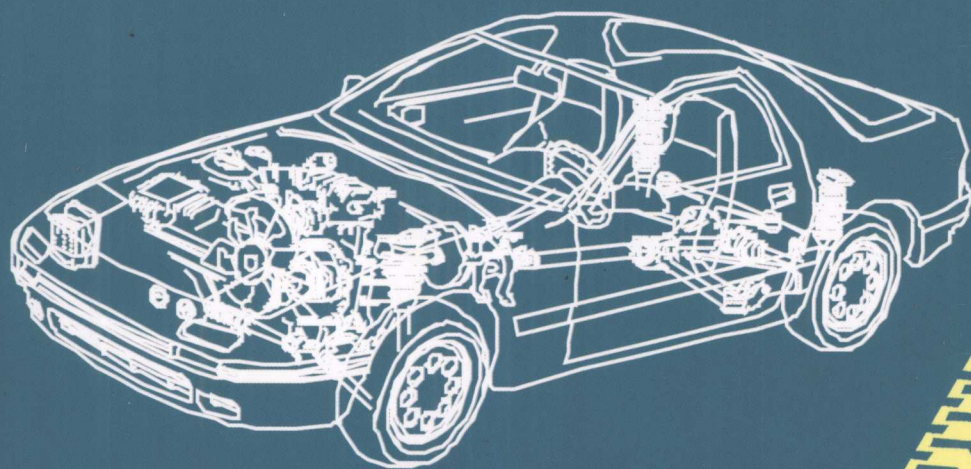


# 汽车电子系统

〔日〕荒井 宏 著  
张 键 译



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 汽车电子系统

〔日〕荒井 宏 著  
张 键 译

科学出版社

北京

图字：01-2007-2508号

## 内 容 简 介

本书共15章。开篇综合地说明了汽车电子系统所使用的传感器、驱动器、微机等。后续篇章重点论述了发动机的控制、传动系统的控制、制动控制、底盘控制、仪表以及空调等装置。最后,对今后汽车电子技术的发展进行了展望。

本书可作为汽车电子领域技术人员的参考用书,也可供汽车及其相关专业的高校师生阅读使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电子系统/(日)荒井 宏著;张键译.—北京:科学出版社,2008  
ISBN 978-7-03-021009-8

I. 汽… II. ①荒…②张… III. 汽车-电子系统 IV. U463.6  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 013477 号

责任编辑:赵方青 杨 凯 / 责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2008年3月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2008年3月第一次印刷 印张: 17 1/4

印数: 1—4 000 字数: 329 000

定 价: 39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))



# 前 言

---

人们常说：“如果飞机去除了电子系统后，就只能趴在地面上无法动弹。”汽车，跟飞机差不多。

汽车是以机械工程作为出发点，经历了漫长的历史发展起来的。为了解决 20 世纪 70 年代的大气污染和石油危机等社会问题，在汽油发动机的控制方面需要电子工程的大力协助。其后，在尾气净化、节省燃料费用等方面的技术成为其时代特点的 80 年代，为了开发行驶更舒适、更安全的汽车技术，则要求机械与电子更加有机地结合起来。现今 21 世纪，汽车中的电气和电子系统将会在新的领域发挥出更大的作用。

因此，电子系统在汽车工程中已成为重要的技术领域，但在工程技术人员中，很多人对电气、电子从一开始就抱有抵触的情绪，整天为电气中看不到的阻抗、分贝、软件等概念烦恼不堪。但是，汽车中电气、电子技术领域，作为充实“汽车系统”的方法，对它是无法回避的。今后极为重要的是，从事汽车工业工作的机械和电子两方面技术人员，应该深入了解对方的技术领域中，求得相互理解。本书的写作目的，就是要为两方面人员搭建相互携手共进的“桥梁”。

另外，过去也出版了一些名为汽车电气部件或汽车电子(car electronics)的书籍，但多为介绍部件的动作原理和结构。为此，本书则深入说明为什么进行这样的动作，为什么非要这样的结构不可。这是因为，只有系统地理解整体系统及其目的，才能搞清楚电气、电子部件究竟是什么样的东西。

如上所述，本书不仅是对电子技术人员和机械技术人员的入门书，而且对于从事实际业务工作的人员也是颇有裨益的。

本书共 15 章。第 1 章综合说明了汽车电子系统所使有的传感器、驱动器、微机 etc。第 2 章到第 14 章结合与机械部分关系，介绍了现有的实际电气和电子系统，特别是第 14 章，就过去汽车技术中没有出现过的信息通信新领域进行了说明。在最后的第 15 章，展望了今后汽车电子技术的未来发展。

从还没有“汽车电子”(car electronics)这一术语的 30 年前，我就开始从事汽车电气方面的设计，在整理本书时，重新感受到了汽车电子部件存在的价值和适用范围的广泛，令人感叹。本书所举的回路和系统事例未免有挂一漏万之嫌，但实在是无法巨细无遗地包罗万象，请读者给予谅解。而且，在本书写作过程中又不断出现了新的回路和系统。

很早以前，我就想找机会请各位年轻的工程技术人员充分了解汽车的电气、电子技术，在此对策划出版本书的理工学社的吉住久先生、给予我执笔写作机会的株式会

社东海理化电机制作所的沼泽明男先生表示深切的谢意。同时向提供资料和协助审稿的丰田自动车株式会社电子技术部、相关设计部门以及电气安装部件制造商的诸位先生表示衷心的感谢。

另外,正文中的很多插图,其原图是由丰田自动车株式会社服务部和国外服务部友情提供的,这些图对读者理解拙著将大有帮助的。

最后,本书在各位先生的协助下尽可能保证全部内容的准确无误,但如有疏漏之处,希望各位读者不吝赐教。

著者

# 目 录

<b>第 1 章 电气电子系统概要</b> .....	1
1.1 控制系统概要 .....	1
1.2 传感器 .....	4
1.2.1 温 度 .....	4
1.2.2 压 力 .....	6
1.2.3 角度和角速度 .....	8
1.2.4 高度位移 .....	10
1.2.5 旋转速度 .....	11
1.2.6 振动、加速度、冲击 .....	13
1.2.7 流 量 .....	14
1.2.8 氧气浓度 .....	16
1.3 驱动器 .....	18
1.3.1 螺线管 .....	18
1.3.2 电动机 .....	20
1.3.3 压电驱动器 .....	24
1.3.4 交叉线圈 .....	24
1.4 ECU .....	24
1.5 微型计算机 .....	26
1.5.1 计算机的构成 .....	26
1.5.2 微型计算机 .....	27
1.5.3 CPU 的动作 .....	27
1.5.4 存储器 .....	29
1.5.5 微机的使用例 .....	29
1.5.6 微机的种类 .....	30
<b>第 2 章 发动机的控制</b> .....	32
2.1 尾气和净化措施 .....	32
2.1.1 尾气的成分 .....	32
2.1.2 尾气的对策 .....	33
2.2 电子控制燃料喷射 .....	34
2.2.1 喷射方式 .....	35
2.2.2 基本喷射量 .....	36
2.2.3 喷射量修正 .....	37

2.2.4	断油	40
2.2.5	稀燃料控制	40
2.3	点火控制	41
2.3.1	全晶体管点火控制	41
2.3.2	电子提前角控制(ESA)	43
2.4	爆震控制	46
2.5	怠速控制	47
2.5.1	转速控制的方法	47
2.5.2	控制项目	47
2.6	尾气再循环(EGR)	48
2.7	可变吸气控制系统	49
2.8	涡流阀控制	50
2.9	燃料系统的控制	51
2.10	发动机 ECU	52
2.11	柴油发动机控制	54
2.11.1	分配型燃料喷射泵	55
2.11.2	喷射量控制	56
2.11.3	喷射时间控制	56
2.11.4	其他柴油机控制	57
<b>第3章</b>	<b>传动系统的控制</b>	<b>58</b>
3.1	自动变速器	58
3.1.1	变矩器	58
3.1.2	变速器	59
3.1.3	油压回路	62
3.1.4	电子电路	63
3.2	四轮驱动(4WD)	67
3.2.1	传动系统	67
3.2.2	差动限制机构的油压回路	68
3.2.3	差动限制机构的电子电路	70
<b>第4章</b>	<b>制动控制</b>	<b>71</b>
4.1	防抱死制动系统(ABS)	71
4.1.1	车轮抱死时的车辆行为	71
4.1.2	系统构成	73
4.1.3	油压控制电路	74
4.1.4	控制逻辑	75
4.1.5	防抱死制动 ECU	76
4.2	牵引控制	78
4.2.1	驱动轮滑动时的车辆行为	78
4.2.2	控制方式	79

4.2.3	系统构成	79
4.2.4	油压控制电路	81
4.2.5	控制逻辑	82
<b>第5章</b>	<b>底盘控制</b>	<b>84</b>
5.1	悬架的功用	84
5.2	减震器衰减力控制	86
5.2.1	电动机驱动方式	86
5.2.2	压电驱动方式	89
5.3	空气悬架	92
5.3.1	气动气缸	92
5.3.2	控制逻辑	94
5.4	主动悬架	96
5.4.1	系统构成	96
5.4.2	油压控制电路	98
5.4.3	控制逻辑	99
5.5	四轮转向(4WS)	101
5.5.1	转向角比例控制	103
5.5.2	横摆率比例控制	106
5.6	动力转向装置	110
5.6.1	系统构成	111
5.6.2	控制逻辑	112
<b>第6章</b>	<b>乘员保护装置</b>	<b>114</b>
6.1	碰撞现象和乘员伤害	114
6.2	自动安全带	116
6.2.1	电动机式自动安全带的构成	116
6.2.2	控制逻辑	116
6.3	气囊	118
6.3.1	系统构成	118
6.3.2	控制逻辑	122
<b>第7章</b>	<b>仪表</b>	<b>125</b>
7.1	仪表的辨认性条件	125
7.1.1	辨认时间	125
7.1.2	显示方法	127
7.2	显示设备	127
7.2.1	VFD	128
7.2.2	CRT	129
7.2.3	CCDT	131
7.2.4	PDP	132
7.2.5	LED	133



7.2.6	EL	133
7.2.7	LCD	133
7.3	显示的远视点成像	137
7.3.1	虚像显示式显示器	137
7.3.2	HUD	139
<b>第8章</b>	<b>音 响</b>	<b>141</b>
8.1	汽车的音响系统	141
8.2	接收广播电波	143
8.2.1	FM广播电波的特点	143
8.2.2	天线系统	144
8.2.3	调谐器	147
8.3	音响性能	148
8.4	盒式录音机	152
8.5	CD播放机	154
8.5.1	抽样和量化	155
8.5.2	CD的信号格式	155
8.5.3	位数据的读取	157
8.5.4	光拾音器的控制	157
<b>第9章</b>	<b>空 调</b>	<b>160</b>
9.1	冷冻循环	160
9.2	空调的通风系统	161
9.3	控制面板	162
9.4	通风系统挡板的控制	163
9.4.1	进气挡板控制	164
9.4.2	模式选择挡板控制	164
9.4.3	Max. Cool 挡板控制	165
9.4.4	空气混合挡板控制	166
9.5	温度控制	166
9.6	风量控制	167
9.7	通风模式控制	168
9.8	压缩机控制	168
<b>第10章</b>	<b>便 利 性</b>	<b>170</b>
10.1	车门(上锁/开锁)	170
10.2	遥控车门(上锁/开锁)	172
10.3	自照车门入口	173
10.4	驾驶位置存储	175
10.5	前照灯(自动亮灯/灭灯)	179
10.6	前照灯光束水平调整	180
10.7	白天行驶灯	181

10.8	灯断线告警 .....	183
10.9	风窗刮水器 .....	183
10.10	动力车窗 .....	186
10.11	活动车顶 .....	188
10.12	内后视镜 .....	190
10.13	换挡锁定 .....	191
10.14	定速控制 .....	193
10.14.1	系统构成 .....	193
10.14.2	功能 .....	194
10.14.3	控制电路 .....	194
10.15	接近报警器 .....	196
10.16	倒车监控雷达 .....	198
10.17	安全系统 .....	199
<b>第 11 章</b>	<b>发动机启动装置 .....</b>	<b>200</b>
11.1	发动机的转动阻力 .....	200
11.2	启动电动机 .....	202
11.3	电 池 .....	203
11.3.1	电池容量 .....	204
11.3.2	电池的种类 .....	204
11.3.3	发动机排气量和电池容量 .....	205
11.4	启动机电池规格的决定 .....	205
11.4.1	启动机输出转数的求取方法 .....	205
11.4.2	曲轴转动速度的求取方法 .....	206
11.5	柴油发动机的启动 .....	207
11.6	启动电动机的安全电路 .....	208
<b>第 12 章</b>	<b>电 源 .....</b>	<b>210</b>
12.1	交流发电机的输出特性 .....	210
12.2	交流发电机的电压调节 .....	211
12.3	电池的充放电平衡 .....	214
12.3.1	决定车辆充电性能的因素 .....	214
12.3.2	蓄电池的充放电电流 .....	215
12.3.3	充放电收支计算 .....	216
12.4	控制回路所用的稳压电源 .....	218
<b>第 13 章</b>	<b>电线束 .....</b>	<b>220</b>
13.1	电 路 .....	220
13.2	电线束的构成部件 .....	222
13.3	局域网(LAN) .....	224
13.3.1	串行通信 .....	225
13.3.2	LAN 的网络形态 .....	227

13.3.3	通信存取方式	228
13.3.4	通信协议	230
13.3.5	光纤通信	232
<b>第 14 章</b>	<b>信息通信</b>	<b>234</b>
14.1	汽车电话	234
14.1.1	汽车电话网和固定电话网的关系	234
14.1.2	蜂窝方式	235
14.1.3	用户容量	236
14.1.4	汽车电话装置	238
14.1.5	数字汽车电话	241
14.2	导 航	244
14.2.1	道路地图数据	244
14.2.2	光盘数据库	245
14.2.3	推测本车位置所需要的传感器	245
14.2.4	车位吻合行驶法	249
14.2.5	导航系统的构成	250
<b>第 15 章</b>	<b>今后的汽车电子</b>	<b>252</b>
15.1	汽车的功能	252
15.2	集 成	253
15.3	可靠性和服务性	255
15.4	智能化	258
<b>参考文献</b>		<b>261</b>

# 第 1 章 电气电子系统概要

一般控制系统是由以下三个要素构成的：①测定物理量并将其变换为电信号的传感器，并根据预先设定的程序处理该信号；②并将其结果作为电信号加以输出的信号处理电路；③接收电信号后再次制造出所需物理量的驱动器（执行元件）。

信号处理电路以微机为中心，包括由输入输出缓冲电路和存储电路等所构成的大型装置（ECU：electronic control unit，电子控制单元）；以至于简单的模拟电路、数字逻辑电路等，可以根据各自的系统而适当选择。传感器和驱动器是信号处理电路的关键器件，其性能的好坏是决定控制系统整体功能和性能的重要因素。

本章首先介绍汽车的控制系统的概要情况，然后详细说明其中所使用的传感器、驱动器和微机。对于汽车的控制系统的概要情况，将在后续的各章中详细阐述上述的传感器和驱动器的使用目的及使用方法。本章中有关传感器和驱动器的内容，请参照后续的相关内容一并阅读理解。

## 1.1 控制系统概要

图 1.1 表示了汽车控制系统的详细构成。ECU 进行信号的输入处理（将来自传感器的信号变换为运算处理所需要的电信号形式）、运算处理和输出处理（按照运算结果输出可驱动驱动器的电信号）。驱动器将电信号转换为力和热等功。传感器 I 用来检测温度、压力等装置所处的周围环境状态参数，并以此修正控制内容，传感器 II 用来检测作为控制对象的机械机构的状态，并决定对下一步控制的反馈量，传感器 III 则将人的操作指示、判断转换为开关等电信号，并传达给 ECU。这三种传感器虽然各自都有单独的输入系统，但多数系统是通过多种复合进行输入的。

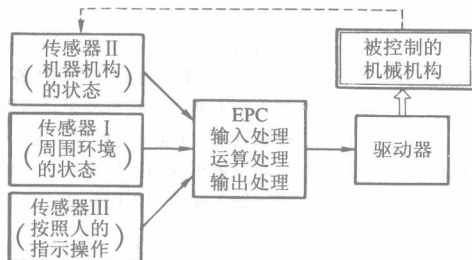


图 1.1 控制系统

表 1.1 列举了在已经实际应用的汽车控制系统中，目前所拥有的电气电子系统。为了方便起见，表是按照构成汽车的各种部件和功能分类整理的。

表 1.1 汽车所使用的电气电子系统

功 能	系统名称	控制内容
发动机	汽油发动机控制	控制燃料喷射量、点火时机、怠速转数控制等,实现净化尾气、改善燃料消耗和提高输出的效果
	柴油发动机控制	燃料喷射量、喷射时机、尾气净化控制
	电热塞控制	使柴油发动机启动所用的预热塞自动通电和断电
	冷却风扇控制	利用发动机冷却水温控制发动机冷却电动风扇的动作
	启动机启动电路	为了安全,使变速器除在停车、空挡位置以外,不能启动启动机
传动系统	自动变速	辅助变速器的变速点控制、变速冲击的缓和、变速器的锁止
	4WD	在部分时间 4WD 式的行驶中,进行两轮驱动与四轮驱动的相互切换,进行常四轮驱动的差动限制机构的油压控制
	CVT	无级变速器所设电磁离合器的断续控制,无级变速机构的油压控制阀的控制
制动器	ABS	在容易打滑的路面上刹车时防止车轮抱死的控制
	驱动力控制	在容易打滑的路面上加速时防止驱动轮空转的控制
底盘	减震器衰减力控制	根据路面状态和行驶状态,控制减震器的衰减力
	空气悬架控制	控制空气悬架的空气室弹簧常数,提供柔软的乘坐感受
	主动悬架	控制油气缸的弹簧常数和衰减力,切实保障在所有状态下的车辆姿势和行驶稳定性
	车高控制	根据装载载荷、路面和车速,控制到最佳的车高值
	4WS 动力转向	低速时和中高速时,分别控制最佳的转向角 根据行驶车速控制发挥出最佳的转向力特性
行驶装备	车速表	显示行驶车速。有模拟式和数字式
	转速表	显示发动机转数
	监控器/警告装置	监控组件和系统的状态,发出警告显示。监控和显示冷却水温度、润滑油温度、润滑油量、燃料余量和系统的异常。过去也曾考虑过语音合成的可听式警告装置
	前照灯	自动亮灯和灭灯
	前照灯水平调整	微调光束照射角度
	白天行驶灯	发动机运转时点亮规定光量的前照灯。白天时向对向车通知本车的位置
	灯断线检测	检测前照灯、后灯的灯丝断线
	闪光灯	方向指示灯闪烁
	刮水器/清洗器	控制刮水器的擦拭速度(手动、车速感应、雨量感应)
	前照灯清洗器	电动式、洗涤液喷射式或刮水器式
	车门后视镜清洗装置	利用刮水器式或超声波振动的雨滴去除方式,在镜面蒸镀一层薄膜电阻,通电而造成除尘效果
	变速锁定(钥匙联锁)	自动行驶车辆的误操作防止机构
	常速行驶控制	不需操作加速踏板而保持一定的车速
乘员保护	被动约束式安全带	通过驱动电动机而自动绑上和解除安全带
	安全带预张紧器	检测碰撞时的车体减速度,绑紧安全带,增强约束力
	气囊	检测碰撞时的车体减速度,给膨胀气囊的火药以点火能量

续表 1.1

功能	系统名称	控制内容
舒适性和 便利性	前照灯显示器	将车速表的显示等投影到风窗密封条上,显示图像在驾驶员前方远视点成像,很容易辨认。也有在车速表内部形成虚像并将其远视点化的方法
	多种信息显示板	在 CRT 或 LCD 面板上显示多种信息。可推测和显示行驶中的瞬时油耗、剩余续航里程、预计到达时刻等驾驶信息
	音响系统	接收无线电广播、从录音设备播放音乐等
	天线	电动式杆形天线,通过与无线电的电源开关联动的方式和符合广播电波波长的方式控制天线的伸缩长度。另外,也有在后窗玻璃上植入天线导体的方式
	空调	车厢内的空调温度控制、冷气压缩机的节能控制、电容器冷却风扇的动作控制
	后窗除雾器控制	控制电热线加热器的通电时间,检测后窗的雾气状态,从而自动通电或断电
	车门(上锁/开锁)	电动式
	遥控车门(上锁/开锁)	利用微弱电波或红外线远程控制的车门,进行行李箱盖的上锁和开锁
	自照车门入口	操作车门把手时,对车门钥匙孔和车厢内临时照明
	动力式可调座椅	电动式,可调节前座和后座的各种姿态
	转向装置	电动式,可倾斜(上倾、下倾位置)、伸缩(前后位置)
	肩部安全带收卷装置	电动式,可调节安全带收卷位置的上下
	车门后视镜	电动式,镜子的角度调节和镜体的可倒功能
	驾驶位置存储器	存储和重放座椅、转向装置、安全带收卷装置、车门后视镜的位置
	动力车窗	电动式,从司机座位远程升降其他作为车窗的功能。司机座位车窗可单按式升降
	活动车顶	电动式车顶面板或玻璃板,具有开关功能和上下倾斜功能
	内后视镜	使用液晶的防眩功能,自动防眩功能
	接近警告	利用超声波反射检测和警告车辆旁边的障碍物
	车辆间距离警告	利用激光的多普勒效应检测和警告前方的车辆间距离。也多年研究了利用雷达的多普勒效应的方式,但目前尚未实际应用。期待可以应用在自动刹车、保持一定车辆间距离等预防安全装置中
	后方监视装置	通过车辆后方的 CCD 照相机,将后退时的后方视野辅助性映照在司机座位的显示面板上
安全系统	防止车辆被盗装置,检测小偷的入侵并发出威吓警报。发动机连锁、无线寻呼等	
轮胎空气压力检测	检测轮胎的空气压力状态	
电动绞盘	4WD 中用来从陷坑中脱出,爬陡坡时使用	
信息通信	汽车电话	免提送受话器,单键式拨号,语音识别呼叫
	传真机	车载传真机
	导航系统	将当前位置显示在显示器的地图上,对到达目的地的路途进行引导。将来将会和交通信息系统的基础设施相结合,附加交通拥堵等动态信息

续表 1.1

功能	系统名称	控制内容
电源和配线	电压调节器 多路调制器	调节交流发电机的发电电压 利用多路通信方式,使用单根电线或光纤进行传输连接部件与部件、系统与系统间的信号电气配线。可以节省配线用量,增加信号传输量,减少噪声
	稳压电源	ECU 的稳压电源,高电压驱动器的升压电源
电源和电线束	12V/24V 电源系统	发动机启动时只置于 24V 系统,平时则切换为 12V 系统,为双系统控制
诊断系统	车上诊断系统(车载诊断系统)	各系统的 ECU 不断监视有无异常,当发生异常时,使备用或故障防护功能动作而予以处置,故障模式已编码并予以存储
	车下诊断系统(非车载诊断系统)	这是在修理时维修工厂所设置的故障诊断装置。读出在车下诊断系统中存储的诊断编码,指导维修

## 1.2 传感器

传感器是测定各种各样的物理量,并将其变换为电量加以输出的部件。传感器相当于人的感觉器官,它适时而准确地检测出汽车在各种条件下的物理量,并输入控制运算电路。因此,可以毫不夸张地说,传感器是掌握着该控制系统好与差的“关键”。控制汽车所需要的物理量包括温度、压力、位移、角速度、转速、角速度、流量等,传感器从其作用而言,必须在汽车的温度、振动、冲击、污染、浸水、油脂类、噪声等各种严酷的条件下能够长时间发挥其功能。

但是,应该特别指出的是,随着近年来半导体和金属的薄膜技术、半导体扩散技术、陶瓷的烧结技术等生产技术的发展,过去所制造不出来的传感器纷纷实现了工业化生产,当然这里面也隐藏着微型计算机的影子。

### 1.2.1 温度

#### 1. 热敏电阻温度传感器

在汽车的控制系统中,检测温度是一个需要经常进行的重要项目,根据用途使用着各种各样的温度传感器。其中,热敏电阻温度传感器体积小、灵敏度高,处理简单,且价格低廉,是最为普及的温度传感器。

热敏电阻是电阻随温度而变化的元件,包括具有负温度系数(温度上升时,电阻降低)和正温度系数(温度上升时,电阻增加)两种产品,通常前者称为 NTC(negative temperature coefficient)热敏电阻,后者则称为 PTC(positive temperature coefficient)热敏电阻。

(1) NTC 热敏电阻 NiO、CoO、MnO 等过渡金属的氧化物为主成分,由两种以上这种金属氧化物混合成型,经烧结而成。如图 1.2(a)所示,热敏电阻温度传感器的结构是将其封装到热传导性能良好的黄铜或树脂的外壳内。温度特性则呈现

图 1.2(b)所示的指数关系特性。它用来控制发动机冷却水温度、发动机吸入空气温度、各种油的温度以及空调器中的空气温度等,用途极其广泛。

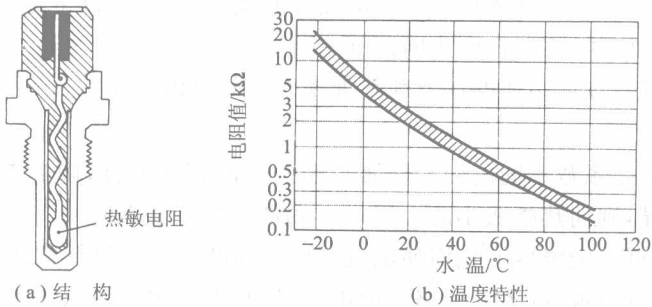


图 1.2 热敏电阻传感器

(2) PTC 热敏电阻  $\text{BaTiO}_3$  为主成分,再混合金属氧化物烧结成型,所以在接近某一温度时,电阻值可急剧升高三位数左右(图 1.3)。

PTC 热敏电阻的应用例可举出液面传感器。这种传感器利用如下所述的作用进行动作。

将 PTC 元件置于油等液体中而流过电流时,多路所产生的热将在液体中发散,基本上没有因自我发热而造成的元件温度上升现象;相反,因液面变化而元件从液体中露出时,元件则因自我电流的发热而温度上升,电阻值因而增加,造成电流急剧减小。观察这种电流值的变化就可以得知液面的变动情况。

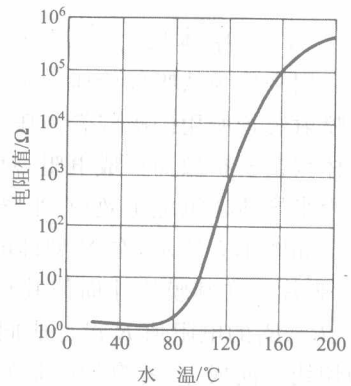


图 1.3 PTC 热敏电阻传感器的温度特性

## 2. 热敏铁氧体温度传感器

金属氧化物强磁性铁氧体( $\text{Mo} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ),具有在某个温度以上由强磁性体急剧转变为常磁性体(弱磁性)的性质,这一急剧转变温度称为居里温度。如图 1.4(a)所

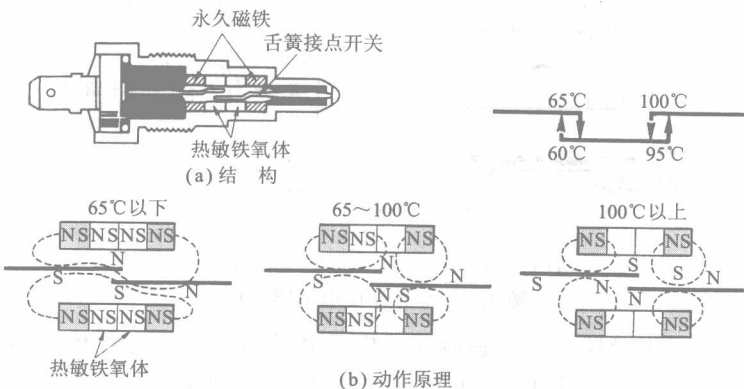


图 1.4 热敏铁氧体开关



示,在舌簧接点开关的磁回路中配置两个环形的热敏铁氧体元件和永久磁铁。例如,当配置居里温度为  $65^{\circ}\text{C}$ 、 $100^{\circ}\text{C}$  的热敏铁氧体时,根据在各自温度范围时的磁化强度,则形成如图 1.4(b) 所示的磁通环。舌簧接点开关处于  $65^{\circ}\text{C}$  以下和  $100^{\circ}\text{C}$  以上时,则接通(ON);在中间温度时,则为断开(OFF)。

居里温度可通过烧结体的成分和热处理方法而自由选择。

### 3. 双金属

这是用热膨胀系数不同的两片金属粘贴而成的板状元件,随温度的变化,两者的热膨胀产生差异,则向热膨胀小的金属一方翘曲。固定板状的一端,将另一端制成电接点结构时,则可以随温度变化而使电流通电和切断。金属材料常使用殷钢和青铜的组合,为了防止过电流,内置到断路器或电动机中,作为过载保护装置使用。

## 1.2.2 压力

### 1. 半导体压力传感器

用来作为从吸气管压力和发动机转数推算发动机所吸入空气量的流速密度式燃料喷射装置所用的吸气管内压力传感器以及涡轮增压器的过供压传感器等。单晶半导体因杂质扩散而形成电阻,对这种电阻施加应力应变时,电阻值将发生变化。这被称为半导体压电阻效应,半导体压力传感器就是应用该原理。

如图 1.5 所示,在 N 型硅电路板的中央部分,制造出比一般部分更厚的薄圆形部分(膜片),在其膜片外周使其形成 P 型硅层的衡量电阻。预先将四只衡量电阻  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$  的电阻值  $R$  设计成同一值。在膜片上施加应力时,因应力的半径方向成分和切线方向成分,各自的电阻值将发生变化。设衡量电阻  $R_1$ 、 $R_3$  的电阻变化量为  $\Delta R$ ,则衡量电阻  $R_2$ 、 $R_4$  的变化量则为  $-\Delta R$ 。这时,如设输入电压为  $V_E$ ,则电桥的输出电压可用下式表示:

$$V_0 = (\Delta R/R) \cdot V_E$$

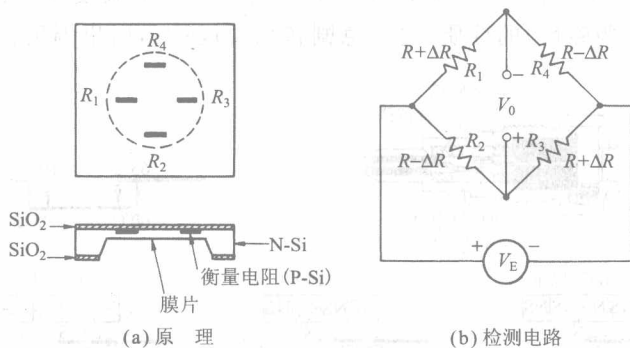


图 1.5 半导体压电阻效应

图 1.6 表示了半导体压力传感器的结构及其输出特性。这种传感器是将硅芯片的周围部分黏接固定在底座上,用外罩整体包住,内部抽真空,将端口与吸气管连接时,因吸气管内的压力而使膜片受到应力,电阻电桥电路与吸气管内压力成正比输出