

全新实用电子电路丛书

实用传感器接口电路实例

何希才 任力颖 杨静 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

全新实用电子电路丛书

实用传感器接口电路实例

何希才 任力颖 杨静 编著 ■



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



内 容 提 要

本书主要介绍常用传感器的接口电路,包括温度传感器、光敏传感器、磁敏传感器、力敏传感器、湿敏传感器、气敏传感器、超声波传感器、热释电和红外传感器等实用接口电路。这些电路设计新颖、结构合理、性能优良、实用性强。

本书可供传感器应用开发人员、电路设计工程师、电子爱好者和大专院校师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

实用传感器接口电路实例 / 何希才, 任力颖, 杨静编
著. —北京: 中国电力出版社, 2007
(全新实用电子电路丛书)
ISBN 978-7-5083-5139-1

I. 实… II. ①何… ②任… ③杨… III. 传感器-接口电路 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 013474 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>)

北京市丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 5 月第一版 2007 年 5 月北京第一次印刷

700 毫米×1000 毫米 B5 开本 15 印张 300 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 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



计算机应用技术、通信技术和传感技术可以说是电子信息技术的三大主要组成部分，其中计算机和通信技术发展相当迅速，而传感技术发展有些滞后，因此我国和世界各国都视传感技术为现代电子信息技术的关键技术之一。把计算机和通信技术运用自如的工程技术人员已非常多，但精通并能灵活运用传感技术的工作者却很少。另外，传感器的应用极其广泛，从家用电器到工业设备到处都要用传感器，现代计算机为信息转换与处理提供了十分完善的手段，但若没有各种精确可靠的传感器去检测原始数据并提供真实的信息，那么计算机也无法发挥其应有的作用。常用的传感器容易买到，而数字电路和计算机技术又相当成熟，在实际组建电子监控系统时，需要很好地解决传感器与数字电路或计算机的连接，即接口问题。为此，编者根据自己的教学实践，参考有关最新资料编写了这本书。本书特点是从实践和应用角度出发，理论为实践服务，实用性较强，介绍了常用传感器接口电路。读者可从本书中直接选用适当的接口电路，还可对本书提供的电路稍加修改再应用到自己设计的系统中，这样可以节省设计者的大量时间，并使设计系统的性能达到最佳。

本书包括以下八部分内容：

(1) 温度传感器，主要介绍热电偶、热电阻、热敏电阻、二极管与晶体管温度传感器、集成温度传感器等接口电路。

(2) 光敏传感器，主要介绍光敏电阻、光敏二极管、光敏晶体管和光电断路器等接口电路。

(3) 磁敏传感器，主要介绍霍尔元件、磁阻元件等接口电路。

(4) 湿敏传感器，主要介绍湿敏电容和湿敏电阻等传感器的接口电路。

(5) 气敏传感器，主要介绍气敏传感器的接口电路。

(6) 力敏传感器，主要介绍力敏传感器的接口电路。

(7) 超声波传感器，主要介绍超声波传感器接口电路。

(8) 热释电和红外传感器，主要介绍热释电和红外传感器的接口电路。

在本书编写过程中，参加本书编写的还有何川、王桂琴、徐茜、王慧艳、侯春明、何涛、徐天福、张明莉、薛永毅、尤克、侯莉和孙德文等。由于编者水平有限，书中难免会有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 12 月

目 录



前言

一、温敏传感器 1

1-1 K 型热电偶的放大电路 ... 1

1-2 热电偶的冷结点补偿
电路 1

1-3 简单的温度控制电路 1

1-4 采用 AD594C 的温度
测量电路 2

1-5 K 型热电偶的温度/电压
转换电路 3

1-6 采用 AD592 的基准结点
补偿电路 4

1-7 采用 AD594 的温度测量
电路 5

1-8 采用 K 型和 J 型热电偶
的测温电路 6

1-9 适用于所有类型热电偶
的测温电路 7

1-10 N 型热电偶的应用
电路 13

1-11 由 K 型热电偶和 LT1025
构成的温度测量电路 ... 13

1-12 LM321 构成的有冷结点
补偿的热电偶测温
电路 14

1-13 LTC2053 构成的热电偶
放大电路 15

1-14 热电阻不同接线方式的
测温电路 16

1-15 铂热电阻的工作电路 ... 19

1-16 采用铂热电阻的 0~200℃/

0~500℃测温电路 23

1-17 铂热电阻的前置放大
电路 24

1-18 数字电位器等构成的
铂热电阻测温电路 26

1-19 温度/电流转换电路 27

1-20 采用 MAX138 转换器的
测温电路 29

1-21 热敏电阻的基本连接
方式 29

1-22 热敏电阻的基本测温
电路 30

1-23 功率晶体管的保护
电路 32

1-24 采用热敏电阻的数字式
体温计 32

1-25 热敏电阻的温度/电压
转换电路 34

1-26 采用热敏电阻的恒温箱
电路 34

1-27 正温度系数热敏电阻的
应用实例 35

1-28 采用热敏电阻的温度
补偿电路 36

1-29 热敏电阻的温度/频率
转换电路 36

1-30 由热敏电阻等构成的
简易的温度测量电路 ... 38

1-31 热敏电阻的线性化
电路 38

1-32 由热敏电阻等构成的

测温电路	39	1-50 AD590 构成的温度监视	
1-33 由热敏电阻等构成的 4 路		电路	56
温度监视电路	41	1-51 AD590 构成的炉内恒温	
1-34 由热敏电阻等构成的太阳		控制电路	56
能热水器温度控制		1-52 集成温度传感器 AN6701	
电路	41	的应用电路	57
1-35 热敏电阻和对数二极管		1-53 集成温度传感器 LM35	
构成的温度计	42	基本应用电路	58
1-36 采用热敏电阻的温度		1-54 LM35 构成的温度控制	
检测电路	42	电路	60
1-37 由二极管温度传感器		1-55 LM35AH 构成的数字	
构成的温度控制电路 ...	44	温度计电路	60
1-38 二极管作为温度传感器的		1-56 LM35D 的温度/频率	
应用电路	44	转换电路	60
1-39 二极管温度传感器构成的		1-57 采用 LM35D 的温度	
温度计电路	45	补偿电路	62
1-40 二极管温度传感器的		1-58 LM335/LM336 的应用	
温度/频率转换电路.....	45	电路	62
1-41 晶体管温度传感器构成的		1-59 采用 LM56 的过热保护	
温度监测电路	46	电路	64
1-42 晶体管温度传感器构成的		1-60 μ PC616A 的温度测量	
温度计	46	电路	65
1-43 晶体管温度传感器构成的		1-61 LM334 的温度/频率	
温度监控电路	47	转换电路	67
1-44 晶体管温度传感器构成的		1-62 温度集成控制器 TC620/	
电子温度计	47	621 应用电路	68
1-45 LM194 对管的温度测量		1-63 LM334 构成的热气流	
电路	48	传感器电路	69
1-46 MTS102 的测温电路.....	49	1-64 MAX6577 集成温度传感	
1-47 由微机等构成的温度		器构成的温度计电路 ...	70
测量电路	51	1-65 LX5600 构成的温度计	
1-48 集成温度传感器 AD590		电路	70
基本应用电路	51	1-66 采用 LX5600 的温度	
1-49 电流输出型集成温度		接口电路	71
传感器 AD592 的		1-67 LM134 构成的电子	
应用	55	温度计电路	71

1-68 简单的风扇故障检测 电路	72	电路	93
二、光敏传感器	74	2-22 光敏晶体管构成的光敏 传感器电路	94
2-1 光敏电阻的基本应用 电路	74	2-23 光敏晶体管构成的防盗 报警电路	94
2-2 光敏电阻的报警电路	75	2-24 光敏晶体管构成的转速 测量电路	95
2-3 简单照度计电路	76	2-25 光电断路器的应用 电路	96
2-4 路灯自动亮/灭电路	77	2-26 光电集成传感器应用 电路	97
2-5 自动控制电路	77	2-27 转角测量电路	98
2-6 定时器电路	78	2-28 转速测量电路	100
2-7 采用光敏电阻的光通量 检测电路	79	2-29 光电耦合器应用 电路	100
2-8 采用光敏电阻的光通量 调整装置	80	2-30 S3599 的应用电路	101
2-9 光敏电阻实用电路	80	2-31 光电断续器检测位置的 电路	103
2-10 直流伺服放大电路	81	三、磁敏传感器	104
2-11 光敏电阻的光控电路	81	3-1 霍尔元件的基本应用 电路	104
2-12 灯泡与光敏电阻构成的 光电传感器电路	82	3-2 霍尔放大电路	107
2-13 光敏电阻控制灯的亮/灭 电路	82	3-3 电流开关电路	107
2-14 光敏二极管基本应用 电路	83	3-4 转速检测电路	108
2-15 光敏二极管构成的触发 定时电路	85	3-5 共模电压抑制电路	109
2-16 光敏二极管信号进行 对数变换的传输电路	86	3-6 检测磁转子的电路	109
2-17 光敏二极管的光通量/ 频率转换电路	86	3-7 磁通脉动检测电路	110
2-18 光敏晶体管基本应用 电路	87	3-8 晶体管构成的开关 电路	110
2-19 简单的光发射器和 接收器电路	91	3-9 磁极检测电路	111
2-20 同步方式的光检测 电路	92	3-10 磁场极性判别电路	112
2-21 光敏晶体管的通/断控制 电路	93	3-11 采用霍尔元件的磁通计 电路	112
		3-12 霍尔集成元件 UGN3040T 的转速检测电路	113
		3-13 UGN3040T 的交流电机	

通断电路	113	电路	126
3-14 DN6839 的分频电路 ...	114	4-2 HS15 湿敏传感器的测湿	
3-15 UGN3040T 的磁性检测		电路	127
电路	114	4-3 湿敏电阻的湿度检测	
3-16 UGN3040T 测量电机的		电路	128
转速电路	115	4-4 湿敏电阻 CGS-H 的	
3-17 UGN3040T 的电子锁		低湿度检测电路	129
电路	115	4-5 湿度控制电路	129
3-18 UGN3040T 的无触点		4-6 湿敏电容 MC-2 的应用	
照明控制电路	116	电路	130
3-19 EW-551 的直流电机		4-7 湿敏电容构成的数字	
驱动电路	116	湿度计	131
3-20 磁敏电阻的转速测量		4-8 湿敏传感器 H104R 构成	
电路	116	的湿度检测电路	132
3-21 磁敏电阻检测磁性		4-9 湿敏电容 CGS-H 的	
图案的电路	117	低湿度检测电路	133
3-22 磁敏电阻的磁片移动		4-10 湿敏电容的雨量计	
方向判别电路	117	电路	133
3-23 磁敏电阻构成的温度		4-11 湿敏电阻 C5-M3 的	
补偿电路	118	应用电路	135
3-24 磁敏电阻构成的微弱		4-12 湿敏电阻 HS-2 的湿度	
信号放大器电路	118	检测电路	135
3-25 HMC1051Z 的应用		4-13 湿敏电阻 AH-1 的湿度	
电路	119	检测电路	136
3-26 变压器漏磁通的测量		4-14 湿敏电阻 H204 的湿度	
电路	120	检测电路	137
3-27 通用高斯计电路	120	4-15 降雨报警器电路	138
3-28 磁极判别电路	122	4-16 湿敏电容的湿度/电压	
3-29 非接触式交流电流监视		转换电路	139
器电路	123	4-17 湿敏电容的湿度/频率	
3-30 直流电流传感器的放大		转换电路	141
电路	123	4-18 利用热敏电阻的湿度	
3-31 舌簧触点元件的应用		测量电路	142
电路	124	五、气敏传感器	143
四、湿敏传感器	126	5-1 气敏传感器输出电压	
4-1 录像机的结露检测		获取电路	143

5-2	气敏传感器的温度补偿 电路	143
5-3	防止电路误动作的 电路	144
5-4	气敏传感器的线性化 电路	145
5-5	有害气体漏泄报警器 电路	145
5-6	AF30L 传感器的气体 监控电路	147
5-7	AF38L 的烟雾监测 电路	147
5-8	QM-N10 气敏传感器的 煤气监测电路	148
5-9	QM 气敏传感器的简易 煤气监测电路	149
5-10	可燃气体泄漏报警 电路	149
5-11	排风扇控制电路	150
5-12	简单气体浓度监测 电路	150
5-13	QM-N2 的可燃气体 报警电路	151
5-14	TGS812 传感器的气体 检测电路	151
5-15	缺氧监测电路	152
5-16	热电阻的热传导式气敏 传感器的应用电路	152
5-17	恒电位电解式气敏传感 器的应用电路	153
5-18	热敏电阻的热传导式 气敏传感器的应用电路	155
5-19	检测 CO ₂ 的传感器 应用电路	156

六、力敏传感器	157
6-1 力敏传感器的驱动 电路	157
6-2 力敏传感器的补偿调整 电路	159
6-3 简单力敏传感器的放大 电路	162
6-4 力敏传感器的实用放大 电路	163
6-5 AM7650-1 的力敏传感 器实用电路	165
6-6 力敏传感器 4~20mA 电流环传送电路	166
6-7 数字显示的压力测量 电路	167
6-8 由 OP07 等构成的压力 测量电路	167
6-9 由 OP27 等构成的压力 测量电路	168
6-10 AD521 构成的压力测量 电路	168
6-11 力敏传感器的驱动 放大电路	168
6-12 传感器 SP20C-G501 应用电路	172
6-13 SP30C 系列力敏传感器 应用电路	173
6-14 P-2000 系列力敏传感 器应用电路	173
6-15 P3000-401G 力敏传感 器的应用电路	173
6-16 KPZ20G 力敏传感器的 汽车压力监视器电路	176
6-17 KP100A 的高度计 电路	176

6-18	FPM-15PGR 的应用 电路.....	178	8-6	由热释电传感器等构成的 生物移动方向判别电路	212
6-19	力敏传感器与微机的 接口电路.....	179	8-7	热释电传感器的电机 控制电路	212
6-20	力敏传感器的电源 电路.....	180	8-8	热释电模块 NaPiOn 应用实例	214
6-21	力敏传感器的激励电路	181	8-9	HN911 热释电红外模块 的应用电路	214
七、	超声波传感器	183	8-10	热电堆构成的温度计 电路.....	215
7-1	超声波发送电路	183	8-11	NJL9102F/9103 传感器 构成的辐射温度计电路	217
7-2	超声波接收电路	186	8-12	红外传感器基本应用 电路.....	218
7-3	超声波收发电路	189	8-13	实用 5 功能红外遥控 接收电路.....	221
7-4	直接探测方式和反射 探测方式的探测电路 ...	191	8-14	实用红外光接收电路	222
7-5	超声波的测距电路	193	8-15	红外线遥控接收装置 实例.....	224
7-6	人体身高测量电路	197	8-16	采用红外发光二极管 遥控电路.....	224
7-7	超声波控制开关电路 ...	199	8-17	发光二极管驱动电路	224
7-8	遥控机器人电路	200	8-18	多传感器告知器电路	227
7-9	使用超声波传感器的 风速计电路	203	8-19	LM324 构成的生物 电势/频率转换器	227
7-10	超声波振荡器用频率 自动跟踪方式的 VCO 电路.....	205	参考文献		230
八、	热释电和红外传感器	206			
8-1	采用热释电传感器的 人体移动检测电路	206			
8-2	采用热释电传感器的 温度检测电路	207			
8-3	采用热释电传感器防盗 报警电路	207			
8-4	采用热释电传感器的 控制电路	208			
8-5	由热释电传感器等构成 的红外温度控制电路 ...	211			

一、温敏传感器

1-1 K 型热电偶的放大电路

热电偶是利用物理学中的塞贝克效应制成的温敏传感器。国际电工委员会(IEC)推荐了8种类型的热电偶作为标准化热电偶,即为T型、E型、J型、K型、N型、B型、R型和S型。

图1-1是K型热电偶的放大电路。电路中,A1及其周围电阻构成放大器,增益为240.9。 $R_1 \sim R_3$ 是1/4W的金属膜电阻,精度为20%;RP1和RP2是10圈线绕电位器; C_1 是滤波电容,采用精度为20%、耐压为50V的漏电小的电解电容,它与 R_3 组成输入滤波电路。因为热电偶的热电动势很小,如果电容漏电大,就会产生漂移电压。

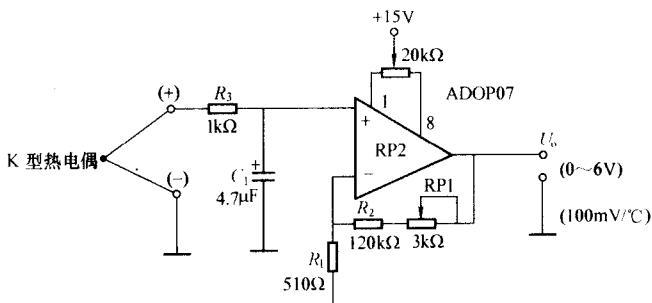


图1-1 K型热电偶的放大电路

例如,若 C_1 漏电流为 $0.1\mu\text{A}$,在电阻 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。

1-2 热电偶的冷结点补偿电路

图1-2是简单的冷结点补偿前置放大电路。冷结点补偿采用二极管正向电压降进行,为确保电路稳定工作,要采用稳压二极管,运算放大器采用LM308A。

1-3 简单的温度控制电路

图1-3是采用AD596与热电偶构成温度测量电路或简单的温度控制电路。其中,图1-3(a)是AD596的内部等效电路框图,AD596是片内具有放大功能、

基准结点温度补偿功能、对热电偶输出的非线性进行一定程度补偿功能以及断线检测功能的集成电路。图 1-3 (b) 是 AD596 应用实例。

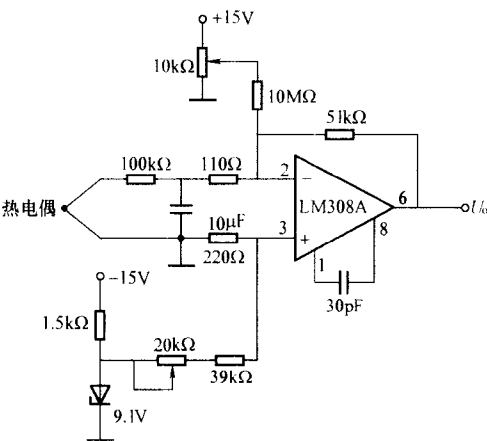


图 1-2 简单的冷结点补偿电路

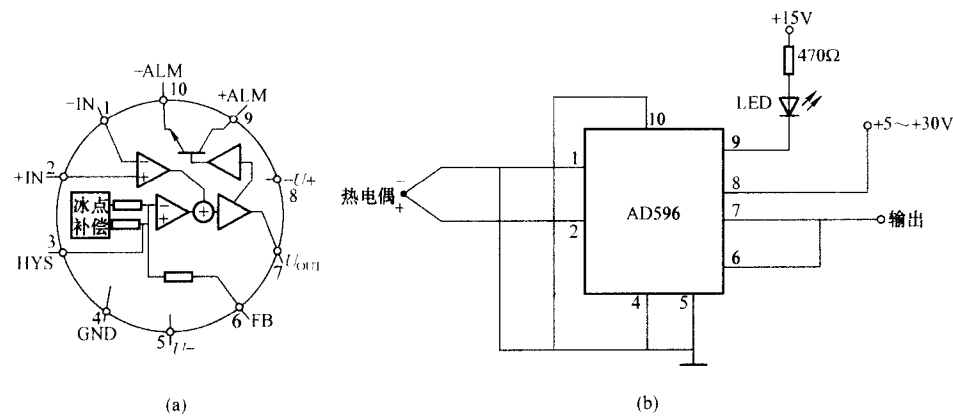
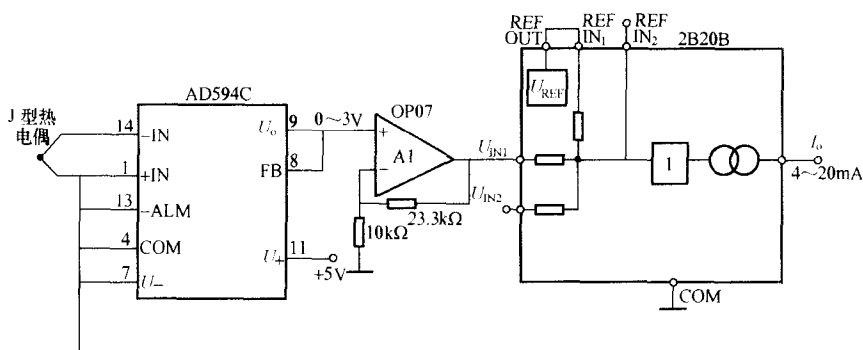


图 1-3 AD596 的内部等效电路及其应用

(a) AD596 的内部等效电路；(b) AD596 的应用

1-4 采用 AD594C 的温度测量电路

图 1-4 是采用 AD594C 的温度测量电路。AD594C 片内除有放大电路外，还有温度补偿电路，对于 J 型热电偶经激光修整后可得到 10mV/℃ 输出。在 0~300℃ 测量范围内精度为 ±1℃。若 AD594C 输出接 A/D 转换器，则可构成数字温度计。电路中 2B20B 是电压/电流变换器，将运算放大器 A1 放大的与温度相应的电压信号变换为 4~20mA 的电流环进行远距离的传送。



1-5 K 型热电偶的温度/电压转换电路

图 1-5 是 K 型热电偶的温度/电压转换电路, 运算放大器接成同相放大电路。将 $0 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 的温度转换为 $0 \sim 5\text{V}$ 的电压。图 1-5 中除放大电路以外还有基准结点温度补偿电路与断线检测电路, 而线性化处理由计算机进行。

热电偶的输出电压极小, 每 1°C 约为 $40\mu\text{V}$, 因此运算放大器要采用高灵敏度器件, 本电路中 A1 采用 AD707J 运算放大器。

K 型热电偶的 500°C (满度) 的感应电动势为 20.64mV , 运算放大器增益 A_v 应为 $A_v = 5\text{V}/20.64\text{mV} = 242$ (因 500°C 时输出电压要求为 5V)。图 1-5 所示电路中, $R_1 = 1\text{k}\Omega$, $R_2 = 232\text{k}\Omega$, $RP_3 = 20\text{k}\Omega$ 决定增益的大小, 调节 RP_3 使增益在 $233 \sim 253$ 改变。

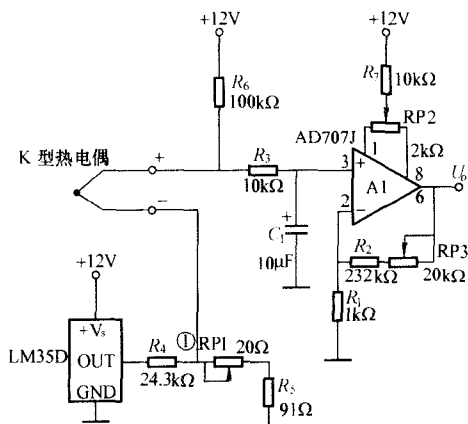


图 1-5 温度/电压转换电路的同相放大电路

R_3 与 C_1 构成低通滤波器, 时间常数越大, 滤除噪声效果越好, 但响应速度慢。另外, R_3 值增大, 运算放大器的输入偏置电流要产生偏移电压, 因此, R_3 阻值不能过大。AD707J 的偏置输入电流为 2.5mA , $R_3 = 10\text{k}\Omega$ 时, 产生 $25\mu\text{V}$ 的偏移电压。

基准结点温度补偿采用温度传感器 LM35D。它的每 1°C 温度相应输出电压为 10mV , 用电阻分压, 并用电位器 RP1 调整使其①点处电压为 $40.44\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, 进行基准结点的温度补偿。

R_6 是检测传感器断线电阻。热电偶断线时, 运算放大器的输出就要超出规定范围。然而, 因接有电阻 R_6 , 热电偶的内阻要产生偏移电压。例如, 热电偶的内阻为 200Ω (包括 RP1 和 R_5 阻值), $R_6 = 100\text{M}\Omega$ 时, 也要产生 $24\mu\text{V}$ 偏移电压。另外, 断线时运算放大器输入偏置电流要流经 R_6 , 因此不能采用输入偏置电流较大的运算放大器。

图 1-6 是 K 型热电偶的温度/电压转换电路, 运算放大器接成反相放大电路。

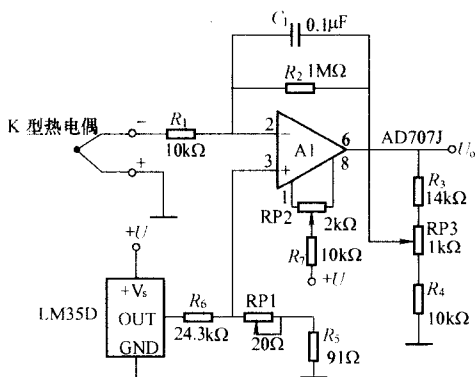


图 1-6 温度/电压转换电路的反相放大电路

1-6 采用 AD592 的基准结点补偿电路

图 1-7 是热电偶的基准结点补偿电路, 它采用 AD592 温度传感器测量基准结点温度。只要对 AD592 提供 $4 \sim 30\text{V}$ 电压, 就可获得与热力学温度成比例的输出电压。

AD592 的正 (+) 端可直接接到 $+15\text{V}$ 电源电压。但为了降低 AD592 功耗, 从而降低温度误差, 本电路是把 $+15\text{V}$ 电压通过 78L05 降为 $+5\text{V}$ 供给 AD592。

R_R 基准电阻是把 AD592 的输出电流转换成电压。AD592 在 0°C 时输出电流为 $273.2\mu\text{A}$, 灵敏度为 $1\mu\text{A}/^\circ\text{C}$ 。因此, 环境温度为 T 时, 用 RP2 调节 R_R 上的压降, 使其为 $(273.2\mu\text{A} + 1\mu\text{A} \times T) \times 40.44\Omega$ 即可。

AD592 的灵敏度为 $1\mu\text{A}/^\circ\text{C}$, 因此, 可对温度系数为 $40.44\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 的基准结点

进行补偿, 但有 $273.2\mu\text{A} \times 40.44\Omega = 11.05\text{mV}$ 的误差电压。为此, 用 R_1 和 R_2 进行补偿。但作为实际应用电路还需加上断线检测电路。

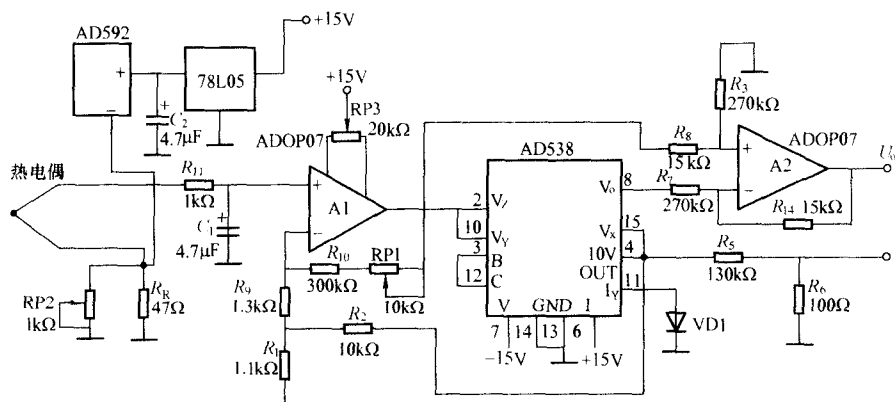


图 1-7 采用 AD592 的基准结点补偿电路

1-7 采用 AD594 的温度测量电路

图 1-8 是采用 J 型热电偶专用集成电路 AD594 的温度测量电路, 用转换开关 S1 进行两个量程的切换, 一个量程的温度测量范围为 $0 \sim 300^\circ\text{C}$, 另一个为 $300 \sim 600^\circ\text{C}$ 。分两个量程的目的是减小线性误差, 这样, 在 $0 \sim 600^\circ\text{C}$ 范围内, 线性误差只有 $1 \sim 2^\circ\text{C}$ 。

J 型热电偶专用集成电路 AD594 只限于 J 型热电偶。内部框图与引脚配置如图 1-8 (b) 所示。片内设有热电动势放大与基准结点温度补偿电路, 以及断线检测电路, 图 1-8 (b) 中 LED1 在断线时发光显示, 但无线性化电路, 因此必须外加线性化电路。

AD594 的输出 $U_o = (E_j + 16\mu\text{V}) \times 193.4$, 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, 其校准误差最大为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

AD594 的温度与电压特性为非线性, 必须加线性校正电路即线性化电路。若热电偶输出电压为 U_a , 则可用近似关系式 ($0 \sim 300^\circ\text{C}$) 求得电路的输出电压 U_o 为

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

线性化电路如图 1-8 (a) 中的 AD538 和 A1 等构成。电阻 $R_1 \sim R_4$ 决定关系式中的系数。AD594 片内设有热电偶断线检测电路。若 12 脚直接接 LED1, 因 LED1 电流使集成芯片发热而产生温度误差, 所以要接缓冲电路 VT。

线性化 ($300 \sim 600^\circ\text{C}$) 时近似关系式为

$$U_o = -76.31 + 0.995 \times U_a - 7.12 \times 10^{-6} \times U_a^2 \quad (1-2)$$



图 1-8 采用 AD594 的温度测量电路

(a) 温度测量电路; (b) AD594 的内部框图与引脚配置

决定式(1-2)中系数的电阻由S1进行切换(R_1 、 R'_2 、 R'_3 、 R_4 、 R_5)，温度误差在40℃时可改善到约1℃。

通常，热电偶用接插件连接，因此接插件与 AD594 尽量靠近。这是因为接插件是基准结点。另外，AD594 附近不要配置发热元件。若 AD594 靠近热源，会使基准结点的温度发生变化，影响测量误差。

1-8 采用 K 型和 J 型热电偶的测温电路

图 1-9 是采用 K 型热电偶的测温电路, 基准结点补偿电路和放大电路由 AD595 完成 [内部框图和引脚配置同 AD594, 见图 1-8 (b)]。线性化电路采用 AD538 及 A1 ~ A4 等, 测温范围为 0 ~ 1000℃。图 1-10 是采用 J 型热电偶的测温

电路。

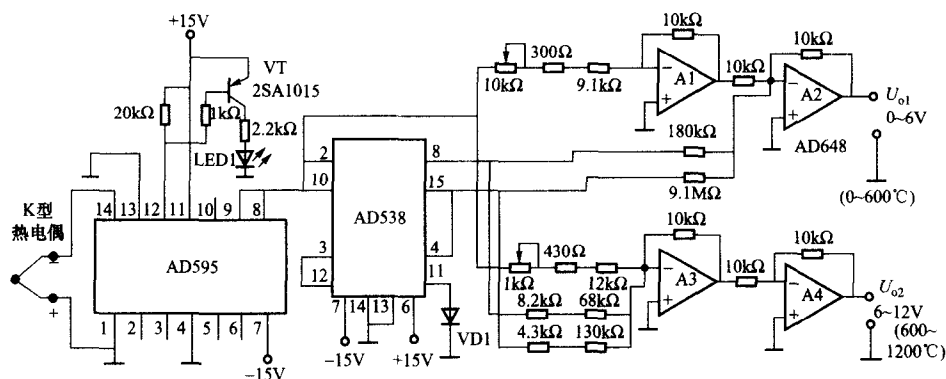


图 1-9 采用 K 型热电偶的测温电路

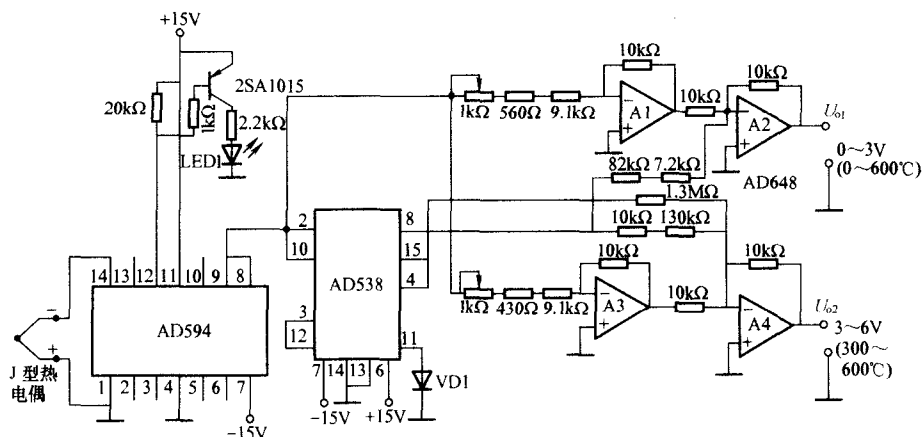


图 1-10 采用 J 型热电偶的测温电路

1-9 适用于所有类型热电偶的测温电路

图 1-11 (a) 是适用于所有类型热电偶的测温电路实例，图 (b) 是采用通用运算放大器的折线近似线性化电路。热电偶的热电动势为 $2 \sim 70\text{mV}$ ，零点漂移为 $-8.824 \sim +30\text{mV}$ ，放大的输出直流电压为 $1 \sim 5\text{V}$ ，冷结点补偿精度为 $\pm 1^\circ\text{C}$ （环境温度为 $0 \sim 50^\circ\text{C}$ ），折线近似为 4 折点及 5 折点线性化。

图 1-11 (a) 中，冷结点补偿电路采用集成温度传感器 AD592 检测环境温度。为了对环境温度 $0 \sim 50^\circ\text{C}$ 进行补偿，需要产生的电压等于热电偶在 50°C 时的热电动势，因此 AD592 的电流流经电阻 R_1 形成的电压抵消此时热电偶的热电动势，即可达到温度补偿的目的。 R_1 采用精度为 $\pm 0.1\%$ ，温度系数为 $25 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 的电阻，阻值见表 1-1，表中 $50\mu\text{A}$ ，即为 50°C 时 AD592 产生的电流 $[1(\mu\text{A}/^\circ\text{C}) \times 50(^\circ\text{C}) = 50(\mu\text{A})]$ 。