

71-37
G2-22
72
756585

机电一体化技术手册

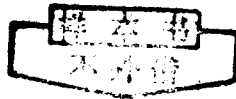
(第 2 版)

第 2 卷

机电一体化技术手册编委会 编



YD02/1301



21113001108760



机械工业出版社

本卷内容为机电一体化技术的应用实例。主要包括数控加工设备、数控系统、搬运机械装置、电气传动系统、通用机械、印刷机械、轻纺机械、重型矿山机械、农业机械、办公机械、家用电器、工业自动化仪表、数字化量仪、分析仪器与医疗电子仪器、测试系统、机器人、制造自动化系统及生产过程控制系统等。每一实例介绍了产品或系统的功能、性能、设计思想、硬件结构、软件框图、应用范围及使用效果。本书可供从事机电一体化产品或系统设计、研制、开发、生产、经营、使用、维修的技术人员、有关管理人员及有关大专院校师生参考。



图书在版编目 (CIP) 数据

机电一体化技术手册：第2卷/机电一体化技术手册编委会编.
第2版. - 北京：机械工业出版社，1999. 5

ISBN 7-111-06664-2

I. 机… II. 机… III. 机电一体化-手册 IV. TH-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 22183 号

出版人：马九荣(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑：孙本绪 沈红 李万宇 版式设计：霍永明
责任校对：韩晶 封面设计：姚毅 责任印制：路琳
中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1999年3月第2版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·37.75印张·2插页·1255千字

15 001 - 20 009 册

定价：68.00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)68993821、68326677-2527

编辑委员会

主任委员 唐仲文

副主任委员 (以姓氏笔划为序)

王信义 刘巽尔 朱森第 吴关昌 姚福生

常务委员 (以姓氏笔划为序)

王信义 刘巽尔 朱森第 吴关昌 吴本奎
陈 令 陈 瑜 张国雄 姚福生 俞忠钰
唐仲文 龚炳铮 潘鑫瀚 樊 力 魏庆福

委 员 (以姓氏笔划为序)

王信义 甘锡英 冯之敬 冯辛安 刘巽尔
朱良漪 朱森第 孙本绪 毕承恩 李宜春
李家俊 李鹤轩 吴关昌 吴本奎 吴柏青
佟传恩 杨 俊 杨叔子 杨荫溥 张国雄
张福学 陈 令 陈宝彦 陈 瑜 陈元舫
依英奇 林其骏 林奕鸿 赵松年 俞忠钰
段明祥 姚福生 唐仲文 钱文瀚 龚炳铮
曹名扬 黄义源 程瑞全 谢存禧 蔡 青
蔡礼君 蔡鹤皋 潘鑫瀚 樊 力 魏庆福

主 编 龚炳铮

副 主 编 (以姓氏笔划为序)

孙本绪 吴本奎 陈 令 段明祥 高文章
曹名扬

序

建国近50年以来，我国的机械工业虽然已经有了较大的发展，具备了一定的基础和规模，初步满足国民经济和人民生活的需要。但随着世界科学技术的迅速发展，我国机械工业的技术水平和生产能力与工业发达国家相比还有相当大的差距。因此，如何以新技术改造传统产业和开发高技术含量的新产品，已成为当前机械工业以至各传统产业部门面临的一个十分重要的课题。

70年代发展起来的机电一体化技术，是将机械、电子与信息技术进行有机结合，以实现工业产品和生产过程整体优化的一种新技术。典型的机电一体化产品有：数控机床，机器人以及用微电子技术装备的自动化生产设备、动力设备、交通运输设备、生产过程自动化设备、办公设备和家用电器等。广泛地应用机电一体化技术可以促进机械工业以至整个国民经济各部门的技术进步，改善企业素质，提高产品质量和性能，将传统工业转移到新技术的基础上，满足国民经济发展和人民生活水平提高的要求。同时还可以扩大机电产品的出口，促进对外贸易和技术交流，因而对于振兴我国机械工业将发挥重大作用，对于推动我国科学技术的进步和国民经济的发展也具有深远的战略意义。

为了帮助广大科技人员迅速掌握机电一体化技术，使他们根据市场需求从系统的观点出发，正确应用机械、电子、信息等有关技术进行有机的组织和结合，实现整体优化，提高设计人员自主开发机电一体化产品的能力。原机械电子部科技司、中国机械工程学会组织有关专家、学者于1994年2月编写了《机电一体化技术手册》和《机电一体化技术应用实例》。它们的出版受到了广大读者的欢迎和好评，取得了很大的社会效益和经济效益。由于机电一体化技术发展十分迅速，新产品新技术日新月异，层出不穷，需要对它们进行及时的修改、补充和完善。因此机电一体化技术手册编委会组织编写了机电一体化技术手册修订版。全手册分为两卷，第一卷为机电一体化技术手册，第二卷为机电一体化技术应用实例。它的问世，将促进我国机电一体化事业的发展；促进机电一体化技术和产品的研究、开发、推广和应用；促进机电一体化技术人才的培养；促进各行各业对机电一体化技术的了解和运用。

何志远

前 言

机电一体化技术是机械技术、电子技术(特别是计算机技术、自动控制技术)有机结合和综合应用的复合技术,是现代高新技术的组成部分,成为现代机械工业技术和产品的主要发展方向,是实现机电产品数字化、自动化、智能化和柔性化的重要途径,也是我国机械工业发展与振兴的必由之路。机电一体化技术的广泛应用使机械工业发生革命性的变化和带来巨大效益。为了使广大工程技术人员和管理干部以及大专院校师生了解学习机电一体化技术及产品和应用系统设计方法,满足科研、生产、教学工作的需要,普及推广机电一体化技术,促进我国机械工业的技术进步,原机械电子工业部、中国机械工程学会联合组织从事机电一体化技术的专家、教授、工程师编写了《机电一体化技术手册》及其配套书《机电一体化技术应用实例》,由机械工业出版社于1994年出版第一版,深受广大工程技术人员和广大读者的好评,荣获“全国优秀科技图书奖”。由于微电子技术日新月异的发展,机电一体化技术产品更新换代加快,近年来涌现出大批新元件、器件、微处理器与控制器,新的机电一体化产品和应用系统,为了宣传推广机电一体化技术新成果,推动机电一体化技术成果转化为新的生产力,加快机电一体化技术产品的开发、生产与推广应用,编委会决定编写《机电一体化技术手册》第2版,将《机电一体化技术应用实例》作为新版《机电一体化技术手册》第2卷。

本册共收集到近年来投入运行的机电一体化技术产品及系统应用实例128例,按内容分成9篇21章,主要有数控金属切削机床和数控系统,搬运机械装置与电气传动系统,通用、印刷机械与轻纺机械,重型矿山机械与农业机械,办公机械与家用电器,自动化仪表、数字化量仪、分析仪器与医疗仪器、测试系统,机器人、CAD/CAM及计算机集成制造系统,工业炉窑与生产过程控制系统。每一实例介绍该产品或系统的功能、性能、设计特点、硬件结构、软件框图、应用范围、技术经济效果、推广情况等。本册可供从事机电一体化产品及系统设计、研制开发、生产、经营销售、使用维护的工程技术人员、管理人员、技术工人及有关大专院校师生参考。

在本册编写过程中得到原机械工业部科技司机电一体化办公室、机械工业出版社、全体参编人员所在厂、校、所、院的领导与有关同志的大力协助和支持,在此谨志谢意。本册主编、各篇主编、编辑、沈红、李万宇等同志所付出的辛勤劳动,在此一并表示衷心感谢。

由于种种原因,还有不少的机电一体化的新产品未能收编入册,已收编的各个实例的作者来自全国各地,介绍内容深浅、繁简不一,难免有缺点和不足之处,欢迎读者批评指正。

机电一体化技术手册编委会

目 录

第 1 篇 数控加工设备

- 第 1 章 数控机床 1—3
 - 1.1 XH714 立式加工中心 1—3
 - 1.2 XH7910/1 型立卧式加工中心 1—7
 - 1.3 XK5032 型数控立式升降台铣床 1—11
 - 1.4 MK6030 型数控工具磨床 1—14
 - 1.5 ZH5820 型柱动式钻削加工中心 1—20
 - 1.6 FB 系列数控落地铣镗床 1—26
 - 1.7 QC12K-6 × 3200 数控剪板机 1—32
- 第 2 章 数控系统 1—35
 - 2.1 中华 I 型 CNC 系统 1—35
 - 2.2 航天 I 型数控基本系统 1—38
 - 2.3 蓝天 I 号高档数控系统 1—43
 - 2.4 EA-4M 铣床数控系统 1—46
 - 2.5 低速走丝线切割数控系统 1—49
 - 2.6 SKY2000 新型计算机数控系统 1—53

第 2 篇 搬运机械装置与电气传动系统

- 第 1 章 搬运机械装置 2—3
 - 1.1 多点电子燃油喷射系统在 CA7220 型红旗轿车上的应用 2—3
 - 1.2 CGI 型汽车驾驶训练模拟器 2—10
 - 1.3 自动导向车辆系统 2—13
 - 1.4 自动化立体仓库应用实例 2—16
 - 1.5 CWJK 型船舶柴油机遥控装置 2—19
- 第 2 章 电气传动系统 2—22
 - 2.1 B220 龙门刨床交流变频调速系统 2—22
 - 2.2 ZJ60DS 钻机电传动系统 2—24
 - 2.3 一种用单片机 8031 控制的 SPWM 交流变频调速系统 2—27
 - 2.4 微机控制直流调速系统 2—31

第 3 篇 通用、印刷与轻纺机械

- 第 1 章 通用与印刷机械 3—3
 - 1.1 智能型蒸汽双效溴化锂吸收式制冷机组的机电一体化研究 3—3
 - 1.2 机电一体化控制技术在螺杆空压机

上的应用 3—6

- 1.3 SZ-125-RIAMB 全自动塑料注射成型机 3—13
- 1.4 北大方正电子出版系统 3—16
- 1.5 多层式自动化立体车库自控系统 3—18
- 1.6 多色凹印轮转印刷机——纵向自动套准控制系统 3—21

第 2 章 轻纺机械 3—24

- 2.1 FA203 型高产梳棉机 3—24
- 2.2 GY 系列多头电脑刺绣机 3—26
- 2.3 可编程控制器在绷前帮机上的应用 3—31
- 2.4 挤出吹塑法生产塑料容器 3—36

第 4 篇 重型矿山与农业机械

第 1 章 重型矿山机械 4—3

- 1.1 1250kW 矿井提升机 4—3
- 1.2 钢包精炼成套设备 4—6
- 1.3 四辊不可逆冷铝轧机 PLC 控制系统 4—11
- 1.4 高精度合金钢棒材矫直机 4—12
- 1.5 连续拉伸弯曲矫直机 4—15
- 1.6 快速锻造液压机组 4—21
- 1.7 锤刀式去毛刺设备在板坯连铸机上的应用 4—26
- 1.8 铸坯热喷印设备的研制与开发 4—32

第 2 章 农业机械 4—36

- 2.1 烟草、棉花收购计算机系统 4—36
- 2.2 国产联合收割机监控系统研制 4—40
- 2.3 千吨级淀粉加工成套设备电控系统 4—44

第 5 篇 办公机械

第 1 章 常用办公机械 5—3

- 1.1 CANON NP3200 型静电复印机 5—3
- 1.2 ZJ-P100 多功能汉字平推式打印机 5—11
- 1.3 CYZ-5 型护照打印机 5—15
- 1.4 CTS-8 型绘图机 5—18
- 1.5 高速传真机 5—23

1.6 红外传感无线鼠标设计与开发	5—31
第2章 新型办公设备	5—37
2.1 APTEC-A型多功能电话服务器	5—37
2.2 逻辑加密卡 HXL768 及其应用	5—39
2.3 模糊智能点钞机	5—46
2.4 自动读卡仪	5—51
2.5 OFS 光盘文档管理系统	5—54
2.6 用 MC68HC705X4 MCU 设计的磁卡锁 系统	5—59
2.7 中软译星翻译软件	5—63

第6篇 家用电器

第1章 空调器及洗衣机	6—3
1.1 模糊空调控制器	6—3
1.2 模糊洗衣机控制器	6—9
1.3 单片机控制电风扇	6—13
1.4 采用电子膨胀阀技术的新型一拖二空 调器	6—16
第2章 新型家用电器	6—19
2.1 模糊控制电饭煲	6—19
2.2 MC68HC05L5 单片机复式电能表	6—22
2.3 H-VCD501 型五盘 VCD 视盘机	6—32
2.4 家用定时红外报警机	6—38

第7篇 自动化仪器仪表及测量装置

第1章 工业自动化仪表	7—3
1.1 带微机超声波液体流量计	7—3
1.2 超声物位测量仪表系列	7—6
1.3 DR 型数据记录仪	7—9
1.4 SIPAI-3000 分散型油库自动计量控制 管理系统	7—11
1.5 DDZ-S 系列过程控制仪表	7—15
1.6 DJK-7500 分散型控制系统	7—21
1.7 ZBJV 精密电动 V 形球阀	7—24
1.8 STD 总线增强型 V40 系统 II 工控机的 设计与应用	7—27
1.9 PLC 对大型摇摆台电液伺服系统 控制	7—57
第2章 数字化量仪	7—62
2.1 圆度、圆柱度及跳动在位精密测量仪	7—62
2.2 数字化气动测量技术与智能气动量仪	7—64
2.3 滚珠丝杠副行程误差测量仪	7—69
2.4 滚珠丝杠副动态预紧转矩测量仪	7—73
第3章 分析仪器与医疗电子仪器	7—76

3.1 SP-2000 型气相色谱仪	7—76
3.2 BM-01 型纸张定量水分测量及其控制 系统	7—80
3.3 心律监护仪	7—83
3.4 HB-FCM 型胎儿心电监护仪	7—86
3.5 多功能超声诊断仪	7—90
第4章 测试系统	7—94
4.1 虚拟触摸控制语言实验室系统装置	7—94
4.2 HHF-216 型核辐射厚度计	7—99
4.3 GGP-87 型电子皮带秤	7—101
4.4 高精度摇摆角检测系统	7—104

第8篇 制造自动化

第1章 机器人	8—3
1.1 ER-500S 小型电动喷涂机器人	8—3
1.2 HT-100A 型点焊机器人	8—6
1.3 无缆水下机器人	8—11
1.4 锅炉集箱管座焊接机器人工作站	8—16
1.5 IR-505H 型龙门框架式高压水切割 机器人	8—24
1.6 关节式弧焊机器人	8—27
第2章 CAD/CAM 系统	8—34
2.1 集成化 CAD/CAM 支撑软件系统	8—34
2.2 高华产品数据管理系统 GHPDMS V2.0	8—38
2.3 开目 CAD/CAPP/MIS 集成系统	8—42
2.4 CIMS-ERC 机械 CAD/CAM 系统	8—46
2.5 DMY 模具 CAD/CAM 系统	8—54
2.6 轿车发动机缸盖凸轮轴轴承盖加工数 控自动生产线电气控制系统	8—56
2.7 “金银花”计算机辅助机械产品设计 与制造系统	8—59
2.8 板材加工 FMS	8—61
2.9 EXST 专家系统工具	8—66
2.10 数控工段(车间)集成管理系统	8—69
第3章 计算机集成制造系统(CIMS)	8—73
3.1 成飞 CIMS 工程实践的回顾和体会	8—73
3.2 沈阳鼓风机厂计算机集成制造 系统(SB-CIMS)	8—79
3.3 家电装配型企业 CIMS 的设计与实施	8—86

第9篇 工业生产过程控制系统

第1章 工业炉窑控制系统	9—3
1.1 高炉自动化控制系统	9—3

Ⅷ 目 录

1.2 冶金炉窑控制系统	9—12	系统	9—62
1.3 导磁零件增磁性光亮退火炉	9—15	2.6 HS2000 分布式控制系统在小氮肥行业 中的应用	9—69
1.4 特种容器调质线控制系统	9—18	2.7 300MW 火力发电机组汽轮机数字电液 (DEH)控制系统	9—71
1.5 PGH-32 型平钢化玻璃生产线	9—23	2.8 100MW 机组自动控制系统	9—74
1.6 锅炉炉膛安全监控系统	9—25	2.9 国产 DCS 在汽轮机数字电调系统 (DEH)的应用	9—78
1.7 工业锅炉计算机节能控制系统与 装置	9—30	2.10 HS2000 分布式控制系统在水泥磨车 间的应用	9—86
1.8 模糊控制在锅炉控制系统中的应用	9—35	2.11 面粉厂生产线计算机控制系统	9—88
1.9 锅炉计算机控制系统	9—38	2.12 HS2000 分布式控制系统在啤酒 发酵过程中的应用	9—91
第 2 章 生产过程控制系统	9—41	2.13 EIC 2000™ 先进控制系统设计和 应用	9—92
2.1 连续铸钢自动化控制系统	9—41	2.14 一种混合控制系统	9—96
2.2 宽带钢冷连轧机自动控制系统	9—45		
2.3 有色冶炼过程控制系统 ——湿法炼锌过程的计算机监控	9—50		
2.4 大型化工厂综合自动化系统	9—54		
2.5 合成氨和尿素装置优化控制和调度			

第 2 篇 搬运机械装置与电气传动系统

主 编 国家机械工业局

吴本奎

编写人员

- | | | | | |
|-----|-------------------|-----|-----|-----|
| 1.1 | 中国第一汽车集团公司长春汽车研究所 | | | 袁忠庄 |
| 1.2 | 中国航空精密机械研究所 | | | 崔甦钊 |
| 1.3 | 北京起重运输机械研究所 | | | 滕旭辉 |
| 1.4 | 北京起重运输机械研究所 | | | 祁庆民 |
| 1.5 | 上海七一一研究所动力装置研究开发部 | | | |
| | | 韩 华 | 朱之达 | 姚杏南 |
| 2.1 | 洛阳工学院电气系 | 刘文胜 | 杨俊英 | 叶 宏 |
| | 洛阳铜加工厂 | | 王选进 | 朱之英 |
| 2.2 | 天水电气传动研究所 | | 安建钧 | 王代华 |
| 2.3 | 铁道部铜陵车辆厂机具分厂 | | | 盛士强 |
| 2.4 | 江西南昌钢铁厂昌东公司 | | | 余维新 |

Y004/1301

第 1 章 搬运机械装置

1.1 多点电子燃油喷射系统在 CA7220 型红旗轿车上的应用

1.1.1 前言

随着国内轿车生产的飞速发展，以及汽车市场竞争的日益加剧，我厂的产品也面临着严酷的挑战。为了提高 CA7220 型红旗轿车的市场竞争力，我所成功地将多点电子燃油喷射系统应用在 CA7220 型红旗轿车上。

采用多点电子燃油喷射系统后，明显地提高了 CA7220 型红旗轿车的动力性，充分地降低了油耗和

有害物排放，极大地改善了驾驶性能和使用维修性能，进一步提高了 CA7220 型红旗轿车的档次和市场竞争能力。

1.1.2 多点电子燃油喷射系统概述

1. 系统的控制功能和输入输出装置

多点电子燃油喷射系统的构成如图 2.1-1 所示。该系统是一个采用开环方式供油、闭环方式点火的多点顺序喷射集中电子控制系统。系统具有喷油、点火、怠速、爆震、空调、自诊断、自救回家、滑行断油和超速断油等控制功能。系统的核心是一个称之为电脑(ECU)的预编程微计算机，计算机根据各种传感

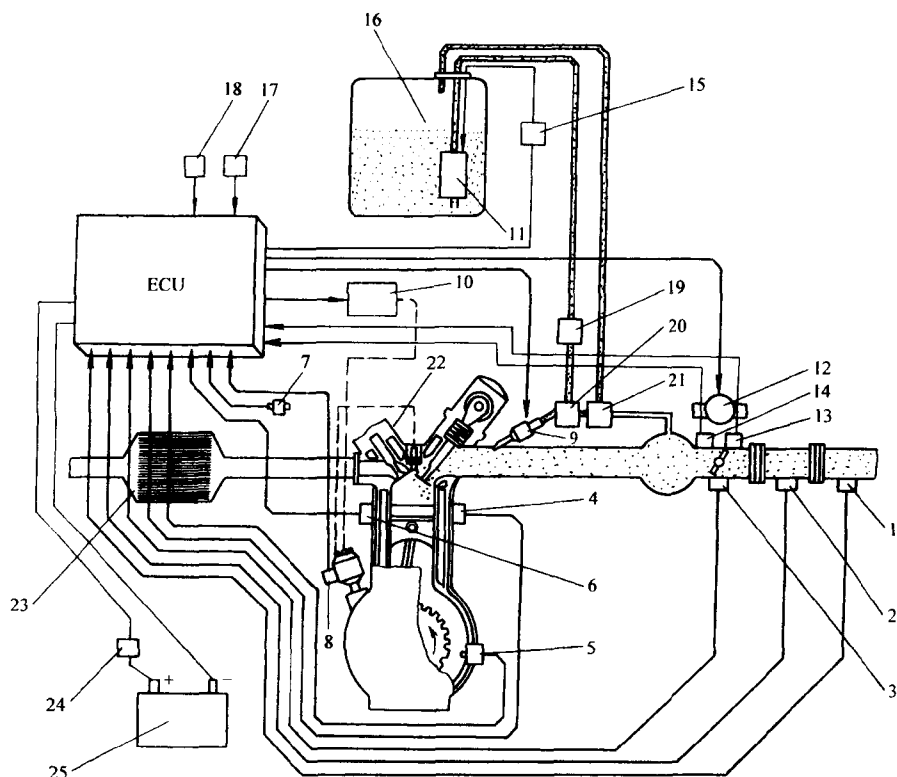


图 2.1-1 多点电子燃油喷射系统简图

- 1—进气温度传感器 2—空气质量流量传感器 3—节流阀位置传感器 4—爆震传感器
- 5—曲轴位置传感器 6—冷却液温度传感器 7—一氧化碳电位计 8—凸轮轴位置传感器
- 9—喷油器 10—点火动力组件 11—燃油泵 12—怠速直流电机 13—怠速开关 14—怠速节流阀位置传感器
- 15—燃油泵继电器 16—燃油箱 17—车速传感器 18—空调开关 19—燃油滤清器
- 20—燃油导轨 21—燃油压力调节器 22—火花塞 23—排气消声器 24—主继电器 25—电瓶

器和开关提供的发动机和整车工况信息,以及存储器中存储的发动机各工况的最佳控制参数,进行比较、判断和计算,最终对喷油量、点火提前角、怠速转速、爆震和空调等进行实时最佳控制。

计算机随时检测系统重要的输入输出电路及相应的零部件,如果发现故障,便将与此故障相应的故障代码存入计算机中的故障代码存储单元,同时点亮故障灯,并用其它传感器信号或备份数据代替发生故障器件的信号,保证汽车能够带病行驶,此功能称之为自救回家功能。

利用故障灯和故障读出仪可读出该系统的故障代码和运行参数,以供检测维修使用。

为计算机提供各种必备信息的传感器和开关包括:①空气质量流量传感器,②曲轴位置传感器,③凸轮轴位置传感器,④进气温度传感器,⑤冷却液温度传感器,⑥爆震传感器,⑦节流阀位置传感器,⑧怠速节流阀位置传感器,⑨一氧化碳电位计,⑩车速传感器,⑪怠速开关,⑫空调开关,⑬电瓶电压及诊断通信等。

完成计算机控制功能的各执行机构包括:①燃油泵(燃油泵继电器),②喷油器,③点火动力组件,④怠速直流电机,⑤空调控制器,⑥故障灯,⑦诊断通信等。

2. 系统的基本工作过程

系统的基本工作过程如图 2.1-2 所示。该系统将发动机基本工况分成启动工况和运行工况,又将运行工况分成怠速工况、部分负荷工况、全负荷工况和加减速过渡工况。

计算机通过转速信号识别启动工况和运行工况,当转速低于一定值时,进入启动工况;当转速高于一定值时,进入运行工况。

通过怠速开关信号识别怠速工况,当怠速开关闭合时,进入怠速工况。

通过节流阀位置传感器信号的大小识别部分负荷和全负荷工况,当节流阀位置传感器信号小于该转速的全负荷节流阀限值时,进入部分负荷工况;反之,进入全负荷工况。

通过节流阀位置传感器信号变化率的大小和正负识别加减速过渡工况,当节流阀位置传感器信号变化率增大且超过一定值时,进入加速工况;当节流阀位置传感器信号变化率减小且低于一定值时,进入减速工况。

在启动工况,计算机根据曲轴位置传感器、怠速节流阀位置传感器和冷却液温度传感器等提供的发动机工况信息,以及电脑存储器中存储的最佳控制参数,计

算出启动喷油量、点火提前角和怠速电机位置。

根据曲轴位置传感器提供的信息,确定喷油时刻和点火时刻。

最后,通过驱动电路将喷油控制信号、点火控制信号和怠速直流电机控制信号分别输出到喷油器、点火动力组件和怠速直流电机,控制各执行器工作,使发动机运转。

在运行工况,计算机根据曲轴位置传感器、节流阀位置传感器、空气质量流量传感器、进气温度传感器和冷却液温度传感器等提供的发动机和整车工况信息,以及计算机存储器中存储的最佳控制参数,计算出基本喷油量、修正喷油量、基本点火提前角和修正点火提前角。

根据凸轮轴位置传感器提供的信息,确定喷油顺序。

根据曲轴位置传感器提供的信息,确定喷油时刻和点火时刻。

最后,通过驱动电路将喷油控制信号和点火控制信号等分别输出到喷油器和点火动力组件等执行机构。

在怠速工况,计算机还要根据冷却液温度信号计算出发动机的怠速目标转速,并与发动机实际怠速转速相比较,根据转速差(目标转速-实际转速)的正负和大小,确定怠速电机的旋转方向和节流阀目标位置,再根据怠速节流阀位置传感器信号,确定节流阀开度增量,最后,由怠速电机将节流阀驱动到目标位置,使发动机怠速转速达到目标值。

在加减速过渡工况,电脑根据节流阀开度变化率的大小及正负,计算出喷油修正量(加浓或减稀)和点火提前角修正量(减小或增大),确保加速迅速平稳、减速节油和降低排放。

此外,根据爆震传感器提供的信息,计算机还可识别发动机是否发生爆震燃烧,如果发生爆震燃烧,计算机将推迟点火,以消除爆震,爆震消除后,再将点火提前角恢复到爆震发生前的角度。

就这样,根据各个传感器和开关提供的信息,计算机循环往复地进行比较、判断和计算,实时地将计算结果经驱动电路输出到喷油器、点火动力组件和怠速电机等执行机构,完成各种控制功能。

3. 系统的主要零部件

(1) 计算机 该系统是以 80C517A 为核心的单片机系统,它由以下几部分组成:微处理器(CPU)、程序数据存储单元(EPROM、EEPROM)、电源电路和输入输出接口电路,其原理框图见图 2.1-3。

(2) 空气质量流量传感器 空气质量流量传感器

是一热膜式传感器，用来测量发动机吸入的空气质量，其测量原理如下：放置在进气流中的发热体(热膜)，其热量将传递给空气流，空气流量越大，发热体损失的热量越多，要保持发热体温度与进气温度差恒定，

就要增加发热体的电功率。将发热体电阻(热膜电阻)和空气温度计电阻(温度补偿电阻)设计成惠斯顿电桥，控制电流使两者温度差保持恒定，这样就可以根据其输出电压检测出空气质量流量，如图 2.1-4 所示。

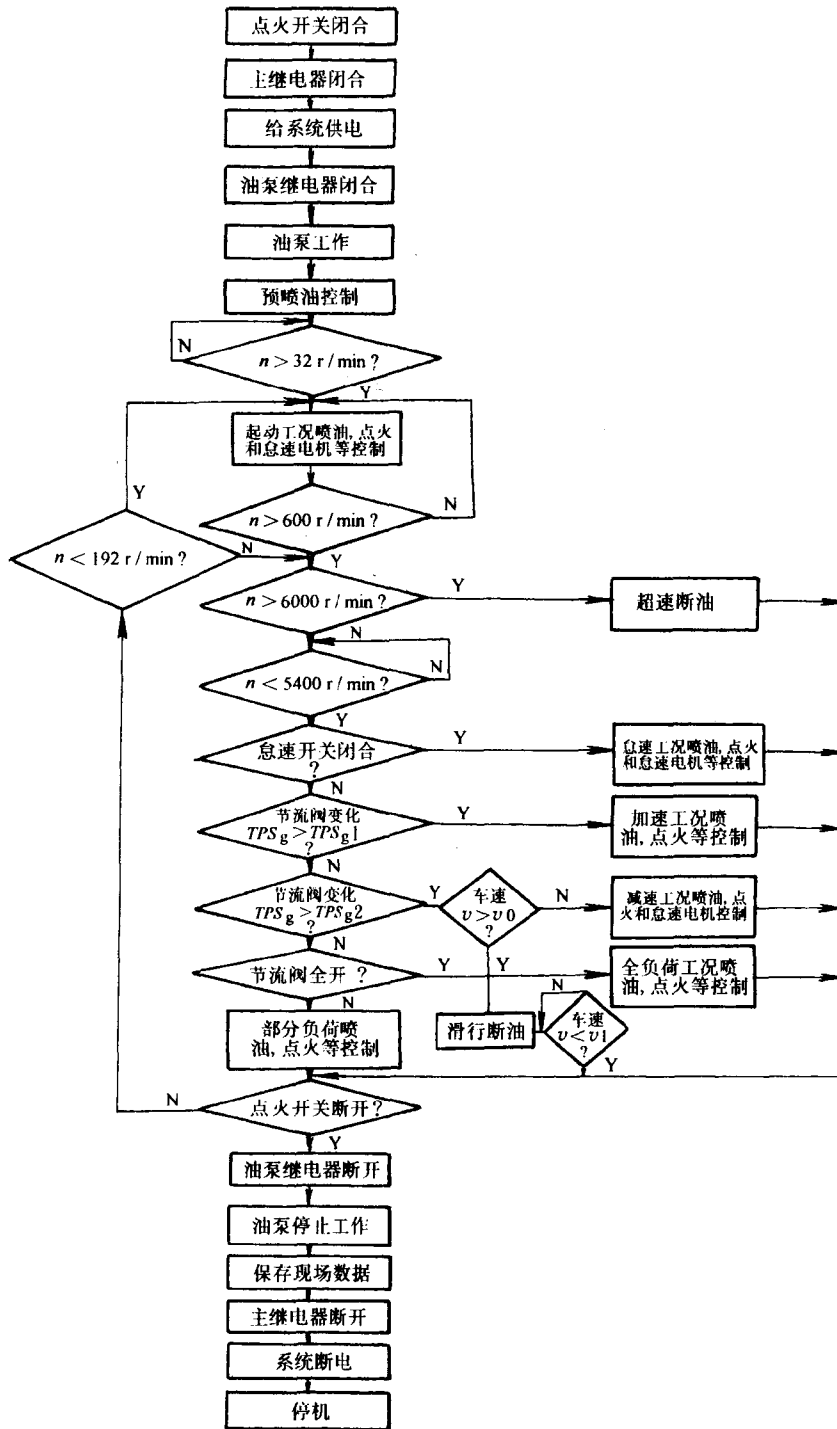


图 2.1-2 多点电子燃油喷射系统基本工作过程

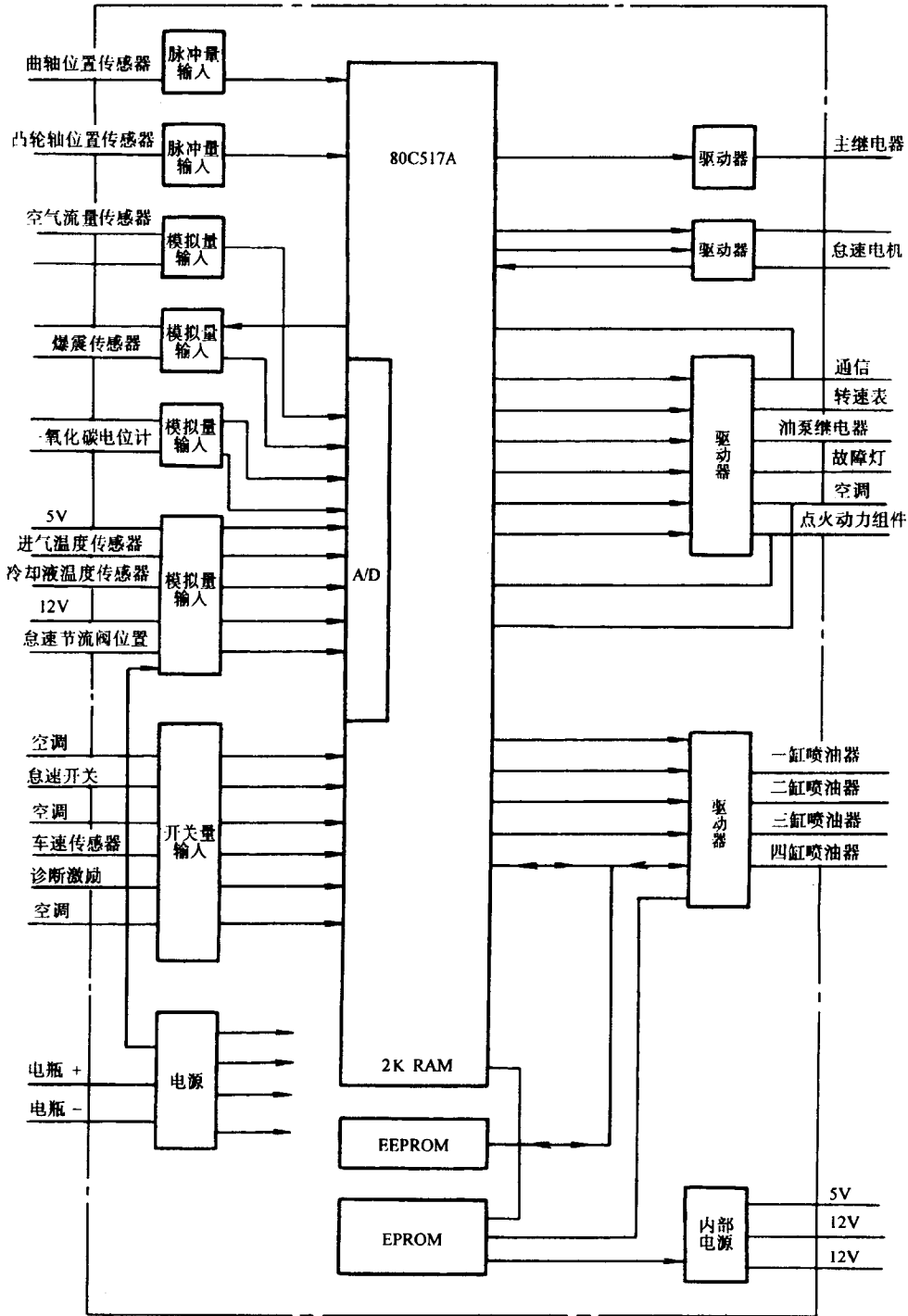


图 2.1-3 计算机方框图

(3) 曲轴位置传感器 曲轴位置传感器用来测量曲轴位置和发动机转速，它是个双霍尔效应传感器，其内部装有磁铁，两个霍尔元件的感应信号经差分放大器、滤波器、斯密特触发器及三极管集电极开路输

出，如图 2.1-5 所示。

(4) 一氧化碳电位计 一氧化碳电位计是一滑线电位器，用于人工调节发动机的供油量。由于系统采用开环方式供油，按几台发动机标定的供油数据并不

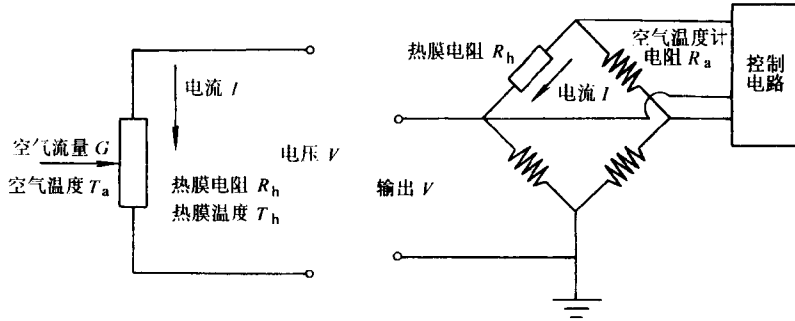


图 2.1-4 空气质量流量传感器测量原理

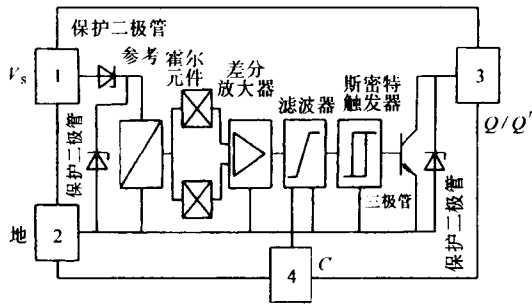


图 2.1-5 曲轴位置传感器内部电路

能保证所有发动机和磨损后的发动机都在最佳供油状态下工作，所以，必须人工调节每台发动机的供油量。通过调节一氧化碳电位计的电阻值就可以调节发动机的供油量。

1.1.3 化油器发动机及整车部分零部件的改造和重新设计

在 CA7220 型轿车上应用多点电子燃油喷射系统，首先要对发动机和整车部分零部件进行改造和重新设计，其中主要包括：进气系统的改造和设计、电器系统的改造和设计、飞轮的改造和设计及供油系统的改造和设计等。

1. 进气系统的改造和设计

在 CA7220 型轿车上应用多点电子燃油喷射系统遇到的第一个技术难题就是进气管设计。适合多点电子燃油喷射系统使用的谐振进气管有两个参数需要通过理论计算和试验验证来确定，即稳压箱体积 V 和歧管长度 L 。根据对发动机最大功率和最大扭矩的设计要求及布置空间限制，最终确定出歧管长度和稳压箱体积。

由于安装空气质量流量传感器和进气温度传感器的要求，重新设计了空气滤清器和进气管道。

2. 电器系统的改造和设计

由于采用电子燃油喷射系统，重新设计了整车线束。通过电磁干扰试验，确定了线束的长短及走向，

对其中一些重要传感器的信号(曲轴位置传感器、空气质量流量传感器和爆震传感器等)，采用屏蔽方法增强其抗干扰能力，以确保系统正常可靠地工作。

取消了原分电器的真空提前和离心提前装置，内部触发轮由四个豁口改成一个豁口，豁口后沿对应于曲轴靶轮双齿豁口后第 5 齿或第 6 齿，豁口前沿对应于曲轴靶轮双齿豁口中间(第 59 齿或第 60 齿)，用来判别活塞位置，据此控制喷油顺序。而点火顺序由分火头控制，点火角度的大小完全由计算机控制。

取消了原点火线圈和点火模块，采用结构紧凑的闭磁路高能点火线圈。

3. 飞轮的改造和设计

为了获取曲轴位置和发动机转速信号，在飞轮后端设计了曲轴靶轮。曲轴靶轮圆周均匀布齿，第一缸压缩上死点发生在双齿豁口后第 14 齿。

曲轴位置传感器信号、凸轮轴位置传感器信号、点火信号和喷油信号的相位关系如图 2.1-6 所示。

4. 供油系统的改造和设计

取消了机械燃油泵、化油器和油气分离器，改用高压电动燃油泵和喷油器。由于油路中的燃油压力高达 300.0kPa，所以，采用奥迪五缸机用耐高压金属燃油管和金属壳燃油滤清器。

由于安装喷油器和燃油压力调节器的要求，设计了燃油导轨。

1.1.4 空燃比和点火提前角最佳控制参数的确定

如何确定空燃比和点火提前角等控制参数，不仅会影响电子燃油喷射系统优越性的发挥，而且会影响整车的动力性、经济性、排放和驾驶性能。因此，如何标定匹配空燃比和点火提前角等控制参数成为应用电子燃油喷射系统的一个关键技术。

1. 稳定工况空燃比和点火提前角控制数据表工况节点的选取

根据发动机和整车实际运行工况范围，选取了 12 个转速和 12 个进气量点作为空燃比和点火提前角

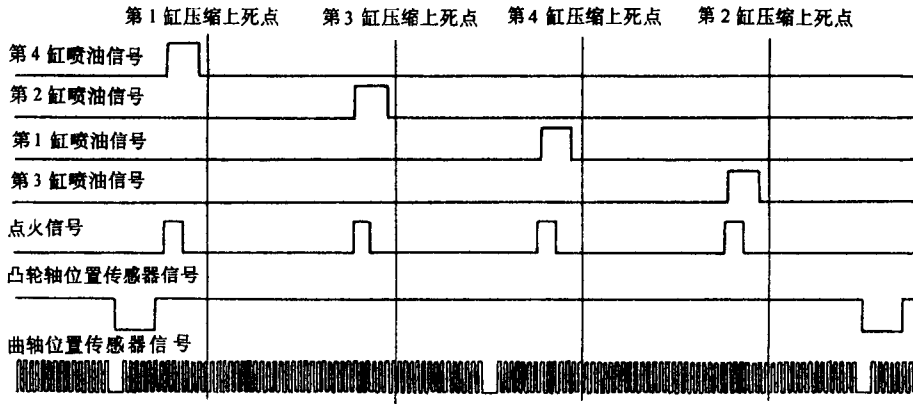


图 2.1-6 曲轴位置传感器信号、凸轮轴位置传感器信号、点火信号和喷油信号相位关系

控制数据表的工况节点。转速节点从 800r/min 到 5400r/min，由于空燃比和点火提前角在低中速段随转速变化较大，高速段变化较小，所以，在低中速段转速节点稍密一些，而高速段转速节点可以稍稀一些。进气量节点从最小 50mg/冲程到 600mg/冲程等距分布。

2. 稳定工况空燃比和点火提前角控制数据表的分区

众所周知，发动机的动力性、经济性和排放是相互矛盾的。为了获得综合最佳控制效果，根据对动力性、经济性和排放的设计要求，以及发动机和整车的实际运行工况范围，将空燃比和点火提前角控制数据表分成动力区、经济区和排放区，如图 2.1-7 所示。具体分区原则如下：

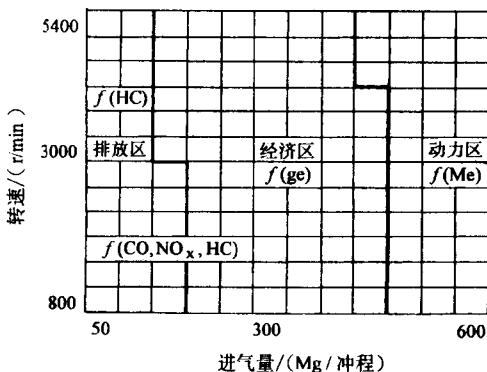


图 2.1-7 空燃比和点火提前角控制数据表的分区情况

(1) 动力区 根据对发动机和整车的动力性设计要求，确定出发动机不同转速下的全负荷节流阀开度门限值。发动机转速在 3000r/min 以下时，以该转速下最大扭矩的 90% 的节流阀开度值作为该转速的全

负荷节流阀开度门限值；而发动机转速在 3000r/min 以上时，以该转速下最大扭矩的 85% 的节流阀开度值作为该转速的全负荷节流阀开度门限值。节流阀开度大于全负荷节流阀开度门限值的区域即为动力区。

(2) 排放区 在底盘测功机上，按十五工况排放法的行驶工况行车，测出发动机转速和负荷的变化范围，该区域即为排放区。另外，考虑到高速小负荷时 HC 排放，将高速小负荷区也划入排放区。

(3) 经济区 动力区和排放区之间的区域就是整车的常用工况区，该区域即为经济区。

3. 稳定工况最佳空燃比和点火提前角的确定

按定转速和定进气量方法，做出上面选取的各个工况节点的燃油调整特性和点火调整特性。在上面划分的动力区、经济区和排放区内，分别以动力性、经济性和排放为优化对象，优化确定各区域内的各个工况节点的最佳空燃比和点火提前角。即，在动力区内，以最大扭矩点确定最佳空燃比和点火提前角；在经济区内，以最低油耗点确定最佳空燃比和点火提前角；在排放区内，以 CO 介于 1.5% 到 3.0% 之间且较低 NO_x 点确定最佳空燃比和点火提前角。

1.1.5 发动机及整车性能试验结果

完成各个零部件的改造、设计以及各个控制参数的标定匹配后，作了发动机台架和整车底盘测功机性能试验，并与化油器发动机及整车性能做了对比。

1. 发动机台架性能试验结果及与化油器发动机的对比

多点喷射发动机台架性能试验结果及与化油器发动机台架性能试验结果的对比见图 2.1-8。从图中可以看出，应用多点电子喷射系统后，发动机的功率、扭矩和油耗都得到了明显的改善。

2. 整车底盘测功机性能试验结果及与化油器车

的对比

多点喷射车底盘测功机性能试验结果及与化油器车底盘测功机性能试验结果的对比见表 2.1-1、图 2.1-9、图 2.1-10 和图 2.1-11。从中可以看出,应用多点电子喷射系统后,整车的动力性、经济性和排放都得到了明显的改善。

表 2.1-1 十五工况排放试验结果及对比 (g/Test)

	多点喷射	化油器	GB11641-89 限值	ECE1504 限值
CO	56.117	23.235	110	76.0
HC	8.8323	13.6196	14.6	HC + NO _x
NO _x	10.0414	11.4998	12.3	22.0

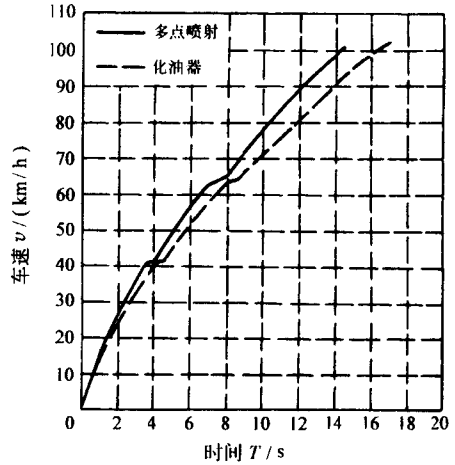


图 2.1-10 加速性试验结果及对比

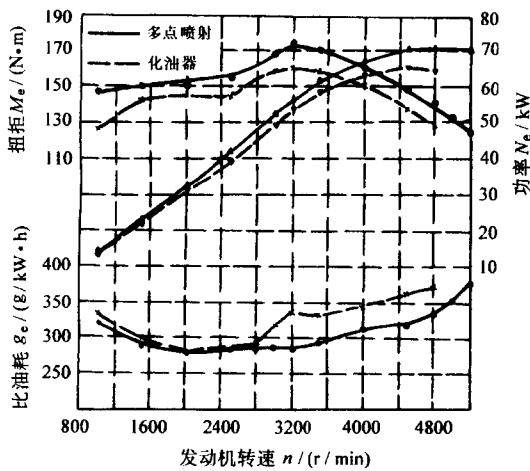


图 2.1-8 发动机外特性试验结果及对比

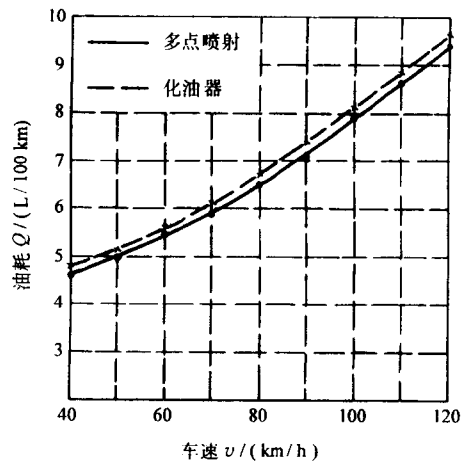


图 2.1-11 最高档等速油耗试验结果及对比

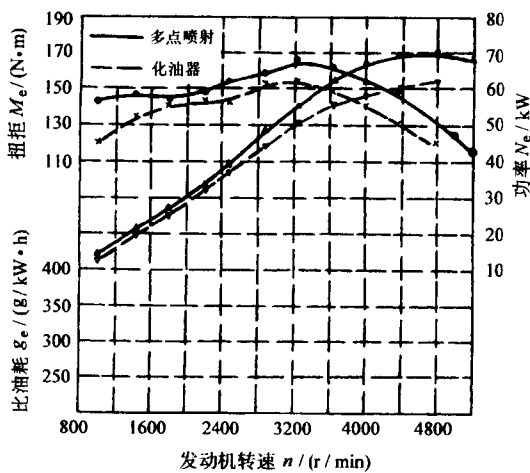


图 2.1-9 整车外特性试验结果及对比

1.1.6 小结

(1) 应用多点电子燃油喷射系统前,必须对化油

器发动机和整车的部分零部件进行改造和重新设计。

(2) 根据对发动机和整车动力性、经济性及排放的设计要求,必须对空燃比和点火提前角等控制参数进行标定匹配。

(3) 试验结果充分地说明了多点电子燃油喷射系统的优点:

提高了输出功率;降低了油耗;降低了排放;改善了驾驶性能;改善了诊断维修功能。其最大特点是:既可保证发动机在需要最大功率时输出最大功率,又可保证在需要节油和减少废气中 NO_x、CO、HC 含量时最大限度地节油和净化排气。

(4) 采用多点电子燃油喷射系统的 CA7220E 型红旗轿车现已投放市场,并得到了用户的好评。目前,我所正将该系统推广应用至 CA6440 等车型上。

(中国第一汽车集团公司长春汽车研究所 袁忠庄)