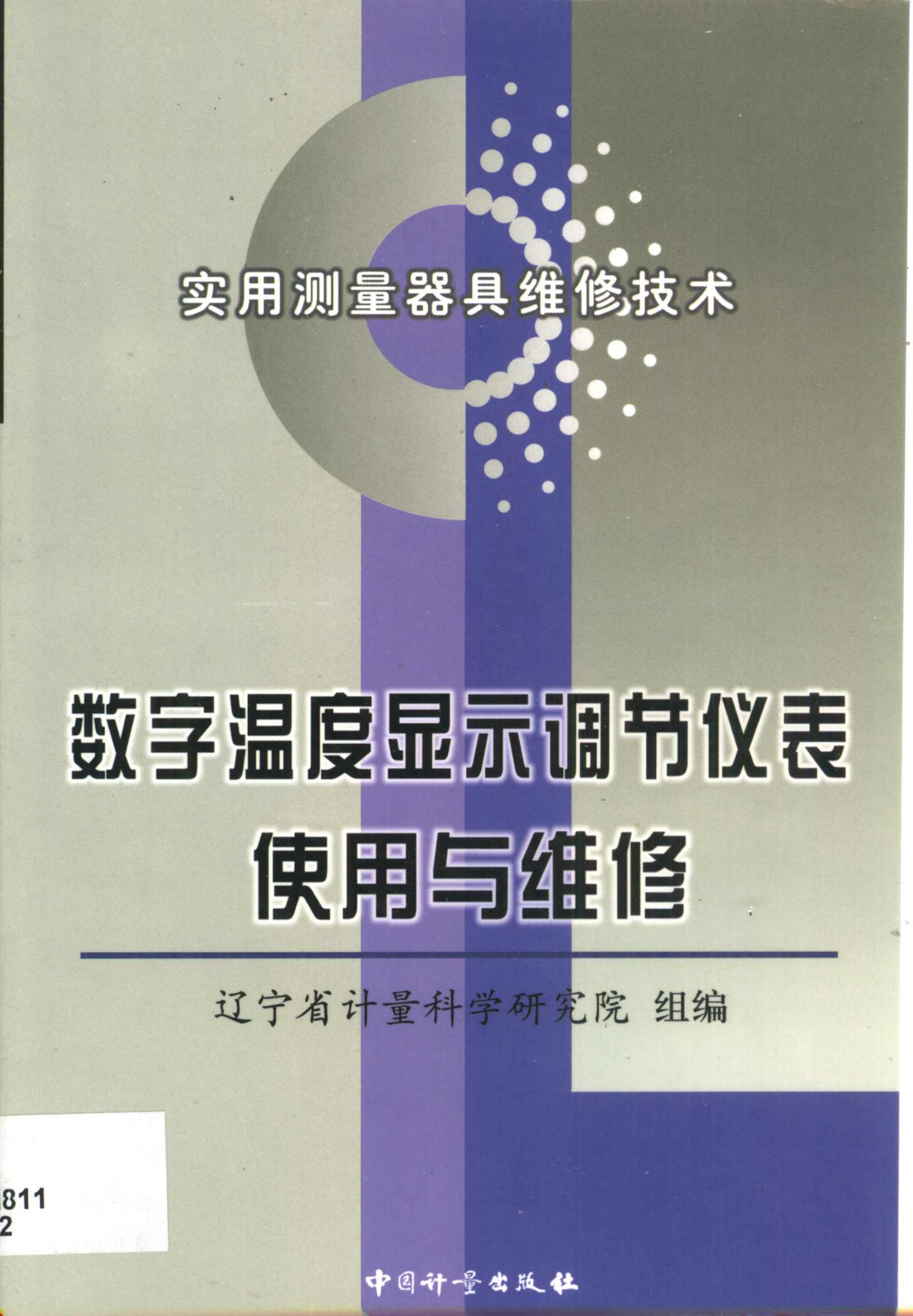




实用测量器具维修技术

数字温度显示调节仪表 使用与维修

辽宁省计量科学研究院 组编

811
2

中国计量出版社

157

T1-811
L32

• 实用测量器具维修技术 •

数字温度显示调节 仪表使用与维修

辽宁省计量科学研究所 组编

主 编 李宏伟

副主编 张文美

编 者 李宏伟 侯素兰 孙云飞

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字温度显示调节仪表使用与维修/辽宁省计量科学研究所
组编. —北京:中国计量出版社, 2002. 10

(实用测量器具维修技术)

ISBN 7-5026-1676-4

I. 数… II. 辽… III. ①数字式测量仪器: 温度测量仪表
—使用②数字式测量仪器: 温度测量仪表—维修 IV. TH811

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 063530 号

内 容 提 要

本书介绍了各类数字温度显示调节仪表, 包括各种型号的热电偶数字温度显示仪表、热电阻数字温度显示仪表、数字电压表、两位和三位式调节仪表、时间比例调节仪表、PID 调节仪以及带微处理器的数字温度仪表等。

书中列举了大量的故障现象, 对故障产生原因及其排除方法作了详细的分析和阐述, 实用性强。

本书可供测量器具的管理、使用、维护及检定人员阅读参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

E-mail jlfxb@263.net.cn

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850 mm × 1168 mm 32 开本 印张 4 字数 102 千字

2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

*

印数 1-3 000 定价: 12.00 元

目 录

第一章 模拟式数字显示调节仪表组成及特点

第一节 概述	(1)
第二节 数字显示调节仪表的特点和组成	(2)
第三节 数字显示调节仪表主要技术指标	(5)

第二章 模拟式数字温度显示仪原理

第一节 热电偶数字温度显示仪	(7)
一、热电偶冷端温度补偿电路/7	
二、热电偶前置放大电路/10	
三、热电偶线性化器/10	
四、A/D 转换器的电路原理/11	
第二节 热电阻数字温度显示仪	(12)
一、引线电阻补偿电路/12	
二、桥式电路/12	
三、电阻—电压变换电路/14	
第三节 数字电压表 (DVM) 模块电路原理	(16)

第三章 模拟式数字温度显示调节仪原理

第一节 数字温度显示调节仪的构成原理	(20)
第二节 两位式调节仪	(21)
第三节 三位式调节仪	(24)
第四节 数字式时间比例调节仪	(25)

第五节 比例—积分—微分调节仪 (26)

第六节 正确使用数字温度显示调节仪 (29)

一、温度传感器种类和型号选择注意事项/29

二、仪表接线注意事项/29

三、如何选用温度调节仪/30

四、仪表通电前后注意事项/30

第四章 测温仪表常见故障的分析与排除

第一节 热电阻测温仪表常见故障的分析与排除 (33)

第二节 热电偶测温仪表的调整及常见故障的分析与排除 ... (37)

一、热电偶数字显示仪的调整/37

二、热电偶数字显示仪常见故障分析与排除/39

第三节 测温仪表电子元器件常见故障的检测与分析 (42)

一、如何检测小电流发光二极管/42

二、如何区分普通二极管和稳压二极管/44

三、如何快、准检测桥堆/44

四、如何检测可控硅/45

五、如何粗测电解电容好坏/46

六、如何用万用表测液晶/47

七、如何在路检测电阻好坏/48

八、如何在路检测电容好坏/48

九、如何在路检测整流二极管好坏/49

十、如何在路检测桥堆好坏/51

十一、如何在路检测三极管好坏/51

十二、固态电容器的故障及排除方法/52

十三、变压器的故障及排除方法/53

十四、三端集成稳压器的故障及分析/57

十五、LED数码管常见故障诊断与排除/60

第五章 位式调节仪的调修与故障分析

- 第一节 位式调节仪的调修 (63)
- 第二节 位式调节仪常见故障分析 (64)
 - 一、继电器工作的异常/64
 - 二、仪表其他部分故障诊断与排除/69
- 第三节 接触器的用途及常见故障 (69)
 - 一、接触器简介/69
 - 二、交流接触器/70

第六章 PID 调节仪的调试与故障分析

- 第一节 PID 调节仪的调试 (80)
- 第二节 PID 调节仪常见故障及其排除 (82)

第七章 单片机

- 第一节 单片机发展特点 (84)
 - 一、性能日益完善/84
 - 二、品种日益增多/85
 - 三、采用单片微机的优点/85
 - 四、单片微机的种类/86
 - 五、一般智能仪器中的单片机/86
- 第二节 带单片机温度仪表的工作原理 (87)
 - 一、数字滤波/87
 - 二、非线性补偿及误差修正/88
 - 三、零漂处理/89

第八章 开关量输出接口技术及器件的选用

- 第一节 输出接口处理技术 (92)
- 第二节 低压开关量信号输出技术 (95)

- 一、继电器输出接口技术/95
- 二、继电器的选用/97
- 第三节 可控硅输出接口技术 (98)
 - 一、单向可控硅 (SCR) /98
 - 二、选用单向可控硅应注意事项/99
- 第四节 固态继电器输出接口 (101)
 - 一、直流型 SSR/102
 - 二、交流型 SSR/103

第九章 单片微机常见故障现象及产生原因

- 第一节 单片微机控制系统故障诊断 (105)
 - 一、故障诊断综述/105
 - 二、搜索故障区/106
 - 三、电路连接性故障诊断/109
 - 四、主控机小系统故障诊断/110
 - 五、系统级故障诊断/113
- 第二节 干扰对测控系统造成的后果 (116)
- 第三节 软件抗干扰的对策 (117)
 - 一、软件抗干扰的前提条件/117
 - 二、软件抗干扰措施/118
 - 三、控制状态失常的软件对策/119
 - 四、程序运行失常的软件对策/120
- 参考文献 (122)

模拟式数字显示调节仪表 组成及特点

第一节 概述

数字显示仪表是一种具有模/数转换器并以十进制数码形式显示被测量值的仪表，仪表内部再配置某种调节电路或控制机构就成为数字显示调节仪表。人们习惯上将各种不同功能的数字显示调节仪表通称为数显仪表。

数显仪表的发展已有数十年的历史。自从英特希尔 (INTERSIL) 公司率先推出单片集成电路 3 位模/数转换器以来，仪表的结构和性能有了新的突破：线路得以简化，精度显著提高，仪表的可靠性也大大增加。微电子技术的迅速发展和新型半导体器件的不断出现，更使其功能日臻完善。数字显示调节仪正以其明显的优越性冲击着传统的模拟仪表，并逐渐取而代之。

数字显示调节仪表与多种传感器配合，对工业生产过程的温度、压力、流量、液位等各种工艺参数及电流、电压等电工量进行数字显示，并可进行巡回检测、越限报警和实现生产过程的自动控制。它能广泛地取代指针式电流电压表、动圈式指示调节仪及各种简易调节器，应用于石油、化工、冶金、电力、轻工、纺织、医药、食品等工业部门。

数字显示调节仪表按其结构可分为带微处理器和不带微处理器的两种类型，本章主要阐述不带微处理器的简易型数字显示调节仪表。

第二节 数字显示调节仪表的特点和组成

1. 数字显示调节仪表的特点

数字显示调节仪表得到如此广泛的应用,主要是由于它具有以下特点。

(1) 用数码管和光柱管显示测量值或偏差值,直观明了,读数方便,无视差。

(2) 表内普遍采用中、大规模集成电路,线路简单,可靠性好,耐振性强。由于采用先进的 CMOS 模/数 (A/D) 转换器、线性集成电路和半导体发光器件 (LED),所以电路稳定、寿命长、耗电省,使用、维护方便。

(3) 仪表采用模块化设计方法,即不同品种的数字显示调节仪表,都是由为数不多的、功能分离的模块化电路组合而成。这不仅有利于制造厂实现流水线生产,降低生产成本,而且便于调试和维修。

(4) 仪表品种繁多,配接灵活。仪表内设置不同的变换电路,可输入不同类型的测量信号,而配置不同的调节电路,则可输出多种控制动作和报警信号。

(5) 与热电偶配套或与热电阻温度计配套的仪表均具有线性化电路。前者还具有冷端补偿的功能,后者考虑了外线电阻的补偿,因而仪表的测量精度较高。在与差压变送器连用的仪表中配置了开方运算电路,从而使仪表可直接显示流量值。

(6) 仪表除具有显示、调节报警功能外,还可用作变送器,输出统一标准的电流信号 ($0 \sim 10\text{mA}$ (DC) 或 $4 \sim 20\text{mA}$ (DC))。

(7) 船用型仪表对振动、冲击、盐雾等恶劣环境的耐受能力强;耐大气腐蚀型仪表被允许在环境污染严重的场合下使用。

(8) 仪表外形尺寸和开孔尺寸均按国家标准或国际 IEC 标准

设计。

2. 数字显示调节仪表分类

我国数字显示调节仪表的生产经过近 10 年的努力, 品种规格已趋于齐全。按仪表功能可分为显示型、显示调节型、显示报警型和巡回检测型四种。

显示型仪表主要功能是显示被测量值, 常与热电偶、热电阻和辐射感温器配合, 用来测量、显示温度; 若与霍耳效应式压力变送器或电阻应变片传感器配合, 则可用来显示压力; 若与差压变送器配合, 就可用来显示差压或流量。

显示调节型仪表除具有测量、显示功能外, 还具有调节功能, 可将工艺参数控制在规定范围之内。这类仪表的调节方式有以下几种: 继电器接点输出的二位调节、三位(狭中间带和宽中间带)调节; 时间比例调节; 连续 PID 调节。

显示报警型仪表与变送器配合, 除可显示各种参数外, 也可用作有关参数的越限报警。

巡回检测型仪表能定时地对各路信号进行巡回检测和显示及报警。

3. 数字显示调节仪表型号命名法

数字显示调节仪表的型号一般有三节。第一节有三位, 以大写汉语拼音字母表示的名称和类型。第二节由若干拼音字母组成, 表示仪表的某些附加功能和结构特点。第三节由三位阿拉伯数字和一位拼音字母组成, 其中, 第一位通常为 1, 表示一个被测量; 第二位表示调节方式; 第三位表示配接的检测元件或传感器、变送器的类型; 第四位拼音字母表示仪表的适用场合。仪表型号及其所表示的意义见表 1-1 所示。

表 1-1 仪表型号及其所表示的意义

第一节	第一位	代号	X					
		意义	显示仪表					
	第二位	代号	M					
		意义	模拟输入数字式					
	第三位	代号	Z	T	B	D		
		意义	显示仪	显示调节仪	显示报警仪	巡回检测仪		
第二节	若干位	代号	A	B	G	J	H	
		意义	带变送输出	外供 24V 电源	72×72 (mm ²) 面板尺寸	96×96 (mm ²) 面板尺寸	竖立面板 (80×160) (mm ²)	
第三节	第一位	代号	1			2		
		意义	显示一个被测变量			显示二个被测变量		
	第二位	代号	0	1	2	3	4	6
		意义	对 XMZ 无意义 对 XMT 为二位调节	三位调节 (狭中间带)	三位调节 (宽中间带)	时间比例调节	时间比例加二位调节	连续 PID 二位调节
	第三位	代号	1	2	3	4	5	6
		意义	配接热电偶或辐射感温器	配接热电阻	配接霍耳压力变送器	配接电阻远传压力计	输入电压信号	配接半导体热敏电阻传感器
	第四位	代号	C		F		K	
		意义	船用		耐大气腐蚀		开方	

型号示例:

XMTAJ-122 表示数字显示调节仪, 带变送输出, 面板尺寸为 96mm×96mm, 三位调节, 配接热电阻。

第三节 数字显示调节仪表主要技术指标

(1) 显示方式 $3\frac{1}{2}$ 位或 $4\frac{1}{2}$ 位 LED 数码管显示，最大读数范围为 $-19999 \sim +19999$ (计量单位任选)。

(2) 分辨率：末位 1 个字。

(3) 准确度等级：0.5 级或 0.2 级。

(4) 采样速度：3 次/s。

(5) 输入信号：热电偶有 E, K, S, B, T 型等；热电阻有 Pt10, Pt100, Cu50, Cu100 型；辐射感温器为 F_2 型；霍耳压力变送器为 $0 \sim 20\text{mV}$ ；电流、电压输入信号有 $0 \sim 10\text{mA}$ (DC)、 $4 \sim 20\text{mA}$ (DC)、 $0 \sim 5\text{V}$ (DC)、 $1 \sim 5\text{V}$ (DC) 等。

(6) 外接和外线电阻：热电偶型表外接电阻不大于 100Ω ；热电阻型表外线电阻允许范围为 $0 \sim 5\Omega$ (两根导线电阻之差不大于基本误差的 $1/10$)。

(7) 输出方式——变送输出： $0 \sim 10\text{mA}$ (负载电阻 $1\text{k}\Omega$) 或 $4 \sim 20\text{mA}$ (负载电阻 500Ω)，当负载电阻在 $0 \sim 1\text{k}\Omega$ ($0 \sim 10\text{mA}$ 信号制) 和 $0 \sim 500\Omega$ ($4 \sim 20\text{mA}$ 信号制) 范围内变化时，输出变化不大于量程的 0.5%。继电器接点输出：容量，交流 3A、220V (无感负载)。

(8) 巡检仪自动切换周期： $10 \pm 2\text{s}$ 。

(9) 控制点偏差： $\pm 0.5\%$ 。

(10) 设定范围：上、下限设定范围均为量程的 $0\% \sim 100\%$ ，但下限设定值不得大于上限设定值。

(11) 时间比例调节：比例带范围为 $2\% \sim 20\%$ ，连续可调；调节周期为 $40 \pm 10\text{s}$ 。

(12) 连续 PID 调节：比例度 (带) 约 2.5% ；积分时间约 4min ；微分时间约 1min ；输出电流信号为 $0 \sim 10\text{mA}$ (DC) 或 $4 \sim$

20mA (DC)。

(13) 正常工作条件：温度 $-10 \sim 50^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度 $\leq 90\%$ （耐大气腐蚀型为 $\leq 95\%$ ）；大气压力 $86 \sim 106\text{kPa}$ 。

(14) 电源电压： $220 (1 \pm 15\%) \text{ V}$ ， $50 \pm 2\text{Hz}$ 。

(15) 功耗：显示型 $\leq 5\text{W}$ ；调节型 $\leq 8\text{W}$ 。

(16) 外界对仪表技术指标的影响，电源电压变化 $\pm 15\%$ 时，示值变化不大于量程的 0.25% ；共模干扰电压为 250V 时，示值变化不大于量程的 0.5% ；串模干扰电压为 50mV 时，示值变化不大于量程的 0.5% ；交变外磁场为 400A/m 时，示值变化不大于量程的 0.25% ；外线电阻变化时，示值变化不大于量程的 0.25% ；环境温度在 $-10 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围内，每变化 10°C ，示值变化不大于量程的 0.25% 。

模拟式数字温度显示器原理

第一节 热电偶数字温度显示器

下面介绍 XMZ-101 型热电偶数字式温度显示器方框图及整机电路原理。热电偶数字式温度显示器方框图如图 2-1 所示。

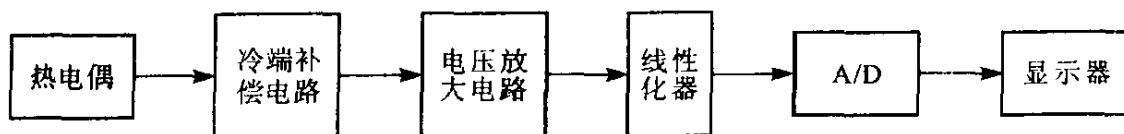


图 2-1 热电偶数字温度显示器方框图

以热电偶为传感器的数字温度显示器，属于热电偶测温仪表，这种仪表适用于中、高温的测量。图 2-2 为热电偶数字温度显示仪的整机电路原理。

下面对各个部分逐一介绍。

一、热电偶冷端温度补偿电路

热电偶温度—热电势之间的对应关系是在冷端温度为 0°C 时分度的，各种热电偶的分度表，其参考端都是以 0°C 为条件的，如果在使用时参考端不是 0°C ，就必须对参考端不为 0°C 时所造成的影响予以补偿，这就要设置冷端温度补偿电路。

热电偶置于被测介质中，参考端用补偿导线与显示仪表相连接，这样参考端就移动到显示仪表的输入端，冷端的温度就是显示仪表输入端所处的环境温度，如果环境温度在 0°C 以上，热电

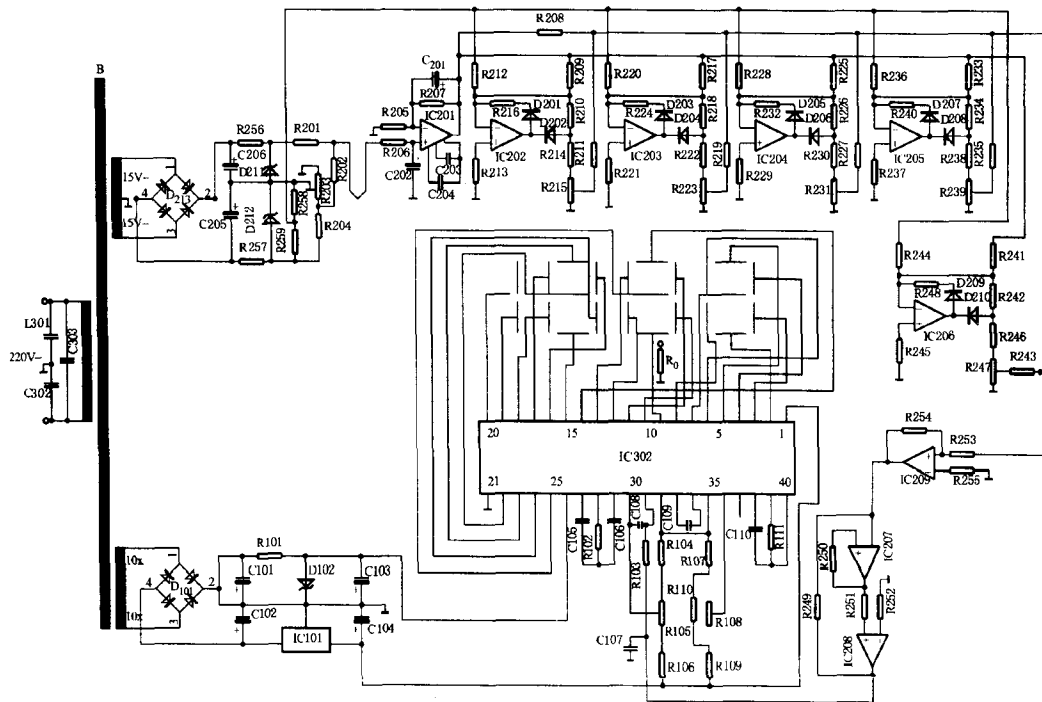


图 2-2 热电偶数字温度显示仪的整机电路原理

偶输出热电动势偏小，需用补偿电路来补上偏小的这部分电势。如果环境温度在零下，热电偶输出热电势偏大，用补偿电路减去多余的电势。所以，“冷端补偿电路”应该与热电偶的参考端处于同一温度，且能够产生零输出、正向电压、反向电压，并能自动地实时进行补偿，这样才能保证热电偶热电势正确反映测量点的温度。

热电偶冷端补偿方法有很多种。有桥式补偿电路、双电源补偿电路、晶体二极管、三极管以及用集成温度传感器 AD590 等进行热电偶的冷端温度补偿电路。

1. 桥式补偿电路

如图 2-3 中用铜电阻 R_{cu} 安装在仪表尾部和热电偶冷端来感受同一个温度，这是一个比较传统的补偿方法。电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 是由锰铜丝绕制而成的， R_{cu} 是由铜丝绕制而成。

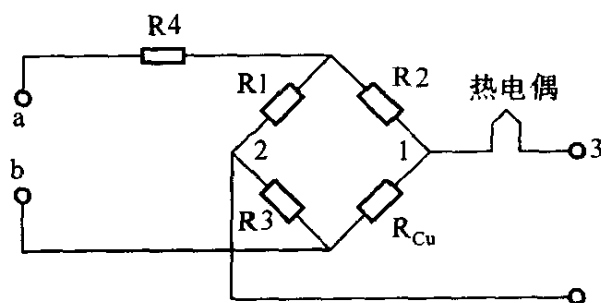


图 2-3 热电偶桥式补偿电路

a、b 两点间可取直流电池，电阻 R_4 用以限流，使流过 R_{cu} 的电流减小。当环境温度为 0°C 时，电桥平衡 V_{12} 为 0，此时热电偶不用补偿。当环境温度高于 0°C 时， R_{cu} 随温度升高而阻值增大， V_{12} 大于 0， V_{12} 极性与热电势极性一致。当环境温度低于 0°C 时， R_{cu} 随温度下降阻值减小， V_{12} 极性与热电势极性相反，两者相减。所以，2、3 两端输出的电势是经过补偿的。

2. 集成温度—电流传感器 AD590 冷端温度补偿

AD590 是一种新的集成温度传感器，它的恒流特性非常好，

输出阻抗高，电流随温度的变化线性好，所以，在热电偶冷端温度补偿方面有着更广泛的前途。

二、热电偶前置放大电路

前置放大电路是热电偶数字温度显示仪的关键单元电路，现有多种放大电路；如采用运算放大器、数据放大器的电路等。

前置放大器有以下两个作用。

(1) 负责整机的主要放大量。其低频电压放大倍数：

$$A_{vf} = 1 + \frac{R_{207}}{R_{205}}$$

整机的电压放大倍数等于前置放大器的电压放大倍数与线性化器电压放大倍数之积。见图 2-4。

(2) 对高频干扰起抑制作用。电阻和电容组成的低通滤波电路，滤除从热电偶引线传入的交流干扰。

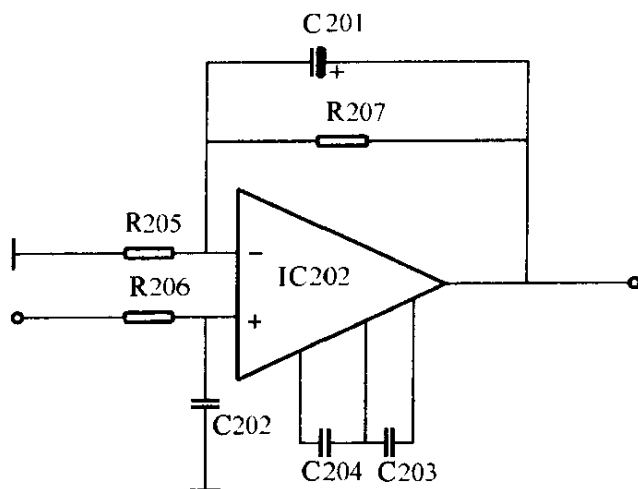


图 2-4 前置放大电路

三、热电偶线性化器

数字温度显示调节仪希望输出量与输入量呈线性关系，但是测温用的传感器（如热电偶、热电阻、热敏电阻等），它们的输