



学习领域一

汽车检测与诊断基础

学习目标

- 了解汽车检测与诊断的基本概念。
- 了解汽车检测与诊断标准。
- 理解汽车检测与诊断参数的分类与选择原则。
- 理解汽车检测站制度。

技能目标

- 能熟记常用的汽车诊断参数。
- 能正确理解并熟练使用相关国家标准。

本章导语

汽车检测与诊断是汽车性能检测和故障诊断的统称,也称为汽车检测与诊断技术或汽车诊断技术。它是研究汽车检测方法、检测原理、诊断理论以及在汽车不解体条件下的检测手段,以确定汽车技术状况及其故障的一门学科。它包括检测设备的研制、诊断参数的确定、汽车故障的诊断和汽车技术状况的预测等多方面的内容。汽车检测与诊断技术是一门涉及机械、电子控制、数学、可靠性理论、测试和汽车使用技术等方面的综合应用学科,它以检测技术为基础,以诊断为目的,通过对汽车性能参数或工作能力的检测,依靠人工智能科学地确定汽车的技术状况,识别、判断故障,甚至预测故障,为汽车继续运行或进厂维修提供可靠的依据。

现代汽车工业随着科学技术的飞速发展而日新月异,新工艺、新材料、新技术广泛运用,特别是电子技术、液压技术在汽车上的应用,使当今的汽车集各种先进技术于一体,新颖别致的汽车时时翻新。而现代汽车的检测不再是眼看、耳听、手

摸,汽车维修也不再是师傅带徒弟的一门手艺,而是利用各种新技术的过程。随着汽车技术的快速发展,汽车维修的高科技特征日益呈现,与此同时,汽车维修理念也在不断更新。汽车的检测与诊断,是通过对汽车进行检查、测试、分析,从而对其技术状况做出评价或判断的一项技术。现代汽车的检测和诊断,涉及力、声、热、电、光、化等学科领域以及机械、电子、计算机、自控等多项技术。

应该说,检测与诊断之间既有联系,又有区别。检测与诊断是一个问题的两个方面。它们的共同之处是,都要对汽车进行检查以了解汽车的技术状况。不过,两者检查的出发点不同。

“检测”主要指“性能检测”,一般是在汽车使用过程中,对汽车的动力性、经济性、安全性和环保性等方面进行检查测试,以便对相关的性能做出评价,对发现的问题及时调整,保证汽车保持良好的技术状况。

“诊断”指的是“故障诊断”,是在汽车出了故障之后,通过检查测试,判断出现故障的原因和故障点,并指出排除故障的方法。其目的是“排除故障”。

学习项目一 汽车检测与诊断概述

2015年,中国汽车产销分别完成2 450.33万辆和2 459.76万辆,创历史新高,比上年分别增长3.3%和4.7%,连续7年蝉联全球第一,汽车消费已成为拉动经济增长的主要力量。根据公安部交通管理局的相关数据,截至2015年底,全国机动车保有量达2.79亿辆,其中汽车1.72亿辆,新能源汽车58.32万辆。汽车的大量使用,在提高运输效率、促进经济发展、改善人们生活的同时,也造成了尾气污染、噪声污染、交通事故以及能源紧张等引起全球关注的问题。为了解决这些问题,一方面要从技术上入手,努力研究开发高性能、低污染的汽车,这是汽车研究、生产部门孜孜追求的目标;另一方面要加强对在用汽车的定期检查,以便及时维修调整,使汽车经常处于良好的技术状况,这就是汽车检测技术要解决的问题。掌握汽车检测的基本概念及基本理论,对学习汽车检测与诊断技术具有重要的作用。

学习任务一 汽车检测与诊断的基本概念

汽车性能检测与故障诊断,不仅需要先进的检测设备和丰富的检测与诊断经验,而且需要必要的理论指导和基本知识,掌握汽车检测与诊断基本概念和术语,是学习汽车检测与诊断技术的基础之一。

1. 汽车技术状况

汽车技术状况是定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能的参数值总和。一般用汽车的外观情况、汽车装备情况及汽车使用性能指标来进行综合评价,如外观尺寸、功率、油耗、车速、转速等。

2. 汽车检测

汽车检测是确定汽车技术状况或使用性能的检查 and 测量,如检测汽车发动机的功率、检测汽车的制动性能、检测汽车的油耗等。

3. 汽车故障

汽车故障是汽车部分或完全丧失工作能力的现象,如制动失效、不能起动、不能行驶等。当汽车发生故障后,要视情况尽快或立刻修理,否则可能会造成更大的损失。

4. 诊断参数

诊断参数是供诊断用的,表征汽车、总成、机构技术状况的参数,是可以测量的一些物理量或化学量。

5. 诊断标准

诊断标准是对汽车诊断方法、技术要求和限值的统一规定,如国家标准、国际标准、公司企业标准等。

学习任务二 汽车检测与诊断的作用和方法

汽车检测与诊断的目的主要有两方面,一是查找故障的确切部位和发生的原因,从而确定排除的方法;二是确定汽车的技术状况和工作能力,为汽车继续运行或进厂维修提供依据。它对维持汽车良好技术状况,预防或及时发现汽车故障具有重要的意义。其检测方法多种多样,针对不同的问题采用适当的检测与诊断方法,不仅能提高检测与诊断的准确率,还能节约大量的时间。

一、汽车检测与诊断的作用

汽车检测与诊断的作用因检测项目的不同而有所差异。

1. 汽车安全、环保性能检测

对汽车实行定期或不定期的安全运行和环保性能检测(制动、侧滑、灯光、噪声等),其目的是建立安全和公害监控体系,强化汽车的安全管理,确保汽车具有符合要求的外观、良好的安全性能和规定范围内的环境污染程度,使汽车能在安全、高效和低污染的环境下运行。

2. 综合性能检测

综合性能检测的目的是在不解体的情况下,确保维修车辆的工作能力和技术状况,对维修车辆实行质量监督,以保证维修车辆的安全运行,提高效能及降低消耗,使车辆具有良好的经济效益和社会效益。

3. 汽车故障的检测与诊断

汽车故障的检测与诊断目的是在不解体的情况下,检查出故障的确切部位和产生的原因。

4. 汽车维修时的检测

在维修前,找出汽车技术状况与标准值相差的程度,以便视情况进行维修;在维修过程中,确诊故障的部位和原因,提高维修质量及维修效率;在维修后,检测汽车的使用性能是否得到恢复,控制维修质量。

二、汽车检测与诊断的方法

汽车检测与诊断的方法因不同的检测需要而不同,一般有三种方法,即人工经验诊断

法、仪器分析诊断法和自诊断法。

1. 人工经验诊断法

人工经验诊断法是指利用人工观察、经验检查、推理分析、逻辑判断进行诊断的方法。其为通过眼看、耳听、手摸,辅之以简单工具进行的检测与诊断。它的特点是成本低、速度慢、准确性差,不能进行定量分析,对诊断人员的经验依赖性强。

2. 仪器分析诊断法

仪器分析诊断法是指在不解体情况下,利用各种专用仪器和设备获取汽车的各种数据,并根据这些数据来进行诊断的方法,即通过数值、曲线、波形分析,确定车辆的技术状况或故障原因。它的特点是速度快、准确性高、能定量分析、投资大、成本高。

3. 自诊断法

自诊断法是指利用汽车电控单元的自诊断功能进行故障诊断的方法。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,并将其与存储器中的标准数据进行比较,从而判定系统是否存在故障。当判定系统存在故障时,电控单元将故障信息以故障码的形式存入存储器,并控制警示灯向驾驶员发出警示信号。自诊断法就是通过一定的操作方式,把汽车电控系统中电控单元的故障码提取出来,然后通过查阅相应的故障码表来确定故障的部位和原因。它的特点是快捷准确、适用于电子控制系统。

以上三种方法在汽车检测与诊断过程中是相辅相成的,掌握这几种方法在汽车检测与诊断中的综合应用,对提高检测与诊断的准确性、节约检测与诊断时间具有重要作用。

学习任务三 汽车检测与诊断技术的发展

在汽车发展的早期,人们主要是通过有经验的维修人员发现汽车的故障并进行有针对性的修理,即过去人们常讲的“望”(眼看)、“闻”(耳听)、“切”(手摸)方式。随着现代科学技术的进步,特别是随着计算机技术的进步,汽车检测技术也在飞速发展。目前,人们已能依靠各种先进的仪器设备,对汽车进行不解体检测。随着汽车技术的发展,汽车检测与诊断技术正朝着准确、高效、智能化的方向发展。

一、国外发展状况

在国外一些发达国家,汽车检测技术早在 20 世纪 40 年代就已经得到较快的发展,20 世纪 50 年代在一些工业发达国家就出现了以故障诊断和性能调试为主的单项检测技术与单项检测设备。20 世纪 60 年代初期进入我国的汽车检测试验设备有美国的发动机分析仪、英国的发动机点火系统故障诊断仪和汽车道路试验速度分析仪等,这些都是国外早期发展的汽车检测设备。20 世纪 60 年代后期,国外汽车检测与诊断技术发展很快,并且大量应用电子、光学、理化与机械相结合的光机电、理机电一体化检测技术。20 世纪 70 年代以来,随着计算机技术的发展,出现了汽车检测与诊断、数据采集处理自动化、检测结果直接打印等功能的汽车性能检测仪器和设备。在工业发达的国家,汽车的检测工作由交通部门统一管理,在各地建有由交通部门认证的汽车检测场(站),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,以确定其安全性能和排放是否符合国家标准。

当前,随着科学技术的进步,国外汽车检测设备在智能化、自动化、精密化、综合化方面都有了更新、更快的发展,应用新技术开拓新的检测领域,研制新的检测设备。计算机技术在汽车检测技术领域的应用进一步向深度和广度发展,已广泛应用集检测工艺、操作、数据采集和打印、存储、显示等功能于一体的系统软件,使汽车检测线实现了全自动化。这样不仅可以避免人为的判断错误,提高检测准确性,而且可以把受检汽车的技术状况储存在计算机中,即可作为下次检验参考,还可供处理交通事故参考。

总体上讲,国外发达国家的汽车检测在管理上已实现了“制度化”,在检测基础技术方面已实现了“标准化”,在检测技术上已经实现了“智能化、自动化检测”的发展。

二、国内发展状况

我国汽车检测和诊断技术起步较晚,20世纪60年代开始研究汽车检测技术。20世纪70年代,我国大力发展了汽车检测技术,汽车不解体检测技术及设备被列为国家科委(现更名科学技术部)的开发应用项目。由交通部(现更名交通运输部)主持研制、开发了反力式汽车制动试验台、惯性式汽车制动试验台、发动机综合检测仪、汽车性能综合检验台(具有制动性能检测、底盘测功、速度测试等功能)。20世纪80年代,随着国民经济的发展,科学技术的各个领域都有了较快的发展,汽车检测及诊断技术也随之得到快速发展。如何保证车辆快速、经济、灵活,并尽可能不造成社会公害等问题,已逐渐被提上政府有关部门的议事日程,因而促进了汽车诊断和检测技术的发展。在单台检测设备研制成功的基础上,为了保证汽车技术状况良好,加强在用汽车的技术管理,充分发挥汽车检测设备的使用作用,交通部于1980年开始有计划地在全国公路运输和车辆管理系统(交通部当时负责汽车监理)筹建汽车检测站,检测内容以汽车安全性检测为主。20世纪80年代初,交通部在大连市建立了国内第一个汽车检测站。从工艺上提出将各种单台检测设备安装连线,构成功能齐全的汽车检测线,其检测纲领为30 000辆次/年。2000年以后,为了配合汽车检测工作,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100多项。从汽车综合性能检测站建站到汽车检测的具体检测项目,都基本做到了有标准可依。

目前,我国汽车检测与诊断技术的发展主要有以下三方面的特点:

(1)检测技术水平逐步提高。进入21世纪以来,随着计算机技术在我国迅猛发展及电子控制系统(燃油喷射系统、制动防抱死系统、安全气囊等)在汽车上的应用,汽车维修检测市场上不仅出现了大量的诊断硬件设施,同时应用计算机的汽车故障诊断专家系统软件也有了长足的发展。我国自行研制生产的诊断设备已由单机发展为配套,由单功能发展为多功能,由手工操纵发展为自动控制,并逐步开发出与计算机联网,满足快速、方便、准确测试的汽车诊断专家系统。

(2)法规建设逐步完善。随着我国机动车保有量的快速增长,为了进一步满足机动车的安全行驶及环保要求,交通部从加强车辆管理的需要出发,提出要对车辆实施“定期检测、强制维护、视情修理”的汽车维修制度;同时对汽车检测站的职责、分级、基本条件及资格认定等进行了明确的规定。根据环保要求,现在所有汽车必须装备车载诊断系统。

(3)检测站普及全国。为保证车辆安全运行,减少交通事故,控制车辆排放,政府有关部门采取了一系列积极措施。由公安部门牵头在各地建立了标准的安全环保检测站与综合性检测站,促进了汽车诊断技术的发展。目前建成了近2 000个汽车检测站,可以说我国已

基本形成了全国性的汽车检测网,汽车检测与诊断技术已初具规模。

学习项目二 汽车检测与诊断的法律法规和标准

诊断标准是汽车技术标准中的一部分,是汽车检测与诊断中重要的参考依据。任何一级标准的制定和修订都要既考虑技术性和经济性,又考虑先进性,并尽量靠拢同类型国际标准。诊断标准是对汽车诊断的方法、技术要求和限值等的统一规定。

学习任务一 汽车检测的法律法规和标准

为了保证汽车检测的顺利进行,国家制定了相关的法律法规文件及有关标准。

1. 相关法律法规

- (1)《中华人民共和国道路交通安全法》(中华人民共和国主席令第 47 号 2011. 5. 1 执行)。
- (2)《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》。
- (3)《计量器具型式批准管理目录》(国质检[2006]145 号公告)。
- (4)《机动车登记规定》(公安部令第 102 号 2008. 10. 1 执行,并于 2012. 9. 12 有修正,见公安部令第 124 号)。

2. 有关标准

目前,我国汽车检测的标准分安全检测、综合性能检测、环保检测三方面,分属公安部、交通运输部、环境保护部监管。

- (1)安全检测:执行《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2012)标准。
- (2)综合性能检测:执行《营运车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001)标准。
- (3)环保检测:同样执行《营运车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001)标准。

学习任务二 汽车诊断的相关标准

汽车检测与诊断标准与其他技术标准一样,分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四种类型。

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”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批准、发布,全国各级有关单位和个人都要贯彻执行,具有强制性和权威性(推荐性标准除外),如《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2012)为强制推行的国家标准,《汽车操纵稳定性术语及其定义》(GB/T 12549—2013)为推荐性国家标准。

2. 行业标准

行业标准也称为部、委标准,是部级或国家委员会级部门制定、发布并经国家质量监督检验检疫总局备案的标准,在部、委系统内或行业内贯彻执行,一般冠以中华人民共和国某部或某某行业标准字样,也在一定范围内具有强制性和权威性,有关单位和个人也必须贯彻

执行,如《公路交通安全设施设计细则》(JTG/T D81—2006)是中华人民共和国交通运输部推荐的行业标准。

3. 地方标准

地方标准是省(直辖市、自治区)级、市地级、市县级制定并发布的标准,在地方范围内贯彻执行,也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。省、市地、市县三级除贯彻执行上级标准外,可根据本地具体情况制定地方标准或率先制定上级没有制定的标准。地方标准中的限值可能比上级标准中的限值要求还要严格。

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和检测设备制造厂推荐的参考性标准三部分。

(1)汽车制造厂推荐的标准。汽车制造厂推荐的标准是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、结构参数、调整数据和使用极限等,从中选择一部分作为诊断参数标准来使用。该种标准是汽车制造厂根据设计要求、制造水平,为保证汽车的使用性能和技术状况而制定的。

(2)汽车运输企业和汽车维修企业内部制定的标准。汽车运输企业、汽车维修企业内部制定的标准只在企业内部贯彻执行。有条件的企业除贯彻执行上级标准外,往往还能根据本企业的具体情况,制定企业标准或率先制定上级没有制定的标准。企业标准中有些诊断参数的限值要比上级标准严格,以保证汽车维修质量和树立良好的企业形象。一般情况下,企业标准应达到上级标准的要求,一般应严于上级标准的要求。

(3)检测设备制造厂推荐的参考性标准。检测设备制造厂推荐的参考性标准是检测设备制造厂针对本设备所检测的诊断参数,在尚没有国家标准和行业标准的情况下制定的诊断参数限值,通过检测设备使用说明书提供给使用单位作为参考性标准。

学习项目三 汽车诊断参数

参数是表明某一种重要性质的量。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。有些结构参数(如磨损量、间隙量等)可以表征技术状况,但在整车不解体情况下,直接测量汽车、总成和机构的结构参数往往受到限制,如气缸间隙、气缸磨损量、曲轴和凸轮轴各轴承间隙、曲轴和凸轮轴各道轴颈磨损量、各齿轮间隙及磨损量、各轴向间隙及磨损量等,都无法在整车不解体情况下直接测量。因此,在检测与诊断汽车技术状况时,需要采用一种既与结构参数有关而又能表征技术状况的间接指标(量),该间接指标(量)称为诊断参数。可以看出,诊断参数既与结构参数紧密相关,又能够反映汽车的技术状况,是一些可测的物理量和化学量。

学习任务一 汽车诊断参数的分类

汽车诊断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、机构工作过程中输出的一些可供测量的物理量和化学量。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,制动距离或制动力或制动减速度,滑行距离等,往往能表征诊断对象总的技术状况,适合于总体诊断。例如,通过检测得知底盘输出功率符合要求,这说明汽车动力性符合要求,也说明发动机技术状况和传动系统技术状况均符合要求;反之,说明汽车动力性不符合要求,也说明发动机输出功率不足或传动系统损失功率太大。因此,可以整体上确定汽车和总成的技术状况,为深入诊断提供依据。

需要注意的是,汽车不工作时,工作过程参数无法测得。

2. 伴随过程参数

伴随过程参数是伴随汽车、总成、机构工作过程输出的一些可测量。例如,工作过程中出现的振动、噪声、异响、过热等,可提供诊断对象的局部信息,常用于复杂系统的深入诊断。

需要注意的是,汽车不工作(过热除外)时,伴随过程参数无法测得。

3. 几何尺寸参数

几何尺寸参数可提供总成、机构中配合零件之间或独立零件的技术状况。如间隙、自由行程、车轮定位值等,都可以作为诊断参数来使用。它们提供的信息量虽然有限,但却能表征诊断对象的具体状态。

每一类诊断参数都有不同的含义,在确定汽车技术状况或判断某些复杂故障时,需采用不同的诊断参数进行综合诊断。

汽车常用的诊断参数如表 1-1 所示。

表 1-1 汽车常用的诊断参数

诊断对象	诊断参数
汽车总体	最高车速/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) 最大爬坡度/% 0~100 km 加速时间/s 驱动车轮输出功率/kW 驱动车轮驱动力/kN 汽车燃料消耗量/[$\text{L} \cdot (100 \text{ km})^{-1}$, $\text{L} \cdot (100 \text{ t} \cdot \text{km})^{-1}$]
发动机总体	额定转速/($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$) 怠速转速/($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$) 功率/kW 燃料消耗量/($\text{L} \cdot \text{h}^{-1}$) 单缸断火(油)功率转速下降率/% 汽油车废气成分体积分数/% 柴油车排气中可见污染物(消光系数)

(续表)

诊断对象	诊断参数
曲柄连杆机构	气缸压力/MPa 气缸间隙/mm 曲轴箱窜气量/(L·mm) 气缸漏气量/kPa 气缸漏气率/% 进气管真空度/kPa
配气机构	气门间隙/mm 配气相位/(°)
点火系统	蓄电池电压/V 一次电路电压/V 各缸点火电压/kV 各缸短路点火电压/kV 各缸断路点火电压/kV 断电器触点间隙/mm 断电器触点闭合角/(°) 各缸点火波形重叠角/(°) 点火提前角/(°) 电容器容量/ μ F
润滑系统	机油压力/kPa 机油温度/°C 理化性能指标变化量 清净性系数的变化量 介电常数的变化量 金属微粒的含量、质量分数/% 机油消耗量/kg
传动系统	传动系统游动角度/(°) 传动系统机械传动效率/% 传动系统功率损失/kW 滑行距离/m 传动系统噪声/dB(A) 总成工作温度/°C
汽油机燃油供给系统	汽油泵出口关闭压力/kPa 化油器浮子室液面高度/mm 空燃比或燃空比 过量空气系数 电喷发动机喷油器的喷油量/mL 电喷发动机各缸喷油不均匀度/%

(续表)

诊断对象	诊断参数
柴油机燃油供给系统	输油泵输油压力/kPa 喷油泵高压油管最高压力/kPa 喷油泵高压油管残余压力/kPa 喷油器针阀开启压力/kPa 喷油器针阀关闭压力/kPa 喷油器针阀升程/mm 各缸供油不均匀度/% 供油提前角/(°) 各缸供油间隔/(°) 每一工作循环供油量(mL/工作循环)
制动系统	制动距离/m 制动力/N 左右制动力差值/N 制动阻滞力/N 制动减速度/($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$) 制动系统协调时间/s 制动完全释放时间/s
转向系统	车轮侧滑量/($\text{m} \cdot \text{km}$) 车轮前束/mm 车轮外倾角/(°) 主销后倾角/(°) 主销内倾角/(°) 转向轮最大转向角/(°) 转向盘最大自由转动量/(°) 转向盘外缘最大切应力/N 冷却系统冷却液温度/°C 散热器冷却液入口与出口温度/°C 风扇传动带张力[N/(10~15 mm)]
行驶系统	车轮静不平衡量/g 车轮动不平衡量/g 车轮端面圆跳动量/mm 车轮径向圆跳动量/mm

(续表)

诊断对象	诊断参数
其他	前照灯发光强度/cd 前照灯光束照射位置/mm 车速表允许误差范围/% 喇叭声级(A 声级)/dB(A) 车外最大加速噪声级(A 声级)/dB(A) 车内噪声级(A 声级)/dB(A)

学习任务二 汽车检测与诊断参数标准

为了定量地评价汽车、总成及机构的技术状况,确定维护、修理的范围和深度,预报无故障工作里程,单有诊断参数是不够的,还必须建立诊断参数标准,提供一个比较尺度。诊断参数标准是对诊断参数限值的统一规定。这样,在检测到诊断参数值后与诊断参数标准值进行对照,即可确定汽车是继续运行还是进厂(场)维修。汽车检测与诊断参数标准一般由初始值 P_i 、许用值 P_d 和极限值 P_n 三部分组成。

1. 初始值

初始值相当于故障新车和大修车诊断参数值的原大小,往往是最佳值,可作为故障新车和大修车的诊断标准。当诊断参数测量值处于初始值范围内时,表明诊断对象技术状况良好,无须维修便可继续运行。

2. 许用值

诊断参数测量值若在许用值范围内,则诊断对象技术状况虽发生变化但尚属正常,无须修理(但应按时维护)可继续运行到下一个诊断周期。超过此值,勉强可以用,但应尽快维修恢复到许用值,否则,汽车带故障行驶,可能会造成更大、更多的故障。

3. 极限值

诊断参数测量值超过极限值后,诊断对象技术状况严重恶化,汽车必须立即停驶修理。此时,汽车的动力性、经济性和排气净化性大大降低,行驶安全性得不到保证,有关机件磨损严重,甚至可能发生机械事故。

可以看出,通过对汽车进行检测,当诊断参数测量值在许用值以内,汽车可继续运行;当诊断参数测量值超过极限值,须停止运行进厂修理;当诊断参数测量值在许用值 P_d 与极限值 P_n 之间,汽车勉强可用,但应及时安排维修;当诊断参数测量值超过极限值 P_n 时,汽车应立即停止运行并进厂修理。因此,将诊断参数测量值与诊断参数标准值比较,就可得知汽车技术状况,并做出相应的决断。

诊断参数标准的初始值、许用值和极限值,可能是一个单一的数值,也可能是一个数值范围。它们三者之间的关系及诊断参数随行驶里程的变化情况如图 1-1 所示。

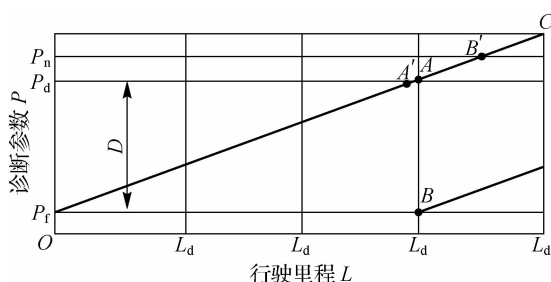


图 1-1 初始值、许用值和极限值之间的关系及诊断参数随行驶里程的变化情况

D —诊断参数 P 的允许变化范围； L_d —诊断周期； P_fC —诊断参数 P 随行驶里程 L 的变化； A' — P 变化至与 P_d 相交，继续行驶可能发生故障； B' — P 变化至与 P_n 相交，继续行驶可能发生损坏； C —发生损坏；
 A — P 变化至 A' 后可继续行驶，至最近的一个诊断周期采取维修措施；
 AB —采取维修措施后， P 降至初始值 P_f ，汽车技术状况恢复

可以看出，在诊断参数标准 $P_f \sim P_d$ 区间，即 D 区间，是诊断参数 P 允许变化的区间，属无故障区间；在 $P_d \sim P_n$ 区间，是可能发生故障的区间；在诊断参数 P 超过 P_n 以后，是可能发生损坏的区间。

学习任务三 诊断参数的选用原则

在汽车的使用过程中，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。能够表征汽车技术状况的参数有很多，为了保证诊断结果的可信性和准确性，应该选择那些符合下列要求或具有下列特性的诊断参数。诊断参数的选用原则如下：

1. 灵敏性

灵敏性用灵敏度评价，灵敏度是指诊断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，诊断参数相对于技术状况参数的变化率。灵敏度越高，诊断参数的灵敏性越好。选用灵敏度高的诊断参数诊断汽车的技术状况时，可使诊断的可靠性提高。

2. 单值性

单值性是指汽车技术状况参数从开始值变化到终了值的范围内，诊断参数的变化不应出现极值，否则，同一诊断参数将对应两个不同的技术状况参数，给诊断技术状况带来困难。因此，具有非单值性的诊断参数没有实际意义。

3. 稳定性

稳定性是指在相同的测试条件下，多次测得同一诊断参数得到的测量值具有良好的致性(重复性)。诊断参数的稳定性越好，其测量值的离散度(或方差)越小。稳定性不好的诊断参数，其灵敏性也降低。

4. 信息性

信息性是指诊断参数对汽车技术状况具有的表征性。表征性好的诊断参数，能表明和揭示汽车技术状况的特征与现象，反映汽车技术状况的全部信息。因此，诊断参数的信息性越好，包含汽车技术状况的信息量越高，得出的诊断结论越可靠。

5. 经济性

经济性是指获得诊断参数的测量值所需要的诊断作业费用的多少,包括人员、工时、场地、设备和能源消耗等项费用。经济性高的诊断参数,所需要的诊断作业费用低。如果诊断作业费用很高,那么这种诊断参数是不可取的,它没有经济意义。

6. 方便性

方便性是指所确定的诊断参数在用于实际诊断时,其设备简单,工艺简便,测量容易。

学习项目四 I/M 检测维护制度

I/M 检测维护制度简称 I/M 制度,I/M 是英文 Inspection Maintenance Program 的缩写,即通过对在用车的检测确定其尾气排放污染严重的原因,然后有针对性地采取维护措施,使在用车最大限度地发挥自身的尾气排放净化潜力。

I/M 制度起初适用于汽油轿车和轻型货车,后来有些地区将其适用范围扩大到重型货车和摩托车。测试频率一般为 1 次/年或 2 次/年。I/M 制度分基本型和加强型两种,基本型 I/M 项目包括怠速试验、油箱盖/压力检查和目测检查三部分;加强型 I/M 项目最多包括五项,即目测检查、台架排放试验、挥发吹清气流试验、挥发完整性(泄露)试验和对 1996 年及以后车型车载诊断系统检查。I/M 制度的法规是根据在用车特点和各地具体情况加以选择和补充的专项法规。该法规的立法目的是指导地方运输部门和环保管理部门治理在用车的排放。I/M 制度中推荐的基本参数和测试规程是从各种相关工艺的规程中筛选出来的、一些可以使汽车尾气排放和蒸发排放大大减少的项目,同时还对随机检测技术程序和方法进行了论述,提出了一些选择的方案。在 I/M 制度标准项目中要求建立大量的专门检测站与检测网络,并规定检测站应有的功能、设备、体制和日常运行符合 I/M 制度的要求。

实施 I/M 制度的意义有以下两点:

1. 预防在用车尾气排放恶化

任何汽车的发动机本身都具有一定的尾气净化能力,但是随着行驶里程的增加,尾气净化能力会逐渐下降,其主要原因如下:

(1)某些调整参数改变,如气缸压力减小、气门间隙变化、怠速调节螺钉位置变化、断电器触点(俗称白金)间隙不正常、点火正时变化或调整不当、火花塞间隙不正常等。

(2)某些部件磨损或性能劣化,如气门与摇臂之间磨损不均匀造成气门在工作中间隙变化,化油器量孔磨损,化油器漏气,白金烧蚀或漏电,点火高压不够,分电器凸轮磨损,等等。

(3)与尾气排放有关的某些零部件污染或积炭,如火花塞积炭,化油器量孔阻塞,气门及气门座积炭,活塞环及活塞顶积炭,气缸盖上的燃烧室积炭,等等。

由于上述原因会影响发动机的燃烧质量,造成汽车尾气排放恶化,而且排放中有害物的增加往往是成倍、十几倍甚至几十倍的,而实施 I/M 制度,对车辆定期进行排放检测和相关部位的维护、调整,可将上述绝大多数问题加以解决,使在用车恢复到接近新车的排放水平。

2. 使在用车达到自身的最佳尾气排放净化水平

I/M 制度并不强求在用车上安装新型净化装置,而是对排放净化系统故障进行检测与

排除,是减少机动车尾气排放和蒸发排放的关键所在。

目前,国内很多大城市在吸收国外先进管理经验的基础上,正研究和试验适合我国国情及当地法规的 I/M 制度,建设权威性的 I 站(检测站)和 M 站(维修站),实施定期检查、强制维护和监控评价管理体系,并已经取得了良好的效果。

实训练习

实训项目 汽车检测设备的认识与使用

1. 实训目的

- (1)认识汽车检测常用的工具设备。
- (2)掌握各汽车检测设备的作用和功能。

2. 实训器材

数字万用表、汽车示波器、汽车解码仪等常用汽车检测设备。

3. 实训指导

以数字万用表为例,讲解数字万用表的使用。

数字万用表是一个袖珍、易使用的精密仪器,适用于所有客车和货车上使用的电火花点燃式发动机,包括当今计算机控制的发动机和无分电器点火系统的发动机。

(1)技术说明。

显示器:31/2 位字符。0.5 in(1 in=0.025 4 m)液晶显示器。

交流发电机试验发光二极管:红色发光二极管用于指示交流发电机的状态。

注意:交流发电机状态发光二极管从可选的霍尔效应夹处获得其输入信号,因此,若没有该可选的附件,是不能进行交流发电机状态试验的。

极性自动检测:当红色夹子连接到负极搭铁的电压源时,在“DC VOLTS”功能显示器上会显示负号(—)。

零位调整:在测量电压、频率和转速时,数字万用表会自动调整零位。

超出量程指示:当结果超出量程时,显示器的左边会显示“1”或“—1”。

工作温度:32~100 °F。

内部电池:数字万用表由内部 9 V 电池供电。当电池需要更换时,数字显示器会指示“LO BAT”。在一般情况下更换电池时,可用 216 号或 522 号碱电池或相应的代用品。

注意:“LO BAT”指示器不适用于试验中汽车内的蓄电池。

(2)功能和显示。数字万用表提供了下列功能并显示相应试验的数值:

①RPM(转速)。量程 $\times 10$,测量范围 0~10 000 r/min,分辨率为 10 r/min。结果为 10 乘以读数。

②2 Cycle,D. I. S. /4 Cycles witch(二冲程/四冲程分电器点火系统开关)。在四冲程位置,RPM 显示为装备分电器的四冲程发动机。在二冲程分电器点火系统位置,RPM 显示为无分电器点火系统、二冲程发动机和点火系统中使用无效火化的发动机。

③DWEIL(闭合角)。可测 4、6 和 8 缸,4 缸机闭合角显示范围为 $0^{\circ}\sim 90.0^{\circ}$,6 缸机闭合角显示范围为 $0^{\circ}\sim 60.0^{\circ}$,8 缸机闭合角显示范围为 $0^{\circ}\sim 45.0^{\circ}$;分辨率为 0.1° ;直接读取显示的数据。

④DUTY CYCLE(%)(占空比%)。显示范围为 0~100%。占空比用于必须用百分比制定和表达的闭合角或负载周期的测量。

⑤DC VOLTS(直流电压)。量程 0~2,1 mV 分辨率;量程 0~20,10 mV 分辨率;量程 0~200,100 mV 分辨率。

所有的电压量程均有 10 MΩ 的输入阻抗,因而该数字万用表适合现代许多汽车的计算机系统。

⑥AC VOLTS(交流电压)。量程 0~200,100 mV 分辨率。

⑦ALT. TEST(交流发电机试验)。检查交流发电机的状态(二极管和线圈)。在此位置数字显示是关闭的。如没有霍尔效应夹,试验的指示是无效的。

欧姆测量范围如表 1-2 所示。

表 1-2 欧姆测量范围

选 择 器	范 围	乘 数	可读的最小值
200 Ω	0.1~199.9 Ω	1	0.1 Ω
举 例	3.3 Ω 电阻=03.3×1=3.3 Ω 25 Ω 电阻=25.0×1=25 Ω 160 Ω 电阻=160.0×1=160 Ω		
2 kΩ	1~1.999 kΩ	1 000	1 Ω
举 例	1 800 Ω 电阻=1.800×1 000=1 800 Ω 或 1 800 Ω 电阻=1.800×1 kΩ=1.8 kΩ 330 Ω 电阻=0.330×1 000=330 Ω		
20 kΩ	10~19.99 kΩ	1 000	10 Ω
举 例	8 200 Ω 电阻=8.20×1 000=8 200 Ω 或 8 200 Ω 电阻=8.20×1 kΩ=8.20 kΩ 15 000 Ω 电阻=15.00×1 000=15 000 Ω 或 15 000 Ω 电阻=15.00×1 kΩ=15 kΩ		
200 kΩ	100 Ω~199.9 kΩ	1 000	100 Ω
举 例	20 000 Ω 电阻=20.0×1 000=20 000 Ω 或 20 000 Ω 电阻=20.0×1 kΩ=20 kΩ 150 000 Ω 电阻=150.0×1 000=150 000 Ω 或 150 000 Ω 电阻=15.00×1 kΩ=150 kΩ		
2 MΩ	1 000 Ω~1.999 MΩ	1 000 000	1 000 Ω
举 例	750 000 Ω 电阻=0.750×1 000 000=750 000 Ω 或 750 000 Ω 电阻=0.750×1 MΩ=0.75 MΩ 1 500 000 Ω 电阻=1.500×1 000 000=1 500 000 Ω 或 1 500 000 Ω 电阻=1.500×1 MΩ=1.5 MΩ		

⑧DIODE CHECK(二极管检查)。检查二极管是否开路或短路。如果二极管是好的,那么试验导线连接到其中一极时会显示小的读数,而连接到另一极时会显示大的读数。小的读数将在显示器上显示三位数字号码(如 0.673)。这里实际的数字并不是关键,大的读数将是无穷大。

⑨FREQ(Hz)(频率 Hz)。频率用赫兹度量。量程 $\times 1$,测量范围 0~1 999 Hz,1 Hz 分辨率。量程 $\times 10$,测量范围 0~10 kHz,10 Hz 分辨率。

在 $\times 1$ 量程,可直接在显示器上读取数据;在 $\times 10$ 量程,将读数乘以 10(赫兹)。

⑩AUX.(辅助)。与辅助输入插孔配合使用,在万用表上,辅助输入插孔的任选附件对某些设备是很有用的。

⑪OFF(关)。试验完成后,为保持蓄电池的电量,应将旋钮开关转到 OFF 位置。

(3)导线连接。将红色试验导线的香蕉形插头插入万用表上的正(+)输入插孔,黑色试验导线的香蕉形插头插入万用表上的负(-)输入插孔,电感性拾波器插入仪器侧面的输入插孔,如图 1-2 所示。

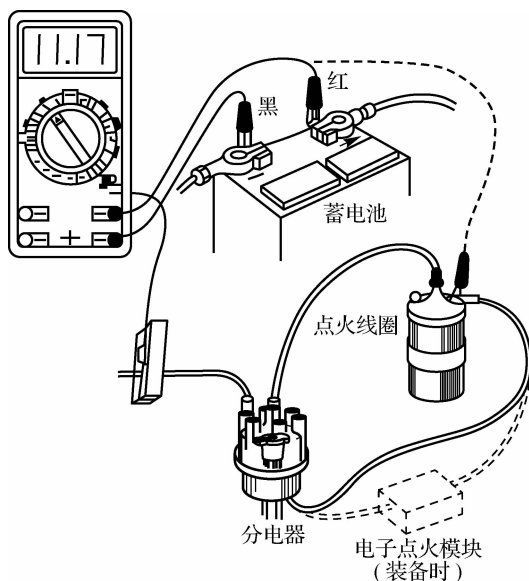


图 1-2 主接线图

连接到辅助输入插孔的任选附件和数字显示指示可参阅所提供的说明手册。

⑫DC VOLTS。红色夹子夹到电压源,如蓄电池正接线柱、灯插座、氧传感器、节气门位置传感器或其他试验过程所需要的连接处。为安全起见,应首先接好红色夹子。黑色夹子夹到干净安全的地线上,如交流发电机支架或搭铁条。在元件中无搭铁的情况下,应将黑色夹子连接到元件的负极。

⑬AC VOLTS。将红色和黑色夹子夹到要测量的电压源。

⑭RPM。将电感性拾波器夹到火花塞高压线上,并确信夹钳完全封闭。其 U 形中心和 I 形棒表面应清洁,如图 1-3 所示。点火系统有故障会导致转速表反跳、显示不稳定或读数断续。火花电压低或不合格的点火高压线对测量有影响。可以将电感性拾波器沿着点火高压线滑动到一个新的位置来稳定读数,或在导线上翻转电感性拾波器,如图 1-4 所示。如果读数仍然不稳定,可将电感性拾波器移到另一个点火线上,开始那个可能有故障,因为电感性拾波器可以连接到任何火花塞高压引线上。另外,实心的铜点火线通过空气会放射大量无线电噪声,它会干扰万用表和其他数字设备的正常工作。如果仅仅是为了本手册说明的试验,可以用电阻线来代替实心铜导线。

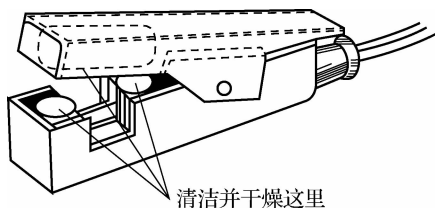


图 1-3 清洁电感性拾波器

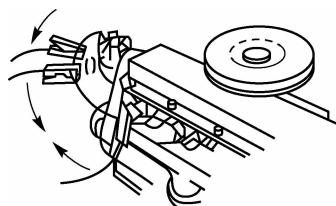


图 1-4 正确读数时电感性拾波器的位置

⑮DWELL。黑色夹子夹到干净清洁的搭铁上,红色夹子夹到点火线圈的负极或转速表引线端子(见图 1-2)。

⑯DUTY CYCLE。黑色夹子夹到干净清洁的搭铁上,红色夹子夹到需要的测试点。

⑰OHMS/DIODE CHECK。将红色和黑色夹子连接到要试验的部件上。注意在进行电阻或二极管试验时,试验的部件必须从电路上脱开以免影响读数。二极管两个极性都必须检查。

⑱ACCESSORIES。万用表提供的附件如下所示:

a. GM(通用汽车)诊断适配器。GM 诊断适配器用于装备有大的橙色诊断插接器的汽车和装备有 IIA(集成式点火分电器)的丰田汽车。

b. 福特线圈夹子。福特线圈夹子用于带靴形插接器的点火系统的汽车。

c. GM 高能点火适配器。GM 高能点火适配器提供了与 GM 高能点火系统相连接的转速表引线端子。

d. 交流发电机适配器。交流发电机适配器用于一些全磁场的交流发电机。

(4)操作。分组操作,每组有组长负责,每人至少操作两次。

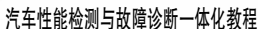


一、填空题

- (1)汽车诊断参数包括_____、_____和_____。
- (2)汽车诊断参数标准可分为_____、_____和_____。
- (3)诊断参数标准一般由_____、_____和_____三部分组成。
- (4)汽车技术状况可分为_____和_____两种。

二、判断题

- (1)汽车的技术状况随着行驶里程的增加会越来越好。()
- (2)人工经验诊断法,诊断人员需有丰富的实践经验和一定的理论知识。()
- (3)人工经验诊断法的诊断准确性较高。()
- (4)工作过程参数在发动机不工作时是无法测量的。()
- (5)伴随过程参数在发动机不工作时是可以测量的。()
- (6)诊断参数越精确越好。()
- (7)当诊断参数测量值处于初始值范围时,表明诊断对象技术状况良好。()
- (8)当诊断参数测量值处于极限值范围时,表明诊断对象技术状况变差,但还可以继续使用。()



(1) 发动机异响参数属于()。

- (2) 发动机功率参数属于()。

- (3)汽车技术状况严重恶化,必须进行修理,说明诊断参数值已达到()。

- (4)多次测得同一诊断参数测量值具有良好一致性,这是诊断参数的()。

- A. 灵敏性
B. 稳定性
C. 信息性
D. 经济性

(1) 汽车诊断参数的选择原则是什么?

- (2)国内外汽车检测与诊断技术发展状况如何?



学习领域二

发动机技术状况的检测与诊断

学习目标

- 了解发动机性能指标。
- 掌握发动机功率的检测。
- 掌握气缸密封性的检测与诊断。
- 掌握发动机点火系统的检测。
- 理解柴油机供油系统的检测与诊断。
- 理解发动机异响的诊断。
- 掌握电控燃油喷射发动机的故障诊断。

技能目标

- 能熟记发动机性能指标。
- 能熟练运用发动机综合性能检测仪等对发动机技术状况进行检测。
- 能运用相关仪器进行气缸密封性检测。
- 能进行点火系统各组成部件的检测。
- 能熟练运用仪器设备检测分析发动机常见故障。

本章导语

发动机是汽车的核心部分,是汽车的动力来源。作为汽车最重要的部件之一,发动机的技术状况直接影响汽车的技术状况,汽车的燃油经济性、动力性、可靠性、排气污染等性能指标与发动机有密切的关系。发动机不仅结构复杂,而且运行时内部零部件要在高温、高压的苛刻条件下工作,加上转速和负荷经常变化,所以发动机的故障率比较高,常因故障而性能下降以至不能工作。

发动机技术状况的变化主要表现在故障增多、性能降低和损耗增加上。用以评价发动机技术状况的主要诊断参数有发动机功率、发动机燃料消耗量、气缸密封性、排气净化性、混合气空燃比、点火电压、机油压力、机油中含金属量、发动机工作温度、发动机振动等。发动机技术状况检测,即对以上参数进行检测,以确定发动机的技术状况。在进行发动机检测时,可以应用发动机检测设备,重点检测出发动机功率、发动机气密性、发动机点火性能等情况,并与诊断参数标准对照,进行分析、判断和评价;同时可利用检测设备对发动机机械、电控系统进行检测,进而确定发动机故障。与发动机功率、燃料消耗、排气净化和磨损有关的诊断参数,不仅表明了发动机的工作性能和磨损状况,也是决定汽车是继续运行还是进厂维修的重要标志。

学习项目一 发动机性能

发动机性能是指发动机的动力性、燃油经济性、轻量化等方面的性能。这些性能直接影响到汽车整车的有关性能。本学习项目将从发动机主要性能指标及发动机特性这两个方面进行分析。

学习任务一 发动机的主要性能指标

发动机的性能指标用来表征发动机的性能特点,并作为评价各类发动机性能优劣的依据。同时,发动机性能指标的建立还促进了发动机结构的不断改进和创新。因此,发动机构造的变革和多样性是与发动机性能指标的不断完善和提高密切相关的。

一、动力性指标

动力性指标是表征发动机做功能力大小的指标,一般以发动机的有效转矩、转速、有效功率和平均有效压力等作为评价发动机动力性好坏的指标。

1. 有效转矩

发动机工作时由功率输出轴输出的转矩称为有效转矩,可由测功器测得,记作 T_e ,单位为 $N \cdot m$ 。

2. 转速

发动机曲轴每分钟的回转数称为发动机转速,用 n 表示,单位为 r/min 。发动机转速的高低关系到单位时间内做功次数的多少或发动机有效功率的大小,即发动机的有效功率随转速的不同而改变。因此,在说明发动机有效功率的大小时,必须同时指明其相应的转速。在发动机产品标牌上规定的有效功率及其相应的转速分别称作标定功率和标定转速。发动机在标定功率和标定转速下的工作状况称作标定工况。标定功率不是发动机所能发出的最大功率,它是根据发动机用途而制定的有效功率最大使用限度。同一种型号的发动机,当其用途不同时,其标定功率值并不相同。因此,汽车发动机以其所能输出的最大转矩及其相应的转速作为评价发动机动力性的一个指标。

3. 有效功率

发动机在单位时间对外输出的有效功称为有效功率,记作 P_e ,单位为 kW。发动机的有效功率可以用台架试验方法测定,也可以用测功器测定有效转矩 T_e 和曲轴角速度 n ,然后用公式计算出发动机的有效功率 P_e ,即

$$P_e = \frac{T_e n}{9\,550} \quad (2-1)$$

4. 平均有效压力

单位气缸工作容积发出的有效功称为平均有效压力,记作 P_{me} ,单位为 MPa。显然,平均有效压力越大,发动机的做功能力越强。

二、经济性指标

发动机经济性指标是发动机性能的重要指标之一,它包括了有效热效率和有效燃油消耗率等。

1. 有效热效率

燃料燃烧所产生的热量转化为有效功的百分数称为有效热效率,记作 η_e 。显然,为获得一定数量的有效功所消耗的热量越少,有效热效率越高,发动机的经济性越好。

2. 有效燃油消耗率

发动机每输出 1 kW 的有效功所消耗的燃油量称为有效燃油消耗率,记作 b_e ,单位为 g/(kW·h)。显然,有效燃油消耗率越低,经济性越好。

$$b_e = \frac{B}{P_e} \times 10^3 \quad (2-2)$$

式中, B 为发动机在单位时间内的耗油量,kg/h; P_e 为发动机的有效功率,kW。

三、强化指标

强化指标是指发动机承受热负荷和机械负荷能力的评价指标,一般包括升功率和强化系数等。

1. 升功率

发动机在标定工况下,单位发动机排量输出的有效功率称为升功率。升功率大,表明每升气缸工作容积发出的有效功率大,发动机的热负荷和机械负荷都高。

2. 强化系数

平均有效压力与活塞平均速度的乘积称为强化系数。活塞平均速度是指发动机在标定转速下工作时,活塞往复运动速度的平均值。

四、紧凑性指标

紧凑性指标是用来表征发动机总体结构紧凑程度的指标,通常用比容积和比质量来衡量。

1. 比容积

发动机外廓体积与其标定功率的比值称为比容积。

2. 比质量

干质量是指未加注燃油、机油和冷却液的发动机质量,发动机的干质量与其标定功率 P_e 的比值称为比质量,用 m_e 表示,单位是 kg/kW 。

$$m_e = \frac{m}{P_e} \quad (2-3)$$

显然,比容积和比质量越小,发动机结构越紧凑。

五、环境指标

环境指标用来评价发动机排气品质和噪声水平。由于它关系到人类的健康及其赖以生存的环境,因此各国政府都制定出严格的控制法规,以期消减发动机排气和噪声对环境的污染。

六、可靠性指标

可靠性指标是表征发动机在规定的使用条件下,正常持续工作能力的指标。可靠性指标有多种评价方法,如首发故障行驶里程、平均故障间隔里程、主要零件的损坏率等。

七、耐久性指标

耐久性指标是指发动机主要零件磨损到不能继续正常工作的极限时间。通常用发动机的大修里程,即发动机从出厂到第一次大修之间汽车行驶的里程数来衡量。

八、工艺性指标

工艺性指标是指评价发动机制造工艺性和维修工艺性好坏的指标。发动机结构工艺性好,则便于制造和维修,就可以降低生产成本和维修费用。

学习任务二 发动机特性

发动机指标随着调整情况及运转工况变化而变化的关系称为发动机特性,特性用曲线表示,称为特性曲线。其中,随着调整情况而变化的特性又称为调整特性。

发动机特性包括负荷特性、速度特性等。

一、负荷特性

负荷特性是指发动机转速不变,每小时燃油消耗量 G_T 和燃油消耗率 g_e 随 P_e (或 M_e) 的变化规律。发动机分为汽油机和柴油机两大类。汽油机是依靠节气门调节负荷的,因此汽油机负荷特性又称节流特性;柴油机是靠改变喷油量来调节负荷的,通过喷油量变化改变混合气成分,因此柴油机负荷特性又称燃油调整特性。汽油机和柴油机负荷特性曲线分别如图 2-1、图 2-2 所示。

负荷特性曲线常用来评价发动机工作的经济性。当转速变化时,各条负荷特性曲线的变化趋势相同,只是各条曲线的路径不同而已。由负荷特性曲线可以看出:

(1)在同一转速下, $g_{\min}$ 值越小,曲线越平坦,经济性越好。比较汽油机与柴油机的负荷特性曲线,柴油机的 $g_{\min}$ 值比汽油机低 20%~30%;且 g_e 曲线较平坦,部分负荷时低油耗区

域比汽油机要宽,所以柴油机更省油。

(2)在中小负荷范围内,随负荷增加, g_e 值迅速下降;在接近大负荷(负荷在 80%左右)时, g_e 值最小。要提高燃料经济性,就要使发动机经常处于或接近油耗低、负荷较大的区域运转。

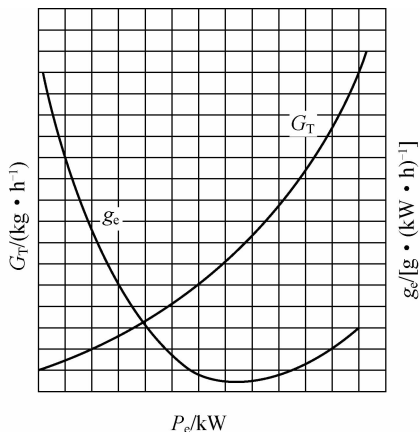


图 2-1 汽油机负荷特性曲线

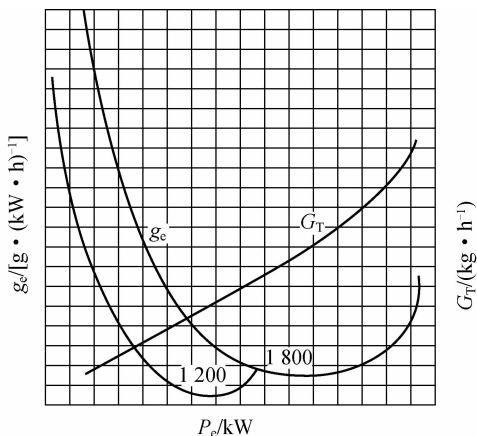


图 2-2 柴油机负荷特性曲线

二、速度特性

速度特性指发动机的油量调节机构(节气门或调节齿杆)的位置一定时,发动机的性能参数(T_{iq} 、 b_e 、 P_e 等)随转速的关系,以曲线表示就是速度特性曲线。速度特性曲线横坐标是发动机转速 n ,纵坐标是发动机有效扭矩 T_{iq} 、有效功率 P_e 、平均有效压力 P_{me} 、有效燃油消耗率 b_e 、每小时耗油量 B 、排气温度 t_r 等。

1. 汽油机速度特性

汽油机节气门开度一定,其有效功率 P_e 、有效扭矩 T_{iq} 、有效燃油消耗率 b_e 、每小时耗油量 B 等随转速变化的关系称为汽油机的速度特性。节气门全开时的速度特性称为汽油机的外特性,其余开度时的速度特性称为部分负荷速度特性,汽油机速度特性曲线如图 2-3 所示。

由图中曲线可总结出以下结论:

(1)节气门开度减小,有效扭矩 T_{iq} 随转速的升高下降得更快。不会发生汽油机飞车现象,并且最大扭矩点和最大功率点随节气门开度减小而逐渐移向低速工况。

(2)有效燃油消耗率 b_e 随节气门开度减小逐渐移向低速工况,且有效燃油消耗率 b_e 值增加。

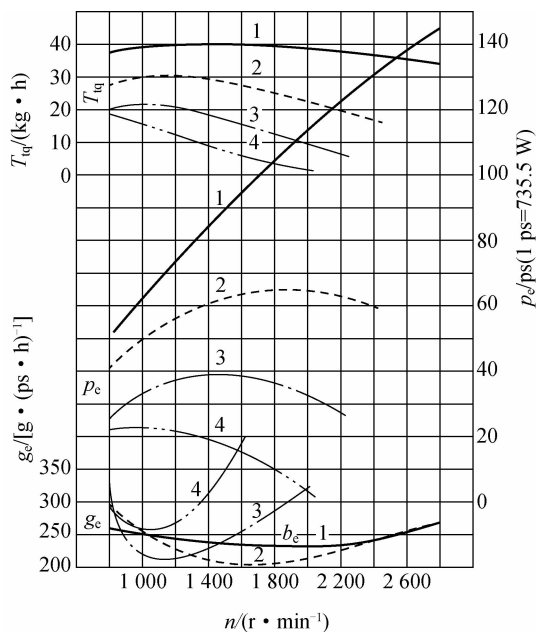


图 2-3 汽油机速度特性曲线

1—全负荷；2—75%负荷；3—50%负荷；4—25%负荷

2. 柴油机速度特性

喷油泵的油门拉杆或齿条位置固定不动,柴油机性能指标(主要是 P_e 、 T_{tq} 、 B 、 b_e)随转速 n 变化的关系称为柴油机速度特性。当喷油泵的油门拉杆或齿条在最大循环供油量位置时,测得的速度特性为柴油机外特性(标定功率速度特性);当喷油泵的油门拉杆或齿条在其他小于最大循环供油量的各个位置时,测得的速度特性为柴油机部分负荷速度特性,如图 2-4 所示。

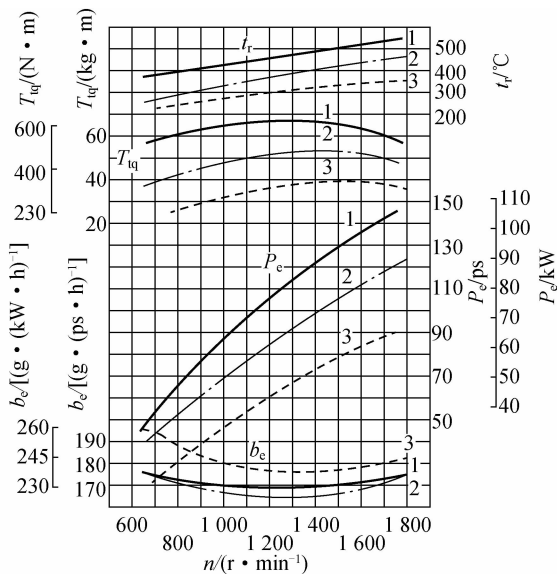


图 2-4 柴油机部分负荷速度特性曲线

1—90%负荷；2—75%负荷；3—55%负荷

由图 2-4 可总结出以下结论:

- (1) 负荷降低, 每循环供油量减少, 但随转速变化趋势基本类似。
- (2) 负荷降低, 机械效率下降。但随转速变化趋势基本类似。
- (3) 负荷降低, 指示热效率升高, 但随转速变化趋势基本类似。

发动机除负荷特性、速度特性外, 还有万有特性、空转特性等, 此处不再赘述, 具体可参照相关教材。

学习项目二 发动机功率的检测

发动机功率是汽车发动机最重要的性能指标之一, 对发动机功率的检测是发动机技术状况检测的重要内容。发动机的额定功率是指发动机携带必要的部件运转时所发出的最大功率。发动机在使用一段时间后, 所能够输出的最大功率会比刚出厂时要小, 因而其动力性能逐渐变差。因此, 发动机最大功率的下降程度, 可以作为衡量发动机使用前后或维修前后技术状况变化的一个指标。

学习任务一 发动机功率检测的方法

测量功率的试验通常称为测功试验。测量发动机的功率有稳态测功和动态测功两种方法。

一、稳态测功

稳态测功又称有负荷测功, 是指在发动机节气门开度一定、转速一定和其他参数不变的稳定状况下, 通过给发动机加一定的模拟负载来测量发动机的转速、扭矩和功率的方法。这种方法测试结果准确, 但需要在专门的试验台架上进行, 比较费时、费力。

二、动态测功

动态测功又称无负荷测功或无外载测功, 是指发动机在不带负荷的情况下, 突然开大节气门, 使发动机克服惯性和摩擦阻力而加速运转, 通过测量发动机的加速性能来测量所发出瞬时功率的方法。这种方法操作简单, 不需将发动机从车上拆下来, 所用的仪器设备也比较轻便, 不过测量精度不高。

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, 取平均值。

测试时汽油机有两种加速方法: 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。

学习任务二 发动机无负荷测功仪

此学习任务将讲解发动机无负荷测功仪的原理、使用方法及检测结果的分析。

一、发动机无负荷测功仪的原理

发动机无负荷测功仪不需要外加载装置,其测量原理是:对于某一结构的发动机,它的运动件的转动惯量可以认为是一个定值,这就是发动机加速时的惯性负载,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。即通过测量某一定转速时的瞬时加速度就可以确定发动机的功率大小。瞬时加速度越大,则发动机功率越大。

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(断开某一缸的点火或高压油路测得的功率和全功率比较,两者之差即为该缸的单缸功率)。将各单缸功率进行对比,可判断各缸的技术状况(主要是磨损情况)。

二、无负荷测功仪的使用方法

无负荷测功仪既可以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。无负荷测功仪的使用方法如下:

1. 仪器自校

按使用说明书,仪器预热 0.5 h 后进行自校(其面板图如图 2-2 所示)。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 1 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,门控指示灯即亮。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,仪器表针归零,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。

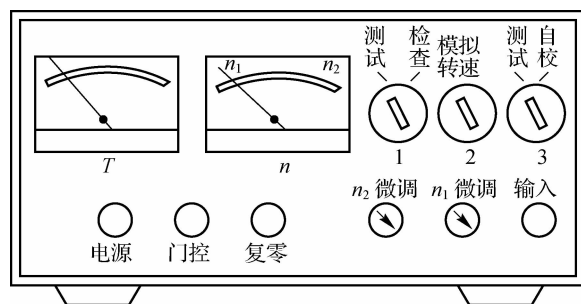


图 2-5 便携式无负荷测功仪面板

2. 安装转速传感器

预热发动机至正常工作温度($85\sim 95\text{ }^{\circ}\text{C}$),并使发动机怠速正常。变速器空挡,然后把仪器转速传感器二接线卡分别接在分电器低压接柱和接铁线路上。

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,发动机转速猛然上升,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,切忌发动机长时间高速空转。记下读数,仪器复零。重复操作 3 次,读数取平均值。

便携式无负荷测功仪带有伸缩天线,可收取发动机运转时的点火脉冲信号,而不必与发动机采取任何有线连接。使用时,用手拿着该测功仪,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,查看壳体背面上印制的主要机型的功率、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有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

通过分析检测结果,对发动机技术状况做出判断。

按照相关规定,在用车发动机功率不得低于原额定功率的 75%,大修后发动机功率不得低于原额定功率的 90%。

(1)若发动机功率偏低,则是因为燃料供给系统调整状况不佳,点火系统技术状况不佳,应对油、电路进行调整。若调整后功率仍低,应结合气缸压力和进气歧管真空度的检查,判断是否是机械部分故障。

(2)对个别气缸技术状况有怀疑时,可对其进行断火后再测功,从功率下降的大小诊断该缸的工作情况。

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缸的工作情况。工作正常的发动机,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值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,说明断火缸工作不良。转速下降值越小,则单缸功率越小,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,一般是该缸高压分火线或火花塞技术状况不佳、气缸密封性不良、气缸上油(机油)等原因造成的,应调整或检修。

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

学习任务三 发动机综合性能分析仪

无负荷测功试验、功率均衡性检测等都可以用专门的无负荷测功仪进行。不过,大部分企业多使用比较先进的发动机综合性能分析仪,这是一种用于检测发动机各系统工作状态和运行参数的功能很强的智能化仪器。现以国产元征 EA-1000 汽车发动机综合性能分析仪为例讲解其测试发动机功率的方法。

一、发动机综合性能分析仪的基本组成

EA-1000 型发动机综合性能分析仪的外形如图 2-6 所示。它主要由计算机系统、前端处理器以及信号提取系统等组成。

计算机系统主要包括主机、显示器、键盘、热键板和打印机等部件,承担测试过程的数据采集、处理、显示和打印等工作。热键板上安装了十几个具有快速操作功能的按钮,用于一些基本操作控制。

前端处理器主要负责采集信号的预处理和信号转接,并承担与主机的并行通信。它可将发动机的所有传感信号经衰减、滤波、放大、整形处理后,转换成标准的数字信号,送入信

号采集系统。

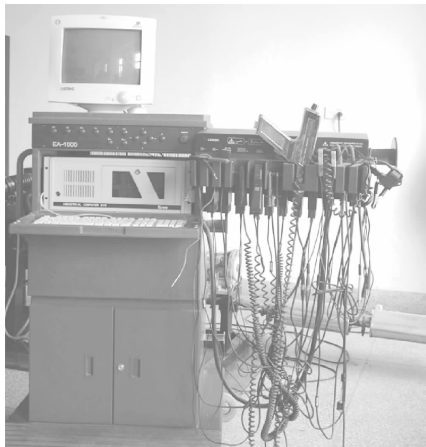


图 2-6 EA-1000 汽车发动机综合性能分析仪的外形

信号提取系统由各类夹持器、探针、传感器和连接电缆等组成,用来提取发动机的各种状态信号。信号提取系统的任务在于拾取汽车被测点的参数值,鉴于被测点的机械结构和参数性质不同,信号提取装置必须具有多种形式以适应不同的测试部位。该系统由 12 组拾取器组成,每一组拾取器根据其任务的不同使用相应的夹持器、探针和传感器电缆等。

二、发动机综合性能分析仪的主要功能

发动机综合性能分析仪不仅可以测试各种发动机的动力性能、各系统运行状况,还可以测试电喷发动机传感器信号参数,以及进行故障分析诊断等。通过它的主菜单可以了解其主要功能,如表 2-1 所示。

表 2-1 发动机综合性能分析仪的主菜单

主菜单	汽油机	点火系统(初级信号、次级信号、点火提前角)
		动力平衡(功率均衡性)
		起动机及发电机
		进气管真空度
		温度分析
		废气分析
		转速稳定性分析
		数字万用表
		无负荷测功

(续表)

主菜单	电控发动机参数	转速
		温度
		进气管真空度
		节气门位置
		爆燃信号
		空气流量
		喷油脉冲信号
		氧传感器
	柴油机	喷油压力
		喷油提前角
		发电机及起动机
		转速稳定性分析
		排放检测
		数字万用表
		无负荷测功
	故障分析	故障码查询
		信号回放与分析
	参数设定	
	退出	

三、发动机综合性能分析仪的使用方法

此处只讲解其检测流程,具体测试过程应仔细阅读其说明书。

1. 检测仪准备

- (1)接通电源,打开检测仪总开关、计算机主机开关和计算机显示器开关,暖机 20 min。
- (2)在发动机不工作和点火系统关闭的情况下,将检测仪信号提取系统连接到被测发动机上。
- (3)检测仪电源线必须可靠接地。
- (4)在测试电控燃油喷射发动机电子控制器时,除检测仪电源接地外,检测仪地线还必须与发动机共地,测试人员必须随时与汽车车身接触。

2. 发动机准备

- (1)发动机应预热至正常工作温度。
- (2)调整发动机怠速,怠速转速应在规定的范围之内。
- (3)发动机在运转中。

3. 启动检测仪

- (1) 检测仪已经预热。
- (2) 双击显示器上的“元征发动机检测仪”图标,启动检测仪综合性能检测程序。
- (3) 检测仪主机对单片机通信和 8 个适配器逐一进行自检。自检通过则显示绿色标志,未通过将给予提示。
- (4) 检测仪显示屏出现“用户资料录入”界面。单击“修改”按钮,录入汽车用户资料,然后单击“确定”按钮,显示屏出现检测程序主、副菜单。

4. 检测方法

- (1) 在主菜单中单击“柴油机”或“汽油机”图标。
- (2) 在柴油机或汽油机的下级菜单中选择“无外载测功”,进入测功界面。
- (3) 设定起始转速 n_1 和终止转速 n_2 。
- (4) 输入发动机当量转动惯量(查阅相关资料或使用转动惯量仪器测定)。
- (5) 单击“检测”按钮,界面出现 5 s 倒计时。
- (6) 当倒计时为“0”时,迅速踩下加速踏板,至发动机转速超过 n_2 时松抬加速踏板。
- (7) 读取发动机的加速时间和最大平均功率。
- (8) 单击“保存报表”按钮,对数据进行保存或打印。单击“显示菜单”按钮返回。

学习项目三 气缸密封性的检测

发动机的动力性取决于发动机各气缸内的平均压缩压力,气缸的密封性是保证发动机缸内压力正常,保证有足够的动力输出和能正常工作的基本条件。如气缸密封性变差,则发动机动力性下降。检测气缸密封性最简便的手段就是测量气缸压缩终了压力。另外,还可以通过测量气缸漏气率和进气管真空度来做进一步的诊断。

学习任务一 气缸压力表测量气缸压力

气缸压力表简称缸压表,是一种气体专用压力表。它一般由压力表头、导管、单向阀和接头等组成,如图 2-7 所示。由于缸压表具有价格低廉、轻便小巧、实用性强和检测方法简便等优点,在汽车维修企业中应用非常广泛。

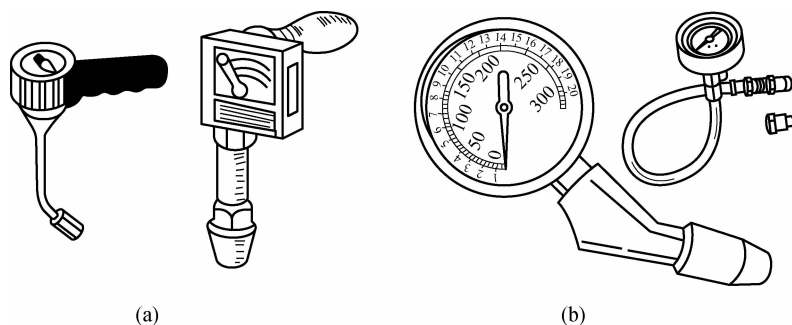


图 2-7 气缸压力表

(a)汽油机气缸压力表 (b)柴油机气缸压力表

气缸压力表头多为鲍登管式,其驱动元件是一根扁平的、弯曲成圆圈状的管子,一端为固定端,另一端为活动端。活动端通过杠杆、齿轮机构与指针相连。当气体压力进入弯管时,弯管伸直。于是,通过杠杆、齿轮机构带动指针运动,在表盘上指示出压力的大小。气缸压力表的接头有两种形式:一种为螺纹管接头,可以拧紧在火花塞或喷油器螺纹孔内;另一种为锥形或阶梯形的橡胶接头,可以压紧在火花塞或喷油器孔上。接头通过导管与压力表头相连通。导管也有两种,一种为软导管,另一种为金属硬导管。软导管适用于螺纹管接头与压力表头的连接,硬导管适用于橡胶接头与压力表头的连接。气缸压力表还装有能连通大气的单向阀。当单向阀处于关闭状态时,可保持压力表指针位置以便于读数;当单向阀处于打开状态时,可使压力表指针归零。

测量气缸压力应在发动机运行至正常温度后使发动机熄火,拧出各缸火花塞或喷油嘴,使节气门和阻风门处在全开位置,将气缸压力表锥形橡胶头压紧在火花塞安装孔上,如图 2-8 所示。柴油机则应将气缸压力表接在喷油器安装孔上。用起动机带动发动机在一定转速下运转 3~5 s,测量气缸压力,每缸测 2~3 次,取其读数的平均值进行分析。不能起动的发动机在测量气缸压力前,至少应用手摇柄摇转发动机数十圈,或用起动机带动发动机运转 20~30 s,使气缸、活塞零件得到润滑。

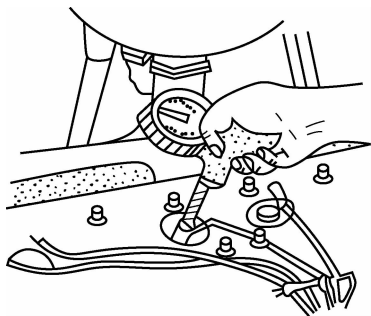


图 2-8 测量气缸压力

气缸压力测量完毕后,根据其读数可分析发动机的技术状况,通常有以下几种:

(1)有的气缸在 2~3 次测量中,压力读数时高时低,相差较大,说明气门有时关闭不严密。

(2)相邻两缸压力读数偏低或很低而其他缸正常,是相邻两缸间气缸垫漏气或缸盖螺栓未拧紧所致。

(3)二缸或数缸压力读数偏低,可以用清洁而黏度较大的机油(20~30 mL)注入气压偏低的缸内,再测量气缸压力。若压力读数上升,说明气缸与活塞组零件磨损过大;若读数基本上无变化,则说明气门关闭不严。

(4)一缸或数缸压力偏高,汽车行驶中伴随出现过热或爆燃现象,则属于积炭过多或压缩比过大。

(5)由于发动机结构和压缩比的不同,各车型发动机气缸压力的标准值不尽相同,几种车型发动机的气缸压力标准值如表 2-2 所示,根据《汽车修理质量检查评定方法》(GB/T 15746—2011)的规定,发动机大修竣工后,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,汽油机小于 8%;柴油机小于 10%;各气缸压力不小于原设计的 85%。

表 2-2 几种车型发动机的气缸压力标准值

车 型	压 缩 比	气 缸 压 力/kPa	测定转速/(r · min ⁻¹)
思域 1.8 L	10.6	>1 500	100~150
卡罗拉 1.6 L	10.2	1 300~1 500	100~150
标致 308 1.6 L	10.5	>1 450	200~250
艾瑞泽 7	11	>1 500	200~250
上海桑塔纳	8.2~8.5	1 000~1 300	200~250
三菱柴油车	17.5	2 600	200~250
北京切诺基	8.6	1 068~1 275(各缸差小于 206)	200~250
一汽捷达 1.6 L	8.5	900~1 200(各缸差小于 300)	200~250

用气缸压力表检测气缸压力,尽管应用广泛,但存在测量误差大的缺点。气缸压力的测量结果不但与气缸的密封程度有关,而且与曲轴的转速有关。研究表明,检测转速不符合规定是检测误差大的主要原因之一。因此在检测气缸压力时应该对曲轴转速进行监测。

学习任务二 气缸漏气量检测仪检测气缸漏气量及漏气率

测量气缸工作行程的漏气量(或漏气率),可以了解气缸、活塞组件、气门、气缸垫的综合密封状况。检测时,发动机不运转,活塞处于压缩行程上止点;把具有一定压力的压缩空气从火花塞或喷油器孔充入气缸,通过压力的变化即可检测气缸的密封性,还可用气缸漏气量(率)检测仪检测。国产 QLY-1 型气缸漏气量检测仪的外形如图 2-9 所示,其主要由调压阀、进气压力表、测量表、橡胶软管、快换管接头、充气嘴和校正孔板等组成,如图 2-10 所示。此外,还得配备外部气源、指示活塞位置的指针和活塞定位盘。



图 2-9 国产 QLY-1 型气缸漏气量检测仪的外形

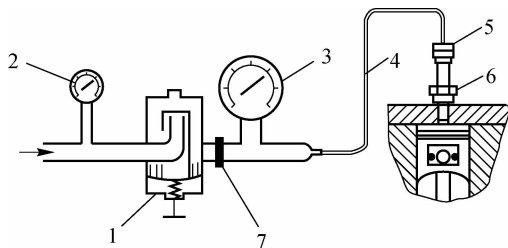


图 2-10 气缸漏气量检测仪的组成

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

外部气源的压力应相当于气缸压力,一般应为 600~900 kPa。压缩空气按箭头方向进入气缸漏气量检测仪,测试时,检测仪的充气嘴安装于所测气缸的火花塞孔上,该缸活塞处于上止点位置。外接气源的具体压力值由进气压力表显示,经调压阀调压至某一确定压力 P_1 (400 kPa) 后,压缩空气经过校正孔板上的量孔及快换管接头、充气嘴进入气缸。当气缸密封不严时,压缩空气就会从不密封处漏出去,因此校正孔板量孔后的压力 P_2 (由测量表指示) 取决于经过量孔的空气流量。显然,空气流量 Q 的大小(漏气量)与气缸的密封程度有关。由于气缸、活塞、活塞环和气门、气门座等处磨损过大或因故障密封不良时,漏气量 Q 增大而使测量表指示压力 P_2 与进气压力 P_1 的差量增大。因此,根据测量表压力下降值即可判断气缸的漏气量,并据此检测气缸的密封性。通过气缸漏气量检测,发现某一缸的密封性不良后,可进一步在化油器、排气消声器出口、水箱加水口和机油加注口等处察听有无漏气声,以判断气缸的漏气部位。

1. 漏气量检测方法

漏气量检测方法包括以下几个步骤:

(1) 发动机预热至正常工作温度。

(2) 用压缩空气吹净火花塞周围,清除脏物,然后拧下所有气缸的火花塞,并在火花塞孔上装好充气嘴。

(3) 接好压缩空气源,在检测仪出气口堵塞的情况下,用调压阀调节进气压力,使测量表指针指示 400 kPa。

(4) 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。假设是 6 缸发动机,分火头顺时针方向旋转,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刻有 1、5、3、6、2、4 的阿拉伯数字,如图 2-11 所示。使分火头旋转至第 1 缸跳火 I 位置后,再继续旋转至 II 位置(此时 1 缸活塞到达压缩上止点),然后转动定位盘使刻度 1 对准分火头尖端(分火头也可用专用指针代替)。

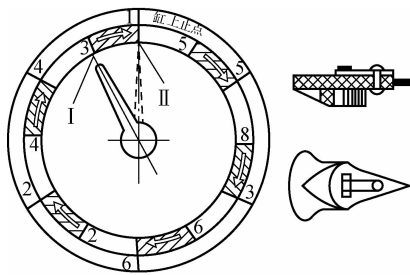


图 2-11 活塞定位盘

(5) 为防止压缩空气推动活塞使曲轴转动,变速器挂高速挡,拉紧手制动。

(6) 将仪器接通气源,向 1 缸充气,此时测量表上的压力读数便反映了该缸的密封性。

(7) 摇转曲轴,使分火头(或指针)对准活塞定位盘下一缸刻度线,按以上方法检测下一缸的漏气量。

(8) 按以上方法和点火次序检测其余各缸的漏气量,为使检测结果可靠,各缸应重复检测一次。

2. 漏气率检测

气缸漏气率的检测方法和故障判断方法都与气缸漏气量的检测方法和故障判断方法基本一致。所不同的是气缸漏气量的测量表以 kPa 或 MPa 为单位,而气缸漏气率测量表的标定单位为百分数,气缸漏气率测试仪的工作原理如图 2-12 所示。

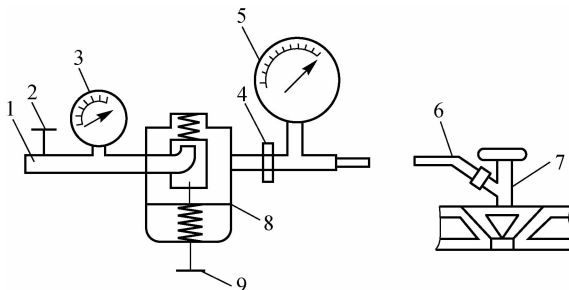


图 2-12 气缸漏气率测试仪的工作原理

1、6—软管；2—进气压力调节螺塞；3—进气气压表；4—量孔；5—压力指示表；
7—锥形塞；8—减压阀；9—调节螺塞

测量时,压缩空气由软管经进气压力调节螺塞、减压阀和量孔到锥形塞,通过气缸火花塞孔进入气缸内。首先,用进气压力调节螺塞调节进气压力,使它相当于气缸压力,其压缩空气压力由进气气压表显示。用调节螺塞来调节减压阀,当锥形塞全封闭时,压力指示表的读数为 0,表示漏气率为 0;当锥形塞全开时,压缩空气可经量孔全部漏出,压力指示表的读数为 100,表示漏气率为 100%。在 0~100 范围等分 100 份,每一份即为 1% 的漏气量。

3. 检测标准

气缸漏气量(率)检测标准应根据发动机种类、缸径、磨损情况等因素通过试验确定。气缸漏气量检测标准可参考表 2-3,对于缸径为 102 mm 左右的汽油发动机,用 QLY-1 型气缸漏气量检测仪检测时,若测量表的压力指示值不小于 250 kPa,则密封性合格;而当测量表的压力指示值小于 250 kPa 时,说明密封性不合格,应进一步察听漏气部位,找出故障原因。

表 2-3 气缸漏气量检测标准

气缸密封状况	仪器读数/kPa	气缸密封状况	仪器读数/kPa
合格	≥ 250	不合格	< 250

气缸漏气率检测标准可参考表 2-4。当气缸漏气率达 30%~40%时,若能确认进排气门、气缸衬垫、气缸盖等处均不漏气,则说明气缸活塞摩擦副的磨损临近极限值。气缸漏气量(率)的检测虽然比较麻烦、费时,但检测全面,指示直观,比用气缸压力检测值反映气缸密封性更为精确。

表 2-4 气缸漏气率检测标准

气缸密封状况	仪器读数/%	气缸密封状况	仪器读数/%
良好	[0, 10)	较差	[20, 30)
一般	[10, 20)	换环或镗缸	[30, 40]

学习任务三 负压表检测进气管真空度

发动机进气管真空度是指进气歧管内的进气压力与外界大气压力的差值。进气歧管的真空度可以评价发动机的气缸密封性,主要是针对汽油机而言。一般在怠速条件下检测进气管真空度,因为技术状况良好的汽油机怠速时,进气管真空度有一较为稳定的值,同时怠速时进气管真空度较高,对因进气管、气缸密封性不良引起的真空度下降较为敏感。

进气管真空度可以反映活塞组、进气管(包括与燃料供给系统的连接处)的密封性。若进气管垫、真空点火提前机构等处密封不良,活塞组、配气机构因磨损或故障使间隙增大都会影响发动机进气管的真空度。通过对进气管真空度的检测可发现这些部位的故障。

1. 检测方法

进气管真空度用真空表检测,真空表由表头和软管构成,软管一头固定在真空表上,另一头可方便地连接在进气管的检测孔上(真空助力或真空控制装置从进气管取真空的孔,即可作为检测孔)。具体检测步骤如下:

- (1)发动机预热至正常工作温度。
- (2)把真空表软管与进气歧管上的检测孔连接。
- (3)变速器置于空挡,发动机怠速稳定运转。
- (4)在真空表上读取真空度读数。

2. 检测结果分析

一般进气管真空度怠速时都有规定的正常值,通过对进气管真空度检测结果的分析,可判断发动机的技术状况和故障。

(1)在海平面高度发动机怠速运转时,若真空表指针稳定在 57~70 kPa,则表明气缸密封性正常。海拔每升高 500 m,真空度应相应降低 4~5 kPa,密封性正常时如图 2-13(a)所示(白针表示稳定)。

(2)怠速时,指针在 50.66~67.55 kPa 间有规律地摆动,表示气门黏滞或点火系统有故障,如图 2-13(b)所示(黑针表示漂移量)。

(3)当气门关闭时,指针有规律地迅速跌落 10~16 kPa,表明气门与导管卡滞,如图 2-13(c)所示。

(4)如果气门弹簧折断或弹力不足,发动机在 500 r/min 左右运转,则真空表指针在 33~74 kPa 范围内迅速摆动,某一个气门弹簧折断,指针将相应地产生快速波动,如图 2-13(d)所示。

(5)如果气门导管磨损松旷,则真空表读数较正常值低 10~13 kPa,且缓慢地在 47~60 kPa 范围内摆动,如图 2-13(e)所示。

(6)如果活塞环磨损严重,则发动机转速升至 2 000 r/min 时,突然关闭节气门,真空表指针迅速跌落至 6 kPa 以下;当节气门关闭时,指针不能回到 83 kPa,如图 2-13(f)所示。当迅速开启节气门时,指针不低于 6 kPa,则活塞环工作良好。

(7)如果气缸垫窜气,真空表读数会从正常值突然跌落至 33 kPa,当泄漏气缸在工作行程时,指针又恢复正常值,如图 2-13(g)所示。

(8)如果混合气过稀,则指针不规则跌落;如果混合气过浓,则指针缓慢摆动,如

图 2-13(h)所示。

(9)进气歧管衬垫漏气与排气系统堵塞。进气歧管漏气时,真空表指示值比正常值低 10~30 kPa;排气系统堵塞时,发动机转速升至 2 000 r/min,突然关闭节气门,真空表指针从 83 kPa 跌落至 6 kPa 以下,并迅速回至正常,如图 2-13(i)所示。

(10)如果点火过迟,则真空表指针稳定地指示在 47~57 kPa,如图 2-13(j)所示。

(11)如果气门开启过迟,则真空表指针稳定地指示在 27~50 kPa,如图 2-13(k)所示。

(12)如果火花塞电极间隙太小,断电器触点接触不良,则真空表指针缓慢地摆动在 47~54 kPa,如图 2-13(l)所示。

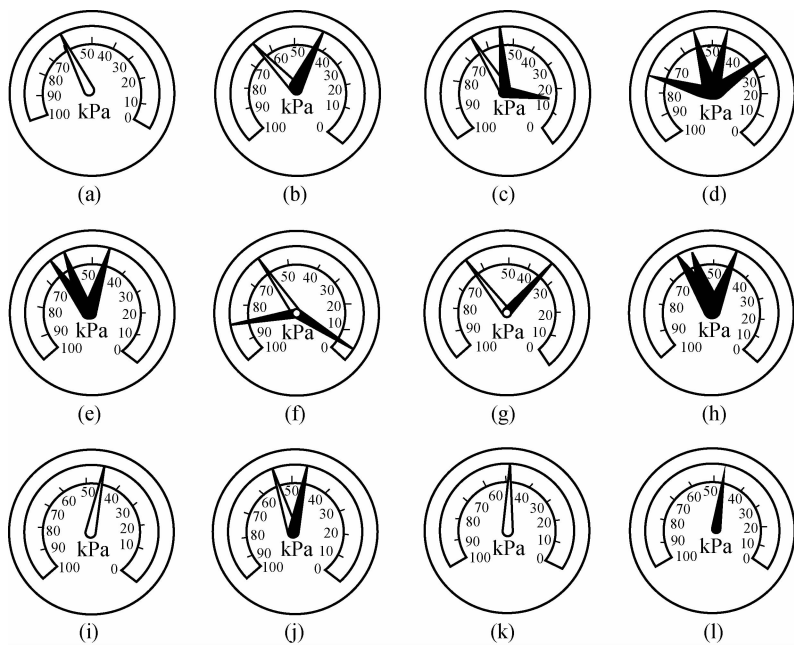


图 2-13 真空表检测结果

3. 检测标准

根据《汽车修理质量检查评定方法》(GB/T 15746—2011)的规定,大修竣工的汽油发动机在怠速时进气歧管真空度应在 57~70 kPa 范围内。进气歧管真空度(大气压力以海平面为准)波动:6 缸汽油机不超过 3 kPa,4 缸汽油机不超过 5 kPa。

由于进气管真空度随海拔升高而降低,因此检测发动机进气管真空度时,应根据测试所在地的地面海拔高度进行修正。

学习项目四 汽油机点火系统的检测

汽油发动机工作时,不仅需要一定空燃比的混合气,还需要按一定的顺序及时为各气缸提供电火花以点燃混合气。由于点火系统元件较多,工作条件又往往比较恶劣,使用久了,性能会下降,还可能出现故障,这些都会影响发动机的动力性和经济性,严重时还会造成发动机熄火

或不能起动。因此,点火系统产生的故障往往是造成发动机不能正常工作的重要原因之一。

学习任务一 汽油机点火正时的检测

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(曲轴转角或凸轮轴转角)表示。当点火时间正确时,点火提前角处于最佳状态。然而,最佳点火提前角是随着转速、负荷和汽油的辛烷值等因素的变化而变化的。对于化油器式汽油机所用的分电器式传统点火系统,随转速和负荷的变化,点火正时是在动态情况下由分电器上的离心式调节器和真空式调节器自动调节的;当使用的汽油辛烷值改变时,发动机的初始点火提前角即分电器壳的固定位置也会随之改变。

初始点火提前角也称为初始点火正时,是点火提前自动调节装置进入工作状态前的基础。在离心式调节器和真空式调节器工作正常的情况下,发动机最佳点火提前角往往决定于初始点火提前角。发动机的点火正时是非常重要的,将直接影响到发动机的动力性、燃料经济性和排气净化性。

一、检测点火正时应掌握的原则

化油器式发动机的点火正时,在使用中并不是一成不变的,应根据汽车的技术状况、燃料和运行条件等方面的变化,及时进行检查及校正。检测点火正时应掌握的原则如下:

(1)使用辛烷值较高的汽油时,应将点火时间略微提前;反之,应将点火时间略微推迟,以防爆燃。

(2)混合气成分不同,直接影响燃烧速度。根据试验测定,当过量空气系数为 $0.8\sim 0.9$ 时燃烧速度最快,此时点火提前角应小一些;当过量空气系数大于或小于此值时,即混合气过稀或过浓时,都会使燃烧速度变慢,此时点火提前角应大些。

(3)容易产生爆燃的发动机,点火提前角应小一些。

(4)在高原地区,因为大气压力低,因而发动机的进气压力和压缩终了的压力均降低,影响了汽油的雾化和混合气的涡流运动,对混合气的形成不利,造成混合气燃烧速度变慢。与平原地区相比,在相同的混合气成分下,高原地区运行的汽车,点火提前角应大些。

(5)外界温度的变化对汽油的雾化有一定的影响。因此,气候寒冷时,点火时间应略微提前;而气候炎热时,点火时间应略微推迟。

(6)发动机已接近大修,气缸压缩压力降低时,点火时间可略微提前。

(7)由于对排气净化的要求越来越严格,不能再以发动机功率的大小作为检查及校正点火正时的依据,而是应该适当推迟点火时间,以减少排气污染物为首要目的。

二、点火正时的检测方法

发动机点火正时的检测方法有经验法、闪光法和缸压法三种。

1. 经验法

检查点火正时的目的是查证点火时间的准确性,而校正点火正时的目的是获得最佳初始点火提前角,即获得最佳分电器壳的固定位置。检查及校正的方法如下:

(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,检查并调整断电器触点

间隙,使其保持在 $0.35 \sim 0.45 \text{ mm}$ 。继续摇转曲轴,察看其他各缸触点间隙是否均在规定范围内。

(2)将 1 缸活塞摇至压缩终了上止点位置。可采用下列方法:先拆下 1 缸火花塞,摇转曲轴,直到能听到从火花塞孔发出排气声,说明 1 缸已处于压缩行程。然后在继续摇转曲轴的同时,注意观察飞轮上或曲轴传动带盘上的上止点标记。当该标记与固定标记对正时,停止摇转并抽出摇把,此时 1 缸活塞正好处于压缩终了上止点位置。

(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固定螺钉,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,先顺分火头转动方向转动一定角度,使断电器触点闭合,再逆分火头转动方向转动一定角度,使断电器触点接近完全打开或完全打开(根据所使用汽油的辛烷值决定)。若飞轮或曲轴传动带盘上打有点火正时标记,可对正该标记,在使用规定牌号汽油的情况下,断电器触点刚刚打开即可。

(5)拧紧分电器壳固定螺钉,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 1 缸高压线插孔。插上 1 缸高压线,该线的另一端和 1 缸火花塞连接。然后沿分火头转动方向按点火顺序插上其他各缸高压线,并与对应的火花塞连接好。

(7)起动发动机并运转至正常热状态,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;若加速不良,且有爆燃声,则为点火过早;如果加速不良,且发闷,甚至排气管有“突、突”声,则为点火过晚。用无负荷加速试验检查点火正时不太准确,只能起一定的参考作用,准确的检查应进行路试。

(8)进行路试。为检查点火正时进行汽车路试时,应选择平坦、坚硬的直线道路或专用跑道,全车运转至正常工作温度后,以最高挡最低稳定车速行驶,然后突然将加速踏板踩到底,使汽车急加速运行。此时,若能听到发动机有轻微的爆燃声,且随着车速提高逐渐消失,则为点火时间正确;若听到的爆燃声强烈,且车速提高后长时间不消失,则为点火时间过早;若听不到爆燃声,且加速困难,甚至排气管有“突、突”声,则为点火时间过晚。

路试中发现点火时间不正确时,可停车进行调整。如点火时间过早,可使分电器壳顺分火头方向转动少许;如点火时间过晚,可使分电器壳逆分火头方向转动少许,再结合路试反复调试几次即可获得满意结果。

以上检查及校正点火正时的方法是针对 1 缸进行的,其余各缸的点火时间是否正确,则取决于按点火顺序的各缸间点火间隔的正确性。

2. 闪光法

用闪光法检测点火正时,需采用闪光正时检测仪进行,该方法在国内外应用十分广泛。闪光正时检测仪如图 2-14 所示。

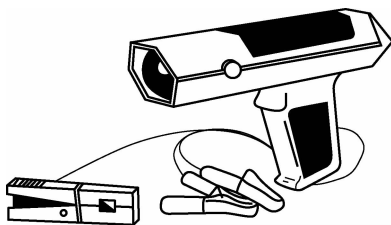


图 2-14 闪光正时检测仪

(1) 闪光正时检测仪的基本结构与工作原理。闪光正时检测仪是利用闪光时刻与 1 缸点火同步的原理,测出发动机的点火提前角的。闪光正时检测仪一般由正时灯(氖灯或氙灯)、传感器、中间处理环节和指示装置等组成,在汽车维修企业中应用十分广泛。

正时灯是一种频率闪光灯,在 1 缸点火脉冲的激发下,每闪光一次表示 1 缸火花塞跳火一次,因此闪光与 1 缸点火同步。当正时灯对准发动机 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,若调整正时灯上的电位器,使闪光时刻逐渐延迟至转动部分上的标记正好对准固定指针时,延迟闪光时刻的时间就是点火提前的时间,将其显示在表头上,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,对于四行程发动机来说,换算成曲轴转角需要乘以 2。

用闪光法既可以制成单一功能的便携式点火正时检测仪,又可以和其他仪表组合成多功能综合式的点火正时检测仪。其指示装置既可以是指针式、数码管式的,也可以在示波器屏幕上以数字的方式显示,带有打印功能的还可以打印输出。指示装置还应有显示瞬时转速的功能,以便在规定的转速下测得点火提前角。

(2) 闪光正时检测仪的使用方法。

① 仪器准备。

- a. 将闪光正时检测仪(以下简称“正时仪”)的两个电源夹夹到蓄电池(12 V)的正、负电极上,红正、黑负。
- b. 将正时仪的外卡式传感器卡在 1 缸的高压线上。
- c. 将正时仪的电位器退回到初始位置,打开正时灯开关,正时灯应闪光,指示装置应指向零位。

② 发动机准备。

- a. 事先擦拭飞轮或曲轴传动带盘上的 1 缸压缩终了上止点标记,以便在闪光照耀下看清。
- b. 发动机运转至正常工作温度。

③ 检测方法。

- a. 发动机在怠速下稳定运转,打开正时灯并对准飞轮或曲轴传动盘上的上止点标记,如图 2-15 所示。

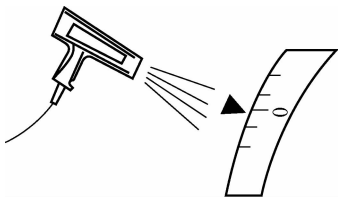


图 2-15 正时灯对准上止点标记

- b. 调整正时仪上的电位器,使飞轮或曲轴传动带盘上的上止点标记逐渐与固定指针对齐,此时正时仪指示装置上的读数即为发动机怠速运转时的点火提前角。

- c. 用同样方法,分别检测出发动机不同工况时的点火提前角。若测出的点火提前角符合规定,对于传统点火系统,说明初始点火提前角调整正确,同时也说明离心式调节器和真

空式调节器工作正常。如果需要分别测量离心提前角和真空提前角,可拆下分电器真空管进行测量。

d. 由于分电器式传统点火系统离心式和真空式调节器未起作用或起的作用很小,此时测得的点火提前角实为初始点火提前角。在拆下真空管的情况下,用发动机某转速下测得的点火提前角减去初始点火提前角,即可得到该转速下的离心点火提前角;反之,在连接真空管的情况下,在同样转速下测得的点火提前角减去离心点火提前角和初始点火提前角,则又可得到真空点火提前角。

e. 如果需要检测并调试汽车实际运行中的点火提前角,需在路试或底盘测功试验台上进行。

f. 检测完毕,关闭正时灯,取下外卡式传感器和两个电源夹。

3. 缸压法

用缸压法检测点火正时,需采用缸压正时检测仪进行。缸压正时检测仪由缸压传感器、点火传感器、中间处理环节和指示装置等组成。如果带有油压传感器,还可以检测柴油机供油提前角。缸压法的检测原理是采用缸压传感器找出被测缸压缩压力的最大点作为活塞上止点,同时用点火(或油压)传感器找出同一缸的点火(或供油)时刻,两者之间的曲轴或凸轮轴转角即为点火提前角,如图 2-16 所示。用缸压法既可以制成单一功能的便携式点火(或供油)正时检测仪,又可以和其他仪表组合成多功能综合式的。

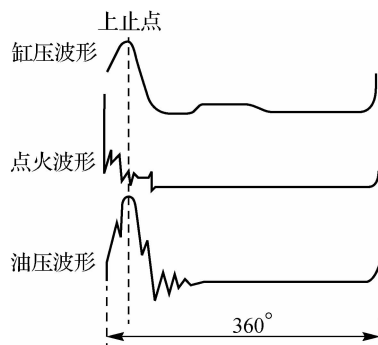


图 2-16 缸压法的检测原理

用缸压法检测点火提前角时,发动机应运转至正常工作温度,拆下发动机任意一缸的火花塞,装上缸压传感器。在拆下的火花塞上仍接上原高压线,在高压线与火花塞之间插接点火传感器或在高压线上卡上外卡式点火传感器,然后将火花塞放置在机体上使之良好搭铁。起动发动机使之运转。

由于被测缸不做功,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。拆下的火花塞虽在缸外但仍在跳火,其上的点火传感器可采集到点火开始的信号。此时输入操作指令,并变换发动机转速,即可从指示装置得到怠速、规定转速或任意转速下的点火提前角及对应转速,按下打印键可以打印出检测结果。

检测中,如果示波器屏幕显示的缸压波形最高峰值出现在后部,则表示点火提前角为负值,即发动机在上止点后点火,如图 2-17 所示。缸压法和闪光法一样,可测得分电器式传统点火系统的初始点火提前角和不同工况下的总点火提前角、离心点火提前角及真空点火提

前角。测出的点火提前角应与规定值进行对照。如不符合要求,应在点火正时仪监测下进行调整,必要时应进行修理或更换,直至符合要求。

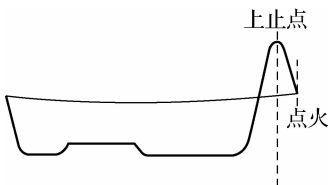


图 2-17 点火提前角为负值时的波形

检测点火正时,一般仅测得 1 个缸(如 1 缸或最末缸)的结果就可以了,其他缸的点火提前角是否符合要求取决于点火间隔。点火间隔可从示波器屏幕上显示的重叠波和并列波上得到(计算机控制式点火示波器可直接显示点火间隔),然后根据被测缸的点火正时和各缸的点火间隔,即可算出其他缸的点火提前角。当测得的各缸波形的重叠角很小时,可认为各缸间的点火间隔是相等的,因而其他缸的点火提前角与被测缸相等,此时被测缸的点火提前角可以认为是被测发动机的点火提前角。

三、电控燃油喷射发动机点火提前角的检测

电控燃油喷射发动机由电子控制单元(electronic control unit, ECU)控制点火系统,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。其中,基本点火提前角是点火提前角中最主要的部分,其大小取决于发动机工况。

不同的发动机工况,基本点火提前角的大小也不一样。汽车行驶中,ECU 根据发动机转速、进气量(或进气管压力)等信号,从存储器中查取基本点火提前角。该点火提前角是在起动发动机电控系统时,根据发动机性能要求并通过大量试验、优化处理而获得的,并预先存储在 ECU 内计算机的只读存储器的存储单元中,以此构成点火提前角脉谱图。汽车行驶中只需用传感器检测出发动机的实际工况(转速与负荷),然后由中央处理器查询点火提前角脉谱图,并调出与此工况相对应的基本点火提前角即可。

总之,ECU 以初始点火提前角为基准,根据发动机转速和进气量(或进气管压力),从 ECU 内计算机存储器存储的数据中查取相应的基本点火提前角,再根据有关传感器信号加以修正,就得出了最佳点火提前角。

电控燃油喷射发动机的点火提前角一般是不可调的,特别是直接点火系统。检测电控燃油喷射发动机点火提前角的目的,往往是发现点火提前角不符合要求时,便于确定是微处理器损坏还是传感器失效。

如前所述,使用闪光法检测点火正时的方法十分广泛。当使用闪光正时检测仪检测电控燃油喷射发动机点火提前角时,其方法与检测传统发动机相同,不再赘述。但是,在发动机基本检查中,有些车型,如通用、福特、丰田等公司的某些车型,在检查初始点火提前角时,需要采用跨接线连接检查连接器有关端子的方法,使系统进入场地维修模式,以测得怠速下的点火提前角。

学习任务二 汽油机点火波形的检测与分析

当汽油机点火系统工作不正常时,其点火波形一般会随故障呈现一定的变化规律,通过

点火波形的分析即可判断发动机点火系统或相关部位的故障,进而排除发动机故障,使发动机在相对良好的技术状态工作。

一、次级电压波形的检测与分析

无论是传统触点式点火系统还是无触点电子点火或计算机控制的点火系统,都是由点火线圈通过互感作用把低压电转变为高压电,通过火花塞跳火点燃混合气做功的。点火系统低压部分、高压部分的变化过程是有规律的。因此,把实际测得的点火系统点火电压波形与正常工作情况下的点火电压波形进行比较并分析,可判断点火系统的技术状况好坏及故障所在。用示波器的波形直观诊断点火系统故障是汽车维修常用的手段,汽油机点火系统技术状况,可通过汽车专用示波器或发动机综合性能分析仪上的示波器来观察分析。检测操作方法在实训中将详细讲解,此处不再赘述。

1. 次级电压标准波形分析

点火线圈完全相当于一个变压器。在初级线圈周期性通电和断电的过程中,初、次级线圈都因电流变化而感应电动势,因而初、次级电压随时间变化的规律也是相似的。因次级电压对发动机正常工作至关重要,下面重点分析次级电压的波形。

次级电压的标准波形如图 2-18 所示。

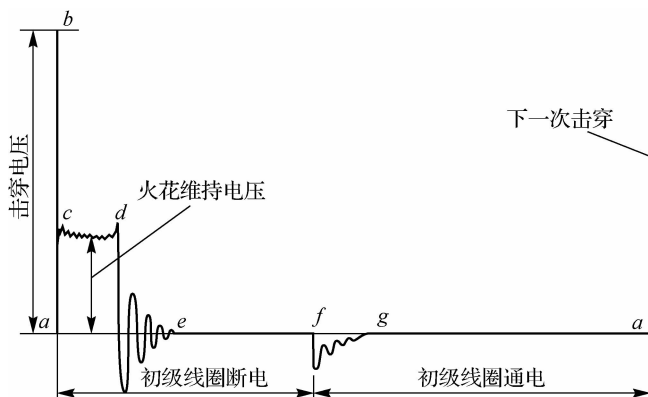


图 2-18 次级电压的标准波形

对此波形可做如下说明:

(1) a 点。断电器触点断开,或电子点火器输出断开,初级点火线圈突然断电,导致次级电压急剧上升。

(2) ab 段。火花塞击穿电压。传统点火系统的击穿电压为 $15\sim 20\text{ kV}$,电子点火系统的击穿电压可达 $18\sim 30\text{ kV}$ 。

(3) cd 段。火花塞电极间的混合气被击穿之后,维持火花放电所需的电压,一般为几千伏。这段波形通常也称为“火花线”。火花线应具有一定的高度和宽度,它反映了点火能量的大小,也是保证可靠点火的重要条件。

(4) de 段。火花消失,点火线圈中剩余磁场能量在线路中维持一段衰减振荡,称为第一次振荡。振荡结束后,电压降到零。

(5) f 点。断电器触点闭合,或电子点火器输出导通使初级点火线圈突然闭合,初级电

流开始增加,引起次级电压突然增大。需要注意的是:在 a 点,初级电流是急剧减小的,而在 f 点,电流是逐渐增加的,所以这两点感应次级电压的方向相反,而且大小也不相同。

(6) fg 段。因初级电流接通而引起回路电压出现衰减振荡,称为第二次振荡。振荡消失后,电压恢复到零。

(7)整个波形中,从 a 到 f 段对应初级电流不导通、次级线圈放电阶段,对于传统点火系统,也就是断电器触点断开阶段;从 f 到 a 段对应初级电流导通、线圈储能阶段,也是传统点火系统中断电器触点闭合阶段。

2. 次级电压故障波形分析

(1)单缸次级电压的故障波形分析。若点火系统出现故障,次级电压的波形也会发生相应的变化。因此,可以通过分析次级电压的波形来判断点火系统可能的故障。点火系统出现故障的原因很多。图 2-19 给出了较常见的一些次级电压故障波形。

①断电高压产生之前出现小的多余波形,如图 2-19(a)所示。说明断电器触点接触面不平,在完全断开之前有瞬间分离现象,引起电压抖动。

②火花线变短,很快熄灭,如图 2-19(b)所示。说明点火系统储能不足,可能是供电电压偏低,或初级电路导线接触不良造成的。

③第二次振荡波形之前出现小的杂波,如图 2-19(c)所示。可能是断电器触点接触面不平,在完全闭合之前有不良接触所致。

④在触点闭合阶段存在多余的小的杂波,如图 2-19(d)所示。可能是初级电路断电器触点搭铁不良,或各接点接触不良,引起了小的电压波动。

⑤第二次振荡波形存在严重的杂波,如图 2-19(e)所示。这一般是断电器触点臂弹簧弹力太弱,使触点闭合瞬间引起弹跳所致。

⑥击穿电压过高,且火花线较为陡峭,如图 2-19(f)所示。这可能是火花塞间隙太大,或次级电路开路等所引起的。火花间隙越大,所需击穿电压越高,而且往往没有良好的放电过程。

⑦击穿电压和火花线都太低,且火花线变长,如图 2-19(g)所示。这可能是火花塞间隙太小或积炭较严重所致。在这种情况下,击穿电压会很低,而火花放电时间则较长。

⑧火花线中出现干扰“毛刺”,如图 2-19(h)所示。这可能是分电器盖或分火头松动所致。这样,在发动机高速运转时,分电器的振动会使火花塞上的电压不稳定而出现抖动。

⑨完全没有高压击穿和火花线波形,如图 2-19(i)所示。说明火花塞未被击穿,也就没有火花放电过程。产生的原因可能是次级高压线接触不良或断路,或者火花塞间隙过大。

⑩第一次振荡次数明显减少,如图 2-19(j)所示。可能的原因是断电器触点并联的电容器漏电、电容器容量不够或初级线路接触不良,导致线路上电阻增大、耗能增加,火花熄灭后剩余能量小,振荡衰减加快。

⑪整个次级电压波形上下颠倒,如图 2-19(k)所示。说明初级点火线圈两端接反或将电源极性接反了,从而使初级电流和次级电压都改变了方向。

⑫与正常时相比,触点闭合阶段变短,如图 2-19(l)所示。触点闭合阶段变短,说明断电器触点间隙过大了;反之,就说明触点间隙太小了。

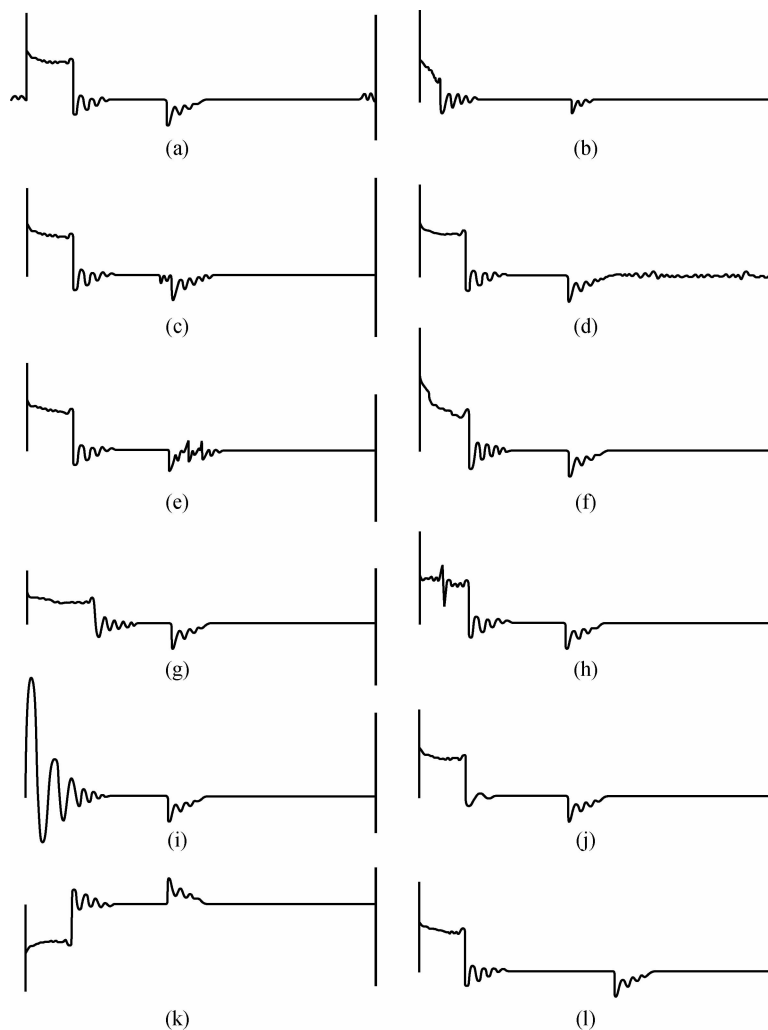


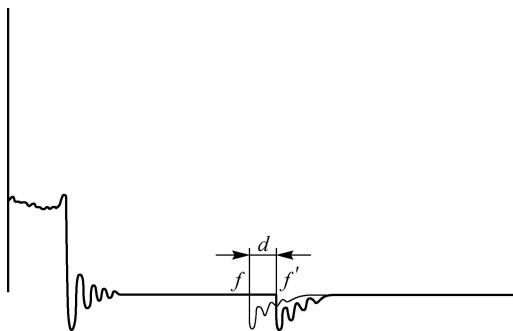
图 2-19 较常见的次级电压故障波形

实际上,次级电压波形不仅与点火系统的状况有关,还要受发动机内部工作状态(温度、压力、燃气成分等)的影响,情况较为复杂。所以在实践中还可能会遇到很多不同形状的故障波形。只要掌握了点火系统的基本工作原理,就不难根据故障波形做出相应的分析判断。

(2)不同气缸次级点火电压的波形对比分析。若将不同气缸的次级点火电压的波形排列在一起,通过对比观察分析,常常可以发现某些气缸点火方面的故障现象。常用的方法是将波形重叠起来(重叠波),或上下排列(并列波),或左右排列(平列波)。以下主要介绍重叠波和平列波。而并列波情形与前述故障波形分析类似,这里不再赘述。

①重叠波。在正常情况下,各气缸的次级点火电压波形是非常相似的。利用重叠波,主要是检查传统点火系统中断电器触点闭合角的大小,以及各气缸对应触点闭合时刻(图 2-18 中的 f 点)的分散程度,从而间接判断分电器凸轮的磨损情况。

图 2-20 给出了重叠波示意。图中用两种不同的线条表示了触点闭合时刻最早和最晚的两个波形,其他各缸波形介于这两者之间。



在标准重叠波中,触点闭合段应占全部波形周期的比例为:四缸发动机,45%~50%;六缸发动机,63%~70%,八缸发动机,64%~71%。

若闭合段太短,即闭合角太小,一般是触点间隙过大所造成的。它将导致点火储能不足。反之,若闭合段过长、闭合角太大,则在发动机低速时点火线圈可能会发热。

此外,要求闭合段波形的变化范围(图 2-20 中的 d 部分)不应超过波段长度的 5%。否则,说明分电器凸轮角不规则,或分电器轴松旷。

②平列波。将各气缸的次级电压波形按点火顺序依次排列显示,即所谓平列波,如图 2-21 所示。通过各缸的波形对比,很容易观察到某气缸点火状况是否正常。例如,图中第 3 缸击穿电压太低,说明该气缸火花塞间隙太小,或绝缘体有裂纹。反之,若图中第 2 缸击穿电压过高,说明该缸火花塞间隙太大或已经烧坏。另外,当取下某缸的高压分线后,该缸击穿电压应立即升至 20 kV 以上才正常,否则就说明点火线圈性能不好,或分电器、高压线有漏电。

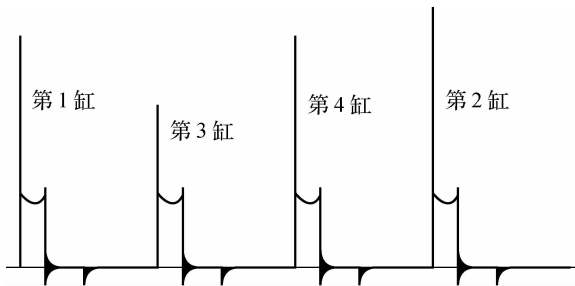


图 2-21 点火次级电压的平列波

二、初级电压波形的检测与分析

与次级电压波形的分析类似,通过分析点火线圈初级电压的波形,也可以大致判断点火系统的工作状况是否正常,或存在某些可能的故障。不过初级电压波形比次级电压波形用得少一些。

1. 初级电压的标准波形分析

初级与次级电压随时间变化的规律是类似的。不过初级电压的标准波形与点火系统的

结构有一定的关系,这种区别如图 2-22 所示。

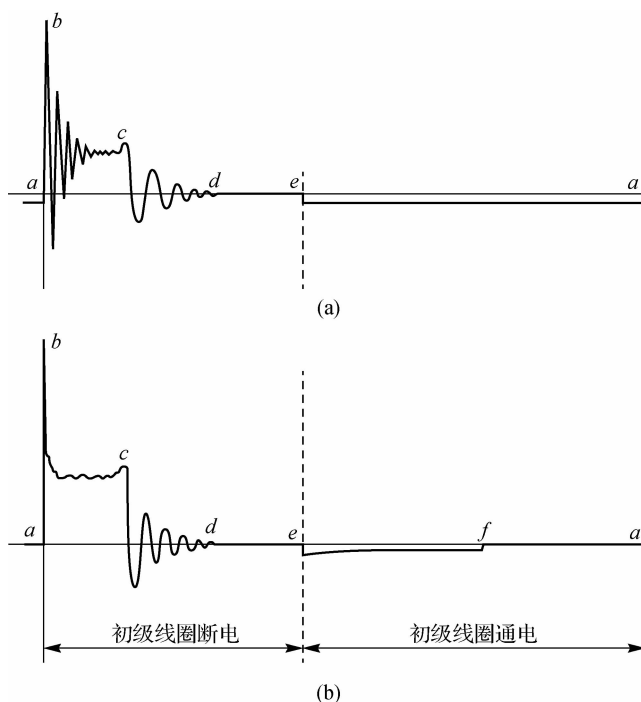


图 2-22 初级点火波形的区别

(a)传统点火系统 (b)电子点火系统

对于传统点火系统,在断电器触点刚断开后,由于触点并联电容的存在,会在初级回路中形成明显的高频衰减振荡[见图 2-22(a)的 ac 段]。而对于电子点火系统来说,由于没有触点并联的电容,所以不存在这一振荡过程,其波形与次级电压波形更相似一些[见图 2-22(b)]。 ab 段电压并不高,一般只有 $150\sim 200\text{ V}$ 。

图 2-22 中 cd 段与次级电压标准波形(见图 2-18)中 de 段是对应的。在这段时间内,火花消失后的残余能量在点火线圈初、次级内同时产生衰减振荡。

在 e 点,由于初级线圈闭合导通,初级电流开始增加,所以在线圈中感应电压与断电阶段的方向相反。

对于某些电子点火系统,反向电压到 f 点就消失了。这是因为电子点火器多具有限制初级电流的作用。目的是既要保证储存足够的点火能量,又要避免低速时电流过大而线圈发热。这样,当初级电流达到 I_p 时便不再增加,初级线圈不再感应电动势(见图 2-23)。

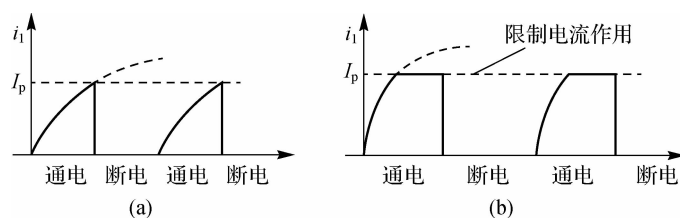


图 2-23 点火系统初级电流波形

(a)传统点火系统 (b)电子点火系统

2. 初级电压的故障波形分析

通过观察初级电压波形也可分析点火系统可能的故障,一些初级电压的故障波形如图 2-24 所示。

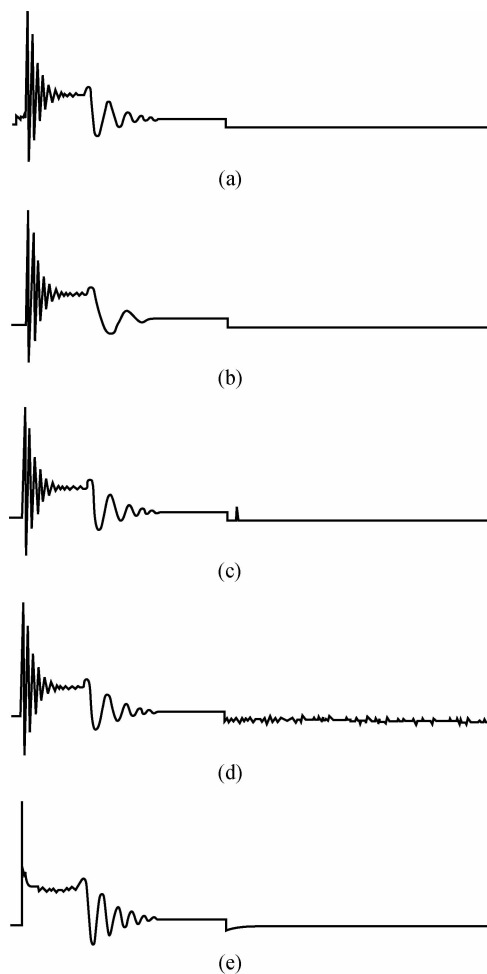


图 2-24 初级电压的故障波形

以下对这些故障波形做些简单分析。

(1)在断电器触点开启时出现大量杂波,显然是因触点严重烧蚀而造成的,如图2-24(a)

所示。

(2) 初级电压波形在火花后期的衰减振荡次数明显减少,幅值变低,这一般是与触点并联的电容漏电所造成的,如图 2-24(b)所示。

(3) 在触点闭合阶段出现少量多余的杂波,这往往是触点弹簧弹力不足引起触点闭合时产生意外跳动而造成的,如图 2-24(c)所示。

(4) 在触点闭合阶段出现大量杂波,一般是触点接地不良而引起的,如图 2-24(d)所示。

(5) 电子点火系统在通电储能阶段电压没有上升,说明电子点火器电路的限流作用失效,如图 2-24(e)所示。

学习项目五 柴油机供油系统的检测

柴油机供油正时是指正确的供油时间,一般用供油提前角表示。柱塞式喷油泵的供油提前角是指喷油泵 1 缸(或最末缸)柱塞开始供油时,该缸活塞距压缩终了上止点的曲轴转角或凸轮轴转角。柴油在气缸中燃烧时存在着火落后期。要想使活塞在压缩终了上止点以后获得最大爆发压力,喷油器必须在该上止点以前提前喷油。喷油泵向喷油器供油时,由于高压油管的弹性变形和压力的升高以及传递都需要一定时间,因而开始供油时间比开始喷油时间还要提前。

学习任务一 柴油机供油正时检测

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,气缸内的速燃期在压缩终了上止点以前发生,即气缸内爆发压力的峰值在活塞到达压缩终了上止点以前发生,将出现功率下降、工作粗暴、油耗增加、着火敲击声严重、怠速不良、加速不灵及起动困难等现象;当供油提前角过小时,气缸内的速燃期在压缩终了上止点以后较远处发生,使爆发压力的峰值降低,同样出现功率下降、油耗增加、加速不灵等现象,且会引起发动机过热和排气管冒白烟。因此,柴油发动机需要有一个最佳供油提前角。所谓最佳供油提前角,就是指转速和供油量一定的情况下,能获得最大功率、最小耗油量和符合排烟要求的供油提前角。运行中的柴油车,其发动机的最佳供油提前角应随着转速和供油量的变化而变化。当转速越高、供油量越大时,最佳供油提前角也应越大。为此,有些柴油机的喷油泵上装有供油提前角自动调节器,能使供油提前角在初始供油提前角的基础上,随转速的变化自动调节。也有些柴油机仅能根据常用工况(转速和供油量)确定一个固定的最佳供油提前角,使用中不再发生变化。

一、经验法检测供油正时

经验法检测柴油机供油正时是常用的检测方法之一,以柱塞式喷油泵为例,检测方法如下:

(1) 用手摇把摇转柴油机曲轴,使 1 缸活塞处于压缩行程中,当飞轮或曲轴传动带轮上的供油提前角标记(或规定角度)对准固定标记时,停止摇转。

(2) 检查喷油泵联轴器从动盘上刻线标记是否与泵壳前端面轴承盖上的刻线标记对正,

如图 2-25 所示。若两刻线标记正好对正,说明喷油泵 1 缸柱塞开始供油时间是准确的;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,说明 1 缸柱塞开始供油时间晚;反之,说明 1 缸柱塞开始供油时间早。若喷油泵 1 缸柱塞开始供油时间过早或过晚,应松开联轴器固定螺钉,在上述一对刻线标记对正的情况下紧固。

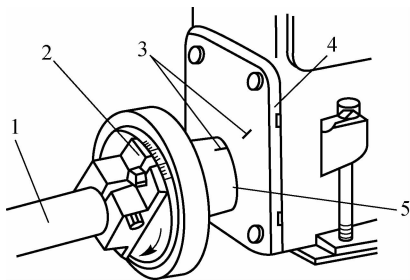


图 2-25 喷油泵 1 缸柱塞开始供油标记

1—驱动轴; 2—联轴器主动盘; 3—1 缸开始供油标记; 4—轴盖; 5—联轴器从动盘

若联轴器从动盘和泵壳前端面上没有标记,应拆下喷油泵 1 缸高压油管,用手摇把摇转曲轴。当 1 缸柱塞快要供油时,缓慢摇转曲轴并注视 1 缸压紧螺母出油口液面。当液面刚刚向上移动时,停止摇转,此时即为 1 缸开始供油位置。为了以后检查方便,应在联轴器从动盘上和泵壳前端面上补做一对标记。

(3)进行路试。为检验柴油机供油正时而进行路试时,应选择平坦、坚硬的直线道路或专用汽车跑道,汽车运行至正常工作温度后以最高挡最低稳定车速行驶,然后将加速踏板踩到底,使汽车急加速运行。此时,若能听到柴油机有轻微的着火敲击声,且随着车速的提高而逐渐消失,则为供油时间正确;如果听到的着火敲击声强烈,且车速提高后长时间不消失,则为供油时间过早;如果听不到着火敲击声,且加速不灵、动力不足、排气管冒白烟,则为供油时间过晚。当供油时间过早或过晚时,只要停车松开喷油泵联轴器紧固螺钉,使喷油泵凸轮轴顺转动方向或逆转方向转动少许,反复调试几次就可使供油时间变得正确。

检查喷油泵 1 缸柱塞开始供油时间,也可以使用下述方法:摇转曲轴使联轴器从动盘上的刻线标记与泵壳前端面的刻线标记对正(此时 1 缸柱塞开始供油),然后观察飞轮或曲轴传动带盘上的供油提前角标记(或规定角度)与固定标记的相对位置。若供油提前角标记(或规定角度)正好与固定标记对正,说明 1 缸柱塞开始供油时间是正确的;若供油提前角标记(或规定角度)还未转到固定标记,说明 1 缸柱塞开始供油太早;反之,则说明 1 缸柱塞开始供油太迟。

当把喷油泵总成从车上拆下检修、调试后重新装回时,只要摇转曲轴使供油提前角标记(或规定角度)与固定标记对正,再使联轴器从动盘与泵壳前端面的两刻线标记对正,在此情况下把联轴器装复并旋紧固定螺钉,就能保证 1 缸柱塞供油时间正确。如果还有差异,可在路试中调试解决。

以上是喷油泵 1 缸柱塞供油提前角的检查和校正,其他各缸的供油时间是否正确,则取决于按着火顺序的各缸间供油间隔是否符合要求。

二、闪光法检测供油正时

用闪光法制成的供油正时检测仪,其组成、结构、工作原理和使用方法与检测汽油机点

火正时的闪光正时检测仪基本相同。

常见的柴油机供油正时检测仪,其油压传感器串接在 1 缸高压油管与喷油器之间或外卡在高压油管上,可使油压信号转变为电信号,并触发闪光正时灯。闪光正时灯每闪光 1 次表示 1 缸供油 1 次。因此,闪光时刻与 1 缸供油时刻是同步的。当用闪光正时灯对准柴油机 1 缸压缩终了上止点标记,并按实际供油时间闪光时,可以看到运转中的柴油机在闪光的照耀下,其运转部分(飞轮或曲轴传动带盘)上的供油提前角标记还未到达固定标记,即 1 缸活塞还未到达压缩终了上止点。此时如果调整正时灯上的电位器,使闪光时刻逐渐延迟至转动部分上的供油提前角标记正好对准固定标记时,那么延迟闪光的时间就是供油提前的时间,经变换、处理后将其显示到正时仪的指示装置上,便可读出要测的供油提前角。

三、缸压法检测供油正时

用缸压法制成的供油正时检测仪,与用缸压法制成的汽油机点火正时检测仪的结构、工作原理和使用方法是基本相同的,不同之处在于供油正时检测仪使用的传感器是油压传感器。

用缸压法检测柴油机供油正时时,必须拆下被测气缸的喷油器,在其孔上安装缸压传感器。但拆下的喷油器仍应连接在原来的高压油管上,并在两者之间串接上油压传感器或在高压油管上卡上外卡式油压传感器。对于有些型号的柴油机,缸压传感器也可以装在预热塞孔或起动活门处。检测中,缸压传感器采集被测缸的压缩压力信号,其最大压力点就是活塞压缩终了上止点;油压传感器采集供油开始信号,两者之间的曲轴转角或凸轮轴转角即为供油提前角。柴油机的供油提前角应符合原厂规定。

学习任务二 柴油机供油压力检测

柴油机燃料供给系工作性能的好坏,在很大程度上取决于喷油泵及喷油器的工作质量。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,就可以判断柴油机供给系的工作是否良好。

图 2-26 是在柴油机有负荷情况下实测的某缸高压油管内压力 p 和针阀升程 S 随凸轮轴转角 θ 的变化曲线,图中可以看出针阀升程 S 与压力 p 的对应关系。其中, p_r 为残余压力, p_o 为针阀开启压力, p_b 为针阀关闭压力, $p_{\max}$ 为最大压力。在横坐标方向上,整个曲线可划分为三个阶段,其中, I 为喷油延迟阶段,若调大针阀开启压力 p_o , 高压油管渗漏, 出油阀偶件或喷油器针阀偶件不密封, 随意增加高压油管的长度或增加高压油系统的总容积(如漏装减容体)等, 都会使这个阶段延长。 II 为主喷油阶段, 该阶段的长短主要与柴油机负荷有关, 对于柱塞式喷油泵来说, 即与柱塞的供油有效行程长短有关, 供油有效行程越长, 该阶段越长。 III 为自由膨胀阶段, 若高压油管内最大压力 $p_{\max}$ 不足, 可使该阶段缩短; 反之, 使该阶段延长。

从图中可以看出, 第 I、II 阶段为喷油泵的实际供油阶段, 第 II、III 阶段为喷油器的实际喷油阶段。在循环供油量一定的情况下, 若 I 阶段延长而 III 阶段缩短, 则喷油器针阀升程所占凸轮轴转角减小, 使喷油量减少。反之, 若 I 阶段缩短而 III 阶段延长, 则使喷油量增大。

因此,曲线上三个阶段的长短,对该缸工作的好坏是有影响的。多缸发动机各缸对应的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ阶段若不一致,则对发动机工作性能的影响更大。因此,必须将各缸的压力波同时取出,以多种形式进行对比观测。

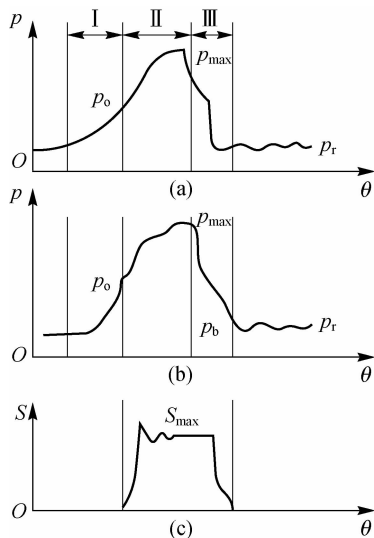


图 2-26 高压油管内压力和针阀升程随凸轮轴转角的变化曲线

(a) 喷油泵端压力曲线 (b) 喷油器端压力曲线 (c) 针阀升程曲线

一、波形分析

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,以下以 CFC-1 型柴油发动机测试仪所测波形为例进行介绍。

(1) 全周期单缸波。即将某一缸高压油管中的压力随喷油泵凸轮轴转过 360° 时的变化情况显示出来的波形,如图 2-27 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_o 、针阀关闭压力 p_b 和最大压力 p_{max} 等。

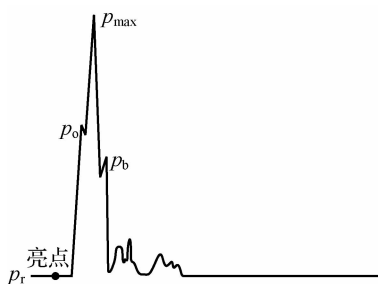


图 2-27 全周期单缸波

(2) 多缸平列波。即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的一种排列形式,如图 2-28 所示(图中数字代表缸号)。利用该波形可观测到各缸 p_o 、 p_b 和 p_{max} 点在高度上是否一致,因而可用于比较各缸 p_o 、 p_b 和 p_{max} 值的大小。

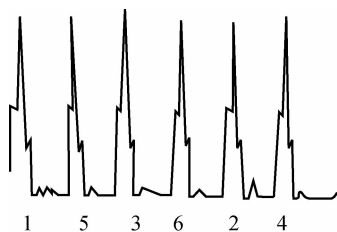


图 2-28 多缸并列波

(3)多缸并列波。即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的一种排列形式,如图 2-29 所示。通过观测各缸波形三阶段面积的大小,即可用于比较各缸供油量、喷油量的一致性。必要时可将某缸波形单独选出观测。

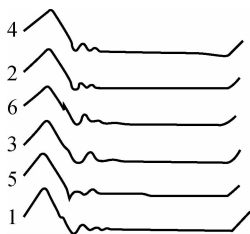


图 2-29 多缸并列波

(4)多缸重叠波。即将各缸波形之首对齐并重叠在一起的一种排列形式,如图 2-30 所示。利用该波形可观测到各缸波形在高度、长度和面积上的一致程度,可用于比较各缸 p_b 、 p_b 、 p_{max} 、 p_r 和供油量、喷油量的一致性。

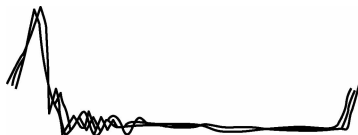


图 2-30 多缸重叠波

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、间断喷射和停喷等故障。针阀升程与凸轮轴转角及高压油管中压力的对应关系可参见图 2-26。

二、波形检测

以 CFC-1 型柴油发动机测试仪为例,介绍波形检测方法,被测柴油机为 6 缸发动机,着火次序为 1—5—3—6—2—4。按仪器使用说明书要求,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,即可在屏幕上出现被测的多缸并列波、多缸并列波、多缸重叠波或全周期单缸波,并可进行以下检测:

(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,使屏幕上出现稳定的多缸并列波;再通过选缸键,从多缸并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,即可进行该缸高压油管内瞬态压力测量。调正时灯上的电位器,有一亮点沿全周期单缸波形移动(见图 2-27),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_o 、关阀压力 p_b 、油管最大压力 $p_{\max}$ 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 $p_o = p_{\max}$,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_o 、 p_b 、 $p_{\max}$ 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_o 、 p_b 、 $p_{\max}$ 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多缸重叠波,观测波形 I、II、III 阶段的重叠情况。若波形在三个阶段重叠较好,说明各缸供油量比较一致;若波形在三个阶段重叠不好,说明各缸供油量不一致。其中,波形在三个阶段窄的缸供油量小,波形在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进行比较,但波形幅度要适当调小些。

应当指出,当各缸供油间隔不一致时,应先按下述(4)检测并调整好供油间隔后,再进行各缸供油量一致性的检测。

(3)针阀升程的检测。将被测缸喷油器顶部的回油管拆下,把针阀传感器旋在喷油器上,当传感器上触杆被顶起时(从方孔中观看),将传感器锁紧。置发动机在中速下运转,通过按键使屏幕上出现 6 条并列线,被测缸的针阀升程波形出现在对应的并列线上,如图 2-31 所示。通过针阀升程波形,可检测喷油器针阀的开启、关闭、跳动和喷油器异常喷射等。异常喷射是指喷油器间隔喷射、二次喷射、停喷和针阀抖动等不正常喷射现象。间隔喷射和停喷等现象常在喷油量很小的怠速或低速情况下出现,此时的针阀升程波形变得时有时无或升程时大时小。

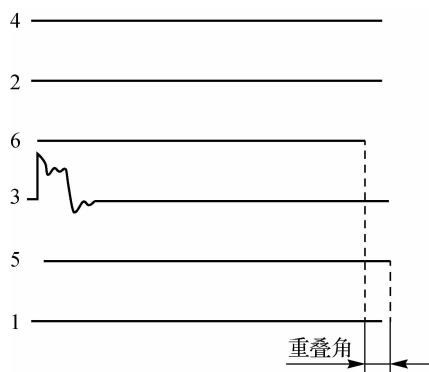


图 2-31 第 3 缸的针阀升程波形图

(4)各缸供油间隔的检测。第 1 缸供油提前角检测(在后面“供油正时的检测”中介绍)出来后,按工作顺序各缸供油间隔应相等,即各缸的供油提前角均等于第 1 缸供油提前角。利用 CFC-1 型柴油发动机综合测试仪检测各缸供油间隔时,应在检测针阀升程波形之后接着进行,仍保持原来的操作键位。检测时,通过操作有关旋钮使屏幕上的并列线首端与屏幕

左边的横标尺零线对齐,而尾端处于屏幕右边横标尺的 60° (喷油泵凸轮轴转角) 左右。读取各线所占屏幕横标尺度数,即为各缸实际供油间隔。各并列线的长度可能是不相等的,其中最短并列线与最长并列线之间的重叠区所占凸轮轴转角,称为喷油泵重叠角,如图 2-31 所示。重叠角以接近零为好,即各缸供油间隔的误差越小越好。

柴油机按工作顺序的各缸供油间隔的计算公式为:

$$\text{供油间隔} = \frac{360^\circ}{\text{缸数}} (\text{凸轮轴转角})$$

可以看出,6 缸柴油机的各缸供油间隔为 60° 凸轮轴转角,而 4 缸、8 缸柴油机的各缸供油间隔分别为 90° 和 45° 凸轮轴转角,因此读数时要注意选择横标尺。

各缸供油间隔也可以用曲轴转角表示。根据规定,实际供油间隔与标准供油间隔相比,其误差应在 ± 0.5 曲轴转角范围内。

如果各缸供油间隔不符合要求,可通过调整喷油泵柱塞与滚轮体之间的调整螺钉高度或更换不同厚度的调整垫块解决。

(5) 压力波形的检测。检测压力波形可判断柴油机燃料系统的技术状况。当使用 WFJ-1 型微计算机发动机检测仪,将油压传感器串接在被测缸的高压油管与喷油器之间并按下规定的操作码时,所测单缸典型供油压力波如图 2-32 所示。

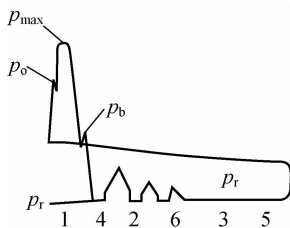


图 2-32 单缸典型供油压力波

以下为常见的几种故障波形,供实测时参考。

① 喷油泵不供油或喷油器针阀在开启位置“咬死”的故障波形如图 2-33 所示。

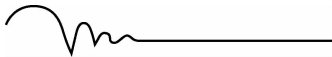


图 2-33 喷油泵不供油或喷油器针阀在开启位置“咬死”的故障波形

② 喷油器针阀在关闭位置不能开启的故障波形如图 2-34 所示。

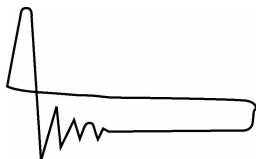


图 2-34 喷油器针阀在关闭位置不能开启的故障波形

③ 喷油器喷前滴漏的故障波形如图 2-35 所示。

④高压油路密封不严时的故障波形如图 2-36 所示。

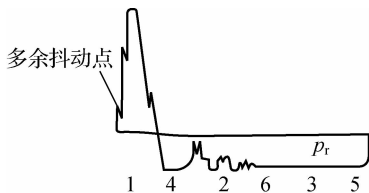


图 2-35 喷油器喷前滴漏的故障波形

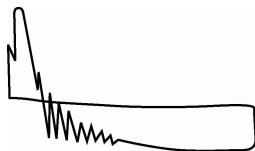


图 2-36 高压油路密封不严时的故障波形

⑤残余压力上下抖动的故障波形如图 2-37 所示。残余压力上下抖动,若说明喷油器有隔次喷射现象,这是因为当喷油器不能喷油时残余压力升高,而在喷油时降低的缘故。

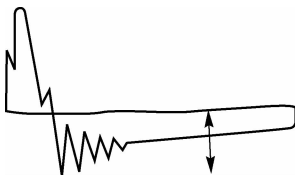


图 2-37 残余压力上下抖动的故障波形

用 WFJ-1 型微计算机发动机检测仪检测柴油机燃料系统的参数和波形,除示波器显示外,还能打印。

学习项目六 发动机异响的诊断

发动机运转过程中,允许有轻微均匀的排气声和噪声,但发动机技术状况不良时,会产生与发动机正常运转时发出的噪声有所不同的异常声响,这表明发动机某部位发生了故障,必须尽快根据故障类型分析产生原因找出故障部位,予以排除。

学习任务一 发动机异响的类型、影响因素及位置判断

发动机异响的类型很多,根据不同的异响类型判断引起异响的原因,进而分析发动机异响的影响因素,在发动机异响诊断及故障排除中具有重要意义。

1. 发动机异响的类型

发动机运转时的声音不是纯声,而是一组复杂噪声,称为发动机噪声。噪声超过技术文件的规定,称为发动机的异响。依照异响的来源,异响可分为机械异响、燃烧异响、空气动力异响和电磁异响。发动机种类、转速和负荷不同时,占主导地位的噪声成分也不同。无负荷时,汽油机的主要噪声是机械噪声,而柴油机由于燃烧过程工作粗暴,主要噪声是燃烧噪声。各种噪声尽管来源不同,却都混杂在一起。发动机技术状况不正常时,即发出的异常声响与各种噪声叠加在一起,形成了连续声谱。

发动机的工作过程是周期性循环的,因此发动机工作时发出的各种噪声和异响也是周期性重复出现的。发动机工作时发出的各种噪声在向外传播过程中,若遇到缸体、缸盖、气

门罩、油底壳的阻挡,不可避免地会转化为这些部件外表面的振动。由于各种噪声混杂在一起,由此引起的表面振动也是交织在一起的。

(1)机械异响。机械异响主要是运动副配合间隙太大或配合面有损伤,运动中引起冲击和振动造成的。因磨损、松动或调整不当造成运动副配合间隙太大时,运转中将引起冲击和振动,产生声波,并通过机体和空气传给人耳,于是人就听到了响声。如曲轴主轴承响、连杆轴承响、凸轮轴轴承响、活塞敲缸响、活塞销响、加速踏板响、定时齿轮响等,多是配合间隙太大造成的。有时有些异响也可能是配合面(如定时齿轮齿面)有损伤或其他原因造成的。

(2)燃烧异响。燃烧异响主要是发动机不正常燃烧造成的。如汽油发动机产生爆燃或表面点火时,柴油发动机工作粗暴时,气缸内均会产生极高的压力波。这些压力波相互撞击并撞击燃烧室壁和活塞顶,发出了强烈的类似敲击金属的声响,是典型的燃烧异响。

(3)空气动力异响。空气动力异响主要是在发动机进气口、排气口和运转中的风扇处,因气流振动而引起的。

(4)电磁异响。电磁异响主要是发电机、电动机和某些电磁器件内,由于磁场的交替变化,引起机械中某些部件或某一部分空间产生振动而造成的。

2. 发动机异响的影响因素

发动机的异响与其转速、温度、负荷和润滑条件等有关。

(1)转速。一般情况下,转速越高,机械异响越强烈(活塞敲缸响是个例外)。尽管如此,在高速时各种响声混杂在一起,听诊某些异响反而不易辨清。因此,诊断时的转速不一定是高速,要具体异响具体对待。如听诊气门响和活塞敲缸响时,在怠速或低速下就能听得非常明显;当主轴承响、连杆轴承响和活塞销响较为严重时,在怠速和低速下也能听到。总之,诊断异响应在响声最明显的转速下进行,并尽量在低转速下进行,以便于听诊并减小不必要的噪声和损耗。

(2)温度。有些异响与发动机温度有关,而有些异响与发动机温度无关或关系不大。在机械异响诊断中,对于线膨胀系数较大的配合副要特别注意发动机的热状况,最典型的例子是铝活塞敲缸。在发动机冷起动后,该异响非常明显,然而一旦温度升高,响声即减弱或消失。柴油发动机温度过低时,往往产生着火敲击声。

(3)负荷。许多异响与发动机的负荷有关。如曲轴主轴承响、连杆轴承响、活塞销响、活塞敲缸响、气缸漏气响、汽油机点火敲击响等,均随负荷增大而增强,随负荷减小而减弱,柴油机着火敲击声随负荷增大而减小。但是,也有些异响与负荷无关,如气门响、凸轮轴轴承响和定时齿轮响等,负荷变化时异响并不变化。

(4)润滑条件。润滑条件对于机械异响影响很大,当润滑条件不良时,异响一般都显得比较明显。

3. 发动机异响的位置判断

发动机异响,是发动机内声源发生振动产生声波而传播的。在发动机内,不同的机件、不同的部位和不同工况下,声源所产生的振动是不相同的,因而发出的异响在音调、音高、音频、音强,出现的位置和次数等方面也是不相同的。利用异响的这些特点和规律,在一定的诊断条件下,即可将发动机异响诊断出来。

发动机发生异响的部位由发动机的结构确定,但异响的能量随离开声源的距离越远越

弱,即声波的声强或声波在发动机外表面所引起的振动的振幅,随检测点距声源的远近而变化。因此,为了准确测得异响信号或获得足够强的异响信号,异响检测点应距声源越近越好。此外,测量点变化后所测得的振动信号的强弱变化,也有助于判断异响产生的部位。

学习任务二 发动机异响的诊断方法

发动机异响诊断仪可以用来检测发动机的异响,它主要是根据异响的振动波形、振幅、频率来进行诊断的。如采用便携式异响诊断仪或带相位选择的示波器显示异响诊断仪进行检测,通过对异响振动波形的检测对发动机异响故障进行诊断。

1. 便携式异响诊断仪

便携式异响诊断仪由传感器、前置放大器、双 T 选频网络、功率放大器和显示仪表五部分组成,其诊断框图如图 2-38 所示。

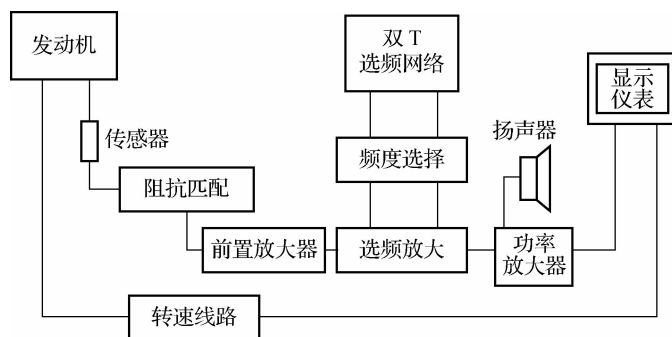


图 2-38 便携式异响诊断仪的诊断框图

便携式异响诊断仪的传感器通常采用压电式加速度计,其结构如图 2-39 所示。传感器中有两片压电材料片(石英晶体或锆钛酸铅压电陶瓷)。压电材料片上置一铜制质量块,并用弹簧对质量块预加负荷。整个组件装于金属壳体内,壳体和中心引出端为二输出端。

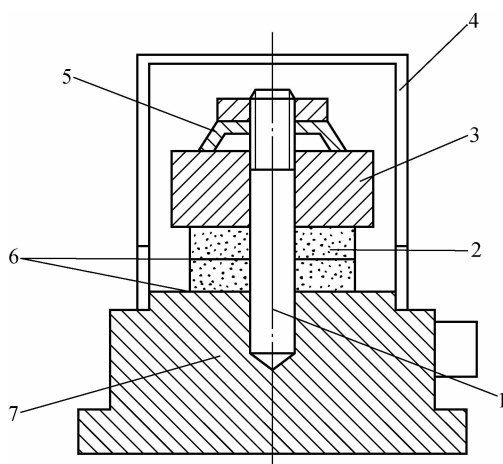


图 2-39 压电式加速度计的结构

- 1—螺栓；2—压电材料片；3—质量块；4—壳体；
5—弹簧；6—输出端；7—磁性基座

当压电材料受到外力作用时,不仅其几何尺寸发生变化,而且内部极化,表面上有电荷出现,形成电场,当外力去掉时,其又恢复到原来的状态,这种现象称为压电效应。当加速度计受到振动时,质量块随之振动,同时会有一个因振动而产生的惯性力作用于压电材料片上,其惯性力 F 的大小与振动加速度 a 和质量块的质量 m 有关,即

$$F=ma \quad (2-4)$$

作用于压电材料片上的惯性力使表面产生电荷。在表面所积聚的电荷量与惯性力成正比,即

$$q=DF \quad (2-5)$$

式中, q 为电荷量; D 为压电常数; F 为惯性力。

因此,由式(2-4)和式(2-5)得

$$q=Dma \quad (2-6)$$

传感器结构一定时, D 和 m 均为常数,因此电荷量 q 与振动加速度成正比。显然,对于振动加速度来说,其大小、方向是周期性变化的,因此电荷量 q 也是周期性变化的。这样,带电表面与壳体间就会出现周期性变化的电压。其变化频率取决于振动频率,振幅越大,振动加速度越大,压电材料表面产生的电荷量越大,输出电压越高。因此,输出电压信号的变化频率可表示振动频率,而电压高低则反映振动幅度。若振动由异响引起,则电压值就可反映异响的强弱。

压电加速度计常制成两种类型:一是具有磁性基座,可将其吸附在发动机壳体上;二是手握式,通过与加速度计相连的探棒接触检测部位并传递振动。

为了诊断异响,必须把异响振动所产生的电压信号从各种不同噪声振动所产生的信号中分离出来。为此,压电加速度计输出信号经屏蔽导线连接到有高输入阻抗的前置放大器输入端,再经选频放大器放大后输入双 T 选频网络。该网络实质上是一组具有不同中心频率的选频放大器,而且中心频率可用琴键开关变换对应于经试验研究确定的发动机各主要异响的特征频率。选频放大器的功能是放大电压信号中与中心频率相一致的部分,削弱或滤去与中心频率不一致的成分。经过选频放大,异响特征频率电压信号强度加强,再经功率放大输送给扬声器或耳机,同时由电压表指示电压信号峰值,电压表又用作转速表。

便携式异响诊断仪诊断异响的方法和步骤如下:

(1) 发动机预热过程开始,即把压电加速度计放在发动机缸盖上部气缸轴线位置(或用探棒顶在该位置),在怠速下用直放电路(不接通双 T 选频网络)检测有无金属敲击异常声响。

(2) 左右移动加速度计,观察显示仪表指示值有无明显增加的异常部位。

(3) 在异常部位上,依次按下琴键开关,观察在何种异常的特征频率下,仪表指示值显著增大。若检测部位与中心频率对应的异响部位相对应,则可初步判断该异响由该特征频率对应的部件引起。如果仪表读数较大,但检测部位与中心频率所对应的异响部位不符,可上下移动加速度计,直至两者相符。

(4) 在异响最为明显的转速、温度测试条件下及最有利的检测位置,仪表读数超过正常统计数据的位置即为异响振源。

2. 带相位选择的示波器显示异响诊断仪

图 2-40 为带相位选择的示波器显示异响诊断仪诊断框图,其特点是相位选择在一定时

刻让信号通过诊断装置,该时刻对应于故障机件出现异响振动的时刻,即把异响振动与曲轴转角联系起来,同时,异响振动波形可在示波器上显示出来。

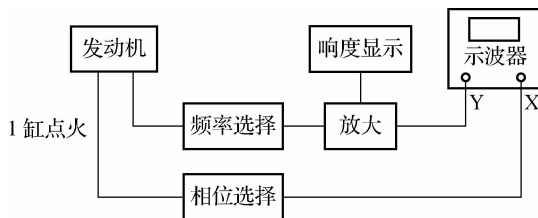


图 2-40 带相位选择的示波器显示异响诊断仪诊断框图

由于某缸配合机件的敲击振动总在该缸点火后发生,某一时刻结束,因此对于汽油机而言,可用转速传感器从1缸点火高压线上获得点火脉冲信号,用点火脉冲信号触发示波器的扫描装置,在开始点火的时刻使经选频后的异响振动电压信号导通。导通的相位和导通的时刻可以均匀调节。这样,相位选择装置便从时间及相位上的差异分辨异响得以实现,通过选频的振动信号输送到示波器垂直偏转放大器输入端,同时来自1缸高压线的点火脉冲信号触发相位选择器以控制示波器的扫描装置,从而在示波器屏幕上显示出经过相、频选择的振动波形,可用于直接观察振动波形的振动、相位和延时。

国产 QFC-3 型、QFC-4 型和 WFJ-1 型等发动机综合检测仪均带有示波器,具有显示发动机异响振动波形的功能。

一般情况下,在点火提前角正常时,活塞销响的异响故障波形出现在整个波形的前部(或中部),活塞敲缸异响故障波形出现在整个波形的中部(或前部),连杆轴承响出现在中后部,曲轴主轴承响出现在波形最后部。因为各种异响对应着不同的振动频率,同时振动中的振幅大小变化过程存在差异,所以显示在示波器上的振动波形所对应的凸轮轴转角和形状有所不同。图 2-41 所示为常见发动机异响的故障波形。

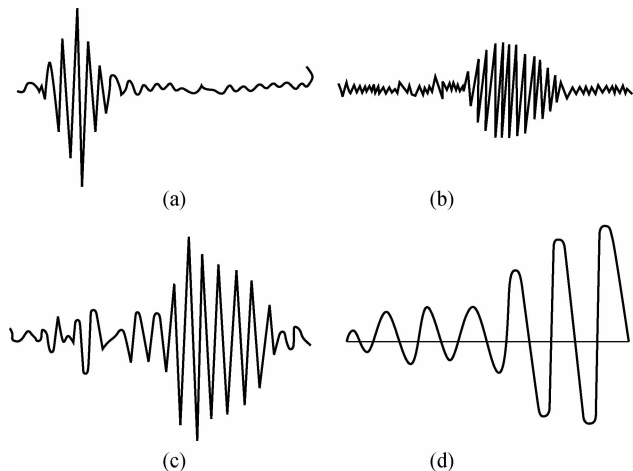


图 2-41 常见发动机异响的故障波形

(a) 活塞销响 (b) 活塞敲缸响 (c) 连杆轴承响 (d) 曲轴主轴承响

采用带相位选择的示波器显示异响诊断仪或具有异响诊断功能的发动机综合检测仪,

通过对异响振动波形的检测对发动机异响进行诊断。在检测异响振动波形前,应首先阅读所使用仪器的使用说明书,按说明书的要求进行操作。

学习项目七 电控燃油喷射发动机故障的诊断

电控燃油喷射系统(electronic fuel injection,EFI)设有随车故障诊断系统(简称为故障诊断系统或故障自诊断系统)。故障诊断系统是由电子控制器 ECU 控制的,它能时刻监测电控系统各器件的工作情况,并将发现的故障以代码的形式存入计算机存储器内,具有故障诊断和处理功能。自从 1979 年美国通用汽车公司首次在电控燃油喷射系统中正式使用故障诊断系统以来,美、欧、日等国家和地区相继采用,给越来越复杂的电控系统的故障诊断带来了方便。电控系统由 ECU、传感器和执行器三部分组成。故障诊断系统检测到故障后,ECU 立即采取三项措施:一是通过一定的显示方式通知驾驶员,告知发动机电控系统出现了故障;二是将故障信息以代码的形式存入计算机存储器中,以利检修人员调出故障诊断代码实现快速诊断;三是立即启用应急备用系统,对喷油、点火等按预先编好的程序和设置的参数进行简单控制,以利驾驶员把车开(带故障运行)到汽车修理厂或驻地。

学习任务一 汽车故障诊断系统诊断电控发动机故障

电控汽油喷射发动机出现故障时,在进行必要的倾听用户意见和外观检查之后,只要显示诊断代码,就应首先按诊断代码的含义和指示的方法进行快速诊断。

一、故障诊断系统自诊断工作原理

发动机电控系统工作时,ECU 输入、输出信号的电平是在规定范围内变化的。如果某一输入、输出信号超出规定范围,ECU 就判定该路信号出现故障。

1. 计算机系统的故障自诊断工作原理

计算机系统一般不容易发生故障,但偶尔发生故障时则会影响控制程序正常运行,使汽车不能正常行驶。为此,在电控系统中设有监视回路,用来监视计算机的工作是否正常。在监视回路中还设有监视计时器,用于正常情况下按时对计算机进行复位。当计算机系统发生故障时,控制程序不能正常巡回,这时如果监视计时器的定期清除不能按时使计算机复位,则计算机显示溢出,表明计算机系统发生故障并予以显示。在计算机系统中还设有应急回路,当该回路收到监视回路发出的异常信号时,立即启用应急备用系统,使汽车保持一定的运行能力。

2. 传感器的故障自诊断工作原理

运转中的发动机如果电控系统的传感器出了故障,其输出信号就超出了规定范围。例如,水冷发动机的水温传感器,水温范围设定在 $-30\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。正常工作时,输出的信号电压为 $0.3\sim 4.7\text{ V}$ 。当水温传感器发生故障时,其向 ECU 输出的信号电压就会小于 0.3 V (水温高于 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$)或大于 4.7 V (水温低于 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$)。ECU 接收到的信号电压超出规定范围时,就判定水温传感器信号电路有短路或断路故障。

ECU 判断出电控系统产生故障后,立即采取三项措施:其一,输出控制信号,使驾驶室组合仪表板上的发动机报警灯(CHECK ENGINE)点亮,通知驾驶员电控系统出现故障;其二,将水温传感器的故障信息以代码的形式存入计算机存储器,以便检修人员调出诊断代码,快速诊断出故障,及时进行维修;其三,采用预先存储的正常水温(如 80 ℃)对发动机进行控制,使发动机仍能维持运转。

有时,即使水温传感器本身没有故障,但线路开路,故障诊断系统同样会显示水温传感器有故障。因此,在判断故障时,除了检查传感器本身外,还要检查线束、接插件(连接器)和传感器与 ECU 之间的电路等。

需要指出的是,故障诊断系统对于偶尔出现一次的不正常信号,并不立即判定是故障,只有不正常信号保持一定时间后才被视为故障。

3. 执行器的故障自诊断工作原理

执行器是在 ECU 不断发出各种指令情况下工作的。如果执行器出现了问题,监视回路把故障信息传输给 ECU,ECU 会进行故障显示、故障存储,并采取应急措施,确保发动机维持运转或停止运转。例如,当点火器中的功率三极管出现故障时,ECU 点火器内的点火监视回路就不能将功率三极管正常工作(不断地导通和截止)的信号反馈到 ECU。如果 ECU 得不到这一反馈信号,就判定点火系统发生故障,除了采取故障显示和故障存储的措施外,并立即向喷油器发出停止喷油的指令,使喷油器停止喷油,以防可燃混合气进入三元催化转换器而将其烧毁。同样需要说明的是,ECU 只有 6 次得不到反馈信号,才判定点火系统发生了故障。

二、故障诊断系统显示故障的方式

故障诊断系统诊断出故障后要进行显示,由于厂牌、车型和生产厂家的不同,因而显示的方式也不相同。有用发动机报警灯显示的,有用红、绿发光二极管显示的,还有用数码管显示的。上述方式显示的诊断代码,有一位数的、两位数的、三位数的,也有四位或五位数的。

用发动机报警灯显示故障的情况如下:

许多汽车的发动机在组合仪表板上设有发动机报警灯,用于故障报警和就车显示诊断代码。发动机起动前点火开关打开时,该灯应点亮。不亮,说明灯或灯的电路有问题。发动机起动后当转速高于 500 r/min 时,该灯应熄灭,说明发动机无故障;如果该灯继续点亮或在运行中点亮,就说明 ECU 检测到电控系统出现了故障,并以此方式向驾驶员发出报警信号,使驾驶员知道发动机出现了故障。另外,还可通过该灯的闪烁频率和闪烁次数,使检修人员就车读取计算机存储器中存储的诊断代码,以便诊断、排除故障。故障排除后,通过清除诊断代码,才能清除存储器中存储的诊断代码。

三、进入故障诊断系统的方法

由于汽车厂牌、车型和生产厂家的不同,因而进入发动机故障诊断系统的方法也不相同,一般有以下几种方法:

(1)用跨接线进入。用跨接线连接检查连接器有关的插孔,通过驾驶室组合仪表板上发动机报警灯或 LED 的闪烁,就车读取诊断代码,如部分丰田、日产车型。

(2)用按压“诊断按钮开关”法进入,就车读取诊断代码,如部分凯迪拉克车型。

(3)用转动计算机控制装置上的“诊断开关”法进入,就车读取诊断代码。

(4)用同时按下空调控制面板上的“OFF”和“WARM”键的方法进入,就车读取诊断代码,如部分林肯车型。

(5)用点火开关 ON—OFF—ON—OFF—ON 循环一次的方法进入,就车读取诊断代码,如部分克莱斯勒车型。

(6)用读码器、解码器、扫描仪、电控专用检测仪或发动机综合性能检测仪等仪器进入,用仪器显示诊断代码。

目前,几乎所有品牌的绝大多数汽车都可通过解码器等专用或通用的上述仪器进入故障诊断系统并解读诊断代码。

四、故障诊断系统的测试模式

采用上述方法进入故障诊断系统后,诊断故障的测试模式一般有以下两种:

(1)静态测试模式。即在点火开关打开,发动机处于静止状态下进行检测与诊断的一种测试模式,即 Key ON, Engine OFF(KOEO)模式。该种测试模式用于静态下提取存储在存储器中的诊断代码,一般是存储的一些永久性故障(如断路、短路等故障)或存储的一些间歇性故障(如接触不良等故障)。

(2)动态测试模式。为检测在静态状态下难以检测到的故障(一般指一些难以存储的间歇性故障和偶发性故障),在静态测试模式功能中增加了动态测试模式功能。即在点火开关打开,发动机处于运转状态(包括汽车路试)下进行检测与诊断的一种测试模式,即 Key ON, Engine Running(KOER)模式。该种测试模式用于提取动态(可以进行故障征兆模拟试验)下存储在存储器中的诊断代码或进行混合气成分的检测与分析。动态下存储的诊断代码,除了一些永久性故障外,一般是一些偶发性故障和通常情况下难以记录到的间歇性故障。

动态测试模式与静态测试模式相比,往往要再现故障出现的条件和时机,不仅可以提取到静态测试模式能提取到的一切诊断代码,而且可以提取到静态测试模式提取不到的诊断代码,因此具有较高的测试灵敏度。有些汽车,如丰田系列汽车,也将静态称为正常状态,将动态称为试验状态。

五、用故障诊断系统检测与诊断故障的程序和方法

大多数电控汽油喷射发动机在组合仪表板上设有发动机报警灯,用于故障报警和显示诊断代码。发动机起动后(转速高于 500 r/min),如果该灯熄灭,说明发动机无故障;如果该灯继续点亮或在运行中点亮,说明 ECU 检测到电控系统出现故障。此种情况下,检修人员在倾听用户意见和对发动机进行外观检查后,应首先使用故障诊断系统检测与诊断故障。检修人员按照一定方法进入故障诊断系统后,可就车读取诊断代码或通过解码器等专用检测仪显示诊断代码,然后在汽车维修手册或解码器等专用检测仪中查阅该诊断代码的全部含义,并按指示的程序和方法,对有关电路进行检查和测量,直至分析、判断出故障的部位和原因,并将其排除。

用故障诊断系统检测与诊断故障的具体程序和方法[以丰田凯美瑞轿车为例,用 KT660 故障诊断仪(见图 2-42)进行故障诊断]如下:

- (1) 连接主机, 连接测试主线。
- (2) 根据车型选择测试卡, 此处选择发动机故障诊断测试卡。



图 2-42 KT660 故障诊断仪

- (3) 根据车型选择诊断接口, 此处选择标准接口, 如图 2-43 所示。



图 2-43 标准接口(16 针)

- (4) 连接好后, 插上车上的发动机诊断座。
- (5) 打开点火开关。
- (6) 如果主机没有电, 那么就用取电器取电。
- (7) 开机, 根据提示和车型发动机型号操作。
- (8) 读取故障码。
- (9) 起动发动机读取数据流。
- (10) 打印诊断报告。
- (11) 排除故障, 清除故障码。
- (12) 退出。

六、诊断代码的清除方法

发动机电控系统的故障排除以后,必须清除诊断代码,显示装置才不再显示故障信号。就大多数汽车而言,断开通往电控系统的电源线或熔断器即可清除存储在计算机存储器内的诊断代码。一般把电控系统的熔断器拔下或把蓄电池负极拆下 10~30 s(视车型不同而定),即可达到目的。

汽车清除诊断代码时,将点火开关转到 OFF,从 2 号接线盒 J/B 拆下 EFI 熔丝(20 A)达 10 s 即可,如图 2-44 所示。

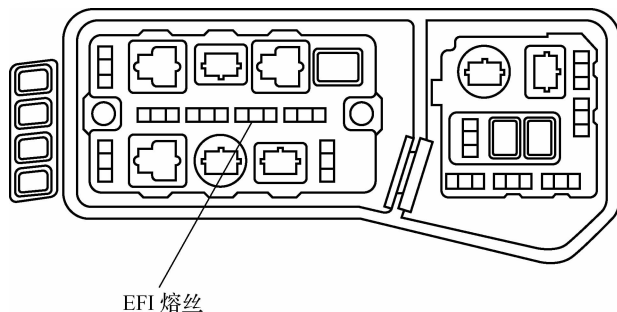


图 2-44 诊断代码清除

诊断代码清除以后,要重新启动发动机,必要的话还应进行路试,检查显示装置是否还显示诊断代码。如果还显示原故障诊断代码,说明原故障并未被排除;如果显示新的故障诊断代码,说明还有新的故障需要排除。因此,还需进一步诊断、排除故障,并再一次清除诊断代码和再一次显示诊断代码,直至显示正常代码为止。

需要指出的是,使用拆卸蓄电池负极清除诊断代码的方法,也会将时钟和音响等存储一起清除掉。因此,最好按汽车维修手册指示的方法进行,不可随意拆卸蓄电池负极。如果非要拆卸蓄电池负极以清除诊断代码,事先要读取并记录已存储的诊断代码。

前述的读取诊断代码的方法,是从汽车组合仪表上发动机报警灯的闪烁中就车读取诊断代码的,进而在汽车维修手册中查取诊断代码的全部含义和诊断流程,对电路进行深入检测,然后诊断出故障的原因和部位,从而将故障排除。这一过程对于检修人员来说,比较费时费力,影响检测与诊断效率。目前,国内外发展起来的一些电控系统专用检测仪,包括解码器、示波器、扫描仪、专用诊断仪和发动机综合性能分析仪等,都具有读码、解码、清码等功能,甚至还有对检修的指导功能。因此,应充分利用这些检测设备,快速、准确地完成检修任务。

学习任务二 传统方法检查与诊断电喷发动机故障

从以上介绍的检测与诊断的程序和方法中可以看出,电控汽油喷射发动机(简称电喷发动机)装备的故障诊断系统,利用诊断代码检测与诊断故障,具有故障部位明确、针对性强、能实现快速诊断等优点,给越来越复杂的电控系统的故障诊断带来了方便。因此,电控燃油喷射系统发现故障时,只要显示诊断代码,就应该首先按故障诊断系统检测与诊断故障的程序和方法进行快速诊断。但是,故障诊断系统检测并存储故障的能力是有限的,不可能把所有故障(特别是机、液、气方面的故障)都包括在内。对于那些没有包括在故障诊断系统之内

的故障和虽包括在故障诊断系统之内但诊断代码不显示或显示正常代码而故障又确实存在的情况下,则无法再使用故障诊断系统检测与诊断故障,而应采取传统的方法,即在倾听用户意见后,进行外观检查、基本检查,使用故障征兆一览表,进行疑难故障诊断与故障征兆模拟试验,最后进行对比试验,把故障诊断出来并排除掉。

1. 倾听用户意见

首先向汽车用户了解故障的现象、出现的时机和条件、故障发生前的预兆、是突变还是渐变等情况,并询问该车在此之前是否找其他厂家检修过以及检修的具体内容和结果。总之,要注意倾听汽车用户对故障的陈述、意见和要求,作为诊断的参考性依据之一。

2. 进行外观检查

外观检查也称为目视检查,目的在于发现并消除从发动机外部能看得见的故障和存在的问题,主要是检查发动机管、线、接插件的连接状况和老化、变质、烧蚀等情况。必要时可驾车路试,以体验汽车带故障运行的实际状况。

3. 进行基本检查

主要是对蓄电池电压、曲轴转动情况、发动机起动情况、怠速运转情况、空气滤清器堵塞情况、进气管与气缸密封性、点火正时、燃油压力、高压线跳火和火花塞技术状况等进行的检查与测量,从而发现故障。

4. 使用故障征兆一览表

电控汽油喷射发动机的常见故障,有不能起动、起动困难、怠速运转不好、驾驶性能不良、发动机失速等。当发动机出现故障时,如果故障诊断系统不显示诊断代码或显示正常代码,在外观检查和基本检查中也未发现问题,而故障又确实存在,就应查阅该车型维修手册故障征兆一览表,并按表中给定的诊断次序诊断并排除故障。汽车维修手册中一般都列有故障征兆一览表,表中列出了故障征兆、怀疑部位和诊断次序,在此就不在列出,请读者参阅各型汽车维修手册。

5. 疑难故障诊断与故障征兆模拟试验

经过以上检查、测试后,一般情况下故障就被诊断出来了。但是,有些故障的征兆不明显,而故障又确确实实存在,这就成为故障诊断中最难以处理的情况,称之为疑难故障(有些属于偶发性故障或间歇性故障)诊断。对于疑难故障,诊断时可查阅汽车维修手册中的疑难故障诊断表,根据其上的检查要点和顺序进行。必要时可进行故障征兆模拟试验,再现故障出现的环境和条件,进行全面分析、判断,总能把故障诊断出来。故障征兆模拟试验,也适用于用故障诊断系统检测与诊断故障的程序和方法(在试验状态下)。

进行故障征兆模拟试验以前,最好能把可能发生故障的线路、连接器、传感器、执行器或相关部件的范围缩小,以缩短试验和诊断的时间。在汽车静止、发动机运转的情况下,进行发动机故障征兆模拟试验,主要有以下四种模拟试验方法:

- (1)振动法。模拟汽车行驶时的振动,以利于使易松动部位故障再现。
- (2)加热法。模拟发动机工作时某一部位的温度,以利故障再现。
- (3)淋水法。模拟雨、雪、雾的高湿度环境,以利故障再现。
- (4)电负荷满载法。模拟汽车使用全部用电负载时的工作情况,以利故障在用电满负荷

或超负荷情况下再现。必要时可进行路试。

6. 进行对比试验

对比试验是用性能良好的同一型号、规格的新元器件,替换下被怀疑有故障的旧元器件的一种试验。替换后如果故障排除,就说明原旧元器件确实有问题。

电控燃油喷射系统检测与诊断程序如图 2-45 所示。

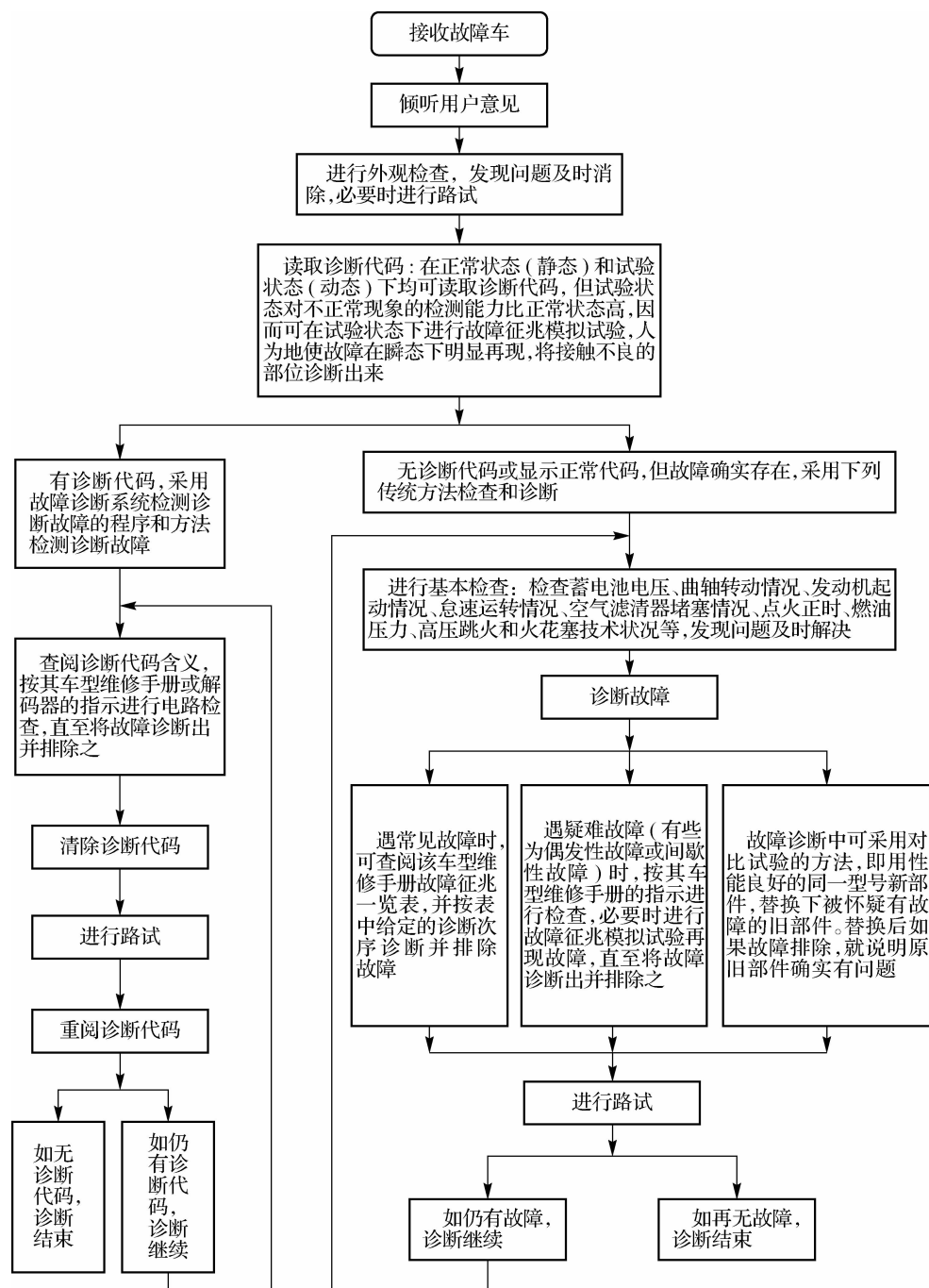


图 2-45 电控燃油喷射系统检测与诊断程序



知识拓展

电喷发动机检修误区

由于电喷发动机结构特殊,检测、控制机件多而复杂,广泛涉及电子技术和计算机技术,传统的维修方法已不能满足维修要求或已不再适用。因受传统修理方式的影响,在对电喷发动机检修时常会出现认识上的误区。下面简要介绍一些常见的误区。

1. 汽车蓄电池连接线的拆与不拆

对电喷发动机来说,拆下蓄电池连接线的时机不对或操作不当,将会给维修工作带来困难,甚至可能引起严重后果。

(1)电喷发动机的 ECU 都具有记忆功能,当电喷系统出现故障时,ECU 会存储其对应的故障代码。维修人员便可从发动机的故障自诊断系统中(通过诊断插座)读取故障代码,进而查找故障原因和故障部位。若在读取故障代码之前贸然拆下蓄电池连接线(或拔掉电源熔丝),由于中断了 ECU 的电源,存储其内的故障代码便会自动消除。再想获得故障信息(故障代码),就必须重复(再现)故障发生时的工作状况和环境条件(如特定范围的发动机转速及负荷、发动机的某种水温、某种进气温度以及有关传感器的某种工况等),显然,这是非常麻烦和费时的,因此,在维修电喷汽车之前应按要求先读取并记录故障代码,然后才能进行其他的维修作业,以免不慎丢失故障代码。

(2)当点火开关处于接通(ON)位置时,无论发动机是否正在运转,此时绝不可拆下蓄电池连接线或熔丝。因为突然断电将会使电路中的线圈产生自感电动势而出现很高的瞬时电压(有时高达近万伏),从而使 ECU 及相关传感器等微电子器件严重受损。必须引起注意的是:除蓄电池连接线外,其他凡是与蓄电池电压相同的电气装置的导线,当点火开关处于接通(ON)位置时,也都不能拆除,否则也同样会使相关的线圈产生自感电动势而烧坏 ECU 或传感器。这些电气装置包括:点火系统、怠速控制步进电机、ECU 的可编程只读存储器(PROM)、喷油器、空调及其他电磁离合器,还有 ECU 某些连接线等。

(3)在对燃料系统进行检查作业之前,应拆下蓄电池的连接线(或熔丝),以免发生火灾。即在拆卸油路之前应先关闭点火开关(置于“OFF”挡),再拆下蓄电池连接线或熔丝。由于供油系统中残存一定的压力,故还应对燃油系统“卸压”。较简单的方法是在拆卸油路的接头处裹上布条或棉纱,并在其下面放一油盆,然后慢慢松动接头将燃油导入盆内,以防飞溅。当燃油检测装置(如油压表)接入管路后,即使需用蓄电池电源对其测试,也必须先关闭点火开关,再接蓄电池连接线,然后打开点火开关。否则,将可能产生电火花而引起火灾。特别要指出的是:当燃油系统检查完毕后,在拆卸检测装置之前,同样必须先关闭点火开关,然后拆下蓄电池连接线,方能执行燃料系统的作业。

(4)发动机维修完后,需清除掉 ECU 中的原故障代码。对大多数电喷发动机而言,拆下蓄电池连接线或拆下通往 ECU 的熔丝,保持断电 30 s 即可清除掉 ECU 中的故障代码。但是,个别发动机则不适用这种办法,否则将会使其石英钟和音响等附属设备的内存(包括防盗码)一起被消除掉。因此,应按车的维修手册所指示的方法去消除故障代码,切不可随意拆除电源线。

2. 依照故障代码检测故障可靠与否

通过解读故障代码,大多能正确判别故障可能发生的原因和部位。有时也会出现判断失误,造成误导。实际上,故障代码仅是一个是或否的界定结论,不可能指出故障的具体原因;若欲判定故障部位,还需根据发动机的故障症状进一步分析和检查才能确定。

(1)自诊断系统也有显示不出来的传感器故障。电喷发动机的 ECU 在对传感器信号进行检测时,只能接收其内设范围以外的(传感器)超常信号,从而判别传感器有无故障。一般在解读故障代码后,只要对相应的传感器、导线连接器、导线进行检查,找到并排除断路、短路的故障点,即告成功。但是,若因某种原因使传感器的灵敏度下降(虽在 ECU 设定的范围之内,但反应迟钝、输出特性偏移等),则自诊断系统就检测不出来了。尽管发动机确有故障表现,但自诊断系统却输出了表示无故障的正常代码。这时就应该根据发动机的故障症状进行分析判断,继而对传感器单体进行针对性的检测,以找到并排除传感器故障。例如,当发动机怠速不稳并伴有行驶中发动机运转失调,但自诊断系统又无故障代码输出时,首先值得考虑的便是空气流量传感器或者是进气歧管压力传感器出了故障。因为这两个传感器性能的好坏直接影响到基本燃油喷射量,尽管此时没有显示相应的故障代码,也应该对它们进行检查。

(2)自诊断系统可能显示错误的故障代码。这是工况信号失误而引起的。例如,在对一辆奥迪 V6 2.8 L 轿车进行检修时,发现故障代码显示的是“水温传感器短路或断路”故障;而发动机的故障症状却是无论冷车或热车都不好起动,并且伴有回火、怠速不稳,发动机的转速始终提不高。显然这些故障与水温传感器的关系并不密切(检查水温传感器,并无故障),后经调查询问才知道该车曾加注过含铅汽油。当将三元催化转换器从车上拆下后,发动机工作恢复正常。剖开三元催化转换器后,发现其内部已严重堵塞,可断言该车的故障是由而引起的。总之,当故障代码出现后,应与发动机的实际故障症状对比分析,以得到合理的判断,不应把故障代码奉为唯一的依据。

(3)维修不当会引发错误的故障代码。在发动机运转过程中,若随意拔下传感器插头进行试验,则每拔掉一个传感器插头,ECU 就会记忆一个相应传感器的故障代码。另外,若上一次对电喷汽车修理后,由于操作不当而未能完全消除旧的故障代码,那么在本次读码时,那些残存的旧码仍然要重复显示,给维修工作带来混乱及困难。

3. 应优先排除机械故障还是电喷控制系统故障

电喷发动机的 ECU 所控制的仅是发动机的电喷部分,无法监测发动机的全部(尤其是纯机械部分)。因此在进行维修时,必须首先正确区别两类故障的发生部位和表现特征,方能准确、迅速地判定和排除故障。

(1)在 ECU 自诊断系统正常的前提下,若发动机有故障症状而故障警示灯未亮(即无故障代码出现),这些故障往往与电喷控制系统无关。此时,应按传统发动机故障的判断步骤进行排查。切记不要盲目检查计算机系统的执行器、传感器和电路,否则不仅徒劳无功,稍有不慎反会损坏与 ECU 相关的某些器件。

(2)电喷发动机控制系统的工作可靠性很高,使用中出现故障的概率很小。故在一般的检修中不要随便拆检其器件或无意识地拆除其连接器或导线(尤其是 ECU 的有关部分)。只有在确认发动机本身及点火系统已排除机械类故障后,才可对其进行检查。检查时,要根

据本车型资料,按规定的程序和要求,一丝不苟地执行。

(3)即便是电喷控制系统本身的故障,往往也是以一般的机械故障的形式出现。如接线不良、喷油器或滤清器脏污堵塞、进气道有积炭等。因此,在对 ECU 自诊断系统所显示的故障进行检查时,也首先从简单的机械故障查起。尤其是显示“进气系统故障”时,应特别注意加(机)油口和量(机)油孔是否密封可靠、空气流量计与进气系统相配零件是否松脱、进气歧管压力传感器的真空软管是否破裂或密封不严甚至脱落等。

4. 维修经验与维修资料

电喷发动机的自诊断装置只存储和显示故障,要开展维修工作还必须凭借该车型的有关资料去进行“解码”——明确其故障内容和部位等。车型不同,ECU 自诊断系统的操作程序和故障代码的含义也不尽相同。

(1)电喷发动机出现问题后,对于一般的故障可用经验方法进行检验与排除。例如,与电喷控制系统无关的机械性故障等。

(2)在读取电喷发动机的故障代码之前,有必要对发动机进行基本检查,即对发动机基本怠速和基本点火正时进行检测与调整,使发动机处于所要求的行检状态。不同车型的基本检查步骤、条件和方法也不尽相同。例如,在检查进程中,对冷却水的温度、附加电气设备的启闭状态、水箱冷却风扇是否运转等都有特定的要求。具体操作时应严格遵循相应“维修资料”的要求。

(3)在利用自诊断系统检查故障时,必须有本车型的相关资料做指导。例如,故障代码的读取方式、故障代码的含义以及各电控元件的基本结构参数和工作性能参数等,都应该有一个较详细的了解,这是维修好车辆的基本条件。

(4)在对电喷发动机进行维修时,要时刻注意电子和微电子器件的特性及禁忌,不可违章操作。例如,由于电喷系统对工作(或检测)电压非常敏感,在对其电路进行检测时,稍不注意就可能损坏电子元件或传感器;又如,某些电喷发动机上装备的可编程只读存储器(PROM),在其拆、装过程中要求维修人员必须自身接铁(即接通大地,消除静电),否则,维修人员身体上的静电就会损坏计算机电路等。

在对电喷发动机进行维修时,必须熟悉相应的知识,具备有关资料和掌握正确的操作方法与技巧,并且认真仔细才能避免失误。



实训项目一 气缸密封性检测

1. 实训目的

- (1)熟悉检测条件和检测步骤。
- (2)掌握气缸压力表的使用方法。
- (3)通过检测结果分析,判断各缸技术状况。

2. 实训器材

电控发动机试验台架或整车、气缸压力表、火花塞套筒、常用维修工具。

3. 实训指导

- (1)预热发动机至正常温度。

(2)清除火花塞孔周围的脏物,拆下所有缸火花塞。

(3)拔下所有喷油器插接器、点火模块插接器(或转速传感器插接器)。柴油机拆下输油管。

(4)用气缸压力表测试头抵住待测火花塞孔。

(5)踩下油门,起动发动机。

(6)读取压力表数值,重复 2~3 次,取平均值。

(7)如某缸压力偏低,向该缸加入 10~15 mL 机油,再起动测试。

(8)将测试结果填入表 2-5。

表 2-5 气缸压力检测

缸 数	1	2	3	4	5	6
第 一 次						
第 二 次						
第 三 次						
平 均 值						
加入机油后						

(9)结果分析。

实训项目二 汽油机点火波形和点火正时的检测

1. 实训目的

(1)掌握示波器的操作方法。

(2)熟悉汽车点火波形。

(3)学会根据波形分析故障。

2. 实训器材

电控发动机试验台架或整车、汽车示波器、点火正时灯、常用维修工具。

3. 实训指导

(1)按要求接入示波器、点火正时灯测试线。

(2)起动发动机,调试示波器选择合适波形。

(3)观察波形特征,读取相关参数。

(4)将测试结果填入表 2-6。

表 2-6 点火波形测试结果

缸 数	1	2	3	4	5	6
波 形						
击穿电压						
闭合时间(角)						
放电电流						
点火正时角						

(5) 结果分析。

(6) 注意事项。

① 测试点火高压时, 必须使用专用的电容探头, 不能将其他探头直接插入点火次级电路。

② 发动机盖支撑牢固, 防止落下砸伤头、手和损坏仪器。

③ 避免测试线搭在排气管上或绞入风扇、皮带等转动部件中。



一、填空题

(1) 发动机功率的检测可分为_____测功和_____测功。

(2) 在单缸断火情况下测发动机转速下降值, 转速下降值越小, 则单缸功率_____, 当下降值等于零时, 单缸功率也_____, 即该缸_____。

(3) 在用车发动机功率不得低于原额定功率的_____, 大修后发动机功率不得低于原额定功率的_____。

(4) 在不解体的条件下, 检测气缸密封性的常用方法有测量_____, 测量_____, 测量_____、测量_____等。

(5) 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_____, 柴油机不超过_____。

(6) 直列波显示闭合时间短, 说明初级电路的闭合角_____。

(7) 重叠波是将多缸发动机次级电压的波形_____在一起。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, 各缸工作的_____等。

(8) 高压波显示个别缸的电压高于其他气缸, 说明该缸火花塞的间隙_____。

(9) 最佳点火提前角是随_____, _____和汽油辛烷值等因素的改变而变化的。

(10) 检查点火正时的目的是查证_____的准确性, 而校正点火正时的目的是获得最佳_____。

(11) 检查并校正柴油机供油正时的方法有_____, _____和_____三种。

二、判断题

(1) 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。 ()

(2) 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, 用加速性能直接反映最大功率。 ()

(3) 气缸压力越高越好。 ()

(4) 在单缸断火情况下测得的发动机转速与没有单缸断火情况下一样, 说明该断火缸工作良好。 ()

(5) 气缸压缩压力可以表征气缸密封性。 ()

(6) 进气管负压与气缸密封性无关。 ()

(7) 用点火示波器测量直列波时, 显示闭合时间短, 说明初级电路的闭合角大。 ()

三、选择题

(1)在用车发动机功率不得低于原额定功率的(),大修后发动机功率不得低于原额定功率的 90%。

- A. 75% B. 90% C. 50%

(2)用气缸压力表检测气缸压力时,节气门和阻风门置于()位置。

- A. 全闭 B. 半开 C. 全开

(3)用气缸压力表检测气缸压力时,应用()转动曲轴 3~5 s(不少于 4 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。

- A. 手摇柄 B. 起动机 C. 其他车辆拖动

(4)用气缸压力表检测气缸压力时,测得压力如高于原设计规定,可能的原因是()。

- A. 燃烧室内积炭过多 B. 气缸磨损过大 C. 气门关闭不严

(5)进气管负压用()检测,无须拆任何机件,而且快速简便,应用极广。

- A. 气缸压力表 B. 真空表 C. 万用表

(6)大修竣工的四行程汽油机转速在 500~600 r/min 时,以海平面为准,进气管负压应在()范围内。

- A. 20~30 kPa B. 57~70 kPa C. 90~100 kPa

(7)将多缸发动机次级电压的波形重叠在一起的波形称为()。

- A. 直列波 B. 重叠波 C. 高压波

(8)以下能用来表征发动机气缸密封性的诊断参数是()。

- A. 气门间隙 B. 气缸压力 C. 点火提前角

(9)用示波器检测汽油机高压波形时,发现某一个气缸的点火高压过高,说明故障可能在()。

- A. 点火器 B. 点火线圈 C. 火花塞

(10)使用辛烷值较高的汽油时,应将点火时间略为()。

- A. 提前 B. 推迟 C. 不变

(11)电控汽油喷射发动机的点火提前角一般是()。

- A. 可调的 B. 不可调的 C. 固定不变的

四、简答题

(1)简述测试发动机功率的意义。

(2)什么是发动机稳态测功?什么是发动机动态测功?

(3)发动机进行“单缸断火”试验的目的是什么?

(4)在次级点火电压的并列波形中,若某缸击穿电压过高或过低,各可能有什么问题?



学习领域三

底盘技术状况的检测与诊断

学习目标

- 理解汽车传动系统的检测与故障诊断。
- 理解转向盘自由行程和转向阻力的检测方法。
- 掌握车轮定位的检测方法。
- 掌握车轮平衡度的检测方法。
- 理解悬架装置的检测方法。

技能目标

- 能利用工具检测离合器打滑与传动系统游动角度。
- 能正确检测转向盘自由行程和转向阻力。
- 能运用仪器检测车轮定位参数并进行必要的调整。
- 能利用工具检测车轮平衡并进行调整。
- 能熟练运用仪器设备检测悬架装置。

本章导语

底盘包括传动、行驶、转向和制动等几个系统。底盘技术状况的好坏,不仅关系到汽车行驶时的安全性和操纵稳定性,而且影响发动机动力传递效率,因而也关系到车辆的动力性和经济性。因此,汽车底盘技术状况检测是汽车检测与诊断的重点之一,汽车底盘技术状况的变化同汽车发动机一样,主要表现在故障增多、性能降低、损耗增加等。一般说来,底盘技术状况检测的项目主要有传动系统(离合器、传动系统游动角度)检查、转向系统(转向角和转向间隙)检查、四轮定位参数检测、车轮动平衡检验、悬架系统检测等。常用的汽车底盘检测设备有离合器打滑

频闪测定仪、传动系统游动角度检测仪、车轮定位仪、四轮定位仪、车轮动平衡仪、悬架和转向系统检测仪、悬架装置检测台等。随着科学技术的发展,这些检测设备已大量采用光、机、电一体化技术,并采用计算机控制,有些还具有智能化功能或专家诊断系统。正确地使用这些检测设备,可以保证在汽车底盘的维修中获得可靠的技术数据,从而保证底盘有效地工作。

学习项目一 传动系统的检测与诊断

传动系统包括离合器、变速器、万向传动装置、主减速器及差速器等部件,在汽车运行过程中,传动系统功能会逐渐下降,出现异响、过热、漏油及乱挡等故障。对传动系统及时进行检测、诊断、维修,可确保汽车正常运行和安全行驶。

在汽车不解体的情况下,使用仪器既可以检测传动系统的技术参数,如滑行距离、功率消耗和传动系统游动角度等,还可以对传动系统的主要部件进行检测与诊断,如离合器是否打滑、各部分游动角、各部分异响和变速器是否跳挡等。

学习任务一 离合器的检测与诊断

汽车在使用过程中,经常需要踏下和松开离合器踏板,使离合器分离与结合,因此离合器的技术状况会随汽车行驶里程的增加而逐步变坏,严重时造成离合器打滑、分离不彻底、发响和抖动等异常现象,使离合器不能正常工作。为保证发动机与传动装置平稳接合和分离,应及时对离合器出现的故障进行诊断,找出故障原因并排除故障。

一、离合器打滑的检测与诊断

离合器打滑是指离合器接合传力时,离合器从动盘摩擦片在压盘与飞轮之间滑动的现象。离合器打滑的故障表现有:汽车起步困难;汽车在行驶中车速不能随发动机转速的提高而提高,感到行驶无力;上坡满载行驶时感到动力不足,可嗅到离合器摩擦片的焦味。

离合器打滑的根本原因是压盘不能牢固地压在从动盘摩擦片上,或摩擦片的摩擦系数过小,使离合器摩擦力矩严重不足。其具体原因如下:

- (1) 离合器操纵系统调整不当,导致离合器踏板无自由行程。
- (2) 从动盘摩擦片磨损超限或压盘、飞轮的工作面磨损过大,导致分离轴承压在分离杠杆上,使离合器踏板无自由行程。
- (3) 从动盘摩擦片烧损、硬化、铆钉外露或有油污,使离合器摩擦副的摩擦系数过小。
- (4) 压紧弹簧变形、损坏,使弹力不足。
- (5) 压盘、飞轮、从动盘变形,导致传递转矩下降。
- (6) 分离轴承运动发卡而不能回位。

汽车静止时分离离合器,起动发动机,拉紧驻车制动器,把变速器换一挡,缓抬离合器踏板使离合器逐渐接合,同时加大油门,发动机无负荷感,汽车不能起步,发动机又不熄火,说明离合器打滑;汽车在行驶中,当加大油门后,若发动机转速提高而车速不变,则也表明离合器打滑。

离合器的打滑可用离合器打滑测定仪进行检测与诊断,该仪器由闪光灯、高压电极、电容、电阻、蓄电池等构成,如图 3-1 所示。

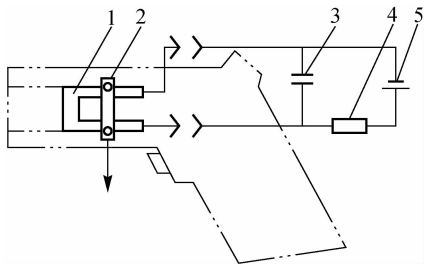


图 3-1 离合器打滑测定仪

1—闪光灯; 2—高压电极; 3—电容; 4—电阻; 5—蓄电池

离合器打滑测定仪基于人的视觉有暂留的生理现象制成,当转动零件的旋转频率与照射转动零件的闪光频率相同时,人们觉得零件似乎静止不动。测定仪以汽车蓄电池作为电源,由发动机火花塞或一缸点火高压线通过电磁感应给测定仪的高压电极输入信号脉冲,控制闪光灯的闪光时刻,因此闪光灯的闪光频率与发动机转速成正比。诊断时,可把驱动轮置于底盘测功机或车速表试验台滚筒上,无条件者可支起驱动桥,将汽车变速器挂入直接挡加油门,必要时,可用行车制动器或驻车制动器增加适当负荷,以提高离合器传递转矩便于诊断。此时将闪光灯发出的光脉冲投射到传动轴某一点,若传动轴与发动机转速相同,则光脉冲每次照射该点,使人感到传动轴静止不动;若离合器打滑,则传动轴转速比发动机转速慢,因此光脉冲每次照射点均位于上次照射点的前部,使人感觉到传动轴在慢慢转动,显然其转动的快慢即可反映离合器打滑的严重程度。这种诊断方法只适应于具有直接挡的汽车。

当离合器打滑时,可按下述方法诊断故障的具体原因:

(1)检查离合器踏板有无自由行程,若无自由行程,则应检查离合器操纵系统是否调整不当、踏板回位弹簧是否疲劳或折断、踏板操纵杆系统是否卡滞、分离轴承是否不能回位、分离杠杆内端是否调整过高。

(2)若离合器踏板自由行程正常,则应拆下离合器壳底盖,检查从动盘摩擦片是否有烧损、硬化、铆钉外露或油污等现象。

(3)若从动盘摩擦片完好,则应检查压紧弹簧是否变形损坏或弹力不足,检查压盘、飞轮、从动盘是否变形,以确定故障部位。

二、离合器分离不彻底的检测与诊断

离合器分离不彻底是指离合器踏板踩到底时,离合器处于半接合状态,其从动盘没有完全与主动盘分离的现象。离合器分离不彻底表现在发动机怠速运转时,踩下离合器踏板换挡困难;甚至挂低速挡时,离合器踏板尚未完全放松,而汽车就有起步或发动机熄火的现象。

离合器分离不彻底的根本原因是:离合器踏板踩到底时,其压盘离开从动盘的移动量过小,或离合器主、从动件变形导致压盘与从动盘摩擦片有所接触不能分离。其具体原因如下:

(1)离合器踏板自由行程过大。

(2)离合器分离杠杆弯曲变形或调整不当,使其内端面不在同一平面。

- (3)从动盘翘曲、铆钉松脱、摩擦衬片松动。
- (4)压盘受热变形,翘曲超限。
- (5)双片离合器中间压盘支撑弹簧弹力不均或个别弹簧折断、中间压盘调整不当。
- (6)从动盘毂花键槽与变速器第一轴花键齿卡滞。
- (7)离合器操纵机构中传动部分紧固螺栓松动或紧固螺栓失效。
- (8)离合器操纵机构卡滞,其踏板踩不到底。
- (9)液压传动离合器的液压系统漏油、有空气或液压不足。

离合器分离不彻底的检测方法是:先将变速器处于空挡位,使发动机运转,再踩下离合器踏板,将变速器挂入倒挡或1挡,看是否能平稳接合。若各齿轮能平稳接合,则判定其工作状态良好;若换挡困难并伴有齿轮撞击声,强行挂入挡位后汽车前冲,发动机熄火,则说明离合器分离不彻底。当离合器分离不彻底时,可按下述方法诊断故障的具体原因:

(1)检查离合器操纵机构是否卡滞,传动是否失效,保证其工作正常。

(2)检查离合器踏板自由行程是否符合标准。若自由行程过大,可先调整离合器分离拉杆调整螺母,使分离叉向前拨动分离套筒,以缩小分离轴承与分离杠杆内端的距离,然后启动发动机检验调整后的情况。此时,若离合器工作正常,则说明其故障的原因是离合器踏板的自由行程过大。

(3)若离合器踏板自由行程符合标准,则应检查分离杠杆内端是否在同一平面,用手扳动分离拨叉,使分离轴承前端轻轻靠在分离杠杆内端面。转动离合器一周,察看它们的接触情况。若只有部分分离杠杆内端与分离轴承接触,则离合器分离时其压盘会失去对于飞轮的平行状态,从而造成离合器分离不彻底。

(4)若各分离杠杆内端都同分离轴承接触,其分离杠杆内端处在同一平面,则应检查分离杠杆内端高度是否太低。若将各分离杠杆内端调出同样高度后,离合器分离彻底,则说明分离杠杆内端高度调整不当或磨损过甚。

(5)对于双片式离合器,还应检查中间压盘的分离情况。若中间压盘及其从动盘在离合器分离过程中无轴向活动量,说明故障在此,可重新调整。调整后若还分离不彻底,则可能是中间压盘支撑弹簧折断、过软或中间压盘本身轴向移动卡滞所造成。

(6)经上述检查和调整后,若离合器仍分离不彻底,则可能是从动盘翘曲变形严重、从动盘铆钉松脱、摩擦片松动、从动盘摩擦片过厚、从动盘花键滑动卡滞所致。

(7)对于液压传动离合器,在消除漏油、排除空气和添足液压油后,如果离合器变得分离彻底,则故障在其原液压系统有空气或液压不足。

三、离合器发抖的检测与诊断

离合器发抖是指汽车在起步过程中,缓抬离合器踏板,轻踏加速踏板,离合器接合时出现振抖的现象。其表现是汽车不能平顺起步,起步伴有轻微冲撞,严重时车身明显抖动。

离合器发抖的根本原因是从动盘摩擦片表面与压盘表面、飞轮接触表面之间正压力分布不均,在同一平面内接触时间不同,使得主、从动盘接触不平顺引起发抖。其具体原因如下:

- (1)分离杠杆变形或调整不当,各分离杠杆内端不处在同一平面。
- (2)压盘、从动盘翘曲变形严重,飞轮工作端面的端面圆跳动超标。

- (3)压紧弹簧弹力不均匀,个别弹簧弹力减弱或折断。
- (4)从动盘摩擦片厚度不均、衬片破裂、表面不平、铆钉外露或松动。
- (5)从动盘毂花键槽与变速器第一轴花键齿磨损过大、间隙过大。
- (6)从动盘摩擦片减振弹簧失效或折断,缓冲片破损。
- (7)发动机支架、变速器与飞轮壳、飞轮与离合器盖紧固螺栓松动。

离合器发抖可用以下方法检测:让发动机怠速运转,挂上低速挡,缓缓放松离合器踏板并加大油门,使汽车起步,有振动感即为离合器发抖。当离合器发抖时,可按下述方法诊断故障的具体原因:

- (1)检查分离杠杆内端与分离轴承的间隙是否一致,若不一致,则说明分离杠杆内端不在同一平面。严重时,不仅离合器接合发抖,还可导致分离不彻底。
- (2)检查发动机前后支架、变速器与飞轮壳、飞轮与离合器盖的紧固螺栓是否松动。
- (3)若上述情况良好,则应分解离合器,检查压盘及从动盘是否翘曲,摩擦片是否破裂、厚度是否不均、表面是否不平、铆钉是否松动,压紧弹簧或膜片弹簧是否断裂,减振弹簧是否失效,从动盘毂花键槽与变速器第一轴花键齿配合是否松旷等。

四、离合器异响的检测与诊断

离合器异响是指离合器在分离或接合时发出的不正常响声。其表现是离合器变工况时出现连续或间断的、比较清晰的响声。

离合器产生异响的根本原因在于离合器部分零件严重磨损及主、从动件传力部位松旷,而当离合器主、从动件接合或松开的瞬间,由于惯性冲击的作用,在松旷处造成金属零件之间不正常摩擦或撞击而产生异响。其具体原因如下:

- (1)分离轴承磨损严重、缺油或损坏。
- (2)离合器踏板回位弹簧与分离轴承回位弹簧过软、折断或脱落。
- (3)双片式离合器中间压盘的传动销与销孔磨损松旷。
- (4)从动盘毂花键槽与变速器第一轴花键齿磨损松旷。
- (5)从动盘毂铆钉松动、钢片断裂、减振弹簧折断或失效。

离合器异响可用下列方法诊断:发动机怠速运转,变速器挂入空挡,控制离合器踏板,利用离合器分离与接合时发出的声音诊断其故障所在。具体诊断方法如下:

- (1)发动机怠速运转时,踏下离合器踏板少许,使分离杠杆与分离轴承接触。若听到有“沙沙”的响声,则为分离轴承响;若加油后仍然发响,则说明轴承磨损松旷;若再踏下离合器踏板少许,并略提高发动机转速,如响声增大,则说明分离轴承损坏。
- (2)离合器踏板踩到底时,出现金属敲击声,且随发动机转速升高而加重,但在中速稳定运转时声响明显减弱或消失,而在松开踏板或在踏下踏板的过程中无异响。对于双片式离合器,其异响多为中间压盘销孔和传动销磨损松旷所致;对于单片式离合器,其异响多为离合器压盘与盖配合松旷所致。
- (3)踩下、松开离合器踏板,在离合器刚分离或刚接触的瞬间有异响,多数是摩擦片铆钉松动或铆钉头外露所致。

(4)松开离合器踏板,即可听到连续的摩擦声,可先检查离合器踏板的自由行程。若无自由行程,但踏板松开后可用力抬起少许,此时异响随之消失,则说明离合器踏板回位弹簧