

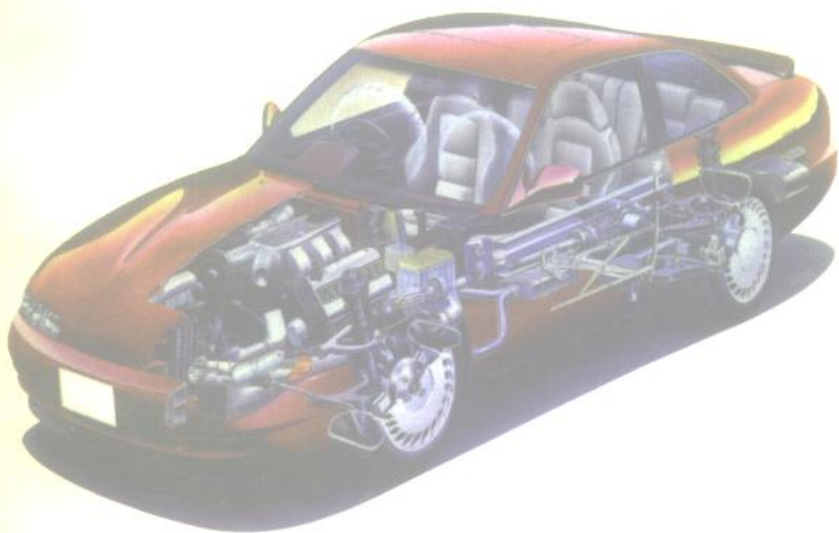
汽车 新结构 丛书
新技术



DIANNAO KONGZHIDE QICHEFADONGJI GONGZUOYUANLI YU WEIXIU

电脑控制的汽车发动机 工作原理与维修

龚瑞庚 于定国 编



人民交通出版社

汽车新结构新技术丛书

DIANNAO KONGZHI DE QICHE
FADONGJI GONGZUO YUANLI
YU WEIXIU

**电脑控制的汽车发动机
工作原理与维修**

龚瑞庚 于定国 编

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

电脑控制的汽车发动机工作原理与维修/龚瑞庚,
于定国编. -北京:人民交通出版社,1998.6

(汽车新结构新技术丛书)

ISBN 7-114-02925-X

I. 电… II. ①龚… ②于… III. ①电子控制-汽车-发
动机-理论②电子控制-汽车-发动机-维修 IV. U464
中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 04121 号

汽车新结构新技术丛书

电脑控制的汽车发动机工作原理与维修

龚瑞庚 于定国 编

责任印制:孙树田 版式设计:崔凤莲 责任校对:张莹

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

北京市通州区京华印刷制版厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张:11 字数:250千

1998年8月 第1版

1998年8月 第1版 第1次印刷

印数:0001—3000册 定价:18.00元

ISBN 7-114-02925-X

U·02090

D11 18/3

内 容 提 要

本书共分六章,系统地介绍了电脑控制的燃油喷射系统、电子点火系统、废气再循环系统、二次空气供给系统及汽油蒸气排放系统的构成和工作原理,结合实例详细介绍了电脑控制发动机的故障诊断方法和维修工艺。

本书精心选取了美、德、日等国近年来生产的轿车典型结构,内容广泛,图文并茂。本书可作为汽车修理专业人员的参考书,也可作为大、中专和技工学校汽车专业的参考教材。

目 录

绪论	1
一、电脑在汽车上的应用	1
二、电脑控制的汽油机控制系统的组成	5
三、本书所介绍的内容	7
四、掌握汽车的基本情况和必要的数据	9
第一章 空气—燃料供给系统	12
第一节 空气—燃料供给系统的基本功用和组成	12
第二节 空气供给系统的典型部件	14
第三节 燃油喷射系统	33
第四节 发动机的控制模式和运行模式	67
第五节 温度传感器、氧传感器和转速传感器.....	72
第六节 空气燃料供给系统的检修	78
第二章 电子点火系统	114
第一节 有触点的蓄电池点火系统的回顾.....	114
第二节 有触点的晶体管点火系统.....	117
第三节 无触点晶体管点火系统.....	119
第四节 点火提前角的控制.....	137
第五节 无分电器的点火系统.....	147
第六节 电子点火系统的检查.....	155
第三章 废气再循环系统	180
第一节 排气系统的基本功能.....	180
第二节 废气再循环系统的组成和工作原理.....	185
第三节 废气再循环系统的检修.....	206

第四章 二次空气供给系统、催化反应器和汽油蒸气排放系统	223
第一节 二次空气供给系统	223
第二节 催化反应器	242
第三节 汽油蒸气排放控制系统	251
第四节 曲轴箱强制通风系统	265
第五章 电脑控制发动机的故障诊断	269
第一节 发动机的故障症状和可能发生故障的系统	269
第二节 故障代码	271
第三节 根据故障代码进行诊断	282
第四节 预编程序只读存储器的更换	302
第六章 电脑控制的发动机的调整	305
第一节 点火正时的检查与调整	305
第二节 怠速和怠速混合气浓度的调整	310
附录 英文版电脑控制发动机技术资料中常用的缩写词	322
参考文献	342

绪 论

一、电脑在汽车上的应用

世界上第一辆汽车建造于 1769 年,它是一辆模仿马车的以蒸汽机为动力的三轮车。在 19 世纪,蒸汽汽车曾有过一个迅速发展的鼎盛时期,出现过以公共交通为目的的公共蒸汽汽车。蒸汽汽车的设计和生产技术不断提高,其结构与性能也逐步改善。但蒸汽汽车最终还是因为其体积和质量大、起动困难、起步缓慢等不可克服的缺点而限制了它的使用和进一步发展,并被淘汰。

直到 1883 年德国人戴姆勒发明了用热管点火的化油器式汽油机,1886 年德国人本茨发明了应用蓄电池与线圈感应高压电火花点火方式的汽油机以及德国人狄塞尔于 1892 年发明压燃式柴油机以后,汽车有了体积和质量小、起动和操作方便的动力,才真正有了严格定义上的汽车,并揭开了汽车大量生产的序幕。到 20 世纪初期,汽车装上了变速器、差速器和充气轮胎,结构日趋完善,汽车生产厂家也开始采用流水线大量生产的方式,使汽车的制造质量提高,生产成本大幅度下降,汽车开始进入家庭,开创了人类历史上的汽车时代。

自第一辆汽车问世到现在,汽车工业只经历了一个世纪的发展历程,但因汽车工业随时地吸取了大量的科学技术研究成果,不断采用新技术、新材料、新工艺、新产品,使汽车结构更趋完善,使用性能大大提高,品种类型越来越多,用途和

活动范围也越来越广。今日,汽车工业已是一个国家的支柱产业之一,反映了一个国家的工业发展水平。在工业发达国家,在诸种运输方式中,汽车运输已成为超过铁路、水运、航空和管道运输的最重要的运输方式,私人汽车已不再是个人财富和地位的象征,而是人们工作和生活中必不可少的代步工具。因此,汽车的数量和使用的普及程度反映了一个国家的经济发展和人民生活水平。

汽车的普遍使用也给社会带来一定的问题,有些问题还是很严重的,有待汽车工业不断努力,加以解决。这些问题主要是:

1. 消耗于汽车的能量不断增加和能源短缺的矛盾

汽车是能源消耗大户。今日,全世界生产的石油成品油大部分是被汽车消耗掉的。本世纪70年代,曾因石油严重短缺而产生了对世界政治和经济严重影响的“石油危机”。现在石油的供需矛盾虽然已经缓和,但作为一次性能源的石油在地球上的贮存量毕竟是有限的,总会有用完的那一天。因此,人们必须节约地使用现有的石油资源,汽车应不断地提高燃料经济性。改善汽车的经济性可以采取以下措施:改善车身外形,减小空气阻力;采用工程塑料及铝合金等制造汽车车身、底盘和发动机零件,以减少汽车的自身质量;采用自动变速器以改善汽车动力的利用程度,使发动机经常保持在燃料经济性好的区域工作;发动机采用稀薄混合气燃烧技术;改善发动机的进气系统,增加进气量;采用电脑控制的汽油直接喷射技术等。作为更长远的目标,人们在开发新的汽车能源,如太阳能、核能、再生燃料和植物燃料等,但这些能源要达到技术上可行,经济上合理和来源广泛的实用程度,为期还很远。

2. 汽车排放的有害物质污染大气的问题

汽车排放的有害成分有一氧化碳(CO)、碳氢化物(HC)、

氮氧化物(NO_x)、硫氧化物(SO_x)、铅和炭烟等,其中最主要的是CO、HC、 NO_x 。此外,汽车工作时,还会产生臭氧。这些污染物在太阳光的作用下产生光化学烟雾,20世纪40年代在美国洛杉矶,70年代在日本东京和英国伦敦等城市,曾因交通高峰期内大量汽车集中通过街道而酿成大量人员伤亡的严重的“光化学烟雾”事件。汽车排放的CO会引起头痛头晕,严重时会导致窒息死亡。 NO_x 、HC会刺激眼粘膜和呼吸道,导致眼疾和呼吸道疾病。铅化物粉末吸入人体后会影影响造血功能,刺激消化系统和神经系统,引起病变。现代研究已确认汽车排放物还有致癌作用。由于汽车保有量的增加,汽车排污已成为当今大气污染的主要根源。此外,人们已发现汽车排放的 SO_x ,会形成腐蚀性极强而又难于处理的硫酸烟雾,会引起建筑物的损坏,并最终形成酸雨的形式降落到地面,引起大片森林的死亡。硫氧化物的分布范围越来越广,危害程度日益严重,已经引起人们的普通重视。可以说,汽车排污不仅影响城镇人口的身体健康,更会破坏整个地球的生态环境,降低人类的生存质量,从长远来说甚至会危及人类的生存。

对汽车排污的控制是从20世纪60年代开始的。60年代末美国制定了世界上第一个排放标准。那时候对CO、HC和 NO_x 的排放允许量是以百万分之几的废气浓度来表示的。对于这样的一个标准,在对发动机内部和外部形状作些改进以及对供油系统加装一些机械控制系统后,即可达到排放标准的要求。为降低发动机排放所采取的机械控制措施一般会造成动力性和驾驶性的下降。为了弥补动力性的下降,恢复到原发动机的功率水平,就要将发动机的工作容积增大。驾驶性的下降则还能被驾驶员接受。所以,这一标准相对于后来颁发的标准来说,不是很严格的,且对于较大的发动机有利。在这个标准下,汽油机的燃料供给系统和点火系统没有根本改变,而

增大发动机的工作容积后,汽车的燃料经济性必然有所降低。

70年代中期以后,石油危机的冲击使工业发达国家对汽车的燃料经济性提出了更高的要求,同时对汽车排污的控制更加严格。汽车排放标准不再以百万分之几的废气浓度,而是以汽车每行驶1km排放的有害物质的克数来表示,而且允许排放的量逐年降低,如在美国从1973~1990年,CO的允许排放量由17.5g/km降至2.11g/km,HC的允许排放量由2.12g/km下降到0.211g/km,NO_x的允许排放量由1.37g/km下降到0.249g/km。而同期在欧洲共同体,汽车排放标准中CO的允许排放量下降了71%,HC和NO_x的允许排放量下降了61%。面对提高燃油经济性和日益严格的降低排放的双重要求,早先的混合气浓度和点火正时的机械控制系统和对发动机形状作某些改变已不能达到目的,而只有采用电脑控制的电子燃油喷射系统、电子点火系统来改善混合气的形成和燃烧条件,减少废气中有害成分的生成,并对排出气缸的废气采用废气再循环、催化反应器等排放处理装置处理后,才能实现提高燃料经济性和降低排污的双重目标。

3. 汽车驾驶性能的要求

汽车的普及使汽车驾驶由一种职业技能转变为生活技能。职业汽车驾驶员一般需经长时间的严格训练,使之具有熟练的驾驶技术和丰富的行车经验,而私人乘用的汽车,不可能要求驾驶者都经过严格培训和具有熟练的驾驶技术,这就要求汽车便于驾驶。所谓驾驶性好就是驾驶员在为适应道路情况或交通情况而改变节气门踏板位置或变换档位时,发动机转速和汽车车速要迅速而平稳地变化,不能波动太大而难于操纵,或引起发动机熄火。用机械控制系统来调节混合气浓度和点火正时达到减少排污,会使汽车的驾驶性能下降。而在加

装废气再循环、汽油蒸汽排放、催化反应器等排放控制装置以后,也需要这些装置适时、适量地投入工作,否则也会降低驾驶性能,使驾驶员操作困难,甚至使排放控制装置本身损坏。对于新驾驶员来说,驾驶性能不好还会引起精神紧张,易疲劳,必然会影响对道路交通情况的观察判断能力,并影响到紧跟其后的车辆的正常行驶,引发交通事故。所以,从保证良好的驾驶性能出发,也要求由电脑控制的电子燃油喷射系统和电子点火系统在不同的行驶情况下提供最佳空燃比的混合气和最佳点火正时,由电脑控制的电子排放控制系统来控制废气再循环装置、汽油蒸气排放装置和催化反应器等适时适量的工作。

此外,为了提高汽车的动力性、燃油经济性和驾驶性能,现代汽车上还普遍装有电脑控制的自动变速器;为了提高汽车的制动稳定性,很多汽车上装有电脑控制的防抱死制动系统;为了提高不同道路条件下汽车行驶的平顺性,有的汽车装有电脑控制的悬架系统。还有电脑控制的防盗系统和电脑控制的音响系统。

二、电脑控制的汽油机控制系统的组成

电脑控制的汽油机由电子控制装置及其控制对象汽油机组成。

作为被控制对象的汽油机,其基本构造和工作原理和原先的汽油机基本相同,只是供给系统的化油器由电脑控制的燃油喷射系统取代,传统的分电器由电子点火系统所取代,并加装了电子排放控制系统。

电子控制装置按其构成元件的作用可分为三个组成部分:传感器、电脑、执行器。

传感器的作用是检测汽车和发动机的运行状况,为电脑

提供运行状况的信息。一般汽车上常用的传感器有：进气温度传感器、冷却液温度传感器、节气门位置传感器、进气歧管真空度或绝对压力传感器、发动机转速传感器、氧传感器、爆震传感器、车速传感器等。有些继电器和开关如自动熄火继电器、空调开关、制动开关等也起到传感器的作用。

电脑是一个微型电子计算机，其功用是负责处理来自传感器和开关的输入信号，据此计算出控制数据，并对执行器发出控制指令。在有些发动机上可有多个电脑分别担负不同的控制任务。在电子控制系统中，电脑通常称为电子控制单元。在有多个电脑的电子控制单元中，担任中央控制任务的电脑一般称为电子控制单元，担任部分控制任务的电脑一般称为电子控制模块。

执行器接受电脑的指令进行必要的动作，汽车上的执行器有喷油器、点火线圈的初级绕组，控制怠速转速的直流电机和怠速空气阀等。

按照各元件组合后在发动机上实现的功能，整个电子控制装置可以分成 8 大系统。

(1) 电子燃油喷射系统。这个系统在电脑控制下给发动机提供最佳空燃比的可燃混合气。

(2) 电子点火系统。它给发动机提供最佳点火正时的电火花。

(3) 废气再循环系统。它的功能是将排气歧管中的一部分废气引入进气歧管并和进气流混合，以稀释可燃混合气，降低发动机的燃烧温度，以降低废气中的 NO_x 含量。

(4) 汽油蒸气排放系统。它的功能是在发动机停止运转时，将油箱中的汽油蒸气储存在汽油蒸气储存罐中，在发动机正常运转时，再将储存罐中的汽油蒸气排入进气歧管，并被吸入发动机内烧掉，从而减少 HC 的排放。

(5)二次空气喷射系统。其功用是将一定量的空气喷入排气管中或催化反应器中,以使废气中的 HC 和 CO 进一步燃烧,减少废气中的 HC 和 CO 的含量。

(6)催化反应器。催化反应器安装在排气消声器的前面,其功用是将废气中的 HC、CO 和 NO_x 转变为无害的 H_2O 、 CO_2 和 N_2 。

(7)控制系统。控制系统由电脑、传感器、开关、继电器和执行器等组成。传感器、开关等为电脑提供发动机运行状况和驾驶操作信号。继电器和控制器在电脑的控制指令下接通或切断某一电路和发出一定的动作。

(8)自我诊断与故障安全系统。自我诊断系统的功用是判断电子控制系统是否有故障,并将故障以代码的形式储存起来,以备检修时读取。故障安全系统是当电子控制系统存在故障时,电脑即舍取有故障的传感器信号,而以维持最低工作性能的方式去操纵执行器。有的电子控制系统中则在正常工作的控制系统之外,还备有第二套工作系统,称为安全备份系统。它的控制功能较少,但能保证发动机跛行工作,使汽车在发动机出现故障时能开到附近的维修点去修理。

三、本书所介绍的内容

电脑控制的汽油机经历过一个逐步完善的过程。首先是在化油器上进行改进,出现了由电脑和电磁阀控制的化油器。在电脑控制的汽油喷射系统出现以前,也曾有过机械控制的汽油喷射系统。电脑控制的化油器和机械控制的汽油喷射系统结构复杂,控制的精度也较低,现已不再使用,所以本书不再介绍电子控制的化油器和机械控制的汽油喷射系统。在电子控制的燃油喷射系统、电子点火系统和电子排放控制系统中,就其电脑的控制功能和完善程度来说,先是由机械的、真

空的和电脑联合控制,控制机构比较复杂,真空管道很多,检查故障比较困难。以后,电脑的控制功能不断扩大,机械的、真空的控制机构相应简化,真空管道减少。最近生产的汽车汽油机则是完全电脑控制的,控制机构变得十分简单,真空管路大为减小,发动机外部管线也显得简洁明了,便于进行故障检查和维修工作。在修理实践中,还经常碰到处于不同发展阶段、结构略有不同的电脑控制的汽油机,我们国家生产的奥迪、桑塔纳汽车,虽然也采用了电脑控制的汽油机,但和国外最近生产的汽车相比,其技术相对来说是较旧的,还没有采用全电脑控制。为了全面了解电子汽油喷射系统,电子点火系统和电子排放控制系统的工作原理和发展过程,本书将从机械、真空控制方式开始,进而机械真空和电脑联合控制,到完全电脑控制,逐步深入地进行介绍。

电脑控制发动机的维修工作可以分为电子控制装置的维修和机械部分即被控制对象的维修两大部分。机械部分的维修包括曲柄连杆机构、配气机构、润滑系统、冷却系统和起动系统的故障诊断与排除、零部件的拆装、调整和修理等,这部分维修工作和常规的汽油机的维修方法相同,本书不再赘述。电脑控制系统的维修即是电子燃油喷射系统、电子点火系统、电子排放控制系统的故障诊断、组成件的检查、拆装和更换等,这是本书所要介绍的修理工作的内容。

电脑控制系统的维修工作,可以是定期地对系统进行全面检查和维修,也可以根据故障症状对系统的某一部分有针对性地进行检查维修,还可以在读取故障代码以后,对代码指明的可能发生故障的部位进行检查维修。这三种情况下的基本检查方法和程序是相同的,只是检查范围和检查的起始点不同。本书将详细介绍系统的全面检查方法和在读取故障代码后的诊断程序,再列出各种故障症状下可能发生故障的

系统和原因。读者掌握了这些检查方法和内容,即可在各种情况下进行检查诊断工作。

在经检查确证电脑控制系统无故障后,如还有故障症状或故障代码,则是汽油机机械部分有故障。

四、掌握汽车的基本情况和必要的数 据

电脑控制汽油机的维修工作,要比原先的汽油机复杂得多,技术要求也高得多。要及时地、保证质量地修好电脑控制的发动机,必须具备三个必要的条件,即:掌握工作原理和维修方法;掌握检测、调整数据;及时有备件供应。而要掌握检测调整数据和及时得到备件,首先要掌握汽车的生产厂家、年型和装用的发动机型号等基本情况,这些情况可以从固定在仪表板左下角风挡玻璃的边缘处的车辆身份识别标志(也称车辆身份代码)得到。

国外的车辆均采用由 17 个字母和数字组成的身份识别标志

×××○○□□××××□□□□□□
— 二 三四五 六

车辆识别标志可分成六个部分:

第一部分由第 1、2、3 三位数字或字母组成。其中第 1 位符号代表原生产国,如 1 代表美国,2 代表加拿大,3 代表墨西哥,W 代表西德,Z 代表意大利,J 代表日本。第 2 位符号代表生产公司,如 B 代表道奇公司,E 代表日本五十铃公司,G 代表通用汽车公司,N 代表日本尼桑公司,T 代表日本丰田公司。第 3 位数字或字母代表制造厂和车辆的种类,如 4 为多用途客车,5 为公共汽车,6 为不完整的汽车,7 为载货汽车。又如 C 代表通用公司的雪佛兰车,T 代表通用公司生产的载货汽车。各个国家有所不同。

第二部分代表车辆的特性,由 5 个符号组成,各公司或生产厂所采用的符号及所表示的意义各有不同。

第 4 位符号代表汽车的最大安全总质量或额定总质量和采用的制动器型式,只能用字母表示。如道奇公司:F—4001-5000 磅,G—5001-6000 磅,H—6001-7000 磅,J—7001-8000 磅,K—8001-9000 磅,W—液压制动器。又如雪佛兰厂:B—3001-4000 磅,液压制动;C—4001-5000 磅,液压制动。

第 5 位符号表示车辆的外型和底盘,只能用字母表示。如道奇公司用 B 表示厢式货车、厢式客车和公共汽车。雪佛兰厂用 S 代表驱动型式为 4×2 的一般出租车,T 代表驱动形式为 4×4 的一般出租车。

第 6 位符号用数字表示,代表车辆的系列。如雪佛兰厂 1 代表 12t。在道奇公司,O 代表 100 系列,1 代表 150 系列,2 代表 250 系列,3 代表 350 系列。

第 7 位符号代表汽车的车身形式,用数字表示。如在道奇公司:1——厢式客车,2——阶梯厢式客车,4——加长车厢的货车或厢式客车,5——厢式客车。雪佛兰厂则以 4 代表 2 门驾驶室。

第 8 位符号采用字母或数字,代表发动机的形式和制造厂家,此即为汽车上的发动机代码,各个生产厂家规定的代码有所不同,如在道奇汽车上,X 代表 3.9L EFI 发动机,Y 代表 5.2L EFI 发动机,W 代表 5.9L EFI 发动机。

第三部分,即第 9 位符号表示检验数位,可用数字或字母表示。

第四部分,即第 10 位符号代表车辆的年型,用字母表示:

A——1980 年型	D——1983 年型
B——1981 年型	E——1984 年型
C——1982 年型	F——1985 年型

I(J)——1988 年型	M——1991 年型
K——1989 年型	N——1992 年型
L——1990 年型	P——1993 年型
G——1986 年型	R——1994 年型
H——1987 年型	

第五部分,即第 11 位符号代表装配厂家和地址。

第六部分由 6 位数字组成,即第 12 至 17 位符号,表示生产厂的序列顺序。

在订购配件时,如能给配件供应商提供车辆识别代码,将有助于迅速得到型号正确的配件。必要时,也可根据车辆识别代码,向生产厂家或汽车代理商索要必要的资料。

国外的汽车出售时一般都附有一本使用手册和一本维修手册。在维修手册中详尽地介绍了汽车各部分的维修方法和数据,进行维修时十分方便。在购买车辆时,应向出售汽车的单位索要这两本手册。在没有维修手册时,可按本书介绍的方法,对新购买的汽车进行检测,测量电子控制系统各部分的电阻或电压值,并作好记录,以作为以后检修时比较的标准。