

汽车 微电脑控制系统

与故障检测

王忠良 陈昌建 编著



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

汽车微电脑控制系统与故障检测

王忠良 陈昌建 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车微电脑控制系统与故障检测 / 王忠良, 陈昌建编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004.8

ISBN 7-115-11824-8

I. 汽... II. ①王...②陈... III. ①汽车—计算机控制系统—基本知识②汽车—计算机控制系统—故障检测 IV. U472.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 045852 号

内 容 提 要

本书系统地介绍了汽车微电脑控制技术在汽油喷射系统、自动变速器、防抱死制动系统、安全气囊、巡航控制系统、电控悬挂系统以及电控动力转向系统等中的应用, 详细阐述了汽车微电脑控制系统的结构、工作原理以及故障检测方法, 图文并茂, 具有较强的实用性。

本书可供广大汽车维修人员参考, 也可作为高等院校汽车运用工程专业汽车电子控制技术课程的教材, 还可作为汽车电子控制技术培训教材。

汽车微电脑控制系统与故障检测

◆ 编 著 王忠良 陈昌建

责任编辑 刘 朋

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129264

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 27.75

字数: 679 千字

2004 年 8 月第 1 版

印数: 1-6 000 册

2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11824-8/TN · 2170

定价: 35.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

自 20 世纪 90 年代起,以汽车微电脑控制技术为代表的汽车新技术迅猛发展,在汽车上得到了广泛应用,如微电脑控制汽油喷射系统、微电脑控制自动变速器、防抱死制动系统、安全气囊、巡航控制系统、电控悬挂系统以及电控动力转向系统等。目前这些装置已经成为新生产汽车的标准配置。

微电脑控制在汽车上的应用,给汽车维修提出了新的挑战,带来了新的课题,使汽车维修的内涵发生了根本性变化,汽车维修正在由原来的以修修补补为主转为以检测和故障诊断为主,汽车检测与故障诊断成了维修的主要内容。当汽车发生故障后,如何确定故障部位是维修的首要工作。原来的汽车维修以机械修理为主,以电气修理为辅,而现代汽车维修则以微电脑、电子线路检测为主,以机械修理为辅。

所有这些变化要求现代汽车修理从业人员必须掌握汽车微电脑控制技术和有关知识,熟悉汽车微电脑控制系统的检测与故障诊断方法。鉴于此,笔者编写了本书。

笔者根据多年的教学经验和实践,从实用的角度出发,对多年来的讲稿进行了系统的梳理。本书详细地阐述了汽车微电脑控制系统的结构、工作原理以及检测方法,具有较强的理论性和实践性。

本书由王忠良、陈昌建编写,王忠辉、苏瑞晓、王忠彦、王波和刘招飞参加了本书文、图稿的整理及文字录入工作,侯建明、刘建敏、张志华对本书文稿进行了审校。

在本书的编写过程中参考了大量的资料,在此谨向资料的作者表示衷心的感谢!由于水平有限,文中疏漏之处在所难免,敬请广大读者不吝赐教,予以指正。

本书可作为高等院校汽车运用工程专业汽车电子控制技术课程的教材,也可作为汽车维修人员的参考书,还可作为汽车电子控制技术培训教材。

编著者

目 录

第1章 发动机微电脑控制系统	1
1.1 微电脑控制汽油喷射系统	1
1.1.1 微电脑控制汽油喷射系统的组成	1
1.1.2 典型发动机微电脑控制汽油喷射系统	3
1.2 传感器的结构、工作原理与检修	6
1.2.1 曲轴位置传感器	6
1.2.2 节气门位置传感器	15
1.2.3 进气歧管绝对压力传感器	20
1.2.4 温度传感器	24
1.2.5 氧浓度传感器	27
1.2.6 爆震传感器	34
1.2.7 翼板式空气流量计	38
1.2.8 卡尔曼涡流式空气流量计	42
1.2.9 热线及热膜式空气流量计	46
1.2.10 高海拔补偿传感器	50
1.3 发动机微电脑的组成及工作原理	50
1.3.1 发动机微电脑的组成	50
1.3.2 发动机微电脑的工作原理	53
1.4 执行器的结构、工作原理与检修	54
1.4.1 电动汽油泵	54
1.4.2 燃油压力调节器	64
1.4.3 怠速控制阀	67
1.4.4 冷启动系统	75
1.4.5 喷油器	78
1.4.6 点火系	87
1.4.7 进气控制系统	99
1.4.8 排气污染控制系统	102
1.4.9 故障自诊断系统	106
1.4.10 安全保护与备用功能	110
1.5 发动机微电脑控制系统的故障诊断	111
1.5.1 发动机微电脑控制系统故障诊断注意事项	111
1.5.2 发动机微电脑控制系统的基本检测方法	113
1.5.3 发动机微电脑控制系统故障诊断	115
1.5.4 故障自诊断法	116

1.5.5	故障表诊断法	127
1.5.6	故障征兆模拟诊断法	127
1.5.7	电路检测诊断法	131
1.5.8	其他故障诊断方法	134
1.6	典型故障诊断实例	135
第2章	微电脑控制自动变速器	138
2.1	自动变速器的组成及分类	138
2.1.1	自动变速器的组成	138
2.1.2	自动变速器的分类	140
2.2	液力耦合器和液力变矩器的结构、工作原理及检修	140
2.2.1	液力耦合器	140
2.2.2	液力变矩器	142
2.3	齿轮变速系统的结构和工作原理	151
2.3.1	行星齿轮机构	151
2.3.2	换挡执行元件	153
2.3.3	辛普森行星齿轮变速系统	157
2.4	液压控制系统的结构和工作原理	167
2.4.1	液压控制阀的基本工作原理	167
2.4.2	液压控制系统各组成部分的结构及工作原理	171
2.4.3	液压控制系统的控制过程	188
2.5	微电脑控制系统的组成、工作原理及检修	193
2.5.1	概述	193
2.5.2	传感器	193
2.5.3	微电脑	197
2.5.4	执行器	201
2.5.5	微电脑控制系统的控制过程	201
2.5.6	微电脑控制系统的检测	217
2.6	自动变速器的故障诊断	219
2.6.1	故障诊断基本程序	219
2.6.2	基本检查调整	220
2.6.3	手动换挡试验	223
2.6.4	微电脑控制系统的故障诊断	224
2.6.5	液压机械系统的故障诊断	225
2.7	典型故障诊断实例	238
第3章	防抱死制动系统和驱动防滑转系统	241
3.1	防抱死制动系统	241
3.1.1	防抱死制动系统的组成和工作原理	241
3.1.2	轮速传感器	248
3.1.3	减速度传感器	252

3.1.4	微电脑	254
3.1.5	液压调节器	257
3.1.6	制动灯、制动报警灯和防抱死制动系统报警灯	268
3.2	驱动防滑转系统	271
3.2.1	概述	271
3.2.2	驱动防滑转系统的控制方法	272
3.2.3	驱动防滑转系统的组成和工作原理	274
3.2.4	典型驱动防滑转系统	275
3.3	防抱死制动系统和驱动防滑转系统的故障诊断	290
3.3.1	防抱死制动系统和驱动防滑转系统故障诊断程序	290
3.3.2	故障自诊断法	292
3.3.3	故障表诊断法	296
3.3.4	电路检测诊断法	297
3.4	典型故障诊断实例	299
第4章	安全气囊系统	301
4.1	安全气囊系统发展概况	301
4.2	安全气囊系统的组成和分类	303
4.3	安全气囊系统各组件的结构、工作原理及检修	307
4.3.1	碰撞传感器	308
4.3.2	螺旋电缆	313
4.3.3	安全气囊组件	315
4.3.4	安全气囊系统微电脑	317
4.3.5	安全气囊系统线束插接器	319
4.3.6	安全气囊报警灯	323
4.3.7	安全带预紧装置	325
4.3.8	安全气囊自诊断系统	327
4.4	安全气囊系统的故障诊断	329
4.4.1	安全气囊系统故障检修注意事项	329
4.4.2	安全气囊系统故障诊断程序	330
4.5	安全气囊的报废处理	331
4.6	典型故障诊断实例	334
第5章	巡航控制系统	336
5.1	巡航控制系统的结构及工作原理	336
5.1.1	概述	336
5.1.2	微电脑巡航控制系统的组成	336
5.1.3	巡航控制系统的工作原理	339
5.2	典型巡航控制系统	340
5.2.1	丰田凌志 LS400 UCF10 系列轿车巡航控制系统	340
5.2.2	北京切诺基汽车巡航控制系统	346

5.3	巡航控制系统的故障诊断	348
5.3.1	故障自诊断法	348
5.3.2	故障表诊断法	352
5.4	典型故障诊断实例	353
第6章	微电脑控制悬挂系统	354
6.1	微电脑控制悬挂系统的结构及工作原理	354
6.1.1	概述	354
6.1.2	微电脑控制悬挂系统的组成与工作原理	357
6.1.3	微电脑控制悬挂系统各主要组件的结构	360
6.2	典型微电脑控制悬挂系统	369
6.3	微电脑控制悬挂系统的故障诊断	376
6.4	典型故障诊断实例	380
第7章	微电脑控制动力转向系统	382
7.1	微电脑控制动力转向系统的结构及工作原理	382
7.1.1	概述	382
7.1.2	微电脑控制液压式动力转向系统	384
7.1.3	微电脑控制电动式动力转向系统	386
7.2	微电脑控制动力转向系统的故障诊断	390
7.3	典型故障诊断实例	391
第8章	中央门锁及防盗系统	393
8.1	概述	393
8.2	中央门锁控制系统及其故障诊断	394
8.2.1	中央门锁控制系统	394
8.2.2	典型中央门锁控制系统	396
8.2.3	中央门锁控制系统的故障诊断	398
8.2.4	典型故障诊断实例	398
8.3	防盗系统	401
8.3.1	概述	401
8.3.2	防盗系统的组成及工作原理	402
8.3.3	防盗系统常见的防盗措施	403
8.3.4	典型的汽车防盗系统	404
8.3.5	防盗系统的故障诊断	409
8.3.6	典型故障诊断实例	412
第9章	自动空调系统	413
9.1	汽车空调系统的组成与工作原理	413
9.1.1	汽车空调系统的制冷装置	413
9.1.2	汽车空调系统的控制电路	418
9.1.3	典型汽车空调——上海桑塔纳轿车空调系统	419
9.2	自动空调系统的组成与工作原理	421

9.2.1	自动空调系统的组成	421
9.2.2	自动空调系统的控制过程	424
9.2.3	日产阳光轿车自动空调系统	427
9.3	自动空调系统的故障诊断	428
9.4	典型故障诊断实例	431

第1章 发动机微电脑控制系统

1.1 微电脑控制汽油喷射系统

1.1.1 微电脑控制汽油喷射系统的组成

微电脑（简称电脑，又称电子控制单元，其英文全称为 Electronic Control Unit，简称为 ECU）控制汽油喷射系统由空气供给系统、燃料供给系统和微电脑控制系统三部分组成，如图 1-1 所示。微电脑控制系统是电喷发动机的一部分。

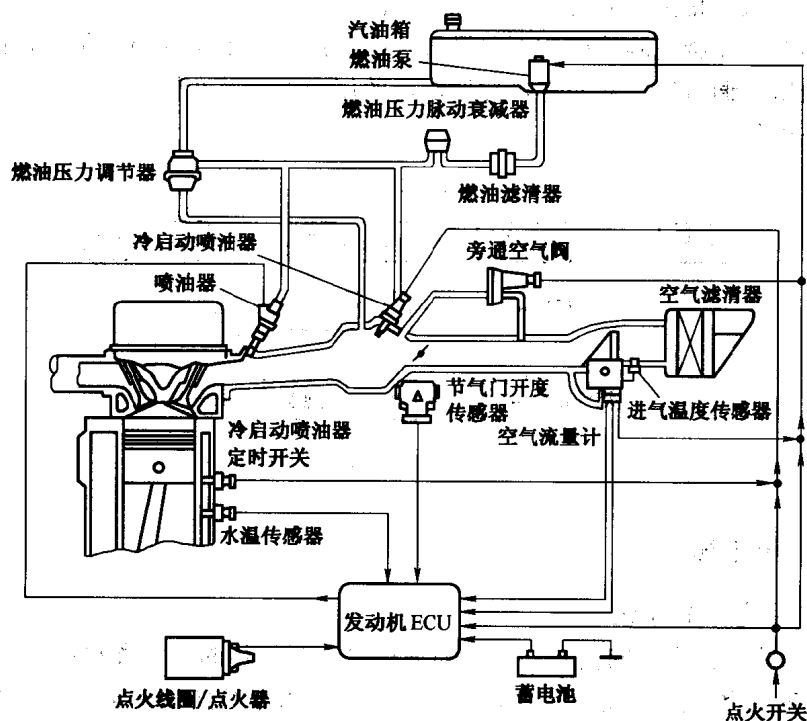


图 1-1 微电脑控制汽油喷射系统的组成

1. 空气供给系统

空气供给系统的作用是测量和控制汽油燃烧时所需要的空气量，以控制发动机输出功

率。发动机的空气供给系统主要由空气滤清器、空气流量计（或进气管压力传感器）、节气门、进气歧管、附加空气阀以及怠速控制阀等组成。

空气经空气滤清器过滤后，流过空气流量计（或进气管压力传感器）进入各缸进气管，与喷油器喷入的汽油混合后形成均匀的可燃混合气，被吸入各缸。在怠速时，由怠速控制阀控制怠速时所需的空气量。在部分车型上，发动机的冷车快怠速功能由附加空气阀完成。图 1-2 所示为空气供给系统的工作过程。

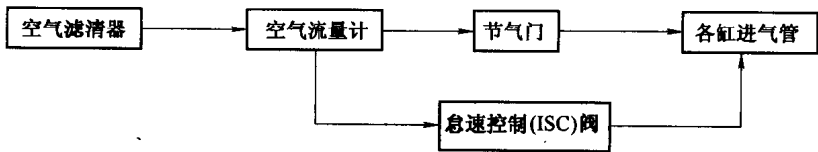


图 1-2 空气供给系统的工作过程

2. 燃料供给系统

燃料供给系统的作用是由电动汽油泵向喷油器提供足够压力的汽油，这些喷油器根据来自微电脑的控制信号向进气歧管内进气门上方喷射一定量的汽油。发动机的燃油供给系统主要由汽油箱、电动汽油泵、燃油压力调节器、喷油器以及油管等组成。

装在油箱内（或油箱附近）的电动汽油泵将汽油从汽油箱内吸出并加压后，经汽油滤清器输送到各喷油器，在微电脑的控制下向进气管中喷油。为了保证喷油量的精确控制，在油路中设置了燃油压力调节器，从而将喷油器前后的压力差调节在恒定值。图 1-3 所示为燃油供给系统的工作过程。

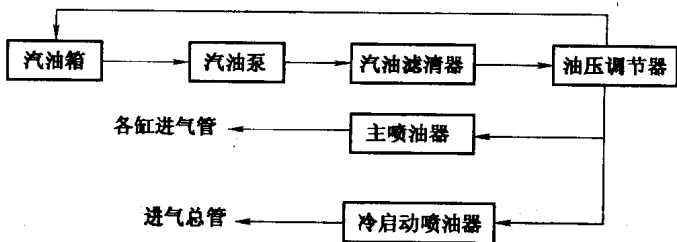


图 1-3 燃油供给系统的工作过程

3. 微电脑控制系统

微电脑控制系统的作用是：

- ① 根据各传感器输送来的信号，决定喷油量以获得最佳的空气燃料比。
- ② 根据转速、空气流量或进气管处的绝对压力、水温等传感器输送的信号，决定最佳点火提前角度。
- ③ 检测传感器的故障，并对故障信息进行存储和输出，同时使仪表板上的故障指示灯亮起来。

微电脑控制系统主要由微电脑、传感器和执行器等组成。常用的传感器有曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、空气流量计、节气门位置传感器、水温传感器、进气温度传感

器、氧传感器以及爆震传感器等；常用的执行器有喷油器、点火器、怠速控制阀以及电动汽油泵等。

发动机工作时，安装在发动机上不同位置的传感器将检测到的表达发动机运行状态的参数输送至微电脑，微电脑根据其内存程序进行分析、运算，然后向各执行器（如电动汽油泵、喷油器、怠速控制阀等）发出指令，使其按要求工作。图 1-4 为微电脑控制系统的工作示意图。

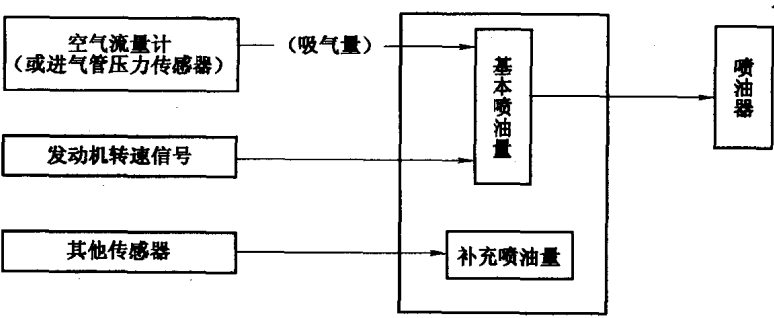


图 1-4 微电脑控制系统的工作示意图

1.1.2 典型发动机微电脑控制汽油喷射系统

1. 博世 D 型汽油喷射系统

所谓博世 (BOSCH) D 型汽油喷射系统，就是指利用进气管压力传感器来检测进气量的汽油喷射系统。虽然现在各车型上所使用的博世 D 型汽油喷射系统比原来的博世 D 型汽油喷射系统有很大的改进，但都采用了进气管压力传感器。如丰田皇冠 3.0 汽车使用的 2JZ-GE 发动机和上海桑塔纳 2000GLi 型汽车使用的 AFE 发动机均采用了改进的博世 D 型汽油喷射系统。这些汽车上的汽油喷射系统都采用了运算速度快、内存容量大的计算机，再结合发动机转速和节气门开度等传感信号，使喷油量的控制达到很高的精度，克服了最初博世 D 型汽油喷射系统的缺点。

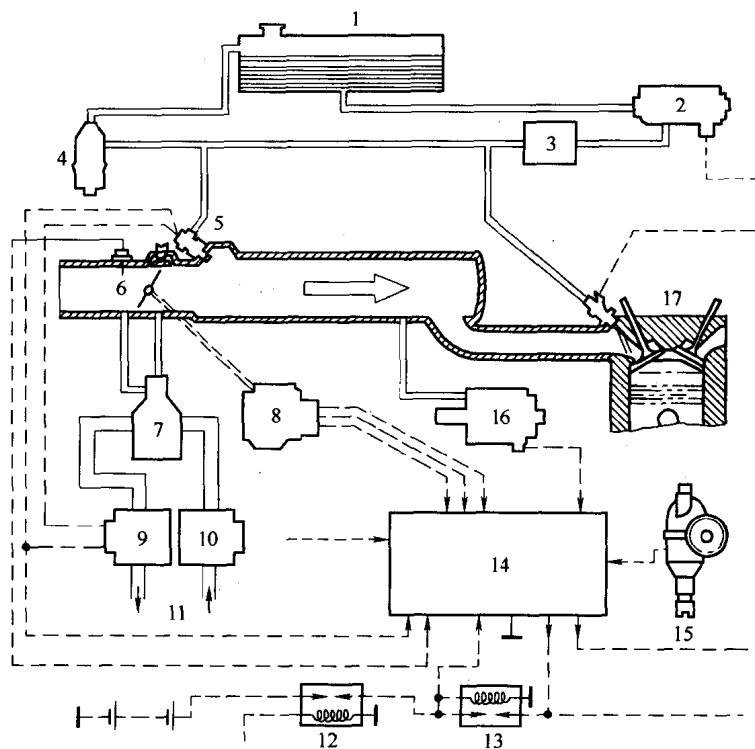
(1) 博世 D 型汽油喷射系统的组成

博世 D 型汽油喷射系统的基本组成如图 1-5 所示。该系统由若干个传感器、一个微电脑和若干个喷油器等组成。

该系统所采用的传感器有进气歧管绝对压力传感器、进气温度传感器、水温传感器、曲轴位置传感器、节气门位置传感器以及氧传感器等。进气歧管绝对压力传感器用来测量节气门之后进气管中的真空度。在发动机工作过程中，节气门开度不同时，进气管中的真空度也不同。节气门开度越大，进气管中的真空度越小；节气门开度越小，进气管中的真空度越大。进气管中的真空度在一定程度上反映了进气量，因而根据进气管中的真空度可以确定发动机的进气量，从而实现对喷油量的控制。

喷油量控制的具体过程是：微电脑中预先存入了发动机各种转速时理论上的进气质量，当微电脑接到转速信号后就知道了进气质量；同时利用进气歧管绝对压力传感器（即真空度传感器）和进气温度传感器检测到的信号对喷油量指令进行修正，再根据（废气中）氧传感

器获得的反馈信息进一步修正, 就可实现喷油量的精确控制。



1—汽油箱; 2—电动汽油泵; 3—汽油滤清器; 4—油压调节器; 5—冷启动喷油器; 6—进气温度传感器; 7—附加空气阀; 8—节气门开关; 9—冷启动温度开关; 10—水温传感器; 11—冷却液; 12—主继电器; 13—电动汽油泵继电器; 14—微电脑; 15—曲轴位置传感器; 16—进气歧管绝对压力传感器; 17—喷油器

图 1-5 博世 D 型汽油喷射系统

进气歧管绝对压力传感器对空气流动无阻力, 且无运动部件, 对进气质量的变化反响快, 工作可靠, 但其制造工艺复杂, 对微电脑的设计要求也高, 因此也限制了它的发展与应用。

进气温度传感器和水温传感器用于测量进气温度和冷却水温度, 作为点火控制和喷油控制的修正信号。节气门位置传感器用来检测节气门的开启状态, 该信号用于汽油喷射控制和点火控制。曲轴位置传感器用来输出曲轴转动的信号, 该信号用于点火时刻和喷油时刻的控制。

微电脑的作用是根据内存的程序对各传感器输送来的信号进行比较和修正后, 向各执行器发出指令, 使执行器动作, 从而达到控制喷油量和点火提前角的目的。

喷油器作为汽油喷射系统中最主要的执行器, 根据微电脑的指令向进气管中喷出雾状汽油。喷油器实际上是一个电磁阀。通电时阀门打开喷油, 断电时阀门闭合停止喷油。喷油量的大小取决于微电脑输出的电脉冲信号的宽度。当发动机需要的喷油量较大时, 微电脑就输出较宽的电脉冲信号, 反之就输出较窄的电脉冲信号。

(2) 发动机各工况下的供油控制

无论何种供油系统, 其作用都是根据发动机不同工况需求供给适量的燃油, 以确保发动机正常工作。

① 怠速工况下的供油方式：发动机在怠速时，节气门开度很小，缸内残余废气所占比例大，燃烧速度慢。为了保证发动机在怠速时能正常运转，必须供给较浓的混合气，即比正常供油量要大一些。在汽油喷射系统中，微电脑根据节气门位置传感器输送的怠速信号控制喷油器增加喷油量，提供较浓的混合气。

② 启动工况下的供油方式：发动机在启动时，尤其是在冷启动时，发动机本身温度低，再加上转速低，易使汽油雾化不良，所以在启动时需供给较浓的混合气。在汽油喷射系统中，当接通启动电路启动发动机时，微电脑就接收到一个启动信号。根据此信号，微电脑控制喷油器延长喷油时间或增加喷油次数，从而增加喷油量，使发动机易于启动。

当发动机启动且环境温度很低（冷启动）时，部分汽油喷射系统设置的冷启动喷油器连续喷油，额外增加燃油量，增大了可燃混合气的浓度。冷启动喷油器的工作由装在冷却水道上的冷启动温度开关控制。冷启动温度开关其实是由装有电热丝的双金属片控制的一对触点。当冷却水温度较低时，触点闭合，使冷启动喷油器通电工作，同时电热丝加热双金属片，一段时间后触点打开，冷启动结束；当冷却水温度较高时，双金属片弯曲变形，触点打开，冷启动喷油器断电不工作，不进行冷启动加浓。

③ 暖机工况下的供油方式：在发动机冷启动后，为使发动机水温在尽可能短的时间内达到正常工作温度，应使发动机在高于正常的怠速转速下运转一段时间，这就是所谓的冷车快怠速（即暖机）。暖机时，由附加空气阀根据冷却水温度额外地供给一部分空气，由于该空气是经过空气计量器计算在内的，因此喷油器也会向进气管内多喷一些油，使发动机转速提高，发动机冷却水温度能够在较短的时间内上升到正常值，完成暖机过程。待发动机冷却水温度达到正常值时，附加空气阀自动关闭，暖机过程即告结束。

④ 中小负荷工况下的供油方式：在中小负荷下，微电脑根据进气歧管绝对压力传感器和转速传感器提供的信号计算出基本喷油量，再根据水温传感器和进气温度传感器提供的信号对基本喷油量进行修正，用修正后的喷油量控制喷油器喷油。

⑤ 全负荷工况下的供油方式：全负荷时，节气门传感器的全负荷触点闭合，向微电脑中输入全负荷信号，微电脑根据此信号控制喷油器多喷油，提供较浓的混合气。

2. 博世 L 型汽油喷射系统

博世 L 型汽油喷射系统是指采用了翼板式空气流量计的汽油喷射系统，是在博世 D 型汽油喷射系统的基础上改进得到的。利用翼板式空气流量计可以直接测量出发动机的进气量，克服了最初的博世 D 型汽油喷射系统中进气歧管绝对压力传感器测量进气量不准确的缺点。丰田 PREVIA（子弹头）小客车和丰田 CAMRY（佳美）小轿车均采用改进了的博世 L 型汽油喷射系统。

翼板式空气流量计可利用电位计将翼板的摆动情况（即空气的流量）转换为电信号输出，微电脑主要根据此信号来控制喷油量。博世 L 型汽油喷射系统中各传感器的作用与博世 D 型汽油喷射系统相同，两者在各种工况下的燃油供给方式也基本相同。

3. 博世 LH 型汽油喷射系统

博世 L 型汽油喷射系统所采用的翼板式空气流量计靠机械运动来测量空气流量，进气阻力大，反应迟钝，为此，博世公司又研制出热线式空气流量计。热线式空气流量计利用电热原理测量进气量，使传感器的反应更灵敏、更准确。采用了热线式空气流量计的汽油喷射系

统就是博世 LH 型汽油喷射系统。和博世 L 型汽油喷射系统相比，博世 LH 型汽油喷射系统在结构上有以下不同之处：

① 该系统中使用了线性可变电阻型节气门位置传感器，可以向微电脑提供由节气门全闭到全开整个过程中不同节气门开度时的开度信号，从而使该系统除了能实现启动加浓、怠速加浓、全负荷加浓等功能外，还可根据节气门开度的变化速率实现加速加浓、急减速断油、暂时中断喷油等功能。而前述的博世 D 型、L 型汽油喷射系统均使用开关型节气门位置传感器。开关型节气门位置传感器只有两副触点，即怠速触点和全负荷触点，只能向微电脑提供怠速信号和全负荷信号，不能反映节气门开度的变化情况。

② 该系统中用怠速控制阀取代了附加空气阀，使系统能根据发动机的实际工作状态自动调节发动机的怠速，并适时进行暖机。采用博世 LH 型汽油喷射系统的车型有凌志 LS400、马自达 626 以及日产 MAXIMA 等。

4. 单点汽油喷射系统

博世 D 型、L 型、LH 型汽油喷射系统均为多点汽油喷射系统，其结构复杂、价格昂贵，为此，汽车制造商又研制出单点汽油喷射系统。该系统只在节气门的上方某处设有一个或两个喷油器，燃油在此处喷入进气管中与空气混合，然后再分配至各缸。如博世公司的 Mono-Jetronic 汽油喷射系统、通用公司的 TBI 汽油喷射系统均属单点汽油喷射系统。

该系统在各种工况下的燃油供给方式和博世 D 型、L 型、LH 型汽油喷射系统基本相同，同样由微电脑根据各传感器输送的信号计算出喷油量，再经修正后控制喷油器喷油。

单点汽油喷射发动机的价格略高于化油器式发动机，而大大低于多点汽油喷射发动机，但性能却比化油器式发动机更优越，与多点汽油喷射发动机相比稍差一些，因此，单点汽油喷射系统作为汽油喷射系统的普及型，可大量应用于中、低档汽车上。

5. 博世 M 型汽油喷射系统

博世 M 型汽油喷射系统（即 Motronic System）是集电子点火技术和电控汽油喷射技术于一体的数字式发动机集中控制系统，是当前最先进的汽油喷射系统，控制精度高，控制功能多，目前大部分高档车均采用此种汽油喷射系统，如奥迪 V-8、宝马 BMW535i 轿车等。

1.2 传感器的结构、工作原理与检修

传感器的作用是反映发动机运行状态的各参数转变为电信号并向微电脑输送。微电脑根据这些信号控制各执行器的工作，使发动机在各种工况下稳定工作。

1.2.1 曲轴位置传感器

曲轴位置传感器是电控汽油喷射系统中最重要传感器之一，其作用是把汽油机运转过程中曲轴的转角（即转速）以及活塞在汽缸中的位置（即曲轴位置）转换成电信号。该信号输入微电脑后用于：

① 和进气流量信号一起决定发动机在各种工况下的基本喷油量（即主喷油量）和基本点火提前角。

② 控制点火时刻和喷油时刻。

③ 影响怠速控制阀的动作。

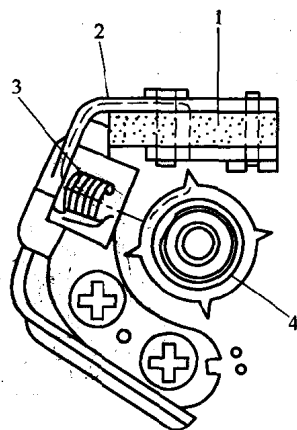
④ 影响排放控制系统（EGR、活性炭罐等）的工作。

一、曲轴位置传感器的结构与工作原理

曲轴位置传感器常见的安装位置有曲轴前端、凸轮轴前端、飞轮上以及分电器内部。常见的曲轴位置传感器根据其工作原理的不同可分为电磁感应式、霍尔式和光电式三种。

1. 电磁感应式曲轴位置传感器

电磁感应式曲轴位置传感器是利用电磁感应原理制成的，它主要由转子（即触发齿轮）、永久磁铁、铁心和感应线圈等组成，如图 1-6 所示。永久磁铁的磁力线经转子、感应线圈和铁心构成封闭回路（即传感器的工作磁路）。转子安装在分电器轴上。



1—永久磁铁；2—铁心；3—感应线圈；4—转子
图 1-6 电磁感应式曲轴位置传感器

发动机运转时带动转子转动，磁路中的气隙便不断发生变化，穿过感应线圈的磁通量也不断变化，从而在感应线圈中感应出电信号。如图 1-7 所示，当转子上的齿逐渐接近铁心时，磁路中的气隙逐渐变小，通过线圈的磁通量逐渐增大，于是在线圈中产生感生电动势；当转子上的齿正对铁心时，磁路中的气隙最小，此时通过线圈的磁通量最大，但其变化率为零，因而在感应线圈中产生的感生电动势为零；当转子上的齿逐渐离开铁心时，磁路中的气隙逐渐增大，通过线圈的磁通量逐渐变小，于是在感应线圈中产生一反向电动势。如此反复，即可产生脉冲式曲轴位置传感信号。

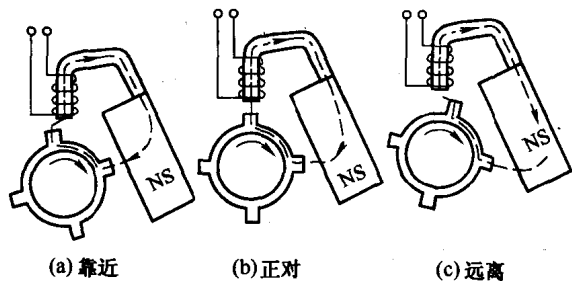


图 1-7 曲轴位置传感器的工作原理

丰田公司电控汽油喷射系统中所采用的电磁感应式曲轴位置传感器安装在分电器内部。该传感器分上、下两部分，上面部分为带一个齿的转子和两个对称布置的耦合线圈；下面部分为带 24 个齿的转子和耦合线圈。这两个转子均装在分电器轴上，随分电器轴转动。

G_1 和 G_2 耦合线圈产生的信号用于检测活塞在汽缸中的位置。当发动机工作时，分电器轴转过一圈（曲轴转两圈），其上的 G 转子也转过一圈，耦合线圈 G_1 和 G_2 各产生一个电脉冲信号。通过合理的设计，使 G 转子上的齿分别在 1 缸和 6 缸压缩上止点前 10° 时与两线圈最接近，即在 1 缸、6 缸压缩上止点前 10° 时，耦合线圈 G_1 、 G_2 各产生一个脉冲信号。微电脑以此信号为基准来判定各缸活塞的工作位置，如图 1-8 所示。

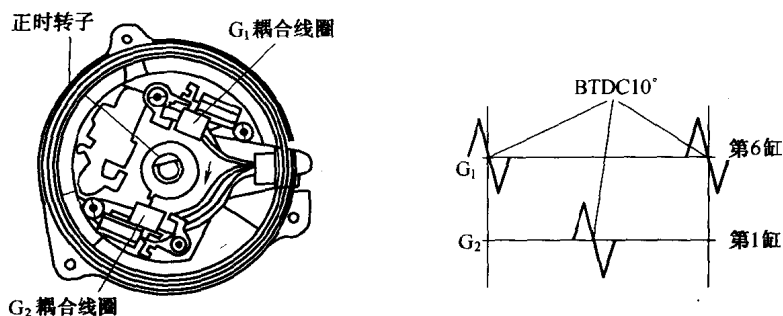


图 1-8 G_1 、 G_2 脉冲信号的产生

N_e 耦合线圈用来产生曲轴转角信号。 N_e 转子上有 24 个齿，如图 1-9 所示。当 N_e 转子随分电器轴转一圈（即曲轴转两圈）时， N_e 耦合线圈产生 24 个电压脉冲信号。微电脑根据此脉冲信号的脉冲间隔时间计算出发动机转速。同时，为提高喷油时刻和点火时刻的控制精度，微电脑内部的分频器将每个 N_e 电压脉冲信号等分成 30 个脉冲信号，每个脉冲信号相当于 1° 曲轴转角。

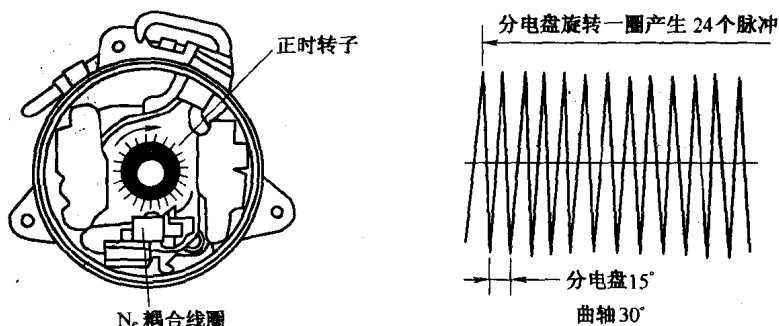


图 1-9 N_e 脉冲信号的产生

2. 霍尔式曲轴位置传感器

霍尔式曲轴位置传感器是根据 1879 年爱德华·霍尔所提出的霍尔效应原理制成的。如图 1-10 所示，把一个通有电流的霍尔半导体基片（即霍尔元件）放置在与电流方向垂直的磁场中时，在垂直于电流和磁场的方向上就会产生一个微量电压，我们把该电压称为霍尔电压。霍尔电压与通过的电流和外加磁场的强度成正比。

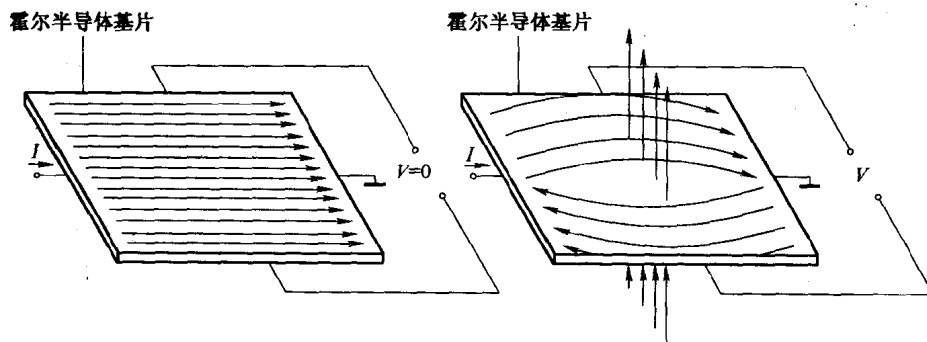


图 1-10 霍尔效应原理图