



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 617—1996

数字温度指示调节仪

Digital Temperature Indicators
and Controllers

1996—09—12 发布

1997—04—1 实施

国家技术监督局 发布

数字温度指示调节仪检定规程

Verification Regulation of Digital

Temperature Indicators and Controllers

JJG 617—1996
代替 JJG 617—1989

本检定规程经国家技术监督局于 1996 年 09 月 12 日批准，并自 1997 年 04 月 01 日起施行。

归 口 单 位：上海市技术监督局

起 草 单 位：上海市计量技术研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

朱家良 （上海市计量技术研究所）

卢仲碧 （上海市计量技术研究所）

李 元 （杭州钱江仪器仪表厂）

参加起草人：

李 伟 （上海晶峰电子公司电子仪器厂）

李 行 （杭州市质量计量监测中心）

目 录

一 概述	(1)
二 技术要求	(1)
三 检定条件	(5)
四 检定项目和检定方法	(7)
五 检定结果的处理和检定周期	(16)
附录 1 名词及定义	(17)
附录 2 检定方法选择表	(19)
附录 3 不同分度号热电偶、热电阻的 E , $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ 及 R , $\frac{\Delta R}{\Delta t}$ 值	(20)
附录 4 $\Delta\rho$ 的取值	(23)
附录 5 用秒表测量 ρ 值的限制	(24)
附录 6 时间比例控制的仪表比例带较大时设定点误差的检定	(25)
附录 7 比例带、再调时间、预调时间检定的图解法	(26)
附录 8 数字温度指示调节仪检定记录格式	(28)

数字温度指示调节仪检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的与热电偶或热电阻配用，并具有模拟—数字转换器的数字温度指示及指示调节仪的检定。也适用于以直流电流、电压和电阻作为模拟电信号输入的数字指示及指示调节仪的检定。

数字温度指示及指示调节仪（以下简称仪表）包括台式、盘装式和便携式的仪表。

一 概 述

仪表配热电偶或热电阻用以测量温度，辅以相应的执行机构组成温度控制系统。接受标准化模拟直流电信号或其他产生电阻变化的传感器的信号就可以测量和控制其他物理量。

仪表按工作原理分为：不带微处理器和带微处理器的。其原理框图如图1所示。

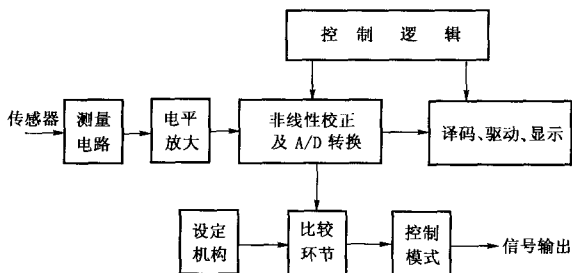


图1 数字温度指示调节仪原理框图

不带微处理器的仪表，通常用运算放大器和中、大规模集成电路来实现；带微处理器的仪表，是借助软件的方式来实现原理框图中的有关功能。

控制模式的信号输出可分为两大类：断续的（继电器触点等开关量信号）和连续的（如：0~10 mA 和 4~20 mA 等直流电信号）。按调节规律，通常有位式、时间比例、比例积分微分（PID）等。

二 技 术 要 求

（一）仪表指示部分

1 外观

1.1 仪表的外形结构应完好。仪表的名称、型号、规格、测量范围、分度号、制造厂

名或商标、出厂编号、制造年月等均应有明确的标记。

1.2 仪表外露部件(端钮、面板、开关等)不应松动、破损;数字指示面板不应有影响读数的缺陷。

1.3 仪表倾斜时内部不应有零件松动的响声。

1.4 各开关、旋钮在规定的状态时,应具有相应的功能和一定的调节范围。

1.5 仪表显示值应清晰、无叠字、亮度应均匀,不应有不亮、缺笔画等现象;小数点和极性、过载的状态显示应正确。

2 绝缘电阻

在环境温度为 $15\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $45\%\sim 75\%$ 的条件下,仪表的电源、输入、输出、接地端子(或外壳)相互之间(输入端子与输出端子间不隔离的除外)的绝缘电阻应不低于 $20\text{ M}\Omega$ 。

3 绝缘强度

在环境温度为 $15\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $45\%\sim 75\%$ 的条件下,仪表的电源、输入、输出、接地端子(或外壳)相互之间(输入端子与输出端子间不隔离的除外)施加表 1 所规定的试验电压,保持 1 min 应不出现击穿或飞弧现象。

4 基本误差

仪表的允许基本误差可有三种绝对误差的表示方式。

表 1

仪表端子电压公称值 (V)	试验电压 (V)
$0 < U < 60$	500
$60 \leq U < 130$	1 000
$130 \leq U < 250$	1 500

4.1 用含有准确度等级的表示方式

$$\Delta = \pm a\%FS^{\text{①}} \quad (1)$$

式中: Δ ——允许基本误差 ($^{\circ}\text{C}$) (应化整到末位数与分辨力相一致);

a' ——准确度等级。选取数为 $0.1, 0.2, (0.3), 0.5, 1.0$;

FS ——仪表的量程,即测量范围上、下限之差 ($^{\circ}\text{C}$)。

4.2 用与仪表量程及分辨力有关的表示方式

$$\Delta = \pm (a'\%FS + b) \quad (2)$$

式中: b ——仪表显示的分辨力 ($^{\circ}\text{C}$);

a ——除量化误差以外的最大综合误差系数。选取数与 a 相同。只有当 b 不大于 $0.1a'\%FS$ 时, a' 才可以作为准确度等级。

4.3 用允许的温度误差值表示方式

① 仪表量程 FS 在小开本规程中排为 $F \cdot S$,本次改大开本时改为 FS 。——出版者注

$$\Delta = \pm N \quad (3)$$

式中：N——允许的温度误差值（℃）。

5 分辨力

仪表读数在末位上变化一个计数顺序所对应的输入变化值（换算成相应的温度值）应符合下列要求：

5.1 当 $b > 0.2a\%FS$ 时，应不超过 $|1 \pm 0.3|b$ ；下限值小于 0℃ 的仪表，则 0℃ 点上应不超过 $|2 \pm 0.6|b$ 。

5.2 当 $0.1a\%FS < b \leq 0.2a\%FS$ 时，应不超过 $|1 \pm 0.5|b$ ；下限值小于 0℃ 的仪表，则 0℃ 点上应不超过 $|2 \pm 1.0|b$ 。

5.3 $b \leq 0.1a\%FS$ 的仪表，可不进行该项目的检定。

6 稳定度误差

6.1 显示值的波动

6.1.1 仪表不允许作间隔计数顺序的跳动。

6.1.2 显示值的波动量一般不能大于其分辨力，而对于分辨力很高的仪表（ $b < 0.1a\%FS$ ），波动量也不能大于两个分辨力。波动量以波动偏离波动中值的大小来衡量。

6.2 短时间示值漂移，1 h 内示值漂移不能大于允许基本误差的 1/4。

7 连续运行

仪表在 24 h 连续工作后，其基本误差仍应符合第 4 条的要求。

（二）仪表位式控制部分

8 设定点误差

8.1 模拟方式设定的仪表，其设定点误差 Δ_1 应不超过式（4）的要求。

$$\Delta_1 = \pm a_1\%FS \quad (4)$$

8.2 数字方式设定的仪表，其设定点误差 Δ_1 应不超过式（5）的要求。

$$\Delta_1 = \pm (a_1\%FS + b) \quad (5)$$

8.3 数字方式设定的仪表，其设定值能够测量的，则可以用设定点偏差来表征仪表控制点的偏离程度，其允许值的表示方式同式（5）。

8.4 设定点的最大综合误差系数 a_1 通常与 a 、 a' 相等。

9 切换差

9.1 切换差一般应不大于 $a_1\%FS$ ；量程大于 1 000℃ 的仪表，应不大于 $0.5a_1\%FS$ 。

9.2 切换差可调的仪表，应满足切换差调整范围的要求；有切换差设定标度值的仪表，除制造厂另有规定外，其设定值的允差一般不超过切换差设定值的 $\pm 25\%$ 。

（三）仪表时间比例控制部分

10 设定点误差

10.1 模拟方式设定的仪表，其设定点误差 Δ_2 应不超过式（6）的要求：

$$\Delta_2 = \pm a_2\%FS \quad (6)$$

10.2 数字方式设定的仪表，其设定点误差 Δ_2 应不超过式（7）的要求：

$$\Delta_2 = \pm (a_2\%FS + b) \quad (7)$$

10.3 数字方式设定的仪表,其设定值能够测量的,则可以用设定点偏差来表征仪表控制点的偏离程度。其允许值的表示方式同式(7)。

10.4 设定点的最大综合误差系数 a_2 通常与 a 、 a' 相等。

11 比例带

11.1 比例带是固定值的仪表,其额定值通常有 4%、10%、20%。实际的比例带应在 $(1 \pm 0.25)P$ 范围内;小于 10% 的,实际的比例带应在 $(1 \pm 0.5)P$ 范围内 (P 为额定比例带)。

具有比例带范围值的仪表,实际比例带应在该范围之内。

11.2 比例带可调的仪表,实际比例带的上、下限应能覆盖可调范围,具有比例带设定标度值的仪表,实际比例带与比例带设定值的偏差,一般不超过设定值的 $1/4$;小于 10% 的比例带,最多不超过设定值的 $1/2$ 。

12 零周期

12.1 零周期是固定值的仪表,其额定值通常有 2.5 s, 5 s, 10 s, 20 s, 30 s, 40 s, 50 s, 60 s 八种。小于 10 s (含 10 s) 的实际零周期应在 $(1 \pm 0.5)T_0$ 范围内;大于 20 s (含 20 s) 的实际零周期应在 $(1 \pm 0.25)T_0$ 范围内 (T_0 为额定零周期)。

具有零周期范围值的仪表,实际零周期应在该范围之内。

12.2 零周期可调的仪表,实际零周期的上、下限应能覆盖可调范围。具有零周期设定标度值的仪表,实际零周期与零周期设定值的偏差(除制造厂另有规定外)一般不超过设定值的 $1/4$;小于 10 s 的零周期,最多不超过设定值的 $1/2$ 。

13 手动再调

具有手动再调的仪表,当偏差为零时,只改变手动再调信号,输出的时间比值 ρ 应在 0~1 之间变化。

有手动再调功能的仪表,可不进行设定点误差的检定。

(四) 仪表连续及断续(二位式)比例积分微分控制部分

14 静差

14.1 模拟方式设定的仪表其静差 Δ_3 应不超过式(8)的要求。

$$\Delta_3 = \pm a_3 \% FS \quad (8)$$

14.2 数字方式设定的仪表,其静差 Δ_3 应不超过式(9)的要求。

$$\Delta_3 = \pm (a_3 \% FS + b) \quad (9)$$

14.3 输出稳态时的最大综合误差系数 a_3 通常与 a 、 a' 相等。

15 输出及其输出阶跃响应

15.1 PID 连续控制的仪表在输出负载为 1 k Ω (输出为 0 mA~10 mA 的仪表)或 500 Ω (输出为 4 mA~20 mA 的仪表)时,其输出电流为 (0~10) mA,或 (4~20) mA。上限值、下限值的误差均不超过输出量程的 $\pm 1\%$ 。

PID 断续控制的仪表,输出端通、断(或高低电平)的时间比值 ρ 为 0~1。

15.2 仪表在开环情况下,输出的阶跃响应应具有正常的比例、积分、微分输出特性。输出特性曲线如图 2 所示。

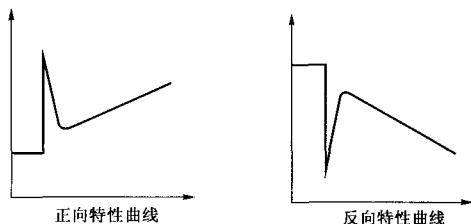


图 2

(纵坐标中的 I_0 为连续输出的电流, ρ 为断续输出的时间比值)。

16 比例带

16.1 比例带是固定值的仪表, 实际比例带应在 $(1 \pm 0.25)P$ 范围内; 比例带小于等于 10% 的应在 $(1 \pm 0.5)P$ 范围内, 或指定的范围内。

断续 PID 的仪表其允差可比连续 PID 的仪表扩大一倍。

16.2 比例带可调的仪表, 实际比例带的上、下限应能覆盖可调范围。有比例带设定标度值的仪表, 实际比例带与比例带设定值的偏差, 除制造厂另有规定外, 一般不超过设定值的 0.5 (P 为 5% ~ 10% 处); 断续 PID 的仪表一般不超过设定值的 4/5。

17 再调时间 (积分时间) T_I

17.1 再调时间固定的仪表, 实际再调时间应在 $(1 \pm 0.5)T_I$ 范围内, 或指定的范围内。

17.2 再调时间可调的仪表, 实际再调时间的上、下限应能覆盖可调范围。有再调时间设定标度值的仪表, 实际再调时间与再调时间设定值的偏差, 除制造厂另有规定外, 一般不超过设定值的 0.5 (T_I 为 2 min 时); 断续 PID 控制的仪表一般不超过设定值的 0.8。

18 预调时间 (微分时间) T_D

18.1 预调时间固定的仪表, 实际预调时间应在 $(1 \pm 0.5)T_D$ 范围内, 或指定的范围内。

18.2 预调时间可调的仪表, 实际预调时间的上、下限应能覆盖可调范围。有预调时间设定标度值的仪表, 实际预调时间与预调时间设定值的偏差, 除制造厂另有规定外, 一般不超过设定值的 0.5 (T_D 为 1 min 时)。

18.3 断续 PID 控制的仪表不进行该项目的检定。

三 检 定 条 件

19 检定设备

检定仪表时所需的标准仪器及设备见表 2。选用的标准器, 包括整个检定设备的总不确定度应小于被检仪表允许误差的 0.2, 对于 0.1 级的被检仪表应小于其允许误差的 1/3。

20 环境条件与动力条件

20.1 环境温度: $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ [0.5 级、1.0 级的仪表环境温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

表 2

序号	仪器设备名称	技 术 要 求	用 途	备 注
1	标准直流电压源 或直流低电势电 位差计	1. 误差小于被检仪表允差的 0.2, 分辨力小于被检仪表分辨 力的 0.1	配热电偶的仪表 及电压、电流输 入型仪表检定用 标准器	1. 检定具有参考端 温度自动补偿的仪 表时, 标准设备的 误差应包括补偿导 线的冰槽的误差 (约 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$)
2	直流标准电流源	2. 直流低电势电位差计作信号 源使用时, 其输出阻抗不能大于 100 Ω		
3	数字电压表			
4	直流毫伏发生器	1. 能连续输出 0~80 mV 2. 稳定性和交流纹波应尽可能 小, 不足以使分辨力高于一个数 量级的标准仪表末位数产生波动		2. 直流低电势电位 差计不推荐作信号 源使用
5	直流电阻箱	误差小于被检仪表允差的 0.2, 分辨力小于被检仪表分辨力的 0.1	配热电阻仪表及 电阻输入型仪表 检定用标准器	
6	补偿导线及 0 $^{\circ}\text{C}$ 恒温器	补偿导线应有 20 $^{\circ}\text{C}$ 的修正值	具有参考端温度 自动补偿仪表检 定用连接导线	
7	三根连接导线	阻值按说明书中确定, 三根连接 导线阻值之差不能超过仪表允许 误差的 0.1 (其大小按量程中 $\Delta R/\Delta t$ 最小的进行换算)	配三线制热电阻 仪表检定用连接 导线	阻值无明确规定时 每根连接导线应在 0~5 Ω 之间选配
8	频率周期多功能 测试分析仪 (ρ 值测量仪)	ρ 值测量范围 0.005~0.995 允 许误差 ± 0.001	检定时间比例仪 表及 PID 继续 控制仪表的设定 点误差、阶跃响 应、静差用	
9	秒表	最小分度不大于 0.1 s		
10	自动电位差计 (长图)	测量范围: 0~10 mA DC 0~20 mA DC 准确度: 0.5 级 走纸速度不低于 20 mm/min	测量输出电流和 记录阶跃响应曲 线	不记录时可用 0.5 级相应测量范围的 直流电流表
11	绝缘电阻表	输出电压: 500 V DC, 100 V DC 准确度: 10 级	检定绝缘电阻	

表 2 (续)

序号	仪器设备名称	技 术 要 求	用 途	备 注
12	耐电压试验仪	输出电压: (0~1 500) V 频率: (45~55) Hz 输出功率: 不低于 0.25 kW	检定绝缘强度	
13	交流稳压源	输出电压: 220 V 输出功率: 不低于 1 kW 电压稳定度: 1%	仪表供电电源	

20.2 相对湿度: 45%~75%。

20.3 仪表的供电电源: 电压变化不超过额定值的 $\pm 1\%$; 频率变化不超过额定值的 $\pm 1\%$ 。

20.4 除地磁场外, 无影响仪表正常检定的外磁场。

四 检定项目和检定方法

21 检定项目

仪表的检定项目见表 3。

表 3

仪表种类		仪表指示部分							位式控制部分		时间比例控制部分				PID 控制部分				
项 次		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
检定项目		外观	基本误差	分辨力	稳定度误差	连续运行	绝缘电阻	绝缘强度	设定点误差	切换差	设定点误差	比例带	零周期	手动再调	静差	输出范围及输出阶跃响应	比例带	再调时间	预调时间
检定类别	新制造	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	修理后	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	使用中	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

注：表中“+”表示应检定，“-”表示可不检定。

(一) 仪表指示部分的检定

22 外观检查

按第 1 条中的要求用目力观察；1.4 及 1.5 款可在基本误差和设定误差的检定过程中观察。

23 绝缘电阻的检定

仪表电源开关处于接通位置，将各电路本身端钮短路，对于供电电源为（50～500）V 范围内的仪表，必须采用额定直流电压为 500 V 的绝缘电阻表（供电电源小于 50 V 的仪表采用额定直流电压为 100 V 的绝缘电阻表）按第 3 条规定的部位进行测量。测量时，应稳定 5 s，读取绝缘电阻值。

24 绝缘强度的检定

仪表电源开关处于接通位置，将各电路本身端钮短路，按第 3 条规定的部位，在耐电压试验仪上进行测量。测量时试验电压应从零开始增加，在（5～10）s 内平滑均匀地升至试验电压规定值（误差不大于 10%），保持 1 min 后，平滑均匀地降低电压至零，切断试验电源。

注：为保护仪表在试验时不被击穿损坏，可使用具有报警电流设定的耐电压试验仪。设定值一般为 10 mA。使用该仪器时，以是否报警作为判断绝缘强度合格与否的依据。

25 基本误差的检定

25.1 按规定接线

25.1.1 具有热电偶参考端温度自动补偿的仪表，检定时所用的标准器和接线如图 3 所示。

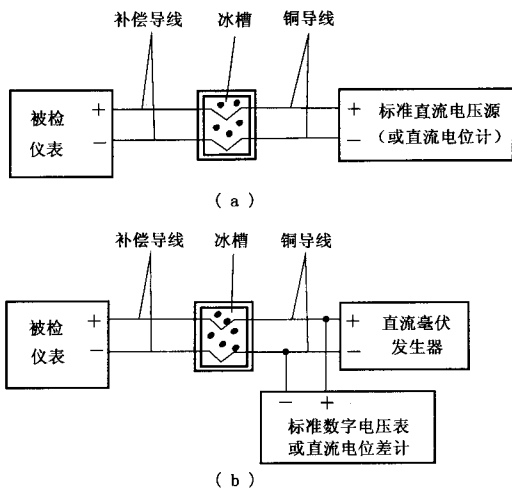


图 3

25.1.2 不具有热电偶参考端温度自动补偿的仪表（包括直流电压输入的仪表），检定时所用的标准器和接线如图 4 所示。

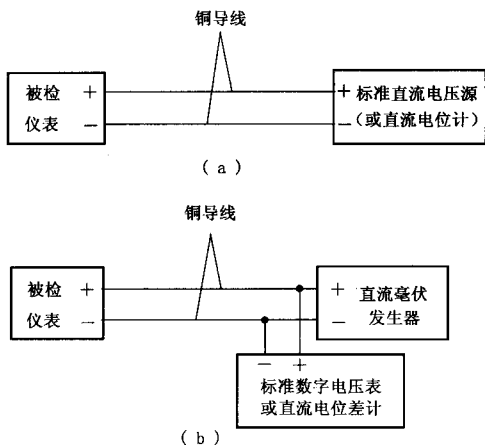


图 4

25.1.3 输入为直流电流信号的仪表，检定时所用的标准器和接线如图 5 所示。

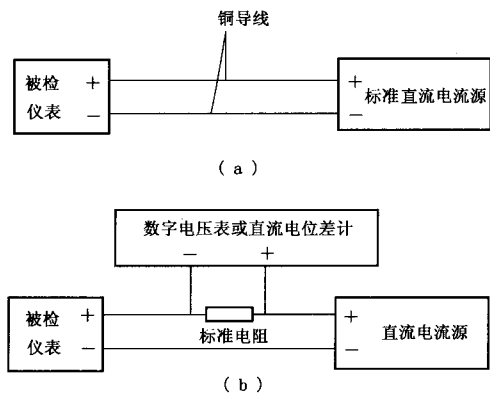


图 5

25.1.4 与热电阻配合使用的仪表，包括与电阻型传感器配合使用的仪表，检定时所用的标准器和接线如图 6 所示。 R 为连接导线的阻值。

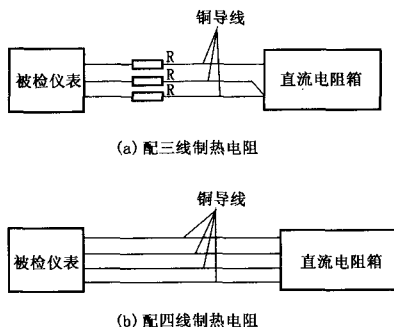


图 6

25.2 通电预热和调整

接通电源后，按生产厂规定的时间预热，如果没有明确规定，一般预热 15 min。具有参考端温度自动补偿的仪表可预热 30 min，然后进行基本误差的检定。

对具有外部“调零”及“调满度”的仪表，允许在预热后进行预调。但在检定过程中不允许再调。

25.3 检定点的选择

检定点不应少于 5 点，一般应选择包括上、下限在内的，原则上均匀的整十或整百摄氏度点。

25.4 检定方法

25.4.1 寻找转换点法（示值基准法）

从下限开始增大输入信号（上行程时），找出各被检点附近转换点的值，直至上限；然后减小输入信号（下行程时），找出各被检点附近转换点的值，直至下限。

用同样的方法重复测量一次。取二次测量中误差最大的作为该仪表的最大基本误差。

转换点的寻找方法：

如图 7 所示，上行程时，增大输入信号，当指示值接近被检点时应缓慢改变输入量，依次找到 A_1, A_2 ；下行程时，减小输入信号，当指示值接近被检点时应缓慢改变输入量，依次找到 A'_1, A'_2 。

A_1 为上行程时，指示值刚能稳定在被检点温度值的输入信号值； A'_1 为下行程时，指示值刚能稳定在被检点温度值的输入信号值； A_2 为上行程时，离开被检点，转换到下一值时（包括两值间的波动）的输入信号值； A'_2 为下行程时，离开被检点，转换到

下一值时（包括两值间的波动）的输入信号值。

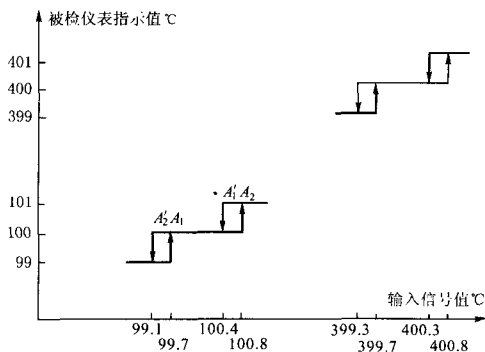


图 7 两个被检点（100 °C 和 400 °C）的检定情况

图 7 中被检点为 100 °C 时的基本误差：

$$100\text{ °C} - 99.1\text{ °C} = 0.9\text{ °C (取最大值)}$$

被检点为 400 °C 时的基本误差：

$$400\text{ °C} - 400.8\text{ °C} = -0.8\text{ °C (取最大值)}$$

检定时，下限值只进行 A_2 和 A'_1 的寻找；上限值只进行 A_1 和 A'_2 的寻找。

若仪表的滞后误差很小，对判断不产生疑义时（即 A_1 与 A'_2 之差及 A'_1 与 A_2 之差很小，小于仪表允许基本误差的 0.1 时），可以在上、下行程中只寻找 A_1 、 A'_1 两点来计算被检点的基本误差。

25.4.2 输入被检点标称电量值法（输入基准法）

若仪表的分辨力小于其允许基本误差的 0.2 时（见附录 2），允许采用此方法；使用中的仪表也可采用此方法。但对检定结果产生疑义时及在仲裁检定时，仍应采用寻找转换点法进行检定。

方法：从下限开始增大输入信号（上行程时），分别给仪表输入各被检点温度所对应的标称电量值，读取仪表相应的指示值，直至上限；然后减小输入信号（下行程时），分别给仪表输入各被检点温度所对应的标称电量值，读取仪表相应的指示值，直至下限。下限值只进行下行程的检定，上限值只进行上行程的检定。

用同样的方法重复测量一次，取二次测量中误差最大的作为该仪表的最大基本误差。

采用此方法进行检定的仪表可不进行分辨力的检定。

25.5 基本误差的计算

25.5.1 寻找转换点法检定时, 按式 (10)、式 (11) 计算:

$$\Delta_A = A_d - (A_s + e) \quad (10)$$

$$\Delta_t = \Delta_A / \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_{t_i} \quad (11)$$

式中: Δ_A ——用电量值表示的基本误差 (mV, Ω);

Δ_t ——换算成温度值的基本误差 ($^{\circ}\text{C}$);

A_d ——被检点温度对应的标称电量值 (mV, Ω);

A_s ——检定时标准仪器的示值 (mV, Ω);

$\left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_{t_i}$ ——被检点 t_i 的电量值-温度变化率 (mV/ $^{\circ}\text{C}$, $\Omega/^{\circ}\text{C}$);

e ——对具有参考端温度自动补偿的仪表, e 表示补偿导线 20°C 时的修正值 (mV); 不具有参考端温度自动补偿的仪表 e 为 0。

25.5.2 输入被检点标称电量值法检定时, 按式 (12) 计算:

$$\Delta_t = t_d - \left[t_s + e / \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_{t_i} \right] \pm b \quad (12)$$

式中: t_d ——仪表显示的温度值 ($^{\circ}\text{C}$);

t_s ——标准仪器输入的电量值所对应的被检温度值 ($^{\circ}\text{C}$);

$\pm b$ —— b 的定义同式 (2)。+、- 符号应与前 2 项的计算结果的符号相一致。

26 分辨力的检定

仪表分辨力的检定与基本误差的检定同时进行。按 25.5.1 项的检定方法, 求出上行程时的转换点 A_2 与 A_1 点对应的输入电量值之差及下行程时转换点 A'_1 与 A'_2 点对应的输入电量值之差。按式 (13)、式 (14) 换算成相应的温度值。该值为仪表显示改变一个分辨力值所对应的实际值, 应符合第 5 条要求。

$$\Delta t = |A_1 - A_2| / \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_{t_i} \quad (13)$$

$$\Delta t' = |A'_1 - A'_2| / \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_{t_i} \quad (14)$$

式中: Δt ——上行程时, 仪表显示改变一个分辨力值所对应的实际值 ($^{\circ}\text{C}$);

$\Delta t'$ ——下行程时, 仪表显示改变一个分辨力值所对应的实际值 ($^{\circ}\text{C}$);

A_1 、 A_2 、 A'_1 、 A'_2 ——分别表示转换点 A_1 、 A_2 、 A'_1 、 A'_2 各点在标准器上读得的各点电量值 (mV, Ω)。

27 稳定度的检定

27.1 显示值波动

仪表经预热后, 输入信号使仪表显示值稳定在量程的 80% 处, 在 10 min 内, 显示

值不允许有间隔计数顺序的跳动,读取波动范围 δt ,以 $\delta t/2$ 作为该仪表的波动量。

27.2 短时间示值漂移

仪表预热后输入 50% 量程所对应的电量值,读取此值 t_0 ,以后每隔 10 min 测量一次(测量值 t_i 为 1 min 之内 5 次仪表读数的平均值),历时 1 h,取 t_i 与 t_0 之差绝对值最大的值,作为该仪表短时间示值漂移量。

28 连续运行

给仪表输入一个量程 80% 的信号,连续运行 24 h 后按 25.4 款的方法在仪表量程的 20% 和 80% 附近测量基本误差。

(二) 仪表位式控制部分的检定

29 设定误差的检定

29.1 检定应在仪表量程的 10%、50%、90% 附近的设定值上进行。切换差可调的仪表将切换差设在中间位置。

29.2 增大输入信号,使显示值缓慢接近设定值,当输出状态改变时,读取仪表示值,或输入电量值。然后缓慢减小输入信号,当输出状态改变时,读取仪表的示值或输入电量值。一般只进行一个上下循环的检定。如果有疑义或仲裁时,必须进行上述三个循环的检定。数字方式设定的仪表,其设定值能够测量的,当检定结果产生疑义需仲裁时,应将设定的输入信号调整在设定值的转换点上。

29.3 多位控制作用的仪表,应对每位的检定点按上述两位控制作用的检定方法分别进行检定。

29.4 位式控制作报警作用的仪表,上限报警点只要测得上切换值,下限报警点只要测得下切换值。

29.5 设定误差按式 (15) 计算:

$$\Delta_{sw} = \left[\frac{\bar{A}_{sw1} + \bar{A}_{sw2}}{2} + e - A_{sp} \right] / \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_{t_i} \quad (15)$$

式中: Δ_{sw} ——位式控制的设定误差 (°C);

\bar{A}_{sw1} 、 \bar{A}_{sw2} ——分别为上、下行程输出状态改变时读得的输入电量值的平均值 (mV, Ω);

A_{sp} ——设定点温度对应的标称电量值 (mV, Ω)。

29.6 可以用设定点偏差表示的仪表,设定点偏差按式 (16) 计算:

$$\Delta_{sw'} = \frac{\bar{t}_{d1} + \bar{t}_{d2}}{2} - t_{sp} \quad (16)$$

式中: $\Delta_{sw'}$ ——位式控制的设定点偏差 (°C);

\bar{t}_{d1} 、 \bar{t}_{d2} ——分别为上、下行程输出状态改变时读得仪表表示值的平均值 (°C);

t_{sp} ——设定点温度值 (°C)。

29.7 报警设定点误差(偏差)的计算只要将式 (15) 和式 (16) 中切换中值换成上(或下)切换时的输入电量值(或仪表显示值)即可。

30 切换差的检定

30.1 切换差的检定可与设定点误差检定同时进行。

30.2 切换差可调的仪表应在仪表量程 50% 的设定点上进行最大、最小切换差的检定。计算切换差可调范围或切换差设定值的误差。同时按式 (15) 或式 (16) 计算不同切换差时的设定点误差或设定点偏差。

30.3 切换差按式 (17)、式 (18) 计算：

$$\Delta_{sd} = |\bar{A}_{sw1} - \bar{A}_{sw2}| / \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_{t_i} \quad (17)$$

$$\text{或 } \Delta_{sd} = |\bar{t}_{d1} - \bar{t}_{d2}| \quad (18)$$

(三) 仪表时间比例控制部分的检定

31 设定点误差的检定

31.1 检定应在仪表量程的 10%、50%、90% 附近的设定点上进行。

31.2 比例带可调的仪表将比例带设在最大位置；零周期可调的仪表将零周期设在最小位置。如制造厂另有规定，则按规定设置。

31.3 将仪表的输出端（通断型输出的常开触点两端）接到 ρ 值测量仪的输入端。输入信号使显示值缓慢接近设定值，当时间比值 ρ 稳定在 $0.5 \pm \Delta\rho$ （允差值 $\Delta\rho$ 见附录 4）时读取仪表示值或输入电量值。当仪表的零周期满足附录 5 要求时，也可用秒表测量输出端的断续时间来计算 ρ 值。有疑义时仍需用 ρ 值测量仪。

31.4 数字方式设定的仪表，其设定值能够测量的，当检定结果产生疑义需仲裁时，应将设定点的输入信号调整在设定值的转换点上进行。

31.5 设定点误差按式 (19) 计算：

$$\Delta_{st} = (A_h + e - A_{sp}) / \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_{t_i} \quad (19)$$

式中： Δ_{st} ——时间比例控制的设定点误差（℃）；

A_h —— ρ 为 0.5 时输入的电量值（mV， Ω ）。

31.6 可以用设定点偏差表示的仪表，设定点偏差按式 (20) 计算：

$$\Delta_{st} = t_{dh} - t_{sp} \quad (20)$$

式中： Δ_{st} ——设定点偏差（℃）；

t_{dh} —— ρ 为 0.5 时仪表的显示值（℃）。

31.7 当比例带较大，使检定设定点误差时所需的 $\Delta\rho$ 很小难以保证时，可按附录 6 的方法进行检定。

32 比例带的检定

32.1 将设定点置于量程的 50% 检定点上，周期可调的仪表，将周期处于中间位置。

32.2 输入信号使时间比值 ρ 为 1，对于非等周期的仪表需保持一段时间（一般取大于

5 倍的零周期时间)。然后增大输入信号,当开始有循环周期脉冲输出时(一般取 ρ 大于 0.9),读取输入电量值;接着增大输入信号,使时间比值 ρ 为 0。对于非等周期的仪表保持上述同样的时间后,减小输入信号,当开始有循环周期脉冲输出时(一般取 ρ 小于 0.1),读取输入电量值。 a_2 为 0.2 和 0.5 的仪表,可用读取仪表示值来代替。

有疑义及仲裁时,必须读取输入电量值并折算成温度值后计算实际的比例带。

32.3 仪表的实际比例带可以按式 (21) 计算:

$$P_{ac} = \frac{t_{p2} - t_{p1}}{t_{max} - t_{min}} \times 100\% \quad (21)$$

式中: P_{ac} ——实际比例带;

t_{p1} 、 t_{p2} ——分别为输入信号增加、减小后刚出现循环周期脉冲时的输入电量值所对应的温度值(或仪表示值);

t_{max} 、 t_{min} ——分别为仪表的上限值和下限值。

33 零周期的检定

33.1 零周期的检定可与设定误差检定同时进行。读数 ρ 为 $0.5 \pm \Delta\rho$ 时的周期值。

33.2 零周期可调的仪表还应在仪表量程 50% 的设定点上可进行可调范围或周期设定误差的检定。检定时将周期设置在最大和最小位置上,读取 ρ 为 0.5 时的周期值。以此确定仪表实际的可调范围或周期设定值误差。

34 手动再调的检定

34.1 检定时将仪表的设定点置于量程的 50% 上。周期可调的仪表,将周期处于最小位置。比例带可调的仪表,分别将比例带处于最大和最小位置。

34.2 输入信号使仪表显示值与设定值相等。然后调节手动再调信号至最大、最小和中间值。测量输出 ρ 值的实际范围。

(四) 仪表连续及断续(二位式)比例积分微分控制部分的检定

35 静差的检定

35.1 仪表的输出端接上制造厂规定负载电阻的最大值(0~10 mA 的仪表一般为 1 k Ω , 4~20 mA 的仪表一般为 500 Ω),并串联电流输入的自动电位差计(或直流电流表)。对于断续控制的仪表,输出端接上频率周期多功能测试分析仪。

35.2 检定应在仪表量程的 10%、50%、90% 附近的设定点上进行。使用中的仪表可只选 1 至 2 个常用的设定点检定。

35.3 PID 参数可调的仪表,将比例带置于 5%~10% 左右;再调时间和预调时间均置最小。周期可调时应置于最小处。

35.4 输入一个与设定值相应的电量值,并作适当调整使输出分别稳定在输出量程的 10% 及 90% 处,使用中的仪表可稳定在量程的 50% 处检定。在 $10T_1$ 时间内,输出单方向变化不大于输出量程的 $2\alpha_3\%$ / P 时,读取输入电量值,并将其换算成相应的温度值。

35.5 数字方式设定的仪表,其设定值能够测量的,当检定结果产生疑义需仲裁时,应将设定点的输入信号调整在设定值的转换点上进行调整。

35.6 仪表的静差可按式 (22) 计算:

$$\Delta_{0f} = (A_{0f} - A_{sp}) / \left(\frac{\Delta A}{\Delta t} \right)_t \quad (22)$$

式中: Δ_{0f} ——仪表的静差 (℃);

A_{0f} ——输出稳定时输入的电量值 (mV, Ω)。

36 输出及其输出阶跃响应的检定

仪表与检定设备的连接同静差检定。将设定点设置在量程的 50% 处, PID 参数可调的仪表, 将比例带设在 5% ~ 10% 左右, 再调时间设在 2 min 处, 预调时间设在 1 min 处。断续输出的仪表, 周期可调的应将周期置最短 (1 s ~ 10 s)。输入信号, 使输出为最小 (和最大), 并记录其大小。然后输入一个上升 (和下降) 的阶跃信号, 阶跃信号的大小约为比例范围的 1/5, 在直流电流表上观察输出的变化, 或在记录仪上观察输出特性曲线。断续 PID 控制的仪表在 ρ 值测量仪上观察 ρ 的变化。

37 比例带、再调时间、预调时间的检定

新制造和控制部分修理后的仪表需进行比例带、再调时间、预调时间的检定。整体检定可按附录 7 的图解法进行。

五 检定结果的处理和检定周期

38 换算和数据化整

由电量值换算成温度值时, Δt 的最后结果应按数据修约规则化整到末位数与仪表的分辨力相一致; Δt , $\Delta t'$ 应化整到比仪表分辨力精确一位; 设定点误差、切换差、静差的最后结果也应化整到与仪表分辨力相一致。

在读取电量值及相应的误差计算中, 小数点后应保留的位数以舍入误差小于仪表允许误差的 1/10 ~ 1/20 为限。

判断仪表是否合格应以化整后的数据为准。

39 经检定符合本规程要求的仪表, 出具检定证书; 不合格的仪表, 出具检定结果通知书, 并标明不合格项目。

40 仪表的检定周期可根据使用条件和使用时间来确定, 但一般不超过 1 年。

附录 1

名 词 及 定 义

1 波动中值

仪表显示值波动上、下限的平均值。

2 标称电量值

热电偶（或热电阻）分度表中各温度点所对应的热电动势（或电阻）值。

3 设定点误差

输出变量按规定的要求输出时，测得的输入信号所对应的温度值与设定值之差值。

4 设定点偏差

输出变量按规定的要求输出时，测得的输入信号所对应的温度值与指示相应设定值时的输入信号所对应的温度值之差值，即仪表所指示的被控变量示值与设定值之差值。

5 切换值

位式控制仪表的输出从一种状态变换到另一种状态时，测得的输入信号（输入上行程或下行程）所表示的温度值。

6 切换差

上、下行程切换值之差。

7 时间比值（ ρ ）

在时间比例作用输出中，一个周期脉冲的持续时间与持续、间歇时间之和的比值。时间比值的上、下限理论值应等于 1 和 0。

8 非线性系数（ r ）

在时间比例作用中，平均比例增益与时间比例 ρ 为 0.5 时的比例增益之差值与平均比例增益之比。

9 零周期

在时间比例作用中，当一个周期脉冲中的持续时间与间歇时间相等时，所测得的持续、间歇时间之和。

10 比例带

又称比例范围，具有比例作用的仪表，以百分数表示的相应输入量程的输入变量变化与相应输出量程的输出变量变化之比。

11 再调时间（积分时间）

具有比例积分作用的仪表，当输入变量给定为阶跃变化时，再调时间为输出变量达到阶跃施加后，立即得到的变化值的两倍所需时间。

12 预调时间（微分时间）

具有比例微分作用的仪表，当输入变量给定为斜坡状（等速）变化时，预调时间为输出变化达到斜坡施加后，立即得到的变化值的两倍所需时间。

13 静差

比例积分微分控制的仪表，输出在稳态时输入的温度值与设定值之差值。

14 干扰系数

具有多控制作用的仪表，各特性指标互相影响的系数。

附录 2

检 定 方 法 选 择 表

标称测量 范围 (℃)	实际测量 范围 (℃)	3 位					3 $\frac{1}{2}$ 位					4 位					4 $\frac{1}{2}$ 位									
		分辨率 ℃	准确度等级					分辨率 ℃	准确度等级					分辨率 ℃	准确度等级					分辨率 ℃	准确度等级					
			1	0.5	0.3	0.2	0.1		1	0.5	0.3	0.2	0.1		1	0.5	0.3	0.2	0.1		1	0.5	0.3	0.2	0.1	
0~50	0~49.9	0.1	Ⅱ	Ⅱ	/	/	/							0.01	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ							
0~100	0~99.9	0.1	Ⅰ	Ⅱ	/	/	/							0.01	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ							
-50~50	-49.9~49.9	0.1	Ⅰ	Ⅱ	/	/	/							0.01	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ							
0~150	0~149.9							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
0~200	0~199.9							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
0~300	0~300	1	Ⅱ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ							
0~400	0~400	1	Ⅱ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ							
0~500	0~500	1	Ⅱ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ							
0~600	0~600	1	Ⅰ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ							
0~800	0~800	1	Ⅰ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ							
0~1 000	0~999	1	Ⅰ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ							
0~1 300	0~1 300							1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
0~1 600	0~1 600							1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
0~1 800	0~1 800							1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
200~400	200~400	1	Ⅱ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	/							
300~600	300~600	1	Ⅱ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ							
400~800	400~800	1	Ⅱ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ							
600~1 600	600~ 1600							1	Ⅰ	Ⅱ	/	/	/							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ
-100~100	-99.9~99.9	0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	/							0.01	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ							
-200~200	-199.9~199.9							0.1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ													
备 注		Ⅰ 为允许采用输入法被检点标称电量值法进行检定的仪表。																								
		Ⅱ 为只能采用寻找转换点法进行检定的仪表。																								
		/ 为不推荐制造的仪表																								

附录 3

不同分度号热电偶、热电阻的 E , $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ 及 R , $\frac{\Delta R}{\Delta t}$ 值

项目 值 分度号 温度 $t-90/^\circ\text{C}$	$E, \frac{\Delta E}{\Delta t} (\mu\text{V}, \mu\text{V}/^\circ\text{C})$								$R, \frac{\Delta R}{\Delta t} (\Omega, \Omega/^\circ\text{C})$			
	B	R	S	J	T	E	K	N	Pt100	Pt10	Cu100	Cu50
-250					-6 180 6.5	-9 718 9.5	-6 404 5.0	-4 313 3.0				
-200				-7 890 22.0	-5 603 16.0	-8 825 25.5	-5 891 15.5	-3 990 10.0	18.52 0.430			
-150				-6 500 33.0	-4 648 22.5	-7 279 36.0	-4 913 23.5	-3 336 16.0	39.72 0.415			
-100				-4 633 41.0	-3 379 28.5	-5 237 45.5	-3 554 30.5	-2 407 21.0	60.26 0.405			
-50		-226 3.0	-236 4.6	-2 431 47.0	-1 819 34.0	2 787 52.5	-1 889 36.0	-1 023 24.5	80.31 0.395		78.49 0.430	39.24 0.220
-40		-188 4.0	-194 4.5		-1 475 35.0				84.27 0.395		82.80 0.430	41.40 0.215
-30		-145 4.5	-150 5.0		-1 121 36.0				88.22 0.395		87.10 0.430	43.55 0.215
-20		-100 5.0	-103 5.0		-757 37.5				92.16 0.395		91.40 0.430	45.70 0.215
-10		-51 5.0	-53 5.0		-383 38.0				96.09 0.395		95.70 0.430	47.85 0.215
0	0 0.0	0 5.0	0 5.0	0 50.0	0 39.0	0 59.0	0 39.5	0 26.0	100.00 0.390	10.000 0.039 0	100.00 0.430	50.00 0.215
10					391 39.5				103.90 0.390	10.390 0.039 0	104.28 0.430	52.14 0.215
20	-3 0.0	111 6.0	113 6.0	1 019 51.5	790 40.0	1 192 60.5	798 40.0	525 26.5	107.79 0.390	10.779 0.039 0	108.56 0.430	54.28 0.215

(续)

项目 值 温度 $t-90^{\circ}\text{C}$	分度号	$E, \frac{\Delta E}{\Delta t} (\mu\text{V}, \mu\text{V}/^{\circ}\text{C})$								$R, \frac{\Delta R}{\Delta t} (\Omega, \Omega/^{\circ}\text{C})$			
		B	R	S	J	T	E	K	N	Pt100	Pt10	Cu100	Cu50
30					1 196 41.0					111.67 0.390	11.167 0.039 0	112.84 0.430	56.42 0.215
40					1 612 42.0					115.54 0.390	11.554 0.039 0	117.12 0.430	58.56 0.215
50	2 0.5	296 6.5	299 6.5	2 585 53.5	2 036 43.0	3 048 63.5	2 023 41.0	1 340 27.5		119.40 0.385	11.940 0.038 5	121.40 0.430	60.70 0.215
60		363 6.5	365 6.5		2 468 43.5					123.24 0.380	12.324 0.038 0	125.68 0.430	62.84 0.215
80		501 7.0	502 7.0		3 358 45.5					130.90 0.380	13.090 0.038 0	134.24 0.430	67.12 0.215
100	33 1.0	647 7.5	646 7.5	5 269 54.5	4 279 47.0	6 319 67.5	4 096 41.5	2 774 29.6		138.51 0.380	13.851 0.038 0	142.80 0.430	71.40 0.215
150				8 010 55.0	6 704 50.0	9 789 71.0	6 138 40.0	4 302 31.5		157.33 0.375	15.733 0.037 5	164.27 0.430	82.13 0.210
200	178 2.0	1 469 9.0	1 441 8.5	10 779 55.5	9 288 53.0	13 421 74.0	8 138 40.0	5 913 33.0		175.86 0.370	17.586 0.037 0		
250				13 555 55.5	12 013 56.0	17 181 76.0	10 153 40.5	7 597 34.5		194.10 0.360	19.410 0.036 0		
300	431 3.5	2 041 9.5	2 323 9.0	16 327 55.5	14 862 58.0	21 036 78.0	12 209 41.5	9 341 35.5		212.05 0.355	21.205 0.035 5		
350				19 090 55.0	17 819 60.0	24 964 79.0	14 293 42.0	11 136 36.5		229.72 0.350	22.972 0.035 0		
400	787 4.0	3 408 10.5	3 259 9.5	21 848 55.0	20 872 62.0	28 946 80.0	16 397 42.5	12 974 37.0		247.09 0.345	24.709 0.034 5		
500	1 242 5.0	4 471 11.0	4 233 10.0	27 393 56.0		37 005 81.0	20 644 42.5	16 748 38.0		280.98 0.335	28.098 0.033 5		

(续)

项目 值 温度 $t-90/^\circ\text{C}$	分 度 号	$E, \frac{\Delta E}{\Delta t} (\mu\text{V}, \mu\text{V}/^\circ\text{C})$								$R, \frac{\Delta R}{\Delta t} (\Omega, \Omega/^\circ\text{C})$			
		B	R	S	J	T	E	K	N	Pt100	Pt10	Cu100	Cu50
600		1 792 6.0	5 583 11.5	5 239 10.0	33 102 58.5		45 093 80.5	24 905 42.5	20 613 39.0	313.71 0.320	31.371 0.032 0		
700		2 431 7.0	6 743 12.0	6 275 10.5	39.132 62.0		53 112 79.5	29 129 42.0	24 527 39.5	345.28 0.310	34.528 0.031 0		
800		3 154 7.5	7 950 12.5	7 345 11.0	45 494 64.5		61 017 78.5	33 275 41.0	28 455 39.5	375.70 0.300	37.570 0.030 0		
900		3 957 8.5	9 025 13.0	8 449 11.5	51 877 62.5		68 787 77.0	37 326 40.0	32 371 39.0				
1 000		4 834 9.0	10 506 13.0	9 587 11.5	57 953 59.5		76 373 75.0	41 276 39.0	36 256 38.5				
1 100		5 780 10.0	11 850 13.5	10 757 12.0	63 792 58.0			45 119 38.0	40 087 38.0				
1 200		6 786 10.5	13 228 14.0	11 951 12.0	69 553 57.5			48 838 36.5	43 846 37.0				
1 300		7 848 11.0	14 629 14.0	13 159 12.0				52 410 35.0	47 513 36.0				
1 400		8 956 11.5	16 040 14.0	14 373 12.0									
1 500		10 099 11.5	17 451 14.0	15 582 12.0									
1 600		11 263 11.5	18 849 14.0	16 777 12.0									
1 700		12 433 11.5	20 222 13.5	17 947 11.5									
1 800		13 591 11.5											

附录 4

 $\Delta\rho$ 的取值

$\Delta\rho$ 的大小与被检仪表的允许误差有关, 与比例带的大小有关。对于有些仪表, 还必须考虑比例增益的非线性影响。 $\Delta\rho$ 的取值原则为由此造成的测量误差不大于允许误差的 $1/5$, 其值可以按式 (1) 计算:

$$\Delta\rho = \frac{a_2\% (1 - r)}{5P} \quad (1)$$

式中: r ——比例增益的非线性系数 (一般可取 0.2);

P ——仪表的比例带。

r 为 0.2 时的 $\Delta\rho$ 取值列于下表:

比例带 P (%)	$\Delta\rho$		
	$a_2\% = 0.5\%$	$a_2\% = 1.0\%$	$a_2\% = 1.5\%$
3	0.027	0.054	0.081
4	0.020	0.040	0.060
5	0.016	0.032	0.048
6	0.013	0.026	0.039
8	0.010	0.020	0.030
10	0.008	0.016	0.024
15	0.005	0.011	0.016
20	0.004	0.008	0.012

附录 5

用秒表测量 ρ 值的限制

ρ 值如果通过秒表测量输出端的断续时间计算得到, 秒表的操作误差将引起 ρ 值的测量误差。在附录 4 中已确定了设定点误差检定时 $\Delta\rho$ 的大小。用秒表测量时引起的 ρ 值测量误差不大于 $\Delta\rho$ 的 $1/5$ 时, 附录 4 的 $\Delta\rho$ 取值才有效。 ρ 值测量误差可以用式 (1) 计算:

$$\Delta\rho' = \frac{\Delta t}{\sqrt{2} T_0} \quad (1)$$

式中: Δt ——秒表的操作误差;

T_0 ——零周期。

取 $\Delta t = 0.1 \text{ s}$ 时, $T_{0\min}$ 为 $0.5/\sqrt{2}\Delta\rho$, 因此 T_0 大于下表时可以用秒表来测量。

比例带 P (%)	零周期 T_0 (s)		
	$a_2\% = 0.5\%$	$a_2\% = 1.0\%$	$a_2\% = 1.5\%$
3	20	10	5
4	20	10	10
5	30	20	10
6	30	20	10
8	40	20	20
10	50	30	20
15	—	40	30
20	—	50	30

附录 6

时间比例控制的仪表比例带较大时设定点误差的检定

仪表设定后, 首先输入设定值所对应的标称电量值, 并在输出端测得时间比例 ρ_s ; 然后减小 (或增大) 输入信号, 测得第二个时间比值 ρ_n (输入信号的变化应满足 ρ_n 与 0.5 之差的绝对值不大于 0.1), 并记下该输入信号对应的标称温度值。

设定点误差可按式 (1) 计算:

$$\Delta_{st} = \frac{\rho_s - 0.5}{|\rho_s - \rho_n|} \cdot |t_{sp} - t_n| \quad (1)$$

式中: ρ_s ——输入设定值所对应的标称电量值时测得的实际时间比值;

ρ_n ——输入减小 (或增大) 后测得的实际时间比值;

t_n ——输入减小 (或增大) 后的电量值所对应的标称温度值;

t_{sp} ——设定点温度值。

设定点偏差的计算公式同上。只是式中 ρ_s 和 t_n 的含义为:

ρ_s ——输入电量值使显示值与设定值相等时测得的实际时间比值;

t_n ——输入减小 (或增大) 后仪表的显示温度值。

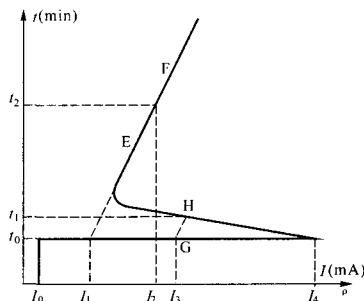
附录 7

比例带、再调时间、预调时间检定的图解法

检定是在输出阶跃响应检定的基础上进行。

比例带、再调时间和预调时间可以在正向输出特性曲线上作图得到。

正向输出特性曲线如下图所示。



图

作积分作用直线 EF 的反向延长线与 $t = t_0$ 坐标轴相交，得到输出电流 I_1 ，实际比例带可按式 (1) 计算：

$$P_{ac} = \frac{\Delta t_j \times FS'}{(I_1 - I_0) \times FS} \times 100\% \quad (1)$$

式中： Δt_j ——阶跃输入前后，电量值之差折算成的温度值 ($^{\circ}\text{C}$)；

FS ——仪表量程 ($^{\circ}\text{C}$)；

FS' ——仪表输出量程 (mA)；

I_0 ——阶跃信号输入前的输出电流值 (mA)，一般为略大于输出下限值。

令 $I_2 - I_1 = I_1 - I_0$ ，在输出轴上找到 I_2 ，并在积分作用直线 EF 上找到与输出电流 I_2 对应的时间 t_2 。再调时间按式 (2) 计算：

$$T_1 = t_2 - t_0 \quad (2)$$

在输出轴上，按式 (3) 计算找到 I_3 ：

$$I_3 - I_1 = (I_4 - I_1) \times 36.8\% \quad (3)$$

过 $G(t = t_0$ 与 $I = I_3$ 的交点) 作 EF 的平行线交 PID 曲线于 H 。

t_1 为 H 点在时间轴上的对应时间。预调时间可按式 (4) 计算：

$$T_D = \frac{I_4 - I_0}{I_1 - I_0} \times (t_1 - t_0) \quad (4)$$

PID 参数可调的仪表，分别改变其参数，用上述方法测量并计算实测结果，判定参数的覆盖面。

上述 P_{ac} 、 T_1 和 T_D 的结果是针对干扰系数 $F=1$ 或略大于 1 的仪表。如果 F 的影响不可忽略，则必须对上述结果加以修正。

$$P'_{ac} = P_{ac} \cdot F$$

$$T'_1 = T_1 / F$$

$$T'_D = T_D \cdot F$$

式中： P'_{ac} ， T'_1 ， T'_D ——分别为修正后的比例带，再调时间，预调时间。

附录 8

数字温度指示调节仪检定记录格式

(1) 寻找转换点法

送检单位_____, 型号_____, 分度号_____, 测量范围_____

准确度等级_____, 分辨力_____, 制造厂_____, 出厂编号_____

检定用标准设备_____, e _____, 室温_____, 相对湿度_____

仪表 显示值	相对应的 电量值	转 换 点	I				II				误差	
			输入标准值		分辨力		输入标准值		分辨力			
℃	mV, Ω		℃	mV, Ω	A1-A2	A1'-A2'	℃	mV, Ω	A1-A2	A1'-A2'	℃	mV, Ω
		A1										
		A2										
		A1'										
		A2'										
		A1										
		A2										
		A1'										
		A2'										
		A1										
		A2										
		A1'										
		A2'										
		A1										
		A2										
		A1'										
		A2'										
		A1										
		A2										
		A1'										
		A2'										
		A1										
		A2										
		A1'										
		A2'										
		A1										
		A2										
		A1'										
		A2'										

外观_____, 允许基本误差_____, 实际最大误差_____

显示值的波动量_____, 短时间零点漂移_____, 实际分辨力_____

绝缘电阻_____, 绝缘强度_____, 结论_____

复核_____ 检定员_____ 检定日期_____

(2) 输入被检点标称电量值法

送检单位_____, 型号_____, 分度号_____, 测量范围_____

准确度等级_____, 分辨力_____, 制造厂_____, 出厂编号_____

检定用标准设备_____, e _____, 室温_____, 相对湿度_____

被检点 温 度	相对应的 标准器读数	行 程	I	II	误差
			显示值	显示值	
℃	mV, Ω		℃	℃	
		上			
		下			
		上			
		下			
		上			
		下			
		上			
		下			
		上			
		下			
		上			
		下			

外观_____, 基本误差: 允许值_____, 实际最大误差_____

显示值波动量_____，短时间示值漂移_____

绝缘电阻_____，绝缘强度_____

检定员_____复核员_____检定日期_____

(3) 位式控制部分

设定点 $t_{sp}^{\circ}\text{C}$	上切换值		下切换值		设定点误差 Δ_{sw} (设定点偏差 Δ'_{sw}) ($^{\circ}\text{C}$)	切换差 Δ_{sd} ($^{\circ}\text{C}$)	备 注
	A_{sw1}	t_{d1}	A_{sw2}	t_{d2}			
	()	()	()	()			

设定点误差(偏差): 允许值_____, 实际最大值_____

切换差: 允许值_____, 实际最大值_____

结 论_____

检定员_____, 复核员_____, 检定日期_____

(4) 时间比例控制部分

设定点 $t_{sp}^{\circ}\text{C}$	$\rho=0.5$ 时 输入电量值 A_h (仪表示值 t_{dh}) ()	设定点误差 Δ_{st} (设定点 偏差 Δ'_{st}) ($^{\circ}\text{C}$)	零周期 T_0 (s)	比例带 P (%)	$\rho\geq 0.9$ 时 仪表输入 值 t_{p1} ($^{\circ}\text{C}$)	$\rho\leq 0.1$ 时 仪表输入 值 t_{p2} ($^{\circ}\text{C}$)	实际比 例带 P_{ac} (%)

设定点误差 (偏差): 允许值_____, 实际最大值_____

比例带: 标称值或范围_____, 实际值或范围_____

零周期: 标称值或范围_____, 实际值或范围_____

手动再调: 实际范围_____

结 论: _____

检定员_____, 复核员_____, 检定日期_____

(5) 比例积分微分控制部分

设定点 t_{sp} ($^{\circ}\text{C}$)	输出稳定时的电量值 A_{of} ()			静差 Δ_{of} ($^{\circ}\text{C}$)
	10% FS'	50% FS'	90% FS'	

输出范围: 标称_____, 实际_____

输出特性: _____, (周期 T) _____

静 差: 允许值_____, 实际最大值_____

P : 标称值或范围_____, 实际值或范围_____

T_1 : 标称值或范围_____, 实际值或范围_____

T_0 : 标称值或范围_____, 实际值或范围_____

结论: _____

检定员_____, 复核员_____, 检定日期_____