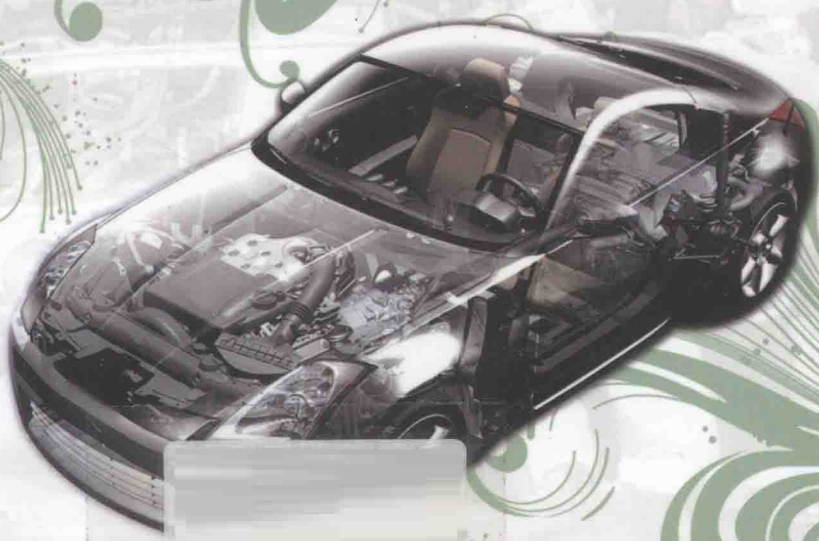




职业教育汽车类示范专业规划教材

汽车发动机 电控技术 项目教程

朱 迅◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

免费赠送电子课件



职业教育汽车类示范专业规划教材

汽车发动机 电控技术项目教程

主编 朱 迅
参编 龙 建 宋建桐
主审 李 晓



机械工业出版社

本书的主要内容有：电控发动机概述、汽油机控制基础、发动机故障诊断测试设备、进气系统控制、燃油供给系统控制、怠速控制、点火系统控制、汽油发动机排放控制及电控发动机的其他控制。

本教材按以行动为导向的具体项目安排教学活动。这种教学活动综合性高、强调学生的学习主导作用，最大限度实现知识的自我建构。通过学生的活动、教师的授课和指导、学生的讨论和评价等多种途径教学，可以适当放宽教学学时安排。教师可以根据自己的教学条件和设备构成，灵活组织合适的教学安排，对课程采取主动设计、不固定的教学模式。

本教材既可作为高职院校汽车专业实训教材，也可作为中职院校汽车专业教材。

图书在版编目（CIP）数据

汽车发动机电控技术项目教程/朱迅主编. —北京：
机械工业出版社，2010.12

职业教育汽车类示范专业规划教材
ISBN 978-7-111-28952-4

I. ①汽… II. ①朱… III. ①汽车—发动机—电子系
统：控制系统—职业教育—教材 IV. ①U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 208866 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：宋学敏 责任编辑：宋学敏 洪丽红
版式设计：张世琴 责任校对：张 薇
封面设计：马精明 责任印制：乔 宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·9.25 印张·206 千字
0001—3000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-28952-4
定价：20.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心：(010) 88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010) 68326294

销售二部：(010) 88379649

教材网：<http://www.cmpedu.com>

读者服务部：(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

作为汽车动力源的发动机,近些年在设计、生产、技术应用等方面出现了深刻的变化。但是发动机作为热能转换装置的属性没有发生本质的改变。当今汽车市场上,汽车的动力仍然以往复行程活塞式发动机为主,燃料仍是汽油与柴油占主导地位。但是发动机的技术应用发生了很大变化,主要是围绕提高发动机动力性、经济性,同时降低发动机排放气体中的有害物质。为此在发动机的各个方面采用了计算机控制技术,各种先进的电子控制系统在汽车发动机中获得了广泛应用。现代技术的提升,改善了发动机性能,围绕发动机一切技术的发展使得汽车维修中,传统技能不断融合现代技术和使用现代设备。由此可知,电控系统并不孤立与发动机并存,维修技术仍然针对发动机整体,在工作中更强调技术能力的全面性、知识运用的合理性、设备使用的综合性、信息资料收集与故障分析的能力。

综上所述,使教学的活动反映生产的真实,在培养技能的同时加强对理论知识的理解是职业教育的培养目标。如何实现培养目标,不同的教学理念,存在各种不同的见解和实施的方法。

本教材编写的指导思想旨在使教学设计符合学生的认知过程,以一系列活动作为知识学习的导向,在不断的实践活动中构建学生的知识体系,所以教材在编排上侧重以下几个方面:

1. 学习任务来自生产需要,注重技能的实用性、知识的综合性和活动的针对性。
2. 所有活动为掌握技能和理解基础知识设计,避免追求“高、深、广”。教学设备、设施尽量选择广泛应用的发动机和生产中普遍使用的基本通用设备作为活动对象。
3. 给学生自学空间,活动中只提供概要知识,更为详尽的理论知识则需要借助教师指导下和学生的学习与思考过程完成。
4. 活动的目的不仅是技能训练,更重要的是观察结果,引出思考,认识变化。理解计算机控制与发动机性能之间的联系,为发动机故障诊断课程奠定基础。
5. 活动的结果为学生的自我评估奠定了基础,也为教师有效的指导和教学方法提供了依据。

由此,构成本教材特点:所有的结果要由学生通过活动获得。信号与变量的关系和指令与运动的内在联系,是活动的重要内容。除非必要,教师不给学生特性曲线、数据和结论性文字。

本书由朱迅主编,李晓主审,参加编写的还有龙建、宋建桐。本书中的活动来自生产实践,并在课程中进行了验证,具有较强的可操作性。

由于编者水平有限,书中不免存在错误,恳请使用本教材的师生批评指正,并共同参与教学探索的讨论,为职业教育创新提供一个良好的教学平台。

编者

目 录

前言

电控发动机概述	1
项目一 汽油机控制基础	8
任务一 怠速控制	10
任务二 空燃比变化对排放的影响	12
项目二 发动机故障诊断测试设备	15
任务一 利用万用表测试汽车电气元件	15
任务二 尾气分析仪的使用	19
任务三 示波器在汽车维修中的应用	21
任务四 测试灯与跨接线的制作	25
任务五 汽车电路图识读	28
任务六 随车诊断系统的功能	33
项目三 进气系统控制	42
任务一 空气流量计测试	43
任务二 进气歧管绝对压力传感器测试	45
任务三 节气门位置传感器测试	47
任务四 桑塔纳 2000GSi 型轿车节气门测试	49
任务五 空气温度传感器测试	51
项目四 燃油供给系统控制	53
任务一 电动燃油泵测试	54
任务二 汽油流量、泵油压力测试	58
任务三 喷油器测试	61
任务四 喷油脉宽测试	64
项目五 怠速控制	67
任务一 旋转电磁式怠速控制阀控制	68
任务二 步进电动机式怠速控制阀控制	70
任务三 直流电动机式怠速控制阀控制	75
任务四 怠速控制的检测	76
项目六 点火系统控制	81
任务一 发动机点火提前角的检测	83
任务二 点火正时检测与调节	86

任务三 有分电器电子点火系统的正时检测	88
任务四 电控点火系统传感器信号的检测	91
任务五 发动机点火系统的爆燃控制	95
项目七 汽油发动机排放控制	99
任务一 废气再循环 (EGR) 控制	100
任务二 三元催化转化器与闭环控制	103
任务三 氧传感器的检测	107
任务四 二次空气喷射系统	113
任务五 汽油蒸气排放控制系统	116
项目八 电控发动机的其他控制	120
任务一 提高进气系统进气效率控制	120
任务二 废气涡轮增压控制	123
任务三 可变配气相位与气门升程控制	129
附 录	134
附录一 德国汽车发动机电控系统的线路原理图	134
附录二 日本汽车发动机电控系统的线路原理图	135
附录三 发动机线束图	136
附录四 试验用的表格或图表	137
附录五 活动报告单	140

电控发动机概述

一、发动机的发展

汽车发展已有 100 多年的历史，作为汽车动力源的发动机，在设计、生产、技术应用等方面出现较大的变化。但是发动机的工作原理与使用燃料仍在延续最初的设计。当今汽车市场上，汽车的动力仍然以往复行程活塞式发动机为主，燃料还是汽油与柴油占主导地位。但在技术应用上已发生很大变化，主要是围绕提高发动机动力性、经济性，同时降低发动机排放气体中有害物质的含量。为此在发动机的各个方面采用了计算机控制技术，以获得理想的效果。

现代发动机采用计算机集中控制技术，取代了过去独立控制的发动机机电系统。这些独立的控制系统包括：

1. 电控燃油喷射系统

如图 0-1 所示，电控燃油喷射系统是最早应用于汽油发动机的电子控制系统。空燃比是汽油发动机工作的基本要素，所以空燃比的控制就成为最基本、最重要的控制内容之一。电子控制单元（ECU）根据发动机的进气量来确定基本喷油量，再根据其他条件因素（节气门开度、发动机冷却液温度等）对基本喷油量进行修正，使发动机在各种工作状况下均可获得最佳的空燃比，从而改善发动机的动力性和燃油经济性，并降低有害物质的排放。

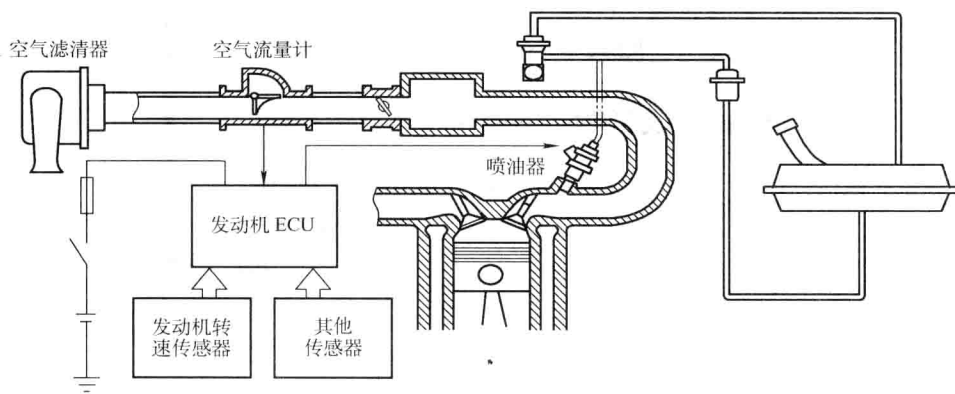


图 0-1 电控燃油喷射系统

2. 电控点火系统

电控点火系统的最基本功能是控制点火提前角。该系统根据发动机转速和负荷情况

2 汽车发动机电控技术项目教程

确定基本的点火提前角，并根据其他因素进行提前角的修正，以保证发动机的最大燃烧压力保持在理想的位置。该系统由于采用了爆燃控制，还可以实现动力性能的改善，并提高经济性和降低有害物质的排放（图 0-2 为电控点火系统）。

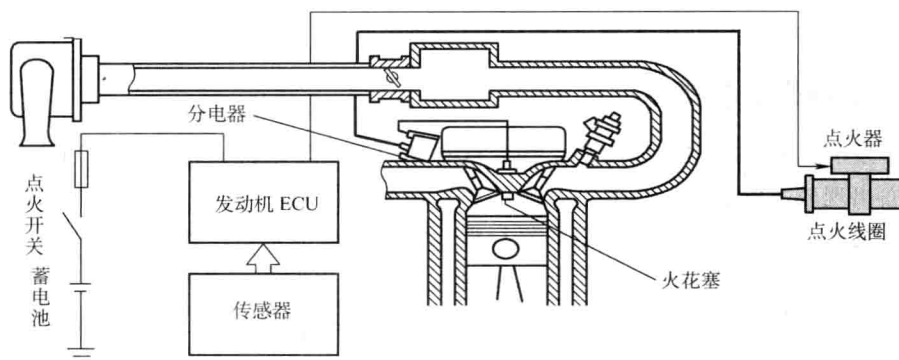


图 0-2 电控点火系统

3. 怠速控制系统

怠速控制系统（ISC）是发动机辅助控制系统，如图 0-3 所示，其功能是在发动机怠速工况下，根据发动机冷却液温度、空调压缩机是否工作、变速器是否挂入挡位等情况，通过怠速控制阀对发动机的进气量进行控制，使发动机随时以最佳怠速转速运转。

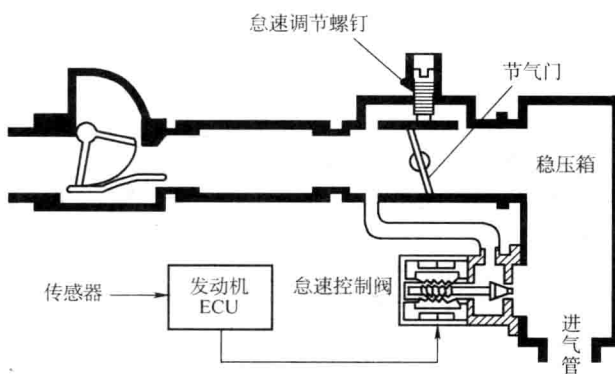


图 0-3 怠速控制系统

4. 排放控制系统

排放控制系统的功能主要是对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制的项目主要包括废气再循环（EGR）控制、燃油蒸发控制、氧传感器和空燃比闭环控制、二次空气喷射控制等。

5. 进气控制系统

进气控制系统的功能主要是根据发动机转速和负荷的变化,对发动机的进气进行控制,以提高发动机的充气效率,从而改善发动机动力性。

6. 增压控制系统

增压控制系统的功能是对发动机进气增压装置的工作进行控制。在装有废气涡轮增压装置的汽车上,ECU 根据检测到的进气歧管绝对压力,对增压装置进行控制,从而控制增压装置对进气增压的强度。

7. 巡航控制系统

驾驶员设定巡航控制模式后,ECU 根据汽车运行工况和运行环境信息,自动控制发动机工作,使汽车自动维持一定车速行驶。

8. 警告提示

由 ECU 控制各种指示和报警装置,一旦控制系统出现故障,该系统能及时发出信号以警告提示,如氧传感器失效、排气温度过高、油箱油温过高等。

9. 自诊断与报警系统

在发动机控制系统中,电子控制单元(ECU)都设有自诊断系统,对控制系统各部分的工作情况进行检测。当 ECU 检测到来自传感器或输送给执行元件的故障信号时,立即点亮仪表盘上的“CHECK ENGINE”灯(故障指示灯),以提示驾驶员发动机有故障;同时,系统将故障信息以设定的数码(故障码)形式储存在存储器中,以便帮助维修人员确定故障类型和范围。对车辆进行维修时,维修人员可通过特定的操作程序(有些需要借助专用设备)调取故障码,故障排除后,必须通过特定的操作程序清除故障码,以免与新的故障信息混杂,给故障诊断带来困难。

10. 失效保护系统

失效保护系统的功能主要是当传感器或传感器线路发生故障时,控制系统按电路中预先设定的参考信号值工作,以便发动机能继续运转。比如冷却液温度传感器电路有故障时,可能会向 ECU 输入低于 -50°C 或高于 139°C 的冷却液温度信号,失效保护系统将自动按预先设定的标准冷却液温度信号(80°C)控制发动机工作,否则会使混合气过浓或过稀,导致发动机不能工作。

此外,当对发动机工作影响较大的传感器或电路发生故障时,失效保护系统则会自动停止发动机工作,如 ECU 收不到点火控制器返回的点火确认信号时,失效保护系统则立即停止燃油喷射,以防大量燃油进入气缸而造成三元催化转化器的损坏。

11. 应急备用系统

应急备用系统功能是当控制系统电脑发生故障时,自动启动备用系统(备用集成电路)按设定的信号控制发动机转入强制运转状态,以防车辆停在路途中。应急备用系统只能维持发动机运转的基本功能,但不能保证发动机性能。

除上述控制系统外,应用在发动机上的电控系统还有冷却风扇控制系统、配气正时控制系统、发电机控制系统等。应当说明的是,上述各控制系统在不同的汽车发动机上只是或多或少地被采用。此外,随着汽车技术和电子技术的发展,发动机控制系统的功能必将日益增加。

为了达到排放法规的要求,许多国家要求1996年以后生产的车辆必须配置OBD-II系统,也就必须安装三元催化转化器(TWC)。

二、发动机电控技术的发展趋势

技术是在不断进步的,使用新技术可以完善已有的发动机电子控制技术,开发电子控制在发动机上应用的新领域。如网络技术在汽车上的应用,通过汽车内部网络的信息通信完成系统之间的各种必要的信息传送与接收,实现高度集中控制及集中故障诊断的“整车控制技术”,成为当今汽车的新技术点,如图0-4所示。

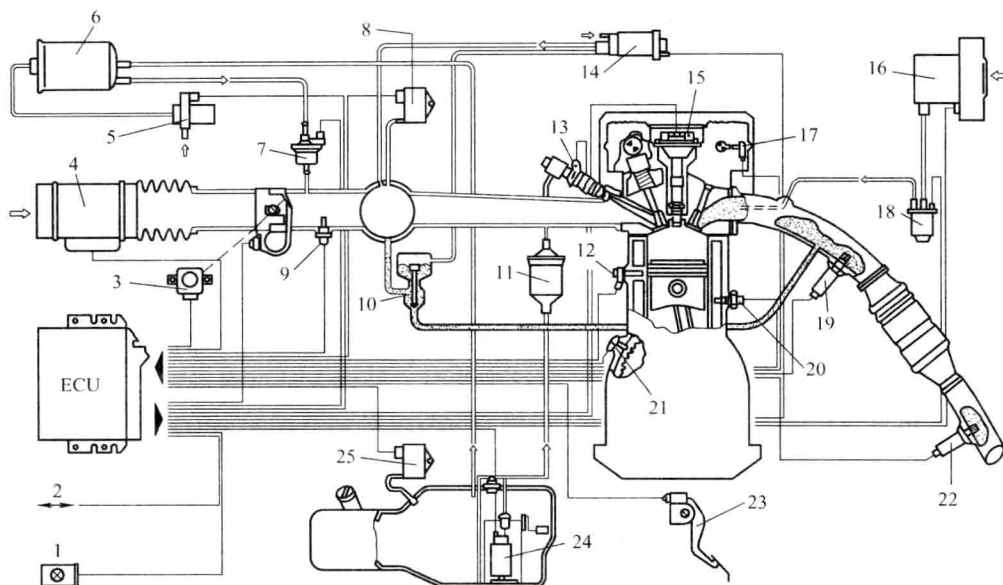


图0-4 集中控制系统

- 1—故障灯 2—故障诊断通信 3—节气门位置传感器 4—空气流量计 5—关断阀 6—炭罐 7—汽油蒸气阀
8—进气管压力传感器 9—进气温度传感器 10—废气再循环阀 11—汽油滤清器 12—爆燃传感器
13—喷油器 14—压力调节器 15—点火线圈 16—二次空气泵 17—凸轮轴参考标记传感器
18—二次空气阀 19—氧传感器 20—发动机温度传感器 21—氧传感器 22—发动机转速传感器
23—加速踏板传感器 24—电动汽油泵 25—压力传感器

此外,除电子技术以外的新技术在发动机上的应用也有待开发。为解决日益严重的能源缺乏和污染两大问题,新燃料发动机和汽车新动力也必然是汽车发动机技术未来的发展方向。具有开发潜力的发动机新技术有如下几项:

1. 发动机新燃料

发动机的燃料最初采用的是煤气。随着石油的发现和应,才使汽车真正成为人类的得力工具。目前汽车发动机的主要燃料仍然是汽油和柴油,但石油资源总会有枯竭的一天,为解决石油的供需矛盾,发动机新燃料一直是发动机技术研究的重要课题。目前

人们研究的发动机新燃料主要有醇类燃料、氢气、二甲基醚、天然气、植物油、人造汽油和柴油等。发动机新燃料的研究已取得较大进展,如乙醇汽油在我国已开始推广使用,燃气/汽油双燃料发动机也已在汽车(尤其是公共汽车)上投入使用。随着新燃料发动机的应用,新燃料的电控技术的开发具有很大的潜力。

2. 混合动力装置

为彻底解决汽车排放污染问题,20世纪90年代以来,各种各样的电动汽车脱颖而出。尽管人们普遍认为未来是电动汽车的天下,但由于目前电池技术问题,电动汽车还无法取代燃料发动机汽车。

将电动机与燃料发动机有机结合在一起的混合动力装置,既能发挥燃料发动机持续工作时间长、动力性好的优点,又可以发挥电动机无污染、低噪声的长处。在电动汽车时代到来之前,混合动力装置作为一种过渡产品,应用前景不可忽视。

3. 柴油机电控技术

在燃料发动机仍占汽车动力装置主流的时代,柴油机经济性好、排放污染低的优势是汽油机无法比拟的,尤其是近年来电控柴油机的出现,使汽车性能得到了进一步的改善。可以预测,未来几年电控柴油机的应用必将更加广泛,柴油机电控技术也将进入一个新的发展阶段。

4. 汽油机负荷控制技术

现代汽油发动机的负荷控制技术都是利用节气门控制进气量来实现的,尽管在汽油机上已采用了节气门电控技术,但节气门的存在必然会增加汽油机部分负荷时的进气阻力,降低其机械效率,从而影响汽油机的燃料经济性。因此取消汽油机的节气门,利用电控技术通过控制喷油量来实现汽油机负荷的“质调节”,已成为汽油机技术研究的一个方向。当然,该技术的关键是解决部分负荷时稀混合气的问题。

5. 进、排气控制技术

众所周知,发动机气门的开启升程、开启关闭时刻,对发动机性能有重要影响。为改善发动机的进、排气过程,提高发动机性能,近年来在日本本田、德国大众等公司生产的发动机上,相继采用了气门升程和配气相位控制技术,但这些技术仍未实现全电子控制,而且通常仅对进气门升程和开闭时刻进行控制,所以发动机的进、排气控制技术仍有较大的开发潜力。

目前,部分汽车公司已开始研究用电磁阀取代气门的发动机进、排气控制新技术。它不仅可以更准确地控制进、排气时刻,还能通过控制进气门的开度和开启时间来控制进气量,为取消汽油机的节气门提供了可能。制约这项技术的关键问题有两个:一是电磁阀取代气门后消耗电量过大,二是电控系统的响应速度必须满足发动机高转速的需要。

6. 激光点火技术

与现代汽油机各类点火系统相比,激光点火能更有效地控制点火时间和点火强度,因此能准确地控制点火时刻,并且容易实现电控。此外,激光点火还能实现缸外点火,减少火花塞温度和积炭对点火的影响;而且采用缸外点火也有利于更合理地设计燃烧室形状、布置气门和喷油器。可见,激光点火技术在汽油机上有较好的应用前景。

7. 水泵及节温器电控技术

发动机的工作温度是影响发动机性能的重要因素。利用电动水泵和采用电控节温器,能更好地控制冷却液的循环量和循环路线,对发动机起动后迅速升温 and 保持正常工作温度非常有利,而且容易实现。

8. 电源系统改进技术

随着汽车电子控制技术的发展,汽车上的用电设备越来越多,发电机的输出功率必然随之提高。以普通的中级轿车为例,发电机的输出功率已从20年前的500W,提高到目前的1000W。现在汽车上采用的发电机都是风冷式,利用风扇将空气吹入机壳进行冷却,随着发电机输出功率的提高,其冷却强度也必然增大;由于风冷发电机结构的限制,功率的增加必然会导致发电机体积增大,若加大风扇尺寸来提高冷却强度,又会使噪声增大。为此,对电源系统的改进也必须成为未来发动机的新技术之一。有资料显示,水冷式交流发电机将是未来汽车发电机的发展方向。

综上所述,随着技术的进步和人们对汽车发动机性能要求的不断提高,未来几年的汽车发动机将出现多样化的趋势,其技术含量更高,性能更好。

三、现代发动机融入多种技术

现代的发动机是现代科学技术发展的综合成果,是在原有基础、传统的技术上,不断地融入现代科学技术,如计算机技术、传感器技术、电动技术、网络技术、现代控制技术。现在这些技术也在随着微电子技术的发展不断出现新的变化。但是对发动机而言,总体目标仍然是提高动力性、经济性和降低有害物质的排放,所有的技术均是为实现总体目标而发展的。为此,发动机所表现出的技术特点不仅具有时代的特征,也保留着传统的技术特点。从工作原理到结构组成、从燃烧理论到运转特性都还保留着基本的特征。而新技术主要应用如何实现最佳控制,以获得最有利的效果。技术延续性的发展,使得发动机维修成为扩大的综合技术领域,技术之间保持因承关系,不因新技术的发展而偏颇或废掉其他技术。技术的不排他性使得汽车维修技术人员更要具备综合技术知识,掌握综合运用技术知识的能力。

与以前相比,今天的维修人员要具有更多的能力,因为他们所面对的是一个综合的、复杂的、多变的系统。

首先,汽车生产厂提供关于新车诊断和维修的信息量每年在大幅度增长。因此,对于任何一个维修人员,查找正确的信息并且辨认是否与一项特定的维修作业有关,便成为一种重要的能力。这类信息中包含了维修的数据、维修的步骤、维修的工具和检测的方法等大量内容,要能从浩瀚的信息中找到对自己的任务有用的信息。

其次,今天的汽车如此的复杂,要想做好诊断工作,彻底弄懂系统的组成、工作情况和工作原理,是非常重要的。通过理论学习,利用技术资料和对专业期刊的研究,并熟悉特定汽车上的系统后,就可以着手运用正确的测试程序进行故障诊断。维修计算机控制的重大难题是如何确定正确的诊断路线,对技术信息分析,以便确定和理解发动机管理系统控制策略,必须要经常应用维修人员的知识和知觉。

现代汽车技术的发展不仅提高了对汽车维修技术的要求,而且促进了汽车维修设备

的现代化。如图 0-5 所示,掌握、应用好维修设备,充分发挥和拓展现代技术设备的功能,是现代维修人员又一能力体现。专业检测设备不仅可以传递信息数据、提高可视性、做定性检查,还能为维修人员创造性思维提供验证并积累经验。

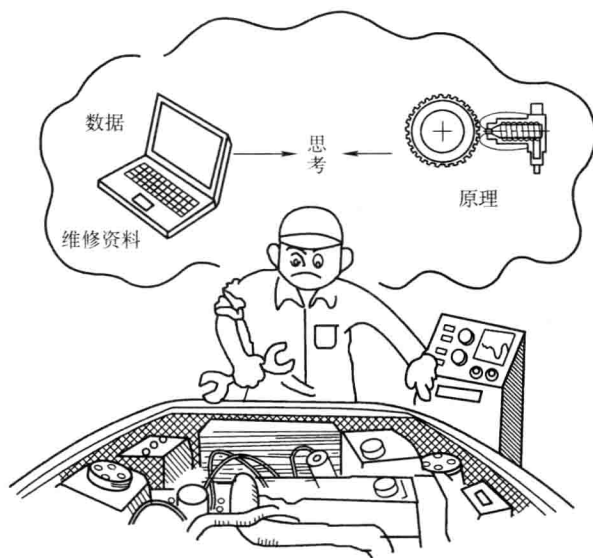


图 0-5 现代汽车维修人员能力目标

汽车维修过程是解决问题的过程,最终还是要人来完成,所以人是解决问题的主动因素。能力的培养需要多种途径,但重要的一点是:通过不断的实践和认识,积极的学习前人的经验,形成自我的提升,养成分析问题的习惯,可以逐步实现能力培养的目标。

纵观以上,汽车的技术在不断进步。由于不同时期,不同专业技术的存在,在掌握技术和技能时要求具备全面的知识与专业技能,形成了专业相关性强和知识高度融合的特点。到目前为止,各种技术还不能够相互替代,所以单一专业技能已经不适合维修人员培养的需要。按照汽车专业工作过程,结合维修专业的需要,以一系列有针对性的行动为学习导向,通过大量综合的训练,帮助学生理解知识,掌握基本技能,重点是锻炼分析问题能力,成为本教材的编写宗旨。

项目一 汽油机控制基础

【学习目标】

1. 了解发动机的基本性能要求。
2. 了解燃油成分对燃烧及燃烧产物的重要影响。
3. 了解瞬态工况对燃烧的影响。
4. 了解汽油机排放控制的重要意义。
5. 掌握汽油机排放物质种类及不同工况下的排放量变化。
6. 了解尾气分析仪的用途和基本使用方法。
7. 认识汽油电控发动机系统的组成。

【相关知识】

汽车发动机一般采用活塞式四冲程汽油机或柴油机。

1. 发动机的负荷与工况

发动机的负荷是指发动机实际受到的阻力矩。汽车在使用中实际的载质量和道路的性质是多变的，传递到发动机的道路阻力矩也是变化的，所以作为汽车动力的负荷也随之变化。

发动机为克服阻力矩而输出转矩的工作状况称为发动机工况，用负荷、转速和转矩表示。图 1-1 所示为空燃比、输出转矩和燃料消耗率的关系。汽油发动机输出转矩受节气门开度控制，节气门开度越大，吸入的混合气越多，输出转矩就越大。当节气门开度一定时，吸入混合气的浓度对发动机输出转矩也产生很大影响。汽车急加速或爬大坡时，

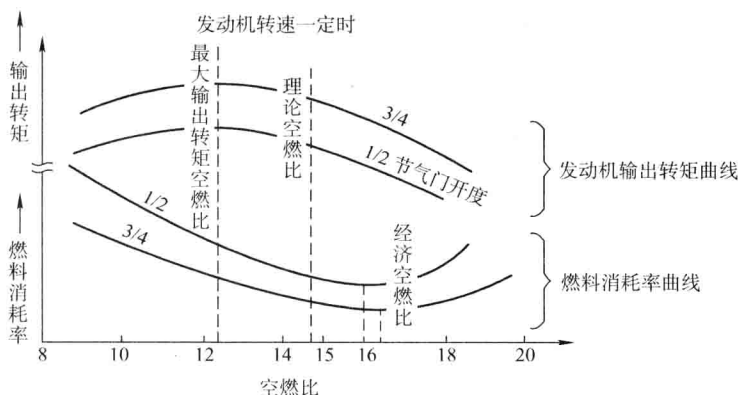


图 1-1 空燃比、发动机输出转矩与燃料消耗率的关系

需要提高混合气浓度,以使发动机输出更大的转矩。而汽车在经济运行时,为减少燃料消耗,需要降低混合气浓度。

混合气浓度指空气成分和燃料成分的含量关系,用空燃比或过量空气系数表示。

2. 空燃比与过量空气系数

空燃比指可燃混合气中空气与燃料的质量比例,符号为 A/F 。若混合气中刚好有足够的空气供燃料完全燃烧,此时的空燃比则称为理论空燃比。理论空燃比为 14.8:1。

过量空气系数指可燃混合气中的实际空气量与理论空气量的比值,符号为 λ 。当混合气为理论空燃比时,其过量空气系数为 1。有的材料中将过量空气系数又表述为:实际空燃比与理论空燃比的比值。

美、日车系多采用空燃比衡量混合气浓度,而在欧洲车系中多采用过量空气系数。从图 1-2 中可以知道,空燃比和过量空气系数都是用来表示混合气中空气与燃料的比值关系,只是采用不同的方式。

3. 发动机排放尾气的成分

汽油发动机与柴油发动机燃料燃烧后排放的尾气中的物质成分并不相同。汽油在燃烧室燃烧后排出的废气中含有一氧化碳(CO)、未燃碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)等有害物质。有害物质的生成与混合气空燃比有极大关系,汽油机排放的有害物质随过量空气系数的变化趋势如图 1-3 所示。现代电控发动机系统的重要作用就是优化空燃比的控制,使汽油燃烧后的有害物质降低。

一氧化碳是种无色、无味、有毒的气体。汽油燃烧时,如果没有足够的氧气来实现完全燃烧,就会在燃烧室形成一氧化碳。当实际空燃比高于理论空燃比时,一氧化碳排放量就低。而当实际空燃比低于理论空燃比时,一氧化碳排放量就会增加。

废气中的碳氢化合物来自于未燃烧的燃料。阻碍正常燃烧的任何因素都会增加碳氢化合物的排放值。混合气过稀或过浓、点火系有故障、压缩压力不正常都会使碳氢化合物增加。

当发动机大负荷运转而气缸温度又很高

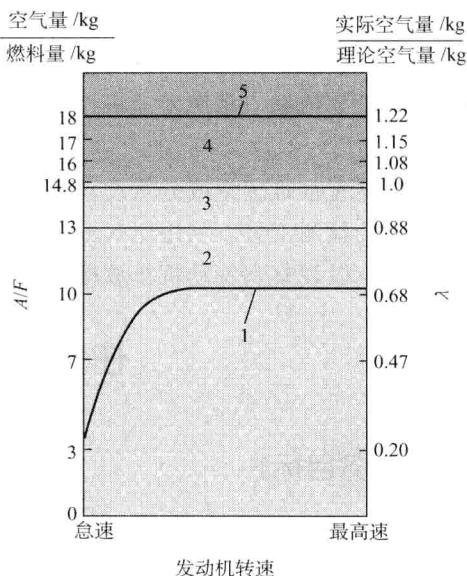


图 1-2 空燃比与过量空气系数的换算关系

1—浓混合气失火临界线 2—浓混合气域 3—功率域
4—稀混合气域 5—稀混合气失火临界线

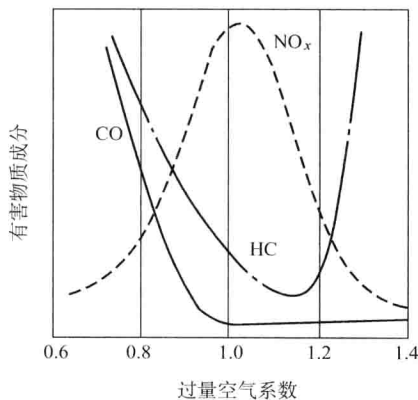


图 1-3 过量空气系数与排放有害物质的关系

时,容易形成氮氧化合物(NO_x)。混合气过稀或点火过早也会导致氮氧化合物排放增加。

二氧化碳是一种无害的燃烧产物。二氧化碳被用作燃烧效率高低的标志。一台正常运行的新型发动机所排放的二氧化碳的值(质量分数)应在13.5%~15.5%之间。

空气中氧的含量占21%,进入燃烧室后并非所有的氧都参与燃烧。当混合气的实际空燃比低于理论空燃比时,废气中的含氧量就低,一般低于0.5%。当实际空燃比高于理论空燃比时,废气中的含氧量就增加。如果废气中含氧量大于1.2%,表明混合气过稀。

发动机排放物质的成分或比例,反应发动机燃烧和做功的状况。所以,通过观察发动机尾气排放状况,可以认识发动机的工作特性,又是帮助判断发动机各个系统工作是否正常的重要依据。掌握发动机排放物质的分析能力,是培养诊断发动机工作能力的重要环节。

人的器官很难感觉或分辨发动机排放的物质成分。在汽车维修与检测中,尾气分析仪是重要的检测工具。利用尾气分析仪,将不可感觉的排放物质成分转换为眼睛可视的数字参量,以观察到发动机排放尾气中有害物质的存在和变化趋势。

任务一 怠速控制

【任务目标】

了解现代汽油机怠速控制内容,观察怠速时尾气中排放物质含量的变化,观察发动机冷却液温度对怠速工况尾气排放的影响,掌握尾气分析仪的数据分析。

【知识链接】

怠速对轿车有十分重要的意义。怠速指驾驶者放松加速踏板后的发动机运转。怠速的重要性体现在三个方面:燃油经济性、驾驶舒适性和尾气排放。

(1) 保持发动机转矩与负荷的平衡 怠速的控制必须使发动机产生的转矩与所需要的负荷保持平衡,以维持一定的转速;而且这种平衡必须在很低的转速下维持,并且有良好的排放和平稳的运转。

(2) 较低的燃油消耗 怠速时的燃油消耗指每单位时间内的燃油消耗量。降低油耗的主要措施是降低转速,这样可同时降低燃油消耗与噪声。然而过低的转速会使发动机运转不稳定,并使排放恶化。

(3) 良好的排放 怠速时残余气体含量大,气缸充气量低,使得燃烧并不完善。

(4) 暖机期的怠速控制 发动机的温度低时,较高的摩擦阻力需要增加进气量,同时最低稳定怠速也会提高。为了尽快暖机,还会采用高怠速。

设备和仪器:发动机台架或汽车、五气体尾气分析仪、转速表、温度计、尾气抽排装置。

【活动】

1. 活动准备

- 1) 了解发动机设备的使用特点。
- 2) 预热尾气分析仪。
- 3) 将温度计置于发动机散热器冷却液出口处，如图 1-4 所示。

图 1-4 所示。

4) 安装转速仪。

5) 在排气管口接抽排管。

6) 准备数据记录纸。

2. 实操步骤

1) 起动发动机。

2) 在实验报告上记录发动机即时冷却液温度与转速。

3) 将尾气分析仪测试探头按要求插进排气管，如图 1-5 所示。

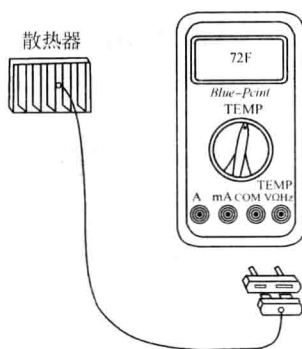


图 1-4 测试散热器温度

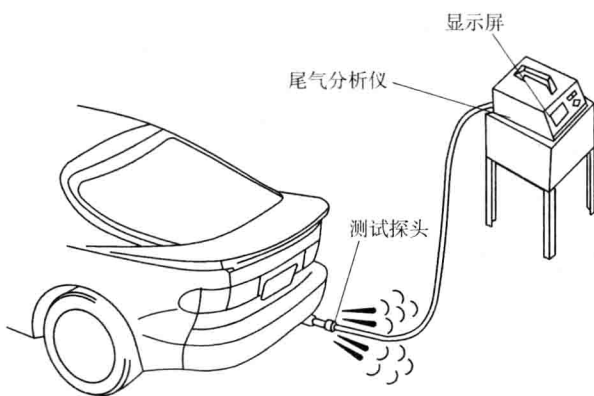


图 1-5 尾气分析仪与尾气测试

- 4) 记录尾气中的 HC、CO、CO₂、O₂、NO_x 和过量空气系数的即时数值。
- 5) 观察冷却液温度，待温度升高 20℃，记录即时的发动机转速和 HC、CO、CO₂、O₂、NO_x 的即时数值。
- 6) 直至发动机冷却液温度正常（85℃），尾气没有明显变化。
- 7) 将发动机转速提升至 1500r/min，记录即时的发动机转速和 HC、CO、CO₂、O₂、NO_x 的即时数值。
- 8) 将发动机转速提升至 2000r/min，记录即时的发动机转速和 HC、CO、CO₂、O₂、NO_x 的即时数值。
- 9) 将发动机转速提升至 2500r/min，记录即时的发动机转速和 HC、CO、CO₂、O₂、NO_x 的即时数值。