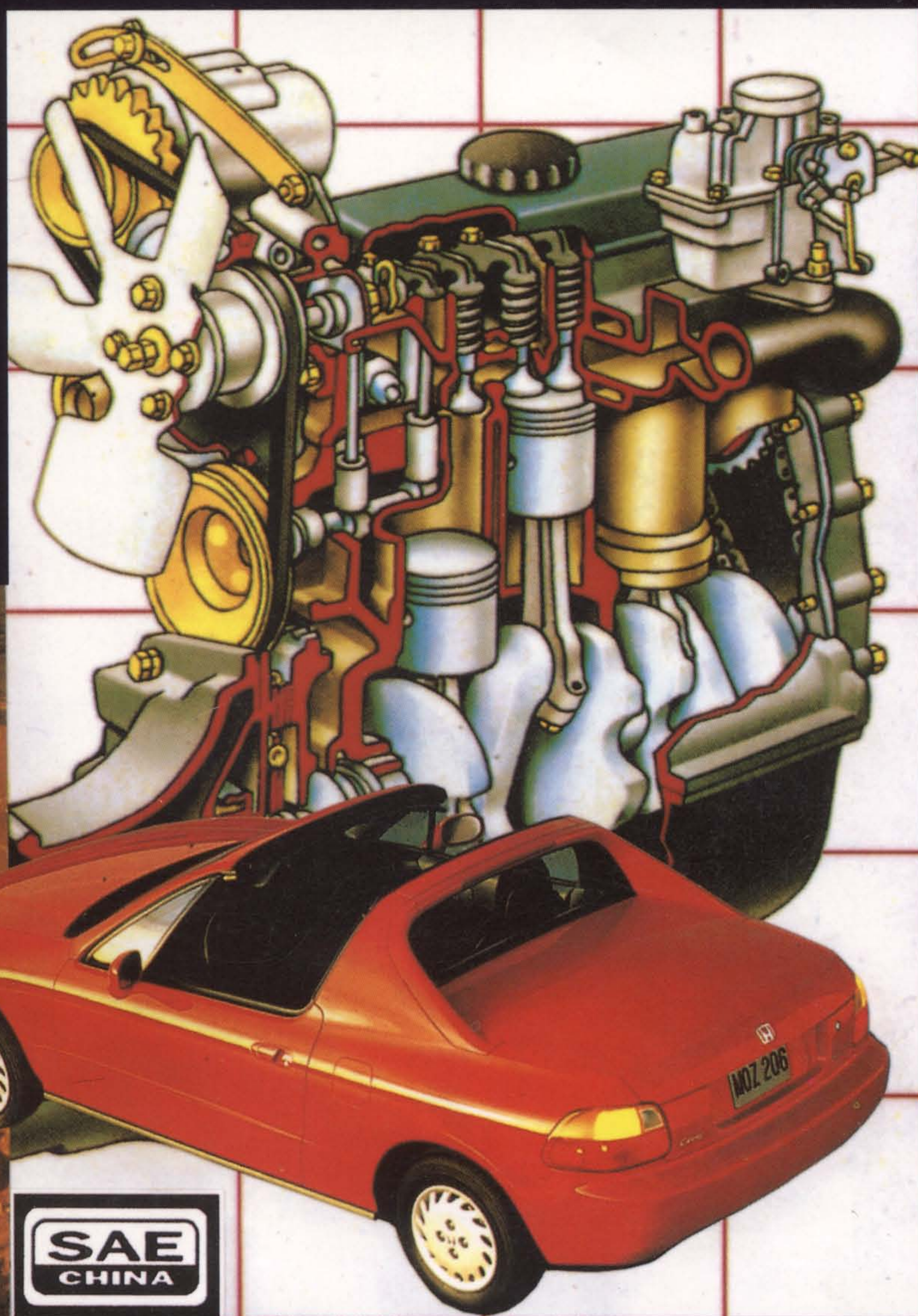


日本汽车发动机 电控系统与电路

董辉 编

北京理工大学出版社



日本汽车发动机电控 系统与电路

董 辉 编

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了日本丰田、本田、马自达、三菱、富士重工、日产等厂家汽车发动机电控系统的结构、工作原理、检测维修及电路图，资料丰富，信息量大，实用性强，所涉及的内容反映了当前汽车所普遍应用和迅速发展的电控技术的先进水平。

本书适合汽车行业的工程技术人员、院校师生、使用维修人员阅读，是一本难得的技术资料汇总，实际工作的必备手册。

图书在版编目(CIP)数据

日本汽车发动机电控系统与电路/董辉编. —北京:北京理工大学出版社, 1996. 9
ISBN 7-81045-163-4

I. 日… I. 董… III. ①汽车-发动机-电子控制-电气设备-日本②汽车-发动机-电路图-日本 IV. U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 12810 号

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路 7 号)

邮政编码 100081 电话 (010) 68422683

各地新华书店经售

国防科工委印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 30.5 印张 插页 4 768 千字

1996 年 9 月第一版 1996 年 9 月第一次印刷

印数: 1-8000 册 定价: 36.00 元

※图书印装有误, 可随时与我社退换※

出版说明

为贯彻汽车工业产业政策，推动和加强汽车工程图书的出版工作，中国汽车工程学会成立了“汽车工程图书出版专家委员会”。委员会由有关领导机关、企事业单位、大中专院校的专家和学者组成，其中心任务是策划、推荐、评审各类汽车图书选题。图书选题的范围包括：学术水平高、内容有创见、在工程技术理论方面有突破的应用科学专著和教材；学术思想新颖、内容具体、实用，对汽车工程技术有较大推动作用，密切结合汽车工业技术现代化，有高新技术内容的工程技术类图书；有重要发展前景，有重大使用价值，密切结合汽车工程技术现代化需要的新工艺、新材料图书；反映国外汽车工程先进技术的译著；使用维修、普及类汽车图书。

出版专家委员会是在深化改革中，实行专业学会、企业、学校、研究所等相互结合，专家学者直接参与并推动专业图书向高水平、高质量、有序发展的新尝试。它必将对活跃、繁荣专业著作的出版事业起到很好的推动作用。希望各位同仁、专家积极参与、关心、监督我们的工作。限于水平和经验，委员会推荐出版的图书难免存在不足之处，敬请广大同行和读者批评指正。

本书由董辉主编，邹长庚主审，经专家委员会评审通过、推荐出版。

汽车工程图书出版专家委员会

目 录

第一章 丰田汽车发动机的电控系统与电路

第一节	丰田汽车发动机电控系统 (TCCS) 的原理与结构	(1)
第二节	丰田“大霸王”牌多用途车发动机的电系检测、维护与电路	(31)
第三节	丰田 1JZ-GE 发动机的电系检测、维护与电路	(47)
第四节	丰田“马克 I”型发动机的电系检测、维护与电路	(53)
第五节	丰田“滑翔机”牌车发动机的电系检测、维护与电路	(61)
第六节	丰田“皇冠”牌车发动机的电系检测、维护与电路	(74)
第七节	丰田“卡利那”牌车发动机的电系检测、维护与电路	(83)
第八节	丰田“斯普拉”牌车发动机的电系检测、维护与电路	(92)

第二章 本田汽车发动机的电控系统与电路

第一节	本田汽车发动机电控系统的原理与结构	(100)
第二节	本田“雷吉德”车发动机的电系检测、维护与电路	(118)
第三节	本田“西维克”(市民牌)车发动机的电系检测、维护与电路	(127)
第四节	本田“银斯帕亚”和“维卡”车发动机的电系检测、维护与电路	(134)
第五节	本田“多马尼”牌车发动机的电系检测、维护与电路	(143)
第六节	本田“阿科德”牌车发动机的电系检测、维护与电路	(150)
第七节	本田“英特古拉”牌车发动机的电系检测、维护与电路	(157)
第八节	本田“阿科德”旅行车发动机的电系检测、维护与电路	(167)

第三章 马自达汽车发动机的电控系统与电路

第一节	马自达汽车发动机综合电控系统 (TECS) 的原理与结构	(173)
第二节	马自达“安飞尼”RX-7 型车发动机的电控系统检测、维护与电路	(207)
第三节	马自达“尤诺思”500 型车发动机的电控系统检测、维护与电路	(215)
第四节	马自达“尤诺思”800 型车发动机的电控系统检测、维护与电路	(223)

第四章 三菱汽车发动机的电控系统与电路

第一节	三菱汽车发动机电控系统的原理与结构	(234)
第二节	三菱“德鲍尼亚”牌车发动机的电控系统检测、维护与电路	(273)
第三节	三菱“帕杰洛”牌车发动机的电控系统检测、维护与电路	(281)
第四节	三菱“米拉久”牌车发动机的电控系统检测、维护与电路	(296)
第五节	三菱“希哥马”牌车发动机的电控系统检测、维护与电路	(306)

第五章 富士重工汽车发动机的电控系统与电路

第一节	富士重工汽车发动机电控系统的原理与结构	(322)
第二节	富士重工“阿尔西奥内 SVX”车发动机的电控系统检测、维护与电路	(344)

第三节	富士重工“雷加西”车发动机的电控系统检测、维护与电路	(352)
-----	----------------------------------	-------

第六章 日产汽车发动机的电控系统与电路

第一节	日产汽车发动机电控系统的原理与结构	(361)
第二节	日产“电波星”牌车发动机电控系统的检测、维护与电路	(413)
第三节	日产“公爵”牌、“赞歌”牌车发动机电控系统的检测、维护与电路	(424)
第四节	日产“蓝鸟”牌车发动机电控系统的检测、维护与电路	(434)
第五节	日产“进行曲”牌车发动机电控系统的检测、维护与电路	(444)
第六节	日产“月桂树”牌车发动机电控系统的检测、维护与电路	(452)

第七章 其它厂家汽车发动机的电控系统与电路

第一节	五十铃“吉姆尼”牌车发动机的电控系统与电路	(461)
第二节	“高尔夫”牌车发动机的电控系统与电路	(474)

第一章 丰田汽车发动机的电控系统与电路

第一节 丰田汽车发动机电控系统 (TCCS) 的原理与结构

一、概述

丰田汽车公司把发动机用电子控制燃油喷射装置称为 EFI, EFI 是英文 Electronic Fuel Injection 的缩写。按燃油喷射测量方法的不同,电子控制燃油喷射装置 EFI 又可以分为 EFI-D 和 EFI-L 两种。EFI-D 是根据进气管压力和发动机转速间接计算出吸入空气量的,丰田公司在 1971 年生产的马克-II 牌汽车上就采用过模拟控制式 EFI-D 装置。此后,随着排放法规的加严,丰田公司开始采用 EFI-L 系统,在这一系统中,装在节气门前面的空气流量计直接检测出进气量,目前主要用于大排气量发动机上。以前,丰田公司采用的是德国博世公司生产的挡板型空气流量计,这种流量计的检测范围窄,压力损耗较大。从 1985 年起,丰田公司开始采用运用光学原理的卡曼涡旋式空气流量计。

从 80 年代初,丰田公司开始装用由微计算机控制的电子控制系统 (TCCS)。其主要原因:一是与发动机的大功率输出、低油耗等多方面的要求相适应,采用微机后其控制自由度大;由于是数字控制,所以精度高;二是大规模集成技术的迅速发展,使微机的功能、性能及可靠性都大幅度地提高,同时价格大大降低。采用微机后,ECU 的控制功能几乎年年在增多,控制功能的增加情况如表 1-1 所示。

与控制功能增加的同时,对系统用微机也在加强研究,随着 TCCS 功能的集成化,ROM 和 RAM 等存储器的容量在扩大,微机中已内装有高速输入、输出电路,以控制 EFI 喷油器及点火组件,而且还在进一步增加微机的功能及积极采用单板机。TCCS 使用微机的演变状况如表 1-2 所示。

表 1-1

功 能	1975~1979 年	1980 年	1981 年	1982 年	1983 年	1984 年
电子燃油喷射 EFI	✓	✓	✓	✓	✓	✓
电子控制提前点火 ESA		✓	✓	✓	✓	✓
怠速转速控制 ISC		✓	✓	✓	✓	✓
自我诊断		✓	✓	✓	✓	✓
ECT 通信			✓	✓	✓	✓
备份功能				✓	✓	✓
废气再循环 EGR				✓	✓	✓
防爆震控制 KCS					✓	✓
电子控制自动变速 ECT					✓	✓

表 1-2

分类	位长	LSI 数	CPU 功能			辅助用 LSI
			ROM	RAM	高速 I/O	
第 1 代	12	7	—	—	—	A/D, ROM RAM, I/O
第 2 代	12	4	—	128×12 位	IN 1 OUT 2	A/D, ROM I/O
第 3 代	8	2	8K 字节	256 字节	IN 4 OUT 4	A/D

丰田计算机控制系统 (TCCS) 最早用于 M-EU 型发动机上, 以后, 其它型号发动机也采用 TCCS, 那时还是用挡板式空气流量计来检测吸入量, 即采用的是 L 喷射系统。

此后在开发 4A-GEU 型发动机时, 采用了半导体式压力传感器来检测进气歧管的压力, 即采用的是 D 型喷射系统, 趁此机会, 其它发动机也改用 D 型喷射系统, 所以, 时至 1985 年, TCCS 上大多数是 D 喷射系统。当然这并不意味着哪一种系统的性能更好些, 只不过是各自的作法不同。

1986 年, 丰田公司在开发 6M-GEU 型发动机时, 开始采用了卡曼涡旋式空气流量计, 该发动机采用的是 L 喷射系统。下面就以 IG-GEU 型发动机为例, 对 TCCS 加以说明。IG-GEU 型发动机 TCCS 的控制项目包括: 燃油喷射、点火时间、怠速转速、自我诊断、自我修正及备份功能。

二、TCCS 上使用的传感器

老式 6 缸机 EFI 上使用的传感器和 IG-GEU TCCS 使用的传感器如图 1-1 所示。下面对各传感器的结构和工作原理分别加以说明。

(一) 曲轴角度位置传感器

曲轴角度传感器把发动机活塞位置的信号输入到微机内, 其内装于分电器中, 工作方式 为磁脉冲式。传感器的结构如图 1-2 所示, 传感器由转子和信号发生器组成。在转子上加工 出凸起 (即齿), 当转子转动时, 就可以形成变化的磁场。传感头有两个, 它利用转子转动 产生的磁通变化, 可在线圈中产生感应电动势。信号发生器分为上、下两组, 通过传感头 上的线圈把信号输入到微机中, 传感头的排布与其作用如图 1-3 所示。

1. Ne 信号

Ne 信号是反映曲轴旋转角度及发动机转速的信号, 相当于后述的日产公司 ECCS 上的 1° 信号。Ne 信号传感器的构成如图 1-4 所示, Ne 信号发生器是由信号线圈总成和转子组成的, 转子的外周上有等距离分布的 24 个齿。当转子旋转时, 齿与信号铁心间的气隙是变化的, 通过信号线圈的磁通量也发生变化, 因此线圈上就会产生电动势, 由于齿接近信号铁心时和 远离信号铁心时磁通的变化是反相的, 所以, 1 个齿就会形成一个周期的交流波形。当曲轴 转动两圈 (720°), 即转子转动 1 圈时, 就会产生 24 个周期的交流电压信号, 如图 1-5 所示。1 个 脉冲信号相应的曲轴角度是 $720^\circ \div 24 = 30^\circ$ 。当要检测更小的曲轴角度度数时, 可以利用微机

内的计数器对此 30°的时间再进行计数来完成。此外，在检测发动机的转速时，也是利用 Ne 信号的 2 个脉冲的时间间隔进行计量的，以此为基准计算发动机的转速。

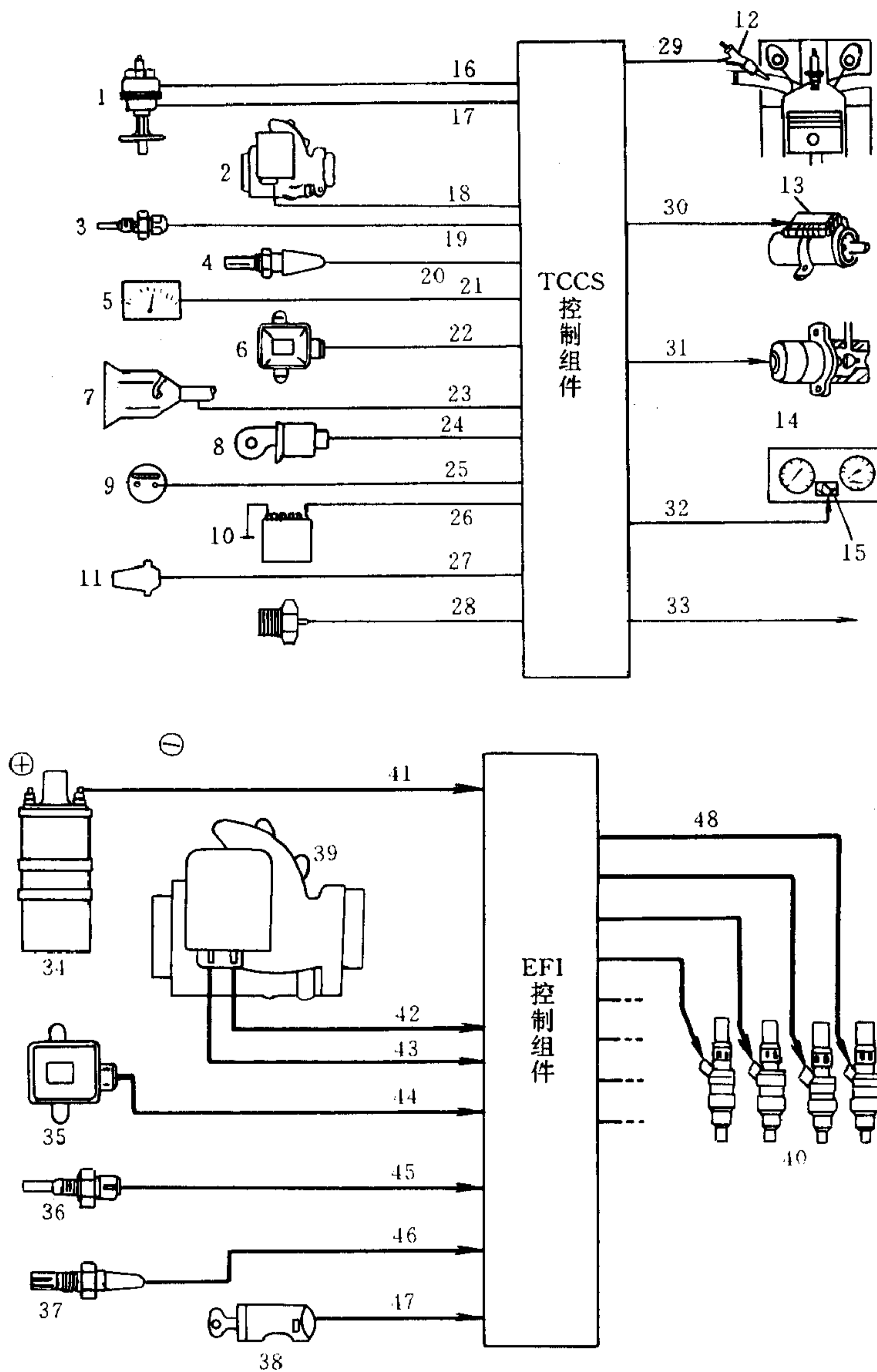


图 1-1 6 缸机 EFI 所用传感器与 IG-GEU TCCS 用传感器的对比

1. 曲轴角度传感器；2. 空气流量计；3. 水温传感器；4. O₂ 传感器；5. 车速传感器；6. 节气门位置传感器；7. 空档启动开关；8. 点火开关；9. 空调开关；10. 蓄电池；11. 爆震传感器（涡轮增压车）；12. 喷油器；13. 点火组件；14. ISCV 电动机；15. 监测灯；16. 转速 (Ne) 信号；17. 活塞位置 (G) 信号；18. 进气量信号；19. 水温信号；20. 空燃比稀、浓信号；21. 车速信号；22. 节气门全闭、全开、加速信号；23. 空档信号；24. 启动信号；25. 空调信号；26. 电压信号；27. 进气温度信号；28. 爆震信号；29. 燃油喷射控制；30. 点火时间控制；31. 怠速转速控制；32. 自我诊断；33. AT 的电子控制；34. 点火线圈；35. 节气门位置传感器；36. 水温传感器；37. O₂ 传感器；38. 点火开关；39. 空气流量计；40. 喷油器；41. 发动机转速；42. 进气量信号；43. 进气温度信号；44. 节气门位置信号；45. 水温信号；46. 空燃比稀、浓信号；47. 启动信号；48. 燃油喷射控制

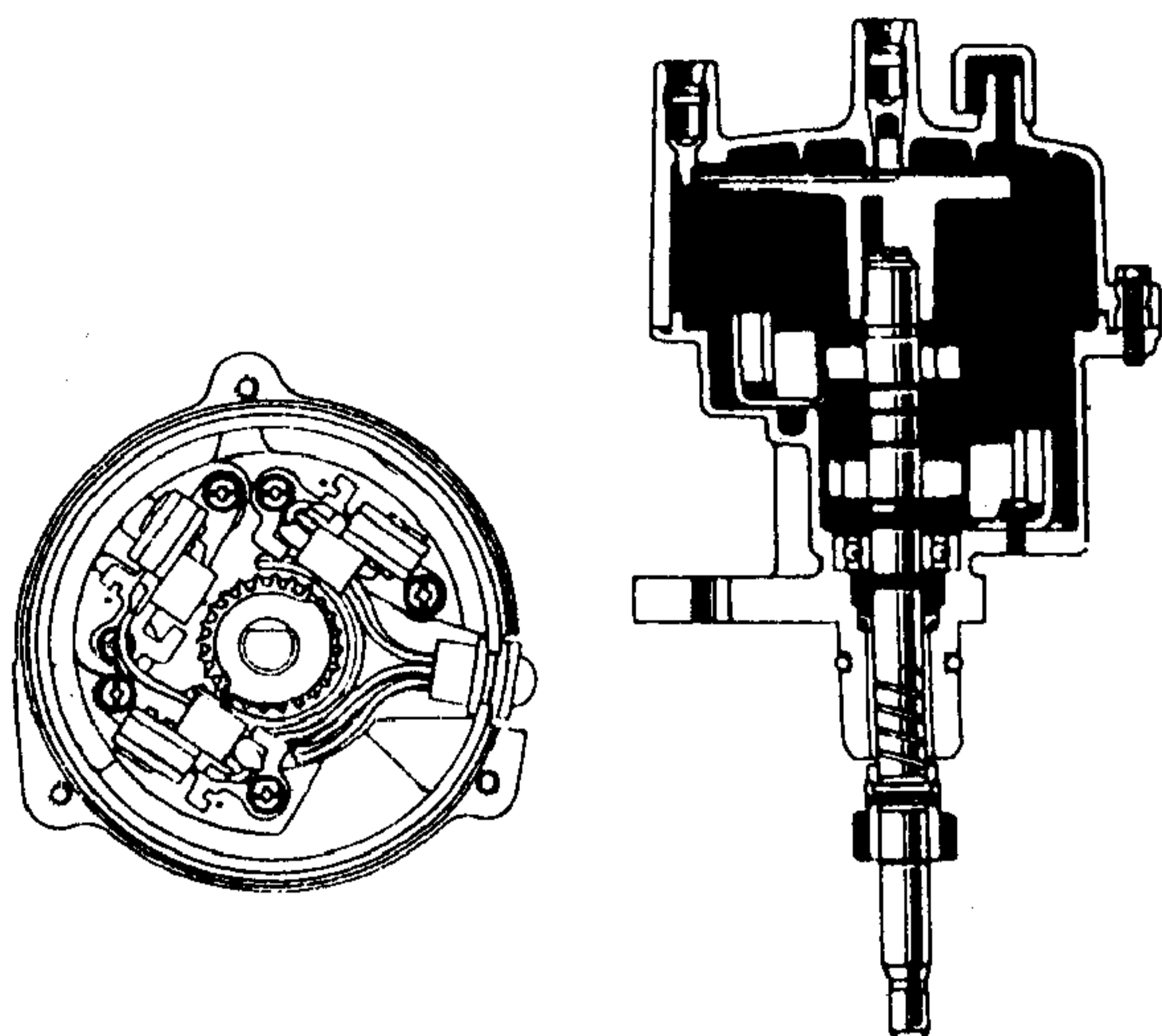


图 1-2 曲轴角度传感器的结构

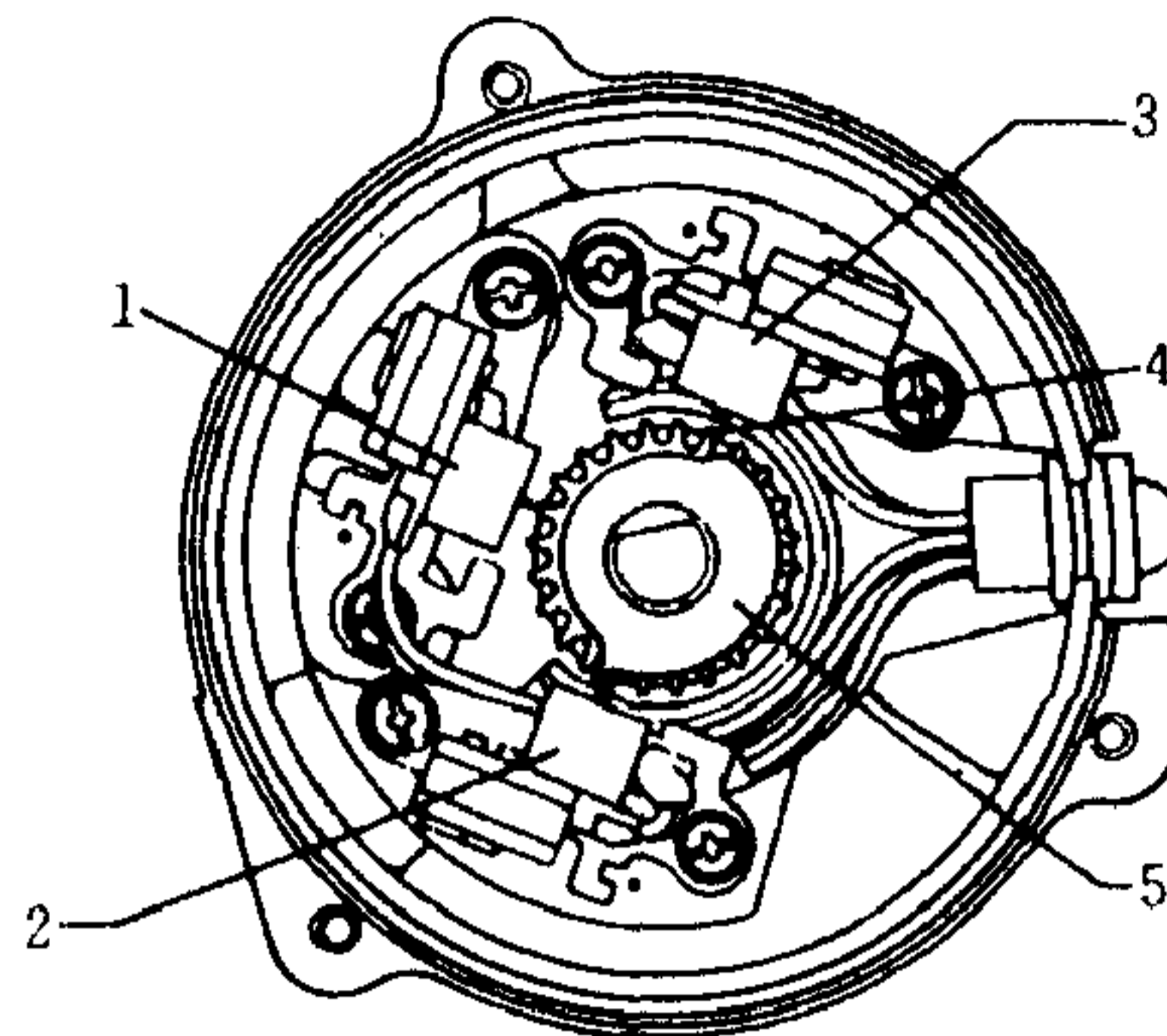
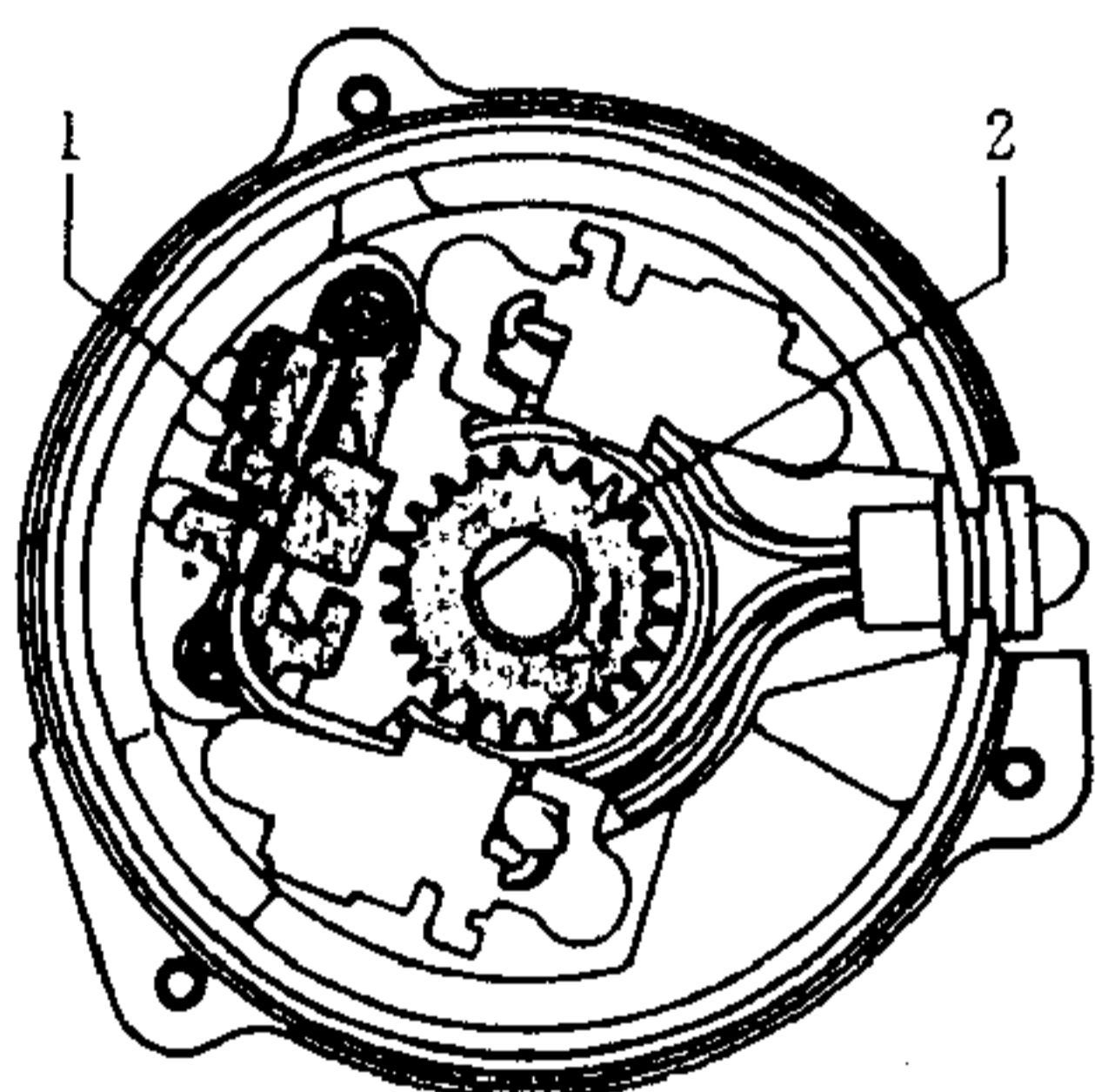


图 1-3 各传感器的排布与其作用

1. Ne 传感头 (检测发动机转速和曲轴角度);
 2. G_2 传感头 (判别气缸用); 3. G_1 传感头 (判别气缸用); 4. 信号转子 No. 2 (Ne 信号; 用) 5. 信号转子 No. 1 (G_1, G_2 信号用)



分电器转一圈产生 24 个脉冲

图 1-4 Ne 信号传感器的构成

1. Ne 信号线圈总成; 2. 信号转子

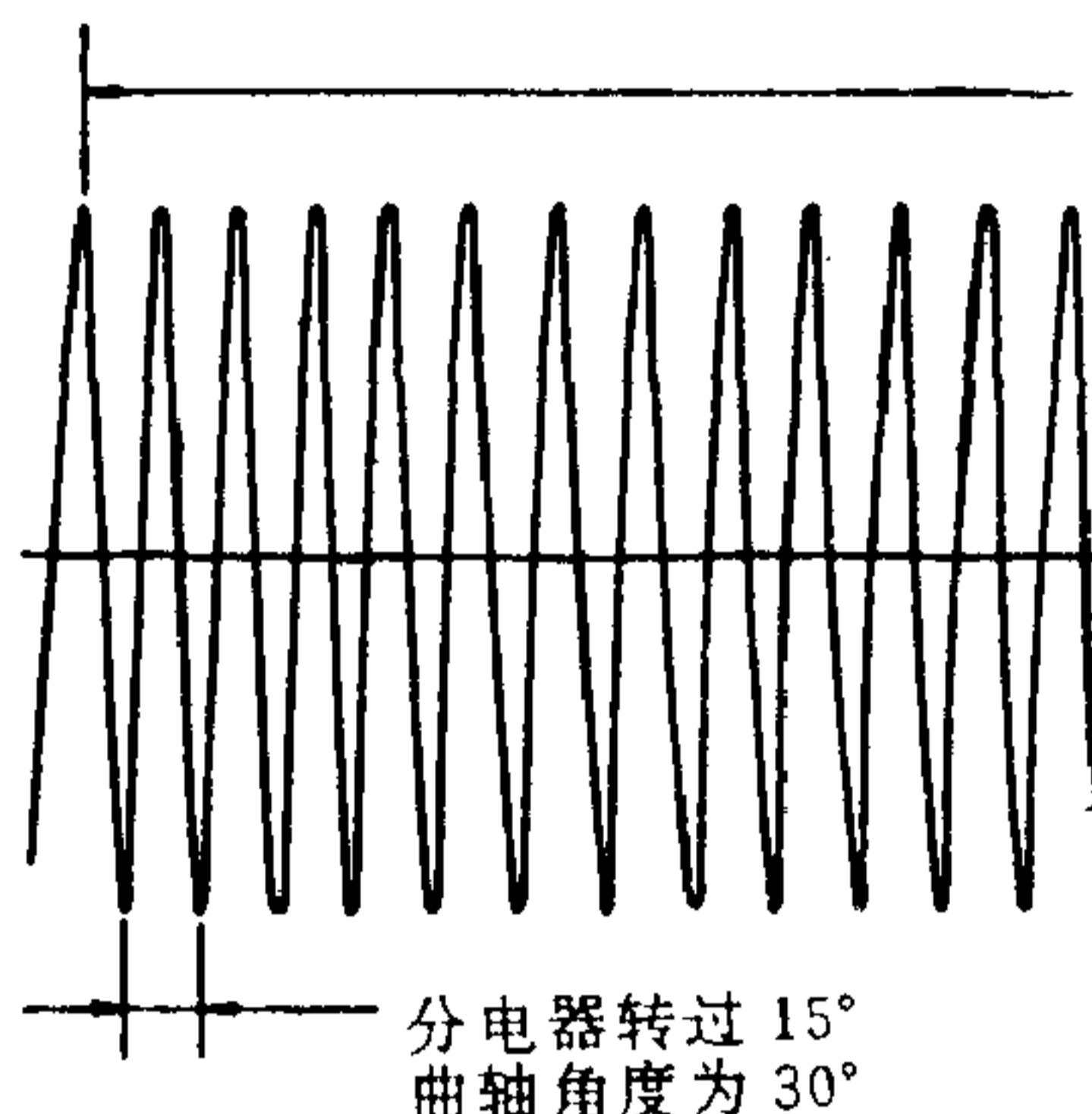


图 1-5 Ne 信号的波形

2. G 信号

G 信号是判别气缸和活塞上止点位置的信号, 它相当于日产公司 ECCS 系统中的 120° 信号。G 信号发生器是由位于 Ne 信号转子之上的带 1 个齿的转子和相隔 180° 配置的 2 个信号线圈总成 G_1 、 G_2 组成的, 如图 1-6 所示。其工作原理与 Ne 信号发生器相同。当曲轴转两圈时, 信号线圈总成 G_1 、 G_2 各产生一次交流信号, 如图 1-7 所示, 这两个交流信号之间的时间差, 正好是曲轴转 1 圈的时间。当依据 Ne 信号计算曲轴角度时, 一般都是利用 G 信号作为基准位置信号。

G_1 信号是第 6 缸的上止点信号, G_2 信号是第 1 缸的上止点信号, 微机是根据交流信号的下降边处于 0V 位置来判断上止点的位置的, 实际上, 此位置是上止点前 10° 。上面所说的是丰田 IG-GEU 型发动机的情况, 有的发动机的 G 信号波形不同, 它用于其它目的, 其中的一个例子如图 1-8 所示。

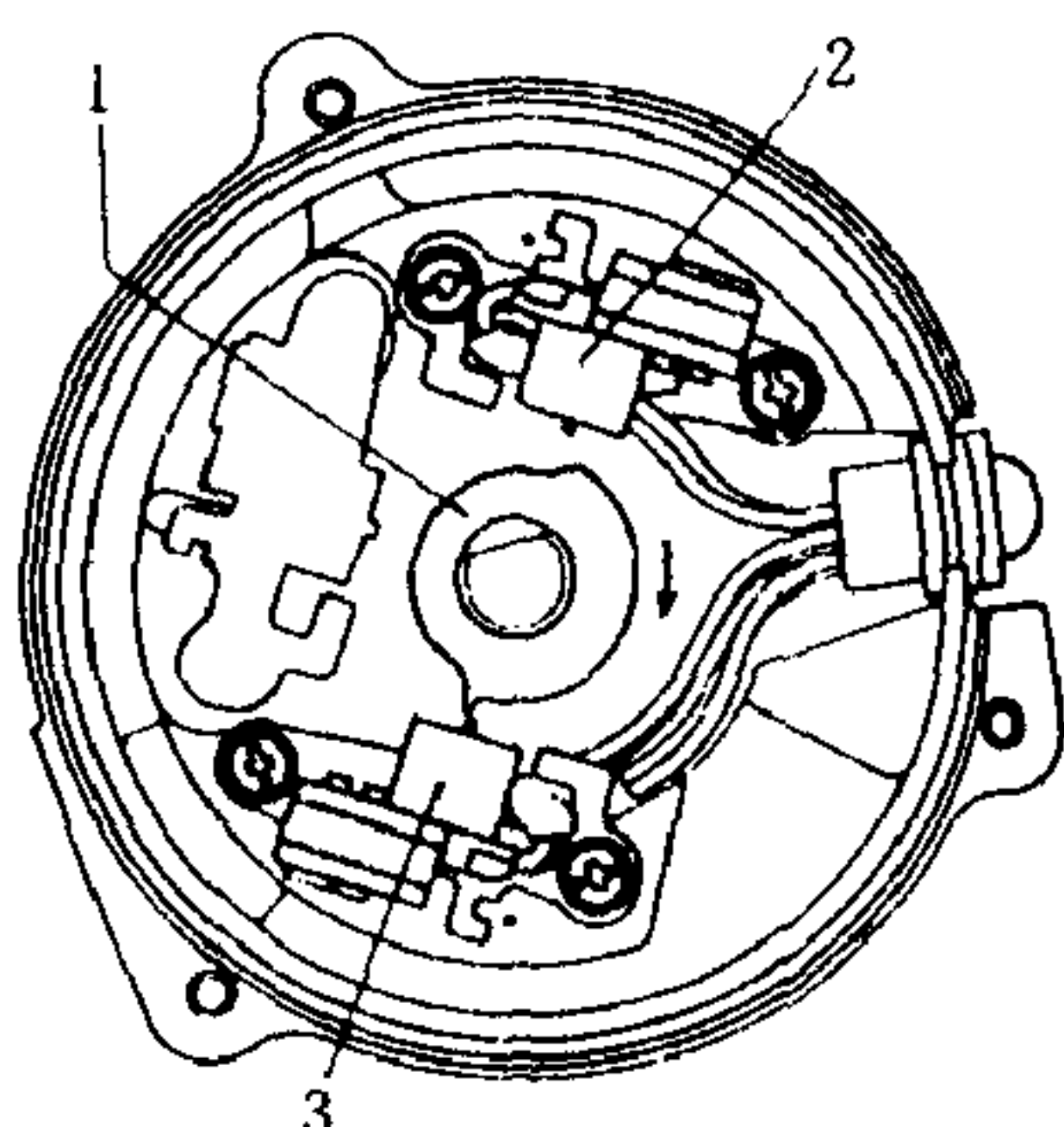


图 1-6 G 信号传感器的结构

1. 信号转子；2. G_1 传感头；3. G_2 传感头

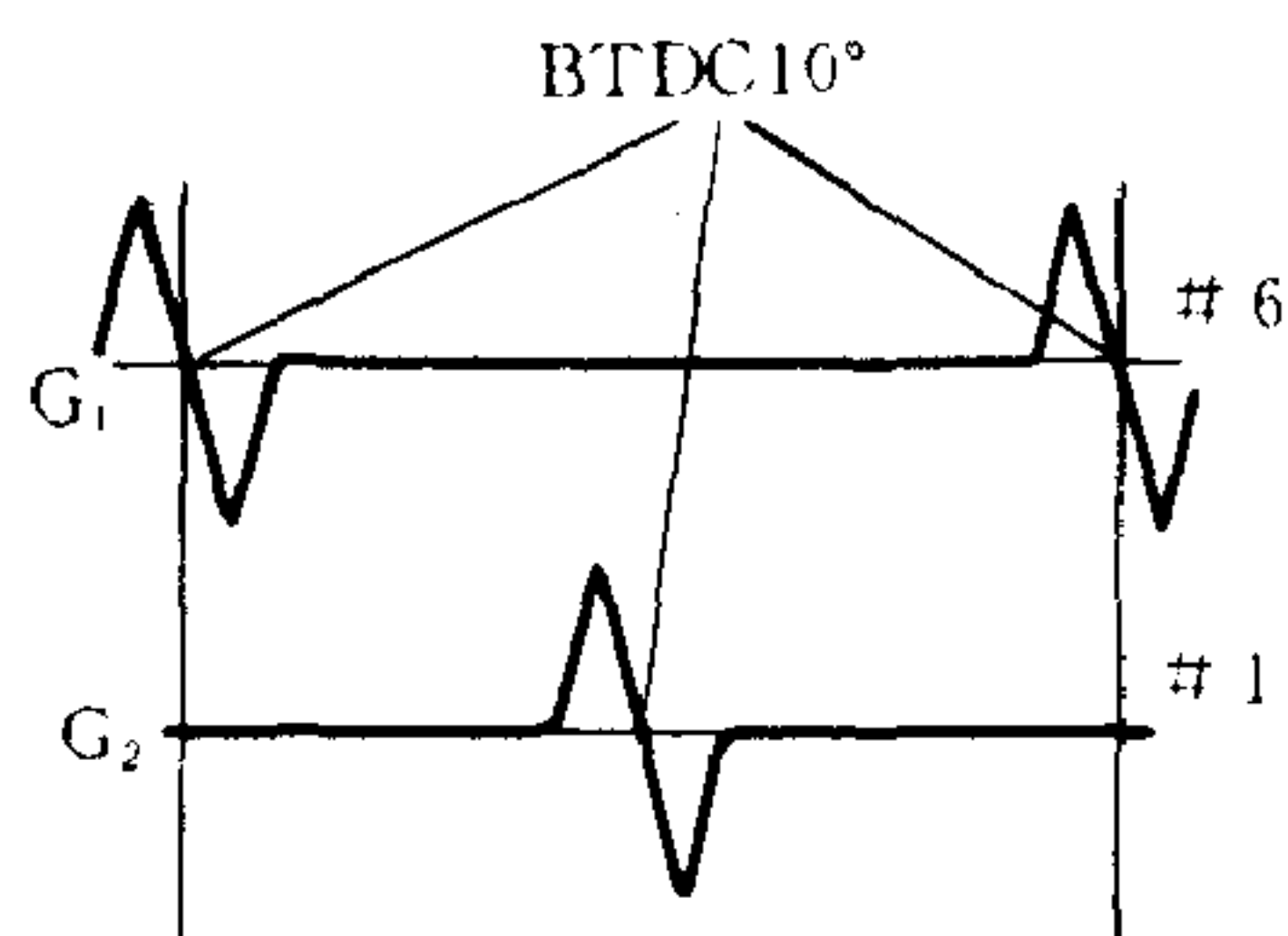


图 1-7 G 信号波形

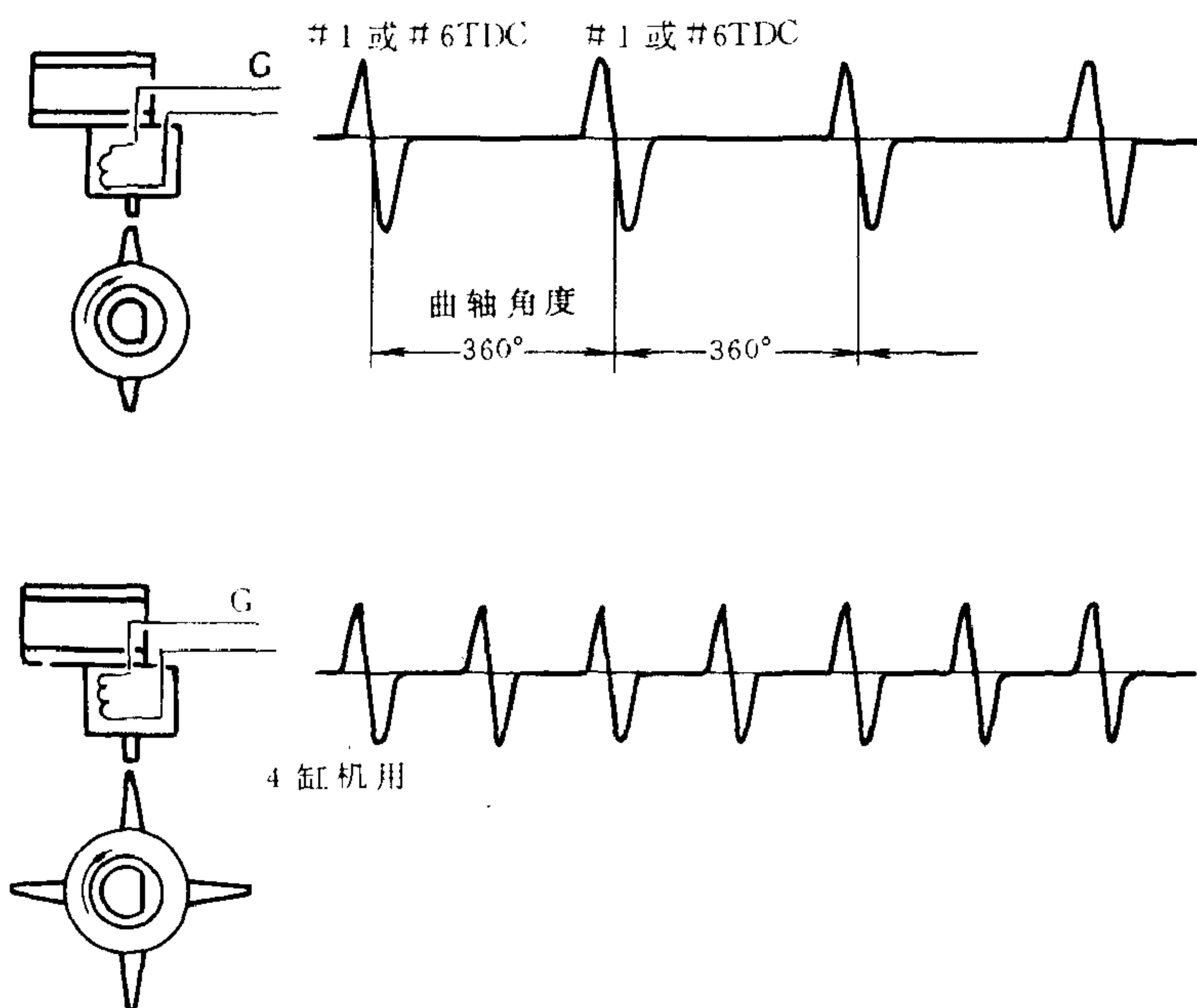


图 1-8 其它发动机 G 信号的波形

G 信号与 Ne 信号的关系如图 1-9 所示。

(二) 空气流量计

丰田公司 TCCS 系统最初也是采用挡板式空气流量计，这与老式的 EFI 是一样的。此后的汽油喷射系统进气量的检测方式才从流量型 (L 型) 过渡到压力型 (D 型)。L 型采用了空气流量计，而 D 型是采用压力传感器测量进气管的压力。本章的内容都是围绕 L 型加以说明的。只是对压力传感器本身稍加介绍。

1. 挡板式空气流量计 (用于 L 型检测)

老式的 EFI 用空气流量计是以蓄电池作电源的，为了减少电源电压变化的影响，在供电线上设有抽头。而 TCCS 是由微机内的稳压电路供电的，也就没有必要再设抽头。EFI 用电位计与 TCCS 用电位计的电

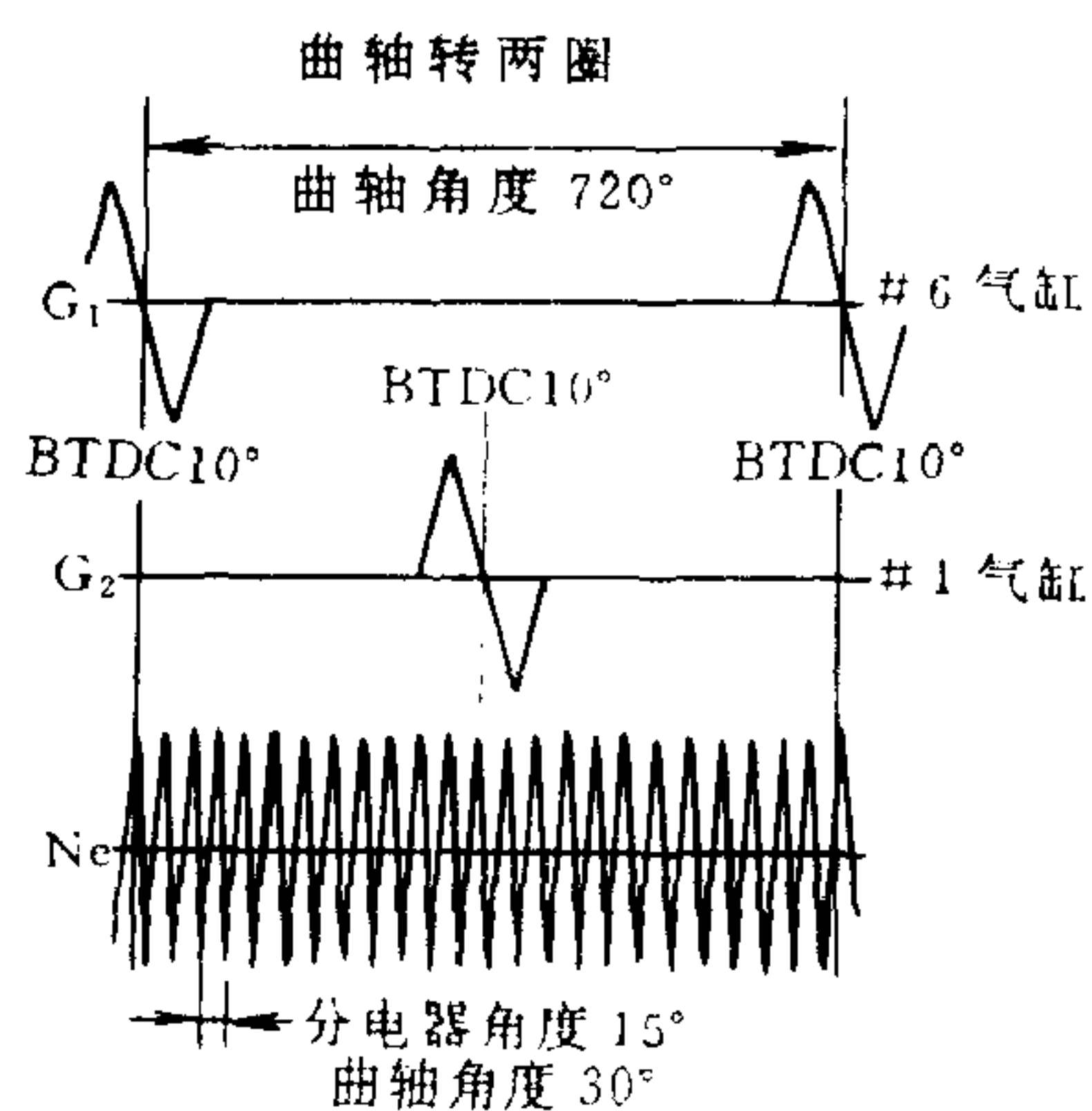


图 1-9 G 信号与 Ne 信号的关系

路原理分别如图 1-10 (a), (b) 所示。

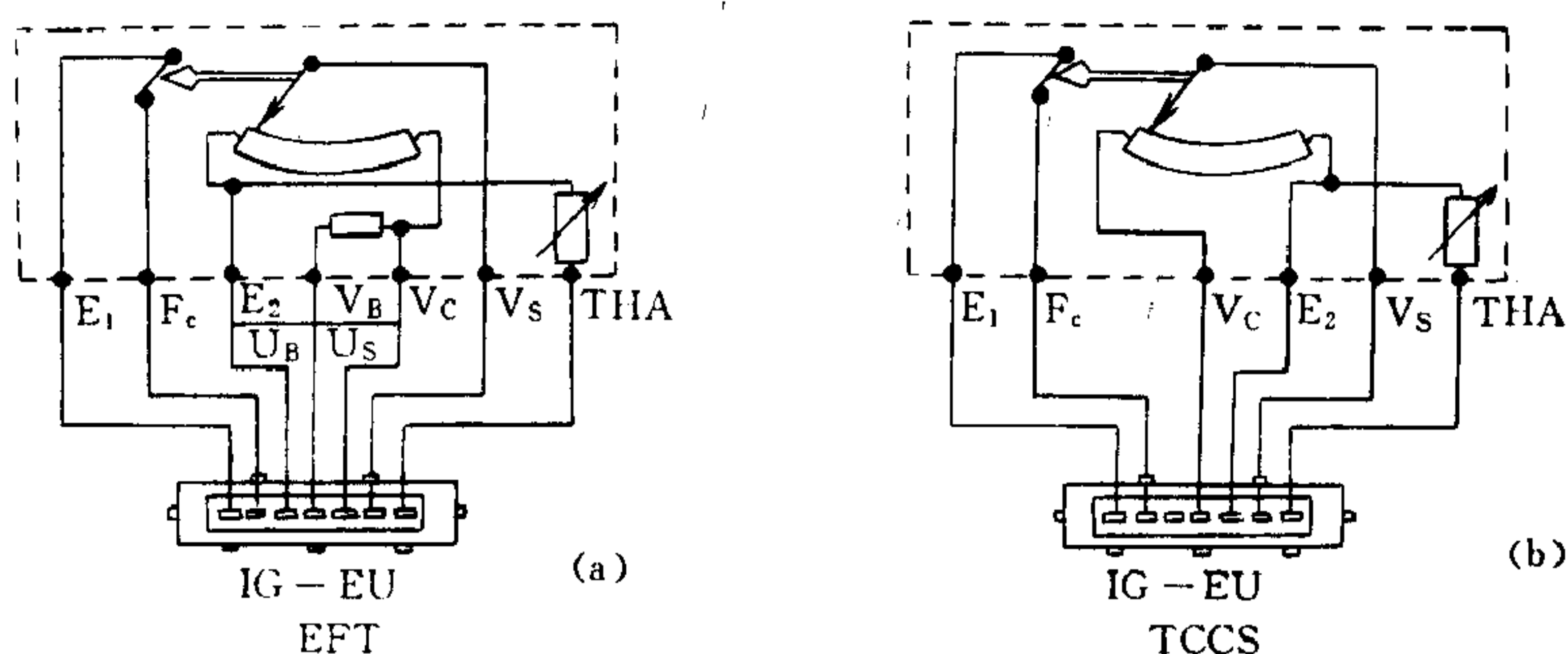


图 1-10 EFI 用与 TCCS 用电位计电路
(a) EFI 用电位计电路; (b) TCCS 用电位计电路

TCCS 的电路可以保证电压 U_c 一直为 5V, 即不受蓄电池电压变化的影响。这两种电路的差别在于: 对 EFI 用空气流量计来说, 与挡板开度联动变化的信号电压 V_s 随开度的增大 (进气量的增加) 而升高; 与此相反, TCCS 的信号电压 V_s 随挡板开度的增大而下降。这两种空气流量计除挡板开度检测电路之外, 其余部分都相同。

2. 进气压力传感器用于 D 型喷射系统

进气压力传感器上采用了半导体式压力变换元件, 传感器的结构和输出特性如图 1-11 所示。从图中可以看出, 压力与输出电压成正比例, 压力增大时输出电压也增加。实际工作时, 若节气门打开的比较大, 则进气管内的压力增大, 压力传感器的输出电压也增加, 也就是说, 因为输出电压与进气量成正比地增加, 所以用这种传感器可以检测进气量。

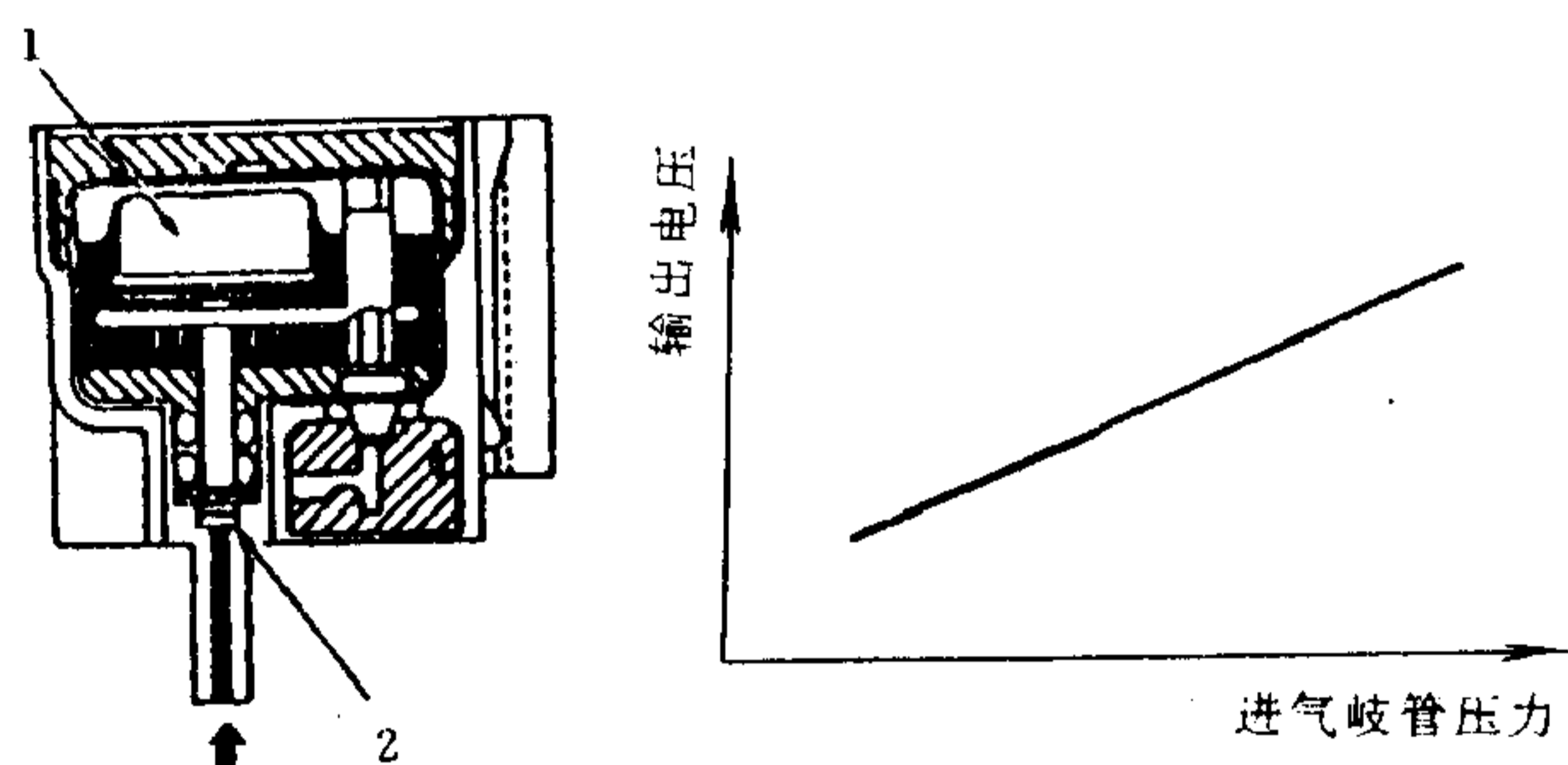


图 1-11 压力传感器的剖面与输出特性
1. 半导体式压力变换元件; 2. 滤波器

(三) 节气门位置传感器

随配用车辆采用手动变速 (MT) 还是自动变速 (AT) 的区别, 所用节气门位置传感器的结构也不同。

MT 车用节气门位置传感器与 EFI 用的节气门位置传感器是一样的, 其结构如图 1-12 所示。动触点是可移动的, 并与节气门的开、闭动作联动; 怠速触点闭合时, 表明发动机处于怠速状态 (节气门全闭), 全负荷触点闭合时, 表明发动机处于重负荷状态 (节气门开度大于 40°)。

AT 车用节气门位置传感器上, 除了上述的触点之外, 还有检测加速状态用端子以及检测加速踏板开度的触点。AT 车用节气门位置传感器的内部结构如图 1-13 所示。与节气门的开、闭动作联动并可在基板上移动的滑动臂上, 设有怠速触点 (IDL)、加减速检测用触点以

及在印刷基板上滑动的 5 个电刷。

当节气门完全关闭时，怠速触点闭合；当节气门开度增大并大于 60° 时，功率触点电刷使印刷基板上的 PSW 端子闭合，由此，就可以检测出发动机是怠速状态还是处于高负荷状态，如图 1-14 所示。

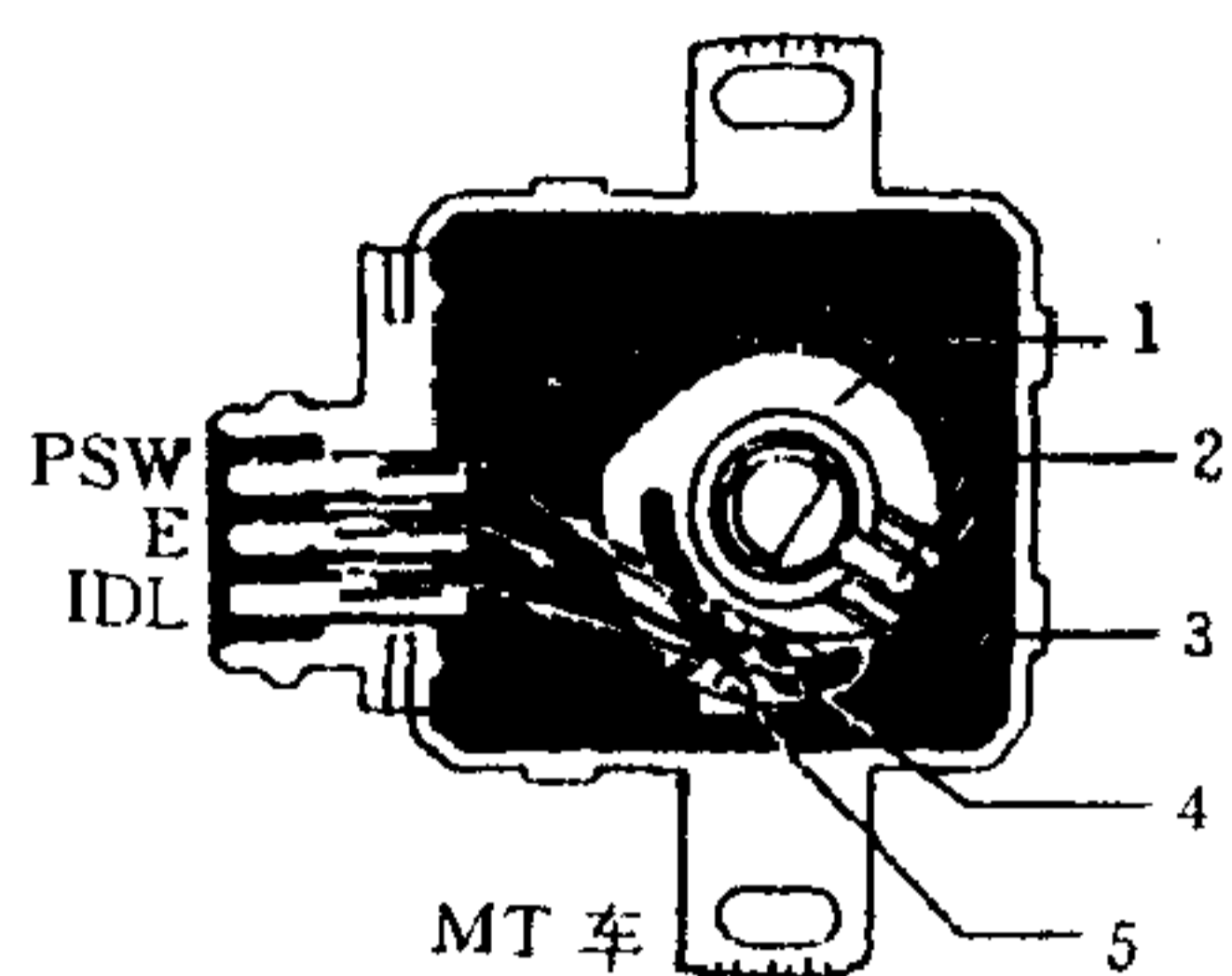


图 1-12 手动变速车用节气门位置传感器
1. 导向凸轮；2. 滑动臂；3. 功率触点；4. 动触点；5. 怠速触点

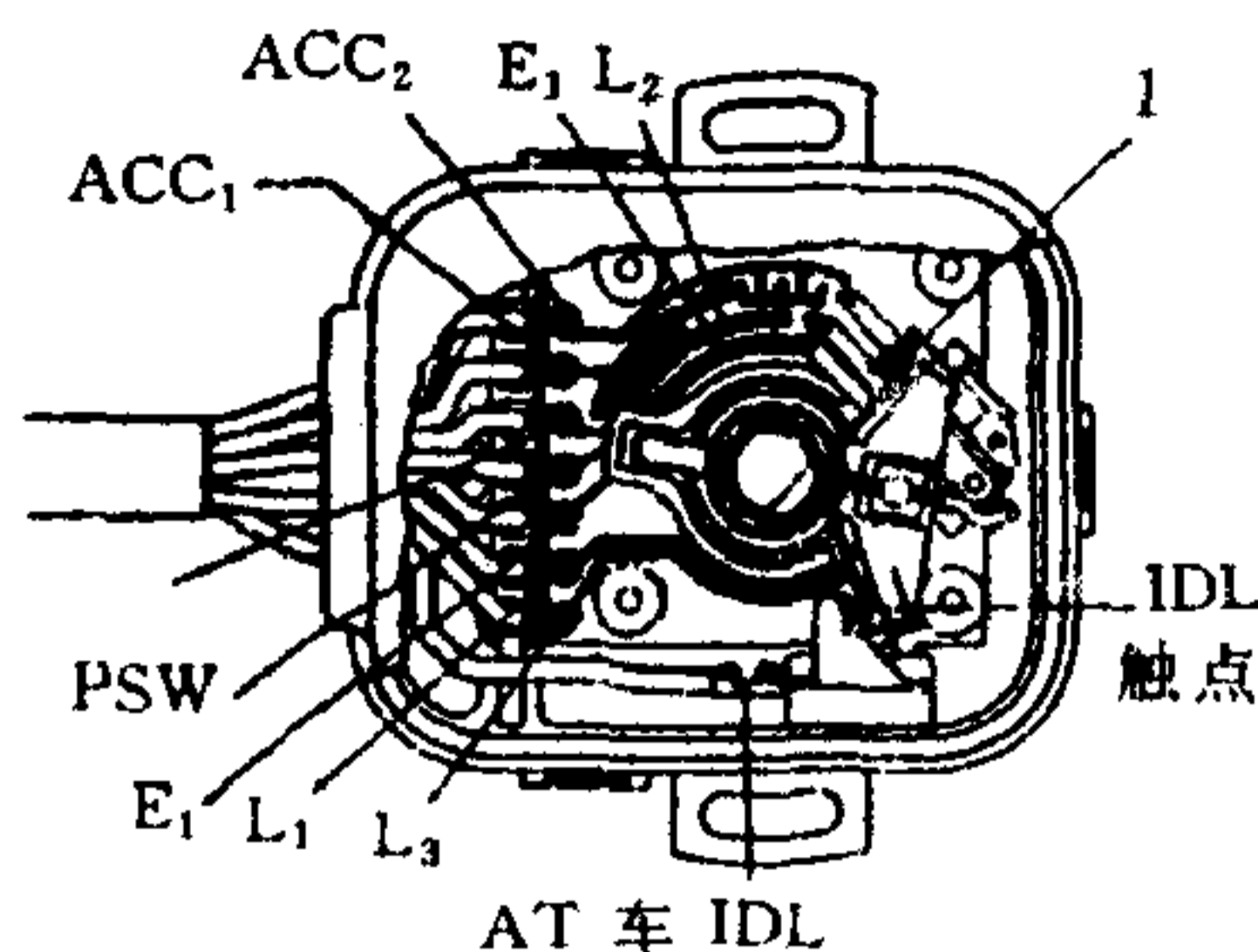


图 1-13 自动变速车用节气门位置传感器
1. 加、减速检测触点

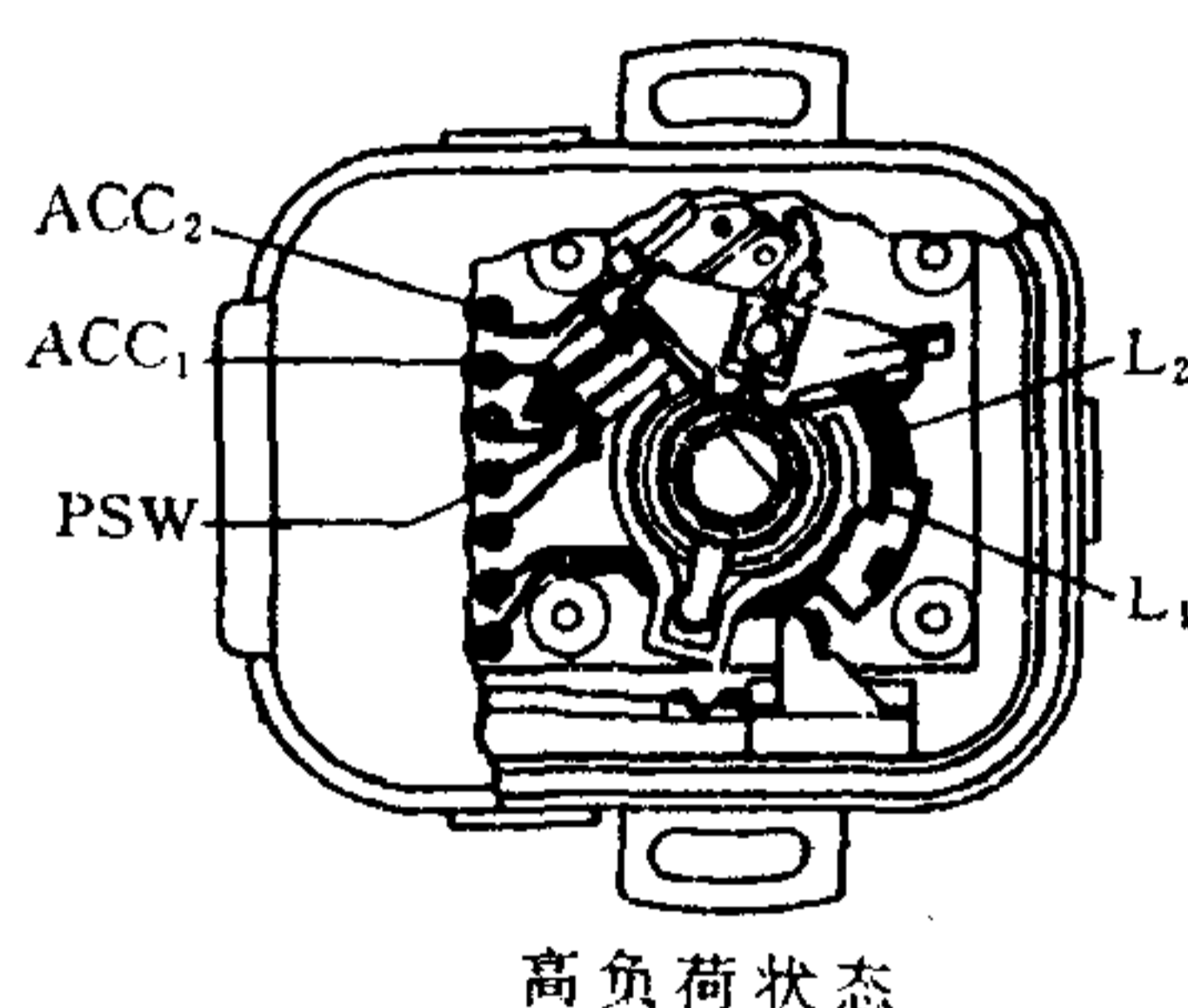
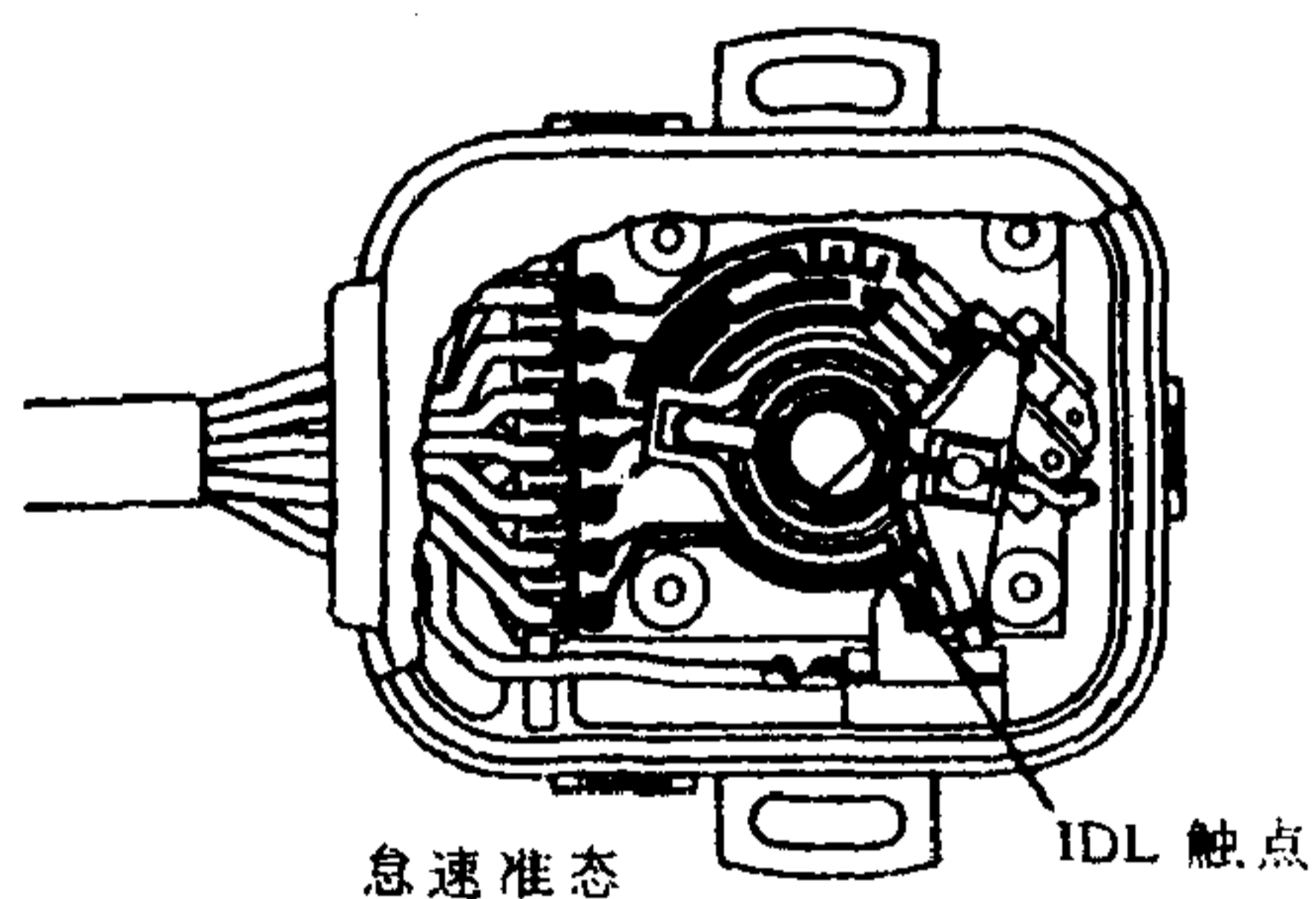


图 1-14 利用节气门位置传感器检测怠速状态及高负荷状态

发动机是否处于加速状态是靠 ACC_1 和 ACC_2 端子的信号来判断的。从传感器结构图中可以看出，与 ACC_1 和 ACC_2 端子相连的印刷基板上的“图形”就象两把梳子的齿交替相对，与节气门的开、闭联动的最外侧电刷就在 ACC_1 与 ACC_2 的布线上滑动。当 ACC_1 、 ACC_2 连通的信号交替输入到微机中时，若检测出信号两个波形之间的时间间隔的话，就可以判断出加速度的大小，即加速踏板的踏下速度。

当滑动臂向节气门打开的方向移动时，加减速检测触点闭合；当滑动臂向节气门关闭的方向移动时，加减速检测触点断开；这时触点的状况如图 1-15 所示。在减速状态时， ACC_1 及 ACC_2 的信号变化（连通或断开）不输入至微机中。从结构图中还可以看出，加减速检测触点及检测电刷组合后的通断状况。上面所讲的就是 TCCS 控制信号的状况，其波形图如图 1-16 所示。

剩下的 3 个端子 L_1 、 L_2 、 L_3 是检测节气门开度用的，它用于 ECT 控制装置即电子控制自动变速器（AT）上。 L_1 、 L_2 、 L_3 及 IDL 所产生的信号间的关系如图 1-17 所示。从其结果看，这种传感器可以用 9 个档位来判断节气门的开度，有些 AT 车，并不是电子控制的，就不用装这些接线及插座。

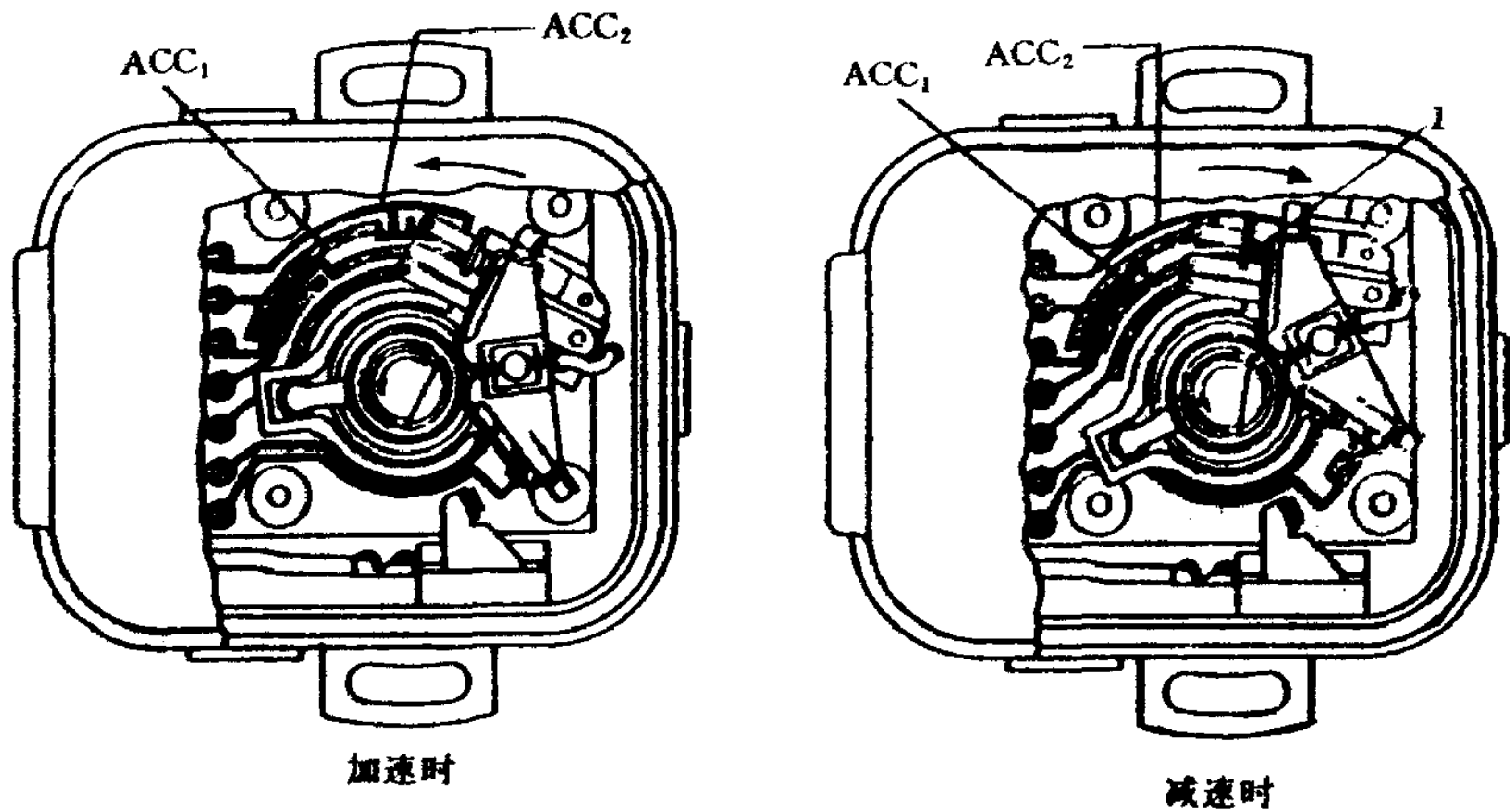


图 1-15 加减速检测触点的结构

1. 加减速检测用触点

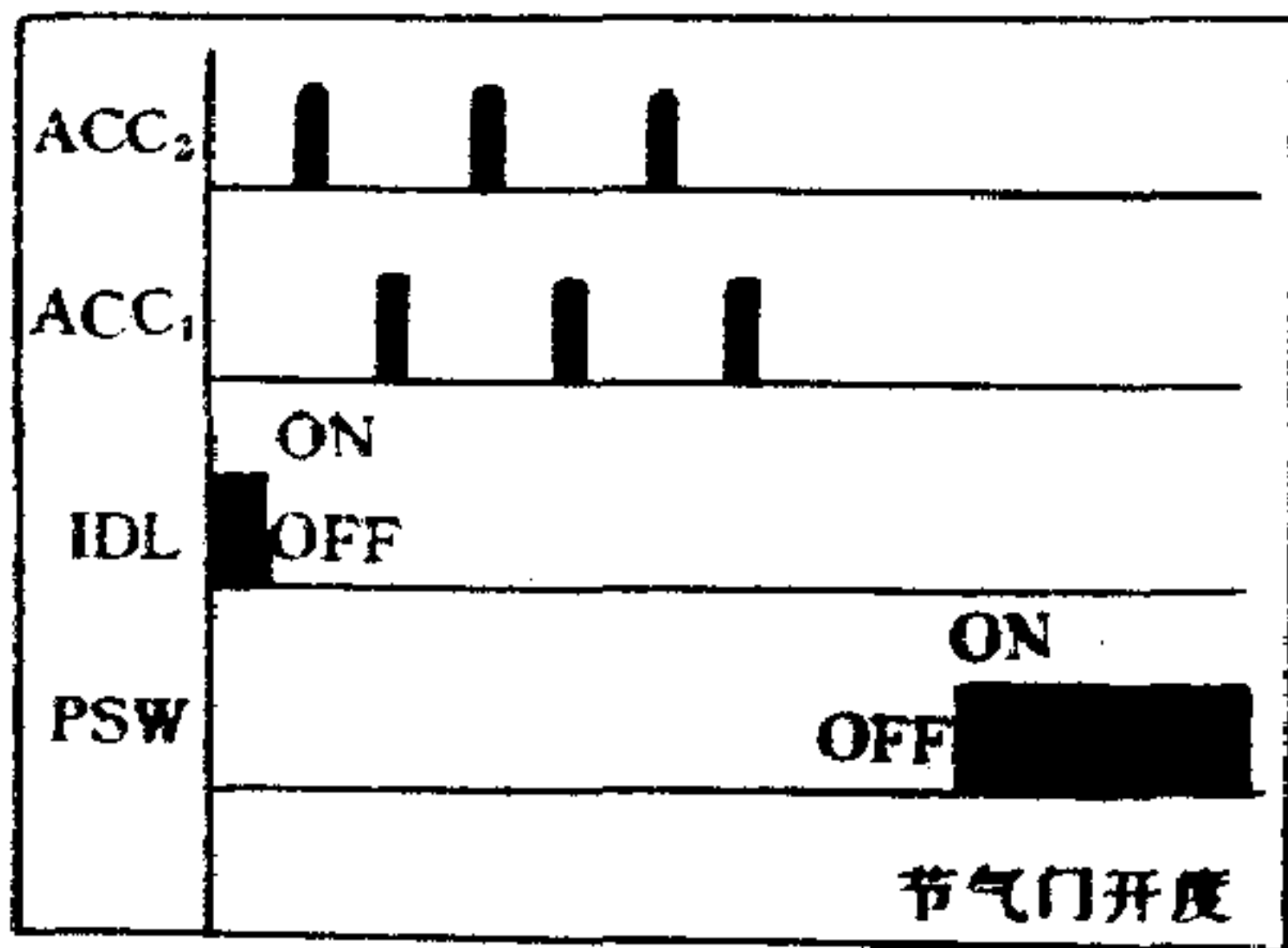


图 1-16 节气门位置传感器各端子的输出信号

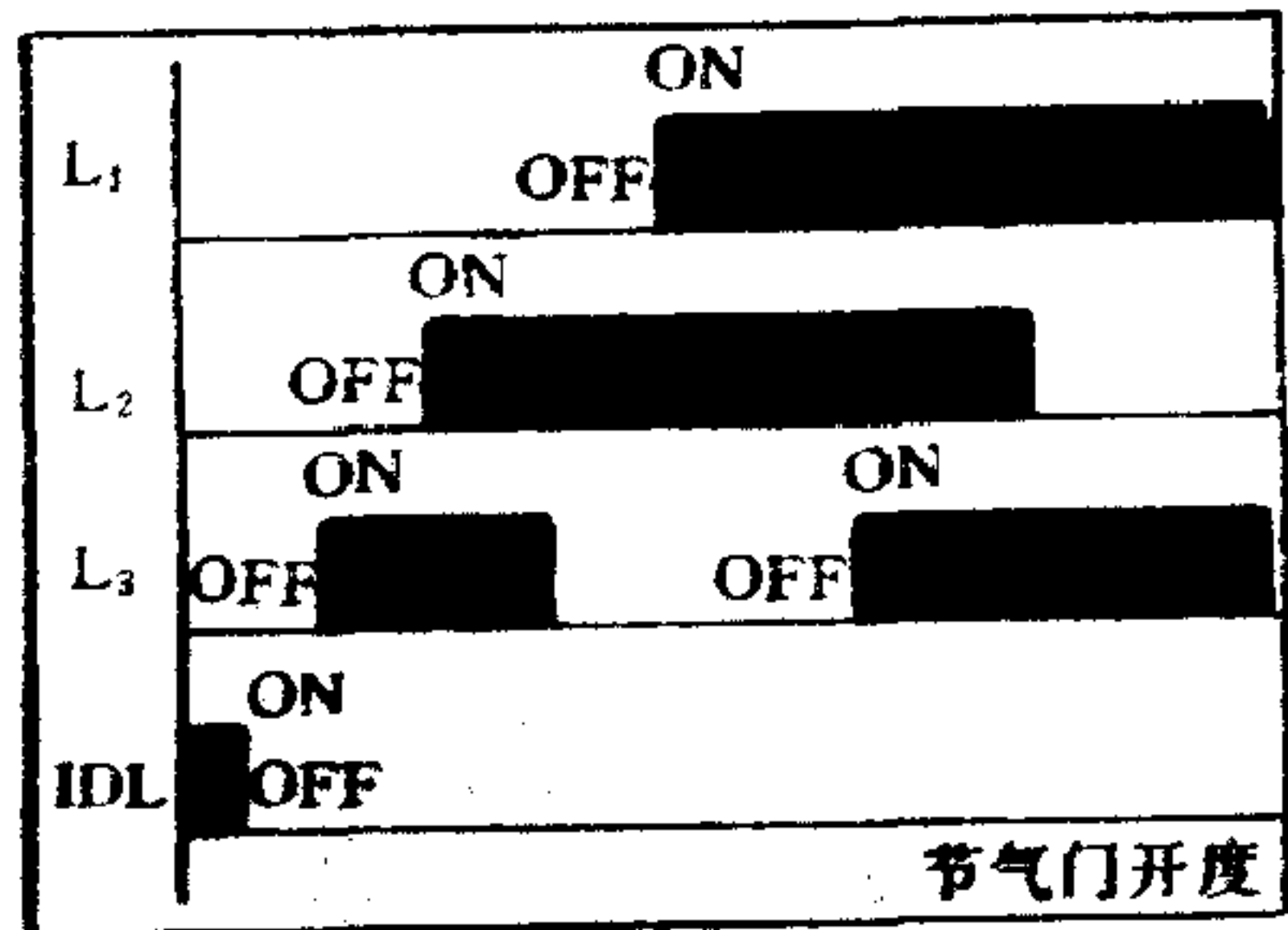


图 1-17 L₁、L₂和L₃端子检测ECT的节气门开度

(四) 车速传感器

车速传感器就是装于速度表内的通、断开关，它是靠速度表电缆的旋转完成开关动作的。这样，在微机的车速检测端子上，就会出现通、断的电压信号。车速传感器一般是由簧簧开关和由仪表电缆驱动的电磁铁组合而成的。将通、断脉冲信号进行计数，就可以测定出车速。有很多车上已采用数字式速度表，其电路连接如图 1-18 所示。

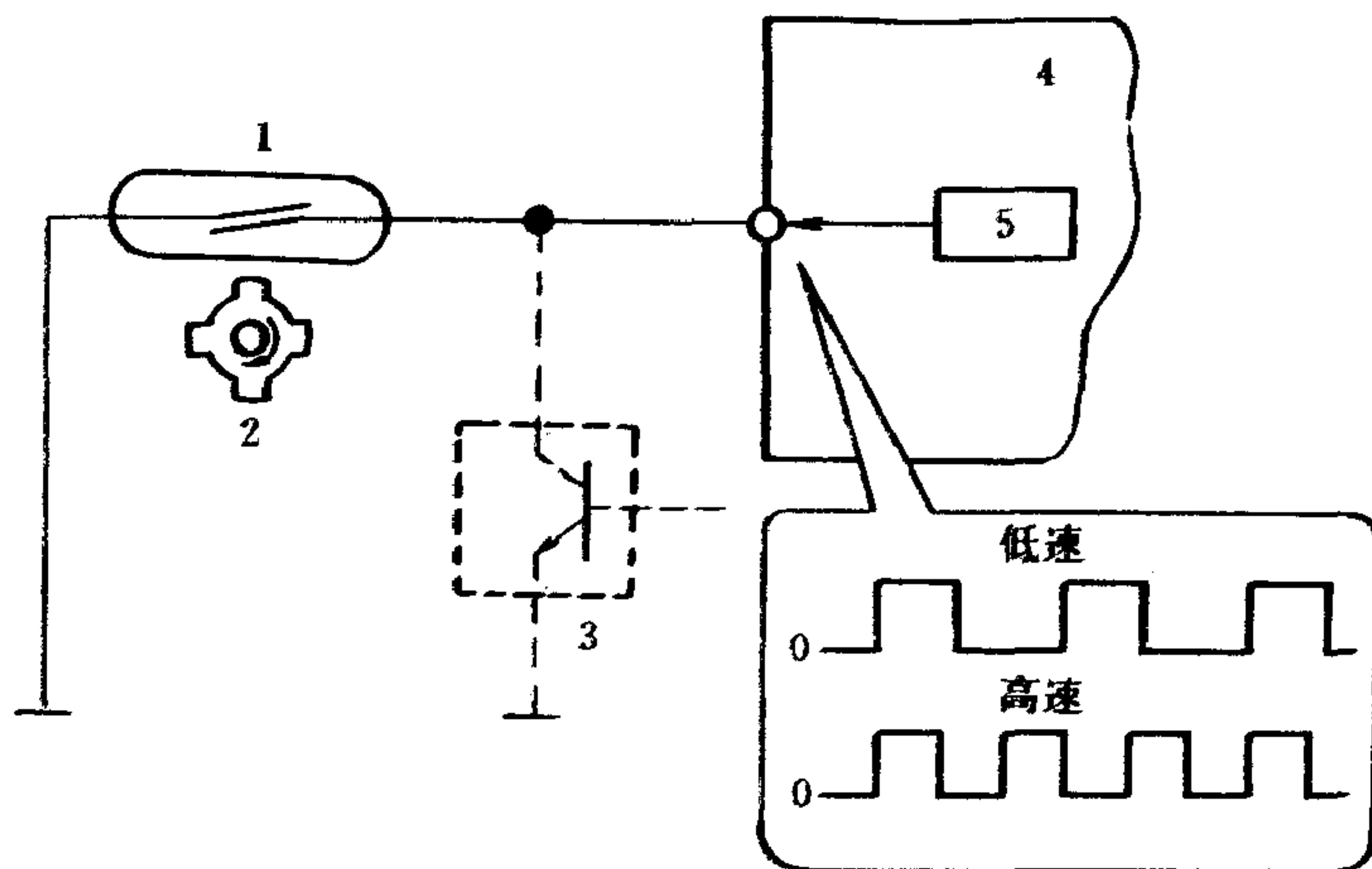


图 1-18 车速传感器的电路

1. 车速传感器 (簧簧开关); 2. 磁铁 (由仪表电缆驱动); 3. 数字式车速表; 4. 微机; 5. 电源

(五) 空档开关与空调开关

空档开关的作用是利用电压信号表示出变速档的位置。当 MT 车为 N 档、AT 车为 N 档或 P 档时，微机的检测端子的电压为 0V，在其它档时电压不为 0V。因而，根据检测端子上有、无电压，就可以判断出变速档是 N 档（或 P 档）还是在其它档。

同样，空调开关也是利用电压信号来表示空调的状况。当有电压加到检测端子上时，微机判断出空调在工作；当没有电压时，可判断出空调已关断。空调开关与空档开关的检测电路简图如图 1-19 所示。

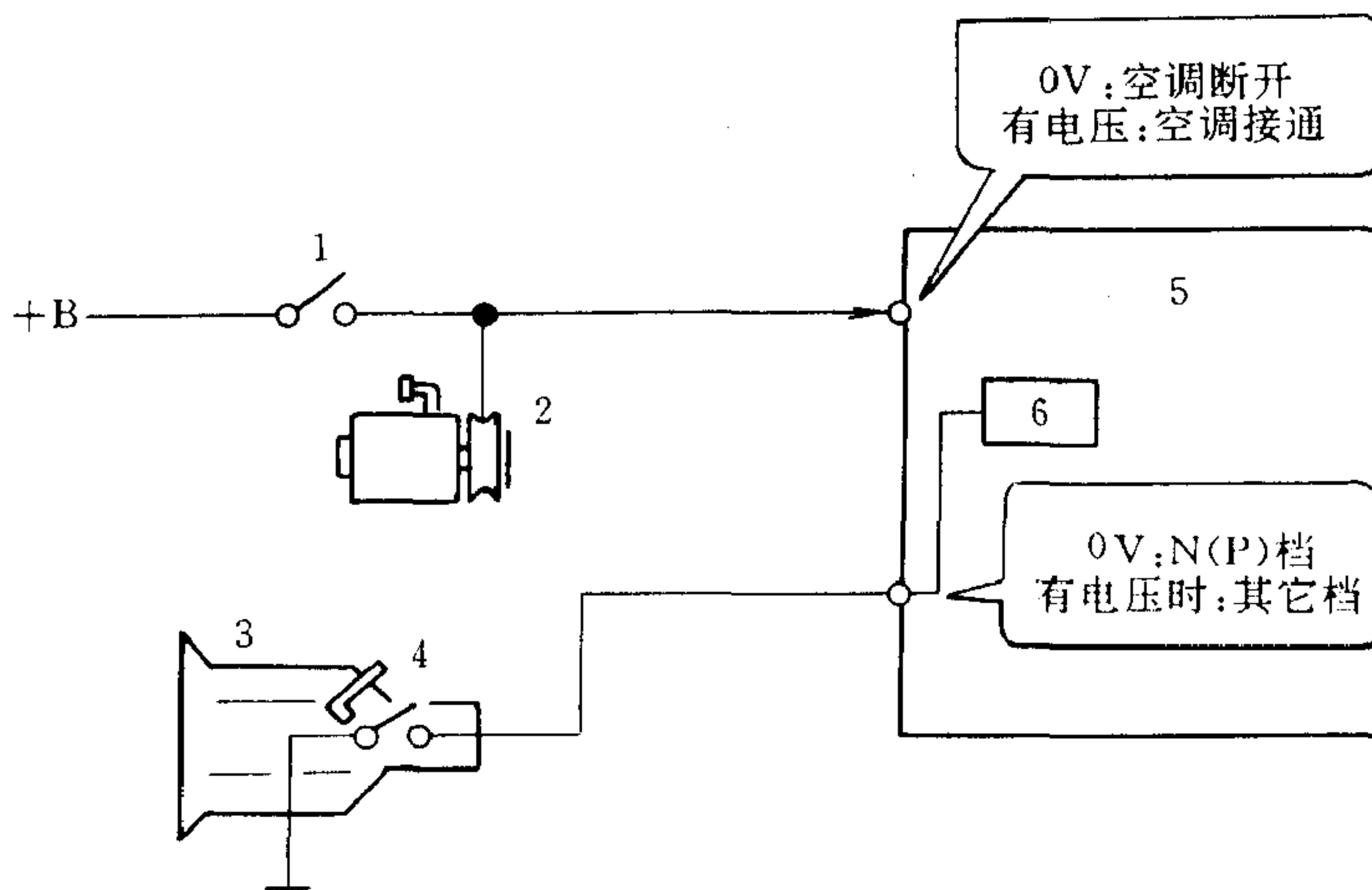


图 1-19 空档开关与空调开关的检测电路

1. 开关；2. 压缩机；3. 变速器；4. 开关；5. 微机；6. 电源

(六) 水温传感器

TCCS 装用的水温传感器、进气温度传感器及 O_2 传感器等都与老式的 EFI 用传感器相同，但水温检测用端子 THW、进气温度用端子 THA 的各端子电压与 EFI 的不同，例如， $80^{\circ}C$ 时的电压：TCCS 为 0.5V，EFI 约为 1.6V。水温传感器及进气温度传感器输出的模拟信号进入微机后，经 A/D 变换成数字信号后，再经微机判定。

与上述情况类似， O_2 传感器输出的也是电压信号，当检测出实际空燃比比理论空燃比还浓时， O_2 传感器输出 1.0V；当检测出比理论空燃比还稀时，输出 0V。

上面所介绍的就是 IG-GEU 型发动机 TCCS 所用的主要传感器的作用及结构。

三、燃油喷射控制

发动机控制的项目有燃油喷射、点火时间、怠速转速及自我诊断功能等，本节主要概述燃油喷射控制的有关内容。IG-GEU 型发动机采用过挡板式空气流量计，后来改为采用压力传感器，喷射方式为 EFI-D 式。而下面所介绍的主要内容还是 EFI-L 型，对涉及到 EFI-D 式的则稍加说明。

(一) 控制系统的构成

单就燃油喷射内容来说,与老式的EFI相比基本相同,但丰田公司的TCCS采用了微机,因而就从EFI的模拟控制转换为数字控制。燃油喷射系统的构成如图1-20所示。喷射系统的方框图如图1-21所示。可用几句话简单概括其工作过程:微机根据空气流量计检测的空气流量信号和转速信号,按存储器内预先记忆的程序及数据计算出基本喷油量,并根据水温传感器等输入的修正信号进行修正,最后计算出最佳的喷油量,向喷油器输出控制信号。

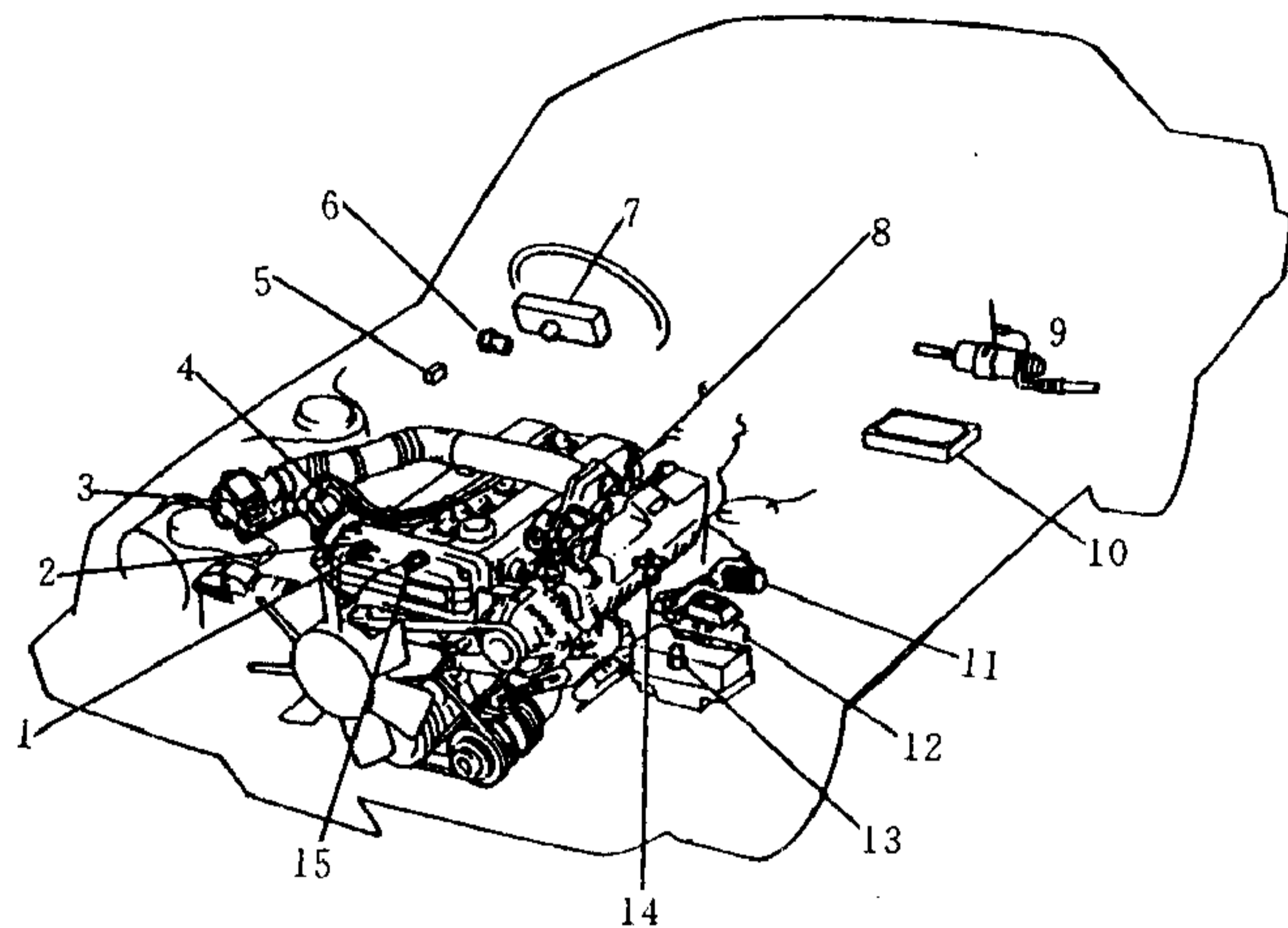


图 1-20 燃油喷射系统的构成

1. 水温传感器; 2. 冷启动喷油嘴定时开关; 3. 空气流量计; 4. 分电器; 5. 回路通断继电器; 6. 点火开关(启动信号); 7. 车速传感器; 8. 节气门位置传感器; 9. 燃油泵; 10. 发动机控制计算机; 11. 喷油阀附加电阻; 12. 点火线圈与控制组件; 13. 主继电器; 14. 冷启动喷油器; 15. O₂传感器

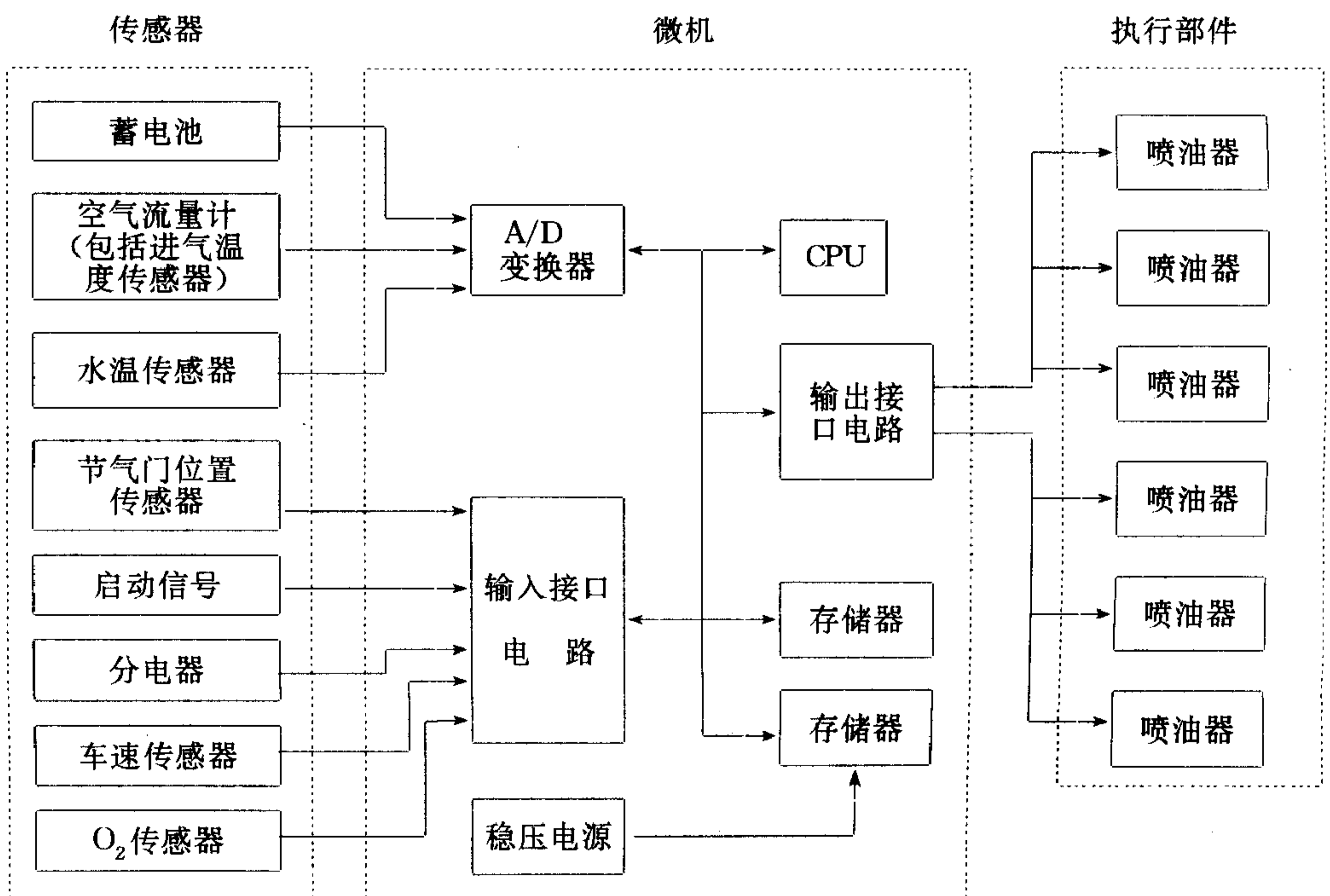


图 1-21 喷射系统正方框图

曲轴角度传感器及水温传感器是老式 EFI 上没有采用过的传感器。TCCS 所用的冷启动喷油器及燃油泵与模拟控制式 EFI 的完全相同。

(二) 喷油嘴的驱动电路

TCCS 采用了分组喷射方式。因为利用曲轴角度传感器可以判别气缸，所以不是对全部气缸同时喷油，而是把喷油时间尽量靠近进气行程。气缸分组情况是：第 1、3、5 气缸为一组；第 2、4、6 气缸为另一组；发动机每转两圈每组各交替喷油一次。喷油方式如图 1-22 所示。面采用 EFI-D 喷射方式的发动机上，是分成第 1、5，第 3、6 及第 2、4 三组进行喷油的。

开始喷油的时间定为第 1 缸或第 6 缸的进气行程开始的上止点(排气行程上止点)前 190° 处。这似乎给人以离排气行程相当远的感觉，对此用一个例子来加以说明。当发动机转速为 $3000\text{r}/\text{min}$ 时，发动机在 1s 里转 50 转，那么 $(1/1000)\text{s}$ 里就转过了 $0.05\text{转} = 18^\circ$ ，设喷油时间为 $(5/1000)\text{s}$ 时，则从喷油器开始喷油到喷油完毕的过程中发动机转过了 90° ，最长的喷油时间还要高出 1 倍，所以这样选定开始喷油的时间是对的。

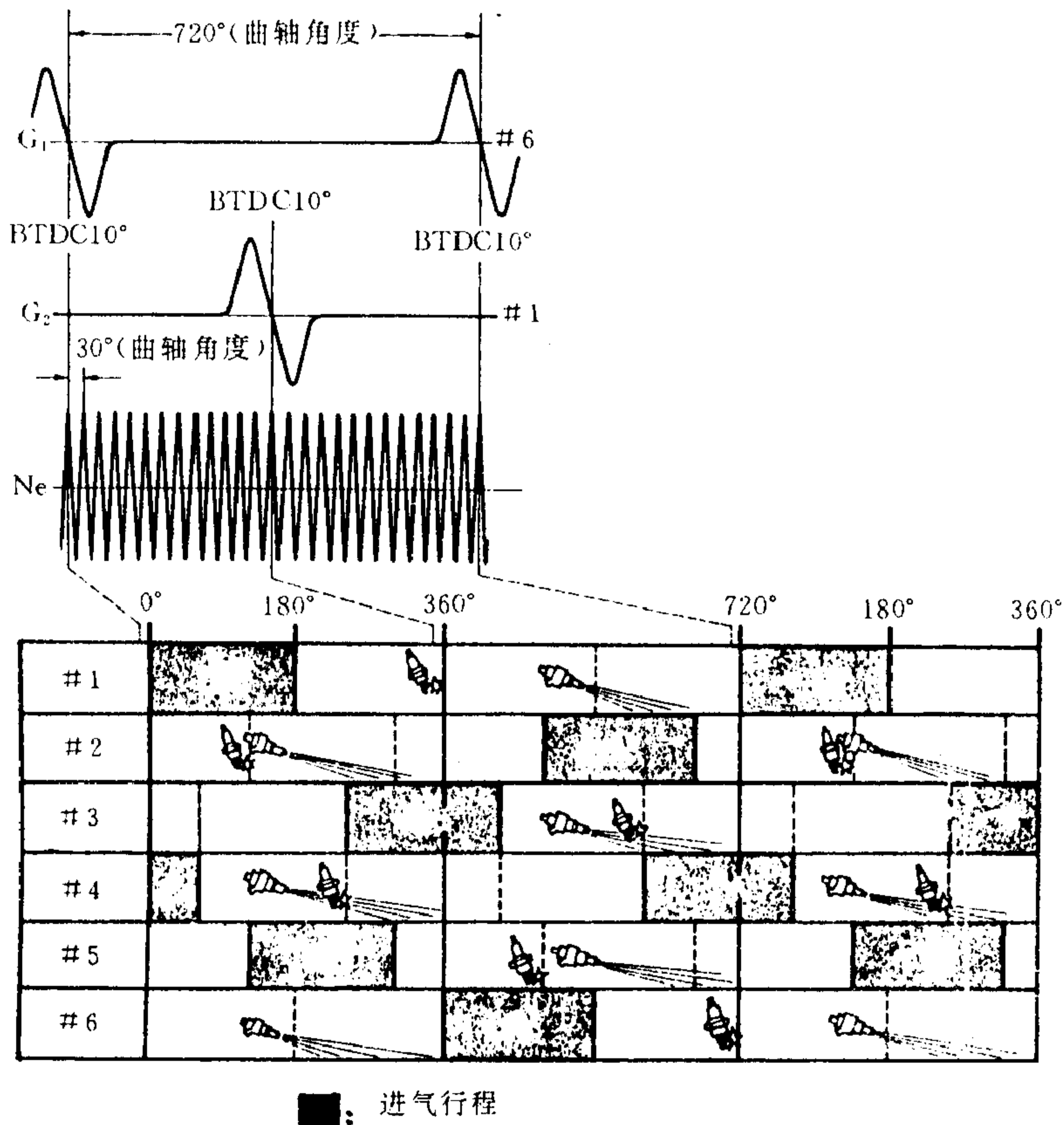


图 1-22 分组喷油方式

喷油器的驱动电路如图 1-23 所示，因为采用了分组喷油方式，所以喷油器的搭铁电路也是分为两组，并分别由两个晶体管控制电路的通、断。如图 1-23 中所示，每组各设有 1 个附加电阻，有的资料中称此为共用式附加电阻，即不是 6 个喷油器各配一个附加电阻。