

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203323910 U

(45) 授权公告日 2013. 12. 04

(21) 申请号 201320404981. 7

(22) 申请日 2013. 07. 08

(73) 专利权人 甘肃农业大学

地址 730070 甘肃省兰州市兰州市安宁区营  
门村 1 号

(72) 发明人 王关平 高晓阳 冯全 杨婉霞  
杨梅 李妙祺 李青 周蓓蓓

(74) 专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任  
公司 62102

代理人 张真

(51) Int. Cl.

G01K 7/20(2006. 01)

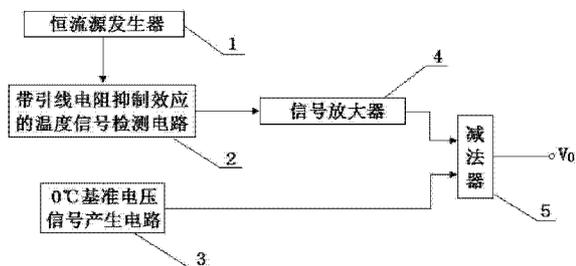
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 实用新型名称

高精度温度信号测量电路

(57) 摘要

本实用新型涉及一种测温电路,属于电子技术领域。一种高精度温度信号测量电路,其主要特点在于包括有恒流源发生器的输出端连接带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路的输入端,带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路的输出端通过信号放大器与减法器的输入端连接,为被减数信号;0℃基准电压信号产生电路的输出端连接减法器另一个输入端,为减数信号;减法器的输出端电压为 $V_0$ 。本实用新型的优点是检测电路采用了带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路,使得温度测量中的引线电阻影响被消除,且测温部件采用恒定电流的工作方式,功率损耗小,最终获得的含温度变化信息的测量电压与电阻的变化率成正比。本测温电路非常适于在工业现场进行有较长引线情况下的精密温度测量。



1. 一种高精度温度信号测量电路,其特征在于包括有恒流源发生器的输出端连接带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路的输入端,带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路的输出端通过信号放大器与减法器的输入端连接,为被减数信号; $0^{\circ}\text{C}$ 基准电压信号产生电路的输出端连接减法器另一个输入端,为减数信号,减法器的输出端电压为 $V_0$ 。

2. 如权利要求1所述的高精度温度信号测量电路,其特征在于所述的恒流源发生器包括有运算放大器A1的输出端6通过电阻R5与运算放大器A2的正输入端3连接,运算放大器A2的负输入端2与其输出端6连接,且运算放大器A2的输出端6与电阻R4一端连接,电阻R4另一端与电阻R3一端相连,电阻R3的另一端与参考电压源 $V_{\text{ref}}$ 连接,同时电阻R3与R4的连接线与运算放大器A1的正输入端3相接,运算放大器A1的负输入端2通过电阻R1接地、通过电阻R2与其输出端6相连。

3. 如权利要求2所述的高精度温度信号测量电路,其特征在于所述的R1、R2、R3、R4阻值相等。

4. 如权利要求1所述的高精度温度信号测量电路,其特征在于所述的带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路包括有三线式温度传感器,电阻R8为温度传感器总电阻,RW1、RW2、RW3分别为所述的三线式温度传感器的三根现场连接线电阻,温度传感器总电阻R8的一端接连接线电阻RW2的一端,连接线电阻RW2的另一端接地,温度传感器的总电阻R8的另一端接连接线电阻RW1和RW3的一端,连接线电阻RW3的另一端和运算放大器A3的正输入端3相连,同时,连接线电阻RW1的另一端与电阻R6一端的连接线与运算放大器A2的正输入端3相连,电阻R6的另一端与运算放大器A3的负输入端2相连、并通过电阻R7与运算放大器A3的输出端6相连。

5. 如权利要求4所述的高精度温度信号测量电路,其特征在于所述的现场连接线电阻RW1、RW2、RW3阻值相等。

6. 如权利要求1所述的高精度温度信号测量电路,其特征在于所述的信号放大器包括有运算放大器A3的输出端6连接放大器A5的3号输入端,放大器A5的8号端与1号端之间连接有放大倍数控制电阻 $R_c$ ,放大器A5的2号端连接的4号端接地;6号端为放大器A5的输出端。

7. 如权利要求1所述的高精度温度信号测量电路,其特征在于所述的 $0^{\circ}\text{C}$ 基准电压信号产生电路包括有可调电位器R9,可调电位器R9的可调端连接运算放大器A4的正输入端3,运算放大器A4的负输入端2与输出端6相连接,构成电压跟随器。

8. 如权利要求1所述的高精度温度信号测量电路,其特征在于所述的减法器包括有放大器A5的输出端6与电阻R10相连,电阻R10的另一端与电阻R11一端连接,电阻R11的另一端接地,同时电阻R10与R11的连接线与运算放大器A6的正输入端3连接;运算放大器A4的输出端6与电阻R12相连,电阻R12的另一端与电阻R13一端连接,电阻R13的另一端与运算放大器A6的输出端6相连,同时电阻R12与电阻R13的连接线与运算放大器A6的负输入端2连接;运算放大器A6的输出端6最终产生的电压即为含温度变化信息的测量电压 $V_0$ 。

9. 如权利要求8所述的高精度温度信号测量电路,其特征在于所述的R10、R11、R12、R13阻值相等。

## 高精度温度信号测量电路

### 技术领域：

[0001] 本实用新型涉及一种测温电路,属于电子技术领域。

### 背景技术：

[0002] 温度是用来表征物体冷热程度的物理量,使用温度传感器配合电子电路获得温度信号是温度检测的通用方法。但使用中,温度信号的转换电路与温度传感器探头的安装地点之间常因引线电阻带来的附加效应而使实际测量值偏高,该温度传感器的引线越长,这种影响就越明显。四川大学李龙等将恒流源原理应用到测温桥式电路中,采用单片机通过运算实现了对温度较为准确的测量,但该测温装置仅限于 Pt100 铂热电阻温度传感器引线较短的场合;大连交通大学王长友等采用非线性 A / D 转换器实现线性化补偿的设计方案,其提出的具有三线制导线电阻消除功能的测温仪表原理图调节点较多,实际操作中不易把握,且其介绍的的最佳线性化参数及最大非线性化误差的计算方法较为复杂,并不具有代表性。

### 发明内容：

[0003] 本实用新型的目的在于避免现有技术的缺陷,提出一种可以获得高精度温度信号的测量电路,通过设计一种特殊的电路构造,消除了普通测温电路中温度传感器的引线电阻对测量信号的影响,提高了温度测量的准确性。

[0004] 本实用新型的目的可以通过采用以下技术方案来实现:一种高精度温度信号测量电路,其主要特点在于包括有恒流源发生器的输出端连接带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路的输入端,带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路的输出端通过信号放大器与减法器的输入端连接,为被减数信号; $0^{\circ}\text{C}$ 基准电压信号产生电路的输出端连接减法器另一个输入端,为减数信号,减法器的输出端电压为  $V_0$ 。

[0005] 所述的高精度温度信号测量电路,所述的恒流源发生器包括有运算放大器 A1 的输出端 6 通过电阻 R5 与运算放大器 A2 的正输入端 3 连接,运算放大器 A2 的负输入端 2 与其输出端 6 连接,且运算放大器 A2 的输出端 6 与电阻 R4 一端连接,电阻 R4 另一端与电阻 R3 一端相连,电阻 R3 的另一端与参考电压源  $V_{\text{ref}}$  连接,同时电阻 R3 与 R4 的连接线与运算放大器 A1 的正输入端 3 相接,运算放大器 A1 的负输入端 2 通过电阻 R1 接地、通过电阻 R2 与其输出端 6 相连。

[0006] 所述的 R1、R2、R3、R4 阻值相等。

[0007] 所述的高精度温度信号测量电路,所述的带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路包括包括有三线式温度传感器,电阻 R8 为温度传感器总电阻, RW1、RW2、RW3 分别为所述的三线式温度传感器的三根现场连接线电阻,温度传感器总电阻 R8 的一端接连接线电阻 RW2 的一端,连接线电阻 RW2 的另一端接地,温度传感器的总电阻 R8 的另一端接连接线电阻 RW1 和 RW3 的一端,连接线电阻 RW3 的另一端和运算放大器 A3 的正输入端 3 相连,同时,连接线电阻 RW1 的另一端与电阻 R6 一端的连接线与运算放大器 A2 的正输入端 3 相连,电

阻 R6 的另一端与运算放大器 A3 的负输入端 2 相连、并通过电阻 R7 与运算放大器 A3 的输出端 6 相连。

[0008] 所述的现场连接线电阻 RW1、RW2、RW3 阻值相等。

[0009] 所述的高精度温度信号测量电路,所述的信号放大器包括有运算放大器 A3 的输出端 6 连接放大器 A5 的 3 号输入端,放大器 A5 的 8 号端与 1 号端之间连接有放大倍数控制电阻  $R_c$ ,放大器 A5 的 2 号端连接的 4 号端接地;6 号端为放大器 A5 的输出端。

[0010] 所述的高精度温度信号测量电路,所述的  $0^{\circ}\text{C}$  基准电压信号产生电路包括有可调电位器 R9,可调电位器 R9 的可调端连接运算放大器 A4 的正输入端 3,运算放大器 A4 的负输入端 2 与输出端 6 相连接,构成电压跟随器。

[0011] 所述的高精度温度信号测量电路,所述的减法器包括有放大器 A5 的输出端 6 与电阻 R10 相连,电阻 R10 的另一端与电阻 R11 一端连接,电阻 R11 的另一端接地,同时电阻 R10 与 R11 的连接线与运算放大器 A6 的正输入端 3 连接;运算放大器 A4 的输出端 6 与电阻 R12 相连,电阻 R12 的另一端与电阻 R13 一端连接,电阻 R13 的另一端与运算放大器 A6 的输出端 6 相连,同时电阻 R12 与电阻 R13 的连接线与运算放大器 A6 的负输入端 2 连接;运算放大器 A6 的输出端 6 最终产生的电压即为含温度变化信息的测量电压  $V_0$ 。

[0012] 所述的 R10、R11、R12、R13 阻值相等。

[0013] 本实用新型的有益效果是检测电路采用了带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路,使得温度测量中的引线电阻影响被消除,且测温部件采用恒定电流的工作方式,功率损耗小,最终获得的含温度变化信息的测量电压与电阻的变化率成正比。本测温电路非常适于在工业现场进行有较长引线情况下的精密温度测量。

#### 附图说明:

[0014] 图 1 本实用新型的结构框图

[0015] 图 2 基于三线式温度传感器的高精度温度信号测量电路图。

#### 具体实施方式:

[0016] 以下结合附图所示之最佳实施例作进一步详述:

[0017] 实施例 1:一种高精度温度信号测量电路,包括有恒流源发生器 1 的输出端连接带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路 2 的输入端,带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路 2 的输出端通过信号放大器 4 与减法器 5 的输入端连接,为被减数信号; $0^{\circ}\text{C}$  基准电压信号产生电路 3 的输出端连接减法器 5 另一个输入端,为减数信号,减法器 5 的输出端电压为  $V_0$ 。

[0018] 所述的恒流源发生器 1 包括有运算放大器 A1 的输出端 6 通过电阻 R5 与运算放大器 A2 的正输入端 3 连接,运算放大器 A2 的负输入端 2 与其输出端 6 连接,且运算放大器 A2 的输出端 6 与电阻 R4 一端连接,电阻 R4 另一端与电阻 R3 一端相连,电阻 R3 的另一端与参考电压源  $V_{\text{ref}}$  连接,同时电阻 R3 与 R4 的连接线同时与运算放大器 A1 的正输入端 3 相接,运算放大器 A1 的负输入端 2 通过电阻 R1 接地、通过电阻 R2 与其输出端 6 相连。

[0019] 所述的 R1、R2、R3、R4 阻值相等。

[0020] 所述的带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路 2 包括有三线式温度传感器,电阻 R8 为温度传感器总电阻,RW1、RW2、RW3 分别为所述的三线式温度传感器的三根现场连接

线电阻,温度传感器总电阻 R8 的一端接连接线电阻 RW2 的一端,连接线电阻 RW2 的另一端接地,温度传感器的总电阻 R8 的另一端接连接线电阻 RW1 和 RW3 的一端,连接线电阻 RW3 的另一端和运算放大器 A3 的正输入端 3 相连,同时,连接线电阻 RW1 的另一端与电阻 R6 一端的连接线与运算放大器 A2 的正输入端 3 相连,电阻 R6 的另一端与运算放大器 A3 的负输入端 2 相连,并通过电阻 R7 与运算放大器 A3 的输出端 6 相连。

[0021] 所述的现场连接线电阻 RW1、RW2、RW3 阻值相等。

[0022] 所述的信号放大器 4 包括有运算放大器 A3 的输出端 6 连接放大器 A5 的 3 号输入端,放大器 A5 的 8 号端与 1 号端之间连接有放大倍数控制电阻  $R_c$ ,放大器 A5 的 2 号端连接的 4 号端接地;6 号端为放大器 A5 的输出端。

[0023] 所述的  $0^{\circ}\text{C}$  基准电压信号产生电路 3 包括有可调电位器 R9,可调电位器 R9 的可调端连接运算放大器 A4 的正输入端 3,运算放大器 A4 的负输入端 2 与输出端 6 相连接,构成电压跟随器。

[0024] 所述的减法器 5 包括有放大器 A5 的输出端 6 与电阻 R10 相连,电阻 R10 的另一端与电阻 R11 一端连接,电阻 R11 的另一端接地,同时电阻 R10 与 R11 的连接线与运算放大器 A6 的正输入端 3 连接;运算放大器 A4 的输出端 6 与电阻 R12 相连,电阻 R12 的另一端与电阻 R13 一端连接,电阻 R13 的另一端与运算放大器 A6 的输出端 6 相连,同时电阻 R12 与电阻 R13 的连接线与运算放大器 A6 的负输入端 2 连接;运算放大器 A6 的输出端 6 最终产生的电压即为含温度变化信息的测量电压  $V_0$ 。

[0025] 所述的 R10、R11、R12、R13 阻值相等。

[0026] 实验例:选择一组具体参数为:R1-R4 均选用 100K/0.25W 的精密电阻,参考电压源  $V_{\text{ref}}$  选 5.1V,R5 选用 5.1K/0.25W 的精密电阻,则流过电阻 R5 的电流 I 即为 1mA 的恒流源;R6、R7 均选用 100K/0.25W 的精密电阻,R8 选用 pt100 铂热电阻温度传感器,如用  $\sigma$  表示该传感器的电阻相对于  $0^{\circ}\text{C}$  变化率,则有某温度下 pt100 铂热电阻温度传感器的总电阻  $R_8=100(1+\sigma)$ ,使用时,R8 所示的温度传感器位于测温现场,三根连接线从其端部引出,按图 2 所示的结构接入带引线电阻抑制效应的温度信号检测电路; $R_c$  选 5.489K/0.25W 的精密电阻,放大器 A5 选用 AD620,则形成的信号放大器 4 的放大倍数为 10;R9 选用 100K/1W 的多圈精密可调电位器;R10-R13 均选用 100K/0.25W 的精密电阻;电源 +VCC 及 -VCC 各选用 +12V 及 -12V;运算放大器 A1-A4、A6 均选用 OP07CP,则由图 2 可知,调整可调电位器 R9 的滑动端,使得可调电位器 R9 的可调端电压  $=10*0.1=1.0\text{V}$ ,从而使  $V_0=10\sigma$ ,即减法器最终的含温度变化信息的测量电压  $V_0$  与 pt100 铂热电阻温度传感器的电阻变化率  $\sigma$  成正比。由于在  $-200^{\circ}\text{C}\sim+600^{\circ}\text{C}$  范围内,pt100 的电阻变化都有着非常好的线性度,为  $0.3851\%/^{\circ}\text{C}$ ,因此,只要能够测得  $V_0$ ,就可以求得 pt100 铂热电阻温度传感器的电阻变化率  $\sigma$ ,由此可以求得测量点温度偏离  $0^{\circ}\text{C}$  的程度,即可以求得待测点的摄氏温度  $t$  值。设该电路某时刻测得  $V_0=6.22\text{V}$ ,则可以求得  $\sigma=62.2\%$ ,故实际温度  $t=\sigma/0.3851\%/^{\circ}\text{C}=62.2\%/0.3851\%/^{\circ}\text{C}=161.52^{\circ}\text{C}$ ;又如某时刻测得  $V_0=-1.4\text{V}$ ,则可以求得  $\sigma=-14\%$ ,故实际温度  $t=\sigma/0.3851\%/^{\circ}\text{C}=-14\%/0.3851\%/^{\circ}\text{C}=-36.35^{\circ}\text{C}$ 。

[0027] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

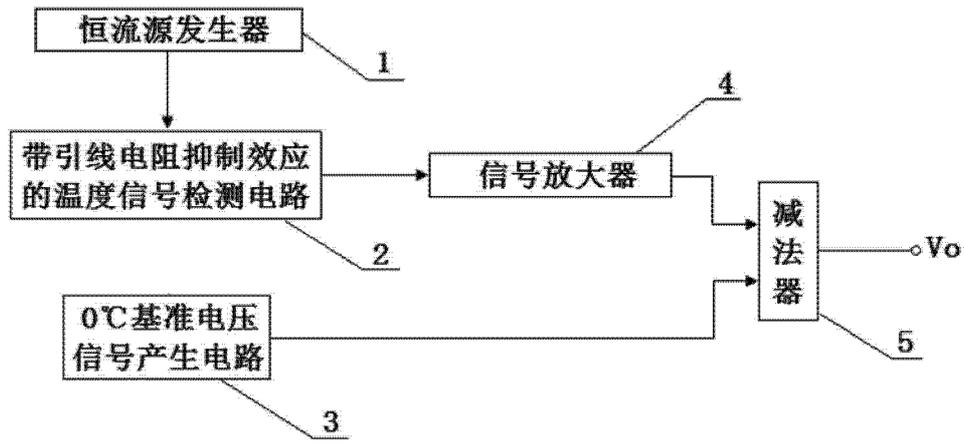


图 1

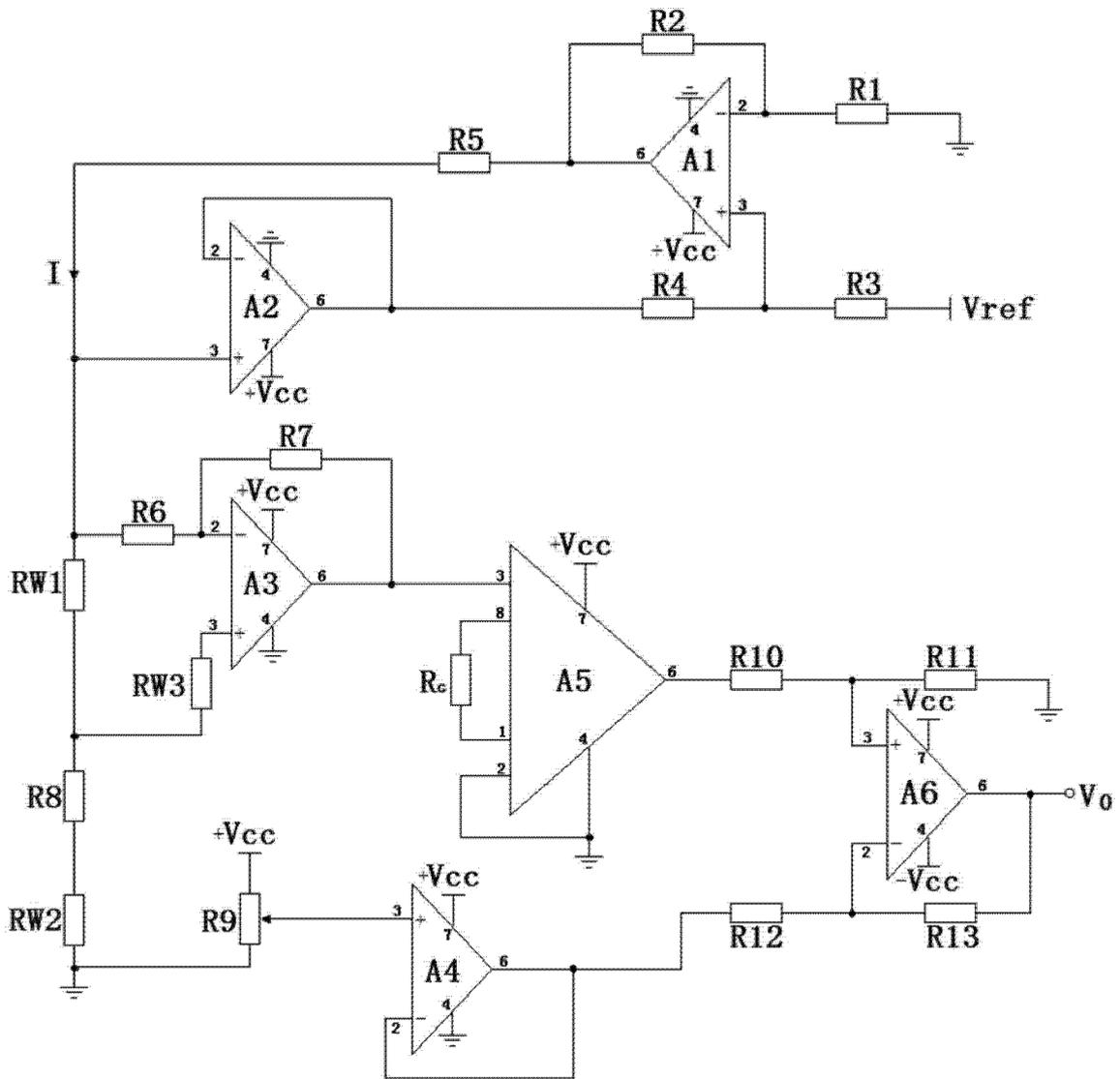


图 2