

Tk31-44
7414

163799

高等学校教材

热工测量及仪表习题集

东北电力学院 陈冀九 主编

高等学校教材
热工测量及仪表习题集
东北电力学院 陈冀九 主编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 3.5印张 74千字
1993年6月第一版 1993年6月北京第一次印刷
印数 0001— 3399 册
ISBN7-120-01677-6/TP·57
定价 1.05 元

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书针对“热工测量及仪表”课程中有关测量技术的基础知识、各热工量和机械量的测量方法和仪表的基本知识，从基本概念、工程计算、工程实践等方面编入了408道习题，部分习题附有答案。对扩展知识的难题给出了提示。

前 言

本习题集是根据1988年7月高等院校热动类专业热工自动控制、热工测量及仪表教学组扩大会议规划和按“热工测量及仪表”课程教学大纲编写的。可供高等院校动力类专业使用，也可供其他有关专业及在职科技人员进修、培训时参考。

编写习题集目的在于使学生加深对“热工测量及仪表”课程中基本概念和基本理论的理解，提高他们的计算技能及分析处理实际问题的能力。

书中收集的题目内容范围较广，涉及工程计算和理论分析等方面。为了便于使用，本习题集按“热工测量及仪表”课程教学大纲的顺序编排；编排中注意遵循由浅入深、由易到难的教学规律；习题集附有部分习题答案。

习题集中的测量技术概论，第一、二、三、四、五、七、八章由陈冀九编写；第六、九、十、十一章由刘娜编写。陈冀九担任主编。全书由东南大学钟继贵同志审阅，在编写过程中东北电力学院程大亨、邓天日，华北电力学院北京研究生部何适生，东南大学吴永生，浙江大学许冀森等同志给以指导，对此我们表示深切的谢意。

由于我们的水平有限，书中错误和不妥之处难免，谨请读者批评指正。

编者

1992年3月

目 录

前 言	
测量技术概论	1
第一章 温度测量概述	7
第二章 热电偶温度计	9
第三章 电阻温度计	13
第四章 接触测温方法讨论	15
第五章 非接触测温方法和仪表	18
第六章 显示仪表	20
第七章 压力(压差)测量和仪表	28
第八章 流量测量和仪表	33
第九章 成分分析仪表	40
第十章 液位测量和仪表	44
第十一章 机械量测量和仪表	47
参考文献	50

测量技术概论

- 0-1 何谓热工测量？热工测量有何意义？热工测量的主要参数指哪些？
- 0-2 为什么说，测量值都是近似值？在什么情况下测量值可以被信赖？
- 0-3 热工测量仪表按其各个环节的作用，可分成哪几个主要部分？各部分的作用是什么？
- 0-4 简述热工测量仪表的分类方法。
- 0-5 常规测量仪表的闭环联接比开环联接对提高测量准确度有何作用，为什么？
- 0-6 对图0-1所示的弹簧秤系统：
(1) 说明各元件的作用；
(2) 画出系统方框图；
(3) 写出各环节的传递系数及弹簧秤系统的传递系数。
- 0-7 何谓测量值的绝对误差、相对误差？为什么测量值的绝对误差有时不宜作为衡量测量准确度的尺度？
- 0-8 说明引用相对误差、实际相对误差、标称相对误差的区别，它们通常应用在什么场合？
- 0-9 何谓仪表的测量范围、上限值、下限值和仪表的量程？为什么量程比可以作为仪表性能的指标？
- 0-10 何谓仪表准确度等级、仪表灵敏度？过高的灵敏度将影响仪表的什么性能？
- 0-11 何谓仪表的回差？造成仪表回差的因素有哪些？为什么仪表回差应不大于允许误差？
- 0-12 何谓仪表的线性度？仪表的端基线性度、零基线性度和独立线性度的意义如何？采用哪种线性度来表示线性误差最方便、可行？
- 0-13 何谓仪表的分辨率？对模拟式仪表和数字式仪表的分辨率是怎样规定的？
- 0-14 何谓仪表的稳定性、重复性和复现性？
- 0-15 何谓仪表的校准、定标（分度）？仪表的校验及校验曲线的意义是什么？
- 0-16 有人想通过减小表盘标尺刻度分格间距的方法来提高仪表的准确度等级，这种做法能否达到目的？为什么？
- 0-17 某测温仪表的准确度等级为1.0级，绝对误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，测量下限为负值（下限的绝对值为测量范围的10%），试确定该表的测量上限值、下限值及量程。
- 答案 $+90^{\circ}\text{C}$ ， -10°C ， 100°C

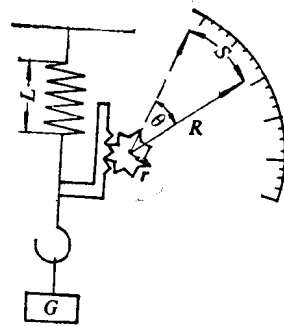


图 0-1
 R —指针半径； r —齿轮半径； L —弹簧（刚度为 k ）长度； θ —指针转角； S —指针位移弧长

0-18 用测量范围为 $-50\sim+150\text{kPa}$ 的压力表测量 140kPa 压力时,仪表示值为 $+142\text{kPa}$,求该示值的绝对误差、实际相对误差、标称相对误差和引用误差。

答案 $+2\text{kPa}$, $+1.43\%$, $+1.41\%$, $+1.0\%$

0-19 某1.5级压力表的证书上写明:参比温度范围 $t=20\pm 5^\circ\text{C}$,正常工作温度范围为 $+5\sim+50^\circ\text{C}$,求该表在温度为 10°C 、 19°C 、 25°C 、 45°C 、 55°C 时,进行测量所出现的误差。问哪些属于基本误差?哪些还带有附加误差?并根据估算按误差大小顺序排列。

提示:压力表的使用温度超出参比温度范围时,国产压力表的温度附加误差为

$$\Delta = \pm K |t_2 - t_1|$$

式中, K 为系数,约为 $0.0001\sim 0.0004^\circ\text{C}^{-1}$; t_2 为使用中仪表的实际温度, $^\circ\text{C}$; t_1 为规定的使用温度。对于0.25级表,当 t_2 高于 22°C 时, t_1 为 22°C ,低于 18°C 时, t_1 为 18°C ;对于0.4级表,当 t_2 高于 23°C 时, t_1 为 23°C ,低于 17°C 时, t_1 为 17°C ;对于1.0、1.5、2.5、4.0级表,当 t_2 高于 25°C 时, t_1 为 25°C ,低于 15°C 时, t_1 为 15°C 。

0-20 某1.5级测量范围为 $0\sim 100\text{kPa}$ 的压力表,在 50kPa 、 80kPa 、 100kPa 三点校验时,其示值绝对误差分别为 -0.8kPa 、 $+12\text{kPa}$ 和 $+1.0\text{kPa}$,试问该表是否合格?

0-21 现有2.5级、2.0级、1.5级三块测温仪表,对应的测量范围分别为 $-100\sim+500^\circ\text{C}$ 、 $-50\sim+550^\circ\text{C}$ 、 $0\sim 1000^\circ\text{C}$,现要测量 500°C 的温度,其测量值的相对误差不超过2.5%,问选用哪块表最合适?

0-22 某0.5级测量范围为 $0\sim 1000^\circ\text{C}$ 的测温仪表,满量程时指针转角为 270° ,此温度计的校验结果见表0-1,求:

- (1) 各读数的绝对误差;
- (2) 该仪表的基本误差;
- (3) 仪表的灵敏度。

表 0-1

被校表读数($^\circ\text{C}$)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
标准表读数($^\circ\text{C}$)	0	99	202	304	398	502	604	705	800	895	1000

0-23 用电压表构成回路测量热电阻 R_t ,如图0-2所示。若电压表内阻远大于热电阻阻值,求该方案的电压灵敏度 dE/dR_t 的表达式。该灵敏度在各点一样吗?为了得到最高灵敏度, R_0 应取何值?

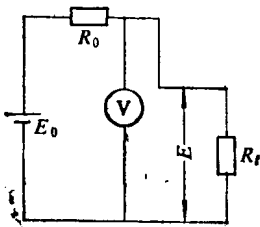


图 0-2

0-24 校验一台测量范围为 $0\sim 6\text{mm}$ 的位移仪,其校验数据列于表0-2。试:

- (1) 画出上、下行程的输入-输出特性曲线;

(2) 确定该表的端基线性度;

(3) 确定该表的回差。

表 0-2

位移 $S(\text{mm})$	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
上行程 $U(\text{mV})$	0	0.34	0.69	1.06	1.41	1.77	2.04	2.47	2.81	3.20	3.68	4.07	4.37
下行程 $U(\text{mV})$	0	0.40	0.77	1.14	1.52	1.90	2.27	2.65	3.02	3.38	3.72	4.06	4.37

0-25 何谓系统误差? 系统误差有何特点?

0-26 试举例说明系统误差可分几类? 在测量数据中是否所有的系统误差均能通过检验发现? 有哪些检验办法?

0-27 何谓随机误差? 随机误差具有哪些性质? 随机误差产生的原因是什么?

0-28 常见的随机误差的概率密度分布形式有几种? 画出各概率密度函数曲线的形状。

0-29 何谓测量值的随机不确定度、置信概率、显著性水平、置信系数、置信区间?

0-30 为什么说一个测量结果必须同时附有不确定度和相应的置信概率的说明, 否则测量结果是无意义的?

0-31 何谓粗大误差? 如何判断测量数列中存在粗大误差?

0-32 什么是测量的精密度、正确度、准确度? 它们与测量结果中出现的随机误差和系统误差有什么关系?

0-33 以测量数据的算术平均值作为测量结果为什么能减小随机误差的影响, 提高测量准确度?

0-34 什么是等准确度测量?

0-35 请指出下列误差属于哪类误差(系统误差、随机误差、粗大误差):

(1) 用一块普通万用表测量同一电压, 重复测量15次后所得结果的误差。

(2) 观测者抄写记录时错写了数据造成的误差。

(3) 在流量测量中, 流体温度、压力偏离设计值造成的流量误差。

0-36 已知 N 次重复测量的一系列测量值 x_i 和给定测量结果的置信概率 P , 请分别写出计算大样本和小样本测量条件下测量结果的步骤。

0-37 误差传递和合成的含义是什么?

0-38 已知铜电阻阻值与温度的关系为 $R_t = R_{20} [1 + \alpha_{20} (t - 20)]$, 20°C 时铜电阻阻值 $R_{20} = 6 \pm 0.018(\Omega)$, $\alpha_{20} = 0.004 \pm 0.00004^\circ\text{C}^{-1}$, 求铜电阻在温度 $t = 30^\circ\text{C}$ 时的电阻值及其误差。

答案 $R_{30} = 6.24\Omega$; $\pm 0.0305\Omega$

0-39 对某喷嘴开孔直径 d_0 尺寸进行15次测量, 测量值见表0-3, 试用格拉布斯检验法判断该批数据是否含有粗大误差(取显著性水平 $\alpha = 0.05$)。

表 0-3

序 号 N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
测量值 (mm)	120.45	120.43	120.40	120.43	120.42	120.30	120.39	120.43	120.40	120.43	120.42	120.41	120.39	120.39	120.40

答案 $N=6$ 的测量值含有粗大误差

0-40 由镍铬-镍硅热电偶、铜-康铜补偿导线和相应的温度记录仪表构成测温系统，它们的基本误差分别为 $\delta_1 = \pm 4^\circ\text{C}$ ， $\delta_2 = \pm 3^\circ\text{C}$ ， $\delta_3 = \pm 5^\circ\text{C}$ ，干扰因素引起的附加误差 $\delta_4 = \pm 5^\circ\text{C}$ 。试计算该系统的误差为多少（设各项误差均服从正态分布）？

答案 $\pm 8.7^\circ\text{C}$

0-41 对某轴径测量11次，得到表0-4数据（取显著性水平 $\alpha = 0.01$ ）。试确定：

- (1) 该组数据是否含有粗大误差；
- (2) 测量结果。

表 0-4

序 号 N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
测量值 (mm)	26.773	26.775	26.774	26.778	26.771	26.780	26.772	26.777	26.773	26.775	26.774

答案 (1) 不含；(2) 轴径 $d = 26.775 \pm 0.0018\text{mm}$

0-42 进行大样本测量时，测得温度平均值 $\bar{t} = 1052^\circ\text{C}$ ，该值的标准偏差估计值 $S_T = 8^\circ\text{C}$ ，已知置信概率 $P = 95\%$ 。试确定该测温结果的置信区间。

答案 $[1036^\circ\text{C}, 1068^\circ\text{C}]$

0-43 用热电偶重复8次测量某恒温箱温度，动圈式仪表的示值（以毫伏表示）见表0-5，当置信概率 $P = 95\%$ 时，试确定该测量值的置信区间。

表 0-5

序 号 N	1	2	3	4	5	6	7	8
测量值(mV)	31.56	31.82	31.73	31.68	31.49	31.73	31.74	31.72

0-44 重复多次测量某混合气体中的氧含量，得到的读数平均值为 $11.75\%O_2$ ，有68.3%的测量值的误差在 $\pm 0.5\%O_2$ 以内。若该误差服从正态分布，问测量值在多大的置信区间内，其出现的概率是95.4%？

答案 $\pm 2\sigma = \pm 1\%O_2$

0-45 用电位差计和分度号为Pt50的热电阻构成测温系统，如图0-3所示。流过热电阻的电流值为4mA，标准电阻 $R_N = 10 \pm 0.01\Omega$ ，电位差计是0.05级的，它的基本误差不

超过 $\Delta U = (5 \times 10^{-4}U + 0.5U_p)$ 。上式中的 U 为电位差计示值(mV); U_p 为表盘标尺分格值($U_p = 0.05\text{mV}$)。已知铂电阻分度值的允许误差不超过 0.3°C , 试确定当被测温度 $t = 100^\circ\text{C}$ 时, 该测温系统的测量误差。

提示: 由电位差计法测电阻值的原理可知 $R_t = R_N U_t / U_N$ 。若认为 R_t, R_N, U_t, U_N 各参数的误差彼此独立, 则铂电阻的相对误差为 $\Delta R_t / R_t = [(\Delta R_N / R_N)^2 + (\Delta U_t / U_t)^2 + (\Delta U_N / U_N)^2]^{1/2}$, 从而求得 ΔR_t 。

又因 $\Delta t_R = \Delta R_t / S$, S 为铂电阻的电阻-温度转换系数, 所以测温系统的误差为

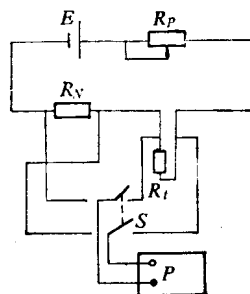


图 0-3

$$\Delta t = \pm (\Delta t_T + \Delta t_R)^{1/2}$$

式中 Δt_T ——热电阻分度值的允许误差;

Δt_R ——用热电阻测 100°C 时产生的误差。

答案 $\pm 0.516^\circ\text{C}$

0-46 某测定换热系数实验装置的空气换热系数表达式为 $\alpha_k = Q / [A(t_w - t_f)]$, 式中的 Q 为换热量, 它由柱体电阻 R 和通过的电流 I 决定。测量电流的安培表, 其量程为 $0 \sim 50\text{A}$, 准确度等级为 0.1 级, 工作电流值为 42A 。加热柱体电阻和温度的关系为 $R_t = R_0 (1 + \alpha t)$ 。当 $t = 0^\circ\text{C}$ 时, $R_0 = 0.5\Omega$, $\alpha_0 = 4 \times 10^{-3}^\circ\text{C}^{-1}$, R_0 的测量误差不超过 $\pm 0.2\%$ 。柱体的工作段长度 $L = 100 \pm 0.5\text{mm}$, 直径 $d = 10 \pm 0.1\text{mm}$ 。 t_w 为柱体壁面温度, 用镍铬-康铜热电偶与 0.05 级电位差计构成的测温系统测得壁面温度 $t_w = 200^\circ\text{C}$ 。电位差计的允许误差范围按 $\Delta U = \pm (5 \times 10^{-4}U + 0.5U_p)$ 确定, 式中各符号意义同题0-45。 t_f 为柱体外空气温度, 它用测量范围 $100 \sim 150^\circ\text{C}$ 、分度值为 0.2°C 的玻璃管水银温度计测量, 工作状态下的空气温度 $t_f = 120^\circ\text{C}$ 。 A 为柱体换热面积。试确定用该实验装置测定的换热系数的相对误差和减小该误差的可能途径。

提示: 认为公式中的 Q 、 A 、 t_w 、 t_f 都是相互独立的, 换热系数误差可用下式表示:

$$\Delta \alpha_k = \pm \left[\left(\frac{\partial \alpha_k}{\partial Q} \Delta Q \right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha_k}{\partial A} \Delta A \right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha_k}{\partial t_w} \Delta t_w \right)^2 + \left(\frac{\partial \alpha_k}{\partial t_f} \Delta t_f \right)^2 \right]^{1/2}$$

测量柱体温度的总误差为

$$\Delta t_w = \pm [\Delta t_T + \Delta t_U]^{1/2}$$

式中, Δt_T 为热电偶的允许误差; Δt_U 为电位差计的允许误差。

电阻的总误差为

$$\Delta R = [\Delta R_1^2 + \Delta R_2^2]^{\frac{1}{2}}$$

式中, ΔR_n 为柱体电阻的允许误差; ΔR_i 为测温误差所对应的柱体电阻变化值。

计算换热量和换热面积的误差:

$$\Delta Q = \left[\left(\frac{\partial Q}{\partial I} \Delta I \right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial R} \Delta R \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\Delta A = \left[\left(\frac{\partial A}{\partial d} \Delta d \right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial L} \Delta L \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

答案 $\pm 2.8\%$

第一章 温度测量概述

- 1-1 热力学温标的理论基础是什么？能否实现热力学温标？
- 1-2 90国际温标的主要内容有哪些？简述我国温标的传递系统。
- 1-3 压力表式温度计是如何实现温度测量的？它有哪些类型？压力表式温度计的测温特点是什么？
- 1-4 用液体压力表式温度计和蒸汽压力表式温度计同时对沸水器内的水温进行测量，试分析温包浸入深度的变化对两支温度计示值的影响。
- 1-5 试述液体膨胀式温度计产生测温误差的主要原因有哪些？
- 1-6 分析液体膨胀式温度计的温包大小、毛细管直径、封液介质的体膨胀系数、凝固点、沸点对温度计性能的影响。
- 1-7 为什么液体膨胀式温度计要进行定期校验？校验水银玻璃管温度计需用哪些设备？
- 1-8 将封液为戊烷的玻璃管温度计插入被测介质，介质液面在 -80°C 刻度处，这时温度计示值为 -20°C ，裸露部分的环境温度为 20°C ，戊烷与玻璃的视膨胀系数为 $0.0012^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。试确定被测介质的实际温度。

答案 -22.88°C

- 1-9 充水银的压力表式温度计的分度是在温包和显示表处于同一水平高度的情况下进行的，而实际使用时，温包低于表头。若该温度计的测量范围为 $0\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，在测温范围内，导压管内压力从 4.47MPa 变化到 14.28MPa ，水银密度 $\rho_{\text{Hg}}=13595\text{kg/m}^3$ 。试确定当温度计示值偏低 30°C 时，温包可能低于表头多少米？

答案 4.28m

- 1-10 一支封液为纯水的蒸汽压力表式温度计，实际使用时表头比温包低 8m 。当温包处在 200°C 时，试计算由高度差引起的测温误差（在环境温度下水的密度 $\rho=1000\text{kg/m}^3$ ）。

答案 -2.4°C

- 1-11 一种充注氮气的气体压力表式温度计，当其温包处在水三相点温度时，充气管内压力为 4MPa ，计算当温度分别为 -150°C 和 $+350^{\circ}\text{C}$ 时充气管内的压力。

答案 1.8022MPa , 9.1282MPa

- 1-12 某双金属片温度计水平放置，且一端固定，如图1-1所示。片长 $l=75\text{mm}$ ，每片厚 $d=1\text{mm}$ ，其中一片为锰铜材料，线膨胀系数 $\alpha_1\approx 0$ ；另一片为合金钢，线膨胀系数

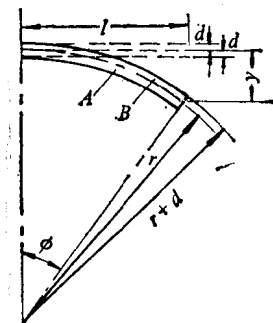


图 1-1

$\alpha_B = 12.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ ，双金属片在 20°C 时是直的。计算当温度为 130°C 时自由端位移 y 的数值。

答案 4.07mm

1-13 已知一个充气压力表式温度计在环境温度 $t_0 = 20^\circ\text{C}$ 时的毛细管容积 $V_1 = 2.1\text{cm}^3$ ，弹簧管容积 $V_2 = 1.7\text{cm}^3$ ，温包容积 $V_3 = 120\text{cm}^3$ ，该温度计在使用中，只允许由环境温度变化产生的温度误差 $\Delta t \leq 0.8^\circ\text{C}$ 。求此温度计的使用环境温度最高允许多少度（忽略温包、弹簧管和毛细管自身热膨胀的影响）？

答案 46°C

1-14 有一充注纯水的蒸汽压力表式温度计，当被测介质温度为 140°C 时，试求压力表周围环境的压力下降 3.5kPa 时的示值绝对误差。

答案 0.3°C

第二章 热电偶温度计

2-1 何谓热电现象？产生热电现象的原因是什么？热电偶回路中的总热电势如何表示？

2-2 根据温差电势和接触电势的理论，试证明热电偶的“中间温度法则”与“中间导体法则”。简述各法则在实际测温中的意义。

2-3 为什么要对热电偶的参比端温度进行处理？常用的处理方法有几种？

2-4 何谓补偿导线？为什么要规定补偿导线的型号和极性？在使用中应注意哪些问题？

2-5 说明不同型号参比端温度补偿器的区别是什么？参比端温度补偿器输出端的极性在环境温度高于电桥平衡温度和低于电桥平衡温度时有什么不同？为什么？

2-6 我国有哪几种标准化热电偶？各自的应用范围怎样？为何要对热电偶进行标准化？

2-7 什么是非标准化热电偶？它的应用范围如何？

2-8 试述铠装热电偶的结构及其主要特点。

2-9 用两支分度号为K的热电偶测量A区和B区的温差，连接回路如图2-1所示。当热电偶参比端温度 t_0 为 0°C 时，仪表指示 200°C 。问在参比端温度上升到 25°C 时，仪表的指示值为多少？为什么？

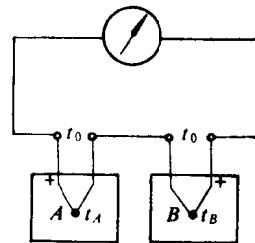


图 2-1

2-10 对于题 2-9 测温回路，已知 $t_A=450^\circ\text{C}$ ， $t_0=25^\circ\text{C}$ ，测得温差电势 $E(t_A, t_B)=-13.711\text{mV}$ ，后来发现测量温度 t_B 的热电偶错用了分度号为E的热电偶，其他正确，试求实际温差。

答案 $+3^\circ\text{C}$

2-11 对于题2-9测温回路，如果已知：(1) $t_A=220^\circ\text{C}$ ， $t_B=20^\circ\text{C}$ ；(2) $t_A=700^\circ\text{C}$ ， $t_B=500^\circ\text{C}$ 。试求：

(1) 当两支热电偶采用分度号为S或B时，对应的温差是多少？

(2) 示值温差高于实际温差的原因是什么？

2-12 试分析热电偶在使用过程中和存放期间，产生不稳定误差的因素有哪些？应该怎样对热电偶进行校验？校验工业热电偶时，需要准备哪些标准仪器和设备？

2-13 画出动圈式仪表、热电偶、补偿导线、参比端温度补偿器、连接导线构成的测温系统图，并说明各部分连接时应注意哪些问题？对线路电阻有何要求？

2-14 由热电偶构成的测温回路如图2-2所示，试判断哪种接线方式正确？

2-15 某分度号热电偶在参比端温度 $t_0=0^\circ\text{C}$ 时的热电特性曲线如图2-3所示。问当

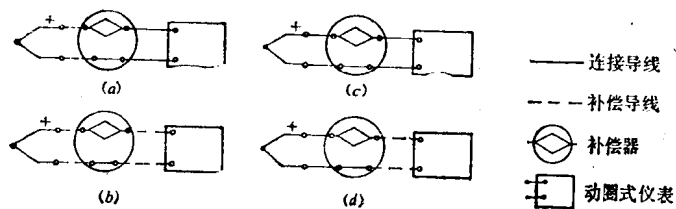


图 2-2

参比端温度升高到某一温度 t_1 时, 该曲线将怎样变化?

2-16 试比较图2-4中各仪表温度示值的大小, 并说明原因 (UJ-37 电位差计提供 2.207mV 信号)。

2-17 由三种金属材料 A、B、C 构成闭合回路, 如图2-5所示。试证明回路中的总热电势等于各分热电势之和, 即 $E_{ABC} = f_{AB}(t) + f_{BC}(t_0) + f_{CA}(t_1)$ 成立。

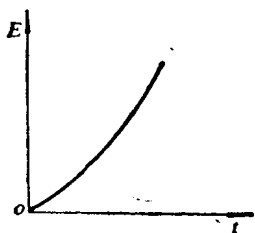


图 2-3

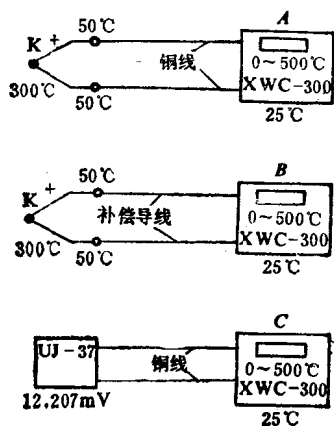


图 2-4

2-18 何谓热电偶的串联、并联和反接测温回路? 各种测温回路多应用于什么场合? 有何特点?

2-19 热电偶与补偿导线连接、热电偶和铜导线连接进行测温时, 都要求两个接点处的温度必须相等吗? 为什么?

2-20 用热电偶测量金属壁面温度有两种方案, 如图2-6所示。当热电偶具有相同的参比端温度 t_0 时, 问在壁温相等的两种情况下, 仪表的示值是否一样? 为什么?

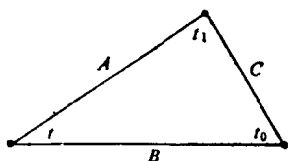


图 2-5

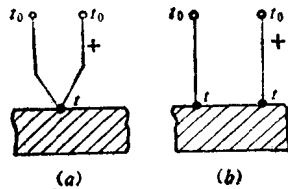


图 2-6

2-21 填满表2-1内的空格。

表 2-1

热 电 偶 分 度 号	测量端温度 (°C)	参比端温度 (°C)	热 电 势 (mV)	热 电 偶 分 度 号	测量端温度 (°C)	参比端温度 (°C)	热 电 势 (mV)
S	1300	0		T	-145		-5.324
B	1400		8.914	E	805	35	
K		30	34.111	J	555	15	

2-22 用铜和康铜分别与铂相配构成热电偶, 热电势 $E_{\text{铜-铂}}(100, 0) = +0.75\text{mV}$, $E_{\text{康铜-铂}}(100, 0) = -0.35\text{mV}$ 。求 $E_{\text{铜-康铜}}(100, 0)$ 电势值。

答案 $E_{\text{铜-康铜}}(100, 0) = 1.10\text{mV}$

2-23 热电偶参比端温度补偿器的桥路如图 2-7 所示。该桥路在 20°C 时平衡, 这时 $R_1 = R_2 = R_3 = R_{\text{Cu}} = 1\Omega$, 桥臂电阻除 R_{Cu} 为铜电阻之外, 其余的全为锰铜电阻, 电源电压 $E = 4\text{V}$, 要求在 50°C 时达到“电势全补偿”。求补偿器分别与分度号 K 和 S 热电偶相配用时的 R_i 电阻值 (铜电阻的温度系数 $\alpha_c = 4.25 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)。

答案 $R_{iK} = 95.1\Omega$, $R_{iS} = 631\Omega$

2-24 用分度号为 K 的热电偶和动圈式仪表组成测温回路, 把动圈式仪表的机械零位调到 20°C , 但热电偶的参比端温度 $t_0 = 55^\circ\text{C}$, 试求出仪表示值为 425°C 时的被测温度。

答案 458.7°C

2-25 用分度号为 S 的热电偶和动圈式仪表构成测温回路。已知铂铑极与铜线的一个接点处温度为 100°C , 另一接点处温度为 20°C , 求由此造成的测温误差 [已知 $E_{\text{铂铑-S}}(100, 20) = -0.077\text{mV}$]。

答案 14°C

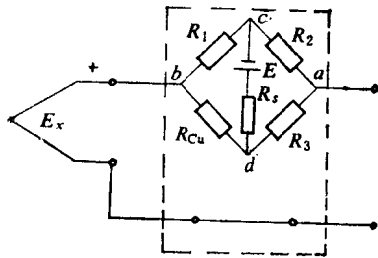


图 2-7

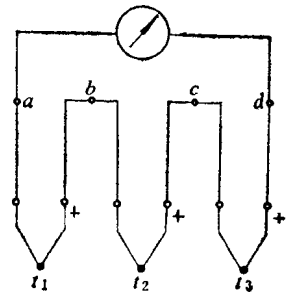


图 2-8

2-26 用分度号 T 热电偶构成的测三点平均温度系统, 如图 2-8 所示。a、b、c、d 四个参比端点均为 25°C , $t_1 = 85^\circ\text{C}$ 、 $t_2 = 98^\circ\text{C}$ 、 $t_3 = 72^\circ\text{C}$, 按测得的电势计算三点平均温度, 并分析为什么平均温度的计算值和实际值会存在偏差? 若要仪表指示实际平均温度值, 应该作何处理?

2-27 用分度号为 S 的热电偶和动圈式仪表构成测温系统, 如图 2-9 所示。参比端温度补偿器的平衡温度为 20°C , 图中 $t = 1300^\circ\text{C}$, $t_1 = 80^\circ\text{C}$, $t_0 = 30^\circ\text{C}$, $t_2 = 25^\circ\text{C}$, 动圈式仪表的机械零位为 0°C 。试求:

(1) 动圈式仪表的温度示值是多少?

(2) 要想使示值与实际温度相符, 应作何处理?

答案 (1) 1291℃

2-28 在图2-9所示测温系统中, 把动圈式仪表的机械零位已调整到20℃, 试计算:

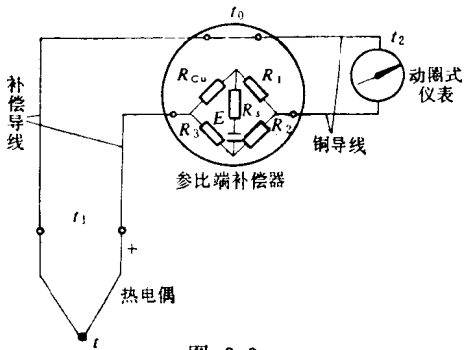


图 2-9

(1) 参比端温度补偿器极性接反造成的测温误差;

(2) 不用参比端温度补偿器(用导线短接)所引起的测温误差;

(3) 错用 WBC-57-K 型补偿器产生的误差。

答案 (1) -10℃; (2) -5℃; (3) +28℃

2-29 在题2-27条件下, 把动圈式仪表的机械零位调整到20℃, 试计算:

(1) 补偿导线的极性接错造成的测温误差;

(2) 用铜导线代替补偿导线造成的测温误差;

(3) 错用了KC型补偿导线造成的测温误差。

答案 (1) -54℃; (2) -27℃; (3) +143℃

2-30 用标准铂铑10-铂热电偶校验镍铬-镍硅热电偶。在800℃校验点附近测得标准热电偶的平均热电势 $\bar{E}_{\text{标}}(800, 0) = 7.376\text{mV}$, 被校热电偶平均热电势 $\bar{E}_{\text{校}}(800, 0) = 33.604\text{mV}$ 。已知标准热电偶证书上写明, 对应800℃的热电势 $E(800, 0) = 7.342\text{mV}$ 。试回答:

(1) 校验用加热电炉内的实际温度;

(2) 被校热电偶在该校验点是否合格。

答案 (1) 803℃