

汽车检测与诊断技术是指人们在使用、维护和修理汽车过程中对汽车技术状况进行测试和检验的一门综合技术。随着汽车工业的发展,汽车保有量迅猛增长,汽车结构日益复杂,保障汽车技术离不开汽车检测与诊断技术。汽车检测与诊断技术是实施汽车“预防为主、定期检测、强制维护、视情修理”维修制度的重要保证,是提高维修效率、监督维修质量的重要措施,是确保行车安全的重要手段。进行汽车检测与诊断,不仅要求检测者有完善的检测、分析、判断的手段和方法,而且在检测与诊断汽车技术状况时,必须选择合适的检测与诊断参数,确定合理的检测与诊断参数标准和最佳周期。

## 学习单元一 汽车检测与诊断技术的基本概念及发展概况

### 一、基本概念及术语

汽车检测是指对确定汽车技术状况或工作能力所进行的检查和测量。汽车检测侧重于在使用和维修过程中对汽车的定期检测,是一种主动检查行为,如机动车的年度检验、汽车技术状况等级的评定、汽车维修前的检测和竣工质量检验等。

汽车诊断是指汽车在发生故障后,在不解体(或仅拆卸个别小件)的条件下,人们为确定汽车技术状况或查明故障部位、故障原因所进行的分析和判断。汽车诊断侧重于对汽车发生故障后的分析和判断,是一种被动检查行为,如通过汽车故障现象的具体表现,分析可能产生故障的原因,按照一定的程序判断故障部位。

汽车检测与诊断常涉及以下术语。

(1)汽车技术状况。汽车技术状况指定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能的参数值的总和。

(2)汽车检测。汽车检测指为确定汽车技术状况或工作能力所进行的检查和测量。

(3)汽车诊断。汽车诊断指在不解体(或仅拆卸个别小件)条件下,为确定汽车技术状况或查明故障部位、故障原因所进行的检测、分析和判断。

(4)汽车故障。汽车故障指汽车部分或完全丧失工作能力的现象。

(5)故障现象。故障现象指故障的具体表现。



图片  
汽车故障



- (6) 诊断参数。诊断参数指供诊断用的,表征汽车、总成及机构技术状况的量。
- (7) 诊断周期。诊断周期指汽车诊断的间隔期。
- (8) 诊断标准。诊断标准指对汽车诊断的方法、技术要求和限值的统一规定。
- (9) 诊断参数标准。诊断参数标准指对汽车诊断参数限值的统一规定。

在现代社会中,汽车已成为人们工作、生活中不可缺少的一种交通工具。汽车在为人们造福的同时,也带来大气污染、噪声和交通安全等一系列问题。汽车本身又是一个复杂的系统,随着行驶里程的增加和使用时间的延续,其技术状况不断恶化。因此,一方面要不断研制性能优良的汽车,另一方面要借助维护和修理手段恢复其技术状况。

### 1. 国外发展概况

汽车检测与诊断技术是随着汽车的发展从无到有逐渐发展起来的一门技术。国外一些发达国家,早在 20 世纪 40 年代就发展成为以故障诊断和性能测试为主的单项检测技术。进入 60 年代后,检测与诊断技术获得较大发展,其逐渐将单项检测技术连线建站(出现汽车检测站),使之成为既能进行诊断与维修,又能进行安全环保检测的综合技术。随着电子计算机的发展,70 年代初出现了检测控制自动化、数据采集自动化、数据处理自动化和检测结果自动打印的现代综合检测技术。进入 80 年代后,一些先进国家的现代检测诊断技术已达到广泛应用阶段,其在交通安全、环境保护、节约能源、降低运输成本和提高运力等方面,带来了明显的社会效益和经济效益。

#### 1) 制度化

在国外发达国家,汽车检测工作由交通部门统一领导,全国各地建有由交通部门认证的汽车检测场(站)以负责新车的登记和在用车的安全检测,修理厂维修过的汽车也要经过汽车检测场的检测,以确认其安全性能和排放废气量是否符合国家标准。

#### 2) 标准化

国外发达国家有一整套汽车检测标准。判定汽车技术状况是否良好,是以标准中规定的数据为准则的,检查结果以数字显示,有量化指标,以避免主观上的误差。除对检测结果有严格和完整的标准外,对检测设备的使用周期、技术更新等也有具体要求。

#### 3) 智能化

自动化检测是随着科学技术的进步而发展的,国外发达国家的汽车检测设备在智能化、自动化、精密化、综合化等方面都有新的发展,其还应用新技术以开拓新的检测领域,研制新的检测设备。随着计算机技术的发展,一些国家研制了包含汽车检测诊断、控制自动化、数据采集处理自动化、检测结果直接打印等功能的现代化综合性能检测技术与设备。

### 2. 国内发展概况

我国从 20 世纪 60 年代开始研究汽车检测技术,70 年代我国大力发展汽车检测技术。进入 80 年代后,随着我国经济的发展,科学技术在各个领域都有了较快发展。汽车检测与诊断技术也随之得到快速发展,加之我国的汽车制造和公路交通运输业发展迅猛,其对汽车检测与诊断技术和设备的需求也与日俱增。我国的机动车保有量迅速增加,随之而来的是交通安全和环境保护等社会问题,为配合汽车检测工作,国内已发布实施了有关汽车检测的国家标准、行业标准、计量检定规程等法规,使汽车检测做到了有法可依。

我国汽车检测技术经历了从无到有、从小到大;从引进技术、引进检测设备,到自主研发推广应用;从单一性能检测到综合性能检测的过程,取得了很大进步。自 1980 年我国



建立第一个汽车检测站后,汽车检测站作为检测技术的象征在全国各地广泛建立。随着汽车技术的日新月异,汽车检测与诊断的技术水平也在不断提高,反映在汽车检测与诊断设备上,就是其制造水平和技术含量有了明显提高。汽车电子控制技术广泛应用,使一批具有高新技术的诊断仪器被研制出来,目前国内的汽车检测设备已大量应用了机电一体化技术,并采用计算机控制,有些检测设备有专家系统和智能化功能,它能对汽车技术状况进行检测,并能诊断出汽车故障发生的部位和原因,引导维修人员迅速排除故障。例如,我国自主开发的汽车故障诊断仪、汽车底盘测功机、四轮定位仪、制动检验台、全自动转向角检测仪、轴距差检测仪等都达到了较高水平,逐渐缩小了与国外的技术差距。在汽车检测站,这些仪器设备大部分实现了与计算机的联网,满足了快速、方便和准确测试的要求。

## 学习单元二

## 汽车检测与诊断的目的和方法

### 一、汽车技术状况的变化

汽车的技术状况会随着汽车行驶里程的增加而逐渐变差,它表现为动力性下降、经济性变差、排放污染超标、使用可靠性降低、故障率上升等现象,严重时汽车不能正常运行。分析和研究汽车的技术状况,借助丰富的维修经验和先进的检测诊断仪器和设备,及时检测和诊断影响汽车技术状况的原因,是提高汽车完好率、延长汽车使用寿命的重要措施。

#### 1. 汽车技术状况的分类

表征汽车技术状况的参数分为两大类:一类是结构参数,另一类是技术状况参数。结构参数是指表征汽车结构的各种特性的物理量,如几何尺寸、声学、电学和热学的参数等;技术状况参数是指评价汽车使用性能的物理量和化学量,如发动机的输出功率、扭矩、油耗、声响、排放值和踏板自由行程等。

汽车技术状况可分为汽车完好技术状况和汽车不良技术状况。

(1)汽车完好技术状况是指汽车完全符合技术文件规定和车辆使用要求的状况,包括主要使用性能、外形等参数值,都完全符合技术文件的规定。拥有完好技术状况的汽车能正常发挥其全部功能。

(2)汽车不良技术状况是指汽车不符合技术文件规定的任一要求的状况。处于不良技术状况的汽车,其不良原因可能是某些主要使用性能指标不符合技术文件的规定,也可能仅是外观、外形及其他次要性能的参数值不符合技术文件的规定。

#### 2. 汽车的工作能力与汽车故障

汽车按技术文件规定的使用性能指标,执行规定功能的能力,称为汽车的工作能力,或称为汽车的工作能力状态。

汽车故障是指汽车部分或完全丧失工作能力的现象。因此,只要汽车工作能力遭到破坏,汽车就处于故障状态。

#### 3. 汽车技术状况变化的外观症状

按照《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2012)的规定,汽车技术状况变差的主要外



观症状如下:

- (1)汽车动力性变差。
- (2)汽车燃料消耗量和润滑油消耗量显著增加。
- (3)汽车的制动性能变差。
- (4)汽车的操纵稳定性能变差。
- (5)汽车排放污染物和噪声超过限值。
- (6)汽车在行驶中出现异响和异常振动,存在着引起交通事故或机械事故的隐患。
- (7)汽车的可靠性变差,使汽车因故障停驶的时间增加。

#### 4. 影响汽车技术状况变化的使用因素

汽车技术状况的变化不仅取决于汽车的结构设计与制造工艺以及对零件材料的选择,还与各种使用因素有关。影响汽车技术状况变化的使用因素有运行条件、燃油和润滑油的品质、汽车使用维护的合理性等。

##### 1) 汽车运行条件

(1)气候条件。在低温条件下,润滑油黏度增大,其流动性变差,汽车在起动时到达润滑表面的时间变长,使润滑表面处于干摩擦或半干摩擦状态,导致机件磨损加剧。另外,燃油雾化性差,并以液滴的形式进入气缸,它吸附在缸壁上,冲刷缸壁上的油膜,导致气缸磨损加剧。

非金属元件在低温时易出现硬化、开裂、弹性下降或结构强度降低等现象。

当气温过高时,发动机的散热性能变差,这造成发动机过热,使润滑油黏度降低,机油压力减小,并加速机油氧化变质过程,导致机件磨损严重。高温会产生爆燃和早燃,加速发动机磨损。气温高还会使发动机的供油系统产生气阻,使车辆起动困难,工作可靠性下降。气温过高还会使轮胎易爆。

(2)道路状况。当汽车在良好道路上行驶时,其行驶阻力小,承受的冲击和动载荷小,汽车的速度性能得以发挥,燃油经济性好,零件磨损速率小,汽车的使用寿命就长。

当汽车在坏路面上行驶时,行驶阻力大,低挡使用时间长,发动机转速和负荷增大,这会加剧气缸活塞组零件的磨损。凹凸不平的路面对车辆的冲击振动将严重影响车辆行驶的平顺性和乘客乘坐的舒适性,甚至使零部件遭到破坏。

(3)交通环境。当在交通状况良好的道路上行驶时,汽车经常采用高档,在经济工况下运行时,操纵次数减少,因而汽车运行平稳,所承受的冲击载荷大大减轻;而当在不良交通状况下运行时,如在市区运行,常因车多路窄、交通流量大、交叉路口多而不能以最佳工况运行。据统计,在同样路面条件下,货车在市内的行驶速度较郊区降低 50%左右,换挡次数增加 2~2.5 倍,制动消耗的能量增加 7~7.5 倍。显然,当汽车在交通状况不良的道路上行驶时,汽车技术状况的恶化进程加剧。



## 2) 燃油和润滑油的品质

(1) 汽油品质。汽油的辛烷值、馏分温度和含硫量是与汽车技术状况的变化有直接联系的指标。若汽油辛烷值低,则其抗爆性差,易产生爆燃,发动机承受的机械负荷和热负荷增大,同时破坏缸壁上的润滑油膜,使气缸磨损加剧,严重时还会引起气门烧蚀、连杆变形、火花塞绝缘部分损坏等故障。馏分温度的高低表示汽油中所含重质馏分的多少。馏分温度越高,说明汽油中不易挥发、雾化和燃烧的重质馏分越多。重质馏分易以液滴状态进入气缸,冲刷缸壁润滑油膜,窜入曲轴箱稀释机油,加速机油变质,使发动机磨损加剧。当汽油中的含硫量超标时,会对零件产生腐蚀作用,加快发动机的磨损。

(2) 柴油品质。在车用柴油中十六烷值的高低对发动机工作的平稳性影响很大。若柴油的十六烷值过低,其燃烧性差,柴油机工作粗暴,所承受的载荷增大。若柴油中重质馏分过多,会使柴油燃烧不完全而形成碳粒,排放烟度增大,气缸磨损增加,还易堵塞喷油器喷孔。柴油的黏度应适宜,黏度大,则柴油的低温流动性和雾化性差,燃烧不完全,积炭和黑烟排放多;黏度小,则柴油对于喷油泵柱塞构件的润滑作用下降,磨损加剧。当柴油中硫的含量从 0.1% 增加到 0.5% 时,柴油机气缸和活塞环的磨损量将增加 20%~25%。

(3) 润滑油(脂)品质。润滑油(脂)品质对汽车技术状况变化的影响显著,品质良好的润滑油(脂)可以保证汽车运动部件的可靠润滑,减少运动部件的摩擦阻力,延缓运动部件的磨损进程。

应根据汽车的工作条件和环境温度合理选用发动机机油的黏度等级和使用性能等级。若发动机机油黏度大,则机油流动性差,低温时润滑条件差,磨损加剧;黏度小,则机油流动性好,但油性差,润滑油吸附金属表面的能力差,易使工作表面出现边界摩擦或半干摩擦状态,也会使发动机的磨损增加。若发动机机油的清静分散性差,易生成积炭和油泥,积炭易使汽油机产生早燃或爆燃现象,油泥易使发动机机油变质,堵塞润滑系统。若发动机机油的氧化安定性不良,则易形成胶质沉淀物,使机油润滑性能下降;同时会因胶质物在油管、油道和机油滤清器中的沉积而影响润滑系统的正常工作,从而加剧零件的磨损。

如果对车辆齿轮油选择不当,其品质不良,如黏度不合适、粘温性不良、油性和极压抗磨性不好,以及低温流动性、抗泡沫性、抗腐蚀性差,则汽车变速器、主减速器等齿轮传动部件的磨损会加剧,使用寿命会降低。

正确选用润滑油,其对轮毂轴承、传动轴万向节、各拉杆球节、水泵轴承、发电机轴承等部位的润滑至关重要。若润滑油稠度不适宜、高温和低温性能不良、抗水性不好、胶体安定性不适当,以及防锈性、防腐性差,则会使润滑部位零件磨损加剧,使其使用寿命降低。

## 3) 汽车的合理使用与维护

(1) 驾驶技术。具有良好驾驶技术的驾驶员,在驾驶操作过程中都注意采用预热升温、平稳行驶、及时换挡、合理滑行、温度控制等一系列正确合理的操作方法,并注意根据道路情况合理选择行驶路线和车速,保证车辆经常处于最佳工作状态,从而延缓车辆技术状况变差的进程,延长汽车使用寿命。同时,驾驶员还应有一定的技术素质,能根据汽车使用说明书中所规定的各项使用要求合理使用车辆。

(2) 装载量。应按额定装载量控制汽车装载量。在超载状态下,汽车各总成承受的负荷增加,发动机工作不稳定,低速挡使用时间比例增大,冷却系统和润滑系统的工作温度升高,从而导致发动机和其他总成的磨损增大,超载还会损坏汽车底盘系统,缩短汽车的使用



寿命。

(3)行驶速度。汽车行驶速度过高,发动机经常处于高转速运转状态中,活塞在气缸内的平均移动速度增高,气缸磨损相应增大。在高速行驶时,汽车底盘特别是行驶机构受到的冲击载荷增加,如此易使前后桥发生变形;同时,在高速行驶时,对制动的使用更为频繁,汽车制动器磨损加剧。当汽车行驶速度过低时,低挡使用时间比例增大,汽车在行驶相同里程时的发动机平均运转次数增多,同时由于润滑条件变差,其磨损强度较大。

(4)维护与修理。根据交通部《汽车运输业车辆技术管理规定》,汽车应实行“定期检测、强制维护、视情修理”的制度。汽车在二级维护前应进行检测诊断和技术评定,依据检测结果,确定附加作业或修理项目,结合二级维护一并进行。

汽车修理要根据检测诊断和技术鉴定结果,视情按不同作业范围和深度进行,既要防止拖延修理造成车况恶化,又要防止提前修理造成浪费。

## 二、汽车检测与诊断的目的

汽车检测与诊断主要分为安全环保检测、综合性能检测、故障诊断等。对于不同的类型,其检测与诊断的目的也有所区别。

### 1. 安全环保检测

对汽车定期或不定期进行安全运行和环境保护方面的检测,其目的是在汽车不解体情况下,建立安全和公害监控体系,确保车辆具有符合要求的外观容貌、良好的安全性能和符合标准的废气排放系统,使汽车在安全、高效和低污染下运行。

### 2. 综合性能检测

对汽车定期或不定期进行综合性能方面的检测,其目的是在汽车不解体情况下,对运行车辆确定其工作能力和技术状况,查明发生故障或存在隐患的部位和原因;对维修车辆实行质量监督,建立质量监控体系,确保车辆具有良好的动力性、安全性、燃料经济性、使用可靠性和排气净化性,以创造更大的经济效益和社会效益。

### 3. 故障诊断

汽车故障诊断的目的是在不解体情况下,为了对运行车辆查明故障部位、故障原因而进行的检查、测量、分析和判断,在诊断出故障后,通过调整或修理的各种方法,及时排除已有故障,确保汽车在良好的技术状况下运行。

## 三、汽车检测与诊断的方法

现代汽车性能越来越完善,结构也越来越复杂,对汽车故障进行的检测与诊断的难度也不断增加。故障诊断按其诊断的深度可分为初步诊断和深入诊断。初步诊断是根据故障现象,判断故障产生原因的大致范围。深入诊断是根据初步诊断的结果对故障原因进行分析、查找,直到找出发生故障的具体部位。

汽车检测与诊断是通过检查、测量、分析、判断等一系列活动完成的,其基本方法主要分为传统的人工经验检测诊断法、现代仪器设备检测诊断法及自诊断法。

### 1. 人工经验检测诊断法

人工经验检测诊断法是检测人员凭丰富的实践经验和一定的理论知识,在汽车不解体或局部解体情况下,借助简单工具,用眼看、耳听、手摸和鼻子闻等手段,边检查,边试验,边



分析,进而对汽车技术状况做出判断的一种方法。

人工经验检测诊断法的优点是不需要专用仪器设备,依据检测人员的修车经验确认故障现象,检测分析故障原因,制定维修方法。人工经验检测诊断法依赖于检测人员的技术水平,检测人员的维修和检测技术水平决定了检测诊断结果的准确性和所用时间,人工经验检测诊断法不能进行定量分析。在汽车维修企业中,对普通常见故障、发动机异响、底盘异响等,基本都采用人工经验检测诊断法,对汽车各电控系统、疑难杂症等,则需结合仪器设备检测诊断法对故障进行检测诊断。

### 2. 现代仪器设备检测诊断法

在汽车不解体情况下,用专用仪器设备检测整车、总成和机构的参数、曲线或波形,为分析、判断汽车技术状况提供定量依据。

现代仪器设备检测诊断法的优点是检测速度快,准确性高,能定量分析,可实现快速检测与诊断。在汽车维修企业中,常采用检测仪器与设备对汽车电控系统、疑难杂症等进行检测诊断。汽车检测站代表国家相关执法机构,采用各类检测仪器和设备,对汽车的各项性能进行检测。



视频  
介绍万用表

### 3. 自诊断法

自诊断法是利用汽车电控单元的自诊断功能进行故障诊断的一种方法。其基本原理是利用监测电路检测传感器、执行器及微处理器的各种实际参数,并与存储器中的标准数据比较,从而判断系统是否存在故障。当确定系统有故障存在时,电控单元把故障信息以故障码的形式存入存储器,并让故障警报灯发出警示信号。通过汽车故障诊断仪可以读取故障码和故障内容,或利用汽车自诊断功能直接读取故障码,然后查阅相应的故障码表,以确定汽车故障的具体部位和原因。

## 学习单元三 汽车检测与诊断的参数及其标准

### 一、汽车检测与诊断的参数

汽车检测与诊断的参数是表征整车、总成及机构技术状况的量。有些结构参数可以表征汽车技术状况,但汽车在不解体情况下,直接测量往往受到限制,如气缸间隙、曲轴和凸轮轴轴颈的磨损量等,都无法在不解体情况下对其直接测量。因此,在检测汽车技术状况时,需要采用一种与结构参数有关而又能表征汽车技术状况的间接指标,该间接指标称为检测与诊断的参数。

#### 1. 汽车检测与诊断参数的分类

汽车检测与诊断的参数包括工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数。

##### 1) 工作过程参数

工作过程参数是汽车、总成或机构在工作过程中输出的一些可供测量的物理量或化学量。例如,发动机功率、驱动车轮输出功率或驱动力、汽车燃料消耗量、制动距离或制动力、滑行距离等,它往往能表征检测对象总的技术状况。工作过程参数是深入诊断的基础。在



汽车不工作时,工作过程参数无法被测量。

### 2) 伴随过程参数

伴随过程参数是伴随工作过程输出的一些可测量,如振动、噪声、异响、温度等。这些参数可提供检测对象的局部信息,常被用于复杂系统的深入诊断。在汽车不工作时,无法测量该参数。

### 3) 几何尺寸参数

几何尺寸参数可提供总成或机构中配合零件之间或独立零件的技术状况。例如,配合间隙、自由行程、圆度、圆柱度、端面圆跳动、径向圆跳动等。虽然这些参数能提供的信息量有限,但它能表征检测对象的具体状态。

## 2. 汽车检测与诊断参数的选择原则

在汽车使用过程中,检测与诊断参数的变化规律与汽车技术状况的变化规律之间有一定的关系,为了保证检测结果的可信性和准确性,在选择检测与诊断参数时应遵循以下原则。

(1) 灵敏性。灵敏性也称灵敏度,是指检测对象的技术状况在从正常状态到进入故障状态之前的整个使用期内,检测与诊断参数相对于技术状况参数的变化率。选用灵敏性高的检测与诊断参数诊断汽车的技术状况,可使诊断的可靠性得到提高。

(2) 单值性。单值性是指汽车技术状况参数在从开始值变化到終了值的范围内,一个检测与诊断参数只对应一个技术状况参数。

(3) 稳定性。稳定性是指在相同的测试条件下,多次测得同一检测与诊断参数的测量值具有良好的一致性(重复性)。检测与诊断参数的稳定性越好,其测量值的离散度越小。稳定性不好的检测与诊断参数,其灵敏性低,可靠性差。

(4) 信息性。信息性是指检测与诊断参数对汽车技术状况具有的表征性。表征性好的检测与诊断参数,能揭示汽车技术状况的特征和现象,反映汽车技术状况的全部情况。检测与诊断参数的信息性越好,其包含汽车技术状况的信息量越多,得出的检测与诊断结论越可靠。

(5) 经济性。经济性是指获得检测与诊断参数的测量值所需要的作业费用的多少,包括人力、工时、场地、仪器、设备和能源消耗等费用。经济性高的检测与诊断参数,所需要的作业费用低。

汽车检测与诊断参数需要在一定的检测条件下、采用规定的检测方法对它进行测量,在检测条件中,一般有温度条件、速度条件和负荷条件等。例如,制动距离检测需要在一定的制动初速度和载荷下进行,并采用路试方法检测;点燃式发动机汽车的排气污染物检测,首先要使汽车发动机温度达到正常工作温度,采用怠速法和双怠速法进行检测等。没有规范的检测条件和检测方法,检测结果就无可比性,也就无法评价汽车的技术状况。

## 二、汽车检测与诊断的标准

为了定量评价汽车及其总成或机构的技术状况,确定维修的范围和内容,必须建立检测与诊断参数标准,提供一个比较尺度。在用检测结果与标准值对照后,即可确定汽车技术状况,决定汽车是能继续运行还是需要维修。检测与诊断标准是对汽车检测与诊断方法、技术要求和限值的统一规定。





## 1. 检测与诊断标准的分类

### 1) 国家标准

国家标准是国家制定的标准,冠以中华人民共和国国家标准(GB)字样。国家标准一般由某行业部委提出,由国家质量监督检验检疫总局发布,全国各级单位和个人都必须贯彻执行,它具有强制性和权威性,如《营运车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001)、《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2012)、《汽车维修、检测、诊断技术规范》(GB/T 18344—2001)、《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)》(GB 18285—2005)等。

### 2) 行业标准

行业标准也称为部委标准,是由部级单位制定并发布的标准,在行业系统内贯彻执行,一般冠以中华人民共和国某行业标准,它在一定范围内具有强制性和权威性,有关单位和个人必须贯彻执行,如中华人民共和国交通行业标准《营运车辆技术等级划分和评定要求》(JT/T 198—2004),JT表示交通部行业标准,T表示推荐性标准等。

### 3) 地方标准

地方标准是由省级、市级或县级单位制定并发布的标准,在地方范围内贯彻执行,它在一定范围内具有强制性和权威性,所属范围内的单位和个人必须贯彻执行,如北京市地方标准《装用点燃式发动机汽车排气污染物限值及检测方法遥测法》(DB 11/318—2005)等。

### 4) 企业标准

企业标准包括汽车制造厂推荐的标准、汽车运输企业和汽车维修企业内部制定的标准、检测仪器设备制造厂推荐的参考性标准等。

汽车制造厂推荐的标准是汽车制造厂在汽车使用说明书和维修手册中公布的汽车使用性能参数、结构参数、调整数据和使用极限等,可以把它们作为检测参数标准来使用。

汽车运输企业和维修企业的标准是由本企业内部制定的标准,它只在本企业内部贯彻执行。根据企业具体情况,制定一些上级标准中尚未规定的规定。企业标准中有些参数的限值比上级标准还要严格,以保证汽车的维修质量和树立良好的企业形象。

检测仪器设备制造厂推荐的参考性标准是检测仪器设备制造厂针对本仪器或设备所提供的检测与诊断参数,在尚没有国家标准和行业标准的情况下制定的检测与诊断参数的限值,它通过产品使用说明书提供给使用者。

## 2. 检测与诊断参数标准的组成

检测与诊断参数标准一般由初始值、许用值和极限值组成。

(1)初始值。初始值相当于无故障新车和大修车诊断参数值的大小,往往是最佳值,可作为新车和大修车的检测与诊断的参数标准。当检测与诊断参数测量值处于初始值范围内时,表明检测与诊断对象技术状况良好。

(2)许用值。检测与诊断参数若在此范围内,表明检测与诊断对象的技术状况虽发生变化,但尚属正常,无需对其修理,按要求维护即可继续运行,超过此值,应及时进行修理。

(3)极限值。检测与诊断参数测量值超过此值,表明汽车技术状况严重恶化,必须进行修理。此时,汽车动力性、经济性和环保性大大降低,行驶安全得不到保证,有关机件磨损严重,甚至可能发生安全事故。



### 三、汽车的诊断周期

诊断周期是汽车诊断的间隔期,以行驶里程或使用时间表示。诊断周期的确定应满足技术和经济两方面的要求,以获得最佳诊断周期。最佳诊断周期是能保证车辆的完好率最高而消耗的费用最少的诊断周期。

确定最佳诊断周期的工作是非常重要的,它既能使车辆在无故障状态下运行,又能使维修制度中“定期检测、强制维护、视情修理”的费用降至最低。

#### 1. 制定最佳诊断周期应考虑的因素

(1)汽车技术状况。在汽车新旧程度不一,行驶里程不一,技术状况等级不一,甚至使用性能、结构特点、故障规律、配件质量不一等情况下,对汽车制定的最佳诊断周期也不一样。新车、大修车的最佳诊断周期长,反之则短。

(2)汽车使用条件。汽车使用条件包括气候条件、道路条件、装载条件、驾驶技术、是否拖挂、燃润料质量等。气候恶劣、道路状况差、经常超载、驾驶技术不佳、拖挂行驶、燃润料质量得不到保障的汽车,其最佳诊断周期短,反之则长。

(3)费用。费用包括检测诊断、维护修理、停驶损耗的费用。若使检测与诊断、维护修理费用降低,则应使最佳诊断周期得到延长,但汽车因故障停驶的损耗费用增加;若使停驶损耗的费用降低,则应使最佳诊断周期缩短,但检测与诊断、维护修理的费用会增加。

#### 2. 最佳诊断周期的规定

在二级维护前和汽车大修前都要对汽车进行检测与诊断,其中,大修前的检测与诊断,一般在大修间隔里程行将结束时结合二级维护前的检测与诊断进行。既然规定在二级维护前进行检测与诊断,则二级维护周期就是我国目前的最佳诊断周期。根据《汽车维护、检测、诊断技术规范》(GB/T 18344—2001),二级维护周期应以行驶里程为基本依据,依据车辆使用说明书的有关规定,同时依据汽车使用条件的不同,由省级交通行政主管部门规定,一般为 10 000~15 000 km。

## 学习单元四

## 汽车检测站

### 一、汽车检测站的类型

汽车检测站是受国家有关主管部门的委托,按国家有关法律、法规和标准规定,借助现代先进的检测仪器和设备,综合运用现代检测技术,对汽车实施不解体检测的机构。汽车检测站能在室内检测出汽车的各种参数并诊断出它可能存在的故障,为全面、准确评价汽车的使用性能和技术状况提供可靠的依据。汽车检测站不仅是汽车主管机关或部门对汽车技术状况进行检测和监督的机构,而且已成为在汽车制造企业、汽车运输企业和汽车维修企业中不可缺少的重要组成部分。

我国的汽车检测站按照服务功能可分为安全环保检测站、综合性能检测站和维修检测站。



### 1) 安全环保检测站

安全环保检测站是经各地质量技术监督部门资格审核认定,受公安交通管理部门委托,依据《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2012)和《机动车安全技术检验项目和方法》(GB 21861—2008)的规定,对机动车实施安全技术检验的专门机构。

### 2) 综合性能检测站

汽车综合性能检测站是经各省交通运输管理机关审核认定,受各地道路运输管理部门委托,依据《营运车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001)、《营运车辆技术等级划分和评定要求》(JT/T 198—2004)和《汽车维护、检测、诊断技术规范》(GB/T 18344—2001)的规定,对营运车辆进行技术等级评定、二级维护竣工质量检验的专门机构。根据《汽车综合性能检测站能力的通用要求》(GB/T 17993—2005)的定义,汽车综合性能检测站是按照规定的程序、方法,通过一系列技术操作行为,对在用汽车综合性能进行检测(验)评价并提供检测数据、报告的社会化服务机构。

### 3) 维修检测站

维修检测站是由各专业大型汽车运输企业、汽车维修企业自行建立的检测站,主要从车辆使用和维修角度,提供车辆维修前后的技术状况检测的服务,主要检测车辆的使用性能,并对其进行故障分析与诊断。

## 二、汽车检测站的组成及主要功能

### (一) 汽车检测站的组成

#### 1. 汽车安全环保检测站

安全环保检测站一般由一条至数条安全环保检测线组成。在有两条以上安全环保检测线时,一般一条为既可用于商用车检测,又可用于乘用车检测的汽车检测线,另一条为专门用于乘用车和小型客车检测的汽车检测线。

安全环保检测站的主要任务是按照国家规定的车检法规,定期检测车辆的与安全环保有关的项目,以保证汽车安全行驶,并将污染量降低到允许限度。其职能包括新车上牌前的初次检验,对在用车辆的定期检验(年检),对维修车、改装车的临时检验,对特殊用途车辆的特殊性能检验等。安全环保检测的主要内容是与行车安全有关的项目,如灯光、制动、侧滑等,以及与环保有关的项目,如汽车尾气排放和噪声等。

#### 2. 汽车综合性能检测站

汽车综合性能检测站既能进行对车辆安全环保方面的检测,又能进行对汽车在使用、维修中的技术性能检测,还能承接科研或教学、司法鉴定、进口汽车等方面的性能试验和参数测试的任务。它一般由一条或数条安全环保检测线和综合检测线组成。

### (二) 汽车检测站的主要功能

汽车综合性能检测站的服务功能有以下几项。

- (1) 依法对营运车辆的技术状况进行检测。
- (2) 依法对车辆维修竣工质量进行检测。
- (3) 接受委托,对车辆改装(造)、延长报废期及其相关新技术、科研鉴定等项目进行检测。



(4)接受交通、公安、环保、商检、计量、保险和司法机关等部门、机构的委托,为其进行规定项目的检测。

### 三、汽车检测线的布局

#### 1. 汽车安全环保检测线的布局

安全环保检测线一般设3~5个工位,若工位太少,检测效率低;若工位太多,检测线太长,占地太多。为了提高检测效率,可将几个检测项目归在一个工位,但同时应使各工位检测所用时间大致相同。

另外,有些检测项目之间有先后顺序,如称轴重一定要在测制动之前。由于在检测排气、烟度和校验车速表时要排出较多的废气,同时噪音较大,所以对这些项目的检测尽量安排在检测线入口处。

图1-1所示为安全环保检测线工位的布局。

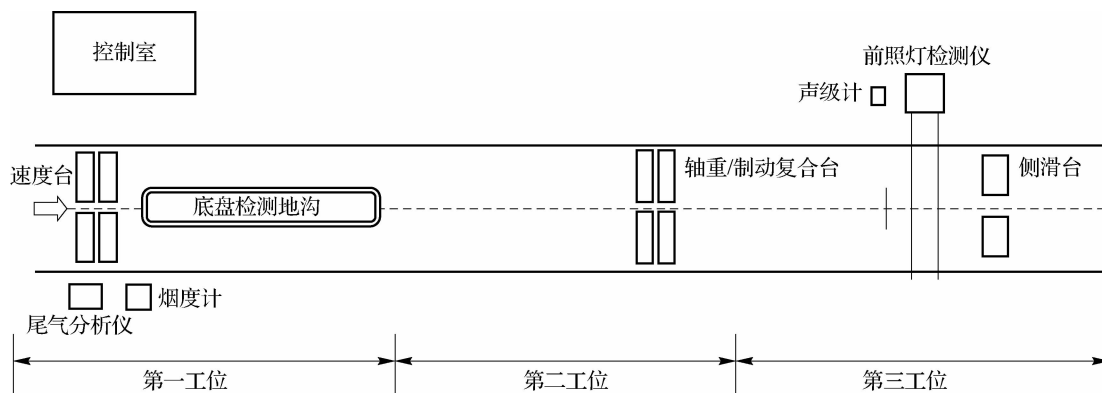


图1-1 安全环保检测线的工位布局

(1)外观检查工位(一般设在线外):车辆验证、车容、灯光、安全装置等外观检查。

(2)第一工位:车速表和里程表、尾气排放、烟度、底盘性能检测。

(3)第二工位:轴重、制动性能检测。

(4)第三工位:前照灯、喇叭声级、前轮侧滑量检测。

#### 2. 汽车综合性能检测线布局

汽车综合性能检测线通常分为双线综合式检测线和全能综合式检测线:双线综合式是将汽车安全环保检测项目组成一条检测线,而将汽车综合性能检测项目组成另一条检测线;全能综合式检测线设有包括安全环保检测项目和综合性能检测项目在内的比较齐全的检测工位。

以某地汽车综合性能检测线为例,其检测线工位的布局如图1-2所示。

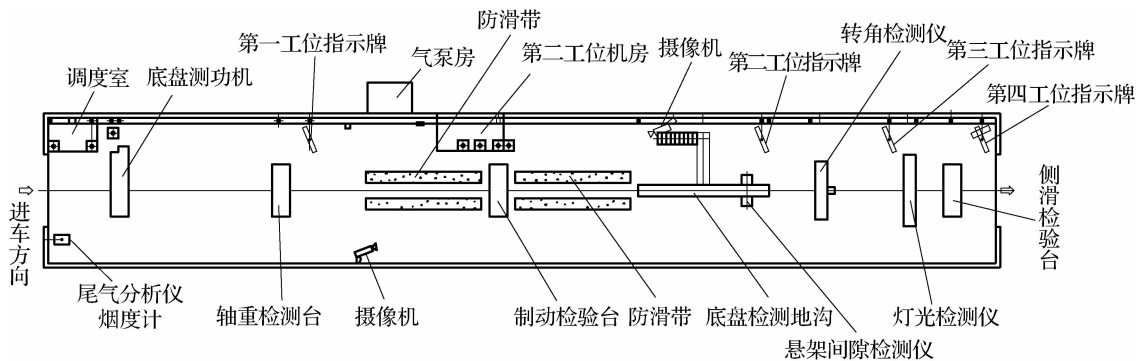


图 1-2 汽车综合性能检测线的工位布局

- (1) 第一工位: 尾气、烟度、测功检测。
- (2) 第二工位: 轴重、制动检测。
- (3) 第三工位: 底盘性能、悬架间隙、转向性能检测。
- (4) 第四工位: 灯光、声级、侧滑检测。

#### 四、汽车检测站的工艺流程

汽车在进入检测站后,只有按照规定的检测工艺路线和程序流动,才能完成整个检测过程。以某汽车综合性能检测站为例,其汽车检测工艺的路线流程如图 1-3 所示。

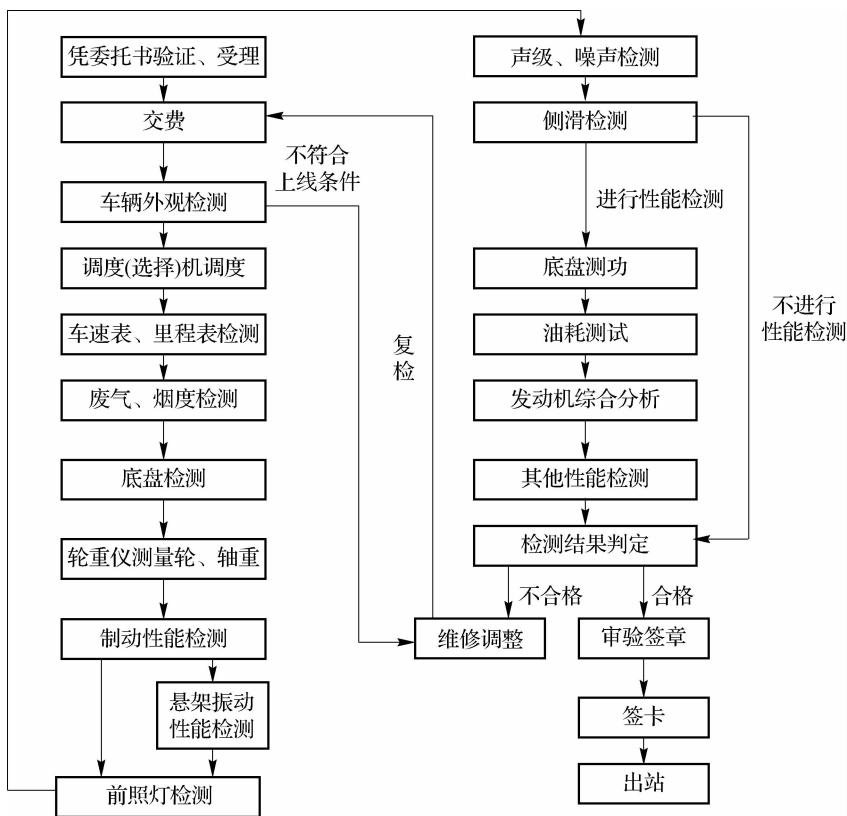


图 1-3 汽车综合性能检测站的工艺路线流程图



## 作业单

### 一、术语解释

1. 汽车技术状况
2. 汽车检测
3. 汽车诊断
4. 汽车诊断标准
5. 汽车综合性能
6. 汽车综合性能检测站

### 二、填空题

1. 汽车检测按检测目的分为\_\_\_\_\_检测和\_\_\_\_\_检测两大类。
2. 对汽车技术状况的诊断是由检查、测量、分析、判断等一系列活动组成的,其基本方法主要分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
3. 诊断参数包括\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
4. 汽车诊断参数标准可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
5. 诊断参数标准一般由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三部分组成。
6. 选择诊断参数的原则包括诊断参数的\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
7. 汽车检测站按服务功能分类,可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三种。

### 三、判断题

1. 诊断参数是供诊断用的,表征汽车、总成及机构技术状况的量。 ( )
2. 驱动轮输出功率、制动力、滑行距离是伴随过程参数。 ( )
3. 汽车在使用过程中,其诊断参数的变化规律与汽车技术状况的变化规律之间有一



- 定关系。 ( )
4. 汽车检测站是综合运用现代检测技术,对汽车实施不解体检测和诊断的机构。 ( )
5. 安全环保检测线需按要求配备发动机综合性能检测仪。 ( )
6. 车辆在二级维护前不需要进行检测诊断和技术评定。 ( )
7. 可利用速度台或底盘测功机检测车速表示值误差。 ( )
8. 汽车最佳诊断周期是保证车辆完好率最高而消耗费用最少的诊断周期。 ( )
9. 考虑获得诊断参数的经济性的因素就不必考虑获得参数的测量条件和测量方法。 ( )

#### 四、选择题

1. 汽车制造厂在汽车使用说明书中公布的汽车使用性能参数、机构参数、调整数据和使用寿命极限等依据的是( )。
- A. 国家标准                      B. 企业标准                      C. 行业标准
2. 在汽车诊断参数中,( )属于工作过程参数。
- A. 振动                              B. 自由行程                      C. 制动减速度
3. 保证测试诊断参数的外在条件基本相同,这是为了保证参数的( )。
- A. 灵敏性                              B. 信息性                              C. 稳定性
4. 可提供总成及机构中配合零件之间或独立零件的技术状况的参数属于( )。
- A. 伴随过程参数                      B. 几何尺寸参数                      C. 工作过程参数
5. 与发动机曲柄连杆机构有关的诊断参数是( )。
- A. 气门间隙                              B. 气缸压力                              C. 发动机功率
6. 诊断参数测量值若在( )范围内,则诊断对象技术状况虽发生变化,但尚属正常,无需修理,按要求维护汽车即可继续运行。
- A. 初始值                              B. 许用值                              C. 极限值
7. 当诊断参数测量值处于( )范围内时,表明诊断对象技术状况良好,无需维修便可继续运行。
- A. 初始值                              B. 许用值                              C. 极限值
8. 国产汽车的二级维护周期在( )范围内。
- A. 1 200~2 000 km                      B. 10 000~15 000 km                      C. 50 000~80 000 km
9. 在不解体(或仅拆卸个别小件)条件下,为确定汽车技术状况或查明故障部位、故障原因进行的检测、分析和判断是( )。
- A. 汽车检测                              B. 汽车诊断                              C. 汽车维护
10. ( )是为确定汽车技术状况或工作能力而进行的检查和测量。
- A. 汽车检测                              B. 汽车诊断                              C. 汽车维护
11. 发动机功率和汽车的驱动力等属于汽车诊断参数中的( )。
- A. 工作过程参数                      B. 伴随过程参数                      C. 几何尺寸参数
12. 当诊断参数的测量值超过( )后,诊断对象的技术状况严重恶化,汽车须立即被停驶修理。



- A. 初始值                      B. 许用值                      C. 极限值

13. 按照国家规定的车检法规,定期检测车辆中的与安全和环保有关的项目,以保证汽车安全行驶,并将污染量降低到允许限度的检测站属于( )。

- A. 安全检测站                  B. 维修检测站                  C. 综合检测站

## 五、简答题

1. 什么是汽车检测与诊断? 检测诊断的目的是什么?
2. 汽车诊断的基本方法有哪几种? 各有何特点?
3. 汽车综合性能检测站的服务功能有哪些?
4. 安全环保检测站的主要检测内容有哪些? 它使用哪些设备?
5. 汽车综合性能检测站的检测内容有哪些? 它使用哪些设备?



## 学习单元一

## 发动机功率的检测与诊断

发动机是汽车的动力来源,发动机的性能好坏是评价一辆汽车性能好坏的主要因素。发动机经常在转速、负荷大小和方向不断变化的条件下运转,它的有些零件还处于高温及高压等恶劣条件下,其工作条件很不稳定,因而其故障发生率较高,成为检测与故障诊断的重点对象。

发动机技术状况变化的主要外观症状包括动力性下降,燃料与润滑油消耗量增加,起动困难,漏水、漏油、漏气、漏电以及在运转中有异常响声,排烟不正常等。

发动机的有效功率是评价发动机动力性的主要指标。发动机的有效功率是指发动机动力输出轴上输出的功率,是发动机的一项综合性指标。通过检测有效功率可掌握发动机的技术状况,用来确定发动机是否需要被大修或鉴定发动机的维修质量。对发动机有效功率的检测可分为稳态测功和动态测功两种方法。

稳态测功是指在发动机试验台上由测功器测试功率的方法。通过测量发动机的输出转矩和转速,由下式计算出发动机的有效功率:

$$P_e = \frac{M_e n}{9550}$$

式中, $P_e$  为发动机功率,单位为 kW; $n$  为发动机转速,单位为 r/min; $M_e$  为发动机输出扭矩,单位为 N·m。

动态测功是指发动机在低速运转时,突然全开节气门或置油门齿杆位置为最大,使发动机加速运转,用加速性能的好坏直接反映最大功率。由于这种方法不加负荷,可在测功实验台上进行,也可直接就车进行,因此它方便、实用、经济,但其测量精度比稳态测功差。

### 一、发动机台架测功试验

在实验台上测量发动机输出功率的测试设备有转速仪、水温表、机油压力表、机油温度表、气象仪器(湿度计、大气压力计、温度计)、计时器、燃料测量仪及测功器等。

测功器作为发动机的负载,实现对测定工况的负荷调节,模拟汽车在实际行驶时外界负



载的变化,同时测量发动机的输出转矩和转速,即可算出发动机的功率。

测功器是进行发动机性能测试的重要设备,主要类型有水力式、电力式和电涡流式。水力测功器是把水作为工作介质调节制动力矩的。电力测功器是通过改变定子磁场的激磁电压产生制动力矩。电涡流测功器是利用电磁感应产生涡电流以形成制动作用。电涡流测功器是目前应用最广泛的稳态测功设备,本节主要介绍电涡流测功器的结构和工作原理。

## 1. 电涡流测功器的结构与工作原理

### 1) 电涡流测功器的结构

电涡流测功器因结构形式不同,分为盘式和感应子式两类。现在应用最多的是感应子式电涡流测功器。

如图 2-1 所示的结构图为感应子式电涡流测功器的结构图。制动器由转子和定子组成,以制成平衡式结构。转子为铁制的齿状圆盘。定子的结构较为复杂,由激磁绕组、涡流环、铁芯组成。电涡流测功器将吸收的发动机功率全部转化为热量,测功器在工作时,可用冷却水对测功器进行冷却。

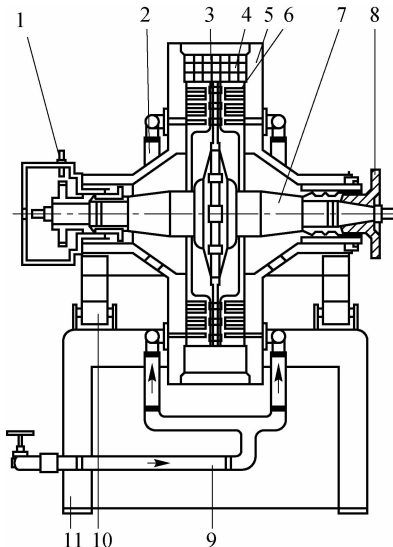


图 2-1 电涡流测功器的结构图

1—转速传感器; 2—外壳; 3—连接盘; 4—激磁绕组; 5—转子; 6—冷却水管;  
7—转子轴; 8—冷却水腔; 9—进水管; 10—轴承座; 11—底座

### 2) 电涡流测功器的工作原理

当激磁绕组中有直流电通过时,在由感应子、空气隙、涡流环和铁芯形成的闭合磁路中产生磁通,当转子转动时,空气隙发生变化,则磁通密度也发生变化。在转子齿顶处的磁通密度大,齿根处的磁通密度小,由电磁感应定律可知,此时将产生感应电势,力图阻止磁通的变化,于是涡流环上感应出涡电流,涡电流的产生引起其对转子的制动作用,涡流环吸收发动机的功率,它产生的热量由冷却水带走。

## 2. 测试过程

- (1)将发动机安装在测功器台架上,使发动机曲轴中心线与测功器转轴中心线重合。
- (2)安装仪表,接上电器线路,接通各种管路。



(3)检查并调整气门间隙、分电器的断电器触点间隙、火花塞电极间隙及点火提前角,紧固各部螺栓螺母。若检测柴油机,则要检查并调整喷油器的喷油提前角、喷油压力、喷油锥角及喷雾情况。

(4)记录气压和气温。

(5)起动发动机,操纵试验仪器,观察仪表工作情况并记录数据,根据记录数据计算并绘制出  $P_e$ 、 $M_e$  曲线。

## 二、发动机的无负荷测功

在发动机稳态测功试验中我们需要将发动机从汽车上拆卸下来,这将耗费大量时间,并增加汽车的停歇时间,增加试验成本。另外,配合件的拆装不仅可能导致原配合面的改变,还会造成密封件和连接件的损坏,大大缩短机件的工作寿命。发动机无负荷测功可以在不拆卸发动机的情况下快速测定发动机的功率。

### 1. 发动机无负荷测功的原理

发动机无负荷测功不需要外加载装置,其测量原理为:对于某一结构的发动机,它的运动件的转动惯量可以被认为是一定值,这就是发动机在加速时的惯性负载,因此,只要测出发动机在指定转速范围内急加速时的平均加速度,即可得知发动机的动力性能;或者通过测量在某一转速时的瞬时加速度,就可以确定发动机的功率大小。瞬时加速度愈大,则发动机功率愈大。

### 2. 发动机无负荷测功的方法

当进行无负荷测功时,首先使发动机与传动系统分离,并使发动机的温度与转速达到规定值,然后把传感器装入离合器壳的专用孔中,快速打开节气门(汽油机),使发动机加速,此时功率表便可显示被测发动机的功率。为了取得较准确的测量值,可重复试验几次,最后取平均值。

对汽油机来说,测试时的加速方法有两种,一种是通过快速打开节气门加速;另一种是在发动机运转时切断点火电路,待发动机转速下降后再接通点火电路以加速。后一种加速方法排除了化油器加速泵的附加供油作用,因而可以检查化油器的调整质量。

无负荷测功仪可以测定发动机的全功率,也可测定某一气缸的功率(将断开某一缸的点火或高压油路测得的功率和全功率比较,两者之差即为该气缸的单缸功率)。对各单缸功率进行对比,即可判断各气缸的技术状况(主要是磨损情况)。

### 3. 无负荷测功仪的使用方法

无负荷测功仪(其面板如图 2-2 所示)既可以被制成单一功能的便携式测功仪,又可以和其他测试仪表组合成为台式发动机综合测试仪。下面以便携式无负荷测功仪为例介绍其使用方法。无负荷测功仪的使用方法如下。

#### 1) 仪器自校和预热

按使用说明书,将仪器预热 0.5 h,然后进行自校。把计数检查旋钮 1 拨向“检查”位置,左边时间( $T$ )表头指针 1 s 摆动一次。把旋钮 1 拨向“测试”位置,把旋钮 3 拨向“自校”位置,再缓慢旋转“模拟转速”旋钮 2,注意转速( $n$ )表头指针慢慢向右偏转(模拟增加转速)。当指针偏转至起始转速  $n_1 = 1\ 000\ \text{r/min}$  位置时,门控指示灯亮。当继续增加模拟转速至  $n_2 = 2\ 800\ \text{r/min}$  时, $T$  表即指示出加速时间,以表示模拟速度的快慢。按下“复零”按钮,若仪器



表针回零,门控指示灯熄灭,表示仪器调整正常;否则,微调  $n_1$ 、 $n_2$  电位器。

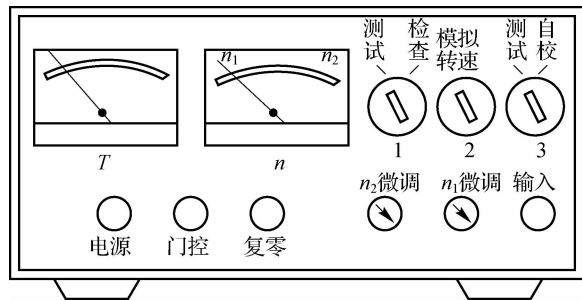


图 2-2 便携式无负荷测功仪的面板

### 2) 预热发动机, 安装转速传感器

预热发动机至正常工作温度(85℃~95℃),并使发动机怠速正常。使变速器空挡,然后把仪器和转速传感器按要求连接在规定部位。

### 3) 测加速时间

操作者在驾驶室内迅速地把加速踏板踩到底,发动机转速急速上升,当  $T$  表指针显示出加速时间(或功率)时,应立即松开加速踏板,以避免发动机长时间高速空转。记下读数,按“复零”键使仪器复零。一般重复测量 3 次取其平均值。

袖珍式无负荷测功仪带有伸缩天线,可收取发动机在运转时的点火脉冲信号,而不必与发动机进行任何有线连接。在使用时,手持该测功仪,只要面对发动机侧面拉出伸缩天线,发动机突然加速运转,即可遥测到加速时间和转速。然后翻转测功仪,查看壳体背面印制的主要机型的功率和时间对照表,便可得知发动机功率的大小。

不少无负荷测功仪还配备检测柴油机的传感器,以便对柴油机的功率进行检测。

## 三、检测结果分析

分析测定结果,判断发动机的技术状况。

在用车发动机的功率不得低于原额定功率的 75%,大修后的汽车发动机的功率不得低于原额定功率的 90%。

(1)若发动机功率偏低,则是燃料供给系统调整状况不佳或点火系统技术状况不佳,应对油、电路进行调整。若调整后的功率仍然偏低,则应结合对气缸压力和进气管真空度的检查,判断是否是机械部分故障。

(2)在对个别气缸的技术状况有怀疑时,可断火后再测其功率,从功率下降的大小诊断该气缸的工作情况。

也可利用在单缸断火情况下测得的发动机转速下降值,来评价各气缸的工作情况。工作正常的发动机,当在某一转速下稳定空转时,发动机的指示功率与摩擦功率是平衡的。此时,若取消任一气缸的工作,发动机转速都会有相同的下降值。要求最高与最低下降之差不大于平均下降值的 30%。如果转速下降值低于一定的规定值,说明断火的气缸工作不良。转速下降值愈小,则单缸功率愈小,当下降值等于零时,单缸功率也等于零,即该缸不工作。

发动机单缸功率偏低,一般是由该缸高压分火线或火花塞技术状况不佳、气缸密封性



不良等原因造成的,应对其进行相应的调整或检修。

(3)发动机的功率与海拔高度有密切关系,无负荷测功仪所测结果是在实际大气压力下的发动机功率,如果要将它校正到标准大气压下的功率,应乘以校正系数。

## 学习单元二 气缸密封性的检测与诊断

气缸密封性与气缸体、气缸盖、气缸垫、活塞、活塞环和进排气门等零件的技术状况有关。在发动机使用过程中,由于这些零件受磨损、烧蚀、结焦或积炭,导致气缸密封性下降,使发动机功率下降,燃油消耗率增加,使用寿命大大缩短。气缸密封性是表征发动机技术状况的重要参数。

在不解体条件下,检测气缸密封性的常用方法有:测量气缸压缩压力;测量曲轴箱窜气量;测量气缸漏气量或气缸漏气率;测量进气管负压等。在就车检测时,只要进行其中的一项或两项,就能确定气缸密封性的好坏。

### 一、气缸压缩压力的检测与故障诊断

当检测活塞到达压缩终了点时气缸压缩压力的大小可以表明气缸的密封性。检测方法包括用气缸压力表检测和用气缸压力测试仪检测。

#### 1. 用气缸压力表检测

气缸压力表如图 2-3 所示。由于用气缸压力表检测气缸压缩压力(以下简称气缸压力)具有价格低廉、仪表轻巧、实用性强和检测方便等优点,因而它在汽车维修企业中的应用十分广泛。

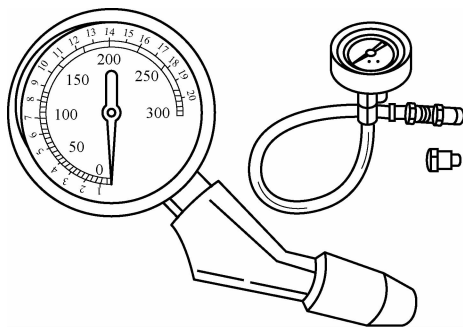


图 2-3 气缸压力表

(1)检测方法。若发动机正常运转,它能使水温达  $75^{\circ}\text{C}$  以上。停机后,拆下空气滤清器,用压缩空气吹净火花塞或喷油器周围的灰尘和脏物,然后卸下全部火花塞或喷油器,并按气缸次序将之放置。对于汽油发动机,还应把分电器中央电极高压线拔下并可靠搭铁,以防止电击和着火,然后把气缸压力表的橡胶接头插在被测缸的火花塞孔内扶正压紧。将节气门和阻风门置于全开位置,用起动机转动曲轴  $3\sim 5\text{ s}$ (不少于四个压缩行程),待压力表头指针指示并保持最大压力后停止转动。取下气缸压力表,记下读数,按下单向阀使压力表指针



回零。按上述方法依次测量各缸,每缸测量次数不少于两次。

当就车检测柴油机气缸压力时,应使用螺纹接头的气缸压力表。如果该机要求在较高转速下测量,此种情况除受检气缸外,其余气缸均应工作。其他检测条件和检测方法同汽油机。

(2)诊断参数标准。气缸压缩压力标准值一般由汽车制造厂提供。按照《营运车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001)的规定,在用汽车发动机各气缸压力应不小于原设计值的 85%,对于每缸压力与各缸平均压力的差,汽油机应不大于 8%,柴油机应不大于 10%。

几种车型的发动机气缸压缩压力的标准值如表 2-1 所示。

表 2-1 几种车型的发动机气缸压缩压力值

发动机型号	压缩比	气缸压缩压力值/kPa	各缸压力差/kPa
奥迪 100 1.8L	8.5	新车:800~1 000 极限:650	不大于 300
捷达 EA827	8.5	900~1 100	不大于 300
桑塔纳 2000 AJR	9.5	1 000~1 300	300
富康 TU3	8.8	1 200	300
解放 CA6102	7.4	930	—
东风 EQ6100	6.75	833	—
五十铃 4JB1	18.2	3 100	—

(3)结果分析。测得的结果若高于原设计规定,则可能是由于燃烧室积炭过多、气缸衬垫过薄或缸体与缸盖结合平面经多次修理加工造成。测得的结果若低于原设计规定,则可向该气缸火花塞或喷油器孔内注入适量机油,然后用气缸压力表重测气缸压力并对之进行记录。

①如果第二次测出的压力比第一次高,说明气缸、活塞环、活塞磨损过大或活塞环对口、卡死、断裂及缸壁拉伤。

②如果第二次测出的压力与第一次相近,说明进、排气门或气缸衬垫不密封。

③如果两次检测得出某相邻两缸压力均较低,说明该两缸相邻处的气缸衬垫烧损窜气。

## 2. 用气缸压力测试仪检测

(1)用压力传感器式气缸压力测试仪检测。在用这种测试仪检测气缸压力时,须先拆下被测气缸的火花塞,接上仪器配置的压力传感器,用起动机转动曲轴 3~5 s,由传感器中取出气缸的压力信号,经放大后把它送入 A/D 转换器进行模/数转换,再送入显示装置即可获得气缸压力。

(2)用起动电流或起动电压降式气缸压力测试仪检测。通过测起动电源,即蓄电池的电压降,也可获得气缸压力。这是因为当起动机工作时,蓄电池端电压的变化取决于起动机电流的变化。当起动电流增大时,蓄电池端电压降低,即起动电流与电压降成正比。起动电流又与气缸压力成正比,因此,起动时蓄电池的电压降与气缸压力也成正比,所以通过测蓄电池的电压降可以获得气缸压力。在用该测试仪检测气缸压力时,无须拆下火花塞。

(3)用电感放电式气缸压力测试仪检测。这是一种通过检测点火二次电感放电电压来



确定气缸压力的仪器,仅适用于汽油机。汽油机在工作中,随着断电器触点打开,二次电压随即上升击穿火花塞间隙,并维持火花塞放电。火花放电电压也称为火花线,它属于点火系统电容放电后的电感放电部分。电感放电部分的电压与气缸压力之间具有近乎直线的对应关系,因此,各气缸火花放电电压可作为检测各气缸压力的信号,该信号在经变换处理后即可显示气缸压力。

在使用以上几种测试仪检测气缸压力时,发动机不应着火工作。对于汽油机,可拨下分电器中央高压线并搭铁或按测试仪要求对之进行处理;对于柴油机,可旋松喷油器高压油管的接头断油。

## 二、曲轴箱窜气量的检测与故障诊断

检测曲轴箱窜气量,也是检测气缸密封性的方法之一。特别是在发动机不解体的情况下,使用该方法诊断气缸活塞摩擦副的工作状况具有明显的优点。

### 1. 曲轴箱窜气量的检测方法

曲轴箱窜气量的检测一般采用专用气体流量计,如图 2-4 所示。

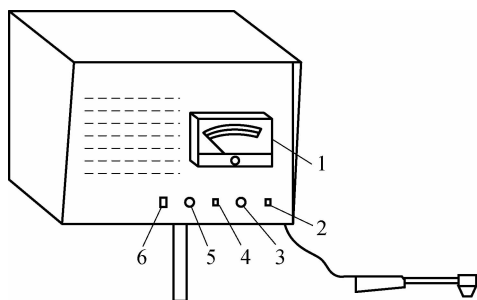


图 2-4 曲轴箱窜气量检测仪

1—指示仪表; 2—预测按钮; 3—预调旋钮; 4—挡位开关; 5—调零旋钮; 6—电源开关

具体检测步骤如下。

- (1) 打开电源开关,按仪器使用说明书的要求对检测仪进行预调。
- (2) 密封曲轴箱,即堵塞机油尺口、曲轴箱通风进出口等,将取样头插入机油加注口内。
- (3) 起动发动机,待其运转平稳后,仪表箱仪表的指示值即为发动机曲轴箱在该转速下的窜气量。

曲轴箱窜气量除与发动机的气缸活塞组技术状况有关外,还与发动机的转速和负荷有关。因此在检测时,发动机应加载,将节气门全开(或柴油机最大供油量),在最大转矩转速(此时窜气量达到最大值)下测试。发动机加载可在底盘测功机上实现,测功机的加载装置可方便地通过滚筒、驱动车轮和传动系统对发动机进行加载,以实现发动机在全负荷工况下从最大转矩转速至额定转速的任一转速下运转,因此,可用曲轴箱窜气量检测仪检测出在各种工况下曲轴箱的窜气量。

### 2. 曲轴箱窜气量的诊断参数标准

对曲轴箱窜气量国家还没有制定出统一的诊断标准,有些维修企业自用的企业标准一般是根据具体车型逐渐积累资料制定的。由于曲轴箱窜气量还与缸径大小和缸数多少有关,很难把众多车型统一在一个诊断参数标准内。有些国家以单缸平均窜气量作为诊断参



数。综合国内外情况,单缸平均窜气量的值可参考以下标准。

- (1)汽油机:新机 2~4 L/min,当达到 16~22 L/min 时需大修。
- (2)柴油机:新机 3~8 L/min,当达到 18~28 L/min 时需大修。

### 三、气缸漏气量或漏气率的检测与故障诊断

#### 1. 气缸漏气量的检测

可用检测气缸漏气量的方法对气缸的密封性进行评价。在检测气缸漏气量时,发动机不运转,活塞处在压缩终了点位置,从火花塞孔处通入一定压力的压缩空气,通过测量气缸内压力的变化情况,来表征整个气缸组的密封性,即不仅表征气缸活塞摩擦副的磨损状况,还表征进排气门、气缸衬垫、气缸盖及气缸的密封性。该方法仅适用于对汽油机的检测。

国产 QLY-1 型气缸漏气量检测仪如图 2-5 所示。该仪器由调压阀、进气压力表、测量表、橡胶软管、快速接头、充气嘴和校正孔板等组成,此外还须配备外部气源、指示活塞位置的指针和活塞定位盘。外部气源的压力相当于气缸压缩压力,一般为 600~900 kPa。压缩空气按箭头方向进入气缸漏气量检测仪,其压力数由进气压力表显示。随后,它经由调压阀、校正孔板、橡胶软管、快速接头和充气嘴进入气缸,气缸内的压力变化情况由测量表显示出来。

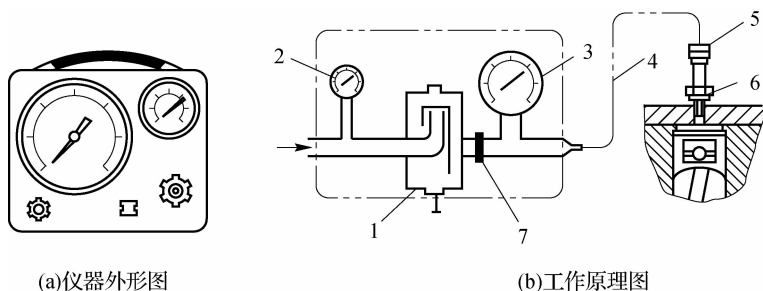


图 2-5 国产 QLY-1 型气缸漏气量检测仪

1—调压阀; 2—进气压力表; 3—测量表; 4—橡胶软管; 5—快速接头; 6—充气嘴; 7—校正孔板

检测方法如下。

(1)先将发动机预热到正常工作温度,然后用压缩空气吹净缸盖,特别要吹净火花塞孔上的灰尘,拧下所有火花塞,装上充气嘴。

(2)为仪器接上气源,在仪器出气口完全密封的情况下,通过调节调压阀,使测量表的指针指在 392 kPa 位置上。

(3)卸下分电器盖和分火头,装上指针和活塞定位盘。指针可用旧分火头改制,仍装在原来的位置上。活塞定位盘用较薄的板材制成,其上按缸数进行刻度,并按分火头的旋转方向和点火次序刻有缸号。假定是 6 缸发动机,分火头顺时针方向转动,点火次序为 1—5—3—6—2—4,则活塞定位盘上每 60°有一刻度,共有 6 个刻度,并按顺时针方向在每个刻度上分别刻有 1、5、3、6、2、4 的字样。

(4)摇转曲轴,先使第 1 缸活塞处于压缩终了点位置,然后转动活塞定位盘,使刻度 1 对正指针。使变速器挂低速挡,拉紧驻车制动器,以保证压缩空气在进入气缸后,不会推动活塞下移。





(5)把1缸充气嘴接上快速接头,向1缸充气,测量表上的读数,便反映了该缸的密封性。在充气的同时,可以从进气口、排气消声器口、散热器加水口和加机油口等处,测听是否有漏气声,以便找出故障部位。

(6)摇转曲轴,使指针对正活塞定位盘下一缸的刻度线,按以上方法检测下一缸漏气量。

(7)按以上方法和点火次序,检测其他各缸的漏气量。为使数据可靠,对各缸应重复测量一次。

仪器在使用完毕后,调压阀应退回到原来的位置。

对于解放和东风牌等国产发动机,在确认进排气门和气缸衬垫密封良好的情况下,其测量读数值大于246 kPa,气缸活塞摩擦副的密封性可被诊断为合格;若读数值小于246 kPa,则已到了需换活塞环或搪磨缸的程度。

## 2. 气缸漏气率的检测

气缸漏气率的检测,无论在使用的仪器、检测的方法上,还是判断故障的方法上,与气缸漏气量的检测都基本一致,只不过气缸漏气量检测仪的测量表标定单位为kPa或MPa,而气缸漏气率测量表的标定单位为百分数。一般说来,当气缸漏气率达30%~40%时,如果能确认进排气门、气缸衬垫、气缸盖和气缸套等是密封的(可从各泄漏处有无漏气迹象确认),则说明气缸活塞摩擦副的磨损临近极限值,已到了需换环或搪磨缸的程度。

## 四、进气管真空度的检测

进气管负压(也称真空度)是进气管内的压力与大气压力的差值,发动机进气管负压的大小随气缸活塞组零件的磨损而变化,并与气门组零件的技术状况、进气管的密封性以及点火系统和供油系统的调整有关。因此,检测进气管负压,可以被用来诊断发动机的多种故障。

用真空表检测进气管负压,无须拆卸任何机件,而且它快速简便,应用极广。一般发动机的综合分析仪也具有进气管负压检测功能。

### 1. 测试条件及操作方法

(1)起动发动机,并使其高于怠速的转速空转30 min以上,使发动机达到正常工作温度。

(2)将真空表软管接到进气歧管的测压孔上。

(3)使变速器挂空挡,发动机怠速运转。

(4)读取真空表上的指示值。

### 2. 诊断标准

根据《商用汽车发动机大修竣工出厂技术条件 第1部分:汽油发动机》(GB/T 3799.1—2005)的规定,在正常工作温度和标准状态下,发动机怠速运转时,进气管真空度符合原设计规定,其波动范围为:6缸汽油发动机一般不超过3 kPa;4缸汽油发动机一般不超过5 kPa。

进气管负压随海拔升高而降低。海拔每升高1 000 m,负压约减少10 kPa,检测数据应根据所在地的海拔高度进行折算。



## 学习单元三

## 点火系统的检测与诊断

视频  
点火开关视频  
火花塞点火过程视频  
点火系组成视频  
点火系线路连接

发动机在运行过程中出现的故障大多数是由供油系统和点火系统引起的。在一般情况下若发动机在运转中突然熄火并发动不着,多为点火系统故障。若发动机在运转过程中逐渐熄火,多为供油系统故障。

点火系统的故障有无火、缺火、乱火、火弱及点火正时失准等。点火系统的故障部位可分为低压线路和高压线路两部分。

对点火系统的故障可采用人工经验和仪器两种方法进行诊断,这里主要讲述仪器诊断法。

### 一、点火波形分析

示波器可显示电压随时间变化的波形,是一种多用途的检测设备。示波器显示信号的速度比一般电子检测设备要快得多,是唯一能即时显示瞬态波形的仪器。

示波器一般由传感器(包括夹持器、测试探头和测针等),中间处理环节和显示器等组成。

汽油机点火示波器是示波器的一种,专门用来检测与诊断汽油机点火系统的技术状况。使用汽车专用的点火示波器可以查看点火系统的工作波形,并可根据点火的波形判断点火系统的故障。

当点火示波器连接在运转的汽油机点火系统电路上时,示波器屏幕将显示出点火系统中电压随时间变化的曲线,即点火波形。示波器屏幕显示的波形在垂直方向上表示电压,在水平方向上表示时间,基线的上方为正电压,下方为负电压。

#### 1. 传统点火系统的点火波形分析

示波器可以显示发动机点火过程的三类波形:直列波、重叠波和高压波,通过将所显示的波形与标准波形的比较,即可诊断出故障所在部位。

##### 1) 直列波

在进行测试时,先按图 2-6 所示将示波器的信号线和电源线接好,打开示波器电源,调整示波器上的上下和左右旋钮,使屏幕上的光点位于屏幕中央,然后起动发动机,使发动机的转速保持在 1500 r/min。调整各旋钮,使各气缸直列波形显示在坐标刻度内,其波形如图 2-7 所示。

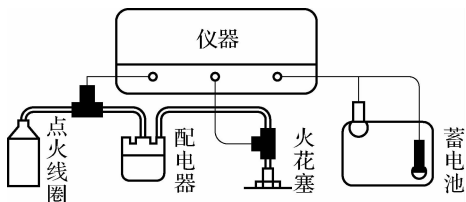


图 2-6 示波器与点火系统的接线

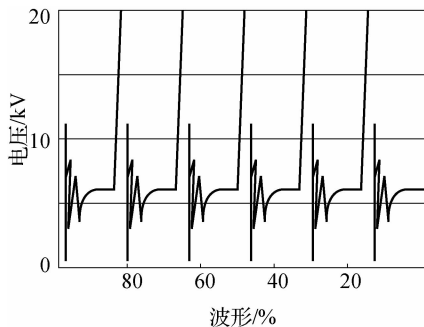


图 2-7 点火系统直列波



发动机工作时,其次级电压的波形即为直列波,调整示波器的左右旋钮,使要观察的某一缸的波形位于屏幕标线的适当位置,此时屏幕上显示的波形如图 2-8 所示,此波形即为单缸直列波。

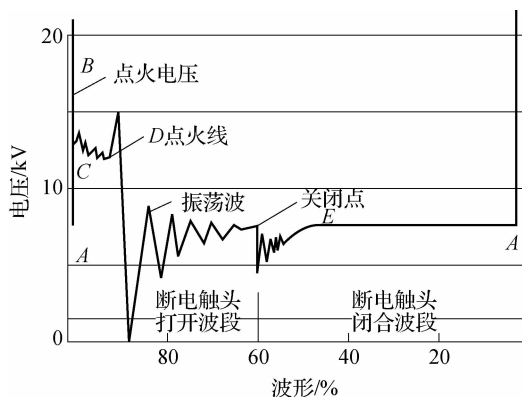


图 2-8 单缸直列波

此波形反映了点火系统次级电压在点火工作过程中各个阶段的变化情况,波形各阶段的含义如下。

(1)EA 段。该阶段为断电器触点闭合、初级电流增长的阶段。 $E$  点为触点闭合的瞬间,因触点闭合时初级电流的突然增加,次级绕组中会出现一个小而向下的振荡波形(第二次振荡),随着初级电流变化率的减小,次级电压即成为一条水平线。

(2)AB 段。该阶段为触点断开、次级电压上升的阶段。 $A$  点为触点断开的瞬间, $AB$  垂直线表示点火线圈所产生的击穿电压。

(3)BC 段。该阶段为电容放电阶段。

(4)CD 段。该阶段为电感放电阶段。在电感放电的同时,伴随有高频振荡波的发射。

(5)DE 段。该阶段为在火花消失后剩余能量维持低频振荡波(第一次振荡)的阶段。

如果示波器显示的波形与标准不同,说明点火系统出现了故障。常见的故障波形如图 2-9 所示。

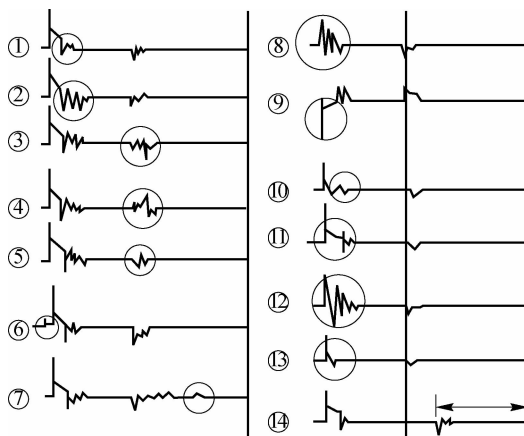


图 2-9 单缸直列波常见故障波形



下面对常见故障波形进行具体说明。

- (1)第一次振荡波少,说明初级电路中的电阻过大。
- (2)第一次振荡波多,说明初级电路的电容量过大或点火系统的次级电路阻抗大。
- (3)在第二次振荡波前出现小的多余波形,说明初级电路在接通瞬间导通状况不够好。
- (4)第二次振荡波呈上下振荡形式,说明初级电路在接通瞬间有时断时通的情况,从而引起电压波动。
- (5)第二次振荡波小而少,说明点火线圈的阻抗过大,从而将这部分振荡波吸收。
- (6)初级电路在切断之前有小的多余波形,说明初级电路中有接触不良的部位,在初级电路切断之前,它出现瞬间的接触不良,引起电压波动,出现多余波形。
- (7)初级电路导通阶段出现多余波形,说明初级电路中有接触不良的部位,在初级电路导通期间,由于接触不良引起电压波动从而出现多余波形。
- (8)无点火线,说明高压线接触不良。
- (9)波形上下颠倒,说明点火线圈初级绕组的两个接线柱的导线被接反。
- (10)火花电压过低且第一次振荡波基本消失,说明火花塞短路或漏电。
- (11)点火线变长,说明火花塞间隙过大。
- (12)点火线与第一次振荡界限分不清,说明火花塞的间隙无法被击穿。
- (13)点火线变短,说明初级电流小,点火能量小。
- (14)闭合时间短,说明初级电路的闭合角小。

## 2) 重叠波

重叠波是将多缸发动机次级电压的波形重叠在一起的波状。利用重叠波可以检查初级电路的闭合角、断电器凸轮的状况以及各缸工作的均匀情况等。

检查时在上述单缸直列波的基础上调出各缸的直列波,并使发动机的转速保持在 1 000 r/min 左右,按下示波器的重叠波按键,调整各旋钮,使波形位于坐标刻度内。屏幕内出现的波形如图 2-10 所示。

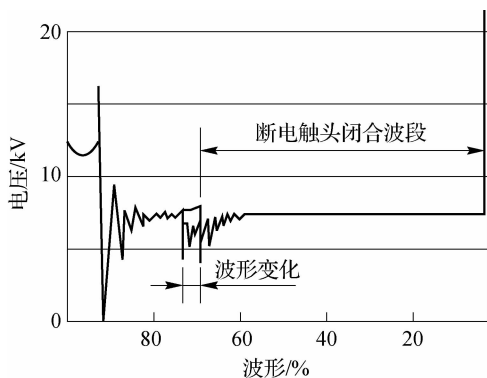


图 2-10 重叠波

在标准重叠波中,对于初级电路导通时间(触点闭合时间)所占的比例,四缸发动机为 45%~50%,六缸发动机为 63%~70%,八缸发动机为 64%~71%。此外,闭合段波形的变化范围不应超过整个闭合段的 5%。

图 2-11 所示为重叠波的故障波形。

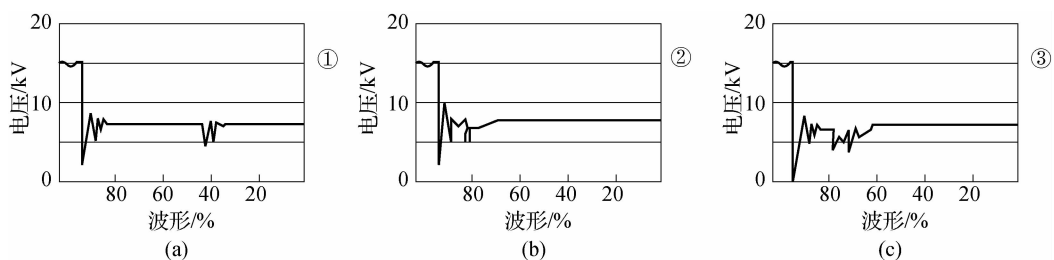


图 2-11 故障重叠波

- (1) 闭合波太短,说明断电器触点间隙过大或闭合角过小。
- (2) 闭合波太长,说明断电器触点间隙过小或闭合角过大。
- (3) 闭合段的变化大于 5%,说明断电器凸轮不均匀或分电器轴与铜套磨损过大等。

### 3) 高压波

若多缸发动机各缸的次级点火电压同时被显示于屏幕,即为高压波,一般用于诊断次级电路故障。在检查时,先将各缸直列波调出,发动机转速保持在 1500 r/min,按下 KV 键,调整上下、左右旋钮,把各缸波形调整到屏幕的坐标刻度上,使高压波形底端与横坐标重合。高压波的标准波形如图 2-12 所示。

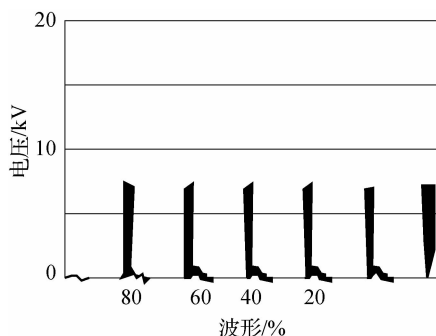


图 2-12 标准高压波

高压波的常见故障波形如图 2-13 所示。

- (1) 各缸点火电压均过高,可能是由火花塞间隙过大或烧蚀、混合气过稀引起的。
- (2) 个别气缸点火电压过高,如图中的 2、5 缸,说明这两个气缸的火花塞可能被烧蚀。
- (3) 全部气缸点火电压过低,原因可能是电源电压过低、火花塞间隙过小、混合气过浓等。
- (4) 个别气缸点火电压过低,如图中的 2 缸,可能是由于该缸的火花塞间隙小或绝缘体损坏。
- (5) 拨下某缸的高压线,电压应在 20~30 kV,否则说明高压线、分电器盖绝缘不良或点火线圈、电容器性能不良。
- (6) 拨下某缸的高压线,电压低于 20 kV,说明点火线圈性能不好或分电器和高压线有漏电故障。
- (7) 将发动机的转速提高到 2 500 r/min,若各缸点火电压减小,保持在 5 kV 以上,说明



点火系统能在高速下正常工作。

(8) 发动机转速升高后,若个别气缸的电压高于其他气缸,说明该缸火花塞的间隙过大。

(9) 发动机转速升高后,若个别气缸的电压低于其他气缸,说明该缸火花塞的间隙过小、脏污或绝缘体绝缘不良。

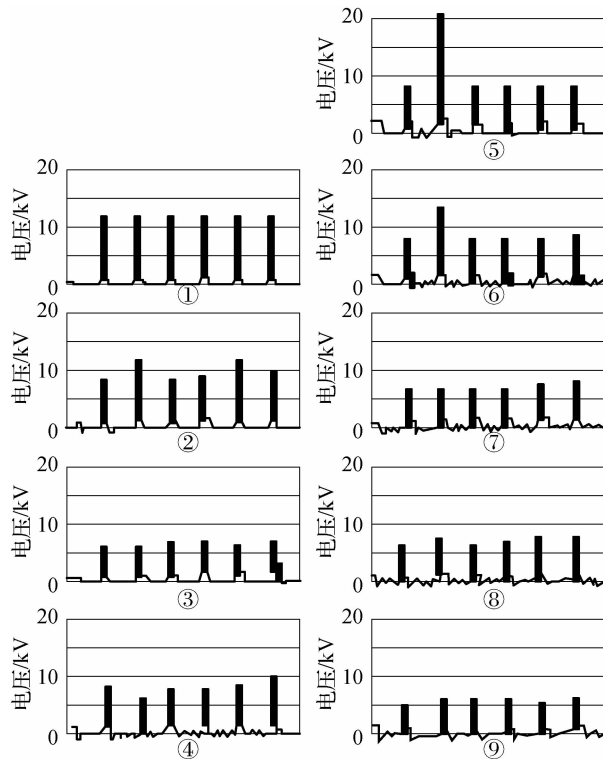


图 2-13 常见高压波故障波形

## 2. 电子点火系统分析的点火波形

随着电子技术的发展,现在汽车广泛采用了电子点火系统。电子点火系统使得发动机的动力性和经济性被大大提高,排放污染物值显著下降。电子点火系统的点火波形与传统点火系统的波形成正比,波形类别、波形观测方法等均相同,不同之处如下。

(1) 当点火波形上低频振荡波异常时,它仅表示点火线圈的技术状况不良,而不是电容器的原因,因为电子点火系统中无电容器。

(2) 点火波形上闭合点处和张开点处的波形,虽然与传统点火系统极为相似,但不是由触点闭合和张开造成的,而是由三极管或晶闸管的导通和截止电流造成的。

(3) 点火波形上波形闭合段的长度、形状与传统点火系统的波形不完全相同,甚至其在车型之间也略有差异,有的车型的波形闭合段在发动机高速时加长,这属于正常现象。

(4) 有的电子点火系统当点火波形闭合段结束时,先产生一条锯齿状的上升斜线,然后导出点火线,它不像传统点火系统的点火波形那样随着触点打开产生一条急剧上升的点火线。



## 二、点火正时的检测

发动机的点火正时是非常重要的,它直接影响到汽车的动力性、燃料经济性和排气净化。检测点火正时的方法有人工法、正时灯法和缸压法等。

### 1. 人工法

(1)拆下分电器盖,取下分火头,用手摇把摇转曲轴,使分电器凸轮将断电器触点完全打开,检查并调整触点间隙,使其保持在 $0.35\sim 0.45$  mm 范围内。

(2)拆下第1缸的火花塞,摇转曲轴,若听到从火花塞孔发出的排气声,说明第1缸已处于压缩行程。此时应在慢摇曲轴的同时,观察正时标记并使它们对齐,然后停止摇转并抽出摇把。

(3)拆去分电器真空式调节器的连接管路,松开分电器壳与缸体之间的定位螺钉,对于有辛烷值调节器的应将其调整在0的位置上。

(4)用手握住分电器壳,先顺着分火头转动方向转动一个角度,使触点闭合,然后再逆着分火头转动方向转动一个角度,使触点被刚刚打开。

(5)拧紧分电器壳的定位螺钉,并连接好真空式调节器的管路。

(6)插上分火头,扣上分电器盖,分火头指向的插孔即为第1缸的高压线插孔。插上第1缸的高压线,将该线的另一端和第1缸的火花塞连接。然后沿分火头转动方向按点火次序插上其他各缸的高压线,并将之与对应的火花塞连接好。

(7)起动发动机并使之走热,进行无负荷加速试验。当突然打开节气门时,发动机应加速良好。如果加速不良,且有较严重的金属敲击声(爆震敲缸声),则点火过早;如果加速不良且发闷,甚至排气管有突突声,则点火过迟。

(8)在路试时,应选择平坦、坚硬的直线道路或专用跑道,走热后以最高挡最低稳定车速行驶,然后突然将加速踏板踩到底,使汽车处于急加速状态。此时,若能听到发动机有轻微的爆震声,且其瞬间消失,则点火正时正确;若爆震声强烈,且它较长时间不消失,则点火时间过早;若听不到爆震声,且加速困难,甚至排气管有突突声,则点火时间过迟。

若点火时间过早,则应顺着分火头的旋转方向转动分电器外壳;若点火时间过迟,则应逆着分火头的旋转方向转动分电器外壳。

### 2. 正时灯法

正时灯是一种频率闪光灯,每闪光一次表示第1缸的火花塞发火一次,因此闪光应与第1缸点火同步。它一般由闪光灯、传感器、中间处理环节和指示装置等组成。当正时灯对准发动机第1缸压缩终了上止点标记,并按实际跳火时间进行闪光时,若飞轮或曲轴传动带盘上的标记还未到达固定指针,即第1缸的活塞还未到达压缩终了上止点,此时,可调整正时灯电位器,使闪光时机推迟至转动部分上的标记正好对准固定指针之时,那么推迟闪光的时间就是点火提前的时间,将其显示到表头上,便可读出要测的点火提前角。需要说明的是,有些表头指针的角度是分电器凸轮轴转角,对于四冲程发动机来说,在将之换算成曲轴转角时则要乘以2。

在测量时,将正时灯的电源线接到蓄电池的正负极柱上,再将传感器夹在第1缸分高压线上,并事先擦拭飞轮或曲轴带轮上的第1缸压缩终了上止点标记,最好用粉笔或油漆将标记涂白。发动机怠速下稳定运转,打开正时灯并对准飞轮壳或机体前端面上的固定指针。



调节正时灯电位器,使飞轮或曲轴传动带盘上的标记逐渐与固定指针对齐,此时表头的读数即为发动机怠速运转时的点火提前角。

应将测出的点火提前角与规定值进行对照。测完后,注意将正时灯及时关闭。

图 2-14 所示的仪器为一发动机测试仪上的正时灯,它不仅能用于以闪光法测出发动机的点火提前角,而且能测出发动机转速、触点闭合角以及电压、电阻等参数。

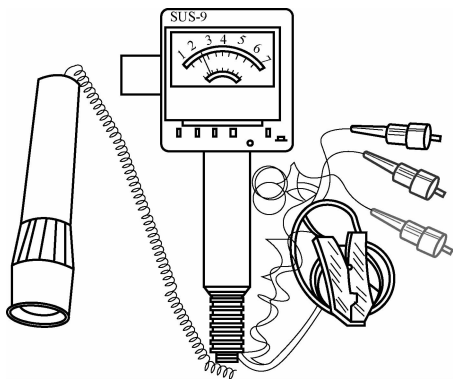


图 2-14 发动机测试仪上的正时灯

### 3. 缸压法

用缸压法制成的点火正时仪,由缸压传感器、点火传感器、中间处理环节和指示装置等组成。如果仪器带有油压传感器,还可以检测柴油机供油提前角。国产 QFC-5 型和 WFJ-1 型等发动机综合测试仪都带有缸压法检测点火(供油)正时的装置,其测量的基本原理是:采用缸压传感器找出某一缸压缩压力的最大点作为活塞上止点,同时用点火传感器(油压传感器)找出同一缸的点火(供油)时刻,两者之间的凸轮轴转角即为点火(供油)提前角,如图 2-15 所示。

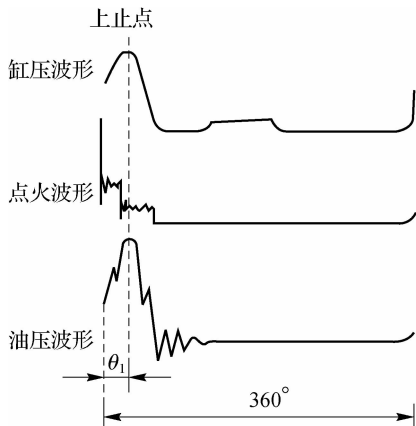


图 2-15 缸压法检测提前角的原理图

在用该仪器检测点火提前角时,应走热发动机,拆下任意一缸的火花塞,装上缸压传感器。在拆下的火花塞上插接点火传感器并接上原高压线,然后将之放置在机体上使之良好搭铁。起动发动机。由于被测缸不工作,因而缸压传感器采集的是气缸压缩压力信号,其压





力最大点就是活塞压缩终了上止点。拆下的火花塞虽然在缸外,但仍在跳火,其上的点火传感器可采集到点火开始信号。此时,通过按键或操作码,即可从指示装置得到怠速、规定转速或在任意转速下的点火提前角及对应的转速。测得的点火提前角如不符合规定,应在正时仪监测情况下对之重新调整,直到符合要求。

在利用缸压法和闪光法检测点火正时时,一般可以认为各缸间的点火间隔是相等的,因此一般仅测得一个缸,此时被测缸的点火提前角可被认为是整台发动机的点火提前角。

#### 4. 电喷发动机点火提前角的检测

电控汽油喷射发动机是由电子控制器 ECU 控制点火系统的,其点火提前角包括初始点火提前角、基本点火提前角和修正点火提前角三部分。电控汽油喷射发动机的点火提前角一般是不可调的,但需要被检测,目的是当发现点火提前角不符合要求时,进一步确定微处理器或传感器是否存在故障。

电控汽油喷射发动机点火提前角的检测方法与传统发动机相同。

### 三、点火系统的故障诊断

点火系统是汽油发动机最重要的组成部分之一。汽油机在不同工况下工作时,需要按点火次序适时供给强电火花,点燃混合气,燃烧并产生动力。若点火系统技术状况不良或发生故障,会严重影响发动机的动力性、经济性和排放性,造成发动机无法正常工作。实践证明,点火系统是汽油机中故障率最高的机构之一,因此,快速、准确地检查和诊断汽油机点火系统的故障,对保持汽车正常的技术状况是十分重要的,点火系统往往是检测与诊断的重点对象。

现在的汽油机大量使用的点火系统有三种:传统点火系统、电子点火系统和计算机控制点火系统。

#### 1. 传统点火系统的故障诊断

点火系统的常见故障主要表现为无火、缺火、火花弱和点火不正时,这将会造成发动机不能起动机或运转不正常。

##### 1) 发动机不能起动

先按喇叭或打开前照灯,确定电源供电是否正常。确知电源供电正常后,再判断故障是发生在高压电路还是在低压电路。打开发动机罩,拔出分电器中央高压线,使其距气缸体 4~6 mm,接通点火开关,摇转曲轴,查看火花情况。

(1) 火花强,表示低压电路和点火线圈良好,故障发生在分电器和火花塞高压电路中。再从火花塞上端拆下高压线头,摇转曲轴对机体试火。若无火花,则应检查分火头、分电器盖及高压分线是否漏电;若有火花,则需检查点火正时和火花塞的工作情况。

(2) 无火花,表明低压电路有短路、断路情况或点火线圈、中央高压线有故障,可开、闭触点,观察电流表指针读数。若电流表指示放电 3~5 A 并间歇摆动,则低压电路良好,表明故障发生在高压电路;若电流表指针不摆动,指示为零,表明低压电路有断路现象;若电流表指示放电 3~5 A 而不摆动或指示大电流放电,表示在低压电路中有搭铁故障。

##### 2) 发动机工作不正常

发动机工作不正常有以下几种情况。

(1) 有一缸或几缸缺火。如果发动机有一缸或几缸缺火其就会运转不匀,排气管中排出



视频  
汽车发动机点  
火系统维修



黑烟并爆燃(俗称放炮)。产生的原因多为高压分线漏电或脱落、分电器盖漏电、凸轮磨损不均、火花塞工作不良或不工作、高压分线插错等。

在检查时应先找出熄火的气缸,再排除熄火的原因。方法是用螺纹旋具将火花塞接线柱逐个搭铁,听发动机运转的声音。若在将某火花塞搭铁后,发动机转速无变化,则表明该火花塞不工作;反之若发动机转速降低,则表明该火花塞工作良好。

若一个气缸不工作,应取下熄火气缸火花塞上的高压分线,使线端距火花塞接线柱3~4 mm,在发动机工作时,如果该间隙中有连续的火花且发动机运转随之均匀,则表明火花塞积炭;若无火花,表明高压分线或配电器盖有故障。在两个气缸不工作时,应检查点火顺序是否正确。如果有几个气缸同时不工作,应拨下配电器盖的中央高压线做跳火试验。若有火,则表示高压电供应正常,故障发生在配电器盖、高压分线或火花塞上;若跳火断续,则表明断电器凸轮、电容器或点火线圈有故障。

(2)点火正时不当。若发动机不易起动、行驶无力、加速发闷、排气管放炮或发动机过热,则应检查点火是否过迟、触点间隙是否偏小以及分电器壳是否松动等;若摇转曲轴在起动时反转,加速时爆燃,则应检查点火是否过早、触点间隙是否过大。

(3)高速不良。发动机低、中速工作良好,高速时工作不平稳,排气管放炮并有断火现象,此时应检查触点间隙是否过大、触点臂弹簧张力是否过弱、火花塞间隙是否过大、点火线圈是否工作不良等。

## 2. 电子点火系统的故障诊断

当发动机不能起动或工作失常时,若怀疑故障发生在点火系统,应首先检查各个导线有无损坏、插接器接触是否良好、电源供电是否正常,然后再用跳火试验进行诊断,其方法如下。

(1)从分电器中央插座中拔出高压线,并使其端头和气缸体之间形成6~12 mm间隙(最好接一个火花塞)。

(2)接通点火开关,用起动机带动发动机运转,此时可能出现以下两种情况。

①间隙处没有火花产生。从点火线圈的接线柱拆下导线,然后把一根导线的一端接到点火线圈的负接线柱上,使其另一端在短时间接地(注意时间不能超过3 s,否则会烧坏点火线圈),然后将之断开。若间隙处无火花表明点火线圈损坏。

②间隙处有蓝白色很强的火花,说明故障发生在点火线圈之后。把高压线装回分电器中央插孔,从火花塞上取下高压线,并在其插接孔内装一旧高压线,并使高压线一端和气缸体之间形成6~12 mm的间隙,然后用起动机带动发动机运转。若间隙处无蓝白色火花或火花不正常,说明故障发生在分电器盖或分火头上,如分电器盖或分火头产生裂纹或受潮等,否则故障发生在点火控制器或信号发生器上;若间隙处有较强的蓝白色火花,说明故障发生在火花塞上。此法虽然简单,但可较准确地判断出故障所在的部件。

无触点电子点火系统的常见故障及排除方法如下。

(1)发动机不能起动。

①点火系统无电压,检查蓄电池、点火开关和电线。按检查情况修理。

②分电器内部电子控制组件搭铁线断开、松动或腐蚀。清洁、紧固或按需要修理。

③初级绕组的插接器没有被完全插好。清洁并完全插好插接器。



视频  
检查电瓶



- ④点火线圈断开或短路,测试点火线圈。若损坏,则更换。
- ⑤电子点火控制器、分电器盖破裂,转子分火头等损坏。应将其更换。
- (2)发动机回火但不能起动。具有表现为以下几点。
  - ①点火正时不正确,应检查点火正时。在需要时调整。
  - ②分电器内潮湿(雨季冷车易发生)。擦干分电器盖和转子分火头。
  - ③分电器盖损坏,检查分电器盖是否有接头松动、开裂或污迹现象。需要时清洁或更换。
  - ④点火高压阻尼线没有按正确的点火顺序连接,应按正确顺序连接。
- (3)发动机仅在点火开关位于起动位置时才运转。电阻线断开或电阻过大。应更换电阻线或线束总成。
  - (4)在点火开关断开后发动机继续运转。起动机电磁开关损坏或交流发电机报警灯电路的二极管短路。应更换电磁开关或二极管。
  - (5)发动机运转不稳定或发动机在高速时缺火。具有表现为以下几点。
    - ①火花塞积炭或损坏。清洁并调整火花塞间隙或将其更换。
    - ②高压阻尼线损坏(包括电子延时)。检查高压阻尼线,需要时更换。
    - ③点火提前系统故障。检查运转情况,需要时更换。
    - ④起动机电磁开关s接线柱短路。更换电磁开关。
    - ⑤触发轮销丢失,要重新装销。
    - ⑥高压阻尼线未按正确点火顺序连接。应按正确顺序连接。
    - ⑦连接点火的气缸间两火花塞的高压阻尼线并排排列。应重新排列。
  - (6)燃油消耗过多。检查点火正时,需要时调整;检查点火提前系统的运转情况,需要时更换。
  - (7)点火正时提前或不稳定。检查真空提前装置过多的运转情况,需要时更换;检查离心提前装置的重块是否黏结,擦去脏物、锈蚀。
  - (8)真空不起作用。具有表现为以下几点。
    - ①真空提前装置故障。应更换真空提前装置。
    - ②真空提前装置过多调整螺钉逆时针转动。应顺时针转动螺钉,使提前角在规定的范围内。
    - ③传感器线圈轴受到腐蚀。应清洁线圈轴。
  - (9)运转间断。具有表现为以下几点。
    - ①电线接头松动或受到腐蚀。去除腐蚀,加电器油脂。
    - ②传感器线圈故障。测试传感器线圈。
    - ③点火控制装置损坏。测试控制装置。
    - ④分电器搭铁插头松动。清洁并紧固搭铁接头。
    - ⑤分电器电线互相断路或搭铁。检查电线是否有破损、皱褶或烧坏现象。
    - ⑥触发轮销丢失,应装销。



## 学习单元四 柴油机燃料供给系统的检测与诊断

### 一、柴油机供油压力的检测



视频  
示波器的使用

柴油机燃料供给系统工作性能的好坏,在很大程度上取决于喷油泵和喷油器的工作质量。喷油泵和喷油器的工作质量,可通过高压油管中的压力变化情况及针阀升程情况被反映出来。因此,用示波器观测高压油管中的压力波形与喷油泵凸轮轴转角的对应关系,观测喷油器针阀升程与凸轮轴转角及高压油管中压力的对应关系,如此就可以判断柴油机供给系统的工作是否良好。

#### 1. 高压油管内压力的变化规律

图 2-16 所示为在有负荷情况下实测得到的高压油管内压力  $p$  和喷油器针阀升程  $S$  随凸轮轴转角  $\theta$  变化的关系曲线。由于在高压油管内靠近喷油泵端和靠近喷油器端的压力并不完全相同,因此,分别给出了燃油喷射过程中这两端的压力变化曲线。图中,高压油管中的压力  $p_0$ 、 $p_{\max}$ 、 $p_b$ 、 $p_r$  分别表示针阀的开启压力、最高压力、针阀关闭压力和油管中的残余压力。在整个燃油喷射过程中,高压油管中的压力变化可分为以下三个阶段。

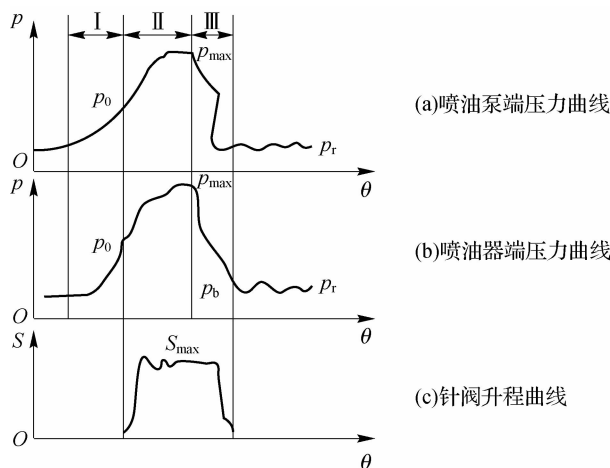


图 2-16 高压油管内压力曲线和针阀升程曲线

第 I 阶段为喷油延时阶段,对应于从喷油泵泵油压力上升,超过高压油管内的残余压力  $p_r$ ,燃油进入油管使油压升高到针阀开启压力  $p_0$  的一段时间,即喷油泵供油开始点至喷油器喷油开始点的一段时间。若针阀开启压力  $p_0$  过高、高压油管渗漏、出油阀偶件或喷油器针阀偶件不密封而使残余压力  $p_r$  下降,以及增加油管长度或增加高压油系统的总容积,均会使喷油延时阶段延长。

第 II 阶段为主喷油阶段,其长短取决于喷油泵柱塞的有效供油行程,并随发动机负荷大小而变化,负荷越大,则该阶段越长。



第Ⅲ阶段为自由膨胀阶段,当柱塞有效行程结束、出油阀关闭后,尽管燃油不再进入油管,但由于油管中的压力仍高于针阀关闭压力  $p_b$ ,燃油会继续从喷空中喷出。若油管中最大压力  $p_{\max}$  不足,则该阶段缩短,反之则该阶段延长。

由上述分析可见,喷油泵的实际供油阶段为第Ⅰ、第Ⅱ阶段,喷油器的实际喷油阶段为第Ⅱ、第Ⅲ阶段。当循环供油量一定时,若第Ⅰ阶段延长、第Ⅲ阶段缩短,则喷油器针阀开启所对应的凸轮轴转角减少,喷油量就减少;若第Ⅰ阶段缩短、第Ⅲ阶段延长,则喷油量就增大。这就说明高压油管内在压力波形曲线上三个阶段的长短,会对该缸工作性能产生重要影响。而实际上对于燃油供给系统正常的发动机,其标准供油压力波形曲线上的三个阶段都对应着合适的凸轮轴转角,而且各缸供油压力波形基本一致。对多缸发动机而言,若各缸供油压力曲线上的第Ⅰ、第Ⅱ和第Ⅲ阶段不一致,则其会严重影响发动机的工作性能。

## 2. 波形分析

对高压油管内的压力波形,可用全周期单缸波、多缸平列波、多缸并列波和多缸重叠波四种形式进行观测。

(1)全周期单缸波。全周期单缸波是将某一缸高压油管中的压力随喷油泵凸轮轴转过  $360^\circ$  的变化情况显示出来的波形,如图 2-17 所示。波形上有一个人工移动的亮点,指针式表头可以指示出亮点所在位置的瞬态压力。因此,移动亮点可测出某缸高压油管中的残余压力  $p_r$ 、针阀开启压力  $p_0$ 、针阀关闭压力  $p_b$  和最大压力  $p_{\max}$  等。

(2)多缸平列波。多缸平列波是以各缸高压油管内的残余压力  $p_r$  为基线,将各缸波形按着火次序从左向右首尾相连所形成的波形,如图 2-18 所示。利用该波形可观测各缸的  $p_0$ 、 $p_b$  和  $p_{\max}$  点在高度上是否一致,因而它可用于比较各缸  $p_0$ 、 $p_b$  和  $p_{\max}$  值的大小。

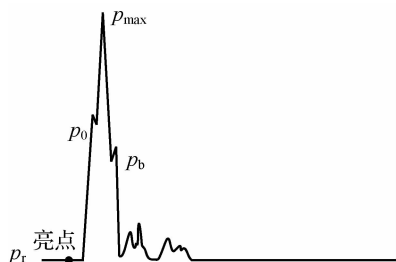


图 2-17 全周期单缸波

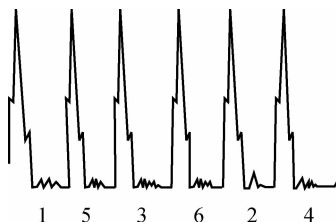


图 2-18 多缸平列波

(3)多缸并列波。多缸并列波是指将各缸波形按着火次序自下而上单独放置并将其首部对齐所形成的波形,如图 2-19 所示。利用该波形能观测各缸波形三个阶段面积的大小,可用于比较各缸供油量、喷油量的一致性。

(4)多缸重叠波。多缸重叠波是指将各缸波形之首对齐并重叠在一起所形成的波形,如图 2-20 所示。利用该波形可观测各缸波形在高度、长度和面积上的一致性,可用于比较各缸的  $p_0$ 、 $p_b$  和  $p_{\max}$  以及供油量和喷油量的一致性。

除了压力波形的观测外,还可进行针阀升程波形的观测。针阀升程是判断实际喷油情况的重要参数。通过对针阀升程波形的观测,可发现喷油器有无二次喷射、间断喷射或停喷等故障。

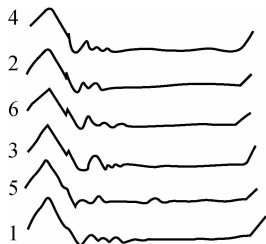


图 2-19 多缸并列波

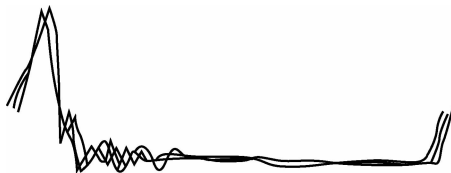


图 2-20 多缸重叠波

### 3. 波形检测的方法

使用 CFC-1 型柴油发动机测试仪,对某 6 缸柴油机的供油压力进行测试,说明波形的检测与分析,该柴油机的着火次序为 1—5—3—6—2—4。按仪器使用说明书要求,在将示波器预热、自校、调试后,将串接式油压传感器按要求安装在高压油管与喷油器之间,或将外卡式油压传感器按要求卡在高压油管上。经过预热的柴油机处于工作状态,然后通过按键选择,即在屏幕上可出现被测的多缸平列波、多缸并列波、多缸重叠波或全周期单缸波,并可对之进行以下检测。

(1) 高压油管内瞬态压力的检测。柴油机在 800~1 000 r/min 下稳定运转,通过按键选择,使屏幕出现稳定的多缸平列波;再通过选缸键,从多缸平列波上选出被测缸的全周期单缸波。此时,屏幕上仅存被测缸的全周期单缸波,可进行对该缸高压油管内瞬态压力的测量。调正时灯上的电位器,有一亮点沿全周期单缸波形移动,亮点所在位置的瞬态压力由表头指示。由此可分别测出喷油器针阀开启压力  $p_0$ 、关阀压力  $p_b$ 、最大压力  $p_{max}$  和油管残余压力  $p_r$ 。

当发动机空转且循环供油量很小时,有  $p_0 = p_{max}$ ,即针阀开启压力等于油管内最大压力。

同一台发动机各缸的  $p_0$ 、 $p_{max}$ 、 $p_b$  和  $p_r$  应该相等,并应符合原厂要求。当喷油压力不符合要求时,应拆下喷油器,在专用喷油器试验器上对其进行调试。

(2) 各缸供油量一致性的检测。经过上一项检测,在各缸  $p_0$ 、 $p_{max}$ 、 $p_b$  和  $p_r$  一致的情况下,可进一步比较各缸供油量的一致性。先将发动机调到需要的转速,一般是中速或中高速。然后通过按键选择调出该机的多缸重叠波,观测波形在 I、II、III 阶段的重叠情况。若波形三个阶段重叠较好,说明各缸供油量比较一致;若波形三个阶段重叠不好,说明各缸供油量不一致。其中,波形三个阶段窄的缸供油量小,波形三个阶段宽的缸供油量大。通过选缸键,可以找出是哪一缸的供油量不正常;也可以调出多缸并列波对之进行比较,但波形幅度要适当被调小些。

## 二、柴油机供油正时的检测

供油正时是指喷油泵正确的供油时刻,一般用供油提前角表示。供油提前角是指在喷油泵某缸开始供油时,该缸活塞距压缩终了上止点的曲轴或凸轮轴转角。柴油在气缸中燃烧存在着着火落后期,要想使活塞在压缩终了上止点附近获得最大爆发压力,喷油器必须在该上止点前开始喷油。喷油泵在向喷油器供油时,由于高压油管的弹性变形和压力的升高及传递都需要一定时间,因此,开始供油时间应比开始喷油时间还要提前。



供油提前角的大小对柴油机的工作过程影响很大。当供油提前角过大时,气缸内燃油的速燃期在压缩终了上止点前发生,即气缸内爆发压力的峰值在活塞到达上止点前出现,这将造成功率下降、工作粗暴、油耗增加、着火敲击声严重、怠速不良、加速无力及起动困难等现象;当供油提前角过小时,气缸内的速燃期在压缩终了上止点后较远处发生,使爆发压力的峰值降低,同样造成功率下降、油耗增加、加速无力等现象,且会引起发动机过热现象发生。

因此,柴油机能具有一个最佳供油提前角是非常重要的。所谓最佳供油提前角,是指在转速和供油量一定的情况下,能获得最大功率、最小耗油率和最佳排气净化的供油提前角。对于运行中的柴油机,其最佳供油提前角应随转速和供油量的变化而变化。转速越高、供油量越大,最佳供油提前角也应越大。为此,在有些柴油机的喷油泵上装有供油提前角自动调节器,其能在初始供油提前角的基础上,随转速的变化自动调节。

在柴油机使用过程中,如发觉供油正时有问题或在喷油泵拆下检修后重新装回发动机时,均需检查并校正供油正时。

### 1. 经验法

(1) 摇转柴油机曲轴,使1缸活塞处于压缩行程中。当固定标记对准飞轮或曲轴传动带轮上的供油提前角记号或规定角度时,停止摇转。

(2) 检查喷油泵联轴器从动盘上的刻线标记是否与泵壳前端面上的刻线标记对正,如图2-21所示。若两刻线标记对正,则说明喷油泵第1缸供油正时;若联轴器从动盘刻线标记还未到达泵壳前端面上的刻线标记,则说明第1缸供油过迟;反之,若联轴器从动盘上的刻线标记已越过泵壳前端面上的刻线标记,则说明第1缸供油过早。若喷油泵第1缸开始供油时间过早或过晚,应松开联轴器的固定螺钉,在上述一对刻线标记对正的情况下将其紧固。

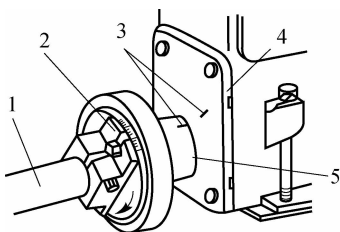


图 2-21 喷油泵的供油正时

1—驱动轴; 2—联轴器主动盘; 3—第1缸开始供油记号;  
4—泵壳前端面; 5—联轴器从动盘

(3) 路试检验与调整。在路试时应选择平坦、坚硬的直线道路或专用跑道,汽车在走热后以最高挡、最低稳定车速行驶,然后将加速踏板猛踩到底,使汽车急加速运行。此时,若能听到柴油机有轻微的敲缸声且其随着车速提高逐渐消失,则说明供油正时;若有强烈的敲击声而且长时间不消失,则说明供油时间过早;若感到发动机加速无力,无敲击声,则说明供油时间过迟。当供油时间过早或过迟时,只要停车松开喷油泵联轴器,使喷油泵凸轮轴逆转动方向或顺转动方向转动少许,然后紧固螺钉,反复进行路试检验与调整直至供油正时为止。

### 2. 缸压法

使用发动机综合检测仪,采用缸压法可快速检测发动机某缸的供油提前角,其基本原理是:用缸压传感器确定某缸在活塞上止点时的最大压缩压力,用油压传感器确定该缸的供油时刻,而两者之间所对应的曲轴转角即为该缸的供油提前角。



### 3. 频闪法

在频闪原理基础上制成的柴油机供油正时仪,其组成、工作原理和使用方法与汽油机点火正时仪基本相同。

在检测时,供油正时仪的油压传感器串接于第1缸高压油管与喷油器之间或外卡于高压油管上,使油压脉冲信号转变为电信号,并触发正时灯闪光。闪光一次,表示第1缸供油一次,两者具有相同频率。用正时灯对准第1缸压缩终了上止点标记,并在与供油时刻同步闪光时,可看到运转飞轮或曲轴带轮上的供油提前角标记位于固定标记之前,说明第1缸在供油时,活塞尚未到达上止点,供油时刻在活塞到达上止点前。为测得供油提前角的大小,可调整正时灯上的电位计,使频闪时刻延时于供油时刻,逐渐使转动部件上的供油提前角标记接近固定标记,并使两个标记对齐,闪光延时的时间即为供油提前的时间,当经仪器变换为供油提前角数值后,其即可在指示装置上显示出来。

若供油提前角不符合要求,过大或过小,则应调整供油提前角直至符合原厂规定为止。

## 三、喷油器技术状况检测

喷油器的技术状况决定柴油机燃油的喷射质量,对柴油机的燃烧过程和技术性能有着重大影响。喷油器技术状况的检测应在专用试验器上进行,如图2-22所示。试验器由手压油泵、油箱及压力表组成。油箱内的柴油经滤清后流入手压油泵的油腔,当压动手压油泵泵油时,柴油变成高压油经油阀流入喷油器,使喷油器喷油,同时压力表上显示出油压。

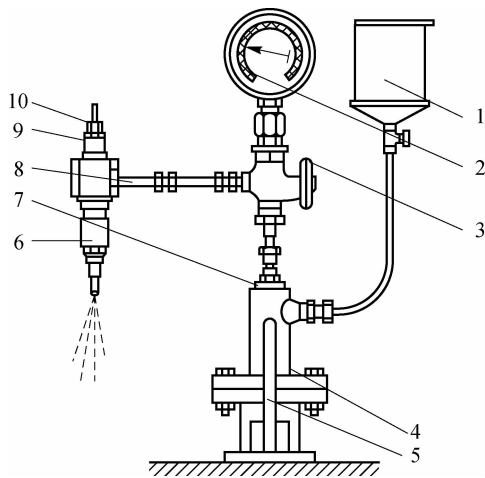


图 2-22 喷油器试验

1—油箱; 2—压力表; 3—开关; 4—高压油泵; 5—手柄; 6—调节螺钉;  
7—锁紧螺母; 8—高压油管; 9—放气螺塞; 10—喷油器

#### 1. 喷油压力测试

拆下试验器的锁紧螺母,旋松调节螺钉,然后把喷油器装在试验器上,压动试验器手柄,排出留在油管和喷油器中的空气和脏物。

以 60 次/min 的速度按压试验器手柄,同时观察喷油器在喷油过程中压力表上的读数。各缸喷油器的喷油压力应相同,并符合制造厂的规定标准。如果喷油器的喷油压力不符合规定,可通过增、减喷油器调压弹簧处的垫片或调整喷油器调压螺钉的旋入量来调节喷油压





力。在旋入调压螺钉时,压力应提高;反之,则压力应降低。

在调整喷油器后,应旋紧试验器锁紧螺母,再次进行喷油压力试验,直至将之调整到符合标准值为止。

### 2. 喷雾质量检查

以 120 次/min 的速度按压试验器手柄,喷油器喷出的油雾束应细小均匀呈雾状,油束的锥角、喷射方向应符合要求。

### 3. 喷油滴漏现象的检查

以较慢的速度按压试验器手柄,或在低于标准喷油压力时停止按压,此时,喷油器喷孔处不应有油滴流出。

## 四、电控高压柴油机喷射共轨系统的检测

柴油机的油耗要比汽油机低 30% 左右。现代电控高压共轨柴油机燃油喷射系统要求其能满足在每工作循环中除实现主喷射外,还需实现预喷射、后喷射甚至多次喷射功能的需要。

预喷射是指在主喷射前百万分之一秒内向缸内喷射少量柴油。通过对预喷射量的控制来实现对着火延迟期内混合气形成数量的控制,从而达到防止柴油机工作粗暴、减小噪声的目的。

后喷射是指在膨胀过程中进行的喷射。后喷射的柴油燃烧放出的热量,可提高柴油机在缓燃期和补燃期的温度,从而降低 CO 的排放量。

多次喷射是指在柴油机的三个工作循环内进行若干次(一般多于 3 次)喷射,其可以根据柴油机工况对喷油速率和喷油规律进行精确控制。

目前,电控高压柴油机燃油喷射系统主要有三种类型,包括分配泵式、泵喷嘴式、共轨喷射式。

分配泵式、泵喷嘴式的致命缺点是喷油压力始终没有摆脱与发动机转速的关系,无法对之单独调节,发动机每循环的喷油次数也受到很大限制。

共轨喷射式由于在喷射油量、喷射压力、喷射时间和喷射次数等方面具有独特的控制柔性,其显示出更多的优越性,在高压喷射系统市场呈现出一枝独秀的局面,而越来越严格的 CO<sub>2</sub> 排放要求及汽车燃油消耗法规也促使其向更安静、更清洁、更省油的电控高压共轨直喷式柴油机发展。到 2006 年,博世公司的高压共轨喷油系统已占 80% 的市场份额。电控共轨喷油系统已成为现代柴油机最重要的核心技术。

### 1. 高压共轨柴油机燃油喷射系统的组成及工作原理

博世(Bosch)电控高压共轨柴油机燃油喷射系统自从 1997 年进入市场以来已发生了许多变化。在这期间,它已发展到第三代甚至第四代共轨喷油系统,特别是在高压的产生和喷油器结构设计方面不断地创新发展后,喷油压力也不断提高,这使得电控高压共轨喷油技术几乎发展到了顶级水平,如表 2-2 所示。

表 2-2 博世(Bosch)高压共轨柴油燃油喷射系统

共轨燃油系统	第一代	第二代	第三代	第四代
高压泵	CP1	CP2	CP3	CP4
共轨油压/MPa	135	160	160/180/200	135
喷油压力/MPa	135	160	160/180/200	250



续表

共轨燃油系统	第一代	第二代	第三代	第四代
主喷射喷油规律	—	—	矩形	矩形、斜坡形、靴形
电控喷油器	电磁阀控制式 (电磁线圈 70~80 V)	电磁阀控制式	压电直接控制式	液力增压式 (电磁阀控制、 压电直接控制)

图 2-23 为 CRS 2.0 共轨式供油系统示意图。

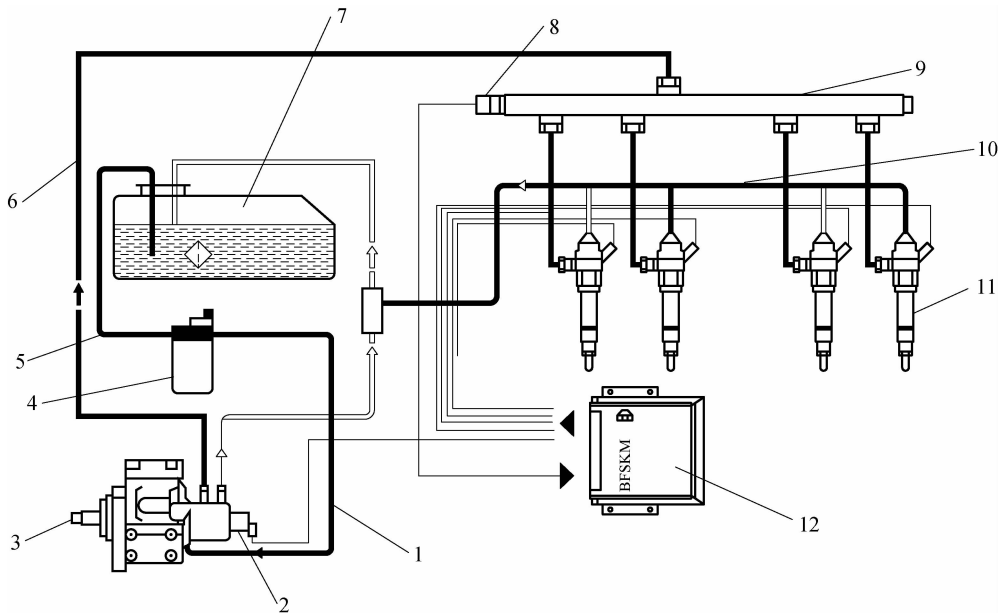


图 2-23 CRS 2.0 共轨式供油系统示意图

1—进油管；2—进油计量比例阀；3—高压泵；4—滤清器；5—回油管；6—高压管路；  
7—油箱；8—共轨压力传感器；9—共轨；10—回油管；11—喷油器；12—ECU

柴油机电控高压共轨系统包括燃油系统和电控系统两部分，燃油系统可分为低压油路和高压油路两部分。

### 1) 低压油路

低压油路为高压油路供给足够的油量，主要零部件有燃油箱，电动燃油泵，(带预热装置的)燃油滤清器，低压回路的进、回油管(节流阀)。

当点火开关接通时，电动燃油泵经燃油继电器由电控单元控制，电动燃油泵先运行大约 3 s，在管路中建立预压力(有利于排除系统中的气泡)。回油压力应保持在 60~90 kPa。

### 2) 高压油路

高压油路由高压燃油泵、共轨管、高压油管、电控喷油器和限压阀(电磁阀)等组成。

燃油从低压油路经安全阀进入高压泵。安全阀的任务是阻止气泡进入高压泵，它的开启压力为 0.05~0.15 MPa。

(1)共轨管。贮存高压输油泵提供的高压燃油，并根据需要分配给各喷油器，即起蓄压器的作用；此外，共轨应能抑制由高压油泵供油和喷油器喷油时引起的压力波动，以保持共



轨中的压力的稳定。

(2)共轨-流量限制器。能在非常情况下防止喷油器常开并持续喷油,即一旦某喷油器常开并持续喷油,导致共轨输出的油量超过一定限值,流量限制器就会关闭该喷油器的供油通道。

(3)共轨-限压阀。限制共轨中的最高压力。

(4)调压阀。根据 ECU 指令实现对共轨压力的闭环控制。

柴油机电控系统包括传感器、ECU、执行器三个部分。

(1)传感器。柴油机电控系统传感器包括以下几种。

①温度传感器,包括进气温度传感器、冷却液温度传感器、燃油温度传感器等。

②压力传感器,包括进气管绝对压力传感器、增压压力传感器、大气压力传感器、排气压力传感器、压差传感器、燃油压力传感器。

③曲轴转速与位置传感器。

④凸轮轴位置传感器。

⑤空气流量传感器,可测量进气量,用于进气控制和废气再循环控制。

⑥宽带氧传感器。

⑦目标设定值传感器,如加速踏板位置传感器、制动开关、离合器踏板开关、车速调节开关、车速传感器、空调开关。

(2)ECU。ECU 的功能与组成和汽油机电控单元基本相同,具有调节和自诊断功能。

(3)执行器。执行器包括电动调速器、溢流控制电磁铁、电子控制正时控制阀、电子控制正时器、电磁溢流阀、高速电磁阀、电子液力控制喷油器等。

## 2. 燃油机共轨喷油系统的检测与故障诊断

柴油机共轨喷油系统故障包括电源故障、电控系统故障和燃油系统故障,诊断流程如图 2-24 所示。

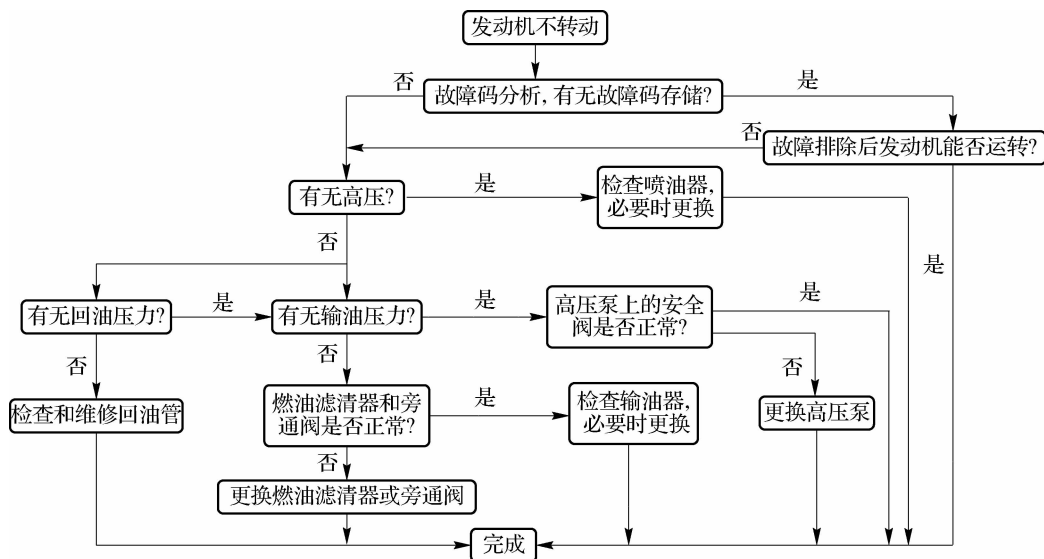


图 2-24 共轨喷油系统故障的诊断流程

第一步,检查柴油机蓄电池电压、电源电路、接地线路是否正常。



第二步,判断是否为电控系统部分故障。

若发动机故障灯亮,表示电控系统自诊断系统有故障码。将故障诊断仪与发动机故障诊断接口相连,读取故障码。借助故障码分析,排除电控系统相关故障。

若无故障码,可利用故障诊断仪中的数据流、元件测试、发动机测试功能等进行分析,判断电控系统的传感器、执行器、连接线路是否正常,进一步排除电控系统故障。

也可利用汽车万用表、汽车示波器通过测量电阻、电压、电流、波形等,检测并判断传感器、执行器、连接电路是否正常。

第三步,在确定电源、电控系统部分正常后,对柴油机燃油系统进行检测诊断。

若想检查柴油机燃油系统故障,应先检查低压油路。

### 1) 低压油路检测内容

(1)检测油管及其连接部分是否密封和完好无损。

(2)检查高压泵前油路是否有气泡。可在高压泵进油口处装一段透明油管。

(3)测量输油压力。在燃油滤清器和高压泵之间接上一段 Y 形管。输油压力一般在 0.2~0.25 MPa 范围内。若输油压力不足,则应检查滤清器(旁通阀)和电动输油泵(30 秒输油量 1 L)。

(4)回油压力。在回油总管和燃油箱之间测量回油压力,其一般在 0.06~0.09 MPa 范围内。

应注意的是,系统对低压油路有非常高的要求,从油箱到泵箱过程中它们之间包括油水分离器和输油泵。其中,油水分离器的保养行程大概在 12 000 km 左右,属于消耗品。目前,国内大部分燃油不能保证清洁度,其达不到欧三燃油标准,非常容易导致油水分离器堵塞,在严重的情况下可能会出现输油泵工作能力下降和油泵柱塞卡死的故障。系统要求油水分离器粗滤 $30\ \mu\text{m}$ 、精滤 $5\ \mu\text{m}$ ,在保养过程中不可用常规滤清器代替。

### 2) 高压油路检测内容

在检查高压油路前,应确保低压油路已无任何故障。

(1)高压泵安全阀。检查其灵活性。

(2)压力调节阀。检测汽车示波器,若控制信号在 0~12 V 范围内为正常。

(3)共轨油压值。通过故障诊断仪判断由压力传感器测量的共轨管油压值是否正常。

(4)喷油器检查。喷油器的测试内容如下。

①检查喷油器的功能。可利用故障诊断仪的喷油量对比和怠速转速对比功能来进行。

②喷油器的控制信号。控制信号电压应在 70~80 V 范围内变化;利用试验转换器(电流钳、示波器)测量出的喷油器控制电流波形是峰值保持型。

③电磁阀线圈的电阻。一般电阻测量值为 0.33  $\Omega$  左右。

④对比喷油器回油量大小。若某一喷油器的回油量相对于其他喷油器过大,则检测该喷油器针阀和阀控制柱塞是否磨损或电磁阀是否密封;若回油量过小,则表明喷嘴滴漏或阀控制室进出油节流量孔堵塞。

## 3. 高压共轨柴油机控制系统常见的故障症状及可能原因

### 1) 发动机不能起动

(1)防盗系统。

(2)电源电压。



- (3)主继电器。
- (4)保险丝/连接电缆/接口。
- (5)发动机转速传感器。
- (6)没有燃油或燃油不正确。
- (7)燃油系统有空气。
- (8)低压油路堵塞、漏气或电动泵不工作。
- (9)预热电路(冬季)。
- (10)高压泵或供轨压力控制装置。
- (11)喷油嘴电磁阀。
- (12)控制单元。
- (13)发动机机械故障。

## 2) 发动机熄火但可再次起动

- (1)保险丝/连接电缆/接口连接松动。
- (2)点火开关触点。
- (3)燃油不正确。
- (4)低压油路堵塞或压力过低(电动输油泵、回油阀)。
- (5)燃油系统有空气(重点低压油路)。
- (6)高压油路(油泵、压力控制装置)。
- (7)高压油泵及喷油嘴控制电路。

## 3) 起动困难

- (1)电瓶电压。
- (2)起动马达。
- (3)继电器及起动开关。
- (4)燃油有问题。
- (5)燃油系统有空气。
- (6)预热系统。
- (7)冷却液温度传感器(冬季)。
- (8)低压油路不畅或压力过低。
- (9)高压油路压力过低。
- (10)共轨压力调节装置。
- (11)喷油器工作不良或控制问题。
- (12)发动机机械系统问题。

## 4) 发动机工作在高怠速

加速踏板位置传感器。

## 5) 暖机过程和加速过程敲缸

- (1)冷却液温度传感器。
- (2)喷油器连接电路。
- (3)喷油器故障。



### 6) 怠速抖动

- (1) 燃油问题。
- (2) 燃油系统有空气。
- (3) 低压油路堵塞或压力过低。
- (4) 喷油器工作不良。
- (5) 喷油器电路。
- (6) 共轨压力传感器和共轨压力调节装置。
- (7) 高压油泵。
- (8) 发动机机械部分。

### 7) 发动机在所有范围动力不足

- (1) 真空系统(真空泵)。
- (2) 空气滤清器堵塞。
- (3) 燃油问题。
- (4) 低压油路供油不畅或压力过低。
- (5) 涡轮增压器失效。
- (6) 加速踏板位置传感器位置不当或信号问题。
- (7) 废气旁通阀。
- (8) 排气制动。
- (9) 中冷器堵塞。
- (10) 增压器后有泄漏。
- (11) 冷却液温度、燃油温度、增压压力传感器。
- (12) 共轨压力传感器。
- (13) 喷油器、高压泵。
- (14) 发动机机械系统。

### 8) 发动机冒白烟或蓝烟

- (1) 冷却液温度传感器。
- (2) 燃油系统有空气。
- (3) 低压油路堵塞。
- (4) 预热系统。
- (5) 机油平面过高。
- (6) 发动机机械系统。

### 9) 发动机冒黑烟

- (1) 空气滤清器堵塞。
- (2) 冷却液温度传感器。
- (3) 涡轮增压器。
- (4) 喷油器及其控制电路(极少)。
- (5) 真空泵。
- (6) 发动机机械系统。



### 10) 发动机过热

- (1) 燃油问题。
- (2) 冷却液温度传感器。
- (3) 冷却风扇。
- (4) 冷却风扇电路。
- (5) 发动机机械系统。

### 4. 柴油机电控共轨系统操作注意事项

(1) 在更换新喷油器或更换发动机控制单元 ECU 后, 都应用诊断仪改写其中的 IQA 码。

(2) 选用合适的故障诊断仪, 其应能尽量覆盖电控单元的以下诊断功能。

- ① 电控单元型号识别。
- ② 读取故障码。
- ③ 消除故障码。
- ④ 数据流。
- ⑤ 元件测试。
- ⑥ 发动机压缩状态试验。
- ⑦ 怠速转速对比。
- ⑧ 喷油量对比。
- ⑨ 机油液面控制。
- ⑩ 废气再循环发动机试验。
- ⑪ 增压压力调节发动机试验。
- ⑫ 喷油器匹配。
- ⑬ 喷油始点基本调整。
- ⑭ 电控单元的自由转换。

(3) 避免燃油高压泄露造成人身伤害。在停机后应等待一段时间然后方可安全操作。

## 学习单元五

## 润滑系统的检测与诊断

摩擦阻力是发动机在起动和运转时的主要内部阻力, 改善润滑状况可减小发动机的机械损失, 提高发动机输出的有效功率; 同时, 当润滑状况不良时, 发动机做相对运动的配合副磨损加剧, 正常配合间隙被破坏, 还容易发生发动机拉缸或烧瓦等破坏性故障。因此, 发动机润滑系统的技术状况对于保障发动机正常工作, 提高使用寿命是非常重要的。

润滑系统检测的主要参数包括机油压力、机油消耗量和机油品质。这些参数既可表征润滑系统的技术状况, 又可反映曲柄连杆机构有关配合副的技术状况。



## 一、机油压力检测

为了给摩擦表面不断供给润滑油,以使摩擦副保持可靠润滑度,润滑系统的机油压力应高于某一最低压力。在低于最低允许压力时,由于润滑不良会使零件磨损加剧而被早期损坏。技术状况正常的发动机应在常用转速范围内,汽油机机油压力应为 196~392 kPa,柴油发动机应为 294~588 kPa。若中等转速下的机油压力低于 147 kPa,怠速时低于 49 kPa,则发动机应停止运转并检查其润滑系统。

发动机润滑系统机油压力的高低首先取决于润滑系统的技术状况,如机油泵性能、限压阀的调整、机油通道和机油滤清器的阻力等;同时,机油压力还与机油品质和机油的温度、黏度有关,机油黏度低、温度高,则机油压力变小;反之,则油压升高。此外,机油压力还与曲轴主轴承、连杆轴承和凸轮轴轴承的间隙有关,轴承在磨损后间隙增大,轴承间隙处的机油泄漏量增大会使机油压力下降。因此,机油压力也常常作为诊断相关轴承间隙的重要参数。若机油泵技术状况正常,则机油压力降低主要是由曲轴主轴颈和连杆轴颈磨损过大引起的。

润滑系统的机油压力值可在汽车仪表盘上的机油压力表上显示出来,但由于机油压力表和油压传感器不能保证必要的测量精度,因此在定期检测时,应采用专用检验油压表。当检测时,首先拆下发动机润滑油道上的油压传感器,装上油压表;然后起动发动机使其在规定的转速下运转,此时油压表上的指示值即为润滑系统的机油压力。

## 二、机油消耗量检测

影响机油消耗量的因素很多,润滑系统渗漏、空气压缩机工作不正常、机油不符合规格、气缸活塞组磨损等都会影响机油消耗量。因此,机油消耗量除可反映发动机润滑系统的技术状况外,还可据此判断发动机气缸活塞组的磨损情况。因为在所用机油牌号正确且其他机构的技术状况正常的情况下,气缸活塞组磨损过多、间隙增大、机油窜入燃烧室燃烧是机油消耗量增大的重要原因。

汽车在正常使用时,发动机的机油消耗量并不大。磨损小、工作正常的发动机,其机油消耗量约为 0.1~0.5 L/100 km;发动机在磨损严重时,可达 1 L/100 km 或更多。

当测定机油消耗量时,只需把汽车在行驶一定里程(1 000~1 500 km)后机油的实际消耗量(L)换算为汽车每百公里的平均机油消耗量(L/100 km)即可。

## 三、润滑油品质检测

汽车发动机的润滑油为机油,机油在使用过程中,由于杂质污染、燃油稀释、高温氧化、添加剂消耗或性能丧失等原因,机油品质逐渐下降直至功能丧失。同时在外观上,其还表现为颜色变黑、黏度上升或下降。

引起机油污染的杂质主要来自于摩擦表面的磨损微粒、外界尘埃以及积炭等;发动机工作不正常、不完全燃烧或缺火可使未燃燃油流入油底壳而使机油稀释;发动机在工作过程中产生的高温,特别是当发动机气缸活塞组磨损严重、间隙增大,在燃烧行程有高温、高压气体窜入曲轴箱时,会加剧机油氧化,生成氧化产物和氧化聚合物而使机油变质。机油中的清淨





分散剂是机油的一种重要添加剂,具有从发动机摩擦表面分散、移走磨损微粒、积炭等功能,使之悬浮在机油中而不沉淀在摩擦表面,以减轻摩擦表面的磨损。由于其在使用过程中的消耗及性能降低,清净分散剂也会逐渐失去其清净分散作用。

综上所述,机油品质下降将严重影响发动机性能,有时会导致严重后果,因而加强对汽车发动机机油的定期检测与分析,实行按质换油,具有极为重要的意义。这样做不仅可以节约机油,保证发动机的良好润滑度,而且可以据此了解掌握润滑系统直至整台发动机技术状况的变化。《营运车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001)明确规定了我国营运柴油车和汽油车的机油换油指标。

机油品质检测与分析的常用方法有滤纸油斑试验法、光谱分析法、不透光度分析法等。

### 1. 滤纸油斑试验法

滤纸油斑试验法利用现代电测方法可快速测定机油的污染程度和清净性添加剂的消耗程度及性能,但不能对机油中各种杂质的成分进行测定。

把一滴在用机油按规定条件滴在专用滤纸上,油滴会逐渐向四周浸润扩散。由于机油中所含杂质数量和粒度不同,剩余清净分散能力不同,所以扩散程度也不同,于是滤纸上形成颜色深浅不同的多圈环形斑点。把滴定的斑点图与标准斑点图谱对比分析,这样就可成为现场分析机油品质的一种简单、快速的方法。该方法能表征在用机油的剩余清净分散性和老化变质程度,在无全套理化性能指标化验检测手段时,可将之作为更换新油的依据。

#### 1) 滤纸斑点图的形态

滴定的在用机油,一般能扩散成 3 个环形斑点,这些分别称为沉积环、扩散环和油环,如图 2-25 所示。

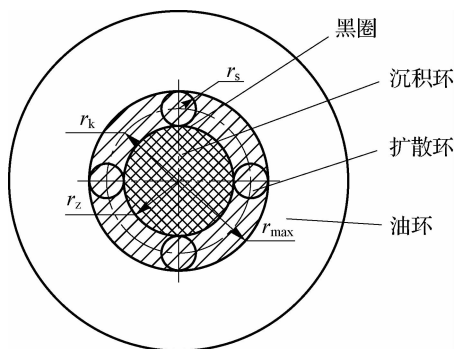


图 2-25 滤纸斑点形态示意图

(1)沉积环。沉积环在斑点图中心,是机油内粗颗粒杂质沉积区,从其颜色的深浅可粗略判断机油被污染的程度。

(2)扩散环。扩散环在沉积环外围的环带,是悬浮在机油内的细颗粒杂质向外扩散时留下的痕迹。杂质颗粒越细,扩散越远,且颜色越浅。扩散环的宽窄和颜色的均匀程度表示机油中污染杂质的分散程度,即机油的清净分散能力或清净分散剂的消耗程度。

(3)油环。油环在扩散环外围的环带,颜色由浅黄到棕红,表示机油的氧化程度。



## 2) 滤纸斑点图滴定方法

滤纸斑点图滴定方法应符合国家相关标准的要求。油样必须在补加新油前发动机运转 5 min 后采取。先把滤纸放在框架上压平,再将油样充分搅拌或摇动,立即将滴油棒浸入油样 3~5 mm 深处,然后提起,等滴油棒上的机油间断滴落时,将第 3 或第 4 滴油滴滴在滤纸的中心。将滴过油的滤纸连同框架平放在无风之处,静置 2~4 h。

将滴定的滤纸斑点图与标准滤纸图谱进行对比分析,即可对在用机油品质做出判断。

## 3) 滤纸斑点图谱及对比分析

按国家相关标准的规定,标准滤纸斑点图谱分 6 级。

滤纸斑点图分析方法比较简单、快速,适合现场作业,但它只能概略地分析机油品质,无法定量分析。

## 2. 光谱分析法

发动机在工作时,机油中的金属微粒含量反映了机油的污染程度。

### 1) 检测方法

光谱分析的测试步骤如下。

(1)按使用说明书的要求对仪器进行预热、调零。

(2)在发动机运转至正常热工况后停车。

(3)用专用注射器从机油加注口吸取 100~150 g 油样将之放入量筒中并贴上标签,写明油样黏度、汽车车号和行驶里程等。

(4)在测试前反复摇晃油样或用超声波处理使所含杂质在机油中均匀分布,然后取 6~8 g 机油油样将之滴入油样池。

(5)按使用说明书的要求操作仪器,打印出测试结果。

### 2) 测试结果分析

光谱分析仅能确定所测油样中金属元素的种类和质量份数,并不能反映金属微粒产生的原因、部位及有关摩擦表面的磨损程度。因此,必须进一步分析测试结果,试验表明有如下结论。

(1)发动机气缸与活塞环配合副的磨损产物约占机油中全部金属微粒的 85%,所以当机油中铁含量过高时,气缸与活塞环磨损严重;其次,当曲轴、凸轮轴的各轴颈和挺杆与凸轮配合副磨损时,也使机油中铁含量数增加;若缸套或活塞环镀铬,则当机油中铬含量增加时,也可表明气缸、活塞环的磨损情况,但铬含量远比铁含量要小。

(2)活塞磨损使机油中的铝含量增加。

(3)在使用含铅汽油时,当气缸窜气量增多或机械式汽油泵膜片渗漏时,机油不仅受到稀释,而且其铅含量增大。

(4)发动机曲轴和凸轮轴使用的滑动轴承多为锡基、铅基、铜基、铝基巴氏合金。当机油中锡、铅、铜、铝等元素增多时,若可知发动机的轴承材料配方,即可判断滑动轴承的磨损情况。

## 3. 不透光度分析法

汽车机油污染分析所用的分析仪有多种类型。利用机油不透光度制成的机油污染测定



仪是最常用的机油不透光度分析法测定仪。

如前所述,发动机在使用过程中,其润滑油的杂质含量将逐渐增多,黏度下降或增加,添加剂性能丧失。表现在外表上,则是润滑油颜色会逐渐变黑。机油污染程度越大,变黑的程度也越大。根据这一现象,可通过测量一定厚度机油膜的不透光度来检测机油的污染程度。

机油污染测定仪的结构原理如图 2-26 所示。稳压电源保证光源和电桥电路的电压稳定;油池由两块玻璃构成,两者之间具有确定的间隙,用于放入机油试样,以形成确定厚度的机油膜;电桥的一个臂上装有光导管,当电源发出的光线透过油膜照射到光导管上时,作为一个桥臂的光电管电阻发生相应变化,以此判定机油的污染程度。

当测定机油污染程度时,首先在油池内放入所测机油的标准油样(清洁机油),调整参比电阻使电桥平衡,此时透光度计指示为零;然后把发动机曲轴箱油尺上的机油作为测试油样滴入油池。由于测试油样已受到污染,油池内测试油样油膜与标准油样油膜的透光度有差异,光源照到光电管上的光线强度也有差异,从而会引起光电管电阻值的变化使电桥失去平衡。所测油样污染程度越大,电桥不平衡程度越大,电桥输出的电流越强,透光度计指针偏转越大,从而反映出机油的污染程度。

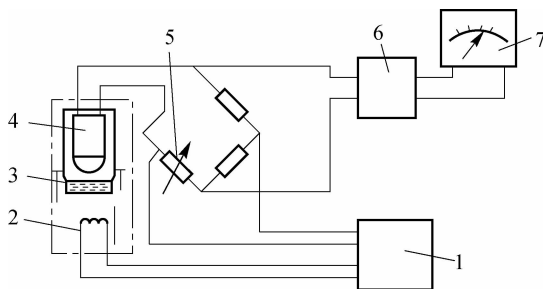


图 2-26 机油污染测定仪的结构原理

1—稳压电源; 2—光源; 3—油池; 4—光导管; 5—参比电阻; 6—直流放大器; 7—透光度计

## 四、润滑系统常见故障诊断

### 1. 机油压力过高

#### 1) 故障现象

发动机在正常温度和转速下工作时,机油压力表指示压力超过规定值。

#### 2) 故障原因

- (1) 限压阀调整不当。
- (2) 气缸体润滑油道有堵塞处。
- (3) 机油滤清器滤芯堵塞,且旁通阀开启困难。
- (4) 机油压力表或机油压力传感器不良或失效。
- (5) 机油黏度过大。
- (6) 发动机曲轴主轴承或连杆轴承间隙过小。

#### 3) 故障诊断

若发现机油压力过高,应熄火查明原因,否则容易冲裂机油细滤器盖和机油压力传



感器。

(1)检查机油黏度是否过大,若正常则进行下一步检查。

(2)换用新机油压力表及其传感器,运转发动机,查看机油压力是否正常。若机油压力正常,则说明原机油压力表或机油压力传感器失效;若机油压力仍高,则进行下一步检查。

(3)检查限压阀是否调整不当,弹簧是否过硬。对于新装发动机,还应检查主轴承、连杆轴承和凸轮轴轴承的间隙是否过小。若正常则进行下一步检查。

(4)检查机油滤清器滤芯是否堵塞,旁通阀弹簧是否过硬。若正常则进行下一步检查。

(5)检查润滑系统油道是否堵塞。

## 2. 机油压力过低

### 1)故障现象

(1)发动机在被发动后,机油压力很快降低,蜂鸣器报警或报警指示灯亮。

(2)发动机在运转中的机油压力始终过低。

### 2)故障原因

(1)油底壳内机油不足。

(2)机油黏度小,不符合要求。

(3)限压阀调整不当,或其弹簧折断、弹力不足。

(4)机油滤清器旁通阀不密封,或其弹簧折断、弹力不足。

(5)机油进油管接头松动或油管破裂。

(6)机油泵磨损严重,使供油压力过低。

(7)机油集滤器堵塞。

(8)曲轴主轴承、连杆轴承或凸轮轴轴承间隙过大。

(9)机油压力表或其传感器失效。

### 3)故障诊断

(1)检查机油量是否不足。拔出机油尺检查油面高度,如过低应及时加机油。

(2)检查机油黏度是否过小。用拇指和食指蘸少许机油,两指拉开,两指间应有油丝,否则为机油过稀。

(3)若机油量充足,黏度正常,则检查机油压力表及其传感器。可换用新机油压力表及其传感器,运转发动机查看机油压力是否正常。若机油压力正常,则说明原机油压力表或其传感器失效;若机油压力仍低,则进行下一步检查。

(4)拆下机油传感器,短时间内起动发动机,若机油喷出无力,则应检查限压阀弹簧是否过软,限压阀是否不密封。若限压阀有故障,则应更换损坏的零件。在限压阀正常时,进行下一步检查。

(5)检查机油滤清器旁通阀是否因堵塞而不能开启,若有故障,则更换机油滤清器;若正常,则进行下一步检查。

(6)拆下油底壳,检查集滤器是否堵塞,机油进油管接头是否松动或油管破裂。若正常,则进行下一步检查。

(7)检查机油泵是否磨损严重,若机油泵工作正常,则油压过低可能是由曲轴主轴承、连杆轴承、凸轮轴轴承的间隙过大所致,应检查这些间隙。



视频  
更换机油  
滤清器



### 3. 机油消耗过多

#### 1) 故障现象

- (1) 机油消耗率超过正常值。
- (2) 排气管冒蓝烟。

#### 2) 故障原因

发动机机油消耗量过多,有两种可能:机油外漏或机油进入燃烧室被烧掉。其可能原因如下。

- (1) 缸壁间隙过大或活塞环密封性变差,其使机油窜入燃烧室燃烧。
- (2) 活塞环装配不当,如锥面环、扭曲环上下方向装反,则在发动机工作时活塞环具有向燃烧室泵油的作用,不断地将润滑缸壁的机油刮入燃烧室燃烧。
- (3) 活塞环的端隙、背隙及边隙过大以及活塞环在安装时有对口现象,这些均容易使机油进入燃烧室。
- (4) 气门导管磨损过度,气门杆油封损坏,使机油容易进入燃烧室。
- (5) 曲轴箱通风不良,会使曲轴箱内的气体压力和机油温度升高,气体压力升高容易造成机油渗漏和蒸发,使之进入气缸燃烧,使机油消耗过多。
- (6) 机油压力过高,容易导致机油窜入燃烧室燃烧。
- (7) 机油渗漏,如正时齿轮室、后油封等密封不良。
- (8) 空气压缩机的活塞与缸壁间隙过大。

#### 3) 故障诊断

(1) 检查发动机各部件外表面有无漏油处或漏油痕迹。应重点检查主要漏油部位,如曲轴前端和后端、凸轮轴后端油堵。若有漏油处,应进行检修。

(2) 检查机油是否被吸入气缸燃烧而损耗。在发动机工作时,若排气管明显冒蓝烟,则说明机油进入燃烧室参与了燃烧。当发动机高速运转或急加速时,排气管大量冒蓝烟,同时机油加注口也向外冒蓝烟,则说明活塞、活塞环与气缸壁磨损过度,或者活塞环的端隙、边隙、背隙过大,或者活塞环卡死、开口转到一起、弹力不足,或者扭曲环方向装反等,使机油容易窜入燃烧室。若当发动机大负荷运转时,排气管冒蓝烟而机油加注口不冒烟,则表明气门导管磨损过度,气门杆油封损坏,使机油被吸入燃烧室。

(3) 检查机油压力是否正常。若机油压力过高,则其有可能引起机油燃烧,应检查发动机润滑系统,排除机油压力过高的故障可能。

(4) 检查曲轴箱通风情况。曲轴箱通风不良,不但造成机油渗漏、蒸发,还能使油底壳衬垫或气门室盖衬垫被冲破,造成严重泄漏。此外,汽油机目前大都采用强制封闭式曲轴箱通风装置,因某种因素还会导致机油被大量吸入气缸而燃烧。检查曲轴箱强制通风阀(PCV),若PCV阀变脏、堵塞或损坏,其有可能引起机油燃烧,应予以清洗、维护或更换。

(5) 对于采用气压制动的汽车,当松开湿储气筒放水排污开关后,若发现其伴有大量油污排出,则空气压缩机的活塞、活塞环与气缸壁磨损过度。



## 学习单元六

## 发动机冷却系统故障诊断

发动机冷却系统的技术状况,对发动机的动力性、经济性及可靠性的影响很大。实验资料表明:当冷却水温度从 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 降到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,燃料消耗量约增加 $30\%$ ,功率约降低 $10\%$ ;当冷却水温度从 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 升到 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,耗油量增加,功率却降低约 $5\%$ ;当冷却水温度从 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 降到 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,材料磨损量将增加 $5$ 倍左右。因此,在任何情况下都必须使冷却系统保持在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的最适宜温度,如此才能使发动机正常工作,从而延长其寿命。发动机冷却系统的常见故障有冷却液温度过高(发动机过热)或过低、冷却液消耗过大等。

## 一、发动机过热

### 1. 故障现象

- (1)在发动机起动后,冷却水的温度上升很快。
- (2)运转中的汽车,水温表指针经常指在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上并汽车伴随冷却液沸腾现象。
- (3)发动机易产生突爆、早燃、熄火困难等现象。

### 2. 故障原因

- (1)冷却液量不足或冷却液中水垢过多,致使冷却效能降低。
- (2)没有完全打开汽车的百叶窗。
- (3)冷却液温度表或警告灯指示有误,如感应塞损坏,线路搭铁、脱落或指示表失灵等。
- (4)散热器心管被堵塞或漏水,或其中的水垢过多,散热器片变形,散热器的出水管被吸瘪或被堵塞,如此导致冷却效果下降。
- (5)风扇有故障。例如,风扇皮带松弛或因油污而打滑,风扇离合器失效,温控开关、风扇电动机损坏,叶片变形等。
- (6)节温器失效,不能被正常开启,致使冷却液大循环工作不良。
- (7)水泵有故障。例如,水泵的泵水量不足、水泵皮带过松或因油污而打滑,水泵的轴承旷,水泵轴与叶轮脱转,水泵的叶轮、叶片破损,水泵的密封面、水封漏水,水泵内有空气等。
- (8)点火过迟或过早,混合气过稀或过浓。
- (9)使用发动机不合理,如经常超负荷工作等。

### 3. 故障诊断与排除

- (1)检查冷却液的液面高度是否符合要求,以及冷却液中的锈皮或水垢是否过多等。
- (2)检查百叶窗能否被完全打开。
- (3)检查冷却液的指示装置。在就车诊断时,将连接感应塞的导线与发动机的机体搭铁。若搭铁后水温表指针摆动,说明水温表良好,感应塞有故障;否则,说明水温表有故障。
- (4)检查风扇。先检查风扇的风量,可用一张薄纸放在散热器前面,若薄纸被牢牢吸住,说明风量足够。然后,检查风扇皮带是否过松,叶片有无变形,风扇离合器是否失效等。对



视频  
检查冷却风扇



于电动风扇,应先检查温控开关。若在将其短接后风扇立即转动,说明温控开关损坏;若在短接后风扇仍不转,应检查线路熔断器、继电器、电动机等是否损坏。

(5)检查散热器是否变形、漏水,并触试散热器和发动机的温度。若散热器温度低而发动机温度高,说明冷却水循环不良,应检查散热器出水胶管是否被吸瘪或被堵塞。如果出水管良好,可拆下散热器的进水软管并起动发动机,这时冷却水应被有力地排出,若不排水,说明水泵或节温器有故障。

(6)若上述部位均正常,再检查散热器和发动机各部位的温度是否均匀。如果散热器冷热不均,说明其水管被堵塞。如果发动机的前端温度低于后端温度,则表明其分水管已损坏或被堵塞,应将其拆换。

(7)若非上述原因,则可能是由于水套内的积垢过多,应予以清除。

(8)若在冷却系统正常的情况下发动机仍过热,则应考虑其他系统问题,如点火是否过迟,排气门脚的间隙是否过大,混合气是否过浓或过稀,燃烧室内的积炭是否过多以及机油是否不足等。此外,汽车在上长坡、顺风行驶或在高温季节的条件下,其长时间低速大负荷行驶时也会引起发动机过热。

## 二、冷却液升温缓慢

### 1. 故障现象

- (1)温度指示值低于发动机正常工作温度值。
- (2)发动机运转无力,消声器时有放炮,燃油消耗增加。

### 2. 故障原因

- (1)水温表或水温感应器损坏,指示有误。
- (2)未装节温器或其阀门因黏结而不能闭合。
- (3)当在冬季或寒冷地区行驶时,未关闭百叶窗或未采取车身保温措施。
- (4)冷车快怠速调整过低。

### 3. 故障诊断与排除

- (1)若环境温度较低,应检查百叶窗是否被关闭,是否采取了保温措施。
- (2)检查水温表、传感器及线路是否正常。
- (3)拆检节温器,若损坏则应将其更换。

## 三、冷却液消耗过多

### 1. 故障现象

发动机有漏液现象,冷却液液面下降过快,需经常添加冷却液。

### 2. 故障原因

- (1)散热器损坏,因水泵密封不良或管路接头损坏、松动等造成冷却系统外部渗漏。
- (2)气缸垫损坏,因缸体缸盖处的水套破裂、气缸盖翘曲、缸盖螺栓松动等造成冷却系统内部渗漏。

### 3. 故障诊断与排除

- (1)检查冷却系统有无外部渗漏现象。由于发动机的冷却液通常加有染料着色,若有外



部渗漏,则外部渗漏部位较为明显,应重点检查软管、接头、散热器和水泵等部位。

(2)检查冷却系统有无内部渗漏现象。一般当内部渗漏时其会伴随发动机无力、排气管排白烟、散热器内冒气泡、机油液面升高、机油呈乳白色等现象,这时,应拆检缸体、缸盖和缸垫等。

## 学习单元七

## 发动机异响故障诊断

汽车是由成千上万个零件组成的复杂系统,在使用中其受到机械、电、物理、化学等各方面的作用,以及自然环境、道路等多种因素的影响,同时还受到驾驶员、维修人员等人为因素的制约,汽车出现故障是在所难免的。而随着汽车技术的发展,汽车的性能越来越高,其结构越来越复杂,这给汽车故障的诊断与排除工作增添了许多困难。

统计发现,汽车故障约有70%是通过异响表现出来的,如果能从这种最直观的表现形式中找出故障的一般规律和特点,就会给汽车故障诊断带来极大方便。

### 一、发动机故障与异响

#### 1. 发动机异响确定

##### 1) 发动机正常响声

发动机在各部分配合间隙适当、润滑良好、工作温度正常、燃油供给充分、点火时间准确等条件下运转,无论其转速和负荷(都在额定范围内)怎样变化,虽然它们发出响声的频率、波长、声级和衰减系数不同,但声音都是一种平稳而有节奏、协调而又圆滑的轰鸣声。这种响声被称为发动机的正常响声。

##### 2) 发动机异响声

随着发动机使用时间的增长、操作不当、受到维修质量和自然环境的影响,发动机各零件因磨损、破损、固定松动、老化、接触不良、短路和断路等原因,使发动机在工作中产生的超出规定的响声,称为发动机异响。

#### 2. 发动机异响的分布区域与诊断方法

发动机各零件间都有确定的安装位置和一定的配合间隙,当某处的配合或者相互位置失常时,我们将会听到伴随故障的响声。由此可见,异响是在发动机故障中普遍存在的现象。

当发动机出现异响时,其必然会产生一定程度的振动,对于不同的异响,在机体上察听清楚的位置是不同的。

在没有诊断设备的情况下,对发动机异响的诊断一般均采用直观诊断法。在发动机异响诊断时,一般要根据响声的大小、发出的部位、响声的特征、振动的程度、出现的时机以及声响变化的规律等因素,并结合实践经验找出不同异响存在的相似点和不同点。通过严格区分不同异响各自所具有的特性及一些伴随现象,经认真细致地综合分析判断使异响得到初步诊断。然后,结合不同情况对发动机排气烟色与烟量的观察,对发动机温度、机油压





力的变化和发动机新旧程度,以及使用中的一些相关情况等进行全面分析与推断,从而使异响诊断更为准确。此外,在诊断中还要借助断缸法与简单的诊断仪器辅助法,以及在必要时采用拆下相关小件,运用特殊手段等方法使异响得到确诊。

### 3. 影响发动机异响的因素

零部件的质量(材料质量、加工质量)、配合间隙、润滑条件、温度、负荷、速度以及连接等直接影响各机构、总成和系统的工作;各机构、总成和系统的工作又决定着故障的程度;而发动机故障的严重程度又影响着异响的变化。它们之间既相互联系,又相互影响。

#### 1) 配合间隙

配合间隙是评价发动机装配质量的重要指标,当润滑、温度、负荷和速度等一定时,异响是随配合间隙的增大而变得明显的。例如,活塞与缸套的配合间隙越大,响声也越明显。

#### 2) 润滑条件

润滑是发动机正常工作的重要条件,润滑油既能在摩擦副之间产生润滑油膜以减轻机械磨损,又能带走因摩擦而产生的热量和金属屑。当配合间隙、温度、负荷、速度一定时,润滑油膜的厚度受润滑系统压力和润滑油品质的影响,品质好的润滑油和适宜的压力能产生较好的润滑油膜。润滑油膜越厚,机械冲击就越小,噪声也就越轻,异响就不易发生;反之,异响就会发生且明显而清晰。

#### 3) 温度

发动机在工作时,燃烧室内的温度最高可达数千度。而燃烧产生的热量只有约 35% 转变为机械能,约 65% 的热能由各零部件承受。同时在发动机运转时,零件间的摩擦也能产生数百度的高温。金属零部件受到高温作用发生几何形状变化,这种变形又影响到配合间隙变化,润滑油在高温下易变质和变稀(润滑油黏度下降),这会使润滑油膜由厚变薄,润滑性能变差。

#### 4) 负荷

发动机异响多数与负荷呈正比变化,即负荷越大异响也就越明显。根据异响随负荷变化的规律和特点就可判定故障的性质和位置。例如,发动机稳定在怠速运转,就可听到清晰的活塞敲缸响;而不严重的连杆轴承响则需要在急抖油门时才能听到。活塞敲缸响和连杆轴承响都有故障缸在停止工作后异响减弱或消失的特点,利用这一特点不仅能确定故障的性质,还能找出故障的位置。

#### 5) 速度

发动机之所以出现异响,是因为每种异响都有其特定的振动频率,当运动速度的频率是异响频率的整数倍时,发动机会产生共振现象,于是异响加剧,即每种异响在其响声最明显时都对应一个运动速度段(速度范围),如活塞敲缸响在发动机的低速段最明显;连杆轴承响在发动机的中速段最明显;传动轴不平衡响在汽车中速以上行驶时最明显,随着车速的升高,传动轴的振动也随之加剧。

#### 6) 部位

异响部位一般离故障位置较近,据此可以判定是什么机构、总成或系统出现故障,从而缩小故障的范围。若异响在气门室处明显,则说明气门机构有故障;若在曲轴箱内异响明显,则说明活塞、活塞销、连杆或曲轴轴承有故障等。

## 二、发动机异响诊断

综上所述,不是每种异响都与发动机的转速、负荷、温度、工作循环以及振动区域伴同现



象有关,而只是与其中的某项或数项有关。例如,活塞敲缸声响与发动机的转速、负荷、温度、工作循环和伴同现象有关;连杆轴承发响则与转速、负荷、振动区域伴同现象有关,与温度和工作循环无关。若将每种异响与这些因素的关系加以系统归纳,就构成每种异响的完整特征,即异响特性。异响诊断是指对异响进行特性分析,进而确定异响的部位、原因和程度。

## 1. 曲轴部位异响

### 1) 故障现象

发动机在稳定运转时,一般并无声响,而当发动机转速突然变化时,其会发出沉闷连续的金属敲击声,它比连杆轴承声响钝重,严重时发动机发生很大振动。发动机在负荷变化时,声响明显。发动机转速越高,声响越大。当发动机单缸断火,声响无明显变化,当相邻两缸断火时,声响显著减小,机油压力明显降低。当发动机温度变化时,异响无变化。

### 2) 故障原因

- ①曲轴轴承与曲轴轴颈磨损,导致配合间隙过大,产生撞击声。
- ②安装时,曲轴轴承盖螺栓拧紧力矩没有达到规定值,因此出现轴颈与轴承的撞击声。
- ③曲轴轴向间隙过大,因此导致曲轴前后窜动,使曲轴轴向定位端面与止推垫圈相互撞击而发出声响。
- ④曲轴在弯曲、折断,运转时产生撞击声。
- ⑤轴承内的润滑油不足或过稀,导致润滑不良而使轴承合金烧毁脱落致响。

### 3) 故障诊断

(1)在机油加注口处听察,反复变更发动机转速,当突然加速或减速时,有音调明显、沉闷、钝哑且沉重的“当、当、当”声响。其特征是发动机负荷越大,声响越明显,转速越快,声响越大。用螺钉旋具听察法将螺钉旋具头抵在气缸体两侧的曲轴位置处并对之听察时,不断变更转速,若声响明显,则可将其判断为曲轴轴承作响。

(2)利用单缸断火法听察声响,若无变化,则利用相邻两缸断火法试验,若声响明显减弱,则声响故障即在这两缸之间。

(3)发动机温度越高,机油黏度越低,声响越明显,当高速运转时,声响变为杂乱,则有可能是由曲轴弯曲造成的。

(4)若在高速运转时,机体有较大振动;当汽车载重爬坡时,驾驶室有振动感,且机油压力显著下降,则说明曲轴轴承间隙过大,轴承合金脱落。

(5)前端主轴承发响,第一缸缸盖上方有振动;后端轴承发响,最后一缸缸盖上方有振动;中间轴发响,第3、第4缸缸盖上方有振动,若声频和振频一致,则可断定相应部位曲轴轴承发响。

(6)踩下离合器踏板,若曲轴带轮向前窜动且声响减轻或消失,则断定由曲轴轴向间隙过大导致发响。

(7)发动机后端曲轴部位若发出一种沉闷的“嗒、嗒、嗒”敲击声,其声响有规律地随工作循环而周期性变化,在改变转速时更易发觉,在起动和停止时特别明显,转速越高越响;在刚出现异响时,关闭点火开关,而在发动机即将熄火之际,再立即接通,此时若能听到一声明显的撞击声,而且在每次如此闭起点火开关时,均发出一声撞击声,即可证实是由飞轮紧固螺栓松动撞击而发响。



(8)若发动机转速不高,而机体振动却较大,甚至有摆动摇晃现象,同时发出沉重、声响较大的“嘣、嘣、嘣”的金属敲击声时,则表明曲轴将要折断。

## 2. 连杆轴承响

### 1) 故障现象

(1)它是比曲轴轴承敲击声轻、缓和而短促的“铛、铛、铛”的声响。在怠速时,声响较小;在中速时,声响较为明显;在突然加速时,敲击声随之增大。

(2)当发动机负荷增加时,声响也会随之增大。

(3)当发动机温度发生变化时,声响并不变化。

(4)断火后声响会明显减弱或消失。

### 2) 故障原因

(1)连杆轴承与轴颈磨损过度,从而使径向间隙过大。

(2)连杆轴承盖的紧固螺栓松动或折断。

(3)轴承合金被烧毁或脱落。

(4)连杆轴颈失圆,使轴颈与轴承之间的接触不良。

(5)曲轴主油道被堵塞,集滤器、滤清器过脏,旁通阀与机油泵失效,因此造成油压过低,轴承润滑不良。

### 3) 故障诊断

(1)当在发动机体外听察时,其声响为短促而坚实的“嗒、嗒、嗒”声。

(2)将机油加注口盖打开,倾耳听察,声响比曲轴轴承的敲击声容易被辨认,声响为清脆且音量较大的“当、当、当”声。

(3)若发动机转速由怠速到中速,声响更清晰,且其为连续敲击,随着转速的增高,敲击声更为突出。

(4)若用单缸断火法检查,声响减弱或消失,则说明是该缸的连杆轴承发响。

(5)若声响混杂,出现“咯铃、咯铃”或“哗啦、哗啦”的声响,也可用断火法对之检查,若在单缸断火后,声响减弱,接着下一缸断火,声响又有所减弱或消失,则说明多缸连杆轴承松旷。

(6)在检查声响的同时,注意观察机油压力。若机油压力过低,则说明润滑不良,由此可辅助诊断异响故障所在。

不论发动机温度高或低,在任何转速情况下,其都会发出严重而无节奏性的“铛、铛、铛”声响,且气缸盖振动很强,进行断火或复火试验的结果都一样,则可断定是由于连杆合金层过热熔化造成,应立即拆修。

## 3. 活塞敲缸

活塞敲缸是指在发动机工作行程开始的瞬间(或当活塞上行时),活塞在气缸内摆动或窜动,其头部或裙部与缸壁、缸盖相碰撞的现象。

### 1) 发动机冷态敲缸

(1)故障现象。

①在怠速时气缸盖上部发出有节奏的“嗒、嗒、嗒”金属敲击声,若转速稍高则响声消失。

②由于活塞与气缸壁间隙较大,于低温时出现敲击声,待温度升高后活塞受热膨胀而与缸壁的间隙相应减小,故声响减弱或消失。



- ③单缸断火,声响消失。
- ④发动机火花塞跳火一次,发响两次。

(2)故障原因。

- ①活塞与缸壁磨损造成间隙过大,但其仍处于磨损初期。
- ②在起动发动机时,由于润滑条件不良,机油压力低,致使发动机产生活塞敲缸现象。
- ③缸壁润滑不良。

(3)故障诊断。

①发动机在冷车起动时,发出有节奏的“嗒、嗒、嗒”声。将发动机转速控制在声响最明显范围内(怠速),察看机油加注口是否冒烟,排气管是否冒蓝烟,并将听诊器抵在机油加注口处一面的缸壁,若活塞敲缸,就能听到有规律的敲击声。

②逐缸断火试验,若某缸在断火后其声响减弱或消失,复火时其声响明显增大,不久后又恢复原来声响。发动机在温度升高后其声响由弱至消失,即可诊断为活塞裙部与缸壁敲击。

③若多只活塞敲缸,向发响的气缸内逐一注入少量(20~30 mL)机油,慢慢摇转连杆轴曲柄使机油附于气缸壁和活塞之间,然后起动发动机并听察声响。若某缸敲缸声减轻或消失,但不久又出现,则证明是该缸敲缸。

④若敲缸声仅发生在冷车工作时,在发动机温度升高后,敲缸声消失,这种情况下,车尚可使用,但要尽快对之进行修理。

## 2) 发动机热态敲缸

(1)故障现象。

- ①发动机在高速运转时发出“嘎、嘎、嘎”的连续金属敲击声。
- ②温度升高,声响加重。
- ③发动机在怠速时发出“嗒、嗒、嗒”声,且伴有机体抖动现象。
- ④发动机火花塞跳火一次,发响两次。
- ⑤当某缸断火后,声响反而加重。

(2)故障原因。

- ①连杆轴颈与主轴颈不平行,连杆弯曲或衬套轴向偏斜。
- ②活塞与缸壁间隙过小。
- ③因活塞销装配过紧导致活塞变形。
- ④活塞由于磨损和变形,使椭圆度过小或活塞成反椭圆状。
- ⑤活塞环背隙、端隙过小。

(3)故障诊断。

①发动机在低温时,运转正常无异响,在温度上升后,发动机处于中、高速运转时,发出急促而有节奏的“嘎、嘎、嘎”声响,温度越高,声响越大,而这种声响发生在发动机右侧缸盖与缸体装配处,并易分出前、中、后部位。进行断火试验,其声响没有多大变化,则可将之诊断为连杆变形或连杆装配位置不准。

②发动机在低温时,运转正常无异响,温度上升后,当发动机处于怠速运转时,发出“嗒、嗒、嗒”声,伴有机体抖动现象,且温度越高,响声越大,则可诊断为活塞变形、活塞环过紧,导致活塞与缸壁配合间隙过小或润滑不良。



③若某缸断火试验,声响反而加大,即把它断定为该缸存在敲缸故障。

#### 4. 气门响

(1)故障现象。

①发动机在怠速时,发出有节奏的“嗒、嗒、嗒”声响。

②发动机转速增高,声响也随之变大,在中速以上时,声响变得模糊嘈杂。

③发动机在温度变化或进行断火试验时,声响都不随之变化。

(2)故障原因。

①气门杆端摇臂磨损或螺钉调整不当,使其气门间隙过大,导致侧置式气门挺杆端与调整螺钉碰击,或顶置式气门的摇臂头部与气门端部碰击。

②凸轮磨损过量,在运转中挺杆产生跳动。

③气门弹簧座脱落。

④气门挺杆固定螺母松动或调整螺栓端面不平。

⑤气门导管因积炭过多而咬住气门。

(3)故障诊断。

①在气门室一侧或气门室罩处听察,若声响随发动机转速的不同而改变频率,且高、中、低速时均有声响(与点火过早的声响有明显区别)。同时,发动机在温度变化或断火试验时声响并不随之变化,可诊断为气门响。

②为查明是哪一只气门响,可将气门室盖(罩)拆下,使发动机怠速运转,并交替将塞尺插入气门与挺杆的间隙中,逐个试验。当插入某个气门间隙时,声响减弱或消失,即可将之诊断为因该气门间隙过大而发响。若在塞尺插入后,声响减轻但未消除,再用螺钉旋具撬住气门杆,若声响消除,则说明是因气门杆与导管磨损过量而发响。

#### 5. 气门挺杆响

(1)故障现象。

①发动机在温度变化或断火试验时,声响并不随之变化。

②发动机在怠速运转时,在机体凸轮轴一侧发出有节奏而清脆的“嗒、嗒、嗒”的像小钢球落在石板上的声音。

③发动机在怠速运转时,声响较明显,中速以上可能减弱或消失。

(2)故障原因。

①挺杆与导孔有较大的锥度、椭圆度或配合间隙,当凸轮转动时,侧向力使挺杆撞击导孔壁而发出响声。

②推杆大端球面或凸轮磨损变形,致使挺杆在导孔内转动不灵活甚至不转动。

③凸轮线变形,使之在顶动挺杆时出现跳动。

(3)故障诊断。

①判断某一挺杆是否发响,可用铁丝径向钩住疑有声响的挺杆,若声响减弱或消失,即可断定为该挺杆发响。

②发动机在怠速运转时,听到凸轮轴一侧出现比气门响更坚实、轻脆的声音,若断火试验声响无变化,可将转速提到中速运转试验,此时若声响减弱或消失,则可断定是气门挺杆响。



## 6. 凸轮轴响

(1)故障现象。

①发动机在中速运转时声响明显,且为钝重的“嗒、嗒、嗒”声响,怠速运转也能听到,在高速运转时,声响消失。

②进行单缸断火试验,声响没有变化。

③发响时凸轮轴轴承附近有振动现象。

(2)故障原因。

①凸轮轴及其衬套间配合松旷。

②凸轮轴衬套转动。

③凸轮轴弯曲变形。

④凸轮轴轴向间隙过大。

⑤凸轮轴衬套合金烧毁或脱落。

(3)故障诊断。

①发动机以各种速度运转,若其在怠速时声响清晰,中速时声响明显,高速时声响由杂乱变得减弱到消失,则可断定是因凸轮轴轴向间隙过大或衬套转动造成的异响。

②使发动机在声响较强的转速运转,用螺钉旋具抵在气缸体外部的各节轴承附近部位听诊,若某处声响较强并有振动,则可初步诊断是该节凸轮轴轴颈发响。

## 实训项目一 发动机动力平衡的检测

### 一、实训目的

- (1)学会用发动机综合分析仪进行对发动机动力平衡的检测。
- (2)了解发动机单缸功率的检测原理和检测方法。
- (3)掌握通过发动机单缸断火转速下降值分析和诊断发动机技术状况的方法。

### 二、实训器材/设备

- (1)发动机综合性能分析仪 1 台。
- (2)轿车 1 辆或发动机实验台 1 台。
- (3)常用工具 1 套。

### 三、技术标准与要求

(1)依据《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2012)和《商用汽车发动机大修竣工出厂技术条件第 1 部分:汽油发动机》(GB/T 3799.1—2005)的有关规定,在用汽车发动机功率不得低于原标定功率的 75%;在标准状态下,大修后的发动机最大功率不得低于原设计标定值的 90%。

(2)利用在单缸断火情况下测得的发动机转速下降值,评价发动机各缸的工作状况。工作正常的发动机在某一转速下稳定运转时,发动机的指示功率与发动机运动机件摩擦所消耗的



功率是平衡的,若断开任意一个气缸的工作,发动机的转速都会有相同的下降值。当发动机在 800 r/min 下稳定工作时,每断开一个气缸的工作,正常的转速下降值为:4 缸 150 r/min,6 缸 100 r/min。要求最高和最低下降值之差不大于正常下降值的 30%。

## 四、基本原理

检查各气缸动力性能是否一致是发动机诊断的一个重要内容。检测单缸功率的方法是:先测出发动机的整机功率,再测出在某气缸断火情况下的发动机功率,两功率之差即为断火气缸的功率。对于技术状况良好的发动机,各缸功率应是一致的,否则会使发动机运转不平稳。比较各单缸功率,可判断各缸的工作情况。此外,也可以利用在单缸断火情况下测得的发动机转速下降值,来评价各缸的工作状况。

发动机动力平衡又称气缸工作均匀性,它直接反映气缸的动力性能好坏。如果某一缸的动力性能比较好,当断掉该气缸时发动机的转速下降就比较大;反之,则发动机的转速下降就比较小。

检测动力平衡时,按仪器使用说明连接信号线,根据一定的点火顺序自动断缸,也可手动断缸,测试断缸前后发动机转速下降的百分比,然后用数值或柱形图显示出来。

## 五、操作步骤

- (1)连接蓄电池与发动机实验台。
- (2)检查发动机汽油、机油和冷却水是否足量。
- (3)用电缆将发动机分析仪连接到电源。
- (4)将一缸信号夹在一缸上,将点火初级红色夹夹在发动机断电器接线柱上。
- (5)将断缸电缆适配器上带夹子的一端与初级点火线圈相连(红正黑负)。
- (6)在接好测试电缆后起动发动机,发动机转速稳定在 750~800 r/min 范围内。
- (7)进入气缸系统分析,进行动力平衡测试。选择正确的气缸数并输入正确的点火顺序。
- (8)每个气缸的断缸时间为 4 s,断缸后的恢复时间为 10 s。
- (9)记录断缸前后发动机的平均转速和各气缸转速下降的百分比。

## 六、分析思考

- (1)简述发动机动力平衡的检测方法。
- (2)根据检测结果,分析发动机各气缸的工作状况。
- (3)某气缸在断缸后转速下降很小说明存在哪些故障。

## 实训项目二 气缸压缩压力的检测

### 一、实训目的

- (1)学会使用气缸压力表检测发动机的气缸压缩压力。



- (2)了解气缸密封性的多种检测方法。
- (3)掌握对气缸压力降低原因的分析 and 诊断方法。

## 二、实训器材/设备

- (1)轿车 1 辆或发动机实验台 1 台。
- (2)气缸压力表 1 个。
- (3)空气压缩机 1 台。
- (4)发动机专用工具 1 套,常用工具 1 套。

## 三、技术标准与要求

(1)根据《营运车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001)的有关规定,发动机各气缸压力应不小于原设计规定值的 85%,每缸压力与各气缸的平均压力之差:汽油机应不大于 10%,柴油机应不大于 8%。

(2)根据《汽车修理质量检查评定方法》(GB/T 15746—2011)的规定,大修竣工发动机的气缸压力应符合原设计规定,每缸压力与各缸平均压力的差:汽油机不超过 10%,柴油机不超过 8%。

(3)气缸压缩压力值不仅与气缸密封程度有关,还与曲轴转速有关。在用起动机带动已拆除全部火花塞或喷油器的发动机运转时,其规定转速和气缸压力值应参考汽车制造厂推荐标准。

## 四、基本原理

气缸密封性与气缸、气缸盖、气缸衬垫、活塞、活塞环和进排气门等包围工作介质的零件有关。在发动机使用过程中,由于上述零件的磨损、烧蚀、结胶、积炭,其会引起气缸密封性下降。气缸密封性是表征气缸组技术状况的重要参数,气缸压缩压力是气缸密封性的诊断参数之一,通过检测气缸压缩压力足以说明气缸密封性问题。

发动机气缸压缩压力取决于压缩比和气缸的密封性。为确保发动机具有一定的动力性和经济性,根据发动机压缩比的不同,其最低压缩压力应在 440~780 kPa 范围内(汽油发动机)或 2.0 MPa(柴油发动机),否则属于故障。如果活塞、活塞环与气缸壁间隙过大,活塞环弹力不足、卡滞、对口,气门和气门座接触不密合、气门间隙过大或过小,气缸衬垫漏气等,其都会使气缸压缩压力降低,从而导致发动机动力性及经济性下降。

## 五、操作步骤

### 1. 检测步骤

- (1)使发动机正常运转,使水温达 75 °C 以上。
- (2)停机后,拆下空气滤清器,用压缩空气吹净火花塞或喷油器周围的灰尘和脏物,然后卸下火花塞或喷油器,并将之按气缸次序放置。
- (3)对于汽油发动机,还应把分电器中央电极的高压线拔下并搭铁,以防止电击或着火。
- (4)把气缸压力表的橡胶接头插在被测气缸的火花塞孔内,并把它扶正压紧。
- (5)节气门和阻风门置于全开位置,用起动机转动曲轴 3~5 s(不少于四个压缩行程),





待压力表指针指示并保持最大压力后停止转动。

(6)取下气缸压力表,记下读数,按下单向阀使压力表指针回零。

(7)按上述方法依次测量各缸压缩压力,每缸测量次数不少于两次。

## 2. 结果分析

测得的结果若低于原设计规定,可向该缸火花塞或喷油器孔内注入适量机油,然后用气缸压力表重测气缸压力,并进行以下分析。

(1)若第二次测出的压力比第一次高,接近标准压力,表明气缸、活塞环、活塞磨损过大,或由活塞环对口、卡死、断裂及缸壁拉伤等原因造成气缸密封不严。

(2)若第二次测出压力比第一次略高,但仍比标准压力低,表明进排气门或气缸垫不密封。

(3)若两次检测结果均表明某相邻两缸压力都相当低,说明两缸相邻处的气缸垫烧损窜气。

进一步准确判断故障部位,可采用如下简易方法(以汽油机为例)。

(1)卸下空气滤清器,打开散热器盖和加机油口盖,用一根接压缩空气的胶管通过锥形橡皮头插在火花塞孔内。

(2)摇转发动机曲轴,使被测气缸活塞处于压缩终了上止点位置,然后将变速器挂低挡,拉紧手制动器操纵杆,打开压缩空气(600 kPa 以上)开关,注意倾听漏气声。

(3)若在进气口处听到漏气声,则进气门不密封。

(4)若在排气消声器处听到漏气声,则排气门不密封。

(5)若在散热器加水口处看到有气泡或听到漏气声,则气缸衬垫不密封造成气缸与水套相通。

(6)若在相邻气缸火花塞口处听到漏气声,则该两缸之间的气缸垫烧损窜气。

(7)若在加机油口处听到漏气声,则气缸活塞配合副不密封。

## 六、分析思考

(1)叙述用气缸压力表测量气缸压缩压力的过程。

(2)分析气缸压缩压力过低或过高的原因。

## 实训项目三 发动机进气歧管真空度检测

### 一、实训目的

(1)学会用汽车专用真空表检测发动机的工作状况。

(2)熟悉发动机进气歧管真空度的检测方法和步骤。

(3)能根据进气歧管真空度的变化分析发动机的工作状况。

### 二、实训器材/设备

(1)轿车 1 辆或发动机实验台 1 台。

(2)真空表 1 个,正时灯 1 个,转速表 1 个。



- (3)空气压缩机 1 台。  
(4)常用工具 1 套。

### 三、技术标准与要求

(1)按原厂说明书调整被测发动机的点火正时,预热发动机使冷却水温度达  $75^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

(2)根据《商用汽车发动机大修竣工出厂技术条件第 1 部分:汽油发动机》(GB/T 3799.1—2005)的规定,在正常工作温度和标准状态下,发动机在怠速运转时,进气歧管真空度符合原设计规定,其波动范围:6 缸汽油发动机一般不超过 3 kPa;4 缸汽油发动机一般不超过 5 kPa。

(3)进气歧管真空度是一项综合性诊断参数,可以表征气缸密封性、点火正时、配气正时、空燃比等是否符合要求。

(4)若真空表读数过高、过低、不规则摆动,其对应各种不同的故障,见表 2-3。

表 2-3 真空表读数与发动机状况的对应关系

序号	检测条件	真空表显示	技术状况
1	在海平面高度,发动机怠速运转时	真空表指针稳定在 $57 \sim 71$ kPa 范围内	正常
2	当迅速开启、关闭节气门时	指针能随之摆动在 $6.8 \sim 84$ kPa 之间	表示良好
3	发动机怠速运转	表针低于正常值( $60 \sim 70$ kPa)	主要是活塞环、进气歧管或化油器衬垫漏气,也可能与点火过迟或配气过迟有关
4	发动机怠速运转时,突然开启节气门	表针回落到零附近	主要是活塞环、进气歧管或化油器衬垫漏气
5	发动机怠速运转时,突然开启、关闭节气门	表针回跳不到 85 kPa	
6	发动机怠速运转	表针时时跌落在 13 kPa 左右	节气门有可能被结胶粘住
7	发动机怠速运转	表针有规律地下跌数千帕	某气门烧坏
8	发动机怠速运转	表针跌落 7 kPa	表示气门与座不密合
9	发动机怠速运转	表针很快地在 $47 \sim 60$ kPa 之间摆动	表示气门与导管磨损
10	发动机加速	表针由快速摆动到指针稳定	
11	发动机怠速运转	表针在 $33 \sim 75$ kPa 之间缓缓摆动	表示气门弹簧弹力不足
12	提高发动机转速	表针由缓缓摆动到剧烈摆动	
13	发动机怠速运转	表针停留在 $27 \sim 50$ kPa 之间	表示气门机构失调,气门开启过迟
14	发动机怠速运转	表针跌落在 $47 \sim 50$ kPa 之间	表示点火时刻过迟
15	发动机怠速运转	表针在 $47 \sim 53$ kPa 之间缓缓摆动	表示火花塞电极间隙太大、太小或分电器断电触点接触不良



续表

序号	检测条件	真空表显示	技术状况
16	发动机怠速运转	表针在 17 kPa 以下	表示进气歧管或化油器衬垫漏气
17	发动机怠速运转	表针在 17~65 kPa 之间大幅摆动	表示气缸垫漏气
18	发动机怠速运转	表针最初指示较高,然后跌落到零,接着又返回到 53 kPa	表示排气管、消声器堵塞
19	发动机怠速运转	表针在 40~58 kPa 之间缓缓摆动	表示化油器调整不当

#### 四、基本原理

发动机在运转过程中,在进气歧管内将会产生一定的真空度,而这一真空度的大小、稳定与否将直接反映出发动机的总体性能与故障部位。在测量一台发动机时,只要发动机能转动,在不同转速范围内均可对发动机的真空度进行测量,在测量时把真空表接于节气门后方的进气歧管上,如此就可通过不同的转速与读数来分析和判断故障的部位。

真空度是低于大气压的压力值,测量单位一般是 kPa。一台性能良好的发动机在运转时的真空度比较高。当节气门在任何角度保持不变时,只要发动机转速加快,或是进气歧管无泄漏且气缸密封性良好,其真空度就会增加。当发动机运转比较慢或气缸进气效率变低时,那么歧管内的真空度就会变低。

#### 五、操作步骤

(1)检查发动机机油、冷却水、燃油是否正常;检查起动电源(蓄电池)连线是否正确,并进行发动机起动前的准备工作。

(2)起动发动机,将发动机预热至正常工作温度。

(3)调整点火正时至正确位置,调整发动机怠速至正常工作状况。

(4)将发动机熄火,把真空表连接软管接至发动机进气歧管真空检测口处。

(5)准备转速表,检查转速表检测条是否粘贴牢固和正确。

(6)连接正时灯,将电源线连接在电瓶上,注意接线的正负极性。

(7)起动发动机,并观察真空表的指针读数。

(8)改变节气门开度,观察发动机在各工作状况下真空表指针的变化并加以记录。

(9)调整发动机点火正时。起动发动机,观察由于点火提前角改变引起的真空度变化,并进行记录。同时用正时灯检查点火提前角,用转速表测试发动机转速。

(10)调整分电器触点间隙。起动发动机,观察由于断电器触点间隙改变引起的真空度变化,并进行记录。同时用正时灯检查点火提前角,用转速表测试发动机转速。

(11)将分电器触点间隙恢复到正常状态,起动发动机,用正时灯检查点火提前角,并将之调整到正常工作状态。用转速表测量发动机在怠速时的转速,观察真空表的变化,调整化油器怠速混合气调节螺钉,观察真空表的变化,直至发动机怠速运转工况正常。



(12)根据记录的发动机各工况进气歧管的真空度数值,分析并评价发动机的工作状况。

## 六、分析思考

- (1)叙述用真空表测量进气歧管真空度的过程。
- (2)根据进气歧管真空度的变化分析发动机的工作状况。

## 实训项目四 点火正时的检查与调整

### 一、实训目的

- (1)学会用人工法检查并校正点火正时和用闪光法检测点火正时。
- (2)了解点火正时对发动机工作性能的影响。
- (3)掌握对点火正时检测与调整的正确方法。

### 二、实训器材/设备

- (1)轿车 1 辆或发动机实验台 1 台。
- (2)点火正时灯 1 个,转速表 1 个。
- (3)常用工具 1 套。

### 三、技术标准与要求

(1)桑塔纳轿车发动机初始点火提前角为  $6^{\circ} \pm 1^{\circ}$ ,捷达轿车发动机初始点火提前角为  $20^{\circ} \pm 1^{\circ}$ 。

两种轿车发动机的怠速转速规定为  $800 \pm 50$  r/min,其他发动机可参考汽车制造厂的推荐标准。

- (2)在起动发动机时,连续起动不得超过 5 s,两次起动发动机的时间间隔不少于 30 s。

### 四、基本原理

点火正时是指正确的点火时间,点火时间一般用点火提前角的仪器(曲轴转角或凸轮轴转角)表示。检查点火正时的目的是为了查证点火时间的准确性,而校正点火正时的目的是为了获得最佳初始点火提前角。最佳点火提前角是随转速、负荷和汽油辛烷值等因素的改变而变化的。

用闪光法制成的点火正时仪(计),是利用闪光与 1 缸点火同步的原理测出发动机的点火提前角的仪器,一般由正时灯(氖灯或氙灯)、传感器、中间处理环节和指示装置等组成。

正时灯是一种频率闪光灯,每闪光一次表示第 1 缸的火花塞发火一次,因此闪光与第 1 缸点火同步。当正时灯对准发动机第 1 缸压缩终了上止点标记,并按实际跳火时间进行闪光时,可以看到运转中的发动机在闪光的照耀下,其转动部分(飞轮或曲轴传动带盘)



上的标记还未到达固定指针,即1缸活塞还未到达压缩终了上止点。此时,若调整正时灯电位器,使闪光时机推迟至转动部分上的标记正好对准固定指针时,那么推迟闪光的时间就是点火提前的时间,将其显示到表头上,便可读出要测的点火提前角。需要说明的是,有些表头指示的角度是分电器凸轮轴转角,对于四冲程发动机来说,换算成曲轴转角则要乘以2。

## 五、操作步骤

### 1. 用人工法检查并校正点火正时

(1)用手摇把摇转曲轴,使分电器凸轮将断电器触点完全打开,检查并调整触点间隙,使其保持在 $0.35\sim 0.45\text{ mm}$ 范围内。继续摇转曲轴,查看其他各缸触点间隙是否均在规定的范围内。

(2)将第1缸活塞摇至压缩终了上止点位置。

(3)拆去分电器真空式调节器连接管路,松开分电器壳与缸体之间的定位螺钉,对于有辛烷值调节器的,应将其调整在0位置上。

(4)用手握住分电器壳,先顺分火头转动方向转动一个角度,使触点闭合,然后再逆分火头转动方向转动一个角度,使触点接近完全打开。

(5)拧紧分电器壳定位螺钉,并连接好真空式调节器管路。

(6)插上分火头,扣上分电器盖,分火头指向的插孔即为第1缸高压线插孔。插上第1缸高压线,然后沿分火头转动方向按点火顺序插上其他各缸高压线,并将之与对应的火花塞连接好。

(7)起动并预热发动机,进行无负荷加速试验。当突然打开节气门时,发动机应加速良好。若其加速不良且有突爆声,则为点火过早;若加速不良且发闷,甚至排气管有“突、突”声,则为点火过晚。

(8)在为检查点火正时而进行汽车路试时,应选择平坦、坚硬的直线道路或专用跑道,在预热后以最高挡的最低稳定车速行驶,然后突然将加速踏板踩到底,使汽车处于急加速状态。此时,若能听到发动机有轻微的突爆声,且随着车速提高瞬间消失,则点火正时正确;若听到的突爆声强烈,且在车速提高后长时间不消失,则为点火过早;若听不到突爆声,且车加速困难,甚至排气管有“突、突”声,则为点火过晚。

### 2. 用闪光法检测点火正时

(1)接上正时灯,将传感器插接在第1缸火花塞与高压线之间,并事先擦拭飞轮或曲轴传动带盘上第1缸压缩终了上止点标记,最好用粉笔或油漆将标记涂白。

(2)发动机在怠速下运转,打开正时灯并对准飞轮壳或机体前端面上的固定指针。

(3)调整正时灯电位器,使飞轮或曲轴传动带盘上的标记逐渐与固定指针对齐,此时表头的读数即为发动机在怠速运转时的点火提前角。

(4)若测出的点火提前角符合规定,说明初始点火提前角调整正确。

(5)用同样的方法可分别测出不同工况的点火提前角。如果符合规定,说明离心式调节器和真空式调节器工作正常。

### 3. 点火正时调整

调整点火提前角的基本方法是转动分电器壳体。当点火过早时应顺着分电器轴旋转方向



转动分电器壳体;若点火过迟则反向转动分电器壳体。点火正时的调整分为静态正时和动态正时。

(1)静态正时调整。

①查间隙(电子点火式的可略过)。检查断电器触点间隙,其正常为 0.35~0.45 mm。在调整时,用螺丝刀松开锁紧螺钉,转动调整螺钉使之符合要求。

②查记号。转动曲轴,将 1 缸活塞转到压缩行程上止点附近(向火花塞孔塞棉丝或用手指感觉有压力以验证),对准飞轮或带轮上的初始点火正时标记。

③调零。对于有辛烷值调节器的应将其调整在零位。

④对分火头。检查分火头是否正对着分电器盖上的 1 缸高压线插孔,若没有,则予以调整。松开分电器固定螺钉并将之适当转动,使分火头对准 1 缸分缸线插孔位置,对准后初步固定。

⑤查跳火。检查分电器是否恰好处于高压线位置,若不在,则转动分电器外壳位置进行调整,然后固定分电器。

⑥对分缸线顺序。按点火顺序,顺着分火头转动方向插上各缸分缸线。4 缸发动机为 1—3—4—2 或 1—2—4—3;6 缸发动机一般为 1—5—3—6—2—4。

(2)动态正时调整。可在点火正时灯(仪)监测下进行调整。起动发动机,在急加速时发动机应加速良好。若加速时有突爆声,则为点火过早;若加速不良且发闷,排气管有“突突”声,则为点火过晚。顺着分火头转动方向转动分电器壳,则可使点火推迟;逆着分火头转动方向转动分电器壳,则可使点火提前。

调整完毕,再次检查点火提前角是否符合要求。

## 六、分析思考

- (1)如何调整点火提前角过早或过晚?
- (2)叙述用闪光法检测点火正时的步骤。
- (3)叙述用人工法检查并校正点火正时的步骤。

## 实训项目五 发动机异响的检测与诊断

### 一、实训目的

- (1)学会运用听诊器诊断发动机异响,能运用正确的判断方法找出发出异响的部位。
- (2)了解发动机异响的特点;熟悉通过发动机异响现象分析异响的原因的方法。
- (3)掌握对发动机异响的诊断方法。

### 二、实训器材/设备

- (1)发动机实验台 1 台。
- (2)听诊器 1 个。



- (3)厚薄规 1 个。
- (4)常用工具 1 套。

### 三、技术标准与要求

(1)发动机的点火提前角,气门间隙,曲轴主轴承、连杆轴承配合间隙,活塞与气缸配合间隙应符合原厂规定。

(2)发动机在各工况运转过程中不得有异常声音。

### 四、基本原理

技术状况良好的发动机在运转中人们仅能听到均匀的排气声和轻微的噪声,这是正常的响声。如果发动机在运转中出现异常响声,即异响,则表明有关部位出现了故障。对于有异响的发动机,应根据故障现象,分析产生原因,找出异响部位,并准确地进行诊断。

发动机的常见异响主要有曲轴主轴承响、连杆轴承响、活塞销响、活塞敲缸响、气门响、正时齿轮响等。

(1)曲轴主轴承响。发动机在突然加速时发出沉重而有力的“当、当、当”或“刚、刚、刚”的金属敲击声,严重时机体发生很大振动;响声随发动机转速提高而增大,随负荷增加而增强,产生响声的部位是在缸体下部的曲轴箱内;单缸在断火时响声无明显变化,相邻两缸在断火时,响声会明显减弱或消失;在温度变化时响声不变化;在响声严重时机油压力明显降低。

(2)连杆轴承响。在活塞上下运动的瞬间其相互撞击,发出连续较清脆的“当、当、当”的响声。发动机负荷增大,响声更加明显清晰;当发动机温度增高时,响声无变化。

(3)活塞销响。发动机在怠速、低速和从怠速向低速运转时,可听到清脆而又连贯的“嗒、嗒、嗒”的金属敲击声。响声随转速的升高而增大,随负荷的增大而加重;发动机温度变化对响声的影响不大;机油压力不降低;单缸在断火时响声明显减弱或消失,复火瞬间响声又出现或连续出现两个响声。

(4)活塞敲缸响。发动机在低速或怠速运转时,气缸的上部发出清晰而明显的“嗒、嗒、嗒”的金属敲击声,在以中速及中速以上运转时响声减弱或消失。发动机温度变化时响声亦变化;多数情况下响声在冷车时明显,热车时减弱或消失。

(5)气门响。发动机在任何转速下都能听到一种比较清脆且有节奏的“嗒、嗒、嗒”的金属敲击声。当发动机转速变化时,响声也发生变化;当温度发生变化或断火试验时响声不变;若有多只气门响,则声音显得杂乱。

### 五、操作步骤

#### 1. 就车进行听诊,找出异响部位

(1)用听诊器触试各缸燃烧室部位或与主轴承、气门相对的部位。如果有异响,则可能为由活塞顶碰缸盖、气缸凸肩、气门座圈脱出、曲轴折断和主轴承松旷引起的异响。

(2)用听诊器触试气门室对面,如果有异响,则可能为活塞敲缸的异响;在气门室一侧可以听察气门组合件及挺杆的异响。



(3)用起子触试凸轮轴的前、后衬套部位或触试正时齿轮盖部位,如果有异响,则可能为由凸轮轴正时齿轮破裂或其螺母松动、凸轮轴衬套松旷引起的异响。

(4)用起子触试气缸体与油底壳分开面的附近,如果有异响,则可能为由主轴承发响或曲轴断裂引起的异响。

## 2. 改变发动机的转速,听诊异响

(1)如果在怠速或低速运转时异响较为明显清晰,则可能为活塞敲缸响、活塞销响、气门响、气门挺杆响等。

(2)如果于中速时异响较为明显,则可能为连杆轴承响、气门座圈响、气门烧损响、凸轮轴响等。

(3)如果稳定转速下响声不明显,在急加速时异响清晰,则可能为曲轴轴承响、连杆轴承响、活塞环响。

## 3. 单缸断火,听诊异响

(1)如果单缸断火时响声减轻或消失,则可能为由连杆轴承响、活塞环响或因气缸配合间隙过大造成的活塞敲缸。

(2)如果单缸断火时响声明显加重,则可能为活塞销窜出或松旷发响、连杆轴承盖螺栓松动发响、活塞因裙部锥度过大造成敲缸响、飞轮固定螺栓松动发响。

(3)如果相邻双缸断火时响声减轻或消失,则可能为曲轴主轴承响。

(4)如果在单缸断火时响声不变或变化不大,则可能为气门响等。

## 4. 检查发动机工作循环与异响的关系

(1)与工作循环有关的异响。由曲柄连杆机构引起的异响与工作循环有关,均为火花塞跳火 1 次发响 2 次;配气机构引起的异响均为火花塞跳火 1 次发响 1 次。

(2)与工作循环无关的异响。有些异响的出现是无规律的,通常与工作循环无关的间歇发响多为发动机附件故障,如水泵、发电机等安装不良或其皮带固定螺母松动等。可采用发动机附件分别停转法对之诊断,并根据声响特征大致区分故障部位。

## 5. 检查异响与发动机温度之间的关系

如果在发动机刚起动时异响明显,在发动机温度正常后响声减弱或消失,则可能为因活塞与气缸的间隙过大产生敲缸。如果响声与发动机的温度变化无关且响声在气门室,则可确定为气门间隙过大。

## 六、分析思考

- (1)叙述不同发动机异响的不同听诊部位。
- (2)气门响有哪些特点? 其原因是什么?
- (3)对于气门异响,应在什么转速情况下进行听诊?