

微 处 理 机 在 汽 车 上 的 应 用

〔美〕 P. 法桑 J. 纽曼 编

马元镐 译
金国栋 校

机 械 工 业 出 版 社

序 言

这本论文集集中的文章是 1982 年 10 月 7~8 日在密执安州底特律举行的微处理机在汽车上的应用会议上发表的。会议由 IEEE 工业电子学学会与 IEEE 计算机学会联合组织和举办的。

会议目的是让这一领域的研究者聚集一堂，交换情况、设想和研究成果，把有代表性的技术论文编纂成单卷集。

会议执行委员会希望这本论文集对现时和将来本领域的研究者能有所帮助。

本文集分为四部分：基本知识；发动机和驱动系统控制；汽车附件；试验、维修和诊断。

我们对于参加会议和提交论文的作者表示感谢，是他们使本论文集能够出版。我们还要对通用汽车公司研究实验室的绘画艺术家 C. 普慈为文集作了封面设计表示感谢。

P. 法桑

J. 纽曼

1982. 10.

本书是1982年“微处理机在汽车上的应用”国际会议的论文集,包括有汽车微处理机应用的一般状况;对发动机和驱动系统的控制;对汽车附属设备的控制以及应用于维修、诊断和试验等方面的论文共18篇。文章论及微处理机在发动机、油泵、气门系统方面的控制应用,对于汽车电子仪表板、液晶显示装置的控制,语言合成及语音输入技术的应用,应用于多路传输系统和发动机缺陷分析系统的控制,以及应用于排放分析仪和油耗仪等多方面的内容。在反映国外当前在这一领域中研究范围和水平方面,具有较好的参考价值。

本书可供汽车、发动机、以及计算机应用技术方面有关的科研、工程技术人员以及大专院校有关专业师生阅读参考。

**Automotive Applications
of Microprocessors**

Edited by Patrick P. Fasang

and John G. Neuman

October 7~8 1982

Dearborn Michigan

Published by IEEE Computer Society Press

1109 Spring Street

Silver Spring MD 20910

* * *

微处理机在汽车上的应用

[美]P. 法桑 J. 纽曼 编

马元镐 译 金国栋 校

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 7 · 字数 183 千字

1987年2月北京第一版·1987年2月北京第一次印刷

印数 0,001—2,420 · 定价 2.10 元

*

统一书号: 15033 · 6348

目 录

一、微处理机在发动机电子控制上的应用	1
二、用于发动机电子控制部件研制的微处理机系统	32
三、一种以微处理机为基础的汽车柴油机油泵控制器	51
四、微处理机用于巡游车速控制系统	64
五、发动机气门正时的微处理机控制	77
六、一种用于发动机实时模拟的多路微计算机系统	86
七、混合型汽车动力装置的微计算机控制	98
八、奥托 2000VW 研究车的驾驶员信息系统	114
九、微计算机控制的车用液晶显示器	121
十、奥迪·夸特罗汽车的电子仪表板	133
十一、语言合成式板上检查系统	143
十二、使用微处理机的车用语音输入系统	152
十三、一种评价车用多路传输规约的系统	162
十四、一种低能耗自计时的汽车多路传输系统	170
十五、发动机缺陷分析用的实时微处理机系统	179
十六、托契（触摸操作通用联络辅助系统）	189
十七、一种廉价的使用微计算机的移动式排放分析仪	195
十八、微处理机在燃料测量系统中的应用	204

一、微处理机在发动机电子控制上的应用

T. J. 弗里斯

(福特汽车公司电气和电子设备部)

提 要

到 1984 年,在美国销售的火花点燃式小客车实际上将全部装有以微处理机为基础的电子器件,使之达到排放物和燃料经济性的预定水平。通过使用电子器件,特别是以微处理机为基础的电子器件,使满足这些目标的发动机控制对策能有效地实现,要依靠许多门类不同的工程学科的宽广知识——从排放物控制的基本概念到微处理机和半导体存贮器的系统设计与操作。

本文为汽车和电子系统工程师们提供如下的简要综述:(1) 发动机排放物控制的特性;(2) 微处理机和半导体存贮器的基本原理;(3) 福特汽车公司在发动机控制方面的微处理机应用。文章的中心放在微处理机的特性上,这是发动机控制应用的关键,同时,着重以福特汽车公司新的第四代发动机电子控制微处理机系统 EEC-IV 作为说明的实例。

排放物控制法规

汽车排放物控制法规以加利福尼亚州对全部 1961 年型汽车需要进行曲轴箱排放物控制时开始,继而成了美国其它各州 1963 年型汽车的标准。汽车制造者自动地以曲轴箱窜气装置装备他们的汽车,确实消除了曲轴箱的排放物。这一方法实质上是利用闭合的曲轴箱强制通风系统 (PCV),使窜入曲轴箱中的气体回流到发动机进气系统中去。

1963 年，国会通过清洁大气法案，并向各州拨款用来实施减少大气污染的规划。1965 年的修正法案授权联邦政府制订新车的排放物标准。这些标准首先使用于 1968 年型的汽车，随后在 1970 年（1970 年 11 月 2 日）建立环境保护局（EPA）时作了较大的变动。EPA 作为单一的机构，加强了联邦政府的环境管理活动。当时，制订了 1973~1974 年汽车的排放物标准，并对 1975 年及其后的标准作了设想。环境保护局首次规定的标准，要求 1975 年型小客车的碳氢化合物（HC）和一氧化碳（CO）排放比 1970 年水平降低 90%，氮氧化物（NO_x）到 1976 年时应降低 90%。这些标准后来修正到了表 1-1 所示的水平^[1]。另外，环境保护局还在汽车的其它方面建立了标准。综合平均燃料经济性

表1-1 各型号年对小客车排气排放物的要求

型 号 年	排气的排放物(gpm)①								
	加利福尼亚州			美 国			加 拿 大		
	HC	CO	NO _x	HC	CO	NO _x	HC	CO	NO _x
1970	2.2	23.0	未定	2.2	23.0	未定	—	—	—
1975~1976	0.9	9.0	2.0	1.5	15.0	3.1	2.0	25.0	3.1
1977~1979	0.41	9.0	1.5	1.5	15.0	2.0	2.0	25.0	3.1
1980	0.41	9.0	1.0	0.41	7.0	2.0	2.0	25.0	3.1
1981~1984	0.41	7.0	0.7	0.41	3.4	1.0	2.0	25.0	3.1

① 1 gpm = 0.621g/km，下同。

(CAFE) 标准在 1978 年开始实施，要求各汽车厂商出售的汽车在加载的情况下对于城市及公路平均每加仑燃料行驶 18.0 mile[⊖]，CAFE 标准在逐年提高，到 1985 年汽车工业必须满足每加仑燃料行驶 27.5 mile[⊖] 的要求。加里福尼亚州有它自己的管理机构，叫做加州大气资源局（CARB），其权限大致和联邦环境保护局类似，但是其权力范围仅适用于在加州销售或进入该州的汽车。

⊖ 相当于15.7L/100km。——译者注

⊖ 相当于10.3L/100km。——译者注

汽车的排放物

汽车排放物的控制基本上可以分为三大类：曲轴箱排放物的控制（前面已作了讨论），蒸发排放物的控制，以及排气中排放物的控制。蒸发排放物控制系统控制从燃油系统——油箱、油泵、化油器和燃料管道蒸发的碳氢化合物蒸汽。（现在，大多数厂商使用一个活性炭收集器存贮燃料的蒸汽，收集器的清除阀周期性地开启，泄放蒸汽使之返回进气系统）。

已使用了各种系统和装置来控制排气中的三种排放物——未燃的碳氢化合物（HC）、一氧化碳（CO）和氮氧化合物（ NO_x ）。其它的排气成分（除了柴油机的微粒以外）现在还没有进行限制。这些排放物中，HC 和 CO 两种由于燃烧不完全而产生，氮氧化合物则是燃烧化学反应的固有产物。碳氢化合物来自未燃燃料，一氧化碳排放物取决于燃烧时可得到的空气量，因而与发动机的空燃比（A/F）有关。要同时对三者进行控制，并达到合格的燃料经济性和驾驶性能，由于愈益紧迫的政府、消费者和市场的压力而变得格外复杂。一般，减少 NO_x 的方法对于控制 HC 和 CO 来说不会是最有利的，因为消除 NO_x 需要化学还原，而消除 HC 和 CO 却需要氧化。图 1-1 所示关于排气成分随空燃比而变化的关系〔2〕

是一种有用的概念，可以帮助弄清发动机整个控制系统的基本原理。

实现完全燃烧时的空气和燃料的比率称为化学当量比，其典型数值为 14.7 比 1 或每 kg 燃料需要 14.7 kg（按重量计算）空气。这一比值由于下列

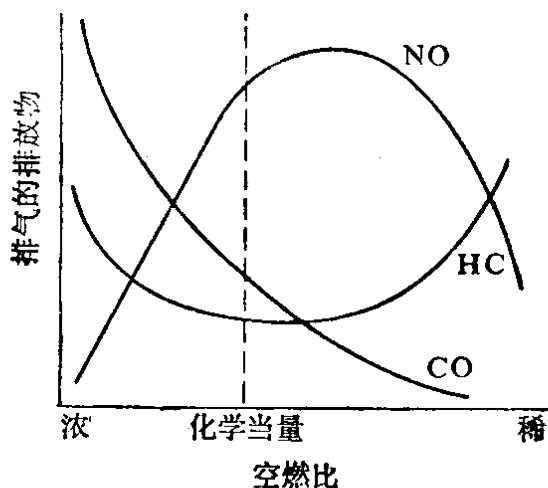


图1-1 排气成分随空燃比变化的关系

两个原因而显得格外重要：第一，它给出能保持着火燃烧的混合气

空燃比 A/F 浓（燃料较多, A/F 值较小）或稀（空气较多, A/F 值较大）的界限；第二，为了最有效地消除排气的所有三种排放物气体，对许多催化转换器来说， A/F 值必须保持在化学当量比附近（最佳值通常比化学当量比浓 $0.1 A/F$ ）。而能使三种排放物都处于最佳状况的催化转换器效率最佳区十分狭窄——约为化学当量比的 $\pm 0.05 A/F$ ，如图 1-2 所示。

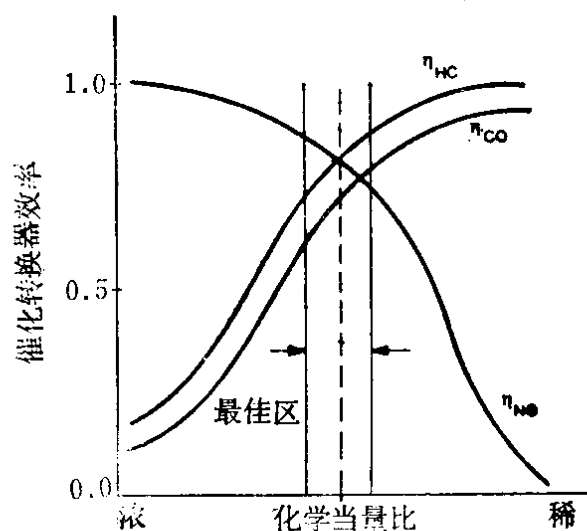


图1-2 催化转换器效率
与空燃比的关系

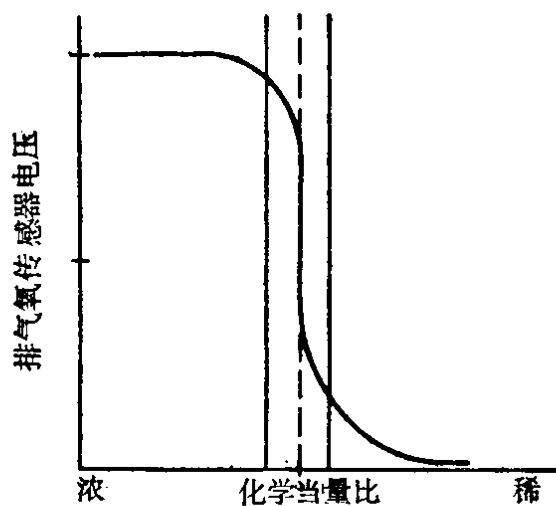


图1-3 排气氧传感器输出电压在
化学当量比处的转变

控制空燃比使之精确地处于化学当量比的关键元件是排气氧传感器（EGO），其变换功能示于图 1-3。传感器在化学当量空燃比处产生一个近似于阶跃的电压变化。氧传感器是一个具有固态电解质（通常为二氧化锆）和疏松电极（铂）的原电池器件，它的一个电极暴露于废气中，另一个在大气中。电解质允许氧离子通过，从一个电极到另一个电极，形成电池。所产生的电动势在稀混合气时不到 200mV ，而在浓混合气中则大于 600mV 。用排气氧传感器进行反馈的发动机控制系统将在后面讨论。

排气中排放物的基本控制技术

前十年中，对于排气的排放物控制已经使用了各种各样的基本技术，有单一的，也有组合的。现对每种系统简要地说明其概

念，而不探索其细节。

空气喷射——这些系统使用一个空气泵对排气歧管或缸盖排气道供给新鲜空气。这些空气和发动机排出的灼热排气混合，使得减少 HC 和 CO 排放物所必需的氧化反应得到改善。

点火定时控制——对于调制点火定时以控制 HC 和 NO_x 排放物使用了各种系统。由于排气中最大量的排放物是在怠速和低速运行时产生的，典型的机械式点火控制系统被设计成在怠速和汽车低速挡时推迟真空提前，从而延长充量的有效燃烧时间，减少排放物。这意味着点火控制系统只能够工作在发动机处于正常工作温度和汽车运行于低速或低速挡的时候。而在正常工作温度并且汽车在巡游车速或高速挡时，它实际上对于点火控制不起作用。况且，机械式的控制，即离心式和真空提前式相结合的机械系统不能对发动机运行情况的变化作出足够快的反应，也不能提供为满足今天排放物和燃料经济性标准所需要的、极其精确的定时。因此，所有的厂商都发展了电子控制点火系统，以获得必需的响应时间和精度。实际上今天发动机电子控制系统的前身都是电子点火定时计算机，这就是说，像克莱斯勒公司的电子稀混合气燃烧系统 (ELB)，通用汽车公司的微处理机检测和汽车控制系统 (MISAR)，以及福特汽车公司的第一代发动机电子控制系统 (EEC-I)，实际上都是电子点火系统。

废气再循环——控制 NO_x 的一种有效方法是将少量废气回输到进气歧管中，用以稀释进入气缸中去的空气-燃油混合气，从而减缓燃烧速度和降低燃烧温度。燃烧室的温度若低于 1370℃，氮和氧将不能化合。可以用两种方法控制燃烧室的最高温度，以遏制 NO_x 形成。一种是前面已讨论的将点火定时稍稍推迟。第二种方法更为有效，它是在空气-燃料混合气中喷入少量惰性气体，以降低燃烧室的温度。因为废气是比较惰性的，它们可用于此种目的。将少量废气（百分之 6 到 10）从发动机的排气管重新循环到进气歧管。由于废气中含氧很少，使得空气、燃料加上废气的混合气燃烧较缓慢，所产生的热量不像未稀释的混合气那么

多。在怠速或节气门全开高速运行工况时，不需要或不希望有废气再循环（EGR）。它只有在巡游车速和在每 h 30 到 70 mile 车速之间加速时才必需，那时 NO_x 生成最多。在发动机温度比较低，因而 NO_x 生成较少的时候，也应切断再循环，以利于较快地暖机，并获得较好的驾驶性能。

催化转换器——最初的催化转换器叫做常规氧化催化器（COC），装于 1975 和 1976 年型汽车的排气系统中，它使排气中的 HC 和 CO 被化学氧化或燃烧掉。因为 HC 和 CO 是在温度较低的排气气流中靠 COC 发生氧化，所以为满足 HC 和 CO 排放标准，所需的点火推迟较少，相应的排气温度也较低，从而减少了燃料经济性的损失。近来有一种叫做三元催化器（TWC）的催化转换器，开始出现于 1977 和 1978 年型汽车上，它有助于促进 NO_x 排放物的化学还原作用。现在的许多催化器组件都由两个部分组成。前面部分是一个三元催化器，用以氧化碳氢化合物和一氧化碳，同时还还原氮氧化合物。如前所述，这部分若要工作正常，必须对空燃比作精确的控制。后面部分具有一个常规氧化催化器，可以进一步氧化碳氢化合物和一氧化碳。常规氧化催化器的转换效率随温度而变化，如图 1-4 所示^[3]。在其工作温度上升到 $250\sim 300^\circ\text{C}$ 以前，催化器的效率很低，这种现象使得冷车启动时的排放物控制复杂化。通常使用“点火”温度这个术语来描述转换器开始生效的温度。

“点火”温度随着累计里程而增高，在 50000 mile 排放物鉴定试验中，这是一个重要的损耗因素。在冷启动运行时，温度还没有达到“点火”值，可以预计到，HC 和 CO 排放物通过转换器时未发生反应。由于冷启动时的驾驶

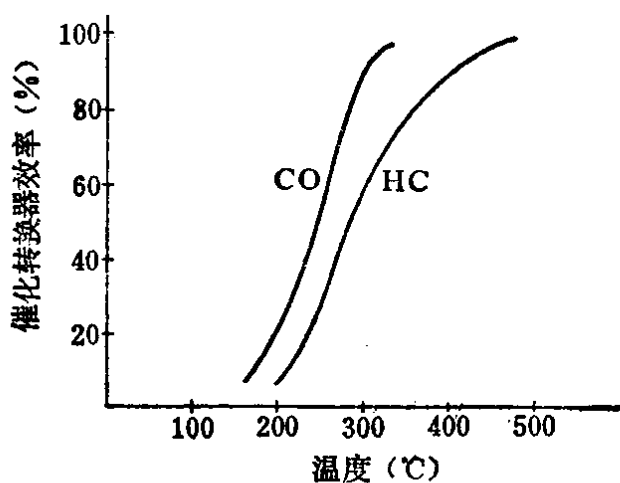


图1-4 常规氧化催化器效率随工作温度变化的关系

性能要求空燃比 A/F 较浓, 过量燃料通过冷发动机时产生了异常高的 HC 和 CO 排放物, 因此, 需要在启动时用发动机带动气泵, 把二次空气供应到排气口去 (称为上游空气喷射)。该处排气温度最高, 因而气体具有的氧化趋势也最大。过量的 HC 和氧化合时发生放热反应 (放出较多的热), 加速了催化转换器的“点火”。常规氧化催化器 (COC) 一旦“点火”, 向排气口喷射空气可以继续运行, 也可以旁通 (放空) 到大气中去。三元催化转换器 (TWC) 具有类似的“点火”特性, 并且在闭环系统中使用排气氧传感器 (EGO), 这种传感器也具有预热特性。因此, 在冷车启动时, 闭环 TWC 系统将被迫作开环运行, 直到 EGO 传感器完成预热为止。决定 EGO 传感器预热所需要时间的因素之一是它在发动机上的安装位置。

联邦排放物鉴定程序

每年的新客车是否可用, 取决于汽车制造者对每种机型和驱动系组合体能否成功地完成复杂而漫长的排放物鉴定程序。汽车制造者负责对每种发动机系列进行 50000mile 耐久试验, 试验中按照严格规定的程序, 每隔一定时间进行排放测试。在试验期间只允许作预定的保养或环境保护局 (EPA) 认可的专门保养。每种气体的排放数据用一条直线拟合, 用以确定恶化系数 (DF) ——80000km 时每 mile 排放物克数对 6400km 时数据的比值。然后再让为所试发动机系列提供补充数据的样车作 6400km 运行, 获取燃料经济性数据和 6400km 时的排放物数据。把这些排放物数据分别乘以恶化系数 DF, 就可以获得 80000km 时排放物的预计水平。如果乘得的预计值超过了标准, 那么这种发动机系列就不能向公众出售。

原型和试制的排放物控制部件必须经常进行设计, 而在车辆上验证其可用性应比引进到市场的产品领先 3~5 年, 这样才可确保有足够的时间完成全部内部设计和生产验证以及联邦排放物试验规范。

发动机电子控制

发动机电子控制按其复杂程度分类,可由简单的点火定时和废气再循环量的控制直到空燃比、二次空气、废气再循环量、点火定时、怠速、爆震,以及蒸发燃料量等完全交互作用的监控〔4〕。根据所采用的具体控制对策,发动机电子控制系统的复杂性也受到实际应用的传感器-执行器的配置和精度要求、信号处理速度和计算能力要求、动力系排量大小、以及燃料供给系统等因素的影响。

例如,燃料供给系统可分为化油器和燃料喷射两大类,具有四种组合状态:常规化油器、反馈控制式化油器、单点或节气门本体燃料喷射(也称为中央燃料喷射——CFI),以及多点或各气道燃料喷射(也称为电子燃料喷射——EFI)。反馈式控制化油器的功能和常规化油器类似,但是它有一个执行器,可以响应微处理机来的指令信号,对燃料量和空燃比进行调制。单点燃料喷射系统在节气门本体的每个喉管孔内用一个喷嘴,而多点燃料供给系统对应每个气缸在进气歧管上各装一个喷嘴。

最初,电子控制主要用于点火定时、废气再循环和二次空气管理方面,因为使用常规氧化催化器通常已可以满足当时之HC和CO的排放物标准,而NO_x排放物则使用废气再循环技术就可以得到控制。但是从1978年开始,由于出现了对1981年型汽车更严格的NO_x排放物标准(由2.0gpm变为1.0gpm),并计划进一步要求海拔高度补偿,汽车制造者开始加速了对于电子器件、三元催化器和电子燃料喷射技术的应用。一种典型的反馈控制式化油器闭环电子控制系统示于图1-5。

反馈控制式化油器(FBC)闭环电子控制系统的主要部件是排气氧传感器、具有真空调制器的反馈控制式(控制空燃比)化油器、电子控制器和三元催化转换器。闭环运行时,电子控制器监视排气氧传感器的输出电压,并发生一个到反馈控制式化油器上真空调制器去的信号。该信号是一个恒值电压,它以固定频

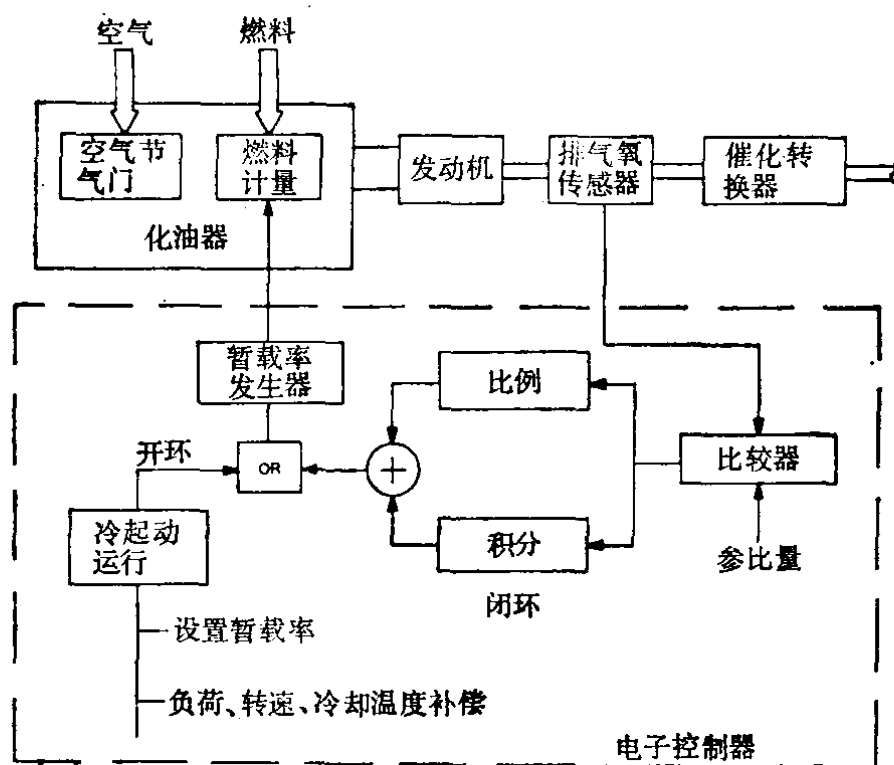


图1-5 典型反馈控制式化油器闭环电子控制系统方框图

率，可变暂载率周期性地接通和断开（高频振动）。暂载率（接通时间和断开时间之比）是排气氧传感器输出电压的函数。

当传感器的电压升高到超过预设的参数阈值时，比例增益立即使暂载率向着误差最小的方向变化。由于排气氧传感器只有经过一段时间延迟后，才可观察到混合气空燃比的变化（因感应、燃烧及排气过程造成），而在怠速时这一延迟时间可超过 $0.5s$ [5]，因而这一比例项可在每次排气氧传感器电压跨越预设点时以快速的阶跃变化来补偿这种时间延迟。暂载率进一步按照等变化率（积分增益）变化，使平均空燃比与化学当量比保持相等，并且瞬时误差扰动量最小。在开环运行时，反馈控制式化油器的真空调制器由预定的暂载率来驱动，此暂载率随发动机运行工况而变化。在冷启动和重负荷行驶工况下，通常用发动机冷却温度（ECT）和进气歧管绝对压力（MAP）两种附加的传感器协助调控。

发动机冷却温度传感器是一个热敏电阻，用于在发动机温度很低或高得不正常时减少废气再循环量，以改善冷-热态的特性和

驾驶性能。它是发动机在暖机作开环运行时的主要输入量。发动机的负荷反映为歧管绝对压力的变化。同时考虑歧管压力和气压计压力信号（二者均可由歧管绝对压力加上节气门位置来推断），则可以利用海拔高度补偿和大气密度的变化得到适合要求的点火定时、废气再循环量和空燃比。

一个典型的控制对策通常可分为两部分，即发动机控制对策和诊断自试验程序。图 1-6 表示的发动机控制对策分成三种工作

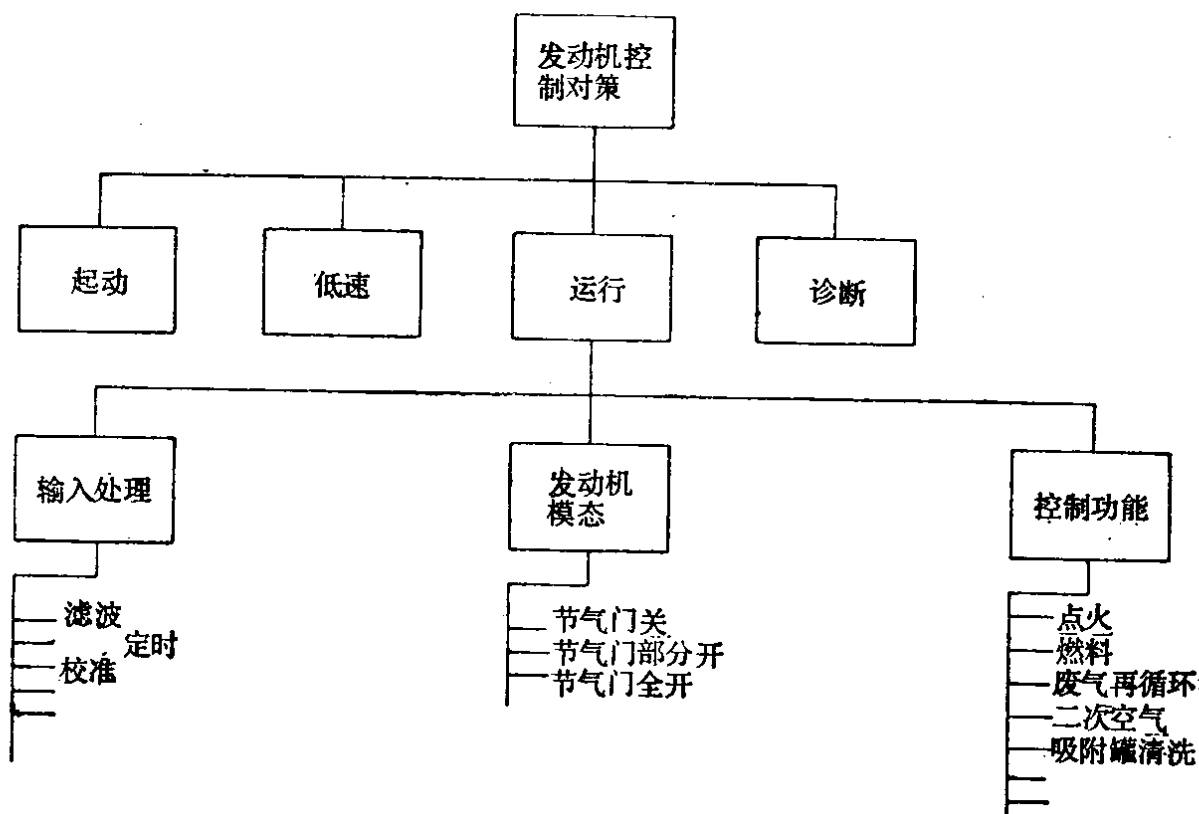


图1-6 典型发动机控制对策的工作模式

模态：起动、低速和运行。运行模态下的对策特别重要，因为它包含用于最广泛的发动机运行区段的控制逻辑。三种工作模态按节气门位置规定为：节气门关闭、节气门部分开启和节气门全开。这三种工作模态与开环或闭环控制相结合，可以得到六种燃料供给状态：

- 起动开环状态
- 节气门关闭闭环状态
- 节气门部分开启闭环状态

- 节气门全开开环状态
- 满负荷开环状态
- 大空气量开环状态

每一个状态可以是一个完整的控制模件，状态间过渡控制成为发展最佳燃料控制的基本部分。要进入某一状态，必须满足一组精确确定的条件；一旦进入某一给定状态，只有满足了一定的精确条件才能退出该状态而进入另一不同的状态。表 1-2 列出了装有三元催化器的典型反馈控制式化油器电子控制系统的节气门位置和燃料控制的状态。在整个控制对策中的其它重要因素是：自适应排气氧传感器对策、瞬态燃料补偿、自适应燃料对策、点火对策、废气再循环阀门控制以及分配器转子记录。

表1-2 反馈控制式化油器发动机控制对策的工作状态

驾驶要求的 节气门位置	燃料控制 环 方 式	系 统 的 状 态	空 燃 比	发动机运 行 状 况	发 动 机 负 荷	热反应器空 气典型状态
快 速 怠 转	初 始 化 方 式	起动到瞬 态(短时间)	浓	起动到 轻 负 荷	起动	—
节气门部 分 开 启	闭环	平衡	平衡	巡游车 速(暖机)	中等负荷	顺流喷射注 入催化转换器
节 气 门 关 闭	开环	瞬态(按 发 动 机 负 荷 调 节 系 统)	浓 或 稀 (取决于各 发 动 机 初 始 调 整)	怠 速 (连续)减 速(延伸)	轻负荷 由中等至 轻	旁通到大气 或逆流注入排 气歧管(取决 于各发 动 机 初 始调整)
节 气 门 全 开	开环	过渡(按 发 动 机 负 荷 调 节 系 统)	浓	加速	中等经满 负荷到重负 荷	旁通到大气

正如反馈控制式化油器电子控制系统的实例所表明，发动机电子控制系统比完全机械式的系统有可能提供更好的发动机最佳控制。这是靠使用微处理机实现的。微处理机解译来自各发动机参量传感器的数据，并根据存贮在半导体存贮器中的控制对策产

生相应的控制信号，送到各执行器中去。

微处理机和半导体存储器原理

微处理机包含一个数字计算机的主要计算和控制部分，制作在一个单片集成电路（IC）上，称作中央处理器（CPU）。简单的 CPU 具有取得和完成指令的控制电路，进行数据运算的算术逻辑部件，以及存放暂时结果、数据和处理器状态的寄存器。方框图图 1-7 是一个微计算机系统的简化示意图，它分为四个基本功能部分：微处理器、存储器，输入和输出部分。

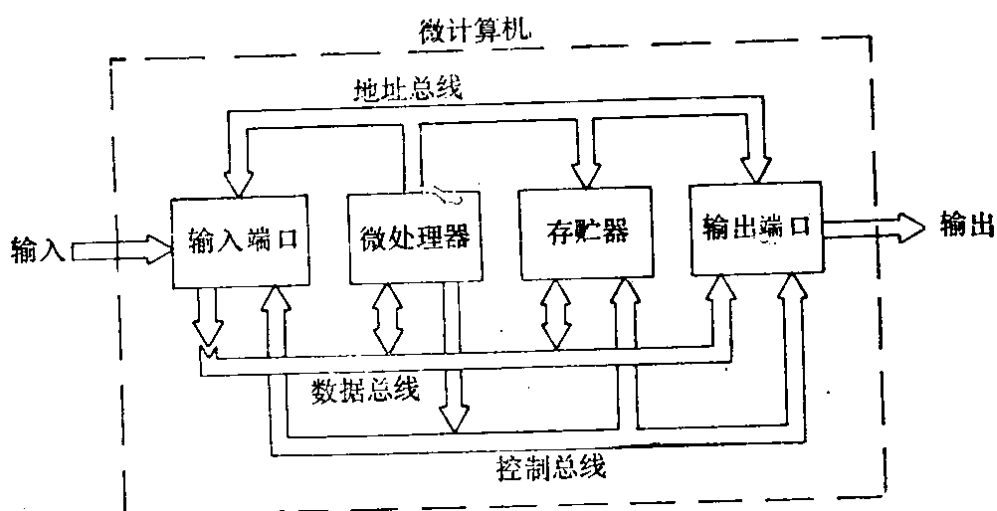


图1-7 微计算机的方框图

微处理器（也称 CPU 芯片）是系统的“大脑”。存储器存储要执行的程序，也可以存储数据。由于整个计算机要与外界交换信息，这就需要输入、输出部件。如果这四部分功能齐全，并且包容于一个单一的集成电路上，就成了一个“微计算机”；当在单芯片上仅有 CPU 时，就叫做“微处理机”。一个计算机控制系统可以由单个的微计算机芯片构成（称为以微计算机为基础的系统），或者由微处理机集成电路、后援存储器、输入、输出集成电路配置而成（称为以微处理机为基础的系统）。图 1-7 表示了这四个功能部件和地址、数据及控制总线并联连接的主要面貌。总线就是一束传递信息的内部连线。它通常按传递的信息的类别而分为地址、数据、控制等几类。总线中的导线总数随系统不同

而变化。

微处理机使用地址总线设定在存储器中存储的数据的地址，或辨认特殊的输入和输出量。可以把地址想像为用来识别数据存放位置的邮政信箱的号码。应注意所有的地址都从微处理机出发再传送到其余的功能块，即地址是单向的。一旦地址上的单元被指定到地址总线上，数据就在数据总线上传递。信息可以在数据总线的两个方向传送——从微处理机到其它部件（称为写运行），或由其它部件到微处理机（称为读运行）。所以，数据总线是双向的。

第三种总线叫控制总线，它包括了微处理机用来指挥或控制运行的信号和总线与其它一个功能部件之间的控制程序信号。

微处理机以二进制数型式处理信息。单个二进制信息数（0或1）称为一个 bit（位），但极大多数微处理机使用的数据是由多个 bit 构成的称为字的组合体。不同的微处理机其字长可以是 4、8、16 或 32 位。一个 8 位的字称为一个 byte（字节），而 16 位的字叫做双字节。

第一台微处理机是 1971 年由英特尔公司制成的 4004（4 位机）。十年后（1981 年 11 月）《电子设计新闻》杂志列出了 46 种商品化的从 4 位到 32 位各种字长的微处理机。那个表格还没有把装在消费、工业、军事上的大量日用装置中的微处理机包括在内。这些机器其能力有相当大的差异，这不仅表现在字长方面，而且表现在内部结构及所能具有的输入-输出接口总数上。

掌握一个典型微处理机的内部结构和运行方面的某些知识，对于了解系统的工作十分有用。图 1-8 表示 Intel8085（8 位）微处理机的简化方框图〔6〕。

累加器是许多内部数据运算的集中点，并且是把数据总线连接到算术逻辑部件（ALU）的一个输入端。暂存寄存器则与 ALU 的第二个输入端连接。基本上，ALU 用单数码（累加器输入）或双数码（累加器和暂存寄存器输入）操作，并将这些运算结果存放在累加器中或送到数据总线中提供给用户或存储在其它