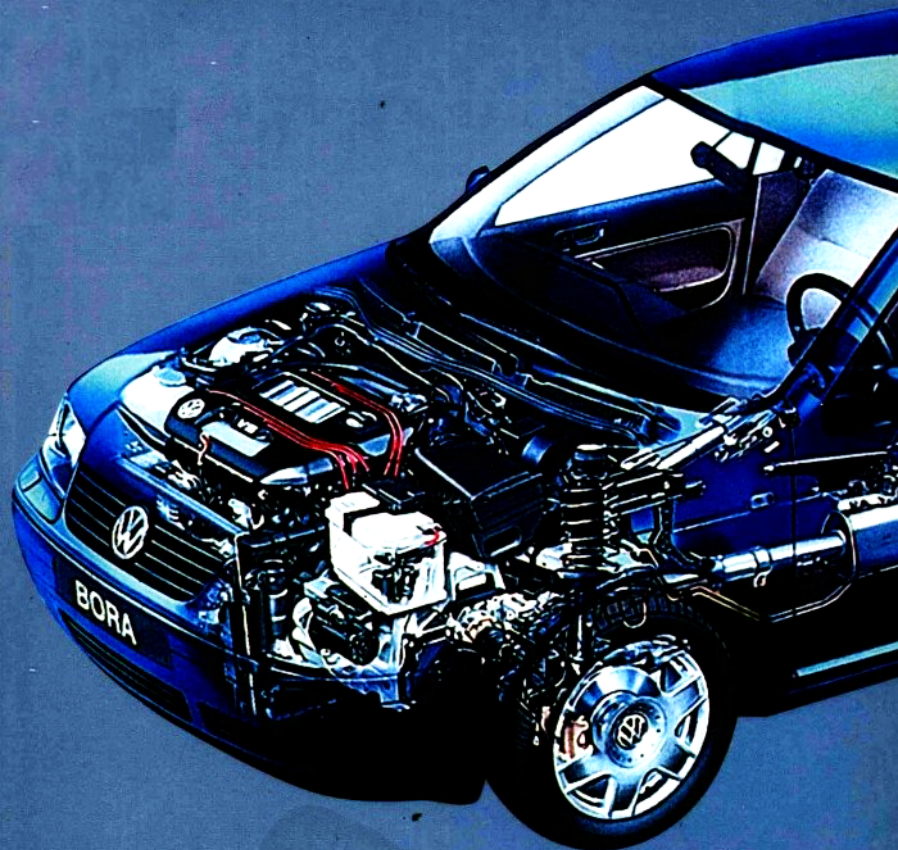




21世纪 

21SHIJI JIAOCHU WEIXIU ZHIFU CONGSHU

汽车维修致富丛书

发动机电控系统维修宝典

FADONGJI DIANKONG XITONG WEIXIU BAODIAN

黄妙华 编著

- ★ 结构分析清楚
- ★ 故障判断准确
- ★ 车型丰富全面
- ★ 维修秘诀经典
- ★ 步骤简单明了
- ★ 数据查找方便
- ★ 英汉对照迅捷
- ★ 保您发财赚钱

21^{世纪}

轿车维修致富丛书

发动机电控系统维修宝典

FADONGJIE DIANKONG XITONG WEIXIU BAODIAN

黄妙华 编著

湖北科学技术出版社

21 世纪轿车维修致富丛书

1. 发动机电控系统维修宝典

© 黄妙华 编 著

责任编辑: 李荷君 王连弟

封面设计: 代 旻

责任校对: 邓 冰

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 86782508

地 址: 武汉市武昌黄陂路 75 号

邮编: 430077

印 刷: 华中科技大学印刷厂

邮编: 430074

850mm×1168mm 32 开 7.5 印张

180 千字

2003 年 1 月第 1 版

2003 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1-3 000

ISBN7-5352-2019-3/U·10

定价: 18.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

《轿车维修丛书》编委会

主 任	吴 森			
副主任	汪 敏	邓亚东	何耀华	
委 员	王连弟	乐玉汉	刘晓慧	严伏武
	李荷君	黄妙华		

序

21 世纪的今天，随着我国国民经济的持续高速发展，轿车逐步成为我国居民消费的主要商品之一。目前，我国已开始进入汽车普及化时期，国内外专家对我国汽车需求量进行了大量的分析预测，对各种预测结果的综合分析表明，到 2010 年，我国汽车保有量将达到 4500~6000 万辆，年需求量为 500~700 万辆，存在巨大的市场需求。特别是中国加入 WTO，欧、美、日等国的轿车会大量进入中国汽车市场，将进一步促进轿车的消费。汽车市场的巨大的需求也将促进汽车维修行业进入一个新的发展时期，形成新的经济增长点。

汽车电控技术日臻完善，应用日益广泛，欧、美、日等国几乎所有的轿车都采用了电子控制发动机和自动变速器（AT）、制动防抱装置（ABS）、安全气囊（SRS），此外，主动悬架、四轮驱动（4WS）、四轮转向、全球定位系统（GPS）、撞车防护、信息显示与通讯等系统，进一步提高了汽车性能，使汽车更舒适、更安全、污染更小。

汽车技术和电子技术发展如此迅猛，使汽车的许多方面都发生了根本性的变化，不管是从事汽车设计，还是汽车使用或维修的技术人员，都面临着深入学习和掌握新理论、新技术、新方法的问题。传统的维修方式，仅靠技师耳听、眼看、手摸，一点点的经验积累，已远远不能适应现代汽车维修快速、准确、优质的要求。由于轿车特别是进口轿车，技术装备越来越精良，电子、计算机和网络技术的不断应用，使得对维修人员的要求越来越高，不经过专业培训或系统学习的人员将不能胜任这项工作，一位优秀的维修人员除需掌握扎实专业技术知识，还应学会识别简单的专用英语词汇，如奔驰、宝马车上都装有自诊断系统，出现故障时会自动显示一句

英语短句,此外,还要学会使用电脑,如奔驰诊断有专用的 HHT 电脑,宝马诊断有专用的 MODIC 电脑。由于世界各大汽车制造厂商采用的控制系统不尽相同,给汽车维修带来困难。因此,要求维修人员不仅要掌握电子控制的基本原理与结构、常用维修与检测方法,具备一定英语,计算机知识,还要掌握各大汽车制造厂商采用的控制系统的数据资料等。针对上述情况,我们组织编写了《21 世纪轿车维修致富丛书》,本套丛书按专题共出书 10 册,其中发动机、变速器、制动防抱装置及安全气囊等电控系统各出了 1 册,维修英语出了 1 册,占我国轿车市场份额较大、装备技术相对复杂的神龙富康、捷达、本田雅阁各出了 1 册,各大汽车制造厂商采用的控制系统的数据资料和维修实例各出了 1 册。

丛书根据作者近年来从事有关汽车诊断科研工作,并与国外汽车技术专家合作过程中得到的第一手技术资料、维修经验编写。书中所引用或列出的数据、资料多取自原厂维修手册。丛书详细地介绍了电控的结构与工作原理、电控元件检测方法,列出了欧、美、日等国主要车型的电控系统的类型、识别、结构、故障码和电脑接脚及变速器电控系统电路图,并对系统的拆装与部件的检测一步一步地做了详细的说明,使维修人员能按照书上的步骤去实地操作。作者几年来一直在维修一线工作,真正认识到我国维修水平与国外的差距。因此,编写此套丛书,意在改变维修理念,提高维修水平,使您花更小的钱和时间,挣更多的钱致富。

作者

2003 年 1 月

前 言

近 20 年来, 电子技术在轿车上的应用日益增多, 轿车电控技术发展日新月异。20 世纪 70 年代为了降低发动机的排放, 改善燃油经济性与动力性, 采用了电控空燃比、点火时刻、怠速与排放等系统。20 世纪 80 年代发动机控制系统进一步完善, 向多点喷射及自我诊断方向发展。到了 20 世纪 90 年代, 轿车电控技术日臻完善, 使用日益普遍, 欧、美、日等几乎所有的轿车都采用了电子控制燃油喷射发动机, 并且大部分采用了电子控制自动变速箱、制动防抱死装置, 除此之外, 还发展了主动悬架、四轮驱动、四轮转向、导航、撞车防护、巡航控制及信息显示等系统, 进一步提高了轿车性能, 使轿车更舒适、更安全、污染更小。

电控发动机与一般发动机的区别, 主要在于采用了大量传感器来反映轿车的运行状态, 经过电脑分析、处理, 通过执行元件控制点火时刻、喷油量, 从而使轿车获得良好的动力性、经济性, 并降低排放污染。我国 20 世纪 80 年代以后进口的轿车中, 有相当多车型装置了电控发动机, 同时合资生产的奥迪、桑塔那、切诺基等车型也引进了电控系统。因此, 掌握电子控制轿车发动机的基本原理与结构, 以及必要的维修知识与方法, 对于从事现代轿车设计、制造、使用、维修的技术人员是十分必要的。

本书是作者近年来在武汉理工大学(原武汉汽车工业大学)从事有关教学科研工作, 并与国外汽车技术专家合作过程中得到的第一手技术资料、经验编写而成的。书中所引用或列出的数据多取自于国外的技术资料。它详细地介绍了轿车发动机电控系统的基本原理及电控元件、执行元件的工作原理及检测方法。针对宝马、奔驰、凌志等车型的发动机电控系统故障, 介绍了常用及最新检测方法。

本书内容丰富、通俗易懂，具有较高的实用价值，可作为高等院校轿车、汽车、发动机等专业教学参考书，亦可供轿车职业技术学校、轿车修理技术等级培训班、轿车驾驶学校作教学用书，也是从事轿车维修保养人员的必备资料。本书由黄妙华主编，祝利勇参与编写了第五章、第六章的初稿部分。在编写过程中，曾得到谢锡璋、李林先生的大力支持与帮助，在此谨表谢意。

限于作者的水平，加之资料来源广泛而且不够系统，尽管努力而为，恐难以尽如人意，其中的谬误与疏漏，恳请读者给予指正。

编著者

2003年1月

目 录

序

前言

第一章 概论	1
第二章 电控点火系统	5
第一节 概述.....	5
第二节 无触点电子点火系统.....	7
第三节 数字式点火系统	13
第四节 直接点火系统	19
第五节 爆震控制	21
第三章 燃油喷射系统	25
第一节 概述	25
第二节 K 型机械控制连续喷射系统	31
第三节 KE 型机电混合控制喷射系统	42
第四节 电子控制间歇喷射系统	51
第五节 Motronic 点火与燃油喷射结合的电控系统	66
第六节 单点电子控制低压喷射系统	72
第四章 发动机电控系统的功能扩展	83
第一节 汽车变速、车速及油门的电子控制.....	83
第二节 燃油蒸发的控制	91
第三节 废气再循环(EGR)的控制	99
第四节 二次空气控制.....	104
第五节 催化排气净化装置.....	107
第五章 发动机电控系统元件结构与测试	113

第一节	概述·····	113
第二节	传感器结构与检测·····	114
第三节	执行元件的结构与检修·····	134
第六章	发动机电控系统故障检修·····	152
第一节	检修经验概述·····	152
第二节	燃油系统故障检测方法·····	154
第三节	点火系统故障检测方法·····	156
第四节	发动机废气分析·····	165
第五节	电控系统故障检修·····	167
第六节	常见故障检修程序·····	172
第七节	电控系统故障实例分析·····	179
参考文献 ·····		188
附录 1	轿车电控系统常用英文缩写 ·····	189
附录 2	奔驰、宝马等轿车发动机技术参数 ·····	196

第一章 概 论

为了提高汽车的动力性和经济性,降低排放污染,现代汽车都装备有发动机电脑控制系统。该系统对发动机的空燃比和点火时间进行正确控制,装有电脑控制系统的发动机比没有装电脑控制系统的发动机,无论在排放标准,还是在动力性和经济性方面都先进和优越许多,为确保发动机电脑系统正常工作,发动机装有许多传感器,以向发动机提供温度、进气管真空度和排放中氧含量等工作情况的信息。

一、发动机采用电控的目的

发动机性能的重要指标是:排气中有害排放物的量,燃料的经济性及发动机的动力性。而其中前两项指标是发动机电子控制中首先要考虑的,减少排气中有害排放物即 HC, CO, NO_x 的排量与发动机混合气空燃比有很大关系。当混合气较稀的时候,有害排放物的排放量大大减少,而采用稀混合气就必须采用特殊的混合、燃烧方法,否则,燃烧不稳定,动力性下降,排放及油耗反而上升。特别是采用稀薄混合气燃烧,也不能满足所有工况的要求。于是,采用催化剂净化排气成了重要手段,但催化剂的转化效率与混合气的空燃比有很大关系。空燃比只有在理论值附近时,催化剂才有较高的转化效率,而燃油经济性在此时并不是最好,二者是有矛盾

的,而采用微机控制,可以具体分析发动机运行中的各参数,并予以综合处理,达到满意的效果。

发动机运行中,另一重要参数是点火提前角,它直接影响着发动机动力性与经济性。通常气缸内达到最大爆发压力点在上止点后 $10^{\circ}-15^{\circ}$ 时,动力性最好,经济性也较好,所以调整好点火就能降低比油耗,以上所说供油、点火与发动机运行参数如:水温、节气门开度等不是简单的线性函数。点火靠离心与真空调节只能在个别点达到最佳状态,而空燃比在发动机工作的各阶段,各工况要求不同,如果通过微机控制的方法,就能满足各不同工况的要求,使发动机在最优状态下工作。

二、如何实现电子控制

所有的电脑,它们都包含三个基本功能:接收信号(输入参数);判断、分析;做适当的动作(输出参数)。

1. 各输入参数的确定

空气流量的确定必须通过空气流量计或进气管绝对压力和转速传感器,这样根据空燃比要求及空气流量信号,每一个循环的基本供油量就可以确定。如果采用绝对压力传感器,要确定进气量必须测量进气温度,这直接影响进气密度,对实际进气量有影响。同样,一旦空气流量及转速确定,就可确定一个基本的点火提前角,为了精确控制点火提前角,还分别设置曲轴位置及凸轮轴位置传感器,节气门开度也是一个重要信号,它可以通过确定节气门全关、部分开启及全开等来确定发动机的基本工况,发动机的过渡工况(如加、减速)也可以通过节气门位置变化来确定。冷却水温通常作为修正参量,不同的水温,所需混和气空燃比不同,为了保证发动机运行的稳定性和暖机快速,空燃比及点火必须在冷车时予以修正。为了进行闭环控制,还设有爆震及氧传感器用来反馈空燃比及点火的信号。

图 1-1 为发动机电控系统框图。

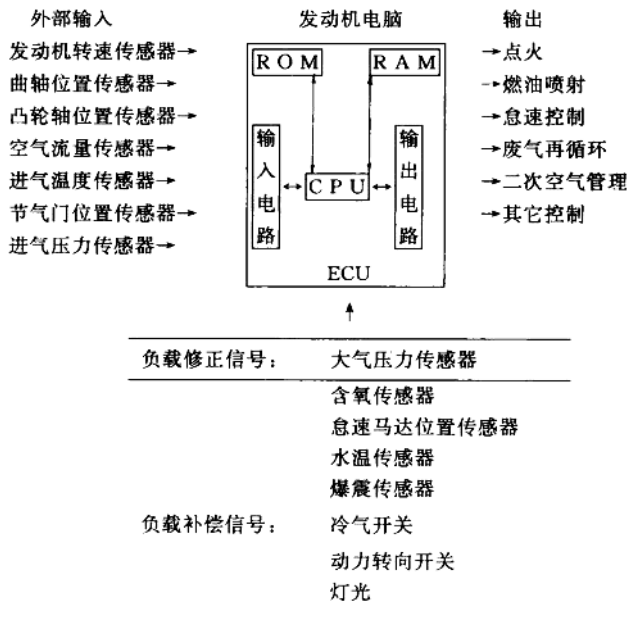


图 1-1 发动机电控系统框图

2. 输出量及控制参数

由于电子喷射发动机同化油器式发动机相比具有供油精确，响应快，动力性好及分配均匀性好等优点，对空燃比的控制精度高，这样与催化剂配合就能使催化剂在转化效率最高的区域内工作。电子控制的趋势是采用微机控制多点喷射方式。电子点火具有点火能量高，控制精确等优点，因而得到普遍应用。而其他控制如怠速，废气再循环，二次空气等只是在供油，点火基础上的辅助控制，用以进一步提高发动机的性能。图 1-1 所示是发动机电子控

制系统框图,图中 ECU 是电子控制单元的缩写,就是计算机控制器。在里边有中央处理单元 CPU,ROM 为只读存储器,在其内部固化了发动机控制程序,内部程序不能改写。RAM 是随机存储器,是计算机临时存取数据的存储器,其内容随时可由计算机改写。输入电路用以把外界的传感器信号转化成计算机可接受的数字信号;而输出电路则是把计算机的微弱信号放大去控制喷油及点火等功能。

三、开环与闭环控制

1. 开环控制

发动机的各工况控制参数(供油量及点火提前角)存于存储器 ROM 中,在发动机运行中,计算机检测发动机的各输入量,根据这些量,从 ROM 中查取相应的控制参数输出控制,而不去检测控制结果,对控制结果的好坏不能做出分析,这种控制称开环控制,所以在 ROM 中固化的参数必须是经过大量实验分析和优化的结果,是发动机运行中的最佳值。

2. 闭环控制

在系统实际工作过程中,采用闭环控制后计算机根据检测的实际结果决定增减控制量的大小,而不再根据其他输入信号进行控制,这种控制又称反馈控制。如控制空燃比就可以用氧传感器检测混合气的浓度,一旦检测到浓信号时,就控制减少喷油量,反之,增加喷油量。点火控制也一样,用爆震传感器检查发动机是否有爆震发生,决定推迟或提前点火。

由于闭环控制只适合于部分工况,所以,系统中不能全部采用闭环控制,而且闭环控制中它的基本控制量也必须是固定的。但是,闭环控制精度高,不受发动机各零部件老化、磨损等影响,所以目前开环与闭环都广泛应用在电控系统中。

第二章 电控点火系统

第一节 概述

现代汽车发动机,为提高发动机性能,大量采用高速、增压、稀薄混合气燃烧等技术,传统的点火系统因点火能量不足、机械性能等问题不能满足发动机采用上述技术对点火系统的要求而逐渐被电子控制点火系统所取代,电控点火系统正成为点火系的新主流。目前发动机发展的趋势,除了加强改善引擎燃料系和点火系统外,还朝着改进进气系统,如可变气门正时,各缸独立点火系统等方向发展,以进一步提高燃烧效率。

点火提前角是发动机运行中的一个重要参数,它对发动机性能影响很大,发动机气缸内混合气燃烧时,最高压力点在上止点后 10° - 15° 时,发出的功率最大,因此最佳的点火时间是在上止点后 10° - 15° ,如果点火时间太早,发动机会产生“敲缸”爆震,并且碳氢化合物(HC)和氧化氮(NO_x)会大量产生。如果点火时间太迟,引擎会产生“后燃”,排气温度升高,而 HC,CO 及 NO_x 值会减低。普通的点火系统中,点火提前角的大小是由真空与离心调节器调节的。在电脑控制点火系统中,点火提前角的大小由电脑来确定。

随着转速的提高,要求增大点火提前量,进气管中真空度越大,要求的点火提前角也就越

大,而进气管中真空度主要决定于节气门开度及发动机转速。虽然,经过调整后的点火提前角与最佳提前角有相同的趋势。但是,点火提前角的最佳值与许多因素有关,如:与燃烧室的几何形状,冷却水温,进气温度,压力及燃料的性质等多种因素有关。而从减少排气污染的角度看,离心与真空调节已无能为力,若采用微机控制电子点火,微机可以多方面监测发动机工作状态,不同的情况,可选择不同的点火提前角,从而达到最佳控制。同时,有较高压缩比的发动机还可以根据爆震传感器信号,把点火控制在爆震极限内,提高发动机的动力性。

综上所述,电脑控制点火系统实际上就是采用电脑,代替传统的真空与离心调节器,根据发动机的工况去控制点火时刻。

一、传统点火系统与电脑控制点火系统的比较

传统的点火系统是指点火正时控制是由机械控制和真空控制点火提前角。点火信号的触发有的是由白金触点来控制,有些也用霍尔传感器,磁电传感器来控制。

电脑点火系统是指点火正时的控制是由电脑来控制,电脑接收发动机转速,发动机负荷等信号后,点火电脑来控制点火时间,而分电盘中仅有分火头,作为分配点火之用,或根本就不用分电盘而采用独立直接点火高压线圈。

传统点火系统正时控制范围由于受机械设计限制无法精确控制点火正时角度,通常会有 2° - 8° 的误差值,同时,提前曲线不易修正,而电脑控制点火系统能更精确地实现最佳点火时间控制。以提高动力性,耐久性,可靠性等。电脑根据发动机转速和各种传感器的信号综合地判断发动机的状态计算出最佳的点火时间,将点火信号送至点火器。

电控点火系与传统的点火系相比,它有点火能量大,点火时间控制精确,可靠性更高的优点,因而被广泛用于现代新型轿车上,

其特点可归纳如下:

(1)点火线圈能够产生较高而且稳定的次级电压,保证了火花塞电极间能产生极强的电火花。

(2)电控点火系统采用电子控制或电脑控制,提高了点火电压的稳定性和点火时间的准确性。发动机在任何工况下,电控点火系统均可保证有最佳的点火提前角,使进入气缸中的混合气得到充分燃烧,既节省了燃油又增大了动力,同时也减少了排气污染。

(3)电控点火系统无触点,故不存在触点的氧化、变形和磨损等问题,使用中无需像传统的点火装置那样经常维修,国外应用经验表明,触点控制的传统点火系统大约每 1 万 km 行驶里程即需要作较大维护,触点的晶体管点火系统则无故障里程大约延长 3 倍。无触点电子点火系统则免维护时间更长一些。可见,电控点火系统提高了工作可靠性。

二、电控点火系统的分类

电控点火系统通常分为三类:无触点电子点火、数字式(电脑)点火系统、直接点火系统(无分电器点火系统)

无触点电子点火系统去掉了传统点火系统中的断电器触点,用信号发生器代替,其离心提前装置和真空提前装置保持不变。

数字式(电脑)点火系统去掉机械式离心提前装置和真空提前装置,用电脑来控制点火提前,分电器只是将高压电分配给各缸。

直接点火系统(无分电器点火系统)在数字式点火系统的基础上,去掉了分电器,直接利用数个静态高压线圈与火花塞连接,形成了无机械运动件的点火系统。

第二节 无触点电子点火系统

无触点电子点火系统用晶体管代替断电器通、断初级电流。控制晶体管导通与截止的信号是由信号发生器产生的,信号发生器