

RIBEN QICHE JISUANJI
KONGZHI XITONG JI JIANXIU

日本汽车 计算机控制系统及检修



金盾出版社

日 本 汽 车 计算机控制系统及检修

赵龙庆 奚 遵 万光珉 编著

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

80年代初,世界各大汽车公司就研制成各自成熟的计算机控制系统并装车运行,由计算机控制发动机、变速器、主动悬架、导航系统及空调等。目前,装备这些先进系统的车辆进入我国的数量日益增多,日本的占70%左右。本书介绍日本丰田、日产、三菱、本田、马自达、五十铃、富士重工、铃木八家汽车公司生产的36种计算机控制系统。每种系统除概述系统的理论、原理、结构外,还介绍系统的检修要点,叙述系统的机械传动、电系接线、端子的检测,给出各类传感器或组件正常时的参数值。可供广大维修人员、驾驶人员阅读,也可供汽车部件设计人员和有关大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

日本汽车计算机控制系统及检修/赵龙庆等编著. —北京:金盾出版社,1997.10
ISBN 7-5082-0370-4

I. 日… I. 赵… I. 日本汽车计算机控制系统-检修 N. U472.4

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100061 电话:68214039 68218137

传真:68214032 电挂:0234

封面印刷:北京民族印刷厂

正文印刷:北京3209工厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:31.5 字数:782千字

1997年10月第1版 1997年10月第1次印刷

印数:1—11000册 定价:29.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

从 80 年代开始,我国进口了大量汽车。从汽车类型上看,有各种吨位的卡车、大客车、面包车、客货两用车和轿车;从生产国看,有日本、美国、韩国、前苏联和欧洲诸国。从数量上统计,大部分是日本汽车,占 70% 左右。因进口渠道较多,所以不大符合中国目前使用条件和维修水平的车辆也进了一些。

80 年代初,世界各大汽车公司就研制成各自成熟的计算机控制系统并装车运行。进入我国的车辆自然装备了这些系统,用计算机控制发动机、变速器、主动悬架、导航系统到空调等。由于车种多样,各控制系统又体现着各制造公司的高新技术和特点,再加上厂家对外实行严格的技术保密,故给我国用户和维修单位在使用、维修中造成诸多困难,一旦系统出现故障,由于无资料可查,自然也就无从下手。据作者多年与各地维修企业接触了解到,目前我国绝大多数维修、驾驶人员对进口车辆的检修有两种倾向:一是不知其结构和控制原理便乱拆乱卸,如在点火系正常的情况下,当装备了机械连续喷射系统的发动机不能起动或功率不足时,便误认为是分油器问题。于是就拆卸分油器,稍不小心使膜片破损,便造成很大损失;另一倾向是当系统出现故障后便改装原系统,如把电控空气悬架改为普通悬架,或拆除安全气囊,或把电控燃油喷射改为化油器等,使先进的系统丧失了原有功能。

可以肯定地说,随着我国经济建设的发展,装备这类先进系统的车辆会更多地进入我国。只有了解它、掌握它,才能更好地运用它。作者在多年从事计算机控制系统教学、维修的基础上,针对我国使用进口车辆的具体情况,收集了 80 年代初到近年日本有关刊物上的大量资料,并对这些资料在实践中验证,从中选择具有代表性的、在我国运用较多的车型和系统编著成此书。

该书有如下特点:一是书中每章介绍一个公司的产品;每一节讲一个系统。每个系统分两部分讲述:第一部分概述系统的理论、原理和结构;第二部分为检修要点,讲述系统的机械传动、电系接线、端子的检测,给出各类传感器或组件正常时的参数值。成书时考虑到各文化层次读者的阅读和运用,首先照顾广大维修和驾驶人员,当车辆出现故障后可从第二部分直接对照检修要点进行检测、维修。这只是知其然。当工作之余要提高自己的,进一步学习其理论知识,就可以阅读第一部分,便可知其所以然了。有一定机电基础知识的读者通过第一部分的学习、研究,可以了解到有关的控制理论、系统结构、新材料和新工艺等多方面知识以及它们在汽车上的运用。同时本书还可供有关大专院校师生、从事汽车设计制造的有关技术人员参考。二是本书讲述的 36 个系统。从车型数量上

8/1/85 2/0/

看虽是沧海一粟,但每家汽车公司的不同车型都有其共同点,就是说很多系统是通用的,仅内容的多少、控制项目的繁简不同而已。如计算机系统的故障代码的含义,在同一个公司是相同的。因此,可以举一反三,触类旁通。三是由于现代汽车的不断发展,系统日趋复杂,在系统检修时要用大量的专用工具和设备。在编著此书时,为适应当前我国国情,尽量使用车载计算机自检系统和显示功能。同时,对专用工具也以适当篇幅用图的形式表达。

书中出现了大量的英文缩略语,为便于读者查找,书后附有英文缩略语、英文全称和中译表。但是,在进口车的各种仪表盘上、操作机构上以及多数说明书中只标记英文。还请读者注意。

由于作者水平所限,书中一定存在不足甚至错误之处,恳切希望广大读者批评指正。

作 者

1996年1月

目 录

第一章 车载计算机简介	(1)
第一节 计算机概述.....	(1)
第二节 车载计算机控制系统的发展.....	(4)
第三节 车载计算机控制系统的分类.....	(5)
第四节 车载计算机控制系统原理.....	(6)
第五节 车载计算机控制系统的结构.....	(9)
第二章 丰田汽车公司汽车计算机控制系统	(16)
第一节 1G-GZE 型发动机控制系统	(16)
第二节 3S-FE 型发动机控制系统	(25)
第三节 电控空气悬架系统(TEMS)	(31)
第四节 7M-GTE 型发动机控制系统	(51)
第五节 4A-GZE 型发动机控制系统	(60)
第六节 发动机、悬架综合控制系统.....	(67)
第七节 驱动力控制系统(TRC)	(86)
第八节 2L-T 型发动机控制系统	(116)
第九节 1G-FE 型发动机控制系统	(127)
第三章 日产汽车公司汽车计算机控制系统	(136)
第一节 CA18DET 型发动机控制系统	(136)
第二节 RB20DET 型双顶置凸轮轴(DOHC)陶瓷轴承增压发动机控制系统	(148)
第三节 VG30DE 型 V6 双顶置凸轮轴(DOHC)发动机控制系统	(156)
第四节 全电子控制五速自动变速器计算机控制系统.....	(173)
第五节 油压主动悬架计算机控制系统.....	(196)
第六节 超声波悬架和电子控制动力转向系统(DUET-SS)	(214)
第七节 ATTESA E-TS 型电控扭矩分离四轮驱动计算机控制系统	(231)
第八节 RB25DE 型发动机控制系统.....	(254)
第四章 三菱汽车公司汽车计算机控制系统	(263)
第一节 6A10 和 6A12 型发动机控制系统	(263)
第二节 6G72(增压)型和 6G73 型发动机控制系统.....	(277)
第三节 INVECS 计算机控制系统	(284)
第五章 本田汽车公司汽车计算机控制系统	(306)
第一节 电子控制 4 速自动变速器(4 速 AT)系统	(306)
第二节 B20A 型发动机控制系统	(321)
第三节 D12A 型发动机电化油器系统	(335)
第四节 驱动力计算机控制系统(TCS)	(345)

第五节 B16A 型可变气门正时(VTEC)发动机控制系统	(362)
第六章 马自达汽车公司汽车计算机控制系统	(372)
第一节 B6 型双顶置凸轮轴(DOHC)发动机控制系统	(372)
第二节 JF 型 V6 增压发动机控制系统	(378)
第三节 JE 型发动机控制系统	(391)
第四节 K 系列 V6 型发动机控制系统	(401)
第七章 五十铃汽车公司汽车计算机控制系统	(409)
第一节 NAVI-5 容易驾驶计算机控制系统	(409)
第二节 增压 4XE1 型发动机控制系统	(418)
第八章 富士重工汽车公司汽车计算机控制系统	(424)
第一节 ER27 型水平对置式 6 气缸发动机控制系统	(424)
第二节 电动油泵式动力转向计算机控制系统(MDPS)	(436)
第三节 无级变速器(ECVT)计算机控制系统	(467)
第九章 铃木汽车公司汽车计算机控制系统	(477)
第一节 F6B 型发动机控制系统	(477)
第二节 K6A 型发动机控制系统	(481)
附录 英文缩略语、英文全称和中译表	(490)
主要参考文献	(497)

第一章 车载计算机简介

第一节 计算机概述

二战期间,美国国防部为了计算火炮弹道的需要,着手研制世界第一台电子计算机。这台电子计算机于1946年研制成功,每秒能完成加法运算5000次,取名为“电子数值积分器和计算机”(Electronic Numerical Integrator and Computer,简称ENIAC)。其主要缺陷是不能存储。

世界著名数学家冯·诺伊曼(Von·Neuman)博士在1944年8月~1945年6月首先提出了计算机存储程序的概念,并在设计世界第一台具有存储程序功能的计算机(简称EDVAC)上起了关键作用。EDVAC由运算器、控制器、存储器、输入部分和输出部分等五大部分组成。它使用了二进制并实现了程序存储。迄今以来的几代计算机都被称为“冯氏计算机”。

由于电子技术的发展,特别是集成电路、大规模集成电路的产生,计算机得到了飞速的发展。现代的计算机无论从性能、体积、价格等哪一方面来说,与当初的计算机相比,都是无法想象的。根据计算机使用的电子器件的不同,计算机可分为如表1-1所列的几代。

表 1-1 历代计算机的比较

代 别	第一代(1946~1955)	第二代(1955~1965)	第三代(1965~1975)	第四代(1975~)
电子器件	电子管	晶体管	中、小规模集成电路	大规模、超大规模集成电路
运算速度	几千~几万次/s	几万~几十万次/s	几十万~几百万次/s	几百万~几亿次/s
其它特征	使用机器语言、汇编语言	作业连续处理,高级语言 Algol 等	多道程序,实时处理,微机出现(1971)	网络结构,实时分析处理
代表机型	IBM705 ENJAC	IBM709 CDC6600	IBM360 PDP11 NOVA1200	IBM370 IBMPc VAX11

一、计算机的主要组成部分

不论计算机多么复杂,不论计算机发展到第几代,计算机的组成部分或者计算机的硬件系统,通常由输入设备、存储器、运算器、控制器和输出设备等五大部分组成,如图1-1。

(一) 输入设备 理想的输入设备应类似于人,具备眼、耳的功能,会看会听。目前主要的输入设备是键盘,键盘将人们送入的文字、数字、符号转换成“0”和“1”的组合,送到计算机中。会听的输入设备有语言识别器,目前还未普及。

(二) 存储器 存储器是用来存放数据和指令的部件。计算机的存储器能记住一个城市的户口,一个图书馆的书目,能记住千千万万人难以记住的东西。但实际的记忆元件只能记“0”和“1”。半导体存储器用(电路)导通和截止表示“0”和“1”,不同的计算机分别用8位、16

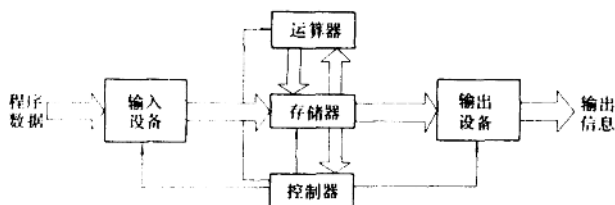


图 1-1 计算机组成部分(硬件系统)

位、32 位、64 位等二进制制的“0”和“1”的不同组合代表不同含意。存储器好比一个由若干房间组成的大旅馆，旅馆的每个房间，在存储器里称为“单元”，每个房间有编号，以备查找，每个单元的编号称为地址，计算机按地址存取信息；每个房间能住几个人，在存储器中表示“字长”为多少，即能放进几位二进制的代码；整个旅馆能住多少人，在存储器中表示为容量是多少。容量以字节来度量，一个字节是 8 位二进制代码，一个字节可存储一个字符，即一个英文字母或一个符号，两个字节可存储一个汉字。常以千(K)字节和兆(M)字节来表示存储容量，如微机内存一般有 64K、128K、256K、512K、2M 字节等。存储器又分为 ROM(只读存储器)和 RAM(随机存储器)两种。ROM 只能读出，不能写入，通常用来存放计算机常用的数据、程序。ROM 存放的信息是厂家固化好的，用户不能改变这些信息。RAM 是主存储器，用户的信息存在 RAM 中，ROM 中的信息关机后仍保持，RAM 中的信息关机后则丢失。所以用户需保存的信息必须存到外存储器中。外存主要有硬盘和软盘两种。硬盘和软盘都是以磁性材料为介质，所以能长期保存信息。外存比内存容量大，价格便宜。

(三) 运算器 人们用手工几十年才能完成的运算，计算机可以在几分钟完成，并且能完成复杂繁琐的计算，还能进行逻辑推理判断等。但它的运算部件却很简单，运算器主要由累加器组成。累加器由与门、或门、非门电路组成。表 1-2 为计算机中常用的逻辑运算真值表，即逻辑变量与逻辑表达式取值的对照表。

表 1-2 计算机常用逻辑运算真值表

输入变量		与 门	或 门	非 门		异或(累加)
A	B	AB	A+B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$A \oplus B$
0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	1	0	0	0	0

从表 1-2 可以看出，累加器的功能很简单，只有四种运算情况，即 $0+1=1$ ； $1+0=1$ ； $0+0=0$ ； $1+1=0$ ，所以复杂的运算都必须用计算方法变为四则运算，再通过编程序，在计算机内部最终用累加器来实现。

(四) 控制器 控制器采用“内存程序控制方式”，即根据内存中的每条指令来进行控制。所以控制器的工作是从内存取出指令到控制器的指令寄存器中，通过操作译码器分析指令，发出相应的执行命令。

运算器和控制器称为 CPU，大规模集成电路出现后，这两部分合为一块芯片。

(五) 输出设备 理想的输出设备应能写会画。目前有显示器、打印机、绘图仪等。输出设备必须将内存中需要输出的“0”和“1”组成的二进制代码,转换为能认识的数字、文字、符号和图像。

二、计算机的发展和应用

计算机的发展及其广泛应用,大大推动了科学技术的发展。目前计算机已广泛应用于生产的各个领域和生活中的各个方面,极大地提高了生产的产量和质量以及生活的质量和水平。

从本质上看,计算机就是处理信息的系统。从计算机处理信息的特点看,计算机的应用主要分为两大类:

(一) 数值计算 可求解:线性代数、代数方程、函数逼近和插值、数值微分和积分、概率统计以及微分方程的数值解法、积分方程的数值解法等计算数学专业所研究的内容。

数值计算的特点是计算量大,输入和输出数据少,用户关心的是运算结果的精确性,主要矛盾是解决算法问题。

数值计算的应用范围包括:发射人造卫星和宇宙飞船,通过计算机进行轨道计算;选择最佳方案;国防现代化,火炮、核武器、导弹、核潜艇都需要计算机。美国国防部就是计算机的最大用户。工程上,桥梁、高层建筑、水坝等的设计计算也离不开计算机。气象预报、地震预测的分析计算更是离不开计算机。但是随着计算机的广泛应用,数值计算在计算机应用领域中的比重日趋相对减少。目前大致占计算机应用的20%。

(二) 非数值计算(包括数据处理和过程控制)

1. 数据处理:即对实验数据、观察数据、统计数据、原始数据按不同的要求进行处理——分类、排序、计算、制表等。它几乎涉及到所有的领域,如人口普查、工商企业管理、财务管理、物资管理、气象预报、灾情预测以及办公自动化等。

2. 过程控制:生产过程中可用计算机及时采集检测数据,并在快速处理后选取最佳方案,对生产过程实施自动控制。如控制冶炼过程、机械制造过程、火箭发射过程等。

3. 其它:如计算机购物、计算机辅助设计、辅助医疗、辅助教学、模式识别、人工智能等都属于非数值计算的应用领域。现今热门话题的“信息高速公路”实际上就是地区性、全国性乃至世界性的计算机联网。

随着计算机的发展,计算机已经不仅仅是一种计算工具了。现在许多人将计算机称为电脑也是很确切的。今后的时代是信息时代,计算机存储容量大、运算速度快、又有逻辑判断功能,能承担大量信息处理工作,所以社会对它的依赖是确定无疑的。目前计算机在非数值计算方面的应用比重约为80%,且将与日俱增。

三、计算机在汽车上的应用

电子计算机的发明和应用,给人类生产活动和日常生活开辟了一个新的纪元,带来了深刻的变化,计算机正以迅猛的态势渗透到人类生产活动和日常生活的方方面面。汽车作为人类生产活动和日常生活的工具也与电脑逐渐结合,汽车已由传统的机械产品转变为典型的机电一体化产品。由电子技术控制的有:燃油喷射,刹车防抱,自动变速,定速行驶,安全气囊,空气悬架,油气主动悬架,电控动力转向,电动座椅,电控四轮驱动,电控防侧滑系统,防盗门锁及音响、空调自动控制等。同时在系统中加入“模糊”概念,使系统更具思维能力。上述装置和系统已进入实用阶段,世界各大汽车制造公司都已有自己成熟的产品装车使用,并

且同一种功能的系统各公司有不同称呼。如美国福特(Ford)公司的制动防抱装置称为ABS,而日本本田公司称为ALS,并加入模糊控制、自学习控制系统。同时使很多装置共用一批传感器和控制单元,如丰田公司集发动机和自动变速器控制于一身的TCCS系统;日本三菱公司集发动机、模糊自动变速控制、ABS、模糊空调等于一身的INVECS系统。由于这些装置均各具本公司自己的特点,而缺乏共性,不便一一论述,仅就最具共性的发动机控制系统在本章中加以论述。

第二节 车载计算机控制系统的发展

纵观科学技术发展史,科学技术的产生及其推广应用,离不开需要和可能两个因素,计算机在汽车上的应用也是如此。一方面,由于人们对现代汽车的动力性、操纵性、安全性、控污性以及经济性提出了更高的要求,现代汽车就必须采用“神通广大”的计算机来控制,以提高汽车的性能来满足人们和政府各部门对汽车提出的各种要求,甚至是苛求;另一方面,电子技术和计算机功能的发展以及计算机价格的降低,使电子技术和计算机在现代汽车上的应用成为可能。此外,石油危机、能源紧缺、环境保护对汽车排放的苛求等等,更推动了车载计算机的发展。在这些条件下,车载计算机控制系统的应用得到了迅速发展。

车载计算机电子控制技术首先应用在燃油喷射供油系统和电子点火系统。

燃油喷射的发展史是:1957年美国本迪克斯(Bendix)公司研制了电子喷油器,使用真空管,根据进气压力在进气口处喷油;1967年德国波许(Bosch)公司研制出用电子电路控制喷油电磁阀的开启时刻和开启延续时间的D型喷射装置(D-Jetronic),该系统首先装于大众公司的Vw1600型轿车上;1973年波许公司的机械式燃油喷射系统(K-Jetronic)投产,1974年开始大批生产,装于欧洲生产的20多种车型上;1975年波许公司开发了L-Jetronic系统,装在大众公司Vw轿车上,同年日本汽车上也装了这种系统;1979年,除波许(GM)公司(德国波许公司在美国分公司)继续推出LH等新系统外,美国的通用公司也推出了C-4系统,美国福特(Ford)公司也推出了EEC-Ⅲ系统;1980年,日本的丰田公司开发了能综合控制喷油、点火时刻和怠速,并具有自诊断功能的TCCS系统,三菱汽车公司则开发了使用“卡门”(又译卡尔曼)空气流量计也具有自诊断功能和后备电路的ECI系统。

80年代,在化油器供油系统上开发了电子控制系统,形成电子控制化油器,以改善化油器的供油特性,满足排污与经济性的要求。从此,电控燃油喷射向着高性能、低成本的方向迅速发展。

90年代,美国三大汽车公司——通用、福特、克莱斯勒(Chrysler)生产的车辆全部采用电控燃油喷射供油,欧洲和日本除销往东南亚地区的汽车尚采用化油器供油外,其它车辆均采用电控燃油喷射供油。

点火系统的发展史是:1973年德国波许公司和美国通用公司均采用无触点点火装置;1974年波许和通用公司开始采用高能点火HEI系统,从此,世界上发展了各种各样的高能无触点点火系统,以确保稀混合气的可靠燃烧(稀混合气燃烧是改善排污和节油的重要而有效的措施之一)。

1976年美国克莱斯勒公司首创了真正的电子控制点火系统;1977年美国通用公司在奥茨暮别(Oldsmobile)牌汽车上安装了一种真正的计算机点火时刻控制系统。同年,福特公司

则在林肯(Lincoln)牌汽车上安装了可同时控制点火时刻、排气再循环和二次空气喷射的EEC 发动机电子控制系统;1986年,通用公司开始在商品车上采用无分电器点火系统(高能、无触点、计算机控制点火时刻等)。

1990年,基于电喷装置优点突出,美国已率先在汽油车上全部采用了电控燃油喷射系统;德国也于1993年10月停止生产化油器式发动机轿车,全部采用电控燃油喷射系统。

第三节 车载计算机控制系统的分类

计算机在发动机上的应用,可以按下列方式进行分类:

一、按喷射系统执行机构的不同分

(一)单点喷射式(SPI) 一个喷油器供给两个以上的气缸,喷油器安装在节气门前的区段中,燃油喷入后随空气气流进入进气歧管内。

(二)多点喷射式(MPI) 每个气缸上安装一个喷油器,直接将燃油喷入各气缸气道的进气门前方。

二、按喷射控制装置的型式不同分

(一)机械控制式 燃油的计量是通过机械传动与液力传动实现的。最先由波许公司研制成功,广泛应用在欧洲各车型上。我国进口车中“奔驰”牌轿车应用较多;“一汽”引进的五缸2.2L发动机也用此系统。

(二)电子控制式 燃油的计量是由电子控制单元和电磁喷油器实现的。另外一种是在KE-Jetronic电子机械控制型,在K型基础上加上电子控制单元对喷射加力进行电液调节。

三、按喷射方式不同分

(一)间隙喷射或脉冲喷射式 每一气缸的喷射都有一定限定的喷射持续期,喷油量的大小由各传感器送来信息,由电子控制单元计算后确定脉冲宽度,由于油腔中的油压由调压器调定,故脉冲宽度不同意味着油量不同。又由于气缸数不同,可分为单组或分组喷射。有些公司的产品可对喷射组数因高低速的不同自动切换。喷射是在进气过程中的一段时间内进行的,喷射持续时间对应于所控制的喷油量。对于所有的气缸内喷射和多数进气道喷射都采用间隙喷射方式。

(二)连续喷射或稳定喷射式 燃油喷射的时间占有全循环的时间,连续喷射都是喷在进气道内,而且大部分的燃油是在进气门关闭时喷射的。因此大部分喷射的燃油是在进气道内蒸发。这种喷射方式主要是由波许公司研制,装于欧洲各种轿车上。

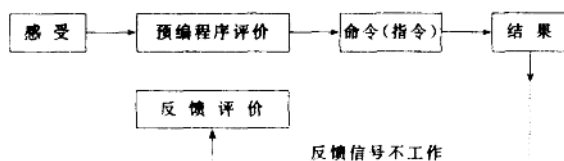
四、按燃油喷射位置分

(一)进气道喷射式 可以采用低压喷射装置,它是目前常用的喷射方式。

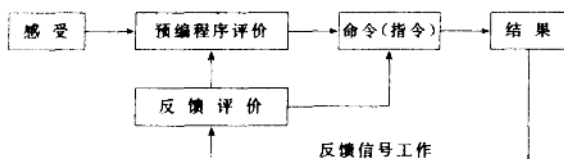
(二)气缸内喷射式 采用较高压力(约3.0~4.0MPa)的喷射装置,将燃油直接喷入气缸。由于该装置成本较高,而且还要求喷射的燃油能随气流分布到整个燃烧室,缸内布置燃油喷射器和控制气流方向均比较复杂,因此这种喷射方式目前用的不多。最近三菱公司研制出了成熟的产品。

五、按系统控制方式分

(一)开环控制式 如下图:



(二) 闭环控制式 如下图:



可根据执行的结果,再改变控制方法,然后又回到原来的状态。另外,可根据空气计量方法的不同,分为D型(Druck Menge Messer System)和L型(Luft Menge Messer System)等。

第四节 车载计算机控制系统原理

车载计算机控制系统与其它控制系统一样,都是为完成某一特定的功能而设计的。为了解决汽车燃油经济性和排放问题引入汽油喷射而设计EFI控制系统;为改善乘坐舒适性和操纵稳定性而设计的汽车悬架电子控制系统,如丰田的TEMS系统,日产公司的ATTE-SAE-TS系统等;为解决变速问题设计了电控自动变速器,如富士重工的ECVT系统等等。计算机控制系统在速度、精度和自动化上的优势,是人所无法比拟的。它是人设计的,但它在某方面的能力已超过人本身。要深刻理解控制系统的原理,除具有计算机知识外,更重要的是要弄清控制的目的是和所达到的要求,不同对象系统迥异。今以车载发动机控制系统为例加以说明。

一、发动机燃烧的条件

汽车发明了100多年,所使用的动力机械仍以四行程内燃机为主流,虽有一些新结构的内燃机问世,如三角转子发动机、可调节排量发动机、绝热发动机等,但仍未动摇它的主流地位。

泛泛地说,发动机燃烧有三要素:压缩、混合气和点火(柴油机不需要点火,而是压燃)。对于汽油机来说,电子技术的发展,无触点点火、无分电器点火的应用使点火能量增加很大,由原来的10kV左右可升至今天的50kV。无分电器点火大幅度地提高了点火提前角和高速时发动机的稳定性。对应于某一转速、某一工况最佳点火提前角的确定,是计算机控制的重要方面。

对压缩问题,发动机排气行程结束后,活塞下行形成真空度,进气门打开把空气(或混合气)吸入气缸,由气门、活塞、气缸组成密闭的空间(燃烧室)。从理论上讲,此空间压缩得越小越好,即压缩比越高越好。但随之而来的爆震问题非常棘手,特别是汽油机,在汽油中过多加入铅类抗爆剂又会对环境造成污染。故柴油机压缩比一般在20多,汽油机多在7~10.5之间。为改善中低速的扭矩特性和高速时的输出功率,一些进口轿车的发动机使用可变气门正时系统(VTEC),使用两组凸轮,它们有不同的行程,中低速时用升程较高的凸轮,可使进气

量增加而改善中低速时的扭矩；而高速时使用升程较小的凸轮，提高发动机的升功率，从而获得较大功率。中、高速的切换点，早些年使用液压活塞推动，而近年使用了电控技术，当需要切换时，电磁阀打开油路实现切换。最佳切换点由计算机根据当时发动机的工况而定。

空气和燃油的混合比即空气重量/燃油重量，称为空燃比。它支配着发动机的动力性、经济性和排气洁净性。燃烧室内的燃烧过程是化学反应过程，即汽油或柴油与氧进行的氧化过程。一定量的汽油完全燃烧所需要的空气量因各国汽油化学成分不同而稍有差别。由汽油分子式 $C_{6.7}H_{13.4}$ 算得是 14.8；以 $C_7H_{13.8}$ 算得是 14.7。此比数称为理论空燃比。

当实际空燃比(13.5~14.0)比理论空燃比值稍小时，混合气浓，燃烧火焰的温度最高。火焰燃烧速度最大的空燃比(12~13)，比火焰温度最高时的空燃比要小，即混合气越浓，火焰燃烧速度越快，燃烧压力越高，发动机输出功率越大。因此，当空燃比在 12~13 时，发动机输出功率最大。在汽车急加速、超车、上大坡时用此空燃比，也是发动机控制的最小空燃比，即混合气最浓。

油耗最低的空燃比，要比理论空燃比稍大，约 16 左右。燃烧结束后，废气中剩下少量氧气，完全燃烧是难于实现的。为解决经济性和排气洁净性问题，日产等公司开发了稀薄燃烧系统和废气再循环(EGR)系统。

由此可知，当要求大功率(节气门全开、近全开)时，需使空燃比比理论空燃比稍小(浓混合气)；当要求低油耗，发动机处于经济运行状态时，空燃比则比理论空燃比稍大(稀混合气)。

二、发动机工作的控制

通过以上分析得知，发动机要满足各种工况的工作，同时考虑经济性、排气洁净性的要求，一般要进行喷油量控制、点火时刻控制、怠速控制，或附设废气再循环、燃油泵的 ON/OFF、废气温度警告灯、自我诊断和后备电路等功能。因各公司考虑的侧重点不同，项目也有区别。今以丰田公司的 TCCS 系统为例进行阐述。

丰田公司的 TCCS 是一项综合控制系统。它从单独控制发动机开始，到今天综合控制发动机、自动变速器和驱动力等，形成综合控制系统。发动机控制方面能进行空燃比反馈控制的喷油量控制、点火时刻控制和怠速控制，形成了发动机电子控制系统。该系统不进行 EGR(废气再循环)控制，装有孔式喷油器和三元催化剂，并备有进行故障诊断与安全的自我修正功能。

TCCS 系统采用单组或两组气缸的喷射方式，曲轴转一周，在奇数和偶数的两组气缸中每缸喷一次油，喷油时间由分电器内的曲轴转角传感器发出脉冲决定。图 1-2 为 TCCS 控制系统的组成。

(一) 喷油控制 喷射方式基本上采用曲轴转一周喷一次油的同步喷射式。为提高加速响应性，仅在加速的时候再附加上同步喷射。同步喷射的喷油时间由发动机转速、空气量(通过空气流量计测量)、冷却水温、空燃比反馈信号(氧传感器信号)、进气温度、加速喷油增量、大负荷喷油增量、起动喷油增量和蓄电池电压决定。

为提高加速响应特性，必须采用特别的方案。鉴于同步喷射是按发动机转一周喷一次油进行的，在加速过程中会使供油不足，加速特性恶化，所以，加速时采用非同步喷射。

当发动机从稳定工况向加速工况过渡时，由于喷射量是按加速前计算的，风门式空气流量计的响应特性滞后 20~50ms，因此在这种加速工况下，各气缸均暂时出现供油不足的状态。

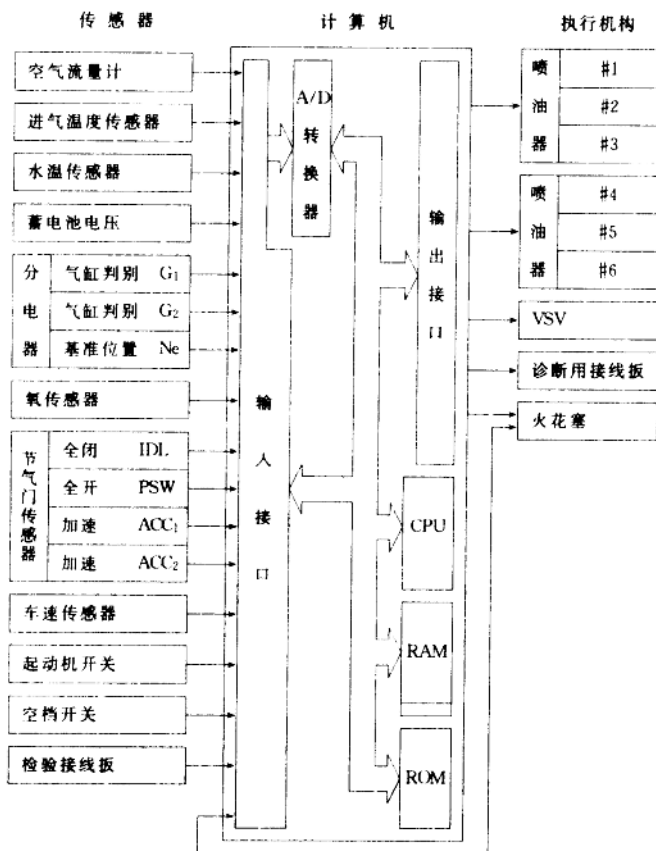


图 1-2 TCCS控制系统的组成

况,造成加速性恶化。为克服这一弊病,TCCS 系统采用与节气门连接的加速传感器以探测加速工况,根据加速的情况,在曲轴转一周喷射一次油的基础上,添加非同步喷射,从而提高加速响应性。

(二)点火时刻的控制 点火提前角由基本点火提前角、暖机过程中的修正值、高温时的修正值决定,通过爆震传感器进行爆震控制。

(三)怠速的控制 由于怠速时的喷油量很小,可通过加減易于调整的空气质量对怠速予以调节。通过调节设在节气门旁进气通路中的 ACV(空气控制阀)的开度,来调节怠速进气量。ACV 膜片室里的真空度由 VSV(真空开关阀)的占空比予以控制。

(四)其它的功能

1. 自诊断功能:将发动机在工作中产生的异常现象,保存在计算机的存储器里,用专门的仪器或一定的方法可以调出故障编码,能指导维修,使驾驶人员迅速找到故障。对非连续、间歇性产生的故障也可以探测出来。

2. 后备功能:

(1) 温度传感器异常:当水温传感器、进气温度传感器、空调器里的蒸发温度传感器等探测到温度在 -80°C 以下、 140°C 以上时,TCCS 系统立刻判定是不应有的状态,发出使冷却

水温、进气温度和蒸发温度改变并分别保持在 80°C 、 20°C 和 15°C 的紧急信号,并继续进行控制。

(2) 曲轴转角信号异常:当判别气缸的传感器 G_1 和 G_2 中的任何一个没有信号传出时,可单凭剩下的传入信号决定点火时刻和喷油量。

(3) 点火系异常:当连续 3 次没有点火信号输入时,TCCS 系统会认定点火系异常,并自动停止喷油。若点火线圈的初级线圈电流漏损,将使点火线圈过热,此时会自动停止向点火线圈通电。

3. 变速器的锁止控制:在自动变速的情况下,当水温在 $5\sim 105^{\circ}\text{C}$ 时,而且速度、负荷在设定的范围内,变速器跨过变矩器直接与变速器连接,以提高其经济性。

三、试验及控制程序

当发动机或其它电控装置工作时,控制计算机便会按设计的程序和数据进行控制。控制计算机运行中需要大量数据,这些数据必须经过大量的试验制取,以图表的形式存于计算机中。

一个简单的控制过程是:由各传感器传来数据,计算出喷油脉宽和点火提前量,再与存在计算机中的标准数据比较、修正后送至执行机构。计算机实际上是按图点火,按图喷射,这些图表有时称为“脉谱图”。

要强调的是,发动机控制计算机是批量生产的,而试验数据不可能每台发动机试验一次,故批量生产的控制计算机能否适合所有的发动机?另一方面,试验数据是新发动机做出的,而汽车送到用户手中就长年使用,发动机的气密性、旋转部分的磨损等都会影响发动机的工作,这又如何保证其控制精度呢?

问题的解决方法是在程序中应用了优化控制。如存入空燃比的数学模型,同时只给出控制数据的上限和下限,而最终的控制量用自学习和模糊控制的方法解决。如三菱公司在控制计算机中设有自学习系统,当实际工作中的数据若干万次的与存储数据不适,计算机可以更改其中的数据。富士重工的发动机控制计算机只给出某一数据的上下限,具体是哪一个数据由隶属函数决定。这样,就大大提高了控制精度,保证了控制的时效性。

第五节 车载计算机控制系统的结构

车载计算机控制系统一般由三部分组成,即传感部分、信号处理部分和执行机构部分。

传感器是系统的神经,是把非电量转变成电量的装置。它在科学的各个领域中有广泛的应用,往往是科学中最尖端的部分,由它实现了信号的探测和变换。在汽车上大致有:温度传感器、压力传感器、位置传感器、速度传感器、加速度传感器、流量传感器、爆震传感器、浓度传感器、超声波传感器和光亮传感器等。

信号的处理单元犹如人的大脑,是信息处理的装置,能发出控制信号至执行机构。它就是所说的控制计算机。在控制装置中装有专用的 8 位、12 位、16 位微处理器和 12 位单片 A/D 转换器、I/O-LSI 和 LSI 存储器。

在 A/D 转换器中装有 2 频道 12 位 A/D 转换器、6 频道 10 位 A/D 转换器、多频道调制器和时钟发生器。12 位 A/D 转换器的转换速度最快是 4.5ms ,10 位 A/D 转换器则为 2.5ms 。

4Kbit 的 ROM 用于存储控制发动机的必要程序和数据;128bit 的 RAM 用于临时存储检出的数据和演算的结果。

不同的功能,硬件基本相同,仅程序数据不同,这与软件不一样。

执行机构如人的四肢,执行控制器送来的指令。指令一般为电信号,执行装置根据指令推动电磁阀、电机等,如喷油器、点火器、怠速电磁阀、空调电磁阀、可变气门正时系统的切换电磁阀、自动变速器的变速电磁阀、驱动力控制系统的负节气门电机和车高调整用的电机等。

下面以电子喷射系统为例说明系统的构造。

一、供油系

供油系由电动燃油泵、燃油滤清器、冷起动喷油器等组成。

(一) 电动燃油泵 电动燃油泵是一个由永磁电动机驱动的带涡轮式转子的油泵。这种油泵泵油量,能在各种工作状态下保持稳定的输油压力,而且油压也较高(正常为 294kPa)。为了防止油压过高,设置了限压阀,当油泵压力过高时,油又流回进油腔中。燃油泵安装在油箱内,使其不易产生气阻或漏油。

在出油口处设了一个单向阀,以防发动机熄火时由于油压突然下降而可能导致的汽油回流,这样,可以保持油路中的静压,使下一次起动容易,尤其在高温情况下。

另一种是滚柱式电动燃油泵。在这种燃油泵中,装有滚柱式的滚子被偏心心地安装在泵体内,转子转动时,相邻的两个滚柱间形成一个低压吸油腔,而与其相对的两个滚子间空腔容积减少,成为高压腔。

滚柱式燃油泵的转子每转一周,排出的燃油就要产生与滚子数目相同的压力脉动,所以还要安装消振器。

采用机械式燃油分配器(如早些年的德国“奔驰”)的喷射系统,所需压力要更高些,通常为 490kPa(5kgf/cm²)。目前采用滚柱式油泵的较多。

(二) 燃油滤清器 由于喷油器的针阀等为精密零件,所以要装用一个全封闭的滤清器。它由一个滤芯再串联一个棉纤维过滤网制成,有很高的过滤效果,可滤去大于 0.01mm 的杂质。在正常使用情况下,燃油滤清器每 4 万 km 更换一次。

(三) 燃油压力调节器 它的作用是使油路中压力与进气歧管保持恒定的压力差,通常为 285kPa 左右。当进气真空吸力或汽油压力大于膜片弹簧压力时,膜片上移,回油阀打开,部分汽油流回油箱,油路中油压降低。由于油路中有汽油流动,因此,油路中油温不会太高,不会产生油路的“气阻”现象。

当进气真空吸力或汽油压力小于膜片弹簧压力时,膜片下移,回油阀关闭。这样,就使燃油压力随进气真空度变化,而它们间的差值为恒定值。

(四) 喷油器 喷油器是供油系统中最重要的部分。它装于进气门上方,实际上是一个电磁阀。喷油器接受控制单元的指令,电磁线圈使针阀打开,把准确配剂的定量汽油喷入进气门前方,同时与进气歧管吸入的空气混合进入气缸。

喷油器内的针阀与衔铁结合为一体,当 ECU(电子控制装置)发出通电指令后,衔铁和针阀被吸起,汽油从针阀与喷孔的环形间隙喷出;当电源切断后,针阀在回位弹簧作用下关闭喷孔。针阀开启的持续时间(即喷油量)由 ECU 发出电脉冲宽度控制。

喷孔分单孔式、双孔式和环孔式。目前广泛采用双进气门结构。采用双孔的喷油器有利