

传感器
应用电路
详解

罗四维 编著



电子工业出版社



传感器应用电路详解

罗四维 编著

电子工业出版社

京新登字055号

内 容 提 要

本书从实际应用出发,全面介绍了温度、压力、超声波、磁和光等各类常用传感器及有关电路,并详细给出了电路参数,工作原理、制作和调试方法。本书内容详实,图表丰富,设计实例广泛,代表了传感器应用方面80年代中后期的技术水平,是学习电路设计和传感器应用方面的一本出色的教科书和工具书。

本书适用于从事电子自动控制和计算机应用等工作的科技人员,有关专业在校师生和广大电子爱好者。

传感器应用电路详解

罗四维 编著

责任编辑:吴 新

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

密云双井印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 8 字数: 175千字

1993年6月第1版 1993年6月第1次印刷

印数: 10100册 定价: 6.20元

ISBN 7-5053-1872-1/TN·561

前 言

传感器在现代自动控制中是举足轻重的器件。选用什么样的传感器，怎样设计传感器电路，是在实际工作中不可回避的问题。

本书作者亲身从事传感器设计和传感器电路的开发工作，积多年经验，写成了这本着力解决传感器在实际应用中，如何选用和如何进行电路设计等问题的书。本书图表丰富，解说详实，又列举了大量设计实例，对广大读者来说，既是一本学习电路设计的教科书，又是一本广泛收集了传感器应用范例的工具书。希望本书能对从事传感器工作的读者的工作有所帮助。

目 录

前 言

第1章 传感器电路引言	(1)
1.1 设计传感器电路之前	(1)
(1) 什么是传感器	(1)
(2) 性能离散性小的传感器为好	(5)
(3) 温度漂移	(7)
(4) 使用电池工作的传感器功耗要小	(7)
(5) 互换性好易于调整	(7)
1.2 传感器驱动电路及器件	(8)
(1) 保证传感器工作的电路	(8)
(2) 传感器专用电路	(9)
(3) 电路使用的元器件	(9)
第2章 热电偶的使用方法	(12)
2.1 热电偶的原理及测试方法	(13)
(1) 热电偶产生与温差成正比的电压	(13)
(2) 热电偶的最高使用温度决定于电极直径	(15)
(3) 无保护管的热电偶寿命短	(16)
(4) 补偿导线的使用方法	(17)
2.2 热电偶的基本电路	(20)
(1) 热电偶放大电路	(20)
(2) 线性校正电路	(21)
(3) 平方电路中所使用的专用集成电路	(22)
(4) 基准接点补偿电路	(25)
(5) 用IC温度传感器测量基准接点温度	(27)

2.3 温度测量电路	(28)
2.3.1 制作J型热电偶温度计	(28)
(1) 热电偶专用集成电路	(28)
(2) 线性校正电路和断线检测电路	(29)
(3) 300~600℃线性校正	(31)
(4) 器件配置的注意事项	(32)
2.3.2 制作K型热电偶温度计	(34)
附录2-1 热电偶的精度	(36)
附录2-2 求热电偶近似表达式的程序	(39)
附录2-3 使用温度传感器的交流有效值转换器 ...	(40)
(1) 交流电压的平均值和有效值	(40)
(2) 专用集成电路LT1088	(44)
(3) 交流有效值转换器的基本电路	(46)
(4) 实际性能	(48)
第3章 铂测温电阻的使用方法	(51)
3.1 铂测温电阻	(51)
(1) 铂测温电阻的阻值随温度变化	(51)
(2) 铂测温电阻的JIS标准和DIN标准	(51)
(3) 温度系数的离散性影响精度	(53)
3.2 铂测温电阻的基本电路	(54)
3.2.1 恒流工作	(54)
(1) 基本电路	(54)
(2) 恒流工作的非线性误差	(56)
(3) 线性校正电路	(57)
3.2.2 恒压工作	(59)
(1) 基本电路	(59)
(2) 输出电压	(59)
(3) 线性校正电路	(60)
3.3 制作铂测温电阻测温电路	(61)

3.3.1 制作0~200℃温度计适配器	(61)
(1) 使用三端稳压器	(62)
(2) 使用TLC27M2CN运算放大器	(63)
(3) 调整方法	(64)
3.3.2 制作0~500℃温度计适配器	(65)
(1) 使用358运算放大器	(65)
(2) 恒流电路	(66)
(3) 线性校正电路	(66)
(4) 电源电路	(67)
3.3.3 4~20mA电流电路	(67)
(1) 放大用集成电路AD693AD	(67)
(2) AD693AD的基本电路及特性	(69)
3.3.4 有线性校正的电流电路	(71)
(1) 传感器在恒压环境下工作	(71)
(2) 线性校正	(71)
(3) 调整方法	(72)
(4) 其它温度段	(73)
附录3-1 传感器的三线式连接	(74)
(1) 三线方式的优点	(74)
(2) 不受接线电阻影响的四线方式	(75)
附录3-2 铂测温电阻的耗散系数和测量误差	(76)
第4章 光敏传感器的使用方法	(78)
4.1 光敏传感器的种类和特征	(78)
(1) 光敏二极管的短路电流和开路电压	(78)
(2) 光敏二极管的暗电流	(81)
(3) 光敏二极管的光谱特性	(82)
(4) 光敏二极管的响应特性	(85)
(5) 光敏三极管的特征	(84)
(6) 光敏三极管的光谱特性及响应特性	(84)

4.2 光敏传感器的基本电路	(86)
(1) 光敏二极管主要用于照度测量	(86)
(2) 光敏二极管BS500B	(87)
(3) 照度计电路	(87)
4.3 用光敏传感器制作便携式照度计	(89)
(1) 光敏传感器TFA1001W	(89)
(2) 使用对数输出扩展动态范围	(90)
附录4-1 辐射量和光量	(92)
附录4-2 红外线的波形	(93)
(1) GaAs发光二极管	(93)
(2) PIN光敏二极管	(94)
(3) 观察红外光波形	(95)
附录4-3 热电式红外线传感器	(97)
(1) 检测出温度变化	(97)
(2) 热电式红外线传感器的结构	(98)
(3) 实际的波形	(98)
附录4-4 用非接触方式测量温度的热电堆 的使用方法	(101)
4-4.1 非接触式温度计电路设计	(101)
(1) 热电堆原理	(101)
(2) 热电堆专用集成电路MAC4050	(101)
(3) 传感器MIR100	(103)
(4) 调整方法	(103)
4-4.2 四次方根电路	(104)
(1) 乘法集成电路AD538	(105)
(2) 制作四次方根电路	(105)
(3) 实测特性	(107)
(4) 用AD538制作2~5次方电路	(108)
第5章 霍尔传感器的使用方法	(109)

5.1	霍尔传感器的工作原理和特征	(109)
(1)	霍尔传感器是四端元件	(109)
(2)	霍尔传感器的输出电压与磁场强度成正比	(109)
(3)	霍尔传感器的线性	(111)
(4)	GaAs和InSb霍尔传感器的品质	(112)
5.2	霍尔传感器的基本电路	(113)
(1)	简单的恒压工作	(114)
(2)	用于高精度测量的恒流工作方式	(115)
(3)	差动放大器	(116)
(4)	测量变压器的漏磁	(116)
5.3	霍尔传感器的应用	(119)
5.3.1	制作通用高斯计	(119)
(1)	霍尔传感器用THS103A	(119)
(2)	确定霍尔传感器的输出电压	(119)
(3)	使用差动放大器	(119)
(4)	制作霍尔探头	(121)
5.3.2	制作磁极检测器	(122)
(1)	使用InSb霍尔传感器	(122)
(2)	仪器的使用方法	(124)
附录5-1	InSb霍尔传感器的散热	(124)
附录5-2	霍尔传感器的偏移电压	(125)
(1)	挑选偏移电压小的霍尔传感器	(125)
(2)	偏移电压不稳多为热电动势的影响	(125)
(3)	用交流控制电流消除热电动势	(127)
(4)	霍尔传感器的噪声	(129)
第6章	磁阻元件的使用方法	(131)
6.1	磁阻元件的工作原理和特性	(131)
(1)	半导体磁阻元件的特点	(131)
(2)	强磁性磁阻元件的特点	(133)

6.2	磁阻元件的基本电路和输出波形	(135)
(1)	半导体磁阻元件的基本电路和输出波形	(135)
(2)	强磁性磁阻元件	(140)
6.3	用磁阻元件制作监控器	(145)
6.3.1	制作非接触型交流电流监控器	(145)
(1)	传感器使用半导体磁阻元件	(145)
(2)	计算输出电压	(146)
附录6-1	磁场的单位	(148)
(1)	磁场和磁通密度	(148)
(2)	B-H曲线	(149)
(3)	测量磁场强度	(151)
第7章	压力传感器的使用方法	(152)
7.1	压力传感器的特征和基本电路	(152)
(1)	半导体应变片灵敏度高	(152)
(2)	半导体压力传感器	(152)
(3)	在恒压和恒流条件下工作	(154)
(4)	零点温度特性	(157)
(5)	相对压力传感器和绝对压力传感器	(158)
7.2	半导体压力传感器的基本电路	(158)
(1)	恒流工作基本电路	(158)
(2)	恒压工作基本电路	(163)
7.3	半导体压力传感器的应用	(166)
7.3.1	制作数字式压力计	(166)
(1)	恒流电路	(166)
(2)	放大电路	(166)
(3)	计算传感器的输出电压	(166)
(4)	运算放大器的选择	(166)
(5)	电源电路	(168)
(6)	显示器	(168)

7.3.2 制作模拟显示压力计	(169)
7.3.3 制作汽车压力监控器	(170)
(1) 压力传感器KPZ20G	(170)
(2) 适配器	(171)
(3) 计算输出电压	(172)
(4) 恒压电路	(172)
(5) 放大器	(172)
(6) 显示用集成电路TA7612AP	(172)
7.3.4 制作有高度显示的气压计	(173)
(1) 传感器使用KP100A	(173)
(2) 恒压工作	(173)
(3) 放大电路	(175)
7.3.5 制作高度计	(175)
(1) 高度计原理	(175)
(2) 设计电路	(176)
(3) 采用TA7612AP提供显示	(177)
附录7-1 压力传感器的术语	(177)
第8章 交流电流传感器的使用方法	(180)
8.1 非接触电流传感器的原理和测量方法	(180)
(1) 利用电阻的压降	(180)
(2) 使用CT型电流传感器	(181)
8.2 交流电流传感器的基本电路	(182)
(1) 使用电阻	(182)
(2) 交流电流传感器的输出波形	(183)
(3) 负载电阻的选取方法	(184)
(4) 由运算放大器构成的电流-电压转换电路	(186)
8.3 交流电流传感器的应用	(187)
8.3.1 制作忘记断开电烙铁电源的报警电路	(187)
8.3.2 制作微型计算机电源关断提醒电路	(189)

(1) 负载电阻为300Ω	(190)
(2) 在10~100W范围内可改变调整点	(190)
(3) 可编程时间集成电路	(191)
(4) 电源	(191)
(5) 传感器应放置的部位	(192)
8.3.3 制作音频峰值功率计	(193)
(1) 交流电流传感器的频率特性	(193)
(2) 功率满度值作为30W	(194)
(3) 设计输入部分	(195)
(4) 乘法器使用NJM4200	(195)
(5) 峰值电平表	(199)
(6) 交流电流传感器输出波形和乘法器输出波形	(200)
(7) 电源部分	(200)
8.3.4 制作台式功率计	(202)
(1) 输入电路参数的设计	(202)
(2) 乘法器使用NJM4200	(202)
(3) 用面板表作显示	(203)
(4) 使用市电	(203)
附录8-1 提高交流电流传感器的灵敏度	(204)
附录8-2 交流电流传感器不能开路	(205)
附录8-3 交流电流有效值适配器	(206)
第9章 超声波传感器的使用方法	(209)
9.1 超声波传感器的工作原理及其种类	(209)
(1) 超声波传感器的等效电路	(210)
(2) 超声波传感器的种类	(212)
9.2 超声波传感器的基本电路	(218)
(1) 超声波传感器的驱动电路	(218)
(2) 超声波传感器的接收电路	(222)
9.3 超声波传感器的应用	(225)

9.3.1 制作物体探测电路	(225)
(1) 直接方式的电路	(227)
(2) 反射方式的电路	(229)
附录 使用$3^{1/2}$位A-D转换器的方法	(231)
(1) A-D转换器	(231)
(2) 适用于传感器的差动输入	(232)
1. 铂测温电阻温度显示电路	(233)
(1) 按比例工作	(233)
(2) 调整方法	(234)
(3) 传感器非线性误差依然存在	(235)
(4) 追加线性校正电路	(235)
(5) 电源电压特性	(236)
2. 制作压力显示电路	(237)
(1) 压力传感器使用2S5M	(237)
(2) 调整方法	(238)
3. 制作霍尔传感器磁通密度显示电路	(238)

第1章 传感器电路引言

1.1 设计传感器电路之前

(1) 什么是传感器

什么是传感器呢？其实在我们身边使用传感器的地方很多。比如电视机用的遥控器中就使用了传感器(图1-1)。只不过它接收的是我们人眼睛看不见的红外线。再比如卡拉OK机使用的话筒就是把声音信号变为电信号的传感器。这就是说，传感器的作用是把光、声音、温度等各种物理量转换为电子电路能处理的电压或电流信号(图1-2)。

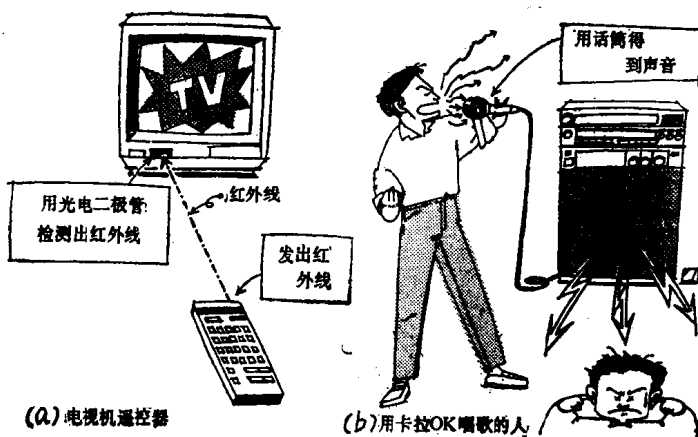


图1-1 生活中使用的传感器

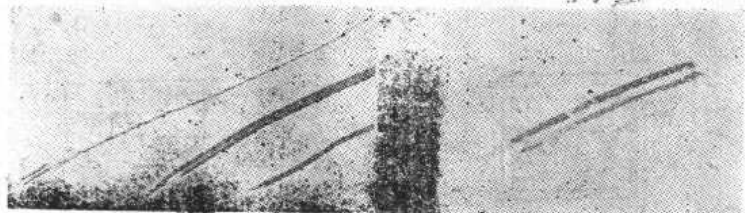
9310320



图1-2 传感器将物理量转换为电信号

► 观察传感器

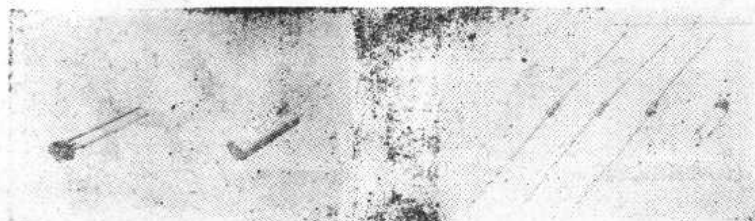
传感器的种类很多，应用范围不同。价格也有差异，有非常便宜的传感器，也有相当昂贵的。照片1-1是部分传感器的外观，希望能使读者对传感器有个直观的认识。



绝缘被覆型热电偶

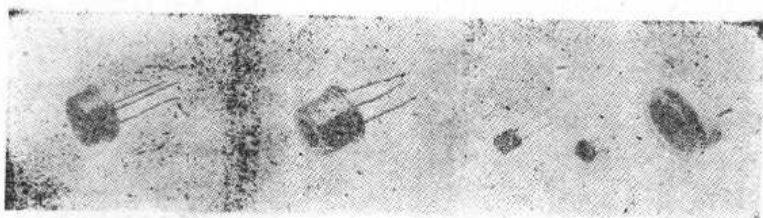
测量表面温度用的T型热电偶(表面热电偶)

(a) 热电偶



(b) 铂测温电阻

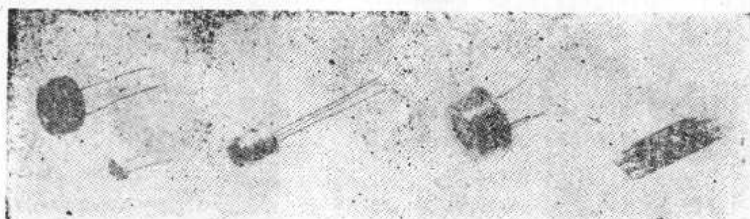
(c) 热敏电阻



(d) 热电红外线传感器

(e) 热电堆

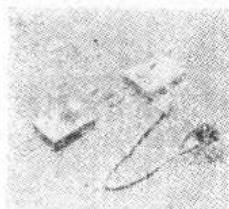
(f) 光电二极管



(g) CdS

(h) 颜色传感器

(i) 照度计用传感器



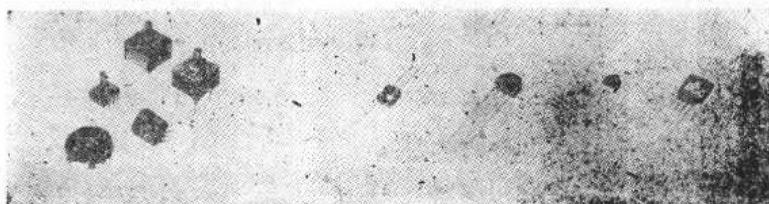
(j) 温度传感器



(k) AC电流传感器

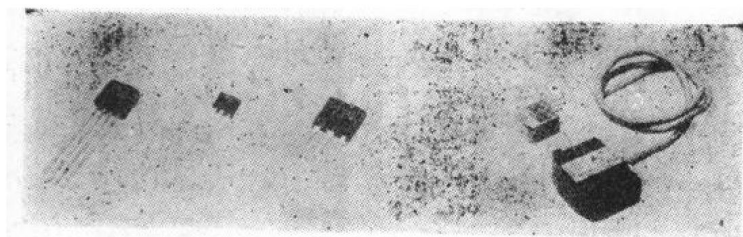


(l) 超声波传感器



(m) 压力传感器

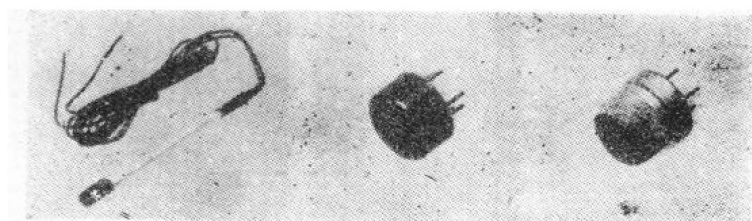
(n) 霍尔传感器



强磁体型

半导体型

(o) 磁阻元件



(p) 压感橡胶传感器

(q) 气体传感器

(r) 酒精、煤气传感器

照片1-1 各种传感器的外观

► 使用传感器

下面我们试着使用一下这些传感器。本书从第2章到第9章为传感器电路的设计。它们的内容分别为：

第2章 热电偶

第3章 铂(白金)测温电阻

第4章 光传感器

第5章 霍尔传感器

第6章 磁阻元件

第7章 压力传感器

第8章 交流电流传感器

第9章 超声波传感器

► 怎样选择传感器？