

汽车维修工入门丛书

汽车发动机电控系统维修

付百学 谭国兰 李洪智

编著

入门



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

汽车维修工入门丛书

本书为汽车维修工入门丛书之一，主要介绍汽车发动机的基本构造、工作原理、常见故障的诊断与排除方法。本书可作为汽车维修工入门教材，也可供汽车维修人员参考。

汽车发动机电控系统维修入门

（CIP）目录页在书后

本书为汽车维修工入门丛书之一，主要介绍汽车发动机的基本构造、工作原理、常见故障的诊断与排除方法。本书可作为汽车维修工入门教材，也可供汽车维修人员参考。

付百学 谭国兰 李洪智 编著

本书为汽车维修工入门丛书之一，主要介绍汽车发动机的基本构造、工作原理、常见故障的诊断与排除方法。本书可作为汽车维修工入门教材，也可供汽车维修人员参考。

（CIP）目录页在书后

本书为汽车维修工入门丛书之一，主要介绍汽车发动机的基本构造、工作原理、常见故障的诊断与排除方法。本书可作为汽车维修工入门教材，也可供汽车维修人员参考。

（CIP）目录页在书后

本书为汽车维修工入门丛书之一，主要介绍汽车发动机的基本构造、工作原理、常见故障的诊断与排除方法。本书可作为汽车维修工入门教材，也可供汽车维修人员参考。

本书为汽车维修工入门丛书之一，主要介绍汽车发动机的基本构造、工作原理、常见故障的诊断与排除方法。本书可作为汽车维修工入门教材，也可供汽车维修人员参考。

本书为汽车维修工入门丛书之一，主要介绍汽车发动机的基本构造、工作原理、常见故障的诊断与排除方法。本书可作为汽车维修工入门教材，也可供汽车维修人员参考。



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书为汽车维修工入门丛书之一，主要介绍汽车发动机的基本构造、工作原理、常见故障的诊断与排除方法。本书可作为汽车维修工入门教材，也可供汽车维修人员参考。

内 容 提 要

本书共分六章,分别介绍了发动机集中控制系统的控制内容与基本组成,燃油喷射控制系统、微机控制点火系统、辅助控制装置的结构原理,发动机集中控制系统的典型实例以及故障诊断与检修等内容。在编写过程中本着由浅入深的原则,通过实例说明问题,各章简单明了,具有较强的针对性和实用性。

本书适合汽车维修工、汽车驾驶员及有关学校汽车专业师生阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机电控系统维修入门/付百学,谭国兰,李洪智编著. —北京:
中国电力出版社, 2008

(汽车维修工入门丛书)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 5510 - 8

I. 汽… II. ①付…②谭…③李… III. 汽车 - 发动机 - 电子系统:
控制系统 - 车辆修理 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 061359 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 1 月第一版

2008 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 10.75 印张 280 千字

印数 0001—4000 册 定价 21.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



《汽车维修工入门丛书》

编委会成员

主 任： 付百学

委 员：（以姓氏笔划为序）

于建国 于春鹏 王庆华 刘宝平

刘福全 李洪智 李 毅 胡胜国

倪明辉 谭国兰 鲍 宇



序

汽车工业是国民经济的支柱产业之一，是高度专业化、自动化的综合性工业。我国汽车工业正以前所未有的速度迅猛发展，年产量由改革开放前的几万辆发展到2006年的728万辆，跃居世界第3位。据统计，至2006年底我国汽车保有量约3900万辆，预计到2010年汽车保有量将突破6000万辆。今后10年，将达到1亿辆。

随着我国汽车保有量的迅速增长，汽车维修工的队伍日益扩大。汽车维修工的技术水平对保证汽车正常、低耗高效地行驶，对提高汽车的使用寿命起着极其重要的作用。然而，目前我国相当数量的汽车维修工是刚走上维修岗位的新手，处理问题、解决问题的能力亟待提高。而且，改革开放以来，随着技术引进、技术开发，我国汽车产品大踏步升级换代，新车型、新款式不断涌现，并采用了大量的电子控制技术，对车辆维修人员提出了更高的要求，必须不断更新知识，掌握现代汽车维修技能，才能适应汽车维修工作的需要。因此，即使是多年从事汽车维修作业的老工人，也需要不断地更新知识，不断地充实自己，以适应日新月异的现代汽车维修的要求。应广大汽车维修工的需求，由多年从事汽车专业理论和实践教学的教师、维修企业的工程师、技术总监等编写了这套《汽车维修工入门丛书》。

本套丛书的特点：

(1) 针对性强。本套书以初中以上文化的个体维修工为主要读者对象，有的放矢地解答用户、维修工在车辆使用维护、检测维修中经常遇到的疑难问题和重点问题。

(2) 通俗易懂, 便于自学。考虑到大多数个体汽车维修工文化水平不高, 不易找到适当的教师, 主要靠自学来掌握知识、提高技术水平这一情况, 编写过程中, 尽可能以图表形式, 形象直观地解答问题, 尽量采用通俗易懂的语言。

(3) 内容系统。从基本结构入手, 同时突出汽车新技术, 介绍相关内容的结构原理、正确使用、故障诊断、部件检修等内容, 图文并茂, 浅显易懂, 给初学汽车维修的人员打下一个良好的基础。

由于时间仓促, 书中不当或错误之处, 敬请广大读者指正, 以便再版时更正。

编委会



前 言

随着汽车工业的迅速发展,汽车车型、结构、性能不断地改变,汽车电子化程度越来越高,新结构与新装置不断涌现。尤其是汽车电气与电子控制装置装车率迅速提高,给汽车的使用和维修工作带来了诸多困难。汽车维修工,尤其是刚走上维修岗位的新手,必须掌握汽车电子控制技术的理论知识,熟悉汽车电子控制装置的检测、故障诊断与维修的基本方法,并拥有各种维修资料,不断地更新知识,不断地充实自己,以适应日新月异的现代汽车维修工作的要求。

为了满足广大读者的迫切需求,使大家尽快熟悉、了解和掌握汽车电子控制技术,更好地从事汽车电气和电子装置的使用、维修工作,作者在总结多年工作经验的基础上,并参阅了大量的技术资料,编写了《发动机电控系统维修入门》一书。

本书介绍了发动机集中控制系统的控制内容与基本组成,燃油喷射控制系统、微机控制点火系统、辅助控制装置的结构原理,发动机集中控制系统的典型实例以及故障诊断与检修等内容。在编写过程中本着由浅入深的原则,通过实例说明问题,各章简单明了,具有较强的针对性和实用性,适合汽车维修工、汽车驾驶员及有关学校汽车专业师生阅读。

本书由付百学、谭国兰、李洪智编著。其中第一、三、五章由谭国兰编写,第二、四、七章由李洪智编写,第六、八章由付百学编写。由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2007年2月



目 录

序

前言

第一章 概述

1

第一节 汽油发动机集中控制系统及其控制内容 1

第二节 发动机电子控制系统的基本组成 2

一、信号输入装置及输入信号 3

二、电子控制单元 6

三、执行器 8

第三节 汽车电控系统的故障自诊断技术 14

一、随车诊断技术 14

二、车外诊断技术 14

第二章 燃油喷射控制系统的结构原理

16

第一节 概述 16

一、燃油喷射的定义 16

二、汽油发动机对可燃混合气的要求 17

三、燃油喷射系统的分类 21

四、燃油喷射系统的优点 31

第二节 燃油喷射控制系统的组成 33

一、空气供给系统 33

二、燃油供给系统 37

三、燃油喷射电控系统 38

第三节	传感器的结构原理	41
一、	空气流量传感器	41
二、	进气歧管绝对压力传感器	50
三、	曲轴与凸轮轴位置传感器	54
四、	节气门位置传感器	65
五、	温度传感器	68
六、	氧传感器	71
第四节	执行器的结构原理	77
一、	电动汽油泵	77
二、	燃油分配管和油压调节器	79
三、	喷油器	81
第五节	电控燃油喷射系统的控制过程	83
一、	喷油器控制	83
二、	喷油正时控制	84
三、	发动机起动时喷油量的控制	88
四、	发动机起动后喷油量的控制	89
五、	发动机断油控制	90

第三章 微机控制点火系统的结构原理 **94**

第一节	微机控制点火系统的组成	94
第二节	微机控制点火系统主要部件的结构原理	96
一、	爆燃传感器	96
二、	点火控制组件	101
三、	闭磁路式点火线圈	103
第三节	微机控制点火系统的控制过程	104
一、	基本控制原理	104
二、	点火提前角的确定	105
三、	配电方式	106
四、	发动机爆燃的控制过程	110

第四章 辅助控制	114
第一节 怠速控制	114
一、旁通空气式	115
二、节气门直动式	126
第二节 排放控制	127
一、废气再循环	127
二、活性炭罐蒸发污染控制	131
三、催化转化器	132
第三节 进气与增压控制	135
一、谐波进气增压控制系统	135
二、共振增压可变进气系统	138
三、废气涡轮增压系统	139
第五章 发动机集中控制系统典型实例	141
第一节 富康轿车汽油喷射系统	141
一、燃油喷射系统的基本组成	141
二、BOSCH MP5.2 电控燃油喷射系统的控制功能	142
第二节 广州本田雅阁轿车汽油喷射系统	153
一、电控燃油喷射系统的组成	153
二、系统控制功能	157
第三节 别克轿车电控汽油喷射系统	160
一、别克轿车电控汽油喷射系统的特点	160
二、点火控制	166
三、燃油喷射控制	170
四、发动机排放控制	175
第六章 发动机集中控制系统的故障诊断与检修	178
第一节 常用工具与专用检测仪器	178

一、跨接线	178
二、测试灯	179
三、万用表	180
四、真空测量仪	182
五、燃油压力表	183
六、喷油器清洗器	185
七、专用测试仪	185
第二节 故障诊断的基本方法	208
一、电控发动机故障诊断与检修的注意事项	208
二、电控发动机故障排除的基本原则	213
三、电控发动机故障诊断流程和方法	216
四、电控发动机故障诊断常用技巧	235
五、电控发动机的基本检查	238
第三节 电控发动机常见故障诊断与排除	244
第四节 故障自诊断系统	252
一、故障的存储与识别	252
二、故障码的读取方法	253
三、故障诊断模式	256
四、故障码的显示方法	257
五、故障码的清除	262
六、故障自诊断系统实例	263
第五节 发动机综合控制系统主要部件的检修	278
一、传感器	278
二、ECU	299
三、执行器	306



第一章 概 述

第一节 汽油发动机集中控制 系统及其控制内容

在电子技术用于控制发动机的初期,控制的目的是为了满足不同排放的严格要求和获得更好的燃油经济性。随着排放问题的基本解决,充分利用电子技术强大的控制能力,不断丰富汽油机控制系统的功能,充分挖掘其在动力性、经济性方面的潜力,进而全方位地改善汽油机的性能,已经成为汽油机的主要发展方向之一。于是,微处理器控制在汽油机上的应用就经历了从单一的化油器电子控制、汽油喷射控制、点火控制到全面电子控制的过程。

从20世纪60年代后期到20世纪70年代,由于汽车电控系统多采用模拟电路的ECU,故对汽车的某一系统控制多采用单独控制模式,其缺点是很难实现汽车多系统同步实时控制,且线路复杂、成本高。其次,多个系统,多个ECU,几个单独控制系统中的ECU均需要同一种信号时,必须同时配备几个相同的传感器,势必会造成系统结构复杂、维修困难、控制效果差及可靠性较低等问题。今天,汽油机已经进入了电子控制技术时代,用一个ECU进行以汽油喷射为主的多项控制,即所谓的集中控制,是当代汽油机控制的基本模式。随着控制功能的不断增加,电子控制几乎已经渗透到汽油机的各个机构和系统,可谓无处不在。同时,除了汽油机的全面控制以外,还以此为

中心加入传动控制,向车辆整体控制的方向发展。

发动机控制系统也从单独控制系统发展到集中控制系统,其主要控制对象为燃油喷射和点火控制,再根据不同车型适当

增加一些辅助控制功能（主要有怠速控制、废气再循环控制、发电机控制、变速控制、汽油泵控制、加速踏板控制、巡航控制、极限转速控制、发动机闭缸控制和自诊断系统）。汽油发动机集中控制系统及其控制功能如表 1-1 所示。

表 1-1 汽油发动机集中控制系统及其控制功能

电子控制系统 (或装置)	功 用
汽油机燃油喷射系统	精确、有效地控制混合气的空燃比,使其在各种工况下都能达到或接近于理论值(14.7:1),从而实现提高功率、降低油耗、减少排放污染的目的
汽油机进气控制系统	在发动机不同负荷和转速下,由 ECU 控制真空电磁阀,以控制动力阀或涡流阀的开、闭,从而改善进气效率,提高发动机输出转矩或动力
汽油机点火微机控制系统	控制发动机在不同转速、进气量、温度等条件下,获得最佳点火提前角并进行点火,以输出最大功率和转矩,并将油耗和排污减小到最低程度
汽油机排放控制系统	将曲轴箱中的废气和排气管排出的一部分废气,以及燃油箱中部分燃油蒸气送到进气歧管的新鲜混合气中再进行燃烧(再循环),以控制发动机有害气体的生成和减少有害气体的排放
发动机怠速电子控制系统	由发动机 ECU 控制怠速控制阀,使发动机的怠速在不同工况下能进行自动地调整,并处于最佳怠速转速下运转,既保证发动机不熄火又有效地降低油耗

第二节 发动机电子控制系统的基本组成

发动机电子控制系统主要由信号输入装置、电子控制单元(ECU)和执行器等组成,如图 1-1 所示。

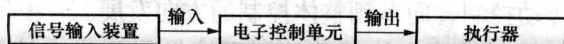


图 1-1 发动机电子控制系统的基本组成

一、信号输入装置及输入信号

信号输入装置是指各种传感器或开关。

车用传感器有两类，一类用于控制汽车运行状态，另一类让驾驶员了解某些状态（如冷却液温度、润滑油压力、燃油量等）。车用传感器的种类及用途如表 1-2 所示。

表 1-2 车用传感器的种类及用途

物理量	测定部位	传感元件	要求项目	用途
旋转 角度 (转角)	曲轴角 度	电磁型拾音器、 光电遮断器、霍尔 集成电路	小型化、提高分辨 能力	电子控制燃 油喷射装置
	节气门 开度	CP 电位计（电 路组件）	提高触点的接触可 靠性、高寿命	
	转向角	光电遮断器、静 电容量式	小型化、提高分辨 能力	四轮转向、 动力转向
	车高	超声波、激光、 CP 电位计	低成本化	悬架
	角速度、 方位	振动陀螺仪、光 纤陀螺仪、地磁、 排气流量陀螺仪	提高耐高温特性、 降低与其他转轴的灵 敏度、低成本化、零 件集成化、消除残留 磁性	导向系统
旋转 速度 (转速)	发动机 转速	电磁型拾音器、 霍尔集成电路	小型化、耐噪声性	电子控制燃 油喷射装置、 自动变速器、 悬架、牵引、 车门锁定、扰 流器、导向 (航)等
	变速器 转速	电磁型拾音器、 霍尔集成电路、 MR 元件	耐振动性、耐噪声 性、耐高温性	
	车轮转速 (转速)	电磁型拾音器、 霍尔集成电路、 MR 元件	零点车速的检测	防抱死制动 系统等

续表

物理量	测定部位	传感元件	要求项目	用途
加速度	质心弹簧上的加速度	差动变量器、光电遮断器、霍尔集成电路	小型化、提高频率响应特性	牵引力控制系统、防抱死制动系统、四轮转向系统、悬架及导向系统
	碰撞加速度	机械式、半导体式开关	提高触点的接触可靠性、耐冲击性、耐高温性	安全气囊系统
压力	发动机进气压力	半导体式	密度的校正	电子控制燃油喷射装置等
	发动机润滑油压力	机械式膜片、半导体式	提高触点的接触可靠性、耐高温性、耐高压性	
	制动液压力	半导体式	耐高温性、耐高压性	防抱死制动系统、牵引力控制系统
流量	发动机吸入空气量	翼片式、热丝式、卡门涡旋式、热膜式	触点的接触可靠性、耐振动性、耐污性、耐噪声性、耐吸气脉动性	电子控制燃油喷射装置等
液量	燃油、润滑油、冷却液	浮子、电位计式、静容量式	提高触点的接触可靠性、低成本化、耐噪声性	
温度	发动机冷却液温度	热敏电阻	提高灵敏度、小型化	
	发动机进气温度	铂电阻		
	制冷剂温度	热电偶、热敏电阻	提高放大器性能	

续表

物理量	测定部位	传感元件	要求项目	用途
温度	变速器油液温度	热敏铁氧体	提高灵敏度	自动变速器
	空调器、车室内外温度	热敏电阻	提高灵敏度	自动空调器、太阳能通风装置
废气/氧气	废气中氧浓度	导电性陶瓷、电解质陶瓷	提高耐高温性、稳定性	电子控制燃油喷射装置

输入信号主要是由传感器或开关产生的电信号。随着系统功能的扩展,输入信号也不断增加。通常,输入计算机的信号都是电压信号,电压信号分模拟信号和数字信号,如图1-2所示。

模拟信号是指在给定范围内是无穷可变的电压信号,来自传感器的信号大都是模拟电压信号。

数字信号是指通一断、高一低或有一无等两种状态中的一种。在发动机控制系统中,由于采用了计算机技术,与以往的模拟电路相比,信号处理的速度和容量都大大提高。而计算机中的中央处理器(CPU)所能接收的信号为数字信号。

简单的数字信号发生器如图1-2(c)所示,如驾驶员操纵的开关。当开关打开时,计算机A点处电压信号为5V;当开关关闭时,计算机A点处电压为0V。对于那些只需要“是—否”

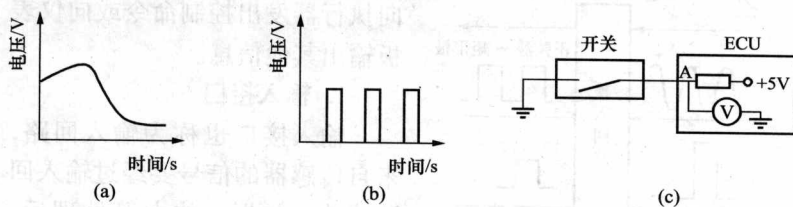


图1-2 输入信号

(a) 模拟信号; (b) 数字信号; (c) 信号发生器

或“开—停”的工作状态，都可以用开关作输入信号。开关通常是控制搭铁的。

二、电子控制单元

电子控制单元由输入接口、计算机和输出接口等组成，如图 1-3 所示。

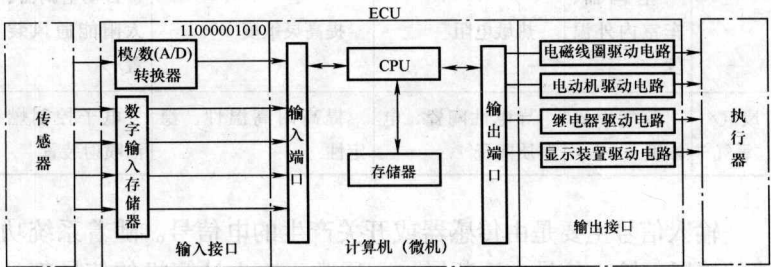


图 1-3 电子控制单元的基本结构

电子控制单元的基本功能如下：

信号输入：计算机接收来自传感器或开关的电信号，同时对传感器提供基准工作电压（2、5、9、12V）。

信号处理：采集输入信息，通过逻辑电路将输入信号加工成输出信号。

存储：程序指令、车辆参数、运算数据及故障信息等被存入存储器。

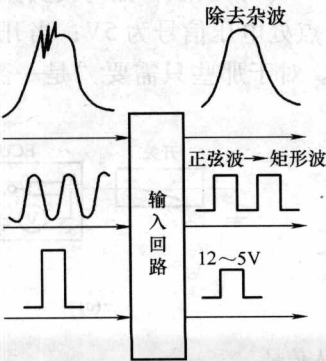


图 1-4 输入回路的作用

信号输出：计算机将输入信号处理后，调用程序指令，然后向执行器发出控制命令或向仪表板输出其他信息。

1. 输入接口

输入接口也称为输入回路，来自传感器的信号要经过输入回路滤波、整形、放大等处理后，才能送到中央处理器进行运算，如图 1-4 所示。由于传感器检