

汽车维修职业技能培训系列丛书



怎样维修

电控柴油轿车

北京联创高科汽车电子研究所 组编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车维修职业技能培训系列丛书

怎样维修电控柴油轿车

北京联创高科汽车电子研究所 组编
朱玉平 康宏卓 赵德旭 王海波 编



机械工业出版社

本书讲述了电控柴油喷射控制原理,电控分配泵、泵喷嘴、蓄压式柴油共轨喷射系统的构造与原理,捷达、宝来电控柴油轿车的诊断维修方法。本书内容通俗易懂且实用性强,可作为电控柴油轿车诊断维修的培训教材,也可供汽车修理人员、汽车维修中专学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

怎样维修电控柴油轿车/北京联创高科汽车电子研究所
组编. —北京:机械工业出版社, 2006.2
(汽车维修职业技能培训系列丛书)
ISBN 7-111-18450-5

I. 怎... II. 北... III. 轿车—电子控制—柴油机—
车辆维修 IV. U469.110.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 007284 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:徐 巍 版式设计:张世琴 责任校对:樊钟英

封面设计:饶 薇 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·8.5 印张·327 千字

0 001—5 000 册

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线: (010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

汽车维修职业技能培训系列丛书编委会

主 任：曹振峰

副主任：王海波

委 员：蔡海红 黄建军 康宏卓 朱玉平 赵德旭
宋进桂 韩玉花 杨宏庆

序

随着新世纪的到来，中国的汽车工业正以前所未有的速度迅速发展。汽车技术在环保、节能、安全三大前沿领域的科研成果，极大地提高了汽车产品的科技含量。各国汽车厂商为了在世界汽车市场上保持优势地位，都不惜以巨大的投入进行汽车的研发工作，同时又竞相将最新的科研技术应用在汽车上，以保持其技术上的领先性。正是这种竞争推动了汽车技术的发展与进步，也促使汽车维修技术从传统向现代跨越。引发这个变革的诱因是微型计算机在汽车控制技术上的应用。随着电子技术在汽车上的不断普及，汽车维修技术从传统的机械修理向现代电子诊断技术与机械修理相结合的修理方式发展，机与电相结合的汽车诊断维修是当代汽车维修技术的核心。对于我国现有的约 260 万汽车维修技术工人队伍来说，要想尽快掌握当代汽车维修技术，最重要也是最紧迫的工作就是要了解这一技术。

原有的汽车维修技术工人队伍将机械修理与电气修理分离，这种方式导致大部分汽车维修工只能从事单纯的机械修理或电气修理工作，这样的分工同时又导致了传统汽车维修工的思维方式无法适应现代汽车维修技术发展的需要。现代汽车维修技术要求维修技术人员必须站在机电一体化的角度上分析问题，不仅要熟悉机械修理和电气修理各自的特征，更重要的是要将机和电统一到一起来认识，既要掌握“机”在“电”中的反映，也要把握“电”在“机”中的影响，更要理解“机”和“电”的内在联系。这正是现代汽车维修技术的关键所在。如何使多年来一直以机修为中心的汽车维修技术工人队伍尽快掌握机电一体化综合维修技术是我国汽车维修培训工作中的一大课题。面对文化水平不高，电气知识又很薄弱的维修工人，如何进行汽车电子控制技术的培训和教学工作，应该说是一个值得研究的问题，这样的教学既要浅显易懂，又要有一定深度，既要面面俱到，又要系统性强，这对现代汽车维修教学工作提出了极高的要求。

近十多年来，有关汽车电子控制方面的教材出版甚多，但其中适合广大汽车维修工人的读物并不多见。由北京联创高科汽车电子研究所组织编写的这套丛书，在这方面做了大胆的尝试。全书以卡通人物——北方小子为串讲主线，每章首先列出重点提示，每节又用底色来标识要点，全书图文并茂，条理清晰，各章

还有案例分析，实践性强，构思新颖，别具一格，是一本很有创意的汽车修理工职业技能培训教材。我衷心祝贺这套丛书的出版，并希望它能为我国汽车维修职业教学工作的发展和进步起到积极的推动作用。

朱军汽车实验室 **朱 军**

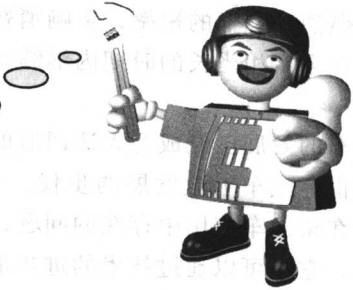
目 录

序

第一章 电子控制柴油喷射系统概述	1
第一节 柴油机技术的发展	2
一、狄塞尔发动机的诞生	2
二、汽车柴油机	3
三、机械式燃油系统	4
四、增压和中冷技术	4
五、电控喷射技术	4
第二节 电控柴油发动机的特点	5
一、柴油机电子控制系统的特点	5
二、电控柴油机的优点	7
第三节 柴油机电控喷油系统控制原理和分类	8
一、柴油机电控喷油系统控制原理	8
二、柴油机电控喷油系统的分类	9
第四节 柴油机电子控制系统存在的问题及发展趋势	12
第二章 轴向压缩式分配泵系统	13
第一节 柴油机供给系统	14
一、柴油供给装置	15
二、空气供给装置	27
三、混合气形成装置	27
四、废气排放装置	29
第二节 VE—EDC 电控系统	29
一、电控柴油喷射系统控制单元	29
二、传感器	30
第三章 博世电控泵喷嘴/电控单体泵系统	36
第一节 电控泵喷嘴/电控单体泵的构造及原理	36

一、概述	36
二、燃油供给部分(低压部分)	40
三、泵喷嘴(UI)	48
四、电控单体泵(UP)	56
五、喷油嘴座和喷油嘴	57
第二节 柴油机电子控制(EDC)系统	68
一、概述	68
二、传感器	70
三、电控单元	84
四、执行器	99
第四章 蓄压式柴油共轨燃油喷射系统	104
第一节 蓄压式柴油共轨燃油喷射系统的构造与原理	104
一、系统概述	104
二、喷油特性	105
三、燃油系统对发动机排放的影响	109
四、燃油系统的组成	110
五、部件的设计及功能	112
第二节 共轨用柴油电子控制装置	125
一、系统模块	125
二、传感器	127
三、电控单元	129
四、执行元件	133
五、信息交换	135
第五章 捷达电控柴油轿车的诊断维修	138
第一节 捷达电控柴油轿车自诊断	138
一、故障码读取和清除方法	138
二、执行元件诊断方法	146
三、数据流分析方法	148
第二节 检查与维修	163
一、注意事项及电控元件位置	163
二、柴油喷射装置的检修	164
三、喷油及相关部件功能的检查	170
四、更换、编码和匹配发动机控制单元	180

五、检查预热塞系统	182
第三节 捷达电控柴油轿车电路图	183
第四节 故障实例分析	192
第六章 宝来电控柴油轿车的诊断维修	199
第一节 宝来电控柴油轿车自诊断	199
一、故障码读取和清除方法	199
二、执行部件诊断和读取测量数据块的方法	210
第二节 检查与维修	225
一、注意事项及电控元件位置	226
二、柴油直接喷射系统的维修	226
三、检查部件和功能	232
四、发动机控制单元的更换和编码	245
第三节 宝来电控柴油轿车电路图	247



嗨！我是北方小子，
想学电子控制柴油喷射
系统吗？跟我来！

第一章 电子控制柴油 喷射系统概述

在 20 世纪这 100 年中，柴油发动机技术经历了定型、完善、成熟的历史过程。由于柴油机具有热效率高、适应性好、功率范围宽等优点，被广泛应用于农业、工业、交通运输业和国防建设业。随着柴油机技术的进步，柴油机的应用范围仍在不断扩展之中。在欧洲，自从柴油机诞生以来，大型和中型商用汽车清一色地采用柴油机，而且轿车柴油化的趋势正在迅速的推进。在我国载货汽车正在全面向柴油化方向发展，轿车也逐渐的柴油化，像一汽大众的捷达、宝来和奥迪 A6 都已经装备了柴油发动机。国内其他各大汽车生产厂家也在酝酿推出自己的柴油轿车。随着全球原油市场价格的不断上涨，以及柴油机技术的不断进步，曾经刮起过一股车市“旋风”的柴油车，近来又被提上日程，日益受到消费者和国内外各大汽车厂商的垂青。

柴油发动机经济性好早已得到了业界公认。作为动力的主要来源，柴油的能量密度比汽油高出 10% 以上。在燃烧过程中，柴油的热效率达到了 40%，而等量的汽油热效率最多只能达到 30%。较之汽油发动机，柴油车在功率和加速性上虽然略逊一筹，但其瞬间喷油量相对较小，燃油经济性较好。

目前，欧美国家 100% 的重型车、90% 的轻型车采用柴油机作为动力源，欧洲柴油轿车已占轿车年产量的 32%，法国、西班牙等国更是高达 50% 以上。人们逐步认识到了柴油机是保持汽车大批量、低成本生产中解决环保与节能双重压力最有效、最经济的手段之一。因此，无论是欧洲排放更清洁经济型轿车的开发，还是美国的“新一代汽车合作计划(PNGV)”，都无一例外地将柴油机作为最佳的选择方案。

现在，欧洲各国政府都在采取措施，鼓励人们使用节省燃油的柴油车。政府

通过调节燃油和车辆的税率，影响消费者的购买行为。据悉，欧洲和日本等国家政府计划在今后相当长的时期内继续实施低燃油税收的鼓励政策，以促进柴油机的发展。

柴油车的发展已经成为无法回避的事实，而要使中国柴油车和车用柴油机的发展跟上世界汽车工业发展的步伐，就必须从观念上进行更新。我们必须认识到，目前在柴油车使用中存在的问题，是技术水平不足造成的，而不是柴油机本质的问题，它是可以通过技术的进步加以解决的。因此，提高中国柴油车、车用柴油机技术水平，是当今国内汽车厂家解决的首要问题。

作为我国柴油车发展的先行者，一汽大众凭借德国大众技术上的强大后盾，在柴油机技术的发展上已经取得了很大进步，其 2003 年推出的国内第一款柴油轿车捷达 SDI，2004 年相继推出的宝来 TDI 柴油轿车和奥迪 A6 TDI 都受到了国内消费者的广泛好评，被认为是标准的“绿色健康车”，动力性能、环保技能极佳。可以看出，柴油轿车通过技术上的进步是完全能够满足消费者和国家要求的。

第一节 柴油机技术的发展

一、狄塞尔发动机的诞生

1894 年 2 月 17 日，狄塞尔发动机(如图 1-1 所示)第一次依靠自身的力量开始输出动力。这次运转虽然仅仅稳定工作了一分多钟，却迎来了一个新时代。自

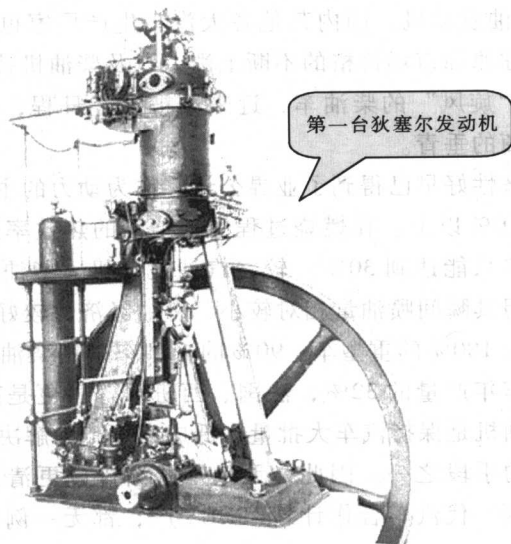


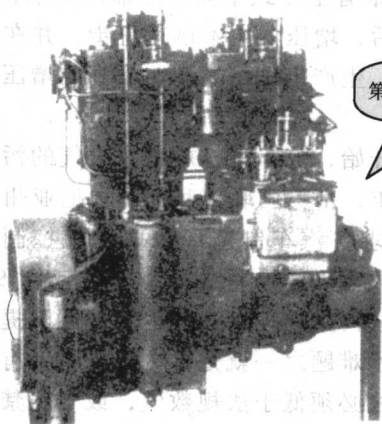
图 1-1

此，许多公司对狄塞尔发动机的未来坚信不移，慢慢地、一步一个脚印地继续开发研制，进入 20 世纪以后，试图将狄塞尔发动机应用在汽车和机车上，但是，一直没有获得成功。

这个阶段可以称为狄塞尔发动机的第一历史阶段——探讨和徘徊阶段，该阶段一直持续到 1926 年。狄塞尔发明的发动机采用炭粉作为燃料，故燃料系统一直限制着狄塞尔发动机的发展。

二、汽车柴油机

狄塞尔发动机问世后，很多人就开始想怎样将狄塞尔发动机装到汽车上去。但是，最大的障碍就是空气压缩机将很少量的燃料送进燃烧室的技术难以操纵。1910 年，对 40 马力的狄塞尔发动机进行实验，同样也因为有良好的燃油系统而结束。1915 年，MAN 公司开始研究将燃料直接喷入燃烧室，具体方法是在气缸盖的中央用弹簧控制一个燃料阀，燃烧室是设在活塞顶部的凹坑。1923 年，第一辆车用狄塞尔发动机试制成功（如图 1-2 所示）。第二年，MAN 公司将其装在 4t 卡车上，从此，开辟了柴油机汽车的新纪元。柴油机发展的 100 多年历程中，有三次重大的技术突破，使柴油机技术达到今天的水平。但是，其中的两次却是和燃油系统直接相关，这也足以说明燃油系统在柴油机技术中的地位。



第一台车用狄塞尔发动机

图 1-2



随着技术的发展，经过三次重大的技术突破，使柴油机技术达到今天的水平。

三、机械式燃油系统

1927年,德国博世公司研制出了直列式合成泵,奠定了机械式泵管嘴型燃油系统,为柴油机的高速化、改善燃烧、提高性能创造了条件。机械式燃油系统为柴油机提供了强有力的“心脏”,为柴油机的技术腾飞创造了条件。

其后,美国通用汽车公司研制成功单体柱塞泵,康明斯公司开发成功泵喷嘴系统。20世纪60年代研制成功分配式喷油泵,适用于中、小型柴油机,为轿车和轻型车用柴油机的发展开辟了广阔的前景。

四、增压和中冷技术

涡轮增压及中冷技术是柴油机的第二次技术飞跃,为柴油机带来了强大的生命力。

增压技术是提高柴油机燃油经济性的基本手段之一。增压技术在第二次世界大战期间广泛应用于飞机发动机中。

1954年,沃尔沃汽车公司首先将增压技术应用到汽车柴油机上。

20世纪60年代,中冷技术在欧美开始应用,大大推动了涡轮增压技术的发展,使柴油机比功率成倍提高的同时,改善了增压柴油机的综合性能,显示出巨大的发展潜力。

1978年,在欧洲推出了带有空冷式中间冷却器的柴油机。

进入20世纪80年代以后,增压器技术迅速进步,并在增压柴油机设计方面也积累了丰富的经验。此后,生产出了可靠性非常高的增压柴油机。

五、电控喷射技术

从20世纪50年代中期开始,汽车的排放物对大气的污染日趋严重。特别是从1957年到1960年的上半年,由美国联邦和加利福尼亚州两个政府机关陆续公布了污染调查报告,强力要求各汽车制造厂采取措施控制汽车排放。1960年,加利福尼亚州制定了汽车排放污染物控制法规,并决定于1965年7月开始实施。

从此以后,柴油机的排放污染物控制法规也就被逐步提上议事日程。

今天,柴油机面临的技术难题之一就是排放污染物。有些国家和地区已经制定了法规,要求柴油机的排放必须低于法规数值,或干脆禁止某些品牌的柴油机汽车在一定的地区范围内行驶。

1973年,第一次石油危机向世人表明了石油资源是有限的,自此,降低油耗、节省资源成为重要的追求目标。

1979年,出现了第二次石油危机,石油供需平衡被打破,世界经济出现危机,燃油价格持续高涨。在这样的历史背景之下,对于柴油机的燃油装置来说,仅仅根据发动机转速控制喷油量和喷油时间已经远远不能满足要求了。需要根据实时转速和实际负荷进行特殊形式的控制,或者根据温度、进气压力、运行状态等进行综合控制。

对于这些新的要求，机械式燃油系统已经不能满足要求，传统的控制方法再也不能适应时代的要求。

电子控制技术在满足柴油机排放法规、进一步提高燃油经济性、提高安全驾驶性能等社会要求的背景下，从20世纪80年代开始，先后被各汽车生产厂用来控制喷油定时和喷油量，到目前为止已经经历了三代变化：

- ① 第一代：凸轮压油、位置控制。
- ② 第二代：凸轮压油、时间控制。
- ③ 第三代：共轨蓄压、电磁阀时间控制。

从20世纪70年代开始，另一场技术革命——电子技术迅速发展，并向各个应用领域渗透。因此，引起了柴油机燃油系统的一场革命——柴油机电控喷油技术。

随着柴油机电控喷油技术的进步，现在的技术发展动向已经清楚地说明：21世纪将是绿色柴油机的世纪，将是电控共轨燃油系统的世纪。专家们乐观的预测，电控技术将使柴油机排放达到和汽油机同等的水平。

● ● ● 第二节 电控柴油发动机的特点

柴油机电子控制的一个突出特点是借助电子控制单元的功能，可以实现更为复杂的控制规律，而这在以前则是不可能的。在采用单片机电子控制系统之后，柴油机的面貌大为改观，且随着单片机电子控制系统的逐步发展和不断成熟，人们对柴油机所提出的种种苛刻要求逐步得以满足。

一、柴油机电子控制系统的特点

1. 改善了柴油机的经济性和排放

柴油机采用电子控制技术后，由于其控制精度高、控制自由度大、控制功能齐全，因而能实现整个运行范围内参数优化，不仅能改善排放，还可以改善燃油经济性。

2. 提高了发动机的工作可靠性

当一个单片机控制系统建立以后，可以很方便地扩展其控制功能。如为柴油机提供各项保护功能就是一例。借助传感器的输入信号，单片机控制器可随时检测影响发动机工作可靠性的一些参数，如润滑系统的机油压力、排气温度、曲轴轴瓦温度及发动机的转速等。一旦某一项或某些项的参数和状态超出或低于设定值，控制系统会立即显示报警，同时控制执行器进行相应的调节，直到这些参数或状态正常为止。对于一些影响发动机运转可靠性的重要参数，控制系统还可为发动机提供双重甚至是多重保护，以免造成巨大损失。例如，当柴油机发生重大事故时，控制系统一方面控制直列式喷油泵调节齿杆迅速减油回复零位，同时也

控制喷油泵进油管路上的电磁阀切断燃油通路或关闭进气阀,使发动机迅速停车。

3. 响应快、控制精度高

响应快是对一个控制系统的基本要求。控制系统从接收到一个信息开始,到处理完毕并输出控制信号所需的时间一般为毫秒级。这个时间要远远小于发动机或其他机械控制机构的响应时间。因此,一旦发动机及其系统的运行参数或状态稍微偏离目标值,微机控制系统就能立即进行跟踪并予以实时调节和控制。正是由于响应快这一特点,使得单片机控制系统能实现机械控制系统所不能实现的一系列功能。

控制系统的控制精度越高,被控对象的性能指标就容易接近最优值。单片机控制系统的控制精度,远高于机械控制和模拟电路控制的主要原因是输入、输出信号实现了数字化传输,且单片机控制系统中有关硬件的位数愈高,控制精度就愈高。单片机控制的高控制精度主要体现在三个方面:

1) 输入信号的高保真。只要输入信号的模/数转换器(A/D)位数足够高,就能不失真地以数字形式描述输入信号(这里假定已消除了干扰信号)。因此,控制系统就能如实地了解被控对象的真实状态,这是实现高精度控制的一个重要基础。

2) 单片机控制器内部的数据处理或传输。在单片机控制器内部,信号均以数字形式传输,只要单片机的位数足够高,就能保证信号有足够的精度。

3) 高分辨率的输出信号。单片机控制系统的输出信号均是数码,这些数码的输出有两种形式:一种是数码直接输出;另一种是通过数/模(D/A)转换器输出。具体输出形式要依执行器形式而定。但不论采用哪一种方式输出控制决策信号,均能实现高分辨率的输出。这就意味着能对被控对象实施微调。当然,控制精度高,意味着成本也高。过高的控制精度并没有什么实际意义,因此,通常是按满足一定的精度要求来选择单片机系统的位数的。

4. 控制策略灵活

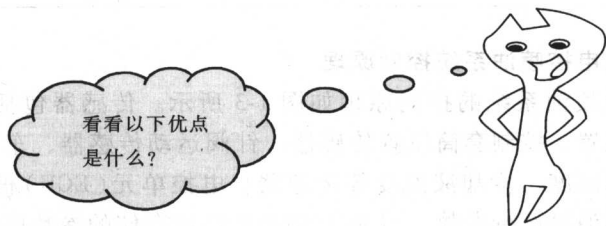
单片机电子控制系统的最大特点之一是其控制策略的灵活性。对于不同用途的柴油机,其控制策略往往不同,当需要改进或与其他机型匹配时,传统办法是改变相应的机械式控制系统,重新设计、试制和加工,因而其周期长、成本高、极不方便。单片机电子控制系统则能很方便地与各种不同用途的柴油机或动力装置匹配,需要改变的仅仅是 EPROM 中的软件程序,而基本上不涉及硬件系统。在有些情况下,电子控制系统甚至不需要任何变更便能用于不同用途的柴油机。全能电子调速器便是一例:在出厂前的软件编程中,已考虑了各种不同调速率的要求,控制盒上设有不同调速率的转换开关,用户可根据发动机的工作性质设定调速率,这既增强了电子调速器的匹配适应能力,也大大地方便了用户,单片机

电子控制系统的这种特性，为系统的研制、改进、生产和调试带来了极大的方便，且大大地缩短了生产研制周期并降低了研制生产费用，为占领新的技术应用市场奠定了基础。

另外，柴油机电子控制技术与汽油机电子控制技术有许多相似之处，整个系统都是由传感器、电控单元及控制器和执行器三大部分组成。在电控柴油机上所用的传感器中，如转速、压力、温度等传感器，以及加速踏板传感器，与汽油机电子控制系统都是一样的。控制器在硬件方面也很相似，在整车管理系统的软件方面也有近似处。汽油机电子控制技术在外国已经成熟，商品化程度已很高，因此大部分传感器和电控单元已不是难点，也不是柴油机电子控制技术的难点。柴油机电子控制技术有两个明显的特点：一是其关键技术和技术难点就在柴油喷射电控执行器上；二是柴油电控喷射系统的多样化。

柴油机采用高压喷油泵（包括提前器）和喷油器，将适量的燃油在适当的时刻，以适当的空间状态喷入柴油机的燃烧室，以造成最佳的燃油与空气混合和燃烧的最有利条件，实现柴油机在功率、转矩、转速、燃油消耗率、怠速、噪声、排放等多方面的要求。柴油机的燃油喷射具有高压、高频、脉动等特点，其喷射压力高达 $60 \sim 150\text{MPa}$ ，甚至 200MPa ，为汽油喷射的几百倍，上千倍。所以，对燃油高压喷射系统实施喷油量的电子控制，困难大得多。而且柴油喷射对喷射定时的精度要求很高，相对于柴油机活塞压缩上止点的角度位置的测量，远比汽油机要求准确，这就导致了柴油喷射的电控执行器要复杂得多。因此，柴油机电子控制技术的关键和难点，就是柴油喷射电控执行器，也即电控柴油喷射系统。主要控制量是喷油量和喷油定时。

柴油机在机械控制时代，就已经有直列泵、分配泵、泵喷嘴、单体泵等结构完全不同的系统，每个系统各有其特点和适用范围，每种系统中又有多种不同结构，实施电子控制技术的执行机构比较复杂，因此形成了柴油机电控喷射系统的多样化。



二、电控柴油机的优点

让我们了解一下电子控制柴油机与机械控制柴油机相比所具有的优点。电控柴油机主要具有以下优点：

- 1) 具有发动机自动保护功能。当专用传感器向 ECM 指示系统超过正常安

全参数运转时, ECM 将向驾驶员发出报警信号, 并减小发动机的功率, 甚至使发动机停止运转。

2) 具有发动机故障诊断功能。ECM 对发动机或汽车的所有传感器、喷油器、连接器和线路进行连续监测, 在传感器及电路发生故障时, ECM 将储存诊断故障码(DTC)。在维修技师诊断和排除发动机故障时, 故障码对维修技师确定故障产生的工况和可能部位提供帮助, 从而使故障诊断和排除更为快捷有效。

3) 减少了发动机的维护工作量。由于燃油喷射得到了严格控制, 从而改善了发动机燃烧, 另外, 由于取消了机械调速器拉杆或齿条, 从而减少了调整和维修项目。

4) 改进了发动机的调速控制。由电控调速器取代了机械调速器中的旋转飞块装置, 使转速控制更加精确, 电子控制可以通过程序对行驶过程中的正常转速降进行设定, 在取力装置(PTO)工作和汽车驻车时甚至可以实现零转速降。

5) 改善了发动机的冷起动性。有些电控系统采用冷却液温度传感器, 而有些电控系统则采用机油温度传感器, 以确定发动机是否处于低温状态。ECM 将根据传感器输入的信号对喷油定时和喷油量进行优化控制, 可以减少起动时的白烟; 另外, ECM 将发动机冷态下的怠速转速提高到 $800 \sim 850 \text{ r/min}$, 按照程序规定, 在发动机冷却液或机油温度达到最低工作温度以前, ECM 将忽略油门的任何输入。

6) 降低了发动机的排气烟度。ECM 能够根据加速踏板开度、机油温度和涡轮增压压力精确地控制喷油定时和喷油量, 使发动机在稳态及瞬态工况下的烟度能够满足 EPA 排放法规的限制。

7) 可通过程序对发动机的功率进行重新设定。对于一定型号的发动机, 可以设定三种不同的功率状态, 其中的一种是对应于巡航控制的额定功率。

● ● ● 第三节 柴油机电控喷油系统控制原理和分类

一、柴油机电控喷油系统控制原理

柴油机电控喷油系统的控制原理如图 1-3 所示。传感器包括柴油发动机转速、加速踏板位置、控制套筒位置传感器、针阀运动传感器、车速及空气流量、进气温度、燃油温度、冷却液温度等传感器。电控单元(ECU)根据各种传感器实时检测到的柴油机运行参数, 与 ECU 中预先已经存储的参数值或参数图谱(称为 MAP 图)相比较, 按其最佳值或计算后的目标值, 把指令输送到执行器。执行器根据 ECU 指令, 控制喷油量(齿条位置或电磁阀关闭持续时间)和喷油定时(定时控制阀开闭或电磁阀关阀始点)。柴油机电控喷油系统还可和整车传动装置的 ECU、防抱死制动系统(ABS)的 ECU, 以及其他系统的 ECU 互通数据, 从