

国产轿车电控装置 结构与检修

李春明 丁卓 主编



黑龙江科学技术出版社

国产轿车电控装置结构与检修

李春明 丁 卓 主编

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

内容提要

本书比较详细地介绍了我国生产的红旗、奥迪、捷达、富康、桑塔纳、别克、本田、夏利等轿车上应用的电控燃油喷射系统、电控制动防抱死系统、电控自动变速器、安全气囊等结构及故障诊断与检修方法。

本书可供汽车维修人员、汽车驾驶员阅读;亦可供汽车管理人员、有关技术人员及大专院校相关专业师生参考。

责任编辑 张坚石

封面设计 张秉顺

版式设计 邹旭昌

国产轿车电控装置结构与检修

GUOCHAN JIAOCHE DIANKONG ZHUANGZHI JIEGOU YU JIANXIU

李春明 丁卓 主编

出版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话 (0451)3642106 电传 3642143(发行部)

排版 哈尔滨德赛图文技术开发有限公司

印刷 哈尔滨工业大学印刷厂

发行 全国新华书店

开本 787×1092 1/16

印张 48.25

字数 965 000

版次 2000 年 9 月第 1 版·2000 年 9 月第 1 次印刷

印数 1~3 000

书号 ISBN 7-5388-3666-7/U·98

定价 80.00 元

前 言

随着汽车工业的快速发展,我国轿车越来越多地装备了电子控制燃油喷射、电子控制制动防抱死、自动变速器、安全气囊等先进的电子控制系统,使轿车的性能得到了很大的改善,但也给轿车的使用、维修人员提出了更高的要求。

本书从实用出发,详细介绍了九种国产轿车所装备的电子控制系统的结构、原理及故障诊断方法,力求使有关人员掌握其维修技术。

本书资料丰富、内容新颖、图文并茂,为汽车修理技术人员检修汽车时提供了技术依据,也可供汽车运用技术人员及汽车驾驶员参考。

主要编写人员:张辉(第一章);惠兆雯(第二章);丁卓(第三章、第六章、第七章);刘艳莉(第四章);胡建军(第五章);赵宇、刘凤珠(第八章);李春明(第九章、第十一章);侯勇(第十章)。全书由李春明、丁卓主编,胡建军主审。

在编写本书过程中,我们参阅了大量资料,并得到了许多同行们的帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述.....	(1)
第一节 电控系统简介.....	(1)
第二节 发动机电控系统.....	(5)
第三节 底盘电控系统.....	(29)
第二章 红旗轿车电控系统.....	(52)
第一节 电控燃油喷射系统.....	(52)
第二节 电控制动防抱死系统.....	(127)
第三节 空调系统.....	(143)
第三章 奥迪轿车电控系统.....	(147)
第一节 电控燃油喷射系统.....	(147)
第二节 电控制动防抱死系统.....	(223)
第三节 空调系统.....	(240)
第四节 电控车窗升降与中央门锁系统.....	(254)
第五节 奥迪 A6 轿车电控系统.....	(265)
第四章 捷达王轿车电控系统.....	(332)
第一节 电控燃油喷射系统.....	(332)
第二节 电控制动防抱死系统.....	(386)
第三节 自动变速器.....	(396)
第五章 桑塔纳轿车电控系统.....	(419)
第一节 电控燃油喷射系统.....	(419)
第二节 电控制动防抱死系统.....	(477)
第三节 电控汽车防盗系统.....	(493)
第六章 富康轿车电控燃油喷射系统.....	(500)
第七章 夏利轿车电控燃油喷射系统.....	(522)
第八章 别克轿车电控系统.....	(546)
第一节 概述.....	(546)
第二节 发动机电控系统.....	(547)
第三节 自动变速器.....	(568)
第九章 本田雅阁轿车电控系统.....	(602)
第一节 发动机电控燃油喷射系统.....	(602)
第二节 自动变速器.....	(634)
第三节 电子控制制动防抱死系统.....	(645)
第四节 安全气囊.....	(655)
第五节 定速控制系统.....	(665)

第十章 塔菲克汽车电控系统.....	(669)
第一节 电控燃油喷射系统.....	(669)
第二节 电控制动防抱死系统.....	(708)
第三节 暖风空调系统.....	(725)
第十一章 诊断仪器的使用.....	(743)
第一节 OBD-Ⅱ的使用方法	(743)
第二节 故障阅读器 V. A. GL51 的使用	(748)
第三节 其他诊断仪器简介.....	(759)

第一章 概 述

第一节 电控系统简介

一、电控系统的发展

汽车电控系统是从电子控制燃油喷射系统起步的。1962年德国博世公司着手研究电子控制燃油喷射技术。1967年开发出了D型电子控制燃油喷射系统,随后又开发了L型电子控制燃油喷射系统。在70年代末、80年代初,电控燃油喷射系统的应用得到迅猛的发展。1976年至1984年间,各国生产的轿车中采用电控燃油喷射系统的比重不断增长:德国由8%增长到42%,日本由3%增长到18%,至1987年增长到46%,而美国的发展速度则更快,1976年电控燃油喷射系统尚未在美国生产的轿车上应用,1980年即猛增到39%,1984年继续增长到60%,1987年已高达78%,进入90年代,美国生产的轿车上几乎100%应用电控燃油喷射系统。美国三大汽车公司1990年款轿车上应用电控燃油喷射的情况见表1-1。

表 1-1 1990 年美国三大汽车公司轿车使用电控燃油喷射系统情况

公 司		单点喷射	多点喷射	化油器	总产量
通用	数量(辆)	1 691 739	1 548 820	58 543	3 298 102
	比例	51.3%	46.9%	1.8%	
福特	数量(辆)	1 177 240	688 365	—	1 865 605
	比例	63.1%	36.9%	—	
克莱斯勒	数量(辆)	365 503	444 202	—	809 705
	比例	40.7%	59.3%	—	

在汽车底盘上最先应用电子技术的是美国福特公司。1970年开始装用电控防抱死系统,随后又开发了电控变速器。

目前,我国生产的轿车发动机已普遍装用电控燃油喷射系统,电控防抱死系统和自动变速器亦已装用或作为选装系统。

近年来,车用电控装置越来越多。驾驶辅助控制、警报安全控制、提高舒适性控制、通讯娱乐控制等,相继采用了电控装置,这些装置的采用对环保、节能、提高运行安全性和汽车综合性能具有重要的意义。

二、集中控制系统的应用

1. 单独控制系统

60年代后到70年代,汽车电控系统多采用模拟电路的ECU(电子控制单元),单独控制汽车某一系统,称为单独控制系统。

采用单独控制系统很难实现对汽车全面的综合控制,并且结构线路复杂,成本高,维修困难,控制效果差。

2. 集中控制系统

随着电子技术的迅猛发展,用于汽车电控系统的ECU由于采用了数字电路及大规模集成电路,其集成度越来越高,微处理机速度的不断提高和存储容量的增加使其控制功能大大扩大,并具有各种备用功能。因此使可利用控制功能集中化而将多种控制功能集中到一个ECU上,又可将不同控制功能所共同需要的传感器只设置一个。这种控制方式称为集中控制系统,即汽车微机控制系统。

3. 集中控制系统的应用

在现代汽车中,集中控制系统得到了广泛的应用。汽车微机控制系统功能见表1-2。

表中所示的各控制系统,在不同的车型上,其组合形式和控制项目各有异同;控制项目不同的车型也各有取舍。

上述各控制系统,既独立地执行相应的功能,相互间又必须在很短时间内交换大量信息资料,如转速、负荷、车速等。因此现代汽车微机控制是相当复杂的综合控制系统,其配线也极其复杂。为此,近年来的厂家已开发出总线系统,它仅用一根导线就可使信息交换迅速进行,其传递速度高且信息量大,并可同时提供与所有系统有关的许多信息,配线大大简化。

三、电控系统故障诊断维修

1. 诊断维修注意事项

(1) 严禁在发动机高速运转时将蓄电池从电路中断开,以防止产生瞬变电压将微机和传感器损坏。

(2) 当发动机出现故障时,不能将蓄电池从电路中断开,以防微机中存储的故障码及有关资料信息被清除。必须通过自诊断系统将故障码及有关信息资料调出并诊断出故障原因后,方可将蓄电池从电路中断开。

(3) 当诊断出故障原因,对电控系统进行检修时,应先将点火开关关掉,并将蓄电池搭铁线拆下。如只检查电控系统,则只需关闭点火开关即可。

(4) 跨接起动其他车辆或用其他车辆跨接本车时,须应先断点火开关,才能拆装跨接线。

(5) 在车身上进行电弧焊时,应先断开微机电源。在靠近微机或传感器的地方进行车身修理,更应特别注意。

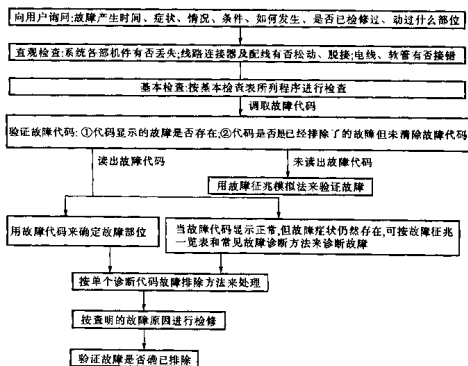
(6) 除在试过程中特殊指明外,不能用指针式万用表测试微机或传感器,应用高阻抗式数字万用表测试。

表 1-2 汽车微机控制系统功能

汽车微机控制系统	一、发动机控制	(一) 汽油机控制	1. 电控燃油喷射 (EFI)	①喷油量 ②喷油正时 ③燃油停供 ④燃油泵
			2. 电控点火装置 (ESA)	①点火时刻 ②通电时间 ③爆震防止
			3. 怠速控制 (ISC)	
			4. 排放控制	①EGR 排气再循环 ②氧传感器及三元催化 ③CO 控制 (VAF) ④二次空气喷射 ⑤活性炭罐电磁阀控制
			5. 进气控制	①空气引导通路切换 ②旋涡控制阀
			6. 增压控制	
			7. {	①涡轮增压器 ②催化器过热报警
			8. 自我诊断	
			9. 备用功能与失效保护	
			10. 故障自诊断及故障保护功能	
	(二) 柴油机控制		1. 喷油量控制	
			2. 喷油正时控制	
			3. 怠速控制	
			4. 各缸喷油量不均匀修正	
			5. 燃油停供控制	
			6. 增压控制	
			7. 进气控制	
			8. 排气再循环控制	
			9. 起动预热控制	
			10. 故障自诊断及故障保护功能	
	二、传动系控制		1. 自动变速器 (ECT)	
			2. 防滑差速器 (ASD) 与加速防滑系统 (ASR)	
			3. 牵引力控制 (TRC)	
			4. 电控制动防抱死装置 (ABS)	
			5. 电控悬架装置 (TEMS)	
			6. 电控定速/加速/怠速控制	
			7. 动力转向车速感应稳定系统	
			8. 电子仪表	
			9. 雷达防撞装置	
			10. 安全气囊	
	三、行驶、制动、转向系控制		1. 电控制动防抱死装置 (ABS)	
			2. 电控悬架装置 (TEMS)	
			3. 电控定速/加速/怠速控制	
			4. 动力转向车速感应稳定系统	
			5. 电子仪表	
			6. 雷达防撞装置	
			7. 安全气囊	
			8. 防盗装置	
			9. 安全带	
			10. 照明系统监测	
	四、安全保证及仪表警报控制		1. 发电机电压调节	
			2. 过压保护	
			3. 空调系统	
			4. 门窗自动开闭	
			5. 座椅调节	
			6. 门锁控制	
			7. 汽车音响系统	
			8. 汽车通讯系统	
			9. 自动导航系统	
			10. 故障自诊断及故障保护功能	
	五、电源系统控制		1. 发电机电压调节	
			2. 过压保护	
			3. 空调系统	
			4. 门窗自动开闭	
			5. 座椅调节	
			6. 门锁控制	
			7. 汽车音响系统	
			8. 汽车通讯系统	
			9. 自动导航系统	
			10. 故障自诊断及故障保护功能	
	六、舒适性控制		1. 空调系统	
			2. 门窗自动开闭	
			3. 座椅调节	
			4. 门锁控制	
			5. 汽车音响系统	
			6. 汽车通讯系统	
			7. 自动导航系统	
			8. 故障自诊断及故障保护功能	
			9. 故障自诊断及故障保护功能	
			10. 故障自诊断及故障保护功能	
	七、娱乐通讯控制		1. 汽车音响系统	
			2. 汽车通讯系统	
			3. 自动导航系统	
			4. 故障自诊断及故障保护功能	
			5. 故障自诊断及故障保护功能	
			6. 故障自诊断及故障保护功能	
			7. 故障自诊断及故障保护功能	
			8. 故障自诊断及故障保护功能	
			9. 故障自诊断及故障保护功能	
			10. 故障自诊断及故障保护功能	

- (7) 不要用试灯去测试任何与微机相连接的电气装置。
- (8) 微机, 传感器必须防止受潮, 不允许将微机和传感器的密封装置损坏, 更不允许用水冲洗微机和传感器。
- (9) 微机必须防止受激烈震动。
- (10) 电控燃油喷射装置对燃油的清洁度要求很高, 应定期更换燃油滤清器。装用氧传感器的闭环控制系统汽车, 必须使用无铅汽油, 以防氧传感器失效。
- (11) 电控燃油喷射系统的电动燃油泵的工作除受点火开关控制外, 还受空气流量计或微机控制。在点火开关接通后, 只有在发动机处于正常工作或起动状态, 且空气流量计检测到空气流量信号或微机检测到转速和点火信号时, 油泵电路才能接通, 检修时应注意这些特点。
- (12) 电控汽车上不应安装功率较大的电台, 必须安装时, 电台天线应尽量远离微机。以免对微机工作带来不良影响。
- (13) 带有安全气囊系统的车, 对安全气囊进行检修时, 必须严格按操作程序进行。
2. 电控系统故障诊断基本程序
- 电控系统故障诊断基本程序, 见表 1-3。

表 1-3 电控系统故障诊断基本程序



第二节 发动机电控系统

一、电控燃油喷射系统

1. 电控燃油喷射系统型式

电控燃油喷射系统通过对燃油喷射时间的控制调节喷油量，从而改变混合气浓度。因实现对空燃比的高精度控制，就必须对进入汽缸的空气量进行精确的计量。

目前在发动机上应用的 EFI 系统有三种型式。

(1) D 型 EFI (速度密度控制法) 这种方法是通过对检测进气管的压力 (真空度) 来测量发动机吸入的空气量。“D”是德文“压力”一词的第一个字母。由于空气在进气管内的压力波动，该测量方法的精度稍差。其示意图见图 1-1。

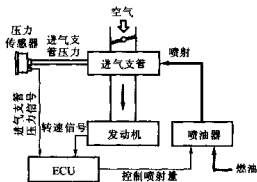


图 1-1 EFI-D 系统

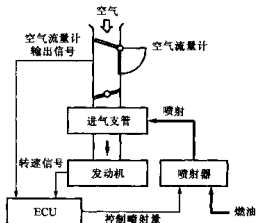


图 1-2 EFI-L 系统

(2) L 型 EFI (质量流量控制法) 这种方法是用空气流量计直接测量发动机吸入的空气量。“L”是德文“空气”一词的第一个字母。测量的精度高于 D 型，故可精确地控制空燃比。其示意图见图 1-2。

D 系统和 L 系统均采用多点间歇脉冲喷射方式，配备这两种系统的发动机，可获得良好的性能。

(3) Mono 系统 该系统是一种低压中央喷射系统，即单点喷射 (SPI)。其示意图见图 1-3。

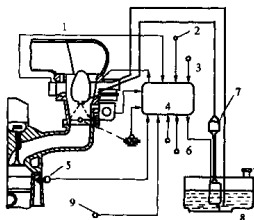


图 1-3 Mono 系统

该系统是在原来安装化油器的部位仅用一只电磁喷油器进行集中喷射，在节气门上

1. 中央喷射组件 2. 接启动机 3. 接点火装置
4. 电子控制器 5. 温度传感器 6. 转速/触发
7. 燃油滤清器 8. 电动燃油泵 9. 接氧传感器

门没有或极少发生燃油附着管壁现象,因而消除了由此而引起的混合与燃烧的延迟,缩短了供油和空燃比信息反馈之间的时间间隔,提高了控制精度,改善了排放。

Mono 系统空气量可以采用空气流量计计量,也可以采用节气门转角和发动机转速来控制空燃比,而省去空气流量计,使结构和控制均简化,既兼顾发动机性能与成本,又使发动机结构变动很小。兼顾减少排放,简化结构,降低成本诸多优势的 Mono 系统在国外已迅速推广应用于低排量的普通轿车甚至货车上。

2. 电控燃油喷射系统组成

电控燃油喷射系统一般由进气系统、燃油系统、点火系统和控制系统四部分组成。

(1) 进气系统 进气系统的作用是,为发动机可燃混合气的形成提供必须的空气,并测量和控制燃油燃烧时所需要的空气量。进气系统的组成见图 1-4。

空气经空气滤清器、空气流量计(在 L 型 EFI 系统中用)、节气门体进入进气总管,再分配到各进气管,在进气管内,空气与喷油器喷出的燃油混合后被吸入缸内燃烧。

汽车在正常行驶时,空气流量由节气门控制,节气门开度越大,进入的空气量越多。怠速时节气门关闭,空气由旁通道通过。通过怠速调整螺钉和怠速空气调节器调整流经旁通道的空气量,可以控制怠速转速,见图 1-5。

怠速空气调节器一般由 ECU 控制。在冷却水混较低时,为加快发动机暖机过程,设置了快怠速装置,由怠速空气调节器控制快怠速所需空气量。这时经空气流量计计量后的空气,绕经节气门体经怠速空气调节器(ISC 阀)。随着发动机冷却水温的升高,怠速空气调节器使旁通道的开度逐渐减小,发动机转速逐渐下降到正常怠速。

(2) 燃油系统 燃油供给系统的作用是,向缸内供给燃烧所需的燃油。燃油系统由燃油泵、燃油滤清器、燃油脉动阻尼器、喷油器、燃油压力调节器及供油总管等组成,见图 1-6 和 1-7

燃油由燃油泵从燃油箱中泵出,经过燃油滤清器,滤去杂质和水分后,经压力调节器调压,然后经输油管送给各个喷油器和冷起动喷油器。喷油器根据 ECU 的指令,开启喷油阀,将适量的燃油喷入进气总管或各进气管。

发动机在正常工况下的喷油量由喷油器的通电时间长短来决定。为了改善发动机冷起动性能,在进气管处安装一个冷起动喷油器,冷起动喷油器的喷油时间由热敏定时开关或者 ECU 控制。

(3) 点火系统 点火系统由点火电子元件、点火线圈、火花塞及高压导线等组成。在 EFI 系统中的点火系统分为三类:一种是普通点火系统;第二种是 ECU 控制点火系统;第三种是无分电器点火系统。第一种 EFI 系统中微机不控制点火系统,而是根据点火信号控制喷油时间和喷油定时;虽增加了闭角、恒流等控制,但点火提前角仍采用真空和离心点火提前机构进行控制。而后两种是把普通点火系统中的真空和离心点火提前控制改为电子控制,这样能更精确的实现最佳点火时间,以提高发动机的动力性、耐久性、可靠性等。ECU 根据发动机转速和各种传感器的信号综合判断发动机的状态而计算出最佳点火时间,将点火信号送至点火器。

(4) 控制系统 控制系统的作用是,根据发动机运转状况和车辆运行状况确定燃油的最佳喷射量。控制系统由传感器、ECU 和执行元件组成,见图 1-8。

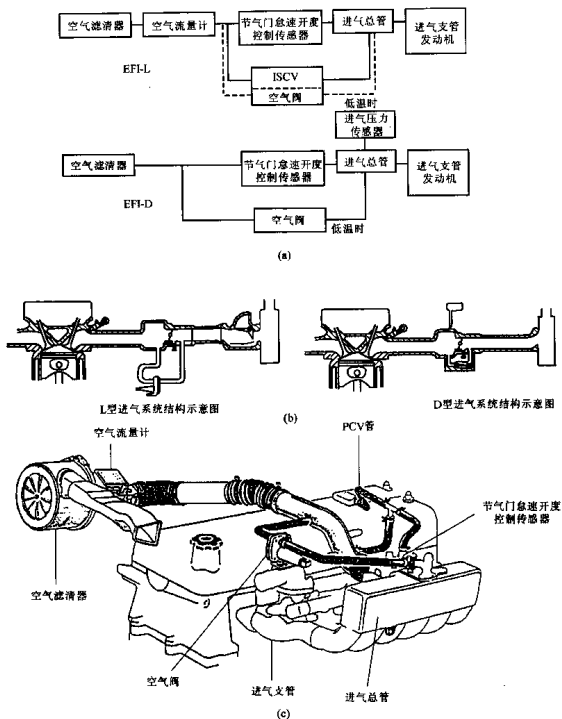


图 1-4 进气系统
(a) 系统框图 (b) 系统结构示意图 (c) 实用结构示例

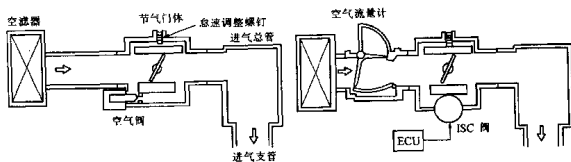


图 1-5 怠速与快怠速的控制

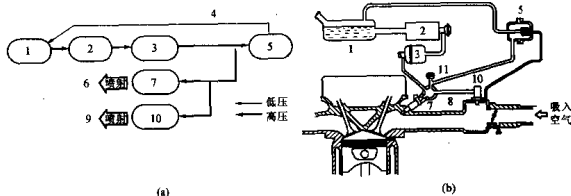


图 1-6 燃油系统

(a) 系统框图 (b) 系统组成图

1. 燃油箱 2. 燃油泵 3. 燃油滤清器 4. 回油管 5. 压力调节器 6. 各缸进气管 7. 喷油器 8. 输油管 9. 进气总管 10. 冷启动喷油器 11. 脉动阻尼器

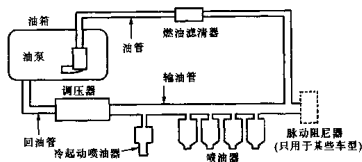


图 1-7 油泵置于油箱内且具有脉动阻尼器的燃油系统

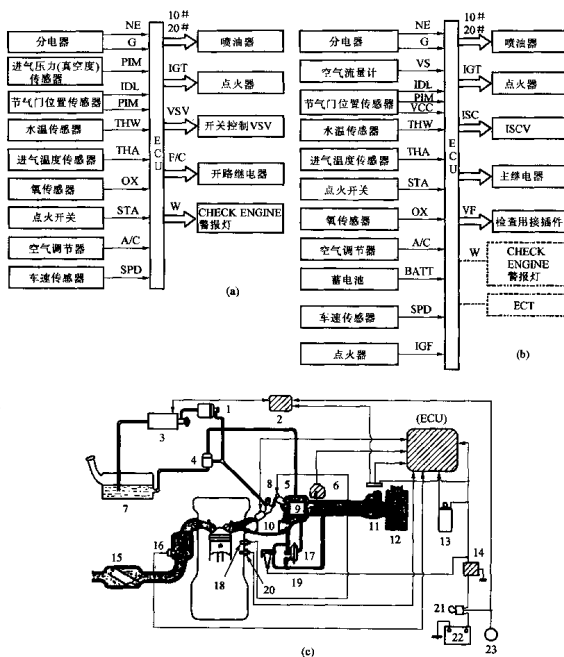


图 1-8 控制系统

(a) EFI-D框图 (b) EFI-L框图 (c) EFI-L系统图

1. 燃油滤清器 2. 断路继电器 3. 燃油泵 4. 压力调节器 5. 冷起动喷油器 6. 节气门位置传感器 7. 燃油箱 8. 脉动阻尼器 9. 进气总管 10. 喷油器 11. 空气流量计 12. 空气滤清器 13. 点火线圈 14. 主继电器 15. 催化转化器 16. 氧传感器 17. 真空限制器 18. 冷起动喷油器定时开关 19. 空气阀 20. 水温传感器 21. 点火开关 22. 蓄电池 23. 起动装置

传感器监测发动机的实际工况，感知各种信号并传输给 ECU。ECU 的存储器存放了发动机各种工况的最佳喷油持续时间，在接收了各种传感器传来的信号后，确定满足发动机运转状态的燃油喷射量，并根据计算结果控制喷油器的喷油时间。ECU 输出的各种控制指令由执行器执行。

二、电控系统的组成

发动机电控系统主要由信号装置、集中控制单元 (ECU)、执行器等组成，见图 1-9。

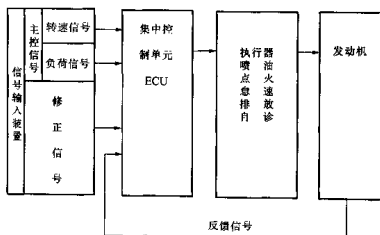


图 1-9 发动机控制系统的组成

1. 信号输入装置及输入信号

发动机控制系统的信号输入主要是通过各种传感器或其他控制装置将各种信号输入 ECU。所用的传感器和输入信号有如下种类：

(1) 空气流量计 (MAF) 在 L 型 EFI 中，由空气流量计测量发动机吸入空气量，并将信号输入 ECU，作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。

(2) 进气 (支管绝对) 压力传感器 (MAP) 在 D 型 EFI 中，由进气压力传感器测量进气管压力 (真空度)，并将信号输入 ECU 作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。

(3) 转速和曲轴位置传感器 曲轴位置传感器检测曲轴的转角信号 (转速信号) 输入 ECU，作为点火和燃油喷射的主控制信号。

(4) 凸轮轴位置传感器 凸轮轴位置传感器检测凸轮轴位置，输入 ECU，作为点火控制主控制信号。

(5) 上止点位置传感器 上止点位置传感器检测一缸上止点位置，输入 ECU，作为点火控制主控制信号。

(6) 缸序判别传感器 缸序判别传感器检测各缸工作顺序，输入 ECU，作为点火控制的主控制信号。

(7) 冷却水温度传感器 检测冷却水温度，输入 ECU，作为燃油喷射和点火正时

的修正信号,同时也是其他控制系统的控制信号。

(8) 进气温度传感器 检测进气温度,输入 ECU,作为燃油喷射和点火正时的修正信号。

(9) 节气门位置传感器 检测节气门的开度状态及开、闭速率 $\frac{d\theta}{dt}$,输入 ECU,作为燃油喷射及其他控制系统的控制信号。

(10) 氧传感器 检测排气中氧的含量,向 ECU 输入空燃比的反馈信号,进行喷油量的闭环控制。

(11) 爆震传感器 向 ECU 输入爆震信号,经 ECU 处理后,抑制爆震产生。

(12) 大气压力传感器 检测大气压力,输入 ECU,修正喷油和点火控制。

(13) 车速传感器 检测车速,输入 ECU,控制发动机转速,实现超速断油控制。在发动机和自动变速器共同控制时,也是自动变速器的主控制信号。

(14) 起动信号 发动机起动时,由起动系向 ECU 提供一个起动信号,作为喷油量、点火提前角的修正信号。

(15) 发电机负荷信号 当发电机负荷因开启用电量较大的电器设备而增大时,向 ECU 输入此信号,作为喷油量与点火提前角的修正信号。

(16) 空调作用信号 当空调打开,空调压缩机进入工作,发动机负荷加大时,由空调开关向 ECU 输入空调作用信号,作为对喷油量及点火提前角的修正信号。

(17) 档位开关信号和空档位置开关信号 自动变速器由 P (或 N) 档挂入其他档位时,发动机负荷将有所增加,此时,档位开关向 ECU 输入信号,作为喷油量及点火提前角的修正信号。当挂入 P (或 N) 时,空档开关提供 P (或 N) 档位位置信号,防止不在 P (或 N) 档时发动机起动。

(18) 蓄电池电压信号 当 ECU 检测到蓄电池和电源系的电压过低时,将对供油量进行修正,以补偿由于电压过低造成喷油量过低所带来的影响。

(19) 离合器开关信号 在离合器接合和分离过程中,由离合器开关向 ECU 输入离合器工作状态信号,作为喷油量和点火提前角的控制的修正信号。

(20) 动力转向开关信号 采用动力转向装置的汽车,当转向盘由中间位置向左右转动时,由于动力转向油泵工作而使发动机负荷加大,此时,动力转向开关向 ECU 输入修正信号,调整喷油量及点火提前角。

(21) 制动开关信号 在制动时,由制动开关向 ECU 提供信号,作为对喷油量点火提前角、自动变速器等的控制信号。

(22) EGR 阀位置传感器 EGR 阀位置传感器向 ECU 提供 EGR 阀的位置信号。

(23) 巡航 (定速) 控制开关信号 当进入巡航控制状态时,由巡航开关向 ECU 输入巡航控制状态信号,由 ECU 对车速进行自动控制。

2. 集中控制单元 (ECU) 的组成

发动机集中控制系统 ECU 主要由输入回路、A/D 转换器、微型计算机和输出回路四部分组成,见图 1-10。

(1) 输入回路 输入 ECU 的信号有两类:一类是模拟信号,如热线式空气流量计