

SENSOR

王煜东 ◎ 编著

传感器 应用电路400例

400



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

传感器 应用电路400例 SENSOR

王煜东 ◎ 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书讲述了常用及新型传感器的结构、工作原理与特性,并对各种传感器在工业、家电等方面的应用列举了大量实例,提供其常用测量电路和详细的电路分析。同时介绍了传感器与微机的接口技术、智能仪器及检测仪表的应用。

本书共分12章,分别介绍了温度、湿度、气体、压力与荷重、液位、位移、磁电、光电、红外、超声波、微波等传感器在检测、控制、报警等领域的各种应用电路共计400余例。着重说明了传感器的信号处理方法、接口技术及设计、安装和调试要领。

本书内容丰富、语言精练,可供从事自动化、电气化、仪表、电器、电子等专业的工程技术人员以及高等院校相关专业的教师和学生参考,其中有些实例可直接供课程教学和课程设计使用。

图书在版编目(CIP)数据

传感器应用电路 400 例/王煜东编著. —北京:中国电力出版社, 2008

ISBN 978-7-5083-7050-7

I. 传… II. 王… III. 传感器-电路 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 056268 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008年8月第一版 2008年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 23.75印张 665千字

印数 0001—3000册 定价 40.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

传感器就如同人的感觉器官，是用来感受和采集自然界各种物质信息的器件。现在，不仅在高科技领域、自动化生产过程中离不开传感器，人们的日常生活中也越来越离不开传感器了。楼道里的灯光控制，厨房里的抽油烟机、电炊具，室内的空调器、自动照明，宾馆、酒店的自动开关门、干手机，智能建筑的防火防盗报警，以及各种电器的自动控制等方面，传感器在其中都起着至关重要的作用。因此，加强和普及传感器及其应用的知识，不仅对专业工作者是必要的，而且对生活在这个时代的人们也都是有一定意义的。

传感器的作用包括了信息的收集、信息数据的交换以及控制信息的采集，但要实现各种控制和驱动仪表、执行器等，还必须相应的应用电路。由于传感器的应用电路涉及电子技术、微处理机技术、控制技术综合知识，其理论和技术的专业性强、知识面宽，相关的书籍和资料不如计算机书籍那样普及和大众化。编写本书旨在为广大相关的技术工作者提供方便，也为广大初学者开拓思路、学习综合应用知识提供借鉴。

本书用浅显、简洁的语言，通过大量应用实例来介绍传感器的基本知识及其应用技术。书中的图形符号和专业术语均采用最新中华人民共和国国家标准，以便于读者对电路的理解、分析和引用。本书不仅适应于从事自动化、电气化、仪表、电器、电子等专业的工程技术人员和教师参考，也适应于高等院校的学生在课程学习和课程设计时参考。

本书第7、8章由王伟编写，第9章由霍大勇编写，其余各章由王煜东编写。

本书在编写过程中，参考了大量相关书籍和资料，在此谨向原作者表示衷心地感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，在此敬请广大读者批评指正。

编者

2008年5月

目 录

前言

第1章 温度传感器应用电路 (90例) 1

1.1 热电偶应用电路 1

1.1.1 K型热电偶放大电路 1

1.1.2 K型热电偶线性校正 电路 2

1.1.3 采用AD592的K型热电偶 冷端补偿电路 3

1.1.4 用TSV的热电偶冷端温度 补偿电路 4

1.1.5 使用AD594的J型热电偶 测温电路 4

1.1.6 双路输出的J型热电偶 测温电路 5

1.1.7 采用AD595的K型热电偶 测温电路 5

1.1.8 热电偶通用测温电路 7

1.1.9 带有热电偶断线检测功能的 温度转换电路 8

1.1.10 热电偶反相放大器电路 9

1.1.11 焊锡槽温度控制电路 9

1.1.12 热电偶光隔离温度监视器 电路 10

1.1.13 热电偶温度/频率变换 电路 11

1.1.14 J型热电偶A/D变换 电路 11

1.1.15 加热炉排气温度监测 电路 11

1.1.16 用二极管进行冷端补偿的 热电偶测温电路 12

1.1.17 多路差动温度计电路 13

1.1.18 遥控隔离热电偶电路 14

1.2 热电阻应用电路 15

1.2.1 用乘法器构成热电阻测温线 性化电路 15

1.2.2 铂电阻直接测量温差的电桥 电路 16

1.2.3 使用AD693的铂电阻温度 变送器 16

1.2.4 有线性校正的铂电阻600℃ 温度变送器电路 18

1.2.5 铂热电阻测温放大电路 19

1.2.6 铂热电阻温度测控电路 20

1.2.7 两线制铂电阻温控开关 电路 20

1.2.8 三线式铂电阻测温电路 21

1.2.9 四线式铂电阻测温电路 21

1.2.10 采用加速电容的铂热电阻 测温电路 22

1.2.11 铂热电阻测温电路的放大 电路 22

1.2.12 两线式铂热电阻测温 电路 23

1.2.13 热电阻丝风速测量电路 24

1.2.14 RTD隔离变送器电路 24

1.2.15 5V铂电阻信号调节电路 25

1.2.16 数字线性化铂电阻RTD 信号调节器 26

1.2.17 桥式线性温度测量电路 26

1.2.18 铂电阻温度测控仪电路 27

1.2.19 采用铜热电阻的双工温 度显示控制器电路 28

1.2.20 铜电阻温度调节器电路 29

1.2.21 热电阻流量测量电路 30

1.3 热敏电阻应用电路 31

1.3.1 热敏电阻的常见电路形式 31

1.3.2 热敏电阻数显温度计电路 31

1.3.3 电热饮水机温度控制电路 32

1.3.4 电加热水开控制与指示器 电路 33

1.3.5 电热杯恒温器电路 34

1.3.6 PTC热敏电阻电动机 保护器电路 34

1.3.7 热敏电阻温度上下限光 报警电路 35

1.3.8	热敏电阻电冰箱电子 温控器电路	35	1.4.9	采用热敏晶闸管的温度控制 电路	60
1.3.9	双向超温报警控制器电路	36	1.4.10	采用热敏晶闸管的锅炉 温度检测电路	61
1.3.10	半导体电冰箱温度 控制器电路	37	1.4.11	用晶体三极管测温的恒温 槽比例控制电路	62
1.3.11	多点温度声光报警电路	38	1.5	集成温度传感器应用电路	63
1.3.12	用热敏电阻的空调器电子 控制电路	39	1.5.1	LM334 温度/频率转换 电路	63
1.3.13	具有电源补偿的 NTC 桥接式 温度检测电路	41	1.5.2	LM334 数字式 4 点测温控 制器电路	64
1.3.14	应用热敏电阻的淋浴器 加热控制电路	41	1.5.3	TSV 温敏传感器应用电路	65
1.3.15	实用温度控制电路	42	1.5.4	AD590 绝对温度和摄氏 温度转换电路	66
1.3.16	由单结管触发的电热毯 可调恒温控制电路	42	1.5.5	LM134 高精度摄氏温度计 电路	67
1.3.17	由 555 触发的电热毯恒温 控制器电路	43	1.5.6	TC620/1 仪器风扇电动机 温控电路	67
1.3.18	采用 NE555 构成的双限温 控器电路	44	1.5.7	LM45 温度/频率变换电路	68
1.3.19	采用热敏电阻的电风扇 温控开关电路	44	1.5.8	AD590 数字式绝对/摄氏 温度计电路	68
1.3.20	带有自动监视的温控器 电路	45	1.5.9	AD590 远程测温电路	69
1.3.21	汽车空调温度控制器电路	45	1.5.10	AD590 多点温度测量 电路	69
1.3.22	PTC 用于高功率因数电子 镇流器电路	46	1.5.11	LM35 数字温度计电路	70
1.3.23	0~150℃ 温控仪电路	48	1.5.12	电冰箱温度监视器电路	71
1.3.24	报警型恒温控制器电路	49	1.5.13	使用 AD590 的温度控制 系统电路	72
1.3.25	食用菌烘干箱控制电路	50	第 2 章	湿度检测与报警电路 (34 例)	74
1.3.26	温度/频率转换的温控 电路	50	2.1	湿度检测电路	74
1.3.27	用电力线传输的精密热敏 电阻温度巡回检测电路	51	2.1.1	湿度传感器应用电路设计	74
1.4	PN 结温度传感器应用电路	53	2.1.2	CGS-H 湿度/频率转换 电路	75
1.4.1	家用恒温暖箱控制电路 原理	54	2.1.3	湿度检测电路	76
1.4.2	MTS102 二极管测温电路	55	2.1.4	50Hz 正弦交流偏置的 CGS-D2 湿度检测电路	78
1.4.3	数显恒温控制器电路	56	2.1.5	500Hz 正弦交流偏置的 CGS-D2 湿度检测电路	78
1.4.4	PN 结温度计电路	57	2.1.6	土壤湿度测量电路	79
1.4.5	硅三极管测温电路	57	2.1.7	湿敏电容湿度/电压转换 电路	79
1.4.6	LM194 (对管) 测温电路	58	2.1.8	湿敏电容湿度/频率转换 电路	80
1.4.7	二极管温控电路	58			
1.4.8	热敏晶闸管的使用方法	58			

2.1.9 电容式湿度传感器 PWM 输出电路	81	3.1.3 采用 AF38L 的烟雾监测 电路	103
2.1.10 采用高湿度开关传感器的 湿度计电路	81	3.1.4 便携式酒精探测电路	104
2.1.11 HOS-104 结露传感器构 成的湿度计电路	82	3.1.5 恒电位电解式气敏传感器 应用电路	104
2.1.12 阻抗式湿度传感器应用 电路	82	3.1.6 热敏电阻式气体检测电路 ...	105
2.1.13 低湿度检测电路	83	3.2 气体监控电路	107
2.1.14 绝对湿度检测电路	83	3.2.1 抽油烟机的自动控制电路 之一	107
2.1.15 采用 ZHG 型湿敏电阻的 湿度/电压变送器电路	83	3.2.2 抽油烟机的自动控制电路 之二	108
2.1.16 自制传感器的粮油肉水分 检查仪	85	3.2.3 自动换气扇控制电路	110
2.1.17 湿敏集成传感器构成的带 温度补偿的湿度测量仪 电路	86	3.2.4 煤气检测监控电路	110
2.1.18 电阻型结露传感器应用 电路	87	3.2.5 厨用气体监测装置的控制 电路	110
2.1.19 石英相对湿度计电路	88	3.2.6 采用 AF38L 的气体监控 电路	111
2.1.20 高湿显示器电路	89	3.2.7 便携式缺氧监控器电路	112
2.1.21 谷物水分测量仪电路	89	3.3 气体报警电路	112
2.2 湿度控制电路	90	3.3.1 可燃气体泄露报警器电路 之一	112
2.2.1 湿度控制仪电路	90	3.3.2 可燃气体泄露报警器电路 之二	113
2.2.2 仓储湿度控制电路	91	3.3.3 酒精检测报警控制仪电路 ...	114
2.2.3 鸡舍湿度检测控制电路	91	3.3.4 家用煤气 (CO) 安全报警 电路	114
2.2.4 房间湿度控制电路	92	3.3.5 有害气体泄露报警器电路 ...	115
2.2.5 汽车后玻璃自动去湿电路	93	3.3.6 采用 555 时基电路的气体 报警器电路	115
2.2.6 浴室镜面水汽清除器电路	94	3.3.7 采用继电器的矿灯气体 报警器电路	116
2.2.7 应用硅湿敏传感器的电子 湿度自动控制器电路	94	3.3.8 警笛声的矿井气体超限 报警电路	116
2.2.8 湿度数字显示控制仪电路	95	3.3.9 采用 M008 的气体报警 电路	116
2.3 湿度报警电路	97	3.3.10 高精度氢气、煤气报警 电路	117
2.3.1 秧棚湿度指示器电路	97	3.3.11 CO 检测换气报警自动 控制电路	117
2.3.2 盆花缺水指示器电路	97	3.3.12 一氧化碳检测报警电路	118
2.3.3 土壤缺水告知器电路	97	3.3.13 家用可燃气体浓度检测 报警电路	119
2.3.4 婴儿尿湿无线报警器电路	98	3.3.14 可燃气体泄漏报警器	
2.3.5 漏水报警器电路	100		
第 3 章 气体传感器应用电路 (39 例) ...	102		
3.1 气体检测电路	102		
3.1.1 气敏传感器线性化电路	102		
3.1.2 可燃性气体浓度检测 电路	102		

电路	120	4.15 内装 1.5V 电池的大气压力 传感器信号调理电路	138
3.3.15 多功能厨房专用报警 控制器电路	121	4.16 1~6V 压力变换器电路	138
3.3.16 自动控制排气扇及声光 报警电路	121	4.17 应变式压力变换器电路	139
3.3.17 有害气体报警电路	122	4.18 采用运算放大器的 4~20mA 压力变送器 (AN1082)	139
3.3.18 QJB 气体监控报警器 电路	122	4.19 采用 XTR101 的 4~20mA 压力变送器电路	141
3.3.19 具有温度补偿的气体 报警电路	123	4.20 用集成传感器 MPX5100 的 巴图压力计电路	141
3.3.20 采用 MQK-2 的家用气体 报警电路	123	4.21 补偿传感器巴图压力计	143
3.3.21 多探头气体报警器电路	124	4.22 光柱指示压力表电路	144
3.3.22 禁止吸烟警告器电路	124	4.23 低成本三段过程监视器电路	145
3.3.23 烟雾报警器电路	125	4.24 采用绝对压力传感器制作的 气压计电路	145
3.3.24 火灾烟雾报警器电路	125	4.25 简易高度计电路	146
3.3.25 离子感烟火灾自动报警 器电路	125	4.26 采用 FPM-15PA 力敏传感器 的压力计电路	147
3.3.26 远地控制的离子感烟 火灾报警器电路	126	4.27 大气压力测量仪电路	148
第 4 章 压力与荷重传感器应用		4.28 用单斜率 A/D 转换器扩展压力 数据采集位数的电路	148
电路 (42 例)	127	4.29 正负分开型外加电源的压力 显示器电路	149
4.1 便携式压力计电路	127	4.30 高压数字压力表电路	150
4.2 半导体压力传感器的仪表 放大器接口电路	127	4.31 简易数字式血压计电路	151
4.3 MCX2000 系列压力传感器特殊 放大电路	128	4.32 用 P3000-401G 制作的数字式 压力计电路	152
4.4 压力传感器小型放大器电路	129	4.33 压力/频率变换电路	153
4.5 半导体压力传感器压力开关 电路 (AN1517)	130	4.34 用 BIR 型拉压式传感器制作 简易电子秤的电路	153
4.6 固态压力开关电路	131	4.35 手提式数显电子秤的制作及 电路	154
4.7 43 系列压力传感器压力测量 电路	132	4.36 称重及声光报警电路	155
4.8 压阻式压力计放大处理电路	132	4.37 泥浆材料测重仪电路	156
4.9 恒流驱动式半导体压力传感器 接口电路	133	4.38 力敏传感器通用放大电路	157
4.10 力敏传感器实用放大电路	134	4.39 用仪表放大器构成的力敏 传感器放大电路	157
4.11 压阻式力敏传感器恒流工作的 基本电路	135	4.40 P-3000 力敏传感器应用电路	157
4.12 采用 2S5M 的压力测量电路	136	4.41 P-2000 力敏传感器应用电路	158
4.13 KP100A 力敏传感器恒压工作 的压力测量电路	136	4.42 PS4 力敏传感器应用电路	158
4.14 带微机控制的血压计电路	137	第 5 章 液位传感器应用	
		电路 (14 例)	159
		5.1 压力式液位监控电路	159

5.2	光电式液位控制电路	159	7.1	电荷放大器的实用电路	187
5.3	用热敏电阻式水位传感器 制作的水泵自动控制装置	160	7.2	振动测量仪电路	187
5.4	用水位传感器制作水箱水位 无线遥测自控装置的电路	161	7.3	振动传感器制作的运动计量 器电路	188
5.5	液面传感器制作的液面报警 控制电路	163	7.4	ADXL50 电容式集成加速度 传感器应用电路	189
5.6	超声波液位指示及控制器电路 ...	164	7.5	声振动传感检测器制作的 电子狗电路	190
5.7	远距离水位遥测仪电路	165	7.6	振动传感器制作的移动、 振动报警器电路	191
5.8	电容式液位传感器制作的 自动抽水系统电路	166	7.7	振动传感器制作的摩托车 防盗报警器电路	191
5.9	负载传感器制作的水位控制 装置电路	167	7.8	贵重家电失窃寻踪器电路	193
5.10	导电式水位上限检测器电路	169	7.9	微型振动传感器制作的自行车 防盗器电路	194
5.11	压电式微型料位传感器及其 应用电路	170	7.10	双路触发式汽车防盗报警器 电路	195
5.12	干簧管式自动水位控制 装置电路	171	7.11	移动式防盗报警器电路	197
5.13	高性能水位控制器电路	172	7.12	振动式汽车防盗继电器 电路	197
5.14	太阳能热水器水位报警器 电路	173	7.13	冲击传感器制作的自行车防盗 报警器电路	198
第 6 章	位置传感器的应用		7.14	敲击防盗报警器电路	199
	电路 (12 例)	175	第 8 章	磁敏传感器应用电路 (39 例) ...	200
6.1	差动变压器的应用电路	175	8.1	磁敏电阻应用电路	200
6.2	磁式旋转编码器检测电路	176	8.1.1	采用 SDME 的磁带终端 检测电路	200
6.3	旋转编码器的辨向电路	177	8.1.2	改进的磁带终端检测电路 ...	200
6.4	微小位移检测用磁敏传感器 电路	178	8.1.3	磁敏电阻传感器电路	200
6.5	超声波脉冲反射式测距电路	178	8.1.4	实用的磁敏电阻放大电路 ...	200
6.6	PSD 距离传感器的计算、控制 与定时脉冲发生电路	179	8.1.5	磁敏图形检测电路	201
6.7	数字式超声波测距仪电路	180	8.1.6	磁敏图形识别电路	201
6.8	AD598 型线性位移差动变压器 (LVTD) 的信号调节器电路	182	8.1.7	磁性电话卡片阅读器电路 ...	202
6.9	增量型光电编码器有相位差的 双信号输出电路	184	8.1.8	采用 OR4101M 的两相输出 实验电路	202
6.10	角位移光电编码器的译码 电路	185	8.1.9	磁旋转编码器电路	203
6.11	编码器输出 4 倍频细分及 辨向电路	186	8.1.10	三轴磁传感器应用电路	203
6.12	磁电式转速计电路	186	8.1.11	磁阻传感器的置位/复位 脉冲电路	204
第 7 章	振动与加速度传感器应用		8.1.12	有线圈补偿的 KM110B/2 信号调节电路	205
	电路 (14 例)	187	8.1.13	可识别转速方向的 KM110BH/ 32 应用电路	205

8.1.14	KMZ10B 磁场传感器模拟 位置信号测量电路	205
8.1.15	温度传感器补偿的 KMZ10B 磁敏传感器仪器放大 电路	206
8.2	霍尔式传感器应用电路	207
8.2.1	霍尔式传感器直流放大 电路	207
8.2.2	霍尔式传感器交流放大 电路	207
8.2.3	高斯计电路	207
8.2.4	霍尔式直流电流传感器 放大电路	208
8.2.5	伺服型直流电流传感器 实用电路	209
8.2.6	A3054KU/US 型多路双线霍尔 传感器总线电路	209
8.2.7	霍尔效应电流变送器	210
8.2.8	霍尔式传感器组成的卫生间 自动照明电路之一	210
8.2.9	霍尔式传感器组成的卫生间 自动照明灯电路之二	211
8.2.10	霍尔传感器制作的卫生间 自动控制器电路	211
8.2.11	霍尔传感器制作的自动 凭票(卡)供水装置 电路	213
8.2.12	电话机磁控防盗报警 电路	214
8.2.13	霍尔式无刷电动机驱动 电路	215
8.2.14	三相无刷电动机的磁极 检测电路	215
8.2.15	UDN2936 型三相无刷直流电 动机控制和驱动电路	216
8.2.16	电动机转速测量电路	216
8.2.17	霍尔式数字转速仪电路	216
8.2.18	霍尔转速计电路	217
8.2.19	霍尔传感器制作的柴油机 防飞车保护装置	218
8.2.20	霍尔流速计电路	219
8.3	磁敏二极管和磁敏三极管应用 电路	220

8.3.1	磁敏二极管探伤电路图	220
8.3.2	磁敏二极管组成的高斯计 电路	221
8.3.3	磁敏无触点开关电路	221
8.3.4	JCM100 型磁敏三极管 开关集成电路	221

第9章 光电传感器应用电路

(42例)

9.1	光敏电阻应用电路	223
9.1.1	运动方向光检测电路	223
9.1.2	光源方向探测电路	223
9.1.3	光控伺服电动机电路	224
9.1.4	光电集中控制器电路	224
9.1.5	光敏电阻电子识别器电路	225
9.1.6	光敏电阻内燃机无触点 火控制器电路	225
9.1.7	声光控照明开关电路	226
9.1.8	节能灯控制器电路	227
9.1.9	光敏电阻控制床头灯兼 电话自动灯电路	227
9.1.10	光敏电阻测光保健文具 盒电路	229
9.1.11	光敏电阻控制鸡舍自动 补光灯电路	229
9.1.12	光敏电阻自动控制“空城计” 防盗电路	230
9.1.13	光敏电阻火灾报警电路	231
9.1.14	由 LM1801 组成的光敏 电阻烟火报警电路	231
9.1.15	使用 ZH-3 的光敏电阻 测光器电路	231
9.1.16	太阳能自动跟踪控制器 电路	232
9.1.17	声控光敏延时开关电路	232
9.2	光敏管应用电路	233
9.2.1	透明度测量电路	233
9.2.2	连续闪光摄影控制电路	234
9.2.3	光电二极管节日装饰彩灯 控制器电路	234
9.2.4	用光敏三极管的声光 控节能灯开关电路	237
9.2.5	光敏三极管控制的电冰箱 除臭器电路	238

9.2.6	光敏三极管控制的间歇式 臭氧发生器电路	239	10.1.4	光电反射型红外线 心率计	258
9.2.7	光敏三极管控制的公路夜间 路标电路	239	10.1.5	应用 LM567 的红外线 传感器电路	259
9.2.8	投影灯光控自动调压器 电路	240	10.1.6	低压光电探测器电路	260
9.2.9	光控延时报栏灯电路	240	10.1.7	应用 VT303 的红外探测 接收电路	261
9.2.10	自动调光式闪光灯电路	241	10.1.8	红外线自控开关电路	261
9.2.11	光电倍增管路灯控制器 电路	242	10.1.9	红外光控自来水龙头 电路	261
9.2.12	紫外线传感器火灾报警器 电路	243	10.1.10	采用 CX2016 的红外光控 自动供水开关电路	262
9.2.13	UVtron 火焰检测电路	243	10.1.11	采用 HG-111F 的红外光控 自动开关水龙头电路	262
9.2.14	光电式绕线机电电子计数器 电路	244	10.1.12	用晶闸管驱动的红红外光 自动供水电路	263
9.3	光电耦合器及色彩传感器 应用电路	245	10.1.13	用固态继电器驱动的红红外 水龙头自动控制电路	264
9.3.1	光电耦合器控制的电话 留言附加器电路	245	10.1.14	采用 μ PC1373 的红红外光 水龙头控制电路	265
9.3.2	光电数字式脉搏计电路	246	10.1.15	采用 LM567 的红红外光 水龙头控制电路	266
9.3.3	粮食害虫光电检测报警 器电路	249	10.1.16	伴音乐的水龙头红红外控制 自动开关电路	266
9.3.4	光电单摆实验显示仪电路 ...	250	10.1.17	伴“叮咚”声的红红外控制 自动放水装置电路	267
9.3.5	光耦合可逆计数器电路	252	10.1.18	便池自动放水伴鸟鸣声 红红外控制电路	268
9.3.6	集成色彩传感器 RGB 识别电路	252	10.1.19	红红外控制海浪声音乐 喷泉插座电路	269
9.4	光纤传感器应用电路	253	10.1.20	带密码钥匙的红红外光电锁 电路	270
9.4.1	光纤传感器的发射与 接收电路	253	10.1.21	红红外式摩托车速度表 电路	271
9.4.2	光纤传感器输出光/脉冲 变换电路	253	10.1.22	冲床红红外光电保护 装置电路	272
9.4.3	光纤传感器形状检测电路 ...	254	10.1.23	自动干手器红红外控制 电路	274
9.4.4	光纤直流电机控制电路	255	10.1.24	远红红外烘手器电路	274
9.4.5	光纤位移传感器光电转 换及放大电路	255	10.1.25	采用 ZH9576 的自动干 手红红外控制电路	275
第 10 章 红红外探测与遥控电路			10.1.26	BA5101/BA5201 红红外 遥控电路	276
(75 例)					
10.1	主动式红红外传感器探测与 遥控电路	256			
10.1.1	红红外光发射与接收电路	256			
10.1.2	红红外遥控音量调节器 电路	256			
10.1.3	简易红红外报警电路	257			

10.1.27	5路4功能红外遥控 电路	276	10.2.18	用SD622和HT-7610B 组成的自动旋转门控制 电路	299
10.1.28	DTMF多路编、译码红 外遥控电路	277	10.2.19	用P2288和WT8075组 成的自动旋转门控制 电路	300
10.1.29	远距离红外光遥控继电器 控制电路	279	10.2.20	用P2288和KC778B组成 的自动旋转门控制电路 ...	301
10.1.30	8路DTMF红外遥控 电路	281	10.2.21	用热释电传感器组成的 电子警犬电路	303
10.1.31	遮光式红外监控无线FM 报警系统电路之一	283	10.2.22	人体探测大功率犬吠声 防盗报警电路	304
10.1.32	遮光式红外监控无线FM 报警系统电路之二	285	10.2.23	由TWH9511组成的探测 报警电路	305
10.2	被动式红外传感器探测电路	287	10.2.24	15路巡回红外线探测 报警电路	305
10.2.1	热释电红外测温仪电路	287	10.2.25	低功耗红外探测报警 电路	306
10.2.2	人体检测控制电路之一	288	10.2.26	应用可编程运算放大器 的红外报警电路	306
10.2.3	人体检测控制电路之二	289	10.2.27	不用透镜的红外报警 电路	306
10.2.4	采用热释电模块的自动 照明电路	289	10.2.28	婴幼儿睡眠状况告知器 电路	307
10.2.5	用555定时的人体探测节能 灯控制电路	289	10.2.29	热释电家用探盗呼叫机 电路	308
10.2.6	采用S-01的人体探测节能 灯控制电路	290	10.2.30	热释电探测无线遥控报警 系统电路一	309
10.2.7	采用LM324的人体探测 节能灯控制电路	290	10.2.31	热释电探测无线遥控报警 系统电路二	312
10.2.8	采用E001S人体探测的 节能灯控制电路	290	10.2.32	热释电探测无线遥控报警 系统电路三	313
10.2.9	采用HN911L的楼道照明灯 开关电路	291	10.2.33	热释电探测无线遥控报警 系统电路四	315
10.2.10	采用HN911L的灯光/门铃 控制电路	292	10.2.34	热释电探测无线遥控声 光报警电路	316
10.2.11	采用YX7603C的人体探测 灯控电路	293	10.2.35	热释电探测DTMF编码 无线报警系统电路	317
10.2.12	应用SR5553的人体探测 开关电路	294	10.2.36	热释电探测数字编码无线 报警系统电路	321
10.2.13	采用BISS0001的人体探测 开关电路	295	10.2.37	多种传感器通用的无线 报警器电路	324
10.2.14	人体探测多功能自动控制 器电路	296			
10.2.15	PIR控制的蚊蝇克星电子 纱门	297			
10.2.16	人体红外遥控电风扇 电路	298			
10.2.17	人体探测自动门控制 电路	299			

10.2.38	15 路远距离无线遥控红 外探测防盗报警装置 电路	325
10.2.39	热释电探测数字编码电力 线载波报警系统电路	327
10.2.40	热释电探测 DTMF 编码 电力线载波报警系统 电路	331
10.2.41	应用热释电传感器的高速 公路车辆计数器电路	334
10.2.42	应用热释电传感器的运动 员短跑竞赛计时器电路 ...	335
10.2.43	HgCdTe 低噪声红外 探测器电路	336

第 11 章 超声波探测与遥控电路

(28 例)		337
11.1	超声波发射电路	337
11.2	超声波接收电路	337
11.3	单探头超声波收发电路	338
11.4	超声波传感器带宽扩展电路	338
11.5	超声波直射式物体探测电路	339
11.6	超声波移动物体探测电路	340
11.7	超声波多普勒运动物体 探测器电路	340
11.8	多用途超声波探测器电路	342
11.9	超声波车后障碍物检测电路	344
11.10	超声波倒车防撞报警器电路 ...	345
11.11	汽车倒车安全警示器电路	346
11.12	超声波汽车倒车防撞电路	347
11.13	超声波身高测量电路	347
11.14	采用 MA40S2S 的超声 波测距计电路	348
11.15	采用超声波模块 RS-2410 的 测距计电路	349

11.16	超声波脉冲反射式测距电路 ...	349
11.17	数字式超声波测距仪电路	350
11.18	超声波接近开关电路	351
11.19	超声波接近传感器电路	351
11.20	超声波自控淋浴开关电路	352
11.21	多功能视力保护器电路	353
11.22	超声波防盗器电路	354
11.23	超声波防盗报警探测器电路 ...	354
11.24	感知脚步声的电子警犬电路 ...	356
11.25	蔬菜果园防盗报警电路	357
11.26	由晶体管构成的盲人探路器 电路	357
11.27	由集成电路构成的盲人 探路器电路	358
11.28	预测金属材料损坏的 AE 传感器电路	359

第 12 章 微波及人体感应传感器应用 电路 (10 例)

12.1	微波式防触电告警器电路	360
12.2	微波多普勒效应防盗报警器 电路	360
12.3	微波多普勒效应自动灯电路	361
12.4	用射频传感器构成的接近 报警器电路	362
12.5	人体接近感应式安全开关 电路	362
12.6	电磁感应式接近开关电路	363
12.7	人体接近感应式定时保暖 电热毯电路	363
12.8	触摸式自动台灯电路	365
12.9	差频式金属探寻器电路	365
12.10	电涡流式大件金属物体 检测器电路	366

参考文献		367
------	-------	-----

温度传感器应用电路 (90 例)

1.1 热电偶应用电路

1.1.1 K 型热电偶放大电路

热电偶的输出电压很低,只有几十 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 。因此,要采用低失调电压的运算放大器进行放大。目前有很多运算放大器都适合单独用作热电偶的放大电路,而且价格便宜,使用时要注意外围元件的选择。

如图 1-1 所示是 K 型热电偶的基本放大电路。电路的增益为 240.9445; $R_1 \sim R_3$ 是 $1/4\text{W}$ 的金属膜电阻,精度为 20%; R_{P1} 和 R_{P2} 是 10 圈线绕电位器; C_1 与 R_3 组成输入滤波电路。要注意 C_1 的选择, C_1 采用精度为 20%,耐压为 50V 的漏电小的电解电容。因为如果电容漏电流大,就会产生漂移电压。例如,若 C_1 漏电流为 $0.1\mu\text{A}$, $R_3=1\text{k}\Omega$,则在 R_3 上会产生 $0.1\mu\text{A} \times 1\text{k}\Omega=100\mu\text{V}$ 的漂移电压。因此,有必要选用漏电极小的电容。

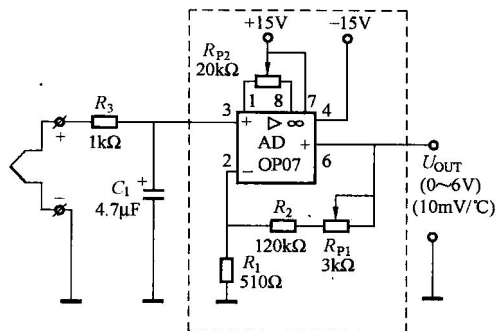


图 1-1 K 型热电偶的基本放大电路

表 1-1 列出了热电偶的热电动势与温度的关系。由表 1-1 可知, K 型热电偶在 0°C 时产生的热电动势为 0mV , 600°C 时产生的热电动势为 24.902mV 。若用 R_{P1} 将放大器的增益设置为 240.9445, 则热电偶在 $0\sim 600^\circ\text{C}$ 范围内的输出电压为 $0\sim 6.0\text{V}$, 灵敏度为 $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ 。

表 1-1

部分热电偶分度表

温度 ($^\circ\text{C}$)	K 热电偶 (mV)	J 热电偶 (mV)	E 热电偶 (mV)	T 热电偶 (mV)	温度 ($^\circ\text{C}$)	K 热电偶 (mV)	J 热电偶 (mV)	E 热电偶 (mV)	T 热电偶 (mV)
-200	-5.891	-7.890	-8.824	-5.603	+600	+24.902	+33.096	+45.085	
-100	-3.553	-4.632	-5.237	-3.378	+700	+29.128	+39.130	+53.110	
0	0	0	0	0	+800	+33.277	+45.498	+61.022	
+100	+4.095	+5.268	+6.317	+4.277	+900	+37.325	+51.875	+68.783	
+200	+8.137	+10.777	+13.419	+9.286	+1000	+41.269	+57.942	+76.358	
+300	+12.207	+16.325	+21.033	+14.860	+1100	+45.108	+63.777		
+400	+16.395	+21.846	+28.943	+20.869	+1200	+48.828	+69.536		
+500	+20.640	+27.388	+36.999		+1300	+52.398			

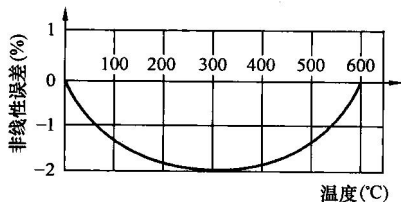


图 1-2 K 型热电偶在 $0\sim 600^\circ\text{C}$ 范围内的非线性误差

K 型热电偶在各类热电偶中是线性最好的一种,但仍具有非线性。如图 1-2 所示为 K 型热电偶在 $0\sim 600^\circ\text{C}$ 范围内的非线性误差曲线,最大非线性误差为 -2% 。当温度为 300°C 时,电路的输出电压为 $12.207\text{mV} \times 240.9445 = 2.941\text{V}$,相当于 294°C ,产生 -6°C 的误差,即 -2% 。因此,该电路只能用于测量精度要求不高的场合,通常热电偶在应用时都要进行线性化。

1.1.2 K型热电偶线性校正电路

(1) 多项式线性校正法。在热电偶应用电路中，最难的就是线性校正电路。实现线性化的方法很多，这里介绍多项式线性化的方法。设温度为 T ，各项系数为 $a_0, \dots, a_N$ ，则热电偶的热电动势 E 可表示为 $E = a_0 + a_1 T + a_2 T^2 + \dots + a_N T^N$ 。实现高次幂运算的电路，就可构成线性校正电路。幂次越高，精度也越高，但若电路复杂，价格会高，响应也慢。实际上只要取到 2 次幂就可以获得足够的精度。

K 型热电偶放大电路输出 600mV 时的 2 次幂近似校正计算式可表达为

$$U_{OUT} = -0.776 + 24.9952U_{IN} - 0.0347332U_{IN}^2 \quad (\text{mV}) \quad (1-1)$$

其中， U_{IN} 为热电偶在温度 T 时的热电动势。当温度为 600℃ 时，热电动势为 24.902mV，则 $U_{OUT} = 600\text{mV}$ 。若要获得 6V 的输出电压，把上式乘以 10 即可。即

$$U_{OUT} = -7.776 + 249.952U_{IN} - 0.347332U_{IN}^2 \quad (\text{mV}) \quad (1-2)$$

根据式 (1-2)，当温度为 300℃ 时，热电动势为 12.207mV，则有 $U_{OUT} = 2991.6\text{mV}$ ，对应温度相当于 299.2℃，误差为 $-(0.8/300) \times 100\% \approx -0.3\%$ ；而当温度为 600℃ 时，热电动势为 24.902mV， $U_{OUT} = 6001.2\text{mV}$ ，对应温度相当于 600.1℃，误差为 $(0.1/600) \times 100\% \approx 0.02\%$ 。可见，热电偶的特性被校正了。

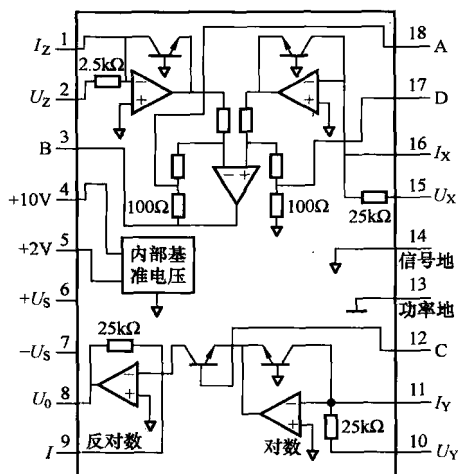


图 1-3 AD538 内部结构框图

(2) 平方运算专用集成电路 AD538。线性化电路的关键是求平方运算。集成电路 AD538 不用外接元件，即可构成平方运算线性校正电路，因此是合适的芯片。

AD538 的内部结构框图如图 1-3 所示，它由对数、反对数、减法、乘法运算电路及高精度的基准电压源组成。AD538 的精度为 0.5%，动态范围宽，有 U_X 、 U_Y 和 U_Z 三个输入，可组成 $U_{OUT} = U_Y (U_Z / U_X)^m$ 的函数关系， m 的取值范围为 0.2~5。

(3) K 型热电偶线性校正电路。采用 AD538 的线性化电路如图 1-4 所示。调整 R_{P1} 使 A1 放大电路的增益为 249.952。AD538 与 A2 及其电阻等构成线性化电路。A2 的外围电阻 $R_1 \sim R_4$ 决定 1 次幂系数和 2 次幂系数的增益。

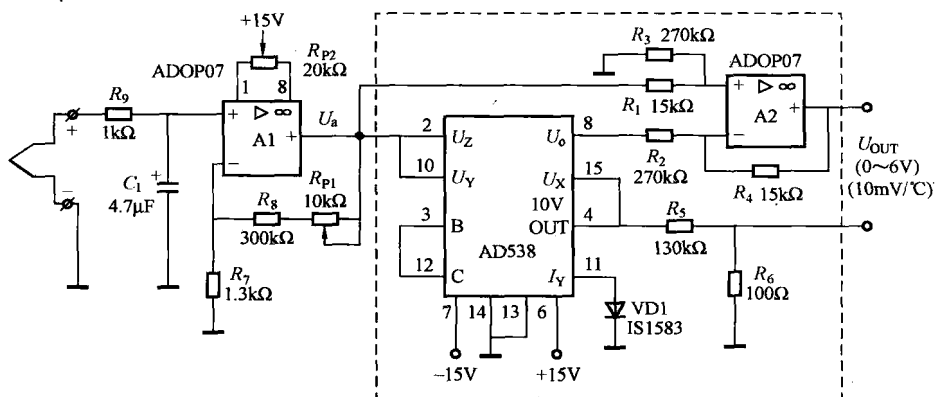


图 1-4 采用 AD538 的线性化电路

令 $U_a = 249.952U_{IN}$, 式 (1-2) 可改写为

$$U_{OUT} = -7.76 + U_a - 5.56 \times 10^{-6} \times U_a^2 \quad (\text{mV}) \quad (1-3)$$

按图 1-4 的连接, $U_Z = U_Y = U_a$, $U_X = 10\text{V}$, $m=1$, 则 AD538 8 脚的输出电压 $U_O = U_a^2 / 10000 \quad (\text{mV})$ 。代入式 (1-3) 得

$$U_{OUT} = -7.76 + U_a - 0.0556U_O \quad (\text{mV}) \quad (1-4)$$

由式 (1-4) 可见, 2 次幂系数为 $R_4/R_2 = 0.0556$ 。所以, 取 $R_4 = 15\text{k}\Omega$, $R_2 = 270\text{k}\Omega$; 1 次幂系数为 $[(1+R_4/R_2)R_3]/(R_1+R_3) = 1$, 取 $R_1 = 15\text{k}\Omega$, $R_3 = 270\text{k}\Omega$ 。式中的 -7.76mV 偏置电压可用电阻 R_5 和 R_6 对 10V 分压获得。校正后的线性度大为改善, 误差减小到 $0.1\% \sim 0.2\%$ 。

1.1.3 采用 AD592 的 K 型热电偶冷端补偿电路

热电偶的热电势是与工作端 (或热端) 和参考端 (或冷端) 的温度差成函数关系的, 测温时必须保持冷端温度恒定; 分度表是按冷端温度为 0°C 规定的, 当冷端温度不为 0°C 时要进行补偿或修正。在实验室中可用冰瓶法保持冷端温度为 0°C , 而在工业现场是不方便的。因此, 工业上常用电桥自动补偿法, 即冷端补偿器。这里介绍的是利用集成温度传感器 AD592 实现 K 型热电偶冷端补偿的电路。补偿的原理与电桥自动补偿法相同, 用集成温度传感器测量热电偶冷端温度, 产生一个电压, 这个电压等于热电偶冷端温度的热电势, 然后将这个电压与热电偶的热电势相加。

K 型热电偶在 $0 \sim 50^\circ\text{C}$ 时的输出特性可看成线性。以 25°C 为中心, 温度系数为 $40.44\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 。AD592 是电流型集成温度传感器, 只要提供 $4 \sim 30\text{V}$ 电压, 就可获得与绝对温度成正比的输出电流。AD592 的灵敏度为 $1\mu\text{A}/^\circ\text{C}$, 因此, 在 0°C 时 AD592 的输出电流为 $273.2\mu\text{A}$ 。通过电阻可将这个电流转换成电压。

如图 1-5 所示是采用 AD592 进行冷端补偿和采用 AD538 进行非线性校正的 K 型热电偶配接的冷端补偿电路。 R_{P3} 用于调零, R_{P1} 用于调节测温范围。为了降低 AD592 的功耗, 从而降低温度误差, 该电路是把 $+15\text{V}$ 通过 78L05 降为 $+5\text{V}$ 供给 AD592。虚线框内为冷端补偿电路, AD592 应尽量靠近热电偶。

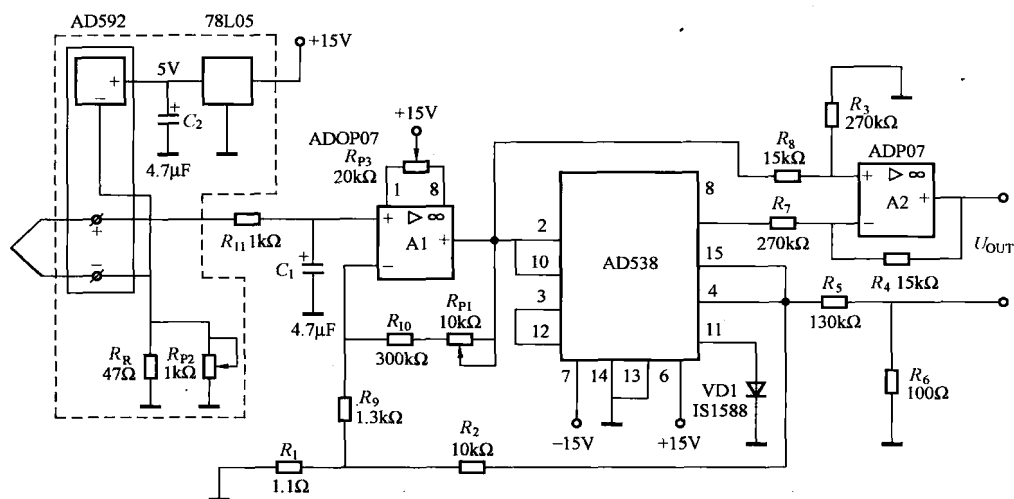


图 1-5 K 型热电偶配接的冷端补偿电路

基准电阻 R_R 是把 AD592 的输出电流转换成电压。因此, 环境温度为 T 时, 用 R_{P2} 调节 R_R 上的压降, 使其压降为 $(273.2 + T)\mu\text{A} \times 40.44\Omega$, 即可对温度系数为 $40.44\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 的热电偶冷端进行补偿。显然, 这时会有 $273.2\mu\text{A} \times 40.44\Omega = 11.05\text{mV}$ 的误差电压, 通过 R_1 和 R_2 电路进行消除。如果加上断线检测电路便可作为实用电路。

1.1.4 用 TSV 的热电偶冷端温度补偿电路

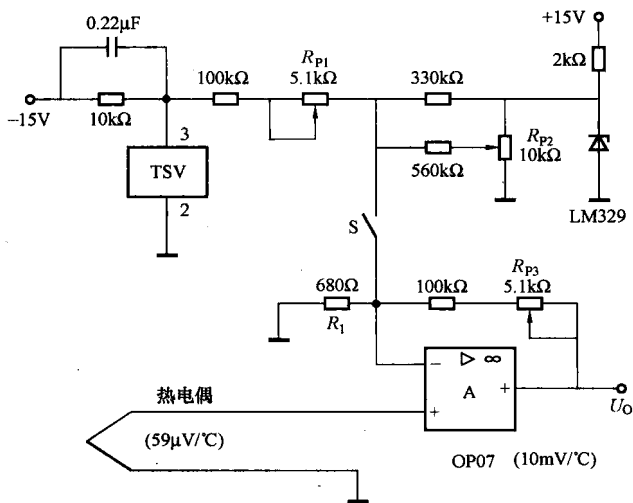


图 1-6 利用 TSV 对热电偶进行冷端温度补偿的电路

当热电偶的型号改变时, 只需改变电阻 R_1 , 并将 A 的放大倍数定为 $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ 与该型号热电偶的灵敏度之比, 再按上述步骤调整即可完成电路的校准。

1.1.5 使用 AD594 的 J 型热电偶测温电路

使用 J 型热电偶专用集成电路 AD594 的温度测量电路如图 1-7 所示, 用转换开关 S1 进行两个量程的切换, 两个量程的温度测量范围分别为 $0\sim 300^{\circ}\text{C}$ 和 $300\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。这样可减小非线性误差, 在 $0\sim 600^{\circ}\text{C}$ 范围内, 非线性误差为 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。

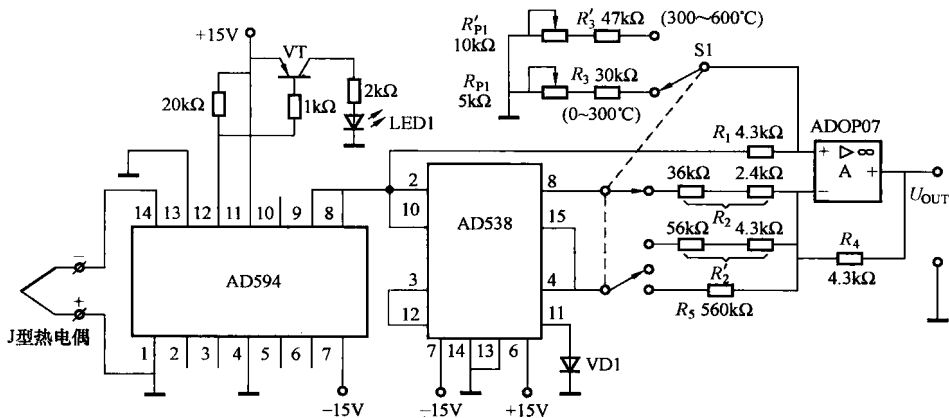


图 1-7 使用 J 型热电偶专用集成电路 AD594 的温度测量电路

AD594 只能用于 J 型热电偶, 其内部框图与管脚配置如图 1-8 所示。AD594 内部设有热电动势放大电路和冷端温度补偿电路, 以及断线检测电路。在断线时, LED1 发光显示。AD594 内部无线性化电路, 因此必须外加非线性校正电路。

AD594 的输出电压 $U_{OUT} = (E_J + 16\mu V) \times 193.4$, E_J 为 J 型热电偶的热电势。这样可使 AD594 在 25°C 时误差最小。AD594A 的最大校准误差为 $\pm 3^\circ\text{C}$, 高精度的 AD594C 的最大校准误差为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

图 1-7 中, 仍采用 AD538 与 A 等构成非线性校正电路。在 $0\sim 300^{\circ}\text{C}$ 范围的 2 次幂近似公式为

$$U_{\text{OUT}} = 3.724 + 0.981958U_a - 11.203725 \times 10^{-6} \times U_a^2 \quad (1-5)$$

式中的系数由电阻 $R_1 \sim R_4$ 决定。

如图 1-6 所示是利用 TSV 对热电偶进行冷端温度补偿的电路。热电偶的灵敏度为 $59\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ，经电路转换和补偿后可输出 $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ 的电压信号。电路调整时先断开 S，调节 R_{P3} 使放大器的放大倍数为 169.5；再接通 S，并将 A 的同相输入端和 LM329 的输出端对地短接，调节 R_{P1} 使输出电压 U_O 与 TSV 的输出一致，然后去掉 LM329 的对地短接；置 TSV 于 0°C ，调节 R_{P2} 使 U_O 为 0；去掉 A 的同相输入端对地的短接，改变 TSV 与热电偶冷端所处环境的温度，使 $U_O = 10\text{mV}/^\circ\text{C} \times T (^\circ\text{C})$ ， T 为热电偶工作端所处环境的温度值，若发现有误差可微调 R_{P1} 。再将 A 的同相输入端对地短接，重复以上步骤，反复数次完成。