

汽车电控原理与维修

周大森 潘义刚 李京翔 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控原理与维修/周大森等编著. —北京:国防工业出版社,(1996.5重印)

ISBN 7-118-01281-5

I. 汽… I. 周… III. ①汽车-发动机-电动控制-维修②
发动机-电动控制-汽车-维修 ③电动控制-汽车-发动机-维
修 N. U464

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

北京市怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$ 217千字

1994年8月第1版 1996年5月北京第3次印刷

印数:12501—18500册 定价:13.30元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

序

汽车与电子计算机的结合是现今汽车的发展方向,电子计算机不仅用于汽车设计、制造、试验和管理,而且在汽车中电控的应用日益增多。70年代为了降低汽油机的排放,并适当地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;80年代汽油机控制系统进一步完善,并向多点喷射与自我诊断等方向发展;进而扩展到汽车电控自动变速、刹车防抱、平衡悬挂、导航、撞车防护与信息显示等系统,进一步改善了汽车行驶的安全性、舒适性与可靠性,以及驾驶的方便性。

近10年来电控汽车发展很快,欧美工业发达国家生产的电控汽车已占高级小轿车的50%~90%;我国已进口数万辆电控小轿车;中外合资生产的奥迪、桑塔纳、切诺基与标致等牌号的小轿车,也引进了电控系统,已生产上万辆电控小轿车,今后大量生产电控小轿车势在必行。

电控汽车与一般汽车的区别,主要在于采用大量传感器感受汽车运行的工况,经微机判别与分析,并根据预定方案,通过执行机构控制空燃比、点火时刻、自动变速、刹车防抱等,使电控汽车达到最佳性能。因此,要求电控汽车使用与维修人员必须掌握汽车电控有关的基础理论、电控原理与结构,以及必要的维修知识与方法。

为了适应社会需要,编写“汽车电控原理与维修”一书,对汽车理论阐述清楚、叙述简洁,并提供了较丰富的维修实践知识。可供汽车工程技术人员与大专院校师生学习参考。

由于汽车电控系统发展日新月异,希望不断补充与完善电控理论与实践,为提高我国电控汽车技术水平做出贡献。

北京工业大学教授魏仲猷

前 言

传统的车辆机械产品同电子技术的结合,是车辆工程现代化和国家综合国力的重要标志。汽车上采用电子控制,国际上从 80 年代有了飞速发展。国外工业发达国家已有 50%~80% 高级轿车采用了电子控制,其中包括发动机的电子控制和汽车变速、制动,车身调平以及汽车空调等方面的电子控制。汽车电控对提高车辆的动力性、经济性、舒适性以及减少汽车排放的有害气体,都有着显著的效果。

为了使我国汽车工业适应改革开放的新形势,缩小与世界水平的差距,根据我们在教学、科研中积累的一些国内外资料和实践经验,结合我国国情,编写了这本《汽车电控原理与维修》,供从事汽车工程,汽车维修的技术人员和有关院校师生参考。

全书共六章,分别介绍电控汽车的结构特点,控制原理,检修方法,并力求结合国外典型车例进行说明。

由于水平有限,书中如有不当之处,望广大读者批评指正。

编 者

内 容 简 介

本书介绍了汽车发动机的电控燃油喷射系统、电子点火系统和汽车的自动空调、自动变速、制动、车身调平等电控系统的原理、结构以及自动检测诊断功能等最新技术。书中着重叙述了汽车电控系统的故障检修方法,列举了美、日等国主要公司电控车型的检修步骤及注意事项,对我国进口电控汽车的技术消化和保养、维修具有实用价值。

本书可供汽车专业的技术保修人员及大专院校师生参考,也可以作为维修技术培训教材。

目 录

第一章 汽车电子控制基础

1-1 汽车电子化	(1)
1-1-1 发展状况	(1)
1-1-2 主要类型	(2)
1-1-3 控制目标	(5)
1-2 汽油发动机的电子控制	(9)
1-2-1 化油器的电子控制	(9)
1-2-2 单点汽油喷射控制	(14)
1-2-3 多点汽油喷射控制	(18)
1-3 柴油机的电子控制	(22)
1-4 车内温度与通风的电子控制	(25)
1-5 汽车变速、车速及行车高度的电子控制	(27)
1-5-1 汽车变速器的电子控制	(28)
1-5-2 电子车速控制系统	(29)
1-5-3 车身电子调平系统	(31)
1-5-4 自动油压悬挂系统	(31)
1-5-5 自动防滑系统	(34)
1-6 汽车电子仪表板及电子显示	(36)
1-6-1 电子仪表板	(36)
1-6-2 电子显示装置	(37)

第二章 发动机电子喷射系统的组成和特性

2-1 进气系统	(39)
2-1-1 进气总管、歧管和节气门	(40)
2-1-2 空气流量计的计量和特征	(43)

2-2 燃油供给系统	(49)
2-2-1 油泵和压力调节器	(49)
2-2-2 喷嘴及喷嘴驱动	(54)
2-3 点火系统	(60)
2-3-1 普通点火系统的组成	(61)
2-3-2 ECU 控制点火系统的组成	(61)
2-3-3 无分电器点火系统构成(DLI)	(63)

第三章 电子喷射系统的控制

3-1 发动机电控原理	(69)
3-1-1 发动机采用电控的目的	(69)
3-1-2 如何实现电子控制	(71)
3-1-3 开环与闭环控制	(73)
3-2 控制系统的构成	(73)
3-2-1 系统的电源	(73)
3-2-2 系统的输入信号及特性	(74)
3-2-3 控制单元的功能	(82)
3-3 喷油控制	(83)
3-3-1 供油系统的构成及工作方式	(83)
3-3-2 喷嘴工作原理及驱动控制	(84)
3-3-3 冷起动喷嘴	(90)
3-3-4 喷油方式及喷油定时	(91)
3-3-5 喷油持续时间的确定	(93)
3-3-6 空燃比的控制方法	(98)
3-4 点火控制	(100)
3-4-1 点火信号的形式及基准信号	(100)
3-4-2 点火及点火控制电路	(104)
3-4-3 点火提前角的确定	(108)
3-4-4 点火提前角的控制方式	(113)
3-5 怠速控制	(115)
3-5-1 怠速控制的种类	(115)
3-5-2 怠速控制	(120)

3-6 废气再循环(EGR)的控制	(121)
3-6-1 废气再循环概述	(121)
3-6-2 废气再循环的控制	(123)
3-7 二次空气控制	(126)

第四章 汽车电控喷射系统的调整与维修

4-1 主要装置的性能检测	(130)
4-1-1 汽油喷射装置的检修	(131)
4-1-2 节气门开度传感器检测	(135)
4-1-3 空气流量的检测	(138)
4-1-4 电路断路继电器的检测	(141)
4-1-5 怠速转数控制的检测	(144)
4-1-6 进气系统的调整	(150)
4-1-7 冷起动喷嘴时间开关的检测	(152)
4-1-8 氧传感器的检测	(154)
4-2 常见故障	(155)
4-2-1 喷嘴不工作	(155)
4-2-2 突然灭车后,起动不良	(158)
4-3 典型车的检修	(159)
4-3-1 丰田 1G-FE 型六缸发动机《保修要领》	(159)
4-3-2 通用公司凯迪拉克电喷系统的检修(波许 D 型系列)	(165)
4-3-3 克莱斯勒公司电喷系统的检修	(166)
4-4 安全保险及自检系统的应用	(176)
4-4-1 安全保险功能	(176)
4-4-2 故障诊断的自检系统	(178)
4-4-3 自检系统车型举例	(184)
4-4-4 故障检修举例	(200)

第五章 汽车电控自动空调检修

5-1 电控自动空调的组成元件及安装位置	(217)
5-2 控制系统的组成及作用	(219)
5-3 自动空调的故障检修	(223)

5-3-1 动力伺服装置的常见故障	(223)
5-3-2 送风电路故障	(224)
5-3-3 电脑控制自动空调故障排除	(224)

第六章 汽车变速电控系统检修

6-1 变速器的电子控制	(231)
6-2 丰田皇冠汽车的自动变速控制	(235)
6-3 克莱斯勒公司汽车的自动变速控制	(238)
6-3-1 AW-4 电子控制四速自动变速工作原理	(238)
6-3-2 AW-4 电控自动变速器故障诊断	(240)
6-4 防抱死系统及常见故障	(241)
6-5 ECTV 电控无级变速器	(243)
6-5-1 ECTV 系统的构成	(243)
6-5-2 保修要点	(245)
6-6 车身电子调平系统检测	(251)
参考文献	(257)

第一章 汽车电子控制基础

1-1 汽车电子化

1-1-1 发展状况

50年代汽车上装有电子管收音机,1955年晶体管收音机问世后,采用晶体管收音机的汽车迅速增加,并在德国大众汽车上成为标准部件。1960年美国克莱斯勒汽车公司和日本日产公司开始采用二极管整流的交流发电机,此后在世界上得到迅速推广。60年代是汽车电子化的活跃时代,以电子调节器和电子点火为代表,真正的电子控制点火装置是美国克莱斯勒公司在1976年开始生产的。这以后,美国通用公司和福特公司也相继采用。到1978年,日本的日产公司和美国的通用公司先后开发了化油器空燃比反馈控制系统,并能综合控制点火时间。

电控燃料喷射是在1967年,德国波许公司制成D型装置,以后又开发了L型装置,见图1-1。1975年日本汽车也装上了这种装置,可以说是当今电控燃油喷射的初型。从1980年以后,发动机电子控制技术得到了快速发展,特别是在电子集成化方面的进步,使控制系统的结构紧凑,对可靠性提高,降低电能消耗都起到了推动作用。

除了汽车发动机以外的其它汽车部件,最先采用电子控制的是美国福特公司的电子控制防滑装置,接着在70年代里日本各大汽车公司也开发了这种装置,与此同时法国的雷诺,日本的日产和丰田也各自研制了变速器的电子控制装置(电子变扭器)。进入80年代以后,新产品发展的竞争十分激烈,采用电子技术有利于汽车性能的提高和各种功能的完备,并避免了汽车重量的增加,所以新

产品不断推出,其中有代表性的体现在以下几个方面:

第一,辅助驾驶装置:包括车速自动控制;变速器自动控制;助力转向控制。

第二,信号装置:包括仪表数字显示;各种报警装置;各种监视器等。

第三,安全装置:包括防滑装置;汽车高速感应门锁;空气袋等。

第四,舒适、方便装置:包括自动空调;自动车窗和座椅;立体音响;汽车电话等。

1-1-2 主要类型

在 80 年代,发展较快的汽车电子控制是发动机电子控制汽油喷射系统。1988 年以后占轿车产量的一半,该喷油系统有 MPI(多点喷射)和 SPI(单点喷射)两种方式。SPI 易于实行计算机控制,但存在各缸燃料分配不良和供油滞后等缺点。可是由于喷油嘴少,成本比 MPI 低。在美国,通用汽车公司把它称为 CFI(集中喷油式);日本三菱公司的 ECI(电控喷射)也是这种型式。电控汽油喷射系统也称 EFI(Electronic Fuel Injection)。采用 EFI 系统代替了化油器,具有明显优越性,其对比情况可参见表 1-1。EFI 系统根据进气量的检测方式可分如下型式:

1. D 型 EFI(速度密度控制型)(Speed Density Control Type)

表 1-1 EFI 系统与化油器的对比情况

项目	化油器	EFI
工作系统	节气门的开度改变怠速及主油系中空气流经喉口的真空度,以此计量空气量和喷油量	由压力传感器和流量传感器计量进气量。ECU 根据各传感器信号进行计算后,控制电喷嘴的喷油量达到最佳 A/F
冷起动	通过关闭阻风门,加浓混合气	ECU 接受起动信号冷起动喷嘴供油

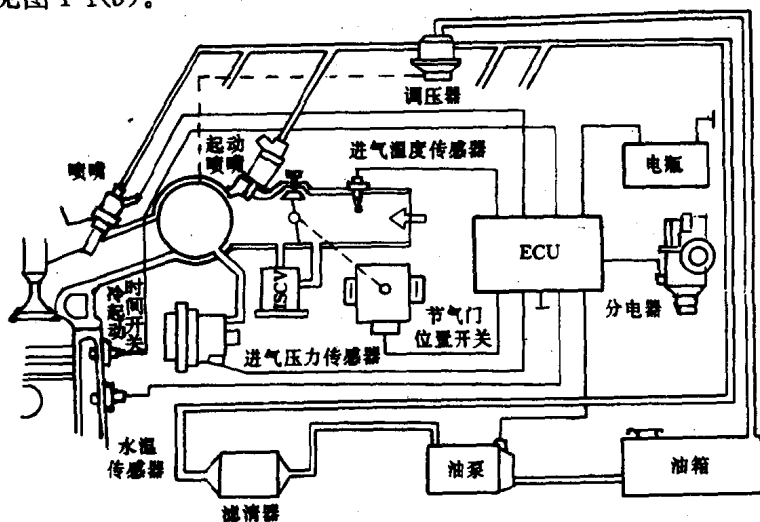
(续)

项目	化油器	EFI
暖机	用手动或自动阻风系统控制阻风门逐渐打开	根据水温传感器信号变化,增减喷射量,控制 A/F
加速	节气门突然打开,使油的惯性大于空气的惯性使瞬时混合气过稀,故设有加速系(机械式和真空式)	ECU 根据进气量及转速控制喷油,并经水温予以修正
大功率输出	由经济空燃比→较浓混合气采用加浓系(机械式或真空式省油器)	ECU 接受节气门位置传感器信号,控制喷嘴提供功率 A/F

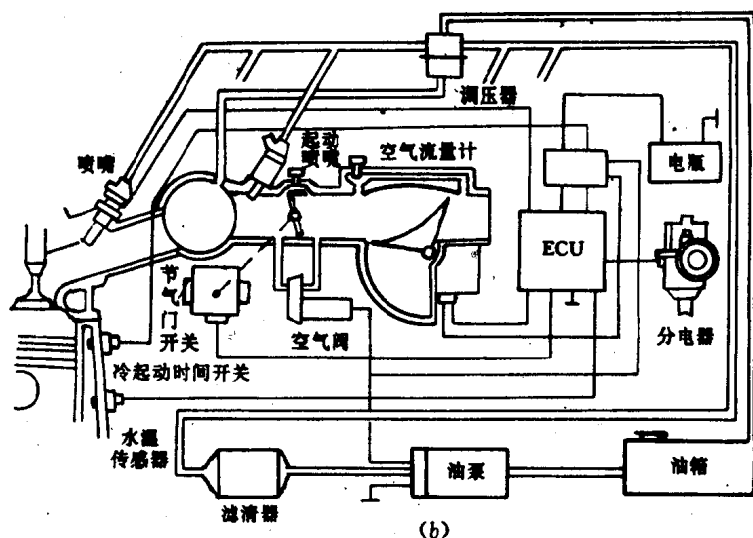
D 型 EFI 是根据测量进气歧管中真空度及温度来检测空气量,但因管内空气压力波动,会影响进气量的测量精度,是 1967 年波许公司研制的,如图 1-1(a)所示。

2. L 型 EFI 质量流量控制法(Mass-flow control type)

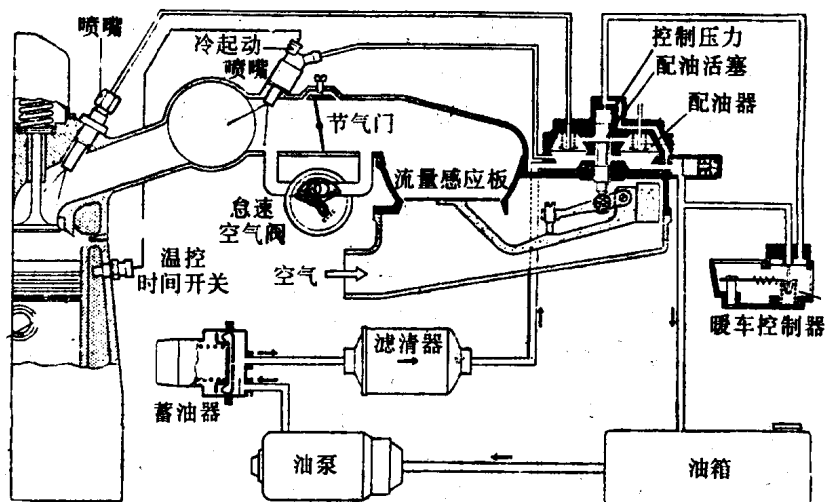
L 型 EFI 是由空气流量计直接测量进入进气歧管的空气量,测量比 D 型 EFI 准确。1975 年以后在德国、日本、美国各大公司相继采用。流量计的型式有折翼阀门式,卡门涡流式,热线式等种类,见图 1-1(b)。



(a)



(b)



(c)

图 1-1 电控汽油喷射系统——EFI

(a) L 型 EFI; (b) D 型 EFI; (c) K 型 EFI。

此外在欧洲车上还有 K 型系统, 该型式也属质量-流量控制型, 但因是机械式的, 故也称为机械连续喷射系统, 见图 1-1(c)。

EFI 的优点在于,混合气分配均匀性好;在任何情况下均能得到较精确的 A/F 的控制;发动机加速响应好;充气效率高;具有良好的起动性能和减速时停止供油功能,有利于经济性和排放性能的改善。

1-1-3 控制目标

1. 空燃比实行电子控制的必要性

燃料与空气混合后形成的可燃混合气,其成分对发动机的动力性和经济性有很大影响。发动机吸入空气与燃料质量之比称为空燃比,通常用 A/F 表示,使 1kg 汽油完全燃烧理论上需要 14.7 kg 空气,此时的 A/F 为 14.7 : 1,也称为“理论空燃比”。

(1) 空燃比与发动机的动力性和经济性

当空燃比比“理论空燃比”稍小($A/F=13.5\sim14.0$)时,燃烧温度最高,与此相比,混合气过浓或过稀,火焰温度都会降低。火焰燃烧速度最大时的空燃比是比火焰温度最高时的空燃比还要小一点($A/F=12\sim13$)的时候,这时火焰燃烧速度快,燃烧压力高,发动机输出功率最大,故一定转速下,提供这个 $A/F=12\sim13$ 的空燃比为功率空燃比。

油耗率最低时的空燃比要比理论空燃比稍大, A/F 约为 16 左右,才能保证燃料完全燃烧。燃烧结束后,若废气中不剩下少量氧气,完全燃烧是难以实现的,故发动机处于汽车经济行驶状态时,空燃比需比理论空燃比稍大。图 1-2 中示出了空燃比与发动机动力性和经济性的关系。

(2) 空燃比与发动机的排气

自从大气污染成为社会性的公害以后,对空燃比的考虑因素更多了。由于石油产地和炼油方法的不同,汽油的组成成分略有不同,但都

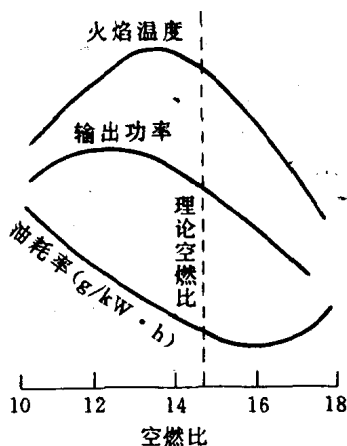


图 1-2 空燃比与发动机动力性和经济性的关系

是多种碳氢化合物组合而成,其中半数以上为烷烃。汽油和空气混合后在缸内燃烧,大部分变成二氧化碳(CO_2)和水蒸气(H_2O),根据燃烧条件,也有一部分由于不完全燃烧而生成一氧化碳(CO)和碳氢化合物(HC)。此外,当燃烧温度很高时,空气中的氮与未燃的氧起反应生成氮氧化物(NO_x)。排气浓度随空燃比变化的情况如图 1-3 所示。

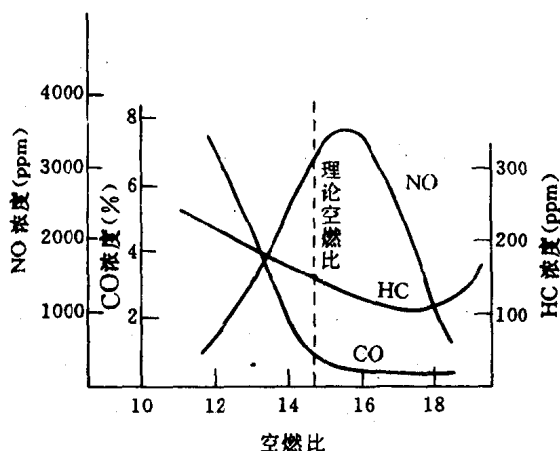


图 1-3 排气成份随 A/F 的变化

(3) 空燃比与低负荷区的稳定燃烧

发动机在 $1/4$ 负荷以下时,由于气缸充气量下降,压缩压力和压缩温度变小。压缩过程中冷却损失所占比例相应变大,所以燃烧容易变得不稳定。为防止这种现象就需加浓混合气(见图 1-4),一般怠速时把空燃比修正为 12 左右;而冷起动时,缸内温度低,汽油难于汽化,还需进一步加浓混合气。

由此可见,为了使发动机的动力性,经济性,排气清洁性,燃烧(怠速时)稳定性和起动性等都能得到最佳状态,发动机的控制系统应能随时自动调整发动机的空燃比,这也是汽车电控系统的重要内容之一。过去的汽车上,汽车发动机一直采用化油器供油,为了满足燃料经济性,排放性能,驱动性不断提高的要求,在化油器上采用了各种复杂的辅助装置,并且为了代替化油器,更好满

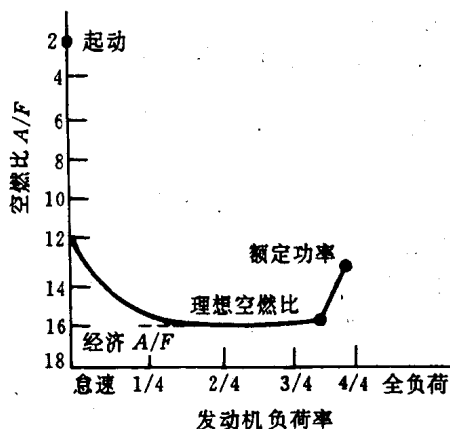


图 1-4 化油器空燃比的修正

足发动机要求,开发了 EFI 系统。

2. 点火时间实行电子控制的必要性

点火时间是燃烧过程的起点。进入气缸的可燃混合气由于被压缩而受热(达 400°C)后,燃油气化,处于氧化状态,很容易着火,这时若火花塞跳火,便可生成火焰核心,由于火焰的传播需要一定时间,故在什么时间点火对发动机的性能和排气成分都会产生较大影响。

(1) 燃烧过程和点火时间

从图 1-5 中的缸内压力变化来看,由点火到压力开始上升这

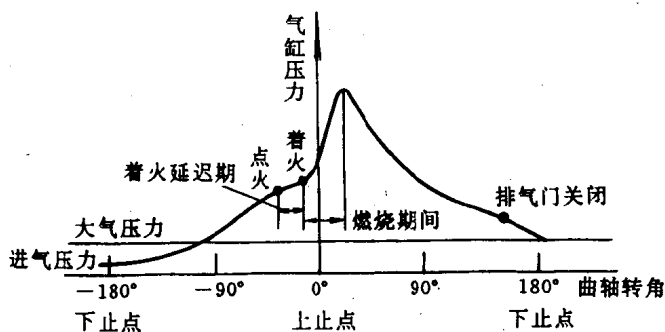


图 1-5 缸内点火压力变化