

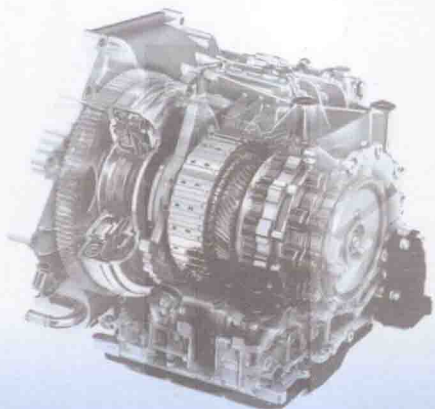
全国高等职业教育汽车类“十二五”规划教材



电控发动机

检测与维修

主 编 岳现杰



黄河水利出版社

全国高等职业教育汽车类“十二五”规划教材

电控发动机检测与维修

主 编 岳现杰

副主编 娄学辉 吴永建 朱群峰

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书以汽车电控发动机检测与维修的方法为主线,内容主要包括发动机控制系统概述、传感器的检测、汽油机电控燃油喷射系统、电控汽油发动机的点火系统、排放控制系统、电控汽油发动机的辅助控制、电控发动机故障常用仪器与诊断方法等七个模块。

本书内容符合国家对技能型紧缺人才培养培训工作的要求,注重以就业为导向,以能力为本位,面向市场、面向社会,为经济结构调整和科技进步服务,体现了职业教育的特色,适用于高职高专院校汽车维修、汽车运用等专业教学使用,也可供汽车电控发动机检测与维修培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

电控发动机检测与维修/岳现杰主编. —郑州:黄河水利出版社,2013. 12
全国高等职业教育汽车类“十二五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 5509 - 0444 - 6

I. ①电… II. ①岳… III. ①汽车 - 电子控制 - 发动机 - 车辆修理 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 053992 号

组稿编辑:王文科 电话:0371-66028027 E-mail:wwk5257@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslchs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm × 1092 mm 1/16

印张:12.75

字数:310千字

印数:1—3 000

版次:2013年12月第1版

印次:2013年12月第1次印刷

定价:29.00元

前 言

为了响应国家对于汽车运用技术领域高素质专业实用人才培养的需要,黄河水利出版社组织编写了本套教材,本书是其中一本。本书以高职高专教育人才培养模式和宗旨为导向,注重实践能力的培养,体现理实一体化的教学标准,采用模块化进行编写。书中详细讲解了汽车电控发动机的基础知识,传感器的检测,各系统的组成、工作原理及检测,故障诊断的方法及常用仪器等,使学生在本课程结束时,能够掌握汽车电控发动机维修与检测基础知识。

参加本书编写的有河南交通职业技术学院岳现杰(编写项目三、六),河南交通职业技术学院吴永建(编写项目一),河南交通职业技术学院李高磊(编写项目二),河南交通职业技术学院姜凌丽(编写项目五),河南职业技术学院娄学辉(编写项目四),商丘职业技术学院朱群峰(编写项目七)。本书由岳现杰担任主编,由娄学辉、吴永建和朱群峰担任副主编。

本书编写过程中得到了很多同仁的帮助与支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者经历和水平有限,教材内容难免有疏漏之处,敬请广大读者及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

编 者
2013.3

目 录

前 言

项目一 发动机控制系统概述	(1)
小 结	(7)
思考与练习	(7)
项目二 传感器的检测	(9)
单元一 空气流量传感器	(9)
单元二 压力传感器检修	(21)
单元三 节气门位置传感器检修	(27)
单元四 温度传感器的检修	(38)
小 结	(43)
思考与练习	(43)
项目三 汽油机电控燃油喷射系统	(45)
单元一 电控燃油喷射系统概述	(45)
单元二 电控燃油供给系统主要元件的构造与检测	(50)
单元三 喷油器	(57)
单元四 燃油喷射控制	(61)
单元五 电子控制单元	(67)
小 结	(74)
思考与练习	(75)
项目四 电控汽油发动机的点火系统	(77)
单元一 概 述	(77)
单元二 电控点火提前角	(82)
单元三 点火系统的组成与工作原理	(86)
单元四 电控点火系统主要元件的原理与检测	(90)
单元五 有分电器电控点火系统	(109)
单元六 无分电器电控点火系统	(110)
单元七 点火系统故障诊断	(112)
小 结	(120)
思考与练习	(121)
项目五 排放控制系统	(123)
单元一 排气污染物的控制	(124)
单元二 氧传感器	(127)
单元三 三元催化转换器和空燃比反馈控制系统	(133)
单元四 废气再循环控制系统	(137)

单元五 二次空气喷射系统	(144)
单元六 燃油蒸发控制系统	(147)
小 结	(149)
思考与练习	(149)
项目六 电控汽油发动机的辅助控制	(151)
单元一 可变配气相位控制系统	(151)
单元二 进气增压控制系统	(157)
单元三 电子节气门控制系统	(162)
小 结	(165)
思考与练习	(166)
项目七 电控发动机故障常用仪器与诊断方法	(167)
单元一 随车自诊断系统简介	(167)
单元二 电控系统常用仪器	(173)
小 结	(194)
思考与练习	(195)
参考文献	(197)

项目一 发动机控制系统概述

【任务介绍】

通过本项目的学习,学生主要掌握发动机控制系统各元件的就车位置及作用。

【任务分析】

引导学生完成发动机控制系统的发展、优点的学习,了解发动机控制元件的作用及安装位置。

学习后应能够达到:

1. 了解发动机控制元件的作用。
2. 掌握发动机控制元件的安装位置。

【相关知识】

利用计算机对汽车的各个系统进行最佳优化控制,不断地满足人们对汽车在节能、环保、安全、舒适及动力等方面性能的更新更高的要求,是近 30 年来从事汽车事业的人们努力奋斗的目标,也是世界汽车业发展到一个新的里程碑的主要标志。

一、汽车发动机电控技术发展

汽车是当今社会最重要的交通工具之一,各国的汽车研究人员普遍认识到,采用电子技术是解决汽车制造业面临的许多技术难题的最佳方案,尤其是在汽车发动机上。汽车发动机电控技术的发展始于 20 世纪 60 年代,可分为三个阶段:第一阶段,从 20 世纪 60 年代中期到 70 年代末期,主要是为改善部分性能而对汽车电器产品进行技术改造。如 1955 年汽车上装用了第一个电子装置——晶体管收音机,1960 年美国克莱斯勒公司和日本日产公司在汽车上装用了硅二极管整流的交流发电机,同年美国通用公司将 IC(集成电路)调节器应用于汽车上。第二阶段,从 20 世纪 70 年代末期到 90 年代中期。进入 20 世纪 70 年代后,随着汽车数量的日益增多,汽车安全问题和排放污染日益严重,能源危机的影响更加突出。在汽车发达国家相继制定了严格的排放法规和汽车燃油经济性法规,为解决汽车安全、节能和污染三大问题,电子技术在汽车上的应用更加广泛和完善,如 1967 年德国 BOSCH 公司研制出电控燃油喷射系统,1970 年美国福特公司首先在汽车上应用了除发动机外的电控装置,1973 年美国通用公司在汽车上装用了 IC 点火装置,1976 年美国克莱斯勒公司首先装用了电控点火系统。第三阶段,从 20 世纪 90 年代中期到现在,主要体现在以“人一车—环境”为主线的系统工程整体的优化上(即在人工智能上)。例如使汽车不仅能在高速公路上行驶,而且也将在信息高速公路上奔驰(如 1997 年出现的网络汽车),不仅成为可靠的交通工具,而且也将变成人际交往的流动办公室和舒适的娱乐室,成为人类社会活动的重要场所之一。

(一) 电控技术对汽车发动机性能的影响

汽车发动机的运行工况是多变的,只有电子控制的灵活性和电脑强有力的综合处理功能,才能使汽车发动机在各种运行工况下都实现全面优化运行,从而提高发动机的性能。电

控技术对汽车发动机性能的影响有以下几个方面:

(1)提高发动机的动力性。在汽油发动机上,电控燃油喷射系统取代了传统的化油器式燃油供给系统,减小了进气系统中的进气阻力,部分发动机上还采用了进气控制系统等,提高了充气效率。另外,电控系统可保证进入发动机汽缸的空气得到充分利用,从而提高发动机的动力性。

(2)提高发动机的燃油经济性。在各种运行工况和运行环境下,电控系统均能精确控制发动机工作所需的混合气浓度,使燃烧更完全、燃油利用更充分,从而提高发动机的燃油经济性。

(3)改善发动机的加速或减速性能。在加速或减速的过渡工况下,电子控制单元的高速处理功能使控制系统能够迅速响应,使汽车加速或减速反应更灵敏。

(4)改善发动机的启动性能。在发动机启动和暖机过程中,控制系统能根据发动机的温度变化,对进气量和供油量进行精确控制,从而保证发动机顺利启动和平稳经过暖机过程,可明显改善发动机的低温启动性能和热机运转性能。

(5)降低排放污染。电控系统对发动机在各种运行工况和运行环境下的优化控制,提高了燃油质量,同时各种排放控制系统在汽车上的应用,也都使发动机的排放污染大大降低。

(6)故障发生率大大降低。电控系统对发动机各种运行工况的优化控制和电控系统的不断完善,使发动机的故障发生率大大降低。自我诊断与报警系统的应用,提高了故障诊断的速度和准确性,缩短了汽车因发动机故障而停驶的时间,具有良好的社会效益和经济效益。

(二)汽车发动机上的电子控制系统

目前应用在汽车发动机上的常用的电子控制系统主要有:电控燃油喷射系统、电控点火系统、怠速控制系统、进气控制系统、排放控制系统、增压控制系统、巡航控制系统、警告提示系统、自诊断与报警系统、失效保护系统和应急备用系统。

1. 电控燃油喷射系统

在电控燃油喷射系统(EFI)中,喷油量的控制是最基本的也是最重要的控制内容,电子控制单元(ECU,简称电控单元)主要是根据进气量确定基本的喷油量,再根据其他传感器(如冷却液温度传感器、节气门位置传感器等)信号对喷油量进行修正,使发动机在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气,从而提高发动机的动力性、经济性和排放性。除喷油量控制外,电控燃油喷射系统还包括供油正时控制、断油控制和燃油泵控制。

2. 电控点火系统

电控点火系统最基本的功能是控制点火提前角。该系统根据各相关传感器信号判断发动机的运行工况和运行条件,选择最理想的点火提前角点燃混合气,改善发动机的燃烧过程,以实现提高发动机动力性、经济性和降低排放污染的目的。此外,电控点火系统还具有通电时间控制和爆燃控制功能。

3. 怠速控制系统

怠速控制系统是发动机辅助控制系统,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状况,并通过怠速控制阀对发动机进气量进行控制,使发动机随时以最佳怠速转速运转。

4. 进气控制系统

进气控制系统的功能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,从而改善发动机的动力性。

5. 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控制、活性炭罐电磁阀控制、氧传感器和空燃比闭环控制、二次空气喷射控制等。

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 根据检测到的进气管压力,对增压装置进行控制,从而控制进气增压的强度。

7. 巡航控制系统

巡航控制系统的功能是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,使汽车自动维持在一定的车速行驶。

8. 警告提示系统

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、油箱油温过高等。

9. 自诊断与报警系统

在发动机电控系统中,电子控制单元都具有自诊断系统,对控制系统各部分的工作情况进行监测。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(俗称故障指示灯),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)形式储存在储存器中,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,控制系统自动按电脑中预先设定的参考信号值工作,以便发动机能继续运转。如:冷却液温度传感器电路有故障时,可能会向 ECU 输入低于 $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或高于 $139\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷却液温度信号,失效保护系统将自动按设定的标准冷却液温度($80\text{ }^{\circ}\text{C}$)信号工作,否则会引起混合气过浓或过稀,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控制发动机停止工作。如:ECU 收不到点火控制器返回的点火确认信号时,失效保护系统则会立即停止燃油喷射,以防大量燃油进入汽缸而不能点火工作。

11. 应急备用系统

应急备用系统的功能是当控制系统电脑发生故障时,自动启用备用系统(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,以防止车辆停驶在路途中。应急备用系统只能维持发动机运转的基本功能,不能保证发动机的性能。

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、配气正时控制、发电机控制等。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。早期的各种车用电控系统均是相互独立的,由于电子技术的发展水平有限,一个电子控制系统只能单独对汽车的某一功能进行控制。采用多个控制系统,就要用多个电子控制单元,而几个控制系统都需要同一个传感器信号时,还需要设置几个同样的传感器,因此造成控制系统结构和线路复杂,成本较高,维修困难。此外,采用独立控制系统,很难实现全面的综合优化控制,控制效果也较差。现代汽车上广泛应用的是集中控制系统,它是将多种控制功能集中到一个控制单元上,使汽车上的电控系统结构和线路大大简化,成本也随之降低,为电控技术在汽车上的推广提供了有利条件。而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”,也是汽车电子控制技术的必然趋势。

二、汽车发动机电控系统的基本组成

(一) 电控系统的基本组成类型

1. 电控系统的基本组成

电控系统是指采用计算机等电子设备作为控制装置的自动控制系统。任何一种电控系统,其主要组成都可分为信号输入装置、电子控制单元和执行元件三大部分,如图 1-1 所示。

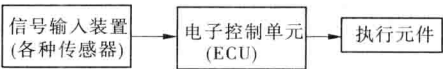


图 1-1 电控系统的基本组成

电控系统中的信号输入装置是各种传感器。传感器的功用是采集控制系统所需的信号,并将其转换成电信号,通过线路传输给 ECU。ECU 是一种综合控制电子装置,其功用是给各传感器提供参考(基准)电压,接收传感器或其他装置输入的信号,并对所接收的信号进行存储、计算和分析处理,根据计算和分析的结果向执行元件发出指令。执行元件是受 ECU 控制、具体执行某项控制功能的装置。

2. 电控系统的类型

电控系统有两种基本类型:开环控制系统和闭环控制系统。开环控制系统如图 1-2 所示,它的控制方式比较简单,ECU 只根据各传感器信号对执行元件进行控制,而控制的结果是否达到预期目标对其控制过程没有影响。



图 1-2 开环控制系统

闭环控制系统如图 1-3 所示,它除具有开环控制的功能外,还对其控制结果进行检测,并将检测结果(即反馈信号)输入 ECU,ECU 则根据反馈信号对其进行修正。所以,闭环控制系统的精度比开环控制系统高。

(二) 传感器的类型及功用

在控制系统中,传感器是采集并向 ECU 输送信息的装置,目前广泛应用在汽车发动机集中控制系统中。同一传感器的信号,可应用于需要此信号的、不同功能的子控制系统中。不同发动机的控制系统,其控制功能和控制所需的信息不同,所使用传感器的种类也不完全

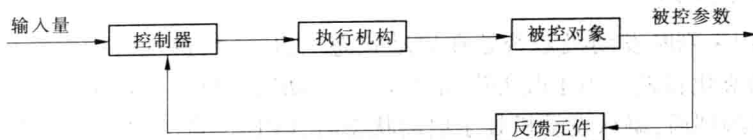


图 1-3 闭环控制系统

相同。汽车发动机集中控制系统所用的传感器的主要类型及功用如下。

1. 空气流量计(MAFS)

在 L(L 是德语 Luft,即空气的第一个字母)型电控燃油喷射系统中,由空气流量计测量发动机的进气量,并将信号输入 ECU,作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。

2. 进气管绝对压力传感器(MAPS)

在 D(D 是 Druck,即压力的第一个字母)型电控燃油喷射系统中,由进气管绝对压力传感器测量进气管内气体的绝对压力,并将该信号输入 ECU,作为燃油和点火控制的主控制信号。

3. 节气门位置传感器(TPS)

节气门位置传感器检测节气门的开度与开度变化(如全关(怠速)、全开)以及节气门开闭的速率(单位时间内开闭的角度)信号,此信号输入 ECU,用于燃油喷射控制及其他辅助控制(如 EGR(废气再循环)、开闭环控制等)。

4. 凸轮轴位置传感器(CMPS)

凸轮轴位置传感器给 ECU 提供曲轴转角基准位置信号(G 信号),作为供油正时控制和点火正时控制的主控制信号。

5. 曲轴位置传感器(CKPS)

曲轴位置传感器有时称为转速传感器,用来检测曲轴转角位移,给 ECU 提供发动机转速信号和曲轴转角信号,作为供油正时控制和点火正时控制的主控制信号。

6. 进气温度传感器(IATS)

进气温度传感器给 ECU 提供进气温度信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

7. 发动机冷却液温度传感器(ECTS)

发动机冷却液温度传感器给 ECU 提供发动机冷却液温度信号,作为燃油喷射控制和发动机的修正信号。冷却液温度传感器信号也是其他控制系统(如怠速控制和废气再循环控制等)的控制信号。

8. 车速传感器(VSS)

车速传感器检测汽车行驶速度,给 ECU 提供车速信号(SPD 信号),用于巡航控制和限速断油控制,也是自动变速器的主控制信号。

9. 氧传感器(O_2S)

氧传感器用来检测汽车排气中的氧含量,向 ECU 输送空燃比的反馈信号,进行喷油量的闭环控制。

10. 爆燃传感器(KS)

爆燃传感器用来检测汽油机是否爆燃及爆燃强度,将此信号输入 ECU,可作为点火正时控制的修正(反馈)信号。

11. 启动开关(STA)

启动信号用来判断发动机是否处在启动状态。启动时,进气管内混合气流速慢,温度低,因此燃油的雾化较差。为了改善启动性能,在启动发动机时必须使混合气加浓。当 STA 信号被 ECU 检测到后,确认发动机处于启动状态时,ECU 便自动增加喷油量,因此发动机启动时,通过启动开关给 ECU 提供一个启动信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

12. 空调开关(A/C)

空调开关又称空调信号,用来检测空调压缩机是否工作。空调信号与空调压缩机电磁离合器的电源在一起,ECU 根据 A/C 信号控制发动机怠速时的点火提前角、怠速转速和断油转速等。当空调开关打开,空调压缩机工作,发动机负荷加大时,由空调开关向 ECU 输入信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

13. 挡位开关

自动变速器由 P/N(停车或空挡)挡位挂入其他挡位时,发动机负荷将有所增加,挡位开关向 ECU 输入信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。当挂入 P 挡位或 N 挡位时,空挡位置开关提供 P/N 挡位位置信号,防止不在 P/N 挡位时发动机启动。

14. 制动灯开关

制动时,由制动灯开关向 ECU 提供制动信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

15. 动力转向开关

采用动力转向装置的汽车,当转向盘由中间位置向左右转动时,动力转向油泵工作而使发动机负荷加大,此时动力转向开关向 ECU 输入信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

16. 巡航(定速)控制开关

当进入巡航控制状态时,由巡航控制开关向 ECU 输入巡航控制状态信号,由 ECU 对车速进行自动控制。

随着控制系统应用的日益广泛及其功能的扩展,传感器的数量也将不断增加,以满足汽车更高的要求。

(三) 电子控制单元的基本功能

电子控制单元俗称“电脑”,是发动机控制系统的核心,其功用是按照一定的程序对各种输入信号进行运算、储存、分析处理,然后输出指令,控制执行元件工作,以达到快速、准确、自动控制发动机工作的目的。发动机控制 ECU 的功能随车型而异,但都必须有如下基本功能:

(1) 给传感器提供标准 2 V、5 V、9 V 或 12 V 电压,接收各种传感器和其他装置输入的信息,并将输入的信息转换成微机所能接收的数字信号。

(2) 储存该车型的特征参数和运算中所需的有关数据信息。

(3) 确定计算输出指令所需的程序,并根据输入信号和相关程序计算输出指令数值。

(4) 将输入指令信号和输出指令信号与标准值进行比较,确定并储存故障信息。

(5) 向执行元件输出指令,或根据指令输出自身已储存的信息(如故障信息等)。

(6) 自我修正功能(学习功能)。

在维修中如果怀疑 ECU 有故障,可通过检测 ECU 各端子的工作参数,并与标准参数进行比较来确定,最好的方法是用一个已知无故障的 ECU 替代,若故障现象消失,说明原 ECU

有故障。ECU 发生故障一般无法修理,必须更换。

(四) 执行元件的类型

执行元件是受 ECU 控制并具体执行某项控制功能的装置。在发动机集中控制系统中,执行元件主要有:喷油器、点火器、怠速控制阀、巡航控制电磁阀、节气门控制电动机、EGR 阀、进气控制阀、二次空气喷射阀、活性炭罐电磁阀、油泵继电器、风扇继电器、空调压缩机继电器、自诊断显示与报警装置、仪表显示器等。随着控制功能的增加,执行元件也将相应增加。

小 结

电控技术对汽车发动机性能的影响有:提高发动机的动力性,提高发动机的燃油经济性,改善发动机的加速或减速性能,改善发动机的启动性能,降低排放污染,降低故障发生率。目前应用在汽车发动机上常用的电子控制系统主要有:电控燃油喷射系统、电控点火系统、怠速控制系统、进气控制系统、排放控制系统、增压控制系统、巡航控制系统、警告提示系统、自诊断与报警系统、失效保护系统和应急备用系统。电控系统可分为开环控制系统和闭环控制系统两种类型。

思考与练习

- 1. 列举 5 种传感器和 3 种执行器。
- 2. 查询资料,写出发动机控制系统各元件的作用。

元件名称	作用
空气流量计	
进气歧管压力传感器	
曲轴转速传感器	
凸轮轴转速传感器	
冷却水温度传感器	
进气温度传感器	
排气温度传感器	
节气门位置传感器	
爆震传感器	
氧传感器	
喷油器	
燃油泵	
EGR 阀	
三元催化器	
活性炭罐电磁阀	

3. 电控系统由_____、_____、_____三大部分组成。
4. 应用在发动机上的电子控制系统有:电控燃油喷射系统、_____、_____、
_____、_____、进气控制系统、增压控制系统、巡航控制系统、
警告提示系统、自诊断与报警系统、失效保护系统、应急备用系统。

项目二 传感器的检测

【任务介绍】

空气流量传感器安装在空气滤清器和节气门体之间的进气通道上,其功用是检测发动机进气量的大小;节气门位置传感器安装在节气门体上,用来检测节气门的开度(发动机负荷);进气温度传感器安装在空气滤清器和节气门体之间的进气通道上,用来检测进气温度的高低;冷却液温度传感器安装在发动机出水口上,用来检测冷却液的温度。传感器将其信息转换成电信号输入电控单元(ECU),ECU 根据该信号确定发动机的基本喷油量(喷油时间)和点火时间。当传感器本身或其线路损坏时,发动机会产生下列现象:启动困难,容易熄火,怠速不稳,冒黑烟或排气管放炮,功率下降。通过本项目的学习,了解各类传感器,掌握其结构、工作原理及检修方法。

【任务分析】

主要学习内容是了解传感器的类型,掌握每类传感器的结构、工作原理以及故障检测方法,学习后应能够达到:

1. 叙述每类传感器的工作原理。
2. 正确完成每类传感器的检修步骤。
3. 了解传感器的类型、结构。

【相关知识】

随着汽车电子化的发展,自动化程度越高,对传感器的依赖程度也就越大。汽车用传感器的种类多样化和使用数量的增加,使得传感器朝着多功能化、集成化、智能化和微型化方向发展。这些将使未来的智能化集成传感器不仅能提供用于模拟和处理的信号,而且还能对信号作放大等处理;同时它还能自动进行时漂、温漂和非线性的自校正,具有较强的抵抗外部电磁干扰的能力,保证传感器信号的质量不受影响,即使在特别严酷的使用条件下仍能保持较高的精度;另外,它还具有结构紧凑、安装方便的优点,从而免受机械特性的影响。

单元一 空气流量传感器

一、空气流量传感器的类型

空气流量传感器又称为空气流量计,是进气歧管空气流量传感器的简称。安装在空气滤清器和节气门体之间的进气通道上(见图 2-1),这样整个吸入汽缸的空气完全通过传感器。其功用是检测发动机进气量的大小,并将进气量信息转换成电信号输入 ECU,以供 ECU 计算确定喷油量(喷油时间)和点火时间,进气量信号是控制单元计算喷油时间和点火时间的主要依据。

根据检测进气量的方式不同,空气流量传感器分为体积流量型、质量流量型、压力型三种类型,具体归纳如下:

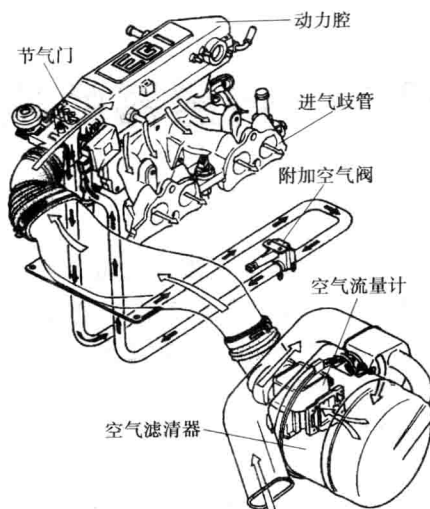
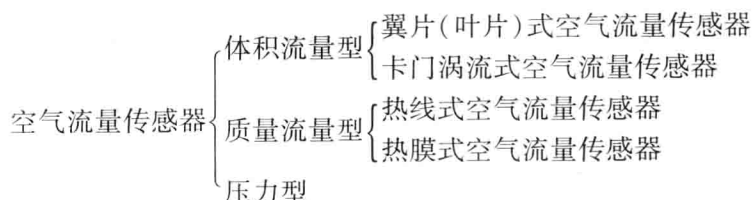


图 2-1 空气流量传感器的安装位置



(一) 热线式空气流量计

1. 热线式空气流量计的类型

根据铂金热线在壳体内安装位置的不同,热线式空气流量计可分为主流测量方式和旁通测量方式两种结构形式,见图 2-2。通常大排量的发动机采用主流测量方式,小排量的发动机采用旁通测量方式。

2. 热线式空气流量计的组成

热线式空气流量计的基本结构是感知空气流量的铂金热线电阻,属于正温度系数电阻。铂金热线旁边是温度补偿电阻(冷线),属于负温度系数电阻,负责检测进气温度并对加热电流进行调整。另外,还有控制热线电流并产生输出信号的控制线路板以及空气流量计的壳体。热线式空气流量计结构见图 2-3。

3. 热线式空气流量计基本工作原理

采用主流测量方式时,有一取样管置于主空气通道中央,直径为 $70\ \mu\text{m}$ 的铂金热线布置在取样管支撑环内,其阻值随温度变化而变化,是单臂电桥电路的一个臂 R_H (见图 2-4 (a))。热线支撑环前端为温度补偿电阻,是单臂电桥电路的另一个臂 R_K 。热线支撑环后端的塑料护套上黏结着一只精密电阻,并设计成能用激光修整,也是单臂电桥的一个臂 R_B ,该电阻上的电压即产生热线式空气流量计的输出电压信号。单臂电桥还有一个臂 R_A ,是一个电阻器,装在控制线路板上,该电阻在最后调试试验中用激光修整,以便在预定的空气流量下调整空气流量的输出特性。

热线式空气流量计的工作原理是使热线的温度与吸入空气的温度之差保持恒定,见

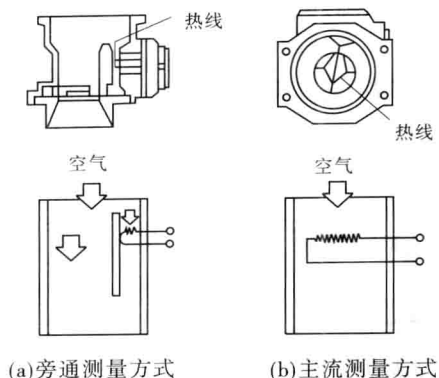


图 2-2 热线式空气流量计的形式

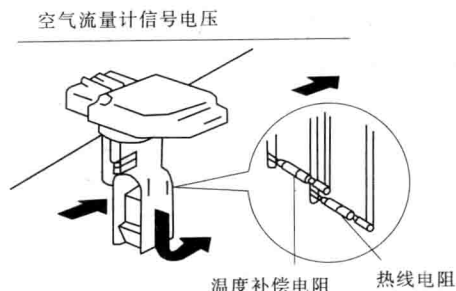
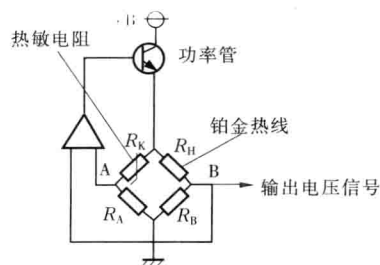
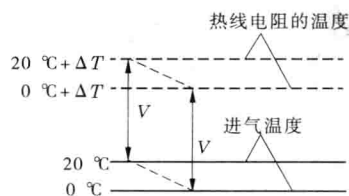


图 2-3 热线式空气流量计结构

图 2-4(b)。当空气质量流量增大时,由于空气带走的热量增多,热线本身变冷, R_H 的电阻会降低,从而改变电桥的电压平衡,即 A 与 B 之间的电位发生变化,于是会有电流在电桥中流动,此时信号经过放大器后,送到控制系统。为使热线温度与吸入的空气温度差保持恒定,混合集成控制电路使热线 R_H 通过的电流增大;反之,则减小。这样,就使得通过热线 R_H 的电流是空气质量流量的单一函数,电流与进气质量成正比,所以热线式空气流量计也称为质量式空气流量计。



(a) 热线式空气流量计的电路原理



(b) 热线温度与进气温度差

图 2-4 热线式空气流量计工作原理

由于空气流量与加热电流间存在线性关系,即可利用加热电流测出进入发动机的空气流量。而该加热电流经由精密电阻 R_B 换算为电压信号,便可以输入给 ECU 作为判断计算的依据。低电压表示低的空气流量,电压升高表示空气流量增加。电路运作完成时,热线电阻 R_H 的温度又上升,从而电阻相应增大,直至 A 点与 B 点的电位相等。

4. 热线式空气流量计的自清洁作用

空气流量计使用过程中,会受到脏的机油、硅有机树脂、蜘蛛网、电器内密封胶等污染,在怠速时,空气流量计就会过高估计所通过的空气量,造成混合气过浓;在高速时,就会低估所通过的空气流量,造成混合气过稀。这样发动机在怠速闭环控制中,燃油混合气将向稀的趋势调整;发动机在高速时,燃油混合气将向浓的方向调整。另外,脏的空气流量计也会引起过高的 NO_x 排放。

热线式空气流量计都有自清洁功能,即发动机转速超过 1 500 r/min,关闭点火开关使发动机熄火后,控制系统自动将热线加热到 1 000 °C 以上并保持约 1 s,将附在热线上的粉