环接触不良。

(4)发电机电刷弹簧卡滞或弹力不足而导致电刷与滑环接触不良。

(5)调节器的调节电压过低或其内部电路有故障。



- (6) 发电机转子绕组短路,使磁场变弱而导致发电机输出功率降低。
- (7) 发电机整流器故障或定子绕组有短路、缺相故障而导致发电机输出功率降低。
- (8) 蓄电池使用时间过长、极板硫化、损坏或活性物质脱落。
- (9) 全车线路中有导线搭铁而漏电。

### 3) 故障分析诊断与排除

出现蓄电池充电不足现象时,具体诊断与排除方法按如下步骤进行。

(1) 检查蓄电池的技术状态是否良好,如使用时间过长或负载电压低于 9.6 V,则需要更换蓄电池。

(2) 检查传动皮带的挠度是否符合规定(标准值为 5~7 mm)。

(3) 检查交流发电机 B 端子至蓄电池之间的线路是否断路或导线端子是否接触不良。

(4) 检测调节器的调节电压,如调节电压过低(低于 14.2 V)或调节器损坏,应予更换新品。

(5) 断开所有电器开关,拆下蓄电池正极电缆端子,并在该端子与蓄电池正极柱之间串接一只电流表,检测全车线路有无漏电现象。如有漏电,可将驾驶室内和发动机罩下的熔断器上的熔断丝逐一拔下,检查漏电发生在哪一条线路,然后进行排除。

(6) 如上述检查结果均良好,则分解检修发电机总成。拆下发电机总成,检查电刷组件,如电刷高度过低,则应更换新电刷;如电刷弹簧卡滞或弹力不足,应予更换弹簧。

## 5. 发电机充电电流过大

### 1) 故障现象

汽车灯泡易烧,蓄电池温度过高且其电解液消耗过快,这说明发电机充电电流过大。

### 2) 故障原因

发电机充电电流过大的原因一般是调节器调节电压过高或调节器失效。

### 3) 故障分析诊断与排除

在确认灯泡易烧、蓄电池温度过高和电解液消耗过快而无其他原因时,应更换调节器。

## 6. 发电机有异常响声

### 1) 故障现象

发电机处有异常的响声。此时,用听诊器对发电机进行诊断,如果响声来源于发电机和发电机带轮,用松掉发电机传动带的方法检查,若响声立即消失,可认定为发电机或带轮响声。

### 2) 故障原因

(1) 发电机带轮响声。这类响声很普遍,如桑塔纳发电机,使用一段时间带轮就会叽叽地响。如果用水浇在传动带和带轮上响声消失,原因是带轮的 V 形槽和传动带磨损严重。有时只更换传动带,并不能彻底解决问题,只有更换正厂的带轮和传动带,故障才能得到根本解决。

(2) 发电机轴承响声。用听诊器听诊发电机的两端轴承处,会听到“吱吱”的连续响声,解决办法是更换轴承和加强润滑轴承。

(3) 发电机电刷响声。这类响声是发电机运转时有“嘶嘶”的连续响声,但响声不强。主要原因是电刷体磨损变短,电刷的压簧压力过低。

### 3) 故障分析诊断与排除

针对不同的响声,进行相应的处理。

(1) 蓄电池的搭铁极性必须与发电机搭铁极性相同。国产及进口交流发电机均为负极





搭铁,蓄电池必须负极搭铁。否则,蓄电池将通过二极管大电流放电,使二极管烧坏。

(2)发电机运转时,不能使用试火方法检查发电机是否发电,否则容易损坏二极管及其他电子元件。

(3)发现交流发电机不发电或者充电电流较小时,应及时找出故障并予以排除。如长期带故障运行,发电机可能出现严重故障或损坏。一个二极管短路,将会导致其他二极管和定子绕组烧坏。

(4)绝对禁止使用 200 V 以上的交流电压表或兆欧表检查发电机的绝缘性能,否则将损坏整流二极管及调节器中的电子元件。

(5)发电机正常运行时,切不可任意拆卸各电气设备的连接线,以防引起电路中的瞬时过电压损坏二极管及调节器中的电子元件或其他电子设备。

(6)在整车中,蓄电池可起到电容器的作用,即可在一定程度上吸收电路中的瞬时过电压。在发动机运行时不要拆下蓄电池连接导线,否则容易造成发电机二极管及调节器中的电子元件损坏。

(7)发动机熄灭后,应及时将点火开关断开,否则蓄电池长期向磁场绕组放电,使磁场绕组过热而损坏。

(8)保持发电机皮带有合适的张紧度。皮带张紧度的检查与调整有关手册。用大拇指下压(压力 30~40 N)风扇带,其挠度应为 10~15 mm,若不符合规定,应予以调整,调整方法见相关手册。一般来讲,应先用扳手松开紧固螺母,然后用撬棒撬动发电机外壳进行皮带张紧度的调整,符合要求后再拧紧紧固螺母。

## 二、充电系统零部件的检测

### 1. 捷达轿车整体式交流发电机的检测

以捷达轿车充电、起动、点火系统的整体式交流发电机为例,如图 2-9 所示。

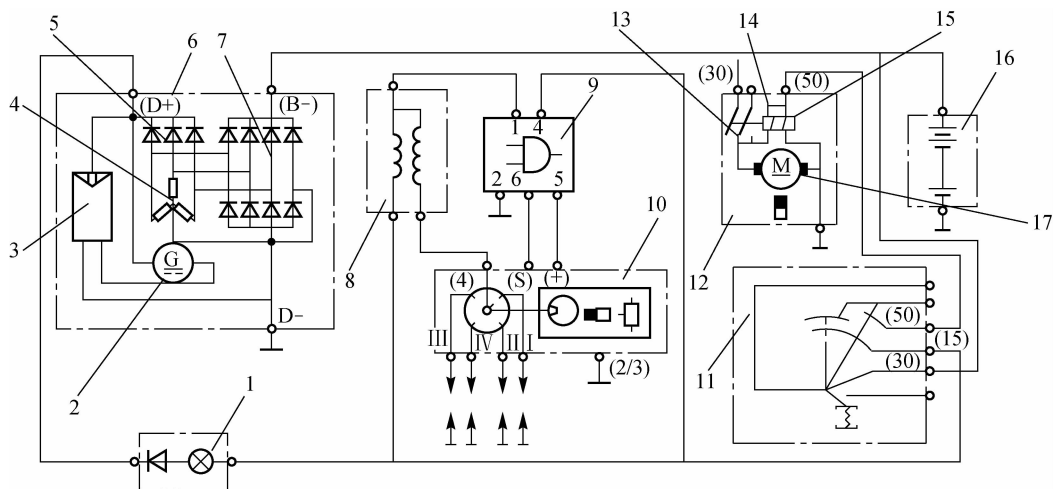


图 2-9 捷达轿车充电、起动、点火系统工作电路图

- 1—发电机故障指示灯; 2—转子(绕组); 3—电压调节器; 4—发电机定子; 5—励磁二极管; 6—发电机;  
7—整流二极管; 8—点火线圈; 9—点火控制器; 10—无触点分电器; 11—点火开关; 12—起动机;  
13—起动机电磁开关触点; 14—吸引线圈; 15—保持线圈; 16—蓄电池; 17—起动机电枢绕组



### 1) 充电工作过程

(1) 当点火开关处于位置(15)时, 电流流经的路径为: 蓄电池正极→发电机故障指示灯 1→D+点→励磁线圈 2(转子)→调节器 3→D-点→蓄电池负极, 此时充电故障指示灯亮。

(2) 当发动机起动后, 发电机开始发电, 励磁整流二极管 7 所产生的励磁电流经 D+→励磁绕组 9→调节器 10, 调节器根据发电机输出电压的情况控制励磁绕组电流的大小, 完成调压工作。

(3) 由于 D+点电压的升高使发电机故障指示灯 1 熄灭。如果发电机此时不发电, 指示灯 1 就会亮。

### 2) 充电系统的检查与解决方法

(1) 当发动机起动后, 发电机故障指示灯闪烁。解决方法有两种。一是检查发动机传动带的张紧力, 使传动带松紧程度合适; 二是检查发动机的怠速, 把怠速调整到标准范围内。

(2) 当发动机运转时, 如果发电机故障指示灯时明时暗或常亮, 说明充电系统存在故障。此时, 用万用表测量转子励磁线圈的电阻及定子电枢绕组的正向电阻和反向电阻的情况, 发现问题进行相应处理。

①测得 F(磁场接线柱)和 D-两点的励磁电阻高于标准值, 说明集电铜环与电刷接触不良或有油污, 处理方法是清洁铜环或更换电刷。如果励磁电阻无穷大, 说明线圈断路; 如果电阻值偏小, 说明线圈部分短路, 处理方法是更换励磁绕组的线圈。

②测得 B+和 D-两点的正向电阻小于标准值, 说明某个二极管被击穿; 若正向电阻、反向电阻均为零, 说明 B+和 D-短路或至少一相的两个二极管同时短路; 若正向电阻大于规定值, 则为二极管断路。

③测得 D+和 F 两点的正向电阻小于标准值, 说明某个二极管被击穿而断路; 若正向电阻、反向电阻均很小, 说明 D+接线柱可能搭铁或某一支路上两个二极管同时短路; 若正向电阻为无穷大, 说明励磁线圈断路。

④测得发电机的有关线圈电阻均在标准范围内, 但发电机故障指示灯仍亮时, 应检查发电机调节器和抗干扰电容器。检查调节器是否完好, 可用互换法将好的调节器换用, 如发电机故障指示灯熄灭, 说明发电机已正常, 是调节器故障; 也可用试灯法将 F 和 D+两点连接, 若发电机发电也说明是调节器故障。更换好调节器后故障指示灯仍亮, 可能是发电机抗干扰电容损坏, 应更换发电机后盖上的抗干扰电容。

⑤当点火开关开启时发电机故障指示灯不亮, 发电机运转后输出电压正常, 故障指示灯仍不亮, 说明发电机故障指示灯烧毁。

## 2. 威驰 5S-FE 发动机发电机充电电路的检查

威驰 5S-FE 发动机充电电路如图 2-10 所示。

### 1) 检查充电警告灯电路

检查充电警告灯电路方法如下。

- (1) 预热发动机, 然后停机。
- (2) 断开所有附件。
- (3) 将点火开关转至 ON 位置, 充电警告灯应发光。
- (4) 起动发动机, 充电警告灯应熄灭。

如果充电警告灯未按规定熄灭, 应检修充电警告灯电路。

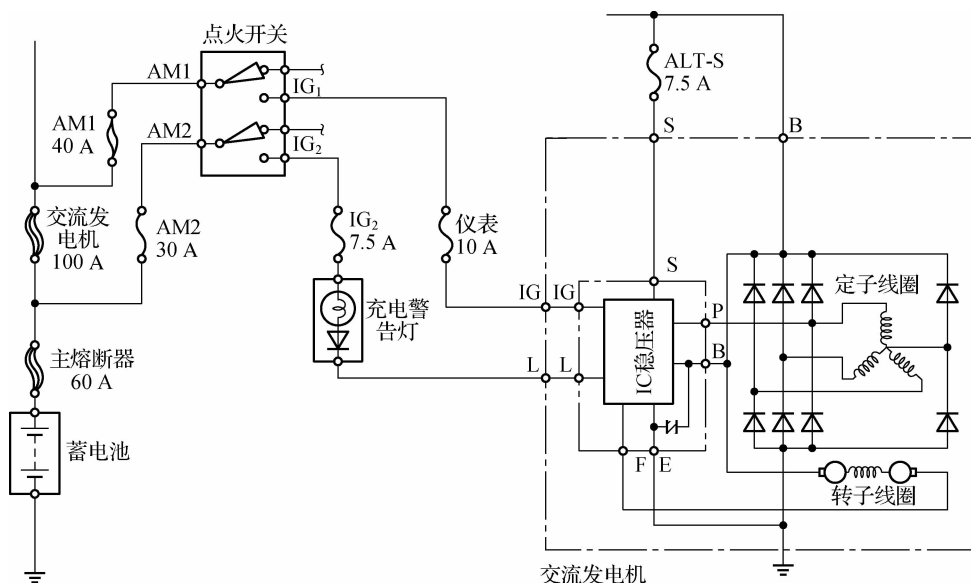


图 2-10 奔驰 5S-FE 发动机充电电路

## 2) 检查无载荷充电电路

**注意:**如有蓄电池/交流发电机测试仪,按制造厂家说明书要求将测试器与充电电路连接。

(1)如没有测试器,按如图 2-11 所示将电压表和电流表连接至充电电路。

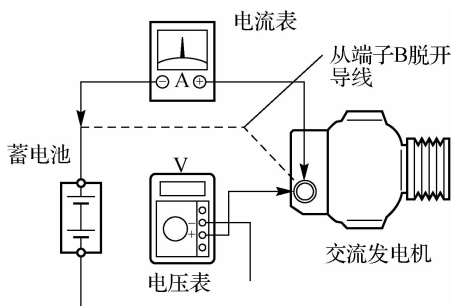


图 2-11 电压表与电流表的检测连接

- ①脱开交流发电机端子 B 上的导线,连接至电流表的黑表笔上。
- ②将电流表的红表笔连接至交流发电机的端子 B 上。
- ③将电压表的红表笔连接至交流发电机的端子 B 上。
- ④将电压表的黑表笔接地。

(2)按下述方法检查充电电路。

在发动机从怠速增至 2 000 r/min 时,检查电流表和电压表的读数。标准电流值为 10 A 及以下;标准电压值 25 ℃时为 13.9~15.1 V,115 ℃时为 13.5~14.3 V。

若电压表读数超过标准电压,应更换 IC 稳压器;若电压表读数低于标准电压,按下列步骤检查 IC 稳压器和交流发电机。



①端子 F 接地,起动发动机,检查端子 B 上的伏特表读数。

②若伏特表读数超过标准电压,更换 IC 稳压器。

③若伏特表读数低于标准电压,检查交流发电机。

(3)检查有载荷充电电路。

①发动机以 2 000 r/min 的速度运转时,打开远光灯,将热风机开关拧至 HI(高)位。

②检查安培表的读数。标准电流值为 30 A 及以上。若安培表读数低于标准值,应检修交流发电机。

**注意:**若蓄电池已充分充电,指示值有时会低于标准电流值。

### 3. 发电机静态测试

对于有些车辆,在发电机不解体时,用万用表测量各接线柱间的电阻值,可初步判断发电机是否有故障。其方法是用万用表 R×1 挡测量发电机 F 与 E 之间和 B 与 E 之间的电阻值。正常情况下,交流发电机各接柱之间的电阻值见表 2-2。

表 2-2 交流发电机各接柱之间的电阻值

交流发电机型号		F 与 E 间的 电阻/ $\Omega$	B 与 E 间电阻/ $\Omega$		N 与 E 间电阻/ $\Omega$	
			正向	反向	正向	反向
有刷	JF(11、13、15、21)	5~6	40~50	>10 000	10	>10 000
	JF(12、22、23、25)	19.5~21				
无刷	JFW14	3.5~3.8				
	JFW28	15~16				

若 F 与 E 之间的电阻值超过规定值,可能是电刷与滑环接触不良;若小于规定值,可能是励磁绕组有匝间短路或搭铁故障;若电阻为零,可能是两个滑环之间有短路故障或内部线柱有搭铁故障。

用万用表的黑表笔接触后端盖,红表笔接触发电机的电枢接线柱,并用 R×1 挡测量电阻值。若示值在 40~50  $\Omega$  以上,可认为无故障;若示值在 10  $\Omega$  左右,说明有失效的整流二极管,需拆检;若示值为 0  $\Omega$ ,则说明有不同极性的二极管被击穿,需拆检。

若交流发电机有中性抽头接线柱,用万用表的 R×1 挡测量 N 与 E 以及 N 与 B 之间的正反向电阻值,可进一步判断故障在正极管还是在负极管。

## 三、充电系统故障实例

### 1. 别克林荫大道轿车在颠簸路面行驶时发生间歇性熄火

#### 1) 故障现象

一辆美国通用公司生产的别克林荫大道 V 型 6 缸 3.8 L 轿车,发生交通事故经过修理后试车,经常出现下述故障现象:不论在冷车或热车时,起动、怠速以及行车当中的加、减速都比较正常,只是在怠速行驶遇到比较颠簸的路面时,无论是否踩下制动踏板,都会出现发动机转速表突然下降为零,同时发动机突然熄火的现象。熄火后挂入 P 挡或 N 挡后又能顺利起动。在发动机突然熄火前,黄色的发动机故障指示灯并没有点亮报警。

#### 2) 故障分析诊断与排除

根据该车的特点和现状,首先拆下曲轴带轮上的传动带进行空载路试,排除了空调压缩



机、转向助力泵等发动机附件因工作不良使发动机负荷额外增加,导致发动机熄火的可能性。接着,把蓄电池正极接线柱拆下,在这个接线柱和蓄电池正极之间串入一个 50 A 的直流安培表。关掉收音机、空调和灯,关好所有车门,再次打开点火开关,电流表在 5 s 之内显示 10 A 左右,接着显示 5 A 左右并保持不变。这时,一边观察电流表的示数,一边逐段晃动从动力控制电脑(ECM)到发动机的线束、插接件。晃动的重点放在以点火器、三个保险继电器中心为核心的点火、电源系统及其相关元器件上,主要包括凸轮轴位置传感器、曲轴位置传感器、点火器、点火器下部的搭铁线和点火线圈等。它的保险继电器中心,一个位于前风挡下部的导流板内,一个位于仪表台左下侧护板上,另一个位于仪表台右下侧护板内。对这些关键部件进行反复晃动试验,在打开点火开关 5 s 后电流表示数始终在 5 A 左右,说明发动机电控系统的线束、插接件、保险继电器中心不存在短路、断路和虚接现象。

根据经验得知,点火控制模块(ICM)、动力控制电脑(ECM)以及它们的传感器信号、控制信号工作性能的好坏,与上述间歇性故障有着比较重要的联系。将 FLUKE98 汽车万用示波器连接到驾驶室,在复杂路面上对点火控制模块的几个重要信号的波形进行动态监测,未发现异常。

重新调整检修思路,把检测重点放在与发动机电控系统密切相关的车身电控系统上。在怠速停车时,一边轻轻晃动在发动机室左、右翼子板内侧固定的车身搭铁线,看其有无松动现象,一边感觉其上面的温度变化。当检查到右翼子板内侧,即蓄电池右侧的车身搭铁线时,感觉特别烫手,固定搭铁线用的螺钉、螺母呈现出类似排气管螺钉的那种棕红色,并且它被轻轻晃动时能感觉出松动。用砂纸打磨螺钉、螺母和车身搭铁线接点,重新紧固后再次路试,间歇性故障得以排除。

## 2. 风云轿车蓄电池亏电

### 1) 故障现象

一辆 SQR7160 基本型风云轿车,在行驶 3 600 km 后,出现停驶一段时间后蓄电池亏电的现象。将蓄电池充满电后,停放数小时,蓄电池又出现亏电、甚至全车无电的现象。

### 2) 故障分析诊断与排除

根据风云轿车蓄电池电路图(如图 2-12 所示)进行分析,蓄电池亏电的主要原因包括发电机发电量不足、蓄电池自放电和用电设备工作放电。

(1)因该车常出现亏电,所以对该车发电机充电状况进行测量,其充电电压为 14.2 V,符合正常值(13.8~14.2 V)。

(2)因该车曾出现在蓄电池电量充足情况下,熄火 2 h 后蓄电池严重亏电,导致全车无电。故对该车的放电电流进行了测量,其值为 4.2 mA,该值也不会导致上述故障。

(3)最后对该车蓄电池进行了更换,但故障现象依然存在。

该车蓄电池正极有三根相线,一根为起动机、发电机相线,一根为发动机电控系统常相线,另外一根通往中央继电器盒。

(4)将电控系统相线拆除,将该车放置一晚,故障仍存在。

(5)单独断开中央继电器盒相线,故障排除。

由此断定上述故障原因是中央继电器盒控制的用电设备偶尔放电所致。因该车曾出现熄火 2 h 便将充满电的蓄电池放电殆尽的现象,分析其放电电流一定很强,所以怀疑是进气预热装置导致上述故障。



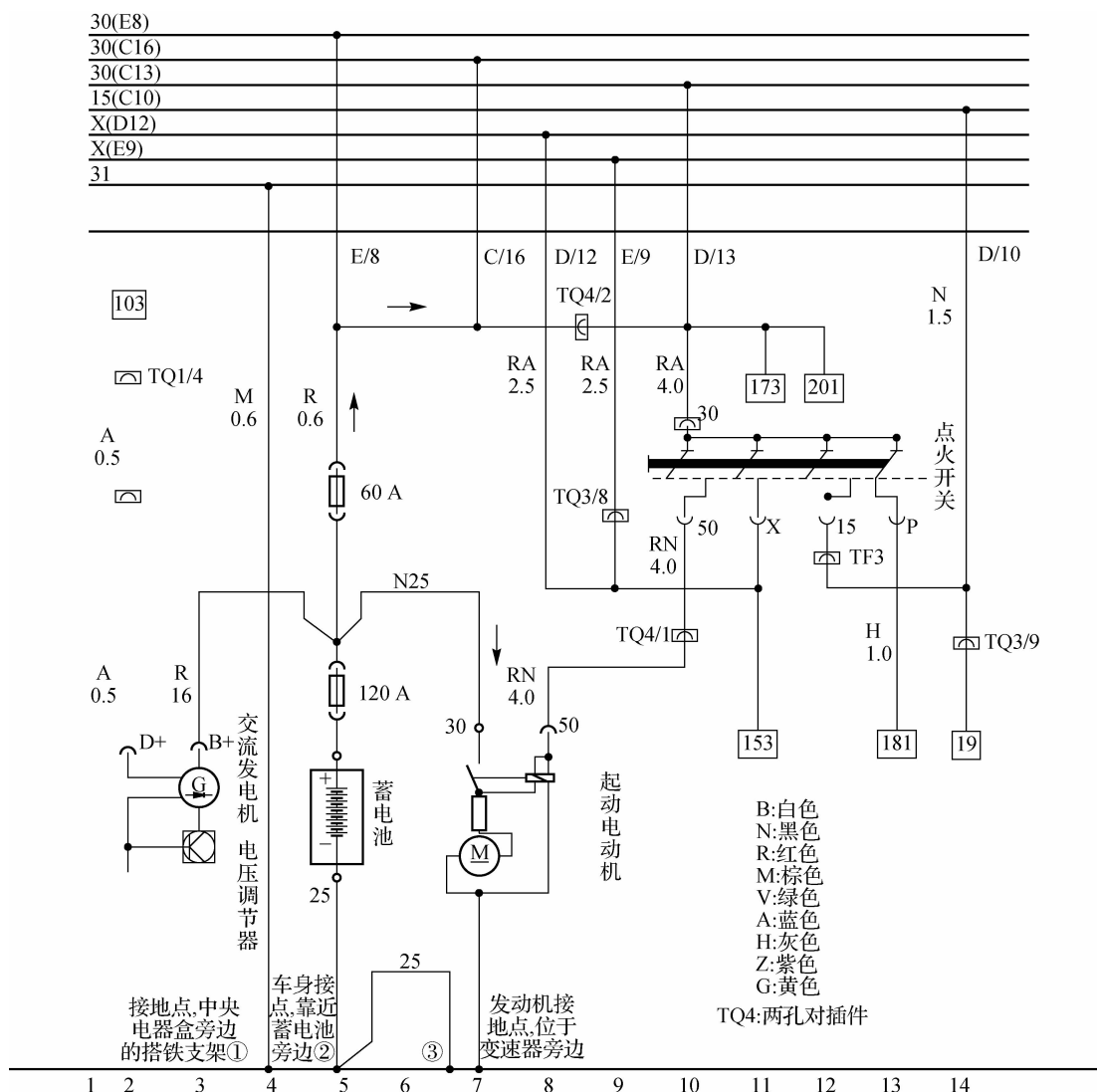


图 2-12 风云轿车蓄电池电路

(6) 打开点火开关,用导线反复短接冷却液温度开关 F35,测量进气预热电阻 N15 电压,偶尔出现断开冷却液温度开关 F35 后,预热电阻、电压仍存在,说明进气预热继电器 J18 触点不能跳离。

(7) 打开进气预热继电器 J18,发现触点结合面烧蚀,有金属毛刺,在受热或颠簸情况下,将 J18 中的端子 87 与端子 30 连接,导致进气预热线工作,产生放电,引起上述故障。

(8) 更换新继电器,故障排除。

### 3. 捷达轿车行驶中充电指示灯突然点亮

#### 1) 故障现象

一辆普通捷达轿车,行驶途中,充电指示灯突然点亮,加速之后也不熄灭。

#### 2) 故障原因

捷达轿车发动机充电系统具有监控装置,由充电指示灯显示。打开点火开关时,充电指



示灯亮。起动发动机,如果发电机发电量正常,则指示灯自动熄灭。如果发电机发电量不正常(过低或不发电),则指示灯开始闪亮,提醒驾驶员停车检查。在发动机工作时,如果指示灯暗闪,踩下加速踏板后立即熄灭,则属于正常现象,这主要是受电压调节器控制频率影响,并不影响发电量,无需采取任何措施。但是如果发动机工作时,充电指示灯仍然亮,则属异常现象。

根据电路图 2-13 进行分析,故障现象的主要原因有以下几种。

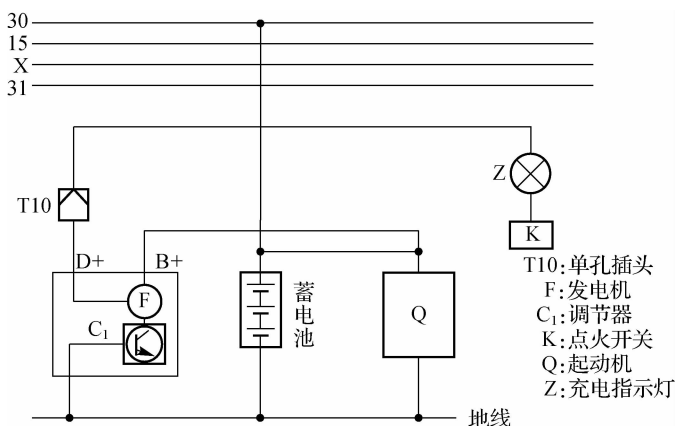


图 2-13 捷达轿车充电与起动系统

- (1) 发电机不发电,充电指示灯经调节器构成闭合电路,指示灯亮。
- (2) 发电机发电量较低,低于蓄电池电压,充电指示灯经调节器构成闭合电路,指示灯亮。
- (3) 充电指示灯线路有搭铁之处,不经发电机调节器,直接构成回路,充电指示灯亮。

### 3) 故障分析诊断与排除

起动发动机,用万用表测量 B+ 接线柱对地电压值,即粗线柱对地电压值,测量电压值为 12.4 V,与蓄电池电压值相同。踩下加速踏板,再次测量 B+ 接线柱对地电压值为 12.4 V,这表明发电机不发电。打开点火开关,用万用表测量与 D+ 接线柱连接的励磁线对地电压值,结果为 12.4 V,确定励磁线路无故障。根据维修经验,判断为发电机调节器内部集成电路出现故障。用简单的测量方法不易确定,最直接的方法是更换调节器。尝试更换调节器后起动发动机,充电指示灯此时已经熄灭。经测量知发电机发电量正常,到此,指示灯点亮的故障已经排除。

## 思考与练习

### 一、判断题

1. 起动机不转一般是由蓄电池的原因造成的。 ( )
2. 起动继电器线圈出现了断路或短路情况时,一般会影响发动机的起动。 ( )
3. 用按下喇叭或打开大灯的方法,可进行蓄电池电路与电量的初步检查。 ( )





- A. 一次起动时,起动机最长可通电 10~15 s
- B. 发电机在运转时,可使用试火方法检查发电机是否发电
- C. 发动机熄灭后要及时将点火开关断开
- D. 在进行皮带张紧度的检查时,可提高发电机皮带的张紧度

### 三、多项选择题

1. 以下哪些原因可能造成起动机不转的故障? ( )
  - A. 蓄电池严重亏电
  - B. 起动机内大触点烧蚀而接触不良
  - C. 起动系统控制线路有断路处
  - D. 电磁开关线圈中的保持线圈断路
2. 如果起动机出现空转的现象,下面哪些原因存在可能性? ( )
  - A. 单向离合器打滑或损坏
  - B. 电磁控制式电磁开关铁芯行程太短
  - C. 换向器脏污严重,使接触电阻变大
  - D. 起动继电器线圈断路
3. 以下哪些原因有可能使起动机不停转的故障现象出现? ( )
  - A. 点火开关出现故障
  - B. 起动机固定螺栓松动
  - C. 电磁开关触片短路
  - D. 单向离合器卡死
4. 点火开关处于行车的 ON 位置时,其输出端子彼此相通的有( )。
  - A. B+与 IG
  - B. B+与 ACC
  - C. IG与 ST
  - D. ACC与 ST
5. 起动继电器的检查可使用的仪器有( )。
  - A. 万用表
  - B. 试灯
  - C. 解码器
  - D. 多用途示波器

### 四、分析题

请就图 2-12 所示的风云轿车蓄电池电路图分析其起动电路,指出其可能存在的故障点、故障现象及检测方法。

## 供油系统的故障诊断

## 知识目标

- 熟悉发动机供油系统常见故障产生的原因；
- 熟悉发动机供油系统的相关电路图及控制原理；
- 能够对发动机供油系统引起的故障进行分析与总结。

## 技能目标

- 针对所操作的汽车,进行供油系统的实物与图纸对应关系的正确查找；
- 针对汽车的故障现象,可初步判断供油系统故障的原因或方向；
- 掌握汽车发动机供油系统相关零部件的检测方法；
- 对发动机供油系统的故障进行正确的诊断与排除。

## 课题一 供油系统的常见故障现象及原因分析

## 一、油路中无油压导致发动机不能起动

电控汽油发动机供油系统的油压是决定发动机工作状态好坏的主要参数。当由于燃油的压力原因造成汽车不能起动的故障时,可根据油压的大小来进行相应的判断。

## 1. 故障现象

电控汽车的直接表现是不能起动,此时,起动系统的性能是良好的。

## 2. 故障原因

- (1)油箱中无油。
- (2)电控燃油泵不工作或工作不良。
- (3)燃油供给油路中有堵塞的地方。
- (4)供给油路中有泄漏的地方。

## 3. 故障分析诊断与排除

(1)诊断人员首先根据驾驶室内油表的指示情况,判断油箱中是否有油。当油表指示很低或不指示时,可到油箱口处作进一步的判断。如果是这种情况造成的汽车无法起动,只要





加满燃油,故障就基本消除了。

(2)经过检查,燃油量充足,油压仍然很低,汽车也不能起动,应该查看燃油泵的工作情况。

有经验的工作人员可根据燃油泵的工作声音进行初步诊断。目前,一般汽车在发动机起动前,打开点火开关,燃油泵要瞬时工作2 s左右的时间,此时如果能听到油泵发出“嗡嗡”的声音,基本上说明控制油泵的电已经到达油泵,接下来的事情是看油路中是否有堵塞的地方,并进一步检查油泵的工作能力。检查油泵的工作能力时,可以拆下油泵在油箱出油口处的油管接头,并接上一只短管,看其出油的情况。如果出油正常,表明油泵工作没有问题,则去检查堵塞;如果出油不正常,则需要拆下油泵进行检验。

如果听不到油泵的工作声音,表明油泵没有工作。首先要对其工作电压进行检测。使用万用表测量油泵的供电端子,在打开点火开关瞬间没有电压送过来,则表明在油泵的控制上出现了问题。

油泵的控制检查时,要去检查燃油泵保险、控制继电器、传递线路的情况,通过检查就会发现相应的故障点。

如果有电送到燃油泵供电端子,但燃油泵仍不能工作,此时应该去检查燃油泵的接地情况,同时,也要检查燃油泵的工作电阻。从这两方面基本上就可以判断出故障的准确部位,一是燃油泵本体,一是其接地不良。

(3)进行完以上的检查后,所测量的燃油压力仍然没有,则要去检查油路中是否有堵塞的地方。检查汽油滤清器的清洁情况,检查油管有无压瘪或死折,检查油泵的出油口处出油是否正确等,同时也要注意所测量油压的地方所在部位,是在哪一段测量的,要分析测量点与油路的关系。

(4)如果油路中有严重泄漏的地方,一般很容易被发现。

通过以上的检查与诊断,对于无油压力的汽车不能起动故障,一般就能够找到故障点或故障方向,剩下的工作就是针对相应的故障点与故障方向进行进一步的分析诊断与排除。

## 二、供油压力过低导致汽车起动困难

### 1. 故障现象

汽车在起动的时候,起动不是很顺畅,有时能够起动,但有时起动又非常困难。

### 2. 故障原因

- (1)燃油泵工作不良。
- (2)供给油路中有堵塞的地方。
- (3)油路有泄漏的地方。

### 3. 故障分析诊断与排除

(1)当汽车不能顺利起动,经测量是燃油压力过低(发动机前端快捷检测口)造成的,首先要对燃油泵的工作能力进行检查。听其有无工作时的声音,初步判断是否工作。工作之后,将压力表接入燃油泵出口处油管中,直接测量此处的供油压力,如果压力正常,说明油泵的工作能力没有问题,问题在油路中,可对油路进行泄漏、堵塞的检查。泄漏可进行外观检查,包括看与闻,判断是否有地方有油迹与油味,如果有则此处很可能就是造成油压低的原因。

同时,也不要忽略由于控制不良造成的油压低,比如继电器接触不良,造成油泵断续工



作,这一点要充分注意。

(2)堵塞的判断对于油路来说,相对困难些。造成油压低的堵塞主要的发生部位油管和燃油滤清器。如果上述两种情况已经排除,则闻发动机上是否有浓重的汽油味,如果有,怀疑是喷油器与油管的连接处发生泄漏,要做进一步的检查。

通过以上分析,一般能够诊断出供油系统中油压低的原因,可针对相应原因进行排除。

### 三、供油压力正常而汽车不能起动或起动困难

#### 1. 故障现象

汽车在起动的时候,现象与上述供油压力过低时相同。

#### 2. 故障原因

在已经知道燃油压力正常的情况下,汽车仍然出现不能起动或起动困难的现象,此时故障原因多在以下几个方面。

- (1)燃油滤清器堵塞。
- (2)喷油器堵塞。
- (3)电子控制单元(ECU)故障。
- (4)喷油器不喷油或喷油量减少。
- (5)有冷起动喷油器的汽车,冷起动喷油器本身或其控制出现了问题。

#### 3. 故障分析诊断与排除

在起动多次没有起动着汽车的前提下,经测量,供油系统的压力正常时,对于燃油的必经之路滤清器不要忽视检查。

有时燃油滤清器的堵塞会导致燃油供油压力正常但起动却不正常的现象。车不起动时,燃油能够透过滤清器形成油压,但一经起动油压迅速下降而熄火。

目前,汽车的滤清器多为小且透明的装置,且安装在发动机附近,非常容易检查与更换。

喷油器的堵塞也会导致此故障的出现。当汽车经过一段时间的使用后,油品中存在的不清洁等因素,造成喷油器的堵塞,使发动机起动时受阻。此时,可通过判断喷油器是否工作来诊断。一般来说,当喷油器有振动,或者测出了喷油脉宽时,表明喷油器已经工作。

排除了滤清器与喷油器的堵塞原因后,就要观察 ECU 的工作情况。ECU 出现故障可造成喷油器不喷油或喷出的燃油量不能满足发动机的起动要求。可通过替换 ECU 的方法进行判断,诊断时要特别注意 ECU 的操作注意事项。

对于早期有冷起动喷油器的汽车,如果只是在冷起动时存在上述故障现象,而热车后故障现象消失,应该是冷起动喷油器本身或其控制出现了问题。

## 课题二 供油系统零部件的检测

### 一、油箱的检查

油箱是汽车上储存燃油的构件,当其出现故障时,主要的检查方法是目视法。



油箱泄漏是一个会引起安全、环保问题的严重故障。在检查时,可以通过目视、嗅的方法来判断,当出现泄漏时,要进行更换。如果油箱出现凹陷时,有可能导致汽车急加速不良、车辆最高时速降低等情况。此时,可以修复也可以进行更换。油箱生锈或积水会造成发动机怠速发抖、加速不良、容易熄火等故障。油箱盖是油箱产生真空的主要原因,如果其堵塞会引起供油不畅,要定时检查。

## 二、燃油泵的检测

燃油泵是现代汽车发动机的供油系统中一个非常重要的构件,其工作不良会造成发动机的供油压力不足、起动困难、加速不良、车辆最高车速降低和汽车间歇熄火等故障。

### 1. 燃油泵的实车检查

(1)用专用导线将诊断座上的燃油泵测试端子跨接到 12 V 电源上,如丰田车系诊断座上连接器,将 B+ 与 FP 端用导线连接,就是直接用蓄电池向燃油泵供电。

(2)旋开油箱盖,并将点火开关转至 ON 位置,但不要起动发动机(两个人同时操作),应能听到燃油泵的工作声音。或用手捏住进油软管时应感觉有压力。

(3)若听不到燃油泵的工作声音或进油管无压力,应检修燃油泵接地电路或更换燃油泵。

(4)若有燃油泵不工作的故障,但按上述方法检查时燃油泵工作正常,则使用万用表检查燃油泵电路导线、继电器、易熔线和熔丝有无断路。

电控燃油喷射系统的电动燃油泵,通常在点火开关关闭 10 s 以上再打开到 ON 位置时(不起动发动机),或关闭点火开关使发动机熄火时,都会提前或延时工作 2~3 s。若燃油泵及其电路无故障,在油箱处仔细听察,均能听到电动燃油泵工作的声音。

多数轿车的电动燃油泵,可在打开汽车后备箱盖或翻开后座垫后,从油箱上直接拆出。但也有些轿车,必须将油箱从车上拆下,才能拆卸燃油泵。拆卸燃油泵时要注意应释放燃油系统压力、关闭用电设备,同时要注意不能遇到明火,避免伤人与着火。

### 2. 释放燃油系统压力的方法

将汽车的燃油泵继电器或保险丝拔下,起动汽车,直到其自行熄火,反复 2~3 次;或将燃油导轨上的测量接口处向内用适当的工具慢慢顶入,将流出的燃油用抹布接住。

### 3. 燃油泵单体检测

卸压后拆下燃油泵,单体检测燃油泵,其电动机两端子之间电阻应为 2~3  $\Omega$ 。用蓄电池直接给燃油泵通电,应能听到油泵电动机高速旋转的声音。注意通电时间不能过长,同时应检测其供油的能力。

### 4. 燃油泵电路的检测

以如图 3-1 所示电路为例进行说明。

#### 1) 继电器的检测

(1)起动继电器的检测。测量起动继电器线圈电阻两端,应有大于 10  $\Omega$  的电阻,当在其电阻两端加蓄电池电压时,应有触点吸合的声音,同时被吸合两触点间的电阻由  $\infty$  变为 0  $\Omega$ ,此时的状态为正常。

(2)开路继电器的检测。方法同上,在  $L_1$  与  $L_2$  线圈两端应有线圈电阻,当其中任意一线圈通蓄电池电压后,在其 B+ 与 FP 端有电阻从  $\infty$  到 0  $\Omega$  的变化为正常。





力调节器上的真空软管时(压力调节器在发动机上的供油管路上),油压应升高 50 kPa 左右,同时发动机的转速也应当有所上升,否则应更换燃油压力调节器。

## 2. 保持压力的检测

将燃油压力表接入燃油管路,用一根导线将电动燃油泵的两个检测端短接(丰田车系的 B+与 FP 端);打开点火开关,让电动燃油泵运转 10~15 s,然后关闭点火开关取下连接导线;再将压力调节器的回油管夹紧,5 min 后观察油压,该油压即为压力调节器的保持压力。如果该油压与不夹紧回油管时的油压相比有所上升,表明调节器有泄漏,应更换燃油压力调节器。

桑塔纳 2000GLi AFE 和 2000GSi AJR 发动机燃油压力检测标准值见表 3-1。

表 3-1 桑塔纳 2000GLi AFE 和 2000GSi AJR 发动机燃油压力检测标准值

检测项目	检测条件	AFE 发动机	AJR 发动机
怠速时燃油压力	不拔下油压调节器真空管	(250±20) kPa	(250±20) kPa
	拔下油压调节器真空管	(300±20) kPa	(300±20) kPa
保持压力	发动机正常工作熄火后 10 min	不低于 200 kPa	不低于 150 kPa

## 3. 单体检测

从系统中拆下燃油压力调节器,检查进油管和真空软管,两者之间应不通。如相通,表明有泄漏,其膜片已经破裂,应更换燃油压力调节器。

## 4. 油箱内置压力调节器的检测

当前,有些车型的供油系统的压力调节器安装在油箱油泵的总成中,在外面不能对其检查,需要测量油泵的出口油压来判断油泵的密封及压力调节器性能的好坏。一旦压力调节器出现了问题,一般来讲要更换油泵的总成。

# 五、喷油器的检测

喷油器经常出现的故障是堵塞、泄漏及不工作。当喷油器出现上述故障时,汽车会表现出起动困难、怠速不稳和燃油消耗过高等现象。

在实际使用中若喷油器不工作,应拆开喷油器线束插接器,将点火开关转至 ON 位置,但不用起动发动机,用万用表测量其电源端子与搭铁间电压,应为 12 V 蓄电池电压,否则应检查供电线路、点火开关、主继电器和保险丝是否有故障。若电压正常,则说明喷油器、喷油器搭铁线路(与 ECU 连接线路)或 ECU 有故障。常用检查方法如下。

### 1. 简单检查方法

如果是个别喷油器不工作,发动机在工作的时候会出现抖动的现象。此时,用手触试或使用车用听诊器检测喷油器针阀开闭时的振动或声响,正常时会感觉到其在振动或听到“嗒、嗒、嗒、嗒”的声音。如果感觉无振动或听不到声响,往往说明喷油器或其电路有故障,要做进一步的检查。

### 2. 喷油器电阻的检测

拆开喷油器线束连接器,用万用表测量喷油器两端子之间的电阻,低阻值喷油器应为 2~3 Ω,高阻值喷油器阻值应为 13~16 Ω,否则应更换喷油器。

### 3. 喷油器工作脉冲的检测

在有些情况下,可以使用数字万用表进行喷油器的工作脉冲电压测试。在喷油器的输





入与输出两端接线上,将万用表表笔分别接上,调到 2 V 的挡位上,在发动机怠速时,会出现 1V 左右的电压,当发动机转速上升时,此电压也会跟着上升。当出现此现象时,一般说明喷油器电控部分是完好的,如果此时仍然是缺缸不工作(排除点火系统的故障),可对喷油器进行堵塞的检查。

#### 4. 喷油器滴漏的检测

在专用设备上进行检测,也可以将喷油器和输油总管拆下,再与燃油系统连接好,用专用导线将诊断座上的燃油泵测试端子跨接到 12 V 电源上,然后打开点火开关,或直接用蓄电池给燃油泵通电。燃油泵工作后,观察喷油器有无滴漏现象。若检查时,在 1 min 内喷油器滴油超过 1 滴,应更换喷油器。

#### 5. 喷油器喷油量的检测

喷油器的喷油量可在专用设备上进行检测,也可按滴漏检查做好准备工作,燃油泵工作后,用蓄电池和导线直接给喷油器通电,并用量杯检测喷油器的喷油量。每个喷油器应重复检查 2~3 次,各缸喷油器的喷油量和均匀度应符合标准,否则应清洗或更换喷油器。

在检测时需要注意的是,低电阻喷油器不能直接与蓄电池连接,必须串联一个 8~10  $\Omega$  的附加电阻,在检查其电压时,要注意不要将线束或连接处弄断或虚接,以免造成人为故障。此外,各车型喷油器的喷油量和均匀度的标准不同,一般喷油量为 50~70 mL/15 s,各缸喷油器的喷油量相差不超过 10%。通常情况下,一部汽车的喷油器要定期检查与清洗,才能保证其正常工作。

#### 6. 喷油器工作波形的检测

##### 1) PNP 型喷油器

PNP 型喷油器是由于在电控单元中操作它们的晶体管的型式而得名的。PNP 型喷油器的脉冲控制电源连接到喷油器上,在发动机正常工作的时候,其波形如图 3-2 所示。



视频  
示波器的使用

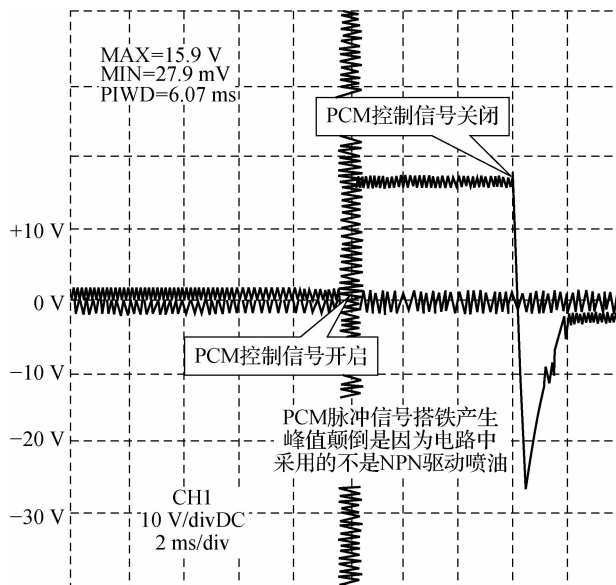


图 3-2 PNP 型喷油器波形



## 2) 饱和开关型(PFI/SFI)喷油器

起动发动机,以 2 500 r/min 的转速运转 2~3 min,直至发动机达到正常工作温度,使发动机工作后的爆燃反馈控制与氧传感器反馈控制出现,使电控燃油喷射系统进入到闭环工作状态。关闭附属电器设备,将变速器操纵杆置于停车挡或空挡,缓慢加速并观察在加速时喷油器喷油时间的相应增加,其波形应如图 3-3 所示。如果所测喷油器波形与标准波形不符,说明喷油器的性能已经出现了问题,一般要更换。

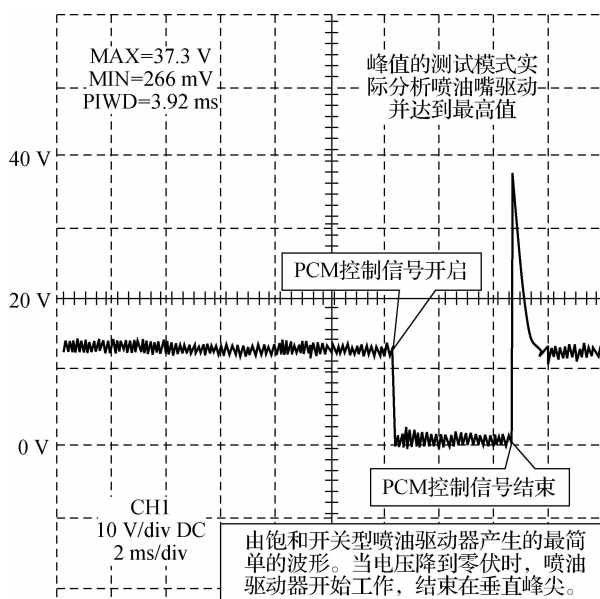


图 3-3 饱和开关型喷油器波形

## 课题三

## 供油系统的故障实例

### 一、北京现代索纳塔轿车发动机抖动

#### 1. 故障现象

一辆北京现代索纳塔轿车,发动机是 V6 2.7 L 的排量,累计行驶 4 000 多公里,有以下故障现象:怠速时发动机有规律地抖动,使用空调时,发动机抖动更严重,排气管有时还伴有“突突”声,而且尾气的气味非常呛人。

#### 2. 故障分析诊断与排除

首先用 HI-SCAM 故障诊断仪测试 ECM 系统,诊断仪中无该系统的故障码显示。读取各种传感器的数据流,只有氧传感器的电压有不正常现象,时而在 0.1~0.9 V 跳动,时而在 0.1~4.6 V 跳动。从氧传感器的电压不正常到排气管有“突突”声,说明发动机燃烧不良,混合气空燃比不正常,有可能是个别汽缸工作不好。

按照电控发动机怠速运转不良故障的排除方法,对各缸的工作情况进行检查,检查发现



三缸工作不太好。于是拆下进气歧管,拔下第3缸火花塞分缸线检查,发现该分缸线跳火良好,电阻为 $4\ 000\ \Omega$ ,在标准范围内;拆下第3缸火花塞检查,发现其电极颜色发白,并无汽油味,说明混合气较稀。测量该缸喷油器的电阻为 $17\ \Omega$ ,正常。拆下第3缸和第1缸的喷油器,比较两喷油器的喷油量,第3缸喷油器的喷油量明显少于第1缸,说明该喷油器有堵塞现象,仔细检查该喷油器,发现其上的四个小喷油孔被堵塞了三个。仔细研究后得知,其堵塞的原因主要是使用了不合格的燃油。

将该缸喷油器清洗后,装复试车,发动机怠速运转正常,氧传感器信号电压正常,故障完全排除。此后,这部车在加注燃油的时候换用合格的燃油,喷油器堵塞的问题也彻底得到解决。

## 二、上海大众帕萨特 B5 1.8T 轿车喷油器故障引起起动困难

### 1. 故障现象

一辆2002年款上海大众帕萨特 B5 1.8T 轿车,该车装备有涡轮增压的四缸电喷发动机,已行驶了近4万公里。在行驶中换挡加速时,有轻微的挫车现象。

### 2. 故障分析诊断与排除

(1)在检修过程中,首先用金德 K81 汽车解码器调取故障码,为65535,其含义是电控系统无故障存在。接着又检查了各缸火花塞,其火花塞的型号为PFR60,是日本产的铂金电极火花塞。目测火花塞的电极呈铁锈色,说明各汽缸工作良好。

(2)把燃油压力表专用接口连接到该车的进油管上,起动发动机,燃油压力表指示为340 kPa,属正常值范围。

(3)从电控系统、油路等检测中都没有发现异常现象,决定进行清洗喷油器和节气门体的常规维护。将四只喷油器从发动机上拆下来,用专用清洗设备把喷油器清洗干净,又做了单位时间喷油量的测试,结果四只喷油器完全达标。

(4)用化油器清洗剂把节气门体清洗干净。把所有拆下来的零件都复位装好,然后接通点火开关,用金德 K81 汽车解码器选择基本设定功能,对节气门控制组件进行了基本设定操作。具体操作是选择组号60进入设定程序,其显示屏出现四行数据,其中第一行00项和第二行01项的数值不断变化后,趋于稳定,而第四行最后显示ADPOK时,则设定工作完毕。

(5)起动发动机进行路试,路试中该车换挡加速时有力,无挫车现象。但是,两天后该车主反映检修后出现了早上发动机不易起动的故障。

(6)用金德汽车解码器调取故障码,故障码仍为65535,系统正常无故障。根据车主所说的故障现象进行了验证,把车辆停放了两小时后,再起动车,起动三次,发动机才起动。因为该车电控系统正常,怠速平稳,动力性良好,根据故障现象初步判断为油路故障。

(7)再次把燃油压力表连接到进油管上,起动发动机后,燃油压力表显示为340 kPa。然后发动机熄火,观察燃油压力表指示值的变化,即检测燃油系统内的残压是否正常。10 min后,燃油压力表指示值下降到了200 kPa,此值低于标准值。

(8)此时用钳子夹住进油胶管,则燃油压力表指示值反弹到220 kPa,同时压力值下降的速率减慢。怀疑是燃油泵出油口的单向阀关闭不严导致泄漏,换装一只同型号的燃油泵后,再做燃油系统残压变化测试。先打起动机,燃油压力表指示值上升到350 kPa,10 min后,燃



油压力表的指示值又下降到 200 kPa,继续观察到 45 min 后,燃油系统压力值下降到 0。此时起动三次,发动机才起动,说明燃油系统中仍有泄漏的地方。

因此,应检查全部燃油管、燃油压力调节器和喷油器。先仔细检查了全部燃油管,没有发现异常现象;用替换法检查燃油压力调节器,也正常。最后只能怀疑是喷油器泄漏了。

(9)把四只喷油器从发动机上拆下来,但还要装在输油管上,燃油压力表依然接在进油管上。再打起动机使燃油压力值上升到 350 kPa 后,观察喷油器的喷孔。片刻后看到有三只喷油器的喷孔处渗出少量燃油,其中两只喷孔处还不时冒出小气泡。10 min 后,不但燃油压力值下降到 200 kPa,两只泄漏严重的喷油器还滴下一滴燃油。

检查到此,故障的原因十分明了。由于喷油器的泄漏,不仅加速了燃油系统内的压力下降,而且还吸入空气,促使燃油流回油箱,所以时间越长燃油系统内的空气越多,越需要燃油泵长时间工作来排除燃油系统内的空气以提升油压,所以车辆放置时间长不易起动是必然的。

(10)把这三只喷油器再次清洗后试验,还是泄漏,只好换装三只新的同型号的喷油器,再一次做喷油器泄漏测试。起动起动机,燃油压力表指示值上升到 350 kPa,10 min 后压力值下降到 300 kPa。观察各喷油器的喷孔无泄漏的油痕。把拆下来的零件都复位装好,发动机顺利起动,至此故障完全排除。

### 3. 故障总结

(1)怠速控制系统就车简易测试方法是:冷车时,发动机起动后,应有高怠速。随着发动机温度的上升,发动机的转速平滑地下降到怠速转速。热车怠速时,开启空调后,发动机的转速先下降然后上扬,且转速高于正常怠速值;关闭空调,发动机转速先上扬再下降到正常怠速值。如果这三项测试均如上所述,则可初步判断怠速控制系统工作正常。

(2)电喷汽车资料中所提供的燃油系统的残压值是表示燃油压力下降的速率,而不是绝对数值。例如,帕萨特 B5 燃油系统内的残压值是 10 min 后不小于 250 kPa。随着时间的推移其残压值还要继续下降,最后残压的绝对数值是多少,车型不同,其数值也不尽相同。但燃油系统内需要长时间保持一定的残压,以保证随时顺利起动发动机。

(3)喷油器对于一部汽车来说,是一个要经常保养的部件,一般来说,在保养规定的里程内,定期做了保养与清洗是不会出现堵塞的。但是,喷油器的泄漏是其性能劣化所致,使用保养的办法是不能恢复其功能的。

## 三、别克轿车加速无力

### 1. 故障现象

一辆别克轿车,已行驶 9 万多公里,用户反映此车在行驶时间过长后会出现加速无力的现象,有时还会有发动机严重抖动、甚至熄火的现象。放置时间稍长一些后,故障有时又会自然消失。

### 2. 故障分析诊断与排除

首先使用 TECH2 对发动机系统进行检测,发现两个故障码:P0134(热氧传感器)和 P0112(进气温度传感器)。

于是拆下进气温度传感器,用万用表对其进行电阻测试,测得电阻值与实际温度相符,在 20 ℃时电阻值约为 3 800 Ω,而且实车测试也有电压信号,发动机着车后由 TECH 2 的数据中读取其信号,发现其值也与实际温度相符。测试说明在当前状态下,进气温度传感器及



其线路是正常的。同样,利用检测仪的数据流功能对加热型氧传感器进行检测,发现热氧传感器的电压值也在 0.1~0.9 V 变化,而且变化速度达到每 10 s 内 8~9 次,说明热氧传感器也符合要求。

从以上检测结果和分析结论可知,上述两个传感器不会是该故障的主要原因,也不会是传感器本身有问题。通过分析,认为该故障的原因可能是供油系统故障或混合比过低。路试大约 20 km 后,发动机表现出故障,明显感觉加油挫车,节气门开度越大,感觉越明显。出现故障时观察加热型氧传感器,发现其电压仅为 0.1~0.3 V 左右。停车测量汽油压力,系统压力约为 200 kPa,明显低于规定值(284~325 kPa)。

更换汽油滤芯,拆下汽油泵,由于已经行驶了 9 万多公里,所以也对油箱进行了清洁,并测量汽油压力,油压正常。装复后试车,跑了约 30 km 后故障又重新出现,此时测量油压,发现其压力仍偏低,仅为 220 kPa 左右。因为两次检测始终有供油压力偏低的现象,因此将故障锁定在汽油泵的泵油能力上,于是更换了一个新的汽油泵,重新测量油压与试车,故障彻底被排除。

### 3. 故障总结

此车是由于汽油泵工作不良,造成供油压力不足,怠速和小负荷时汽车没有明显反映出故障来,当车进入大功率区时,发动机就表现出了无力的现象。有时候,在油路被堵塞时,汽车也会表现出相同的故障现象。在诊断这类故障的时候,要结合油压的检测来进行,特别是在行车的时候检测油压,效果会更好。

## 思考与练习

### 一、判断题

1. 发动机供油系统中的油压低时,发动机是不能起动的。 ( )
2. 燃油供给油路中有堵塞的地方可造成发动机无法起动。 ( )
3. 打开点火开关,燃油泵要瞬时工作 2 s 左右的时间,此功能是为检查油泵能否工作而设计的。 ( )
4. 打开点火开关,没有听到油泵工作的声音,最先检查的部位是油泵处。 ( )
5. 燃油泵出口处的供油压力如果正常,说明油泵的工作能力没有问题。 ( )
6. 有冷起动喷油器的汽车,冷起动喷油器本身出现了问题,热车时发动机起动不了。 ( )
7. 油箱盖如果出现了堵塞,会引起发动机不能起动或起动后熄火的现象。 ( )
8. 发动机出现不着车的情况,可通过对喷油器进行工作波形的检测,来判断其性能的好坏。 ( )
9. 燃油滤清器堵塞时会使汽车出现起动困难、怠速发抖和加速不良等现象。 ( )
10. 从车上拆卸燃油泵时,不用做其他操作,可直接拆卸。 ( )

### 二、单项选择题

1. 以下哪个原因会造成电控汽车的直接表现是不能起动? ( )





- A. 燃油滤清器轻微堵塞  
 B. 油箱内的燃油量不到 1/3  
 C. 电控燃油泵不工作或工作不良  
 D. 4 缸发动机, 其中 1 缸喷油器有堵塞的情况
2. 发动机在工作的时候出现抖动的现象, 可能是以下哪个原因造成的? ( )  
 A. 个别喷油器不工作  
 B. 油道堵塞  
 C. 油泵不工作  
 D. 点火控制器有问题
3. 用万用表检测一个喷油器的电阻的时候, 阻值是  $80 \Omega$ , 说明( )。  
 A. 这个喷油器可继续使用  
 B. 这个喷油器需要更换  
 C. 不能确定, 要做进一步的检查  
 D. 可以清洗后继续使用
4. 以下哪个原因可引起发动机起动困难? ( )  
 A. 点火控制器损坏  
 B. 曲轴皮带过松  
 C. 电磁开关吸引线圈断路  
 D. 燃油滤清器堵塞
5. 如果在发动机附近能闻到汽油味, 这说明什么? ( )  
 A. 什么也不说明  
 B. 说明此现象是正常的  
 C. 说明是有故障的前兆  
 D. 说明油泵工作能力很强
6. 简易判断油泵是否工作的方法是( )。  
 A. 测量其工作电压  
 B. 触摸其工作时的振动  
 C. 听其在打开点火开关时的提前工作的声音  
 D. 测量油路上的工作油压
7. 当油泵不工作时, 应最先检查的部件是( )。  
 A. 油泵保险      B. 油泵继电器      C. 控制线路      D. 油泵本身
8. 当某缸喷油器不工作时, 发动机会表现的现象是( )。  
 A. 不能起动  
 B. 怠速工作不稳定  
 C. 发动机工作有异响  
 D. 热车不能起动
9. 当某缸喷油器工作不良时, 汽车会表现出来的现象为( )。  
 A. 汽车不能够行驶  
 B. 没有异常表现  
 C. 车有时候提速不是很顺畅  
 D. 怠速过高
10. 以下哪个原因会造成汽车供油压力变高? ( )  
 A. 滤清器堵塞  
 B. 压力调节器有故障  
 C. 油路有泄漏  
 D. 油泵工作电压过低

### 三、多项选择题

1. 能够引起供油系统的供油压力发生变化的部件是( )。  
 A. 喷油器      B. 燃油泵      C. 燃油压力调节器      D. 油泵继电器
2. 油泵是发动机中供油系统的一个重要部件, 当其有故障时, 汽车会出现哪些现象?  
 ( )  
 A. 起动困难      B. 加速不良



- C. 车辆最高车速降低  
D. 发动机无原因间歇熄火
3. 对于喷油器的检查可使用的仪器有( )。
- A. 万用表                  B. 示波器                  C. 试灯                  D. 听诊器
4. 如果一部汽车中的油路保险经常被烧掉,可能的故障原因是( )。
- A. 保险质量问题                  B. 油泵接地有问题  
C. 保险后方的控制电路中有地方短路                  D. 油泵电动机断路
5. 如果汽车加入了不清洁的汽油,有可能出现以下哪些故障或现象?( )
- A. 喷油器堵塞                  B. 滤清器堵塞                  C. 汽车起动不了                  D. 系统中燃油泄漏

#### 四、分析题

请就图 3-1 的燃油泵继电器控制的燃油泵控制电路,指出其控制电路中可能出现的故障点、故障现象及检测分析方法。