

传感器应用一百例

郑仁元等译编

電子工業出版社

传感器应用一百例

郑仁元等 译编

电子工业出版社

内 容 简 介

本书辑录日本传感器应用实例100例。选材广泛、实用，并有一定的启迪作用。可供各行业技术人员在技术革新中参考。

传 感 器 应 用 一 百 例

郑仁元等 译编

责任编辑 詹善琰

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经营

山东电子工业印刷厂印刷(淄博市周村)

开本: 850×1168毫米 1/32 印张: 5.875 字数: 158千字

1986年2月第1版 1988年10月第2次印刷

印数: 7,700-13,700册 定价: 1.90元

统一书号: 15290·238

ISBN 7-5053-0284-1/TN·123

译 编 者 的 话

本书介绍的是日本应用传感器的实例，多数是在民用和工业中的使用情况。

本书的着眼点在于传感器的应用，因而对传感器本身的介绍力求简练。

内容上是按应用实例的核心器件——传感器的分类，即按温度传感器、湿度传感器、气体传感器、力学量传感器、光传感器、磁传感器、其他传感器来编排的。实例主要以图和表来说明，文字较少，一目了然。

参加本书编译工作的还有高迎春同志(9例)、马丽杰同志(23例)。颜杰先同志对译文作了校对，潘喜军同志从技术上作了全面校正。

由于我们水平有限，书中难免有错误或不当之处，请读者指正。

译编者

1986年5月

0 40661

目 录

一、温度传感器

1. 微处理机控制的自动电饭煲.....(1)
2. 电地毯、电毯子.....(3)
3. 环境试验室.....(5)
4. 线性热敏电阻.....(7)
5. 宽温度范围线性热敏电阻.....(8)
6. 非接触温度计.....(9)
7. 晶体温度计.....(10)
8. 热量型激光功率检测器(1).....(11)
9. 热量型激光功率检测器(2).....(12)

二、湿度传感器

10. 室内空调机.....(14)
11. 石油热风暖气设备.....(15)
12. 磁带录象机.....(17)
13. 家用磁带录象机(VTR).....(18)
14. 便携式湿度计.....(20)
15. 电子湿度计.....(21)

三、气体传感器

16. 电气灶.....(24)
17. 空调机.....(25)
18. 家用气体检漏报警器(1).....(27)
19. 家用气体检漏报警器(2).....(29)
20. 气体检漏报警器(1).....(30)
21. 气体检漏报警器(2).....(31)

22. 城市煤气报警器	(33)
23. 可燃性气体、毒性气体两用检测器	(35)
24. 燃烧控制系统	(35)
25. 简易气体色谱装置	(38)
26. 废气中氧量检测装置	(39)
27. 汽车空燃比控制	(42)
28. 钢水中含氧量的测量	(43)

四、力学量传感器

29. 电动吸尘器(1)	(45)
30. 电动吸尘器(2)	(47)
31. 电子血压计	(48)
32. 数字式气压、气温计	(50)
33. 吸气负压、大气压检测装置	(51)
34. 文字书写输入装置	(53)
35. 压缩机功能试验装置	(55)
36. 自动售货机	(57)
37. 投入式液位信号发生器	(58)
38. 涂敷用自动装置	(60)
39. 自动真空包装机	(61)
40. 液位检测计	(63)
41. 集成电路加工机	(65)
42. 旋转、角位移检测	(67)
43. 空气、燃料控制	(69)
44. 汽车用爆振声检测装置	(72)
45. 高度自动检测器	(73)
46. 压电陀螺仪	(74)
47. DPP111 压力传感器	(76)
48. 压力传感器	(77)
49. 空气检漏器	(79)

50. 大型振动试验机	(81)
-------------	------

五、光传感器

51. 电气灶(1)	(83)
52. 电气灶(2)	(85)
53. 传真装置(1)	(86)
54. 传真装置(2)	(89)
55. 光学文字读出器	(91)
56. 图形输入器	(93)
57. 复印机	(95)
58. 红外薄膜厚度计	(98)
59. 激光扫描器	(100)
60. 土木设备用姿态检测装置	(103)
61. 存取信用卡阅读器	(104)
62. 自动门(1)	(105)
63. 自动门(2)	(107)
64. 自动门的人体检测	(109)
65. 警卫用报警器(1)	(109)
66. 警卫用报警器(2)	(111)
67. 高灵敏度火灾报警器	(113)
68. 燃烧器的报警装置	(115)
69. 自动插装元件装置	(117)
70. 一维CCD摄像机	(120)
71. 针孔检测器	(122)
72. 带有自动定位装置的辅助孔冲床	(123)
73. 红外干燥炉	(125)
74. 辐射能表面污染自动测量系统	(127)
75. 自动检测外观装置	(128)
76. 红外温度计	(130)
77. 物体的检测(1)	(132)

78. 物体的检测(2).....	(134)
79. 颜色标记检测	(135)
80. 纸型缺陷检测装置	(137)
81. 焊点检测装置	(139)
82. 薄片宽度测定装置	(140)
83. 薄膜缺陷检测装置	(141)
84. 标记检查器	(143)
85. 形状检查	(145)
86. 测距装置	(147)
87. 光断续器	(149)
88. 光探测器	(151)
89. 高分辨率传感器	(153)

六、磁传感器

90. 电门铃	(156)
91. 磁带录音机	(158)
92. 磁带录象机	(160)
93. 办公自动化设备	(163)
94. 转速、位置检测器	(165)
95. 转速检测器	(168)
96. 排气扇的工作情况监控	(170)
97. DD电机	(172)
98. 电子式水表的电子部件	(174)

七、其他传感器

99. 医疗器	(176)
100. 气体检测器.....	(177)

一、温度传感器

1. 微处理机控制的自动电饭煲

为实现理想的烧饭方法，微处理机控制的自动电饭煲，采用了传感器。

烧饭用传感器和安全用传感器采用的是具有负温度系数(NTC)的热敏电阻；热源部份采用的是利用磁性物质居里点特征的温度传感器。

图1是微处理机控制的自动电饭煲电路方块图，图2(2页)为烧饭时的温度曲线。这种电饭煲，根据传感器阻值的变化，以及微型电子计算机的检测，自动地调节电功率以达到理想的烧饭状态。

这里把热源作为区别做饭和保温用的温度传感器使用，通路时烧饭，断路时保温。

烧饭用传感器根据电饭煲的温度来检测米和饭的温度。在开始徐徐加热阶段，调节加热器的通电状态，使洗净的米保持35℃，

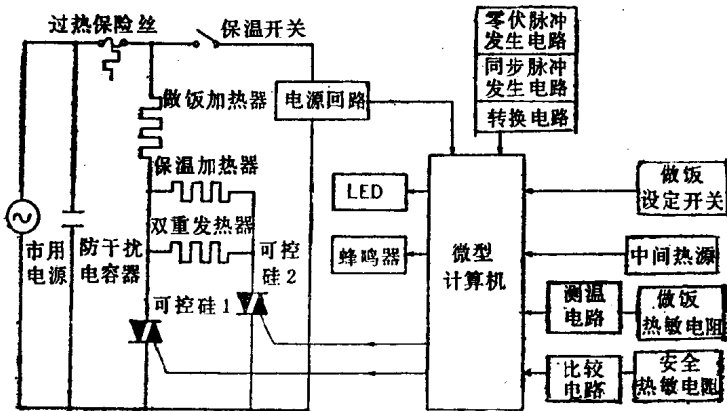


图1 电路方块图

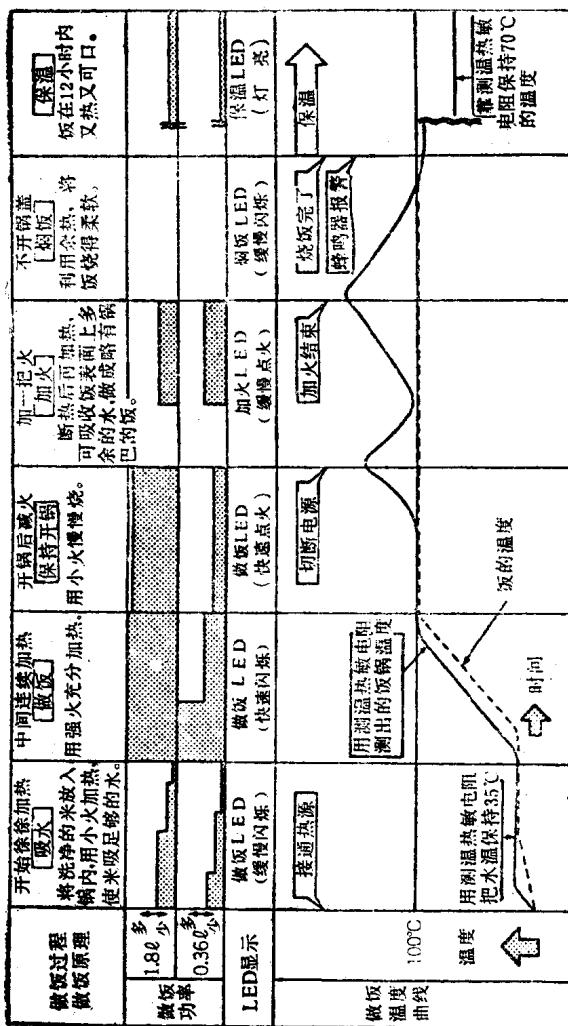


图2 烧饭温度曲线

并充分吸水。启动后经过一定时间，饭锅的加热器达到满载，根据烧饭用热敏电阻的阻值变化和靠微型电子计算机算出通过既定两点间的时间，并检测出饭量，用适当的电功率进行加热。

饭烧好后，锅底上没有水分，于是温度就上升，当达到既定温度后，切断热源停止加热。然后再一次加热，就做成了松软可口的饭。安全传感器的作用是，在发生异常情况时，通过电阻值的变化，可防止过热现象的发生。

2. 电地毯、电毯子

塑料热敏电阻是一种柔软的线状温度传感器。在电地毯和电毯子中，采用塑料热敏电阻。它适合于检测柔软的线状和平面

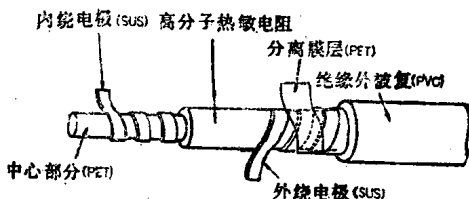


图1 温度检测线“塑料热敏电阻”的结构

状部位的平均温度。这种柔软的线状温度传感器具有很大的热敏电阻 B 常数。图 1 所示的结构是一种双层绕线结构。在内外两层绕线电极间，有管状的高分子热敏电阻体。在长度方向上，由于温度检测线为电气并联的结构，所以检测线的电流值大致与长度成正比。另外，由于 B 值大，又是并联结构，因而局部过热部分电流值的增大，将会直接反映到温度信号中来。所以在用来检测和控制过热区域温度信号的取暖设备中，构成高度安全的系统。而这类设备的安全性是至关重要的。图 2 为温度检测线的阻抗温度特性。在常温到 80°C 之间，阻抗的温度系数变化很大，约两个数量级。塑料热敏电阻还具有良好的柔软性、耐热性、耐湿性等(见表1)。这里采用的高分子热敏电阻体，是由聚氯乙烯为基

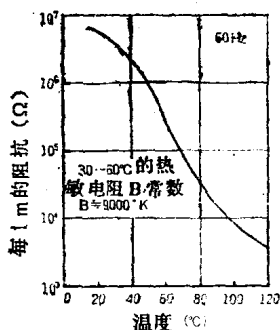


图2 温度检测线的阻抗与温度的关系

险层(尼龙)在出故障时的熔化特性,防止由于线圈发生短路而发生的异常过热事故。图 3(a)是用氖灯构成的检测电路之一。应用于电地毯时,如图 3(b)所示,除温度控制电路外,还设置了安全电路,从而提高了电路本身的安全性。

于是在使用塑料热敏电阻的采暖设备中,能够组成性能好、

表1 温度检测线的特性

项 目	特 性
每1米的阻抗值(60Hz, 60℃)	300kΩ
热敏电阻B常数(30~60℃)	9000°K
最大容许电压*	115V AC
耐热寿命(60℃下使用)	36000小时
耐寒性(-20℃, φ3mm铁丝卷绕)	稳定
热敏温层耐压(25℃)	500V AC/分以上
外部被覆层耐压(25℃)	1kV AC/分以上
抗弯强度(JISC9210)	10万次以上

*串联20kΩ以上的保护电阻使用,不可施加直流电流。

体的离子导电性高分子材料制成的,所以具有良好的特性与经济性,可制成高灵敏温度传感器。

应用时,串联20kΩ以上的保护电阻,能在115V AC范围内构成任意温度检测电路。图 3 示出地毯、电地毯内采用的检测电路。在这些取暖用品中,如图1所示的电热丝也采用双层绕线结构,内部绕线为发热丝,外层绕线为信号丝,并利用介于中间的温度保

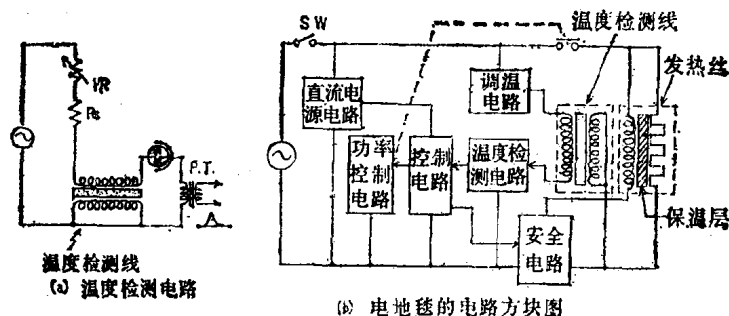


图3 应用例

安全性也高的系统。这种系统除具有温度控制功能外，还兼备有局部控制功能和异常过热熔断功能。

塑料热敏电阻还可用于大型机器、平面状设备及范围很大的空间，并可望在防灾系统及高级住房设备中得到应用。

3. 环境试验室

由用于电子元件环境试验和物理性能试验的大型恒温恒湿室，对温度和湿度分别进行控制，其控制精度要求达到 $\pm 1^\circ\text{C}$ ， $\pm 3 \sim 5\% \text{RH}$ 。该试验室所使用的温湿度传感器的必要条件是，要具有良好的线性和稳定性、响应性、有很宽的测量范围、应耐苛刻的使用环境等。

电子湿度计是一种温湿度传感器，内部装有利用高分子薄膜容量变化效应的湿度传感器和铂金测温电阻温度传感器。湿度传感器的结构为：把具有吸湿性的高分子薄膜安装于两个电极之间构成电容器。电容器的容量与高分子薄膜的吸湿状态成比例地变化，因而测定薄膜容量的变化，就可知道相对湿度，即可得到与湿度变化成比例的输出信号。在 $0 \sim 90\% \text{RH}$ 的范围内，用一个传感器可进行 $\pm 3\% \text{RH}$ 的高精度测量，而在整个测量范围内，可达到相同的精度。如图1所示，输出特性具有吸湿和脱湿时的差异（滞后），其线性变化可达 $\pm 3\% \text{RH}$ 以下。其温度系数也很

好，当环境温度变化 10°C 时，同一湿度下的指示值变化在 $1\%\text{RH}$ 以下（见图2）。

图3为环境试验室控制温度、湿度的组装实例。电子湿度计安装在空调器进气口处。

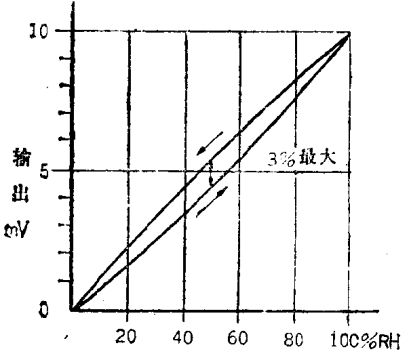


图1 输出特性

在转换器中，被检测出的温、湿度转换成 $0\sim 10\text{mV DC}$ 的电信号，分别输入到湿度调节器和温度调节器。由湿度和温度调节器分别进行加湿、除湿或加热、冷却，造成所需要的环境

条件。

在工业上使用这种温湿度传感器时，其结构应耐苛刻的环境和便于维修。这种传感器的特点是，即使感湿元件上结露或被水浸泡，一经重新干燥，其性能仍可恢复原状；元件结构很坚固，不易被破

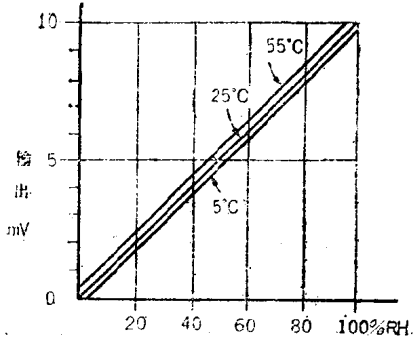


图2 温度系数

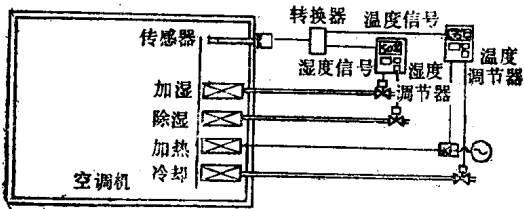


图3 环境试验室组装实例

坏，响应特性可充分满足实用要求，一分钟之内就能达到指示值的90%。它不象干湿球型湿度传感器那样需要替换纱布，即使元件损坏了，也因其结构是插入式，很容易更换。

4. 线性热敏电阻

热敏电阻的最大缺点是温度特性呈曲线状态，所以很难用均匀的刻度来表示宽温度范围。因而在当今的数字化进程中，热敏电阻的线性化显得极为重要。

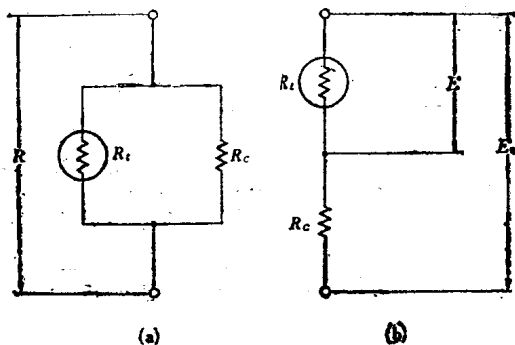


图1 线性化电路

图1示出简单线性化(用一个补偿电阻)电路图。如图1(a)所示，把热敏电阻 R_t 和补偿用固定电阻 R_c 并联。 R_c 可用下列公式求得：

$$R_c = \frac{R_{25}(R_0 + R_{50}) - 2R_0R_{50}}{R_0 + R_{50} - 2R_{25}} \quad (1)$$

式中， R_0 、 R_{50} 代表要求线性化温度范围(0~50℃)两端上的热敏电阻阻值； R_{25} 代表该温度范围中点处的热敏电阻值。

这种方法得到的最大线性误差约为±0.8℃。

象图1(b)那样，当把补偿电阻 R_c 与热敏电阻串联，并在两端施加恒压电源时，可得到近似线性的输出电压。补偿电阻值同样

可用公式(1)求得, 输出电压 E 为:

$$E = E_0 \frac{R_t}{R_t + R_0}$$

其中 E_0 为输入电压。

这时其最大线性误差也约为 $\pm 0.8^\circ\text{C}$ 。

这里必须注意的是由热敏电阻本身发热造成的误差, 所以应尽量避免在这个条件下决定最大输入电压。

如上所述, 当温度范围为 50°C 时, 其最大误差为 $\pm 0.8^\circ\text{C}$, 而温度测量范围变小时, 误差自然也变小; 30°C 时, 误差为 $\pm 0.2^\circ\text{C}$; 10°C 时, 则为 $\pm 0.01^\circ\text{C}$ 。

5. 宽温度范围线性热敏电阻

要在宽温度范围内实现热敏电阻的线性化, 就要用两个以上的热敏电阻和补偿电阻(如图1所示), 图中使用了两个热敏电阻和

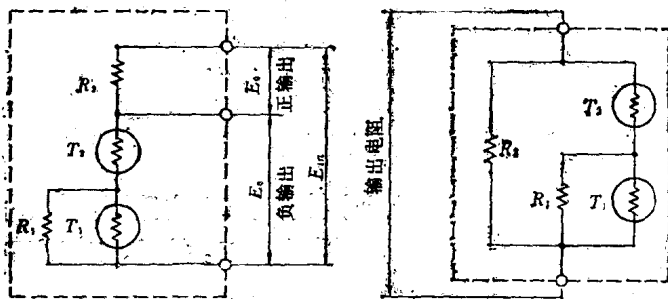


图1 用两个热敏电阻和两个补偿电阻相组合实现线性化
两个补偿电阻。使用的热敏电阻和补偿电阻数量越多, 线性就越好。

图中, $T_1 = 30000\ \Omega (25^\circ\text{C})$, $T_2 = 6000\ \Omega (25^\circ\text{C})$,

$R_1 = 5420\ \Omega$, $R_2 = 3970\ \Omega$ 。

在 $0 \sim 100^\circ\text{C}$ 的温度范围内, 线性误差稍有波动, 其最大值, 0°C 时为 $+0.234^\circ\text{C}$; 100°C 时, 为 -0.231°C 。可见用这种方法进行

补偿，能得到很好的线性效果。

此外，它的温度系数也很大，可达到 $-21.433 \Omega/^{\circ}\text{C}$ ，是铂金测温电阻的 50 倍以上，保持了热敏电阻的优点。

但是，对一般用户来说，用某种热敏电阻和电阻相组合来实现热敏电阻的线性化是相当困难的。

6. 非接触温度计

图 1 为元件的断面结构。元件由梳状热电偶构成，在元件的中央接合处是热接点，外围部分的接点为冷接点，中心部分是红外吸收体，伴随着红外线的射入，该部分的温度升高，热电偶产生热电动势。吸收体是大小为 1mm 的正方形，薄膜部分为 2mm 的正方形，元件芯片为 4mm 的正方形。元件采用 TO-5 外壳封装，用 Si 做成滤光片。

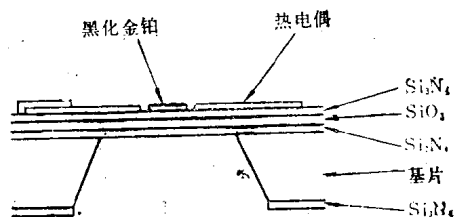


图1 元件断面结构

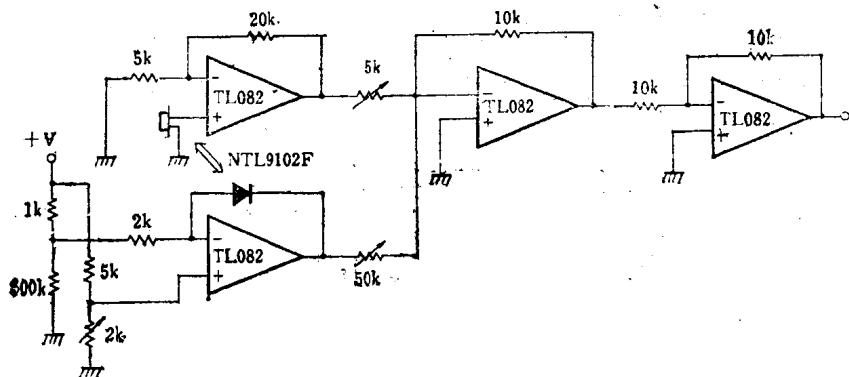


图2 辐射温度计电路