

前 言

本标准参考美国材料与试验学会 ASTM B70—1990(1995)《电热用金属材料电阻随温度变化标准测量方法》、ASTM B84—1990(1995)《精密电阻器用合金丝电阻温度常数标准测量方法》和 ASTM B114—1990(1995)《分流器和精密电阻器用片材电阻温度常数标准测量方法》三个标准。为满足包括电阻、电热合金在内的各类金属材料对电阻温度特征参数检测的不同需要,对 GB/T 4067—1983 进行修订。本标准的主要技术指标与 ASTM 标准基本相同,在控温精度、对热电偶具体要求方面结合国情作了调整和补充,与 ASTM 标准略有差异。

本标准此次修订在以下方面进行了修改:

- 增加了“引用标准”、“定义”、“原理”三章。
- 扩大了适用范围、增加了精密电阻合金片(带)材和电热合金的技术内容。
- 术语中增加了“电阻温度因数”及“峰值温度”两个特征参数。
- 删去了因具体情况而异的属于“操作规程”的内容。
- 在应力等重要影响因素的控制上,较以前严格。

自本标准实施之日起,代替 GB/T 4067—1983《金属材料电阻温度特性参数测定方法》。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由国家冶金工业局提出。

本标准由冶金信息标准研究院归口。

本标准起草单位:首钢总公司冶金研究院。

本标准主要起草人:李丽敏、张晓义、李 昕。

本标准 1983 年 12 月首次发布。

金属材料电阻温度特征参数的测定

代替 GB/T 4067—1983

Testing method for electrical resistance-temperature characteristic parameters of metallic materials

1 范围

本标准规定了金属材料及其他相关导电材料电阻温度特征参数测量方法的定义、原理、测试装置、试样制备、试验电流、测量程序、测量结果计算、试验报告、精度和偏差等。

本标准适用于在适宜的温度间隔内,测定任何一种金属或合金丝、片材电阻与温度关系曲线近似抛物线时的关系式和相应的电阻温度常数、峰值温度,及在适宜的温度间隔内,确定任何一种金属、合金或其他导电材料的电阻温度因数及平均电阻温度系数等特征参数。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 8170—1987 数值修约规则
- JJG 141—88 工业用铂铑 10(铂铑 13)-铂热电偶检定规程
- JJG 229—87 工业用镍铬-镍硅、镍铬-考铜热电偶检定规程
- JJG 351—84 工业用铂-铜热敏电阻检定规程

3 定义及符号

3.1 电阻温度因数

指定温度 t 下的电阻值与基准温度 t_0 下的电阻值之比,以 C_t 表示:

$$C_t = \frac{R_t}{R_0} \dots\dots\dots(1)$$

- 式中: C_t ——电阻温度因数;
- R_t ——温度 t °C 下的电阻值, Ω ;
- R_0 ——基准温度¹⁾ t_0 °C 下的电阻值, Ω 。

3.2 平均电阻温度系数

温度 t_1, t_2 下,与温度变化 1°C 相应的电阻温度因数的平均变化值²⁾,以 $\bar{\alpha}_{t_1, t_2}$ 表示:

$$\bar{\alpha}_{t_1, t_2} = \frac{R_2 - R_1}{R_0(t_2 - t_1)} \dots\dots\dots(2)$$

- 式中: $\bar{\alpha}_{t_1, t_2}$ ——温度 t_1, t_2 下的平均电阻温度系数, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;
- R_1 ——起始温度 t_1 °C 下的电阻值, Ω ;
- R_2 ——终止温度 t_2 °C 下的电阻值, Ω ; ($t_2 > t_1$)
- R_0 ——基准温度 t_0 °C 下的电阻值, Ω 。

3.3 电阻温度常数

电阻温度关系接近抛物线形时,关系式中一次项与二次项的系数,以 α 、 β 表示:

$$R_t = R_0[1 + \alpha(t - t_0) + \beta(t - t_0)^2] \dots\dots\dots(3)$$

式中: R_t ——温度 t ℃下电阻值,Ω;

R_0 ——基准温度 t_0 ℃下的电阻值,Ω;

t ——试验测量温度,℃;

t_0 ——基准温度,℃;

α ——一次电阻温度常数,℃⁻¹;

β ——二次电阻温度常数,℃⁻²。

3.4 峰值温度

试验温度范围内,电阻呈极大值时的温度,以 t_m (℃)表示。

4 原理

4.1 本测量方法是用电阻测量仪器检测作为温度函数的导电材料电阻的阻值;目前通用的单(双)电桥法、补偿法(‘电位差计法’)、数字欧姆计及其他等效的电阻测量装置,只要能满足本标准的要求,都可选作阻值测量仪器。

4.2 由于电阻是敏感参量,故对电热材料和丝、片状精密电阻材料试样的变温、测温装置,基于特征参数测量要求分别做出了规定;测控温质量是影响测量结果的关键因素之一。

5 测试装置

全套测试装置由一个或多个可将试样加热到指定温度的恒温槽或加热炉、温度测量仪及适用的试样阻值测量仪构成。

5.1 恒温槽或炉子

5.1.1 用于检测精密电阻合金丝的恒温槽

5.1.1.1 适用温度-65~15℃的液体槽可由甲苯或其等效物构成;使用温度15~250℃的液体槽可由低粘度的、化学中性的油构成,要求油的燃点至少比使用温度高出50℃。

5.1.1.2 液体槽内的液体必须有足够的量,以保证经搅拌后,试样与温度计周围的温度均匀;要求在-65~100℃范围,温差应处于0.5℃以内;在100~250℃范围,应处于1℃以内。如果温度范围小于100℃,对温度均匀性的指标应按比例提出更严格的要求。

注:建议使用处于室温下的、一种有溶解能力的浴槽,以便在浸入某个温度槽前,用来漂洗试样。

5.1.2 用于检测精密电阻合金片(带)的恒温槽。

5.1.2.1 槽内盛有化学中性的油;液体槽内的液体必须有足够的量,以保证经搅拌后,在0~80℃的任一温度处,试样与温度计周围区域的温度差异不大于0.2℃。

5.1.3 恒温槽温度分布与手动控温

5.1.3.1 自动控温的槽内,在试验过程中的任一温度、任意时间,要求槽内任一点温度与平均温度之差不大于0.2℃;在手动控温时,要求变温速率不超过0.2℃/min。

5.1.4 用于检测电热合金等材料高温电阻的电炉

5.1.4.1 在从室温至所需的最高温度的范围内,用于加热试样的炉子的温度应是可控制的;炉子的结构应能保证放置试样和热电偶的区段内,在检测的各温度点上的温度分布均匀。为防止辐射的影响,应对试样和热电偶进行屏蔽。

1) 通常以20℃为基准温度,下同。

2) 作为“在指定温度范围内,与温度变化1℃相应的电阻平均变化率。”

5.1.4.2 为检验放置试样的炉内区段的温度均匀性,应将一支尺寸有代表性的试样和热电偶一起置于炉子的中心区后,将炉子加热到试验的最高温度并在该温度下保温,此后将试样连同热电偶往温度梯度最大的方向移动一个距离,此距离应等于试样可能有的最大尺寸,对于典型材料,要求由此所致前后两个温度的差异不大于1%。

5.1.4.3 所用温度控制器应能将测试温度控制在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内。

5.2 温度测量仪

5.2.1 用于检测精密电阻合金丝的测温仪

5.2.1.1 温度测量的不确定度应达到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 或整个温度范围的1%中的较小者。

5.2.2 用于检测精密电阻合金带(片)的测温仪

5.2.2.1 用实验室水银温度计或电阻温度计检测温度,温度计灵敏度应可指示出 0.1°C 的温度变化;在 $0\sim 80^{\circ}\text{C}$ 区间内,对温差的测量不确定度应达到 0.2°C 。

5.2.3 用于检测电热合金等材料高温电阻的测温仪

5.2.3.1 此系统由校正了的温度传感器件或器件组与人工的、电子的或其他等效的读出装置构成,要求被检温度示值好于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.3.2 由于本试验方法涉及的温度范围广,依温度区间的不同,可使用不同类型的传感器件;一般采用JJG 141或JJG 351检定规程校正的丝状(32 AWG或更细的丝)或箔状热电偶,以及按JJG 229规程校正的丝状电阻温度计。

5.2.3.3 在 $190\sim 350^{\circ}\text{C}$ 范围内推荐使用E型或T型热电偶,在 $0\sim 900^{\circ}\text{C}$ 范围内推荐使用K、S及N型热电偶。热电偶应定期进行校验,以保证在使用过程中不致发生污染或因接点处合金组元的迁移而产生的相变,影响测温的准确性。

5.2.3.4 当使用热电偶时,应借助冰水槽或不受周围环境温度变化影响的、等效的电子基准装置来保证其参照端为 0°C 。

5.2.3.5 应以与电位差计相连的校正了的热电偶来检测温度;当使用光学高温计时,其在任一温度下对温度测量的不确定度不应超过 10°C 。

5.3 电阻测量仪

5.3.1 检测精密电阻合金的电阻测量仪及其使用

5.3.1.1 应能测量出试样阻值0.001%的变化;为此可选用凯尔文双电桥、数字欧姆计或其他等效测量仪器。

5.3.1.2 要求选用的电阻测量仪不会因环境温度的变化而影响其测量结果;合格的仪器应能允许 1°C 的温度变化。

5.3.1.3 测量工作在热电势和寄生电流的影响已尽量予以消除的前提下进行;当这些影响足够小时,可用下述两种方法之一测量试样电阻值;第一种方法是当检流计回路断开时使检流计示零,在电源正反向接入时分别使电桥平衡,以两次测量的均值作为试样电阻值;第二种方法是当检流计与测量回路接通、电源开路时使检流计示零,以电桥单向平衡示值作为试样电阻值。

5.3.2 用于检测电热合金等材料的电阻测量仪

5.3.2.1 可以凯尔文桥、电位差计、数字欧姆计或其他等效装置完成电阻值小于 $10\ \Omega$ 试样的检测,惠斯通桥可用来检测电阻值大于 $10\ \Omega$ 的试样;电阻值测量精度应达到0.1%。

6 试样制备

6.1 取样

6.1.1 从被检材料的每一根连续长度中制取一个试样。

6.2 试样尺寸与形状

6.2.1 试样的尺寸应满足实现电阻精密测量的需求。对于有绝缘层的丝状精密电阻合金试样,应绕成

直径不小于 50 mm 的空心圈；对于片状精密电阻合金试样，如果试样阻值不小于 0.01Ω ，可将试样制成“U”形。

6.2.2 对于没有绝缘层的丝状试样，应将其绕在一个绝缘骨架上，须注意不应因此在温度改变时予试样以附加形变；在缠绕过程中所用的张力不应太大，只要能保证将绝缘线绕成平滑的圈，或可保证使绕在绝缘骨架上的裸线圈间彼此不致相互接触即可。

6.2.3 对于由高电阻率合金制成的细丝，可使用直丝状试样；在制样过程中应避免产生应变。

6.3 试样连接

6.3.1 对于可以忽略引线电阻的高电阻试样，可用铜焊、钎焊、熔焊或夹持的方法将铜导线与试样连接；这个铜接线端的电阻值应小于试样电阻的 0.02%。

6.3.2 如果试样电阻小于 10Ω ，应以电流端与电位端分开的办法测量电阻。此时借助铜焊、钎焊或熔焊的方法将两条铜线与试样每端的两个端头连接。设定端头位置时，应注意保证测得的电位差不包括电流联结处附近的电压降。对于片（带）材试样，其每个电流端的内侧与相邻电位端的距离应不小于试样宽度的两倍，端头应位于试样宽度的中部，可在图 1 所示由试样切出的耳子上用焊接的方法制成端头。对于电热合金丝材试样，试样每端以焊接法连接的电位引线应与相邻电流引线的距离应不小于由两电位端所确定的、试样长度的十分之一。

注：切出的耳子的推荐长度为 12.7 mm，宽度为 3.2 mm；耳子切成后，应清除切口处的碎屑。在冲切之前，最好在耳子与试样的连接处用锐利的钻头在试样上钻两个小孔。

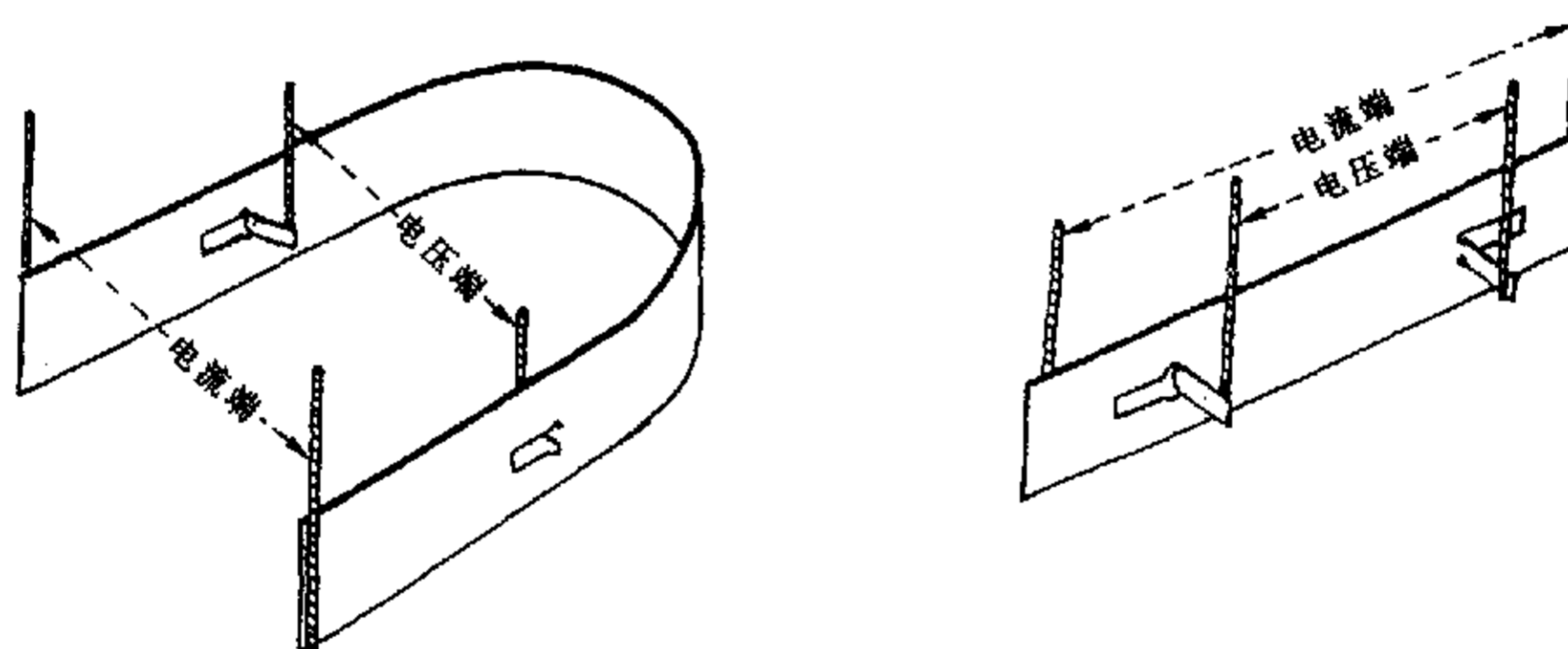


图 1 片材试样连接示意图

6.3.3 由细金属丝形成的线圈本身通常没有足够的刚性来支撑接线端，可用一段细玻璃杆或陶瓷杆穿入线圈，以作为线圈的支撑并固定试样连接端。

6.3.4 当以惠斯通电桥检测电热合金试样的电阻值时，要求所用引线由与试样同质的材料制成，其电阻值应不超过试样电阻值的 1%。为避免因炉内、外温差造成的试样温度损失，无论采用何种电阻值测量方法，所用引线在炉子加热区内的长度均应不小于加热区最小横向尺寸的 50 倍。

6.4 试样的预处理

6.4.1 为得到稳定的电阻值，加工后的电阻合金试样须经稳定化处理；对于锰铜合金，在机加工之后，应在 $140^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 下连续保温 48 h，然后冷到室温。

6.4.2 预处理后，将试样浸入硝酸溶液（50%）蚀去铜膜（可据试样颜色判断），再在流动的水中彻底擦洗。

7 试验用电流

7.1 不要为使试样电阻或测量装置的示值产生可观的变化而选取过大的工作电流，以避免热效应的影响。

7.2 对于丝状精密电阻合金试样,为从实验上确定所选取的工作电流不是过大,将试样浸入其电阻值对温度变化相对敏感的液体槽内,保持选定的工作电流不变,直到试样的电阻值成为一常数;然后将此电流值增加40%并使其保持不变,直到试样电阻值再次成为一个常数;若上述两个电阻值的变化大于0.01%,则表明所选工作电流太大,应使其减小,直到经上述检验后电阻值的变化达到要求为止。

7.3 对于片(带)状精密电阻合金试样,要求应能保证使其裸表面上的功率损失不超过 0.003 W/cm^2 。从实验上确定所选用的电流不是过大的方法与7.2条相同,但限定前后两个电阻值的变化不得大于0.001%。

7.4 对于电热合金试样,采用上述实验检查方法时,电阻值变化的限定值为0.1%;对于镍-铬合金试样,在 400°C 下进行实验是适宜的温度。

注:可用计算法确定电热合金材料试验用电流:若流经试样的电流在试样的有效自由表面上的功率损失小于 0.01 W/cm^2 ,则试验用电流大小对电阻测量的影响可以忽略。对于直条状试样以及相邻各圈间的距离大于试样截面最大横向尺寸5倍的缠绕或弯曲的试样,“自由表面”指的是试样两个电位端之间的表面面积;如果为了将试样置于炉中,而将试样绕成了相邻圈间的距离小于试样截面最大横向尺寸5倍的螺线、螺旋,或经前后弯折形成的折线状的拐折间距亦具有上述特征时,“自由表面”指的是由绕、折试样形成的圆筒状或棱柱状的外轮廓表面。按式(4)完成测量电流功率损失的计算:

$$W = I^2 R_m \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: W ——功率损失, W ;

I ——测量电流, A ;

R_m ——最高试验温度下的电阻值, Ω 。

8 测量程序

8.1 精密电阻合金电阻温度常数的检测

8.1.1 将试样接到测量电路中,完全浸入恒温槽里;为检验试样电阻值的稳定性,先在基准温度(例如 20°C 或 25°C)下测量其初始值。将该恒温槽升温或将试样转移到另一个在所需的最高温度下进行保温的恒温槽中,待试样电阻值恒定后记下电阻测量仪读数和恒温槽的温度。

8.1.2 借助冷却或转移恒温槽,使试样的温度下降到所需的下一个较低的温度处,待试样电阻值恒定后,再次记录电阻值和温度。

8.1.3 依此类推;在要求的温度范围内,在降温过程中,进行一系列电阻随温度变化的测定;所取测温间隔应约为整个温度范围的10%,或按供需双方协商确定。

8.1.4 选取的温度测量点应有足够的数量;为计算出电阻-温度关系式,须在3个温度下进行测量;如果试验未连续进行,则至少需要5个温度下的观测数据。

8.1.5 连续测量过程中应经常注意电阻测量仪的温度。

8.2 精密电阻合金平均电阻温度系数的检测

8.2.1 除8.1.4条外,与8.1条相同;测量点不应少于3点,其中包括基准温度。

8.3 电热合金平均电阻温度系数的检测

8.3.1 将试样装入炉中,使炉温升至指定的最高温度,此后保温直至试样电阻值恒定为止,这里说的“恒定”不包括因氧化所致的电阻值变化;此后,以步进式降温程序将炉温降至室温,其步长应不大于 100°C ;在此过程中,应在每一‘步’上,对已稳定的温度和电阻值进行测量,记录每次读数的时间,要求每次读取的电阻值至少是由试验电流正反向测得的一对电阻值的平均值;这种正反向测量对于消除热电势的影响是必要的(见5.3.1.3条)。

9 测量结果计算

9.1 电阻温度常数的计算

9.1.1 式(3)中的电阻温度常数 α 、 β 及基准温度下的电阻值 R_0 由在3个有足够间隔的温度点上测得

的 R_0 值确定,为此,将 3 组 R_t, t 值代入式(3)得到 3 个方程式,解此联立方程得到 R_0, α 和 β 值。

9.1.2 为简化计算,可从绘出的电阻和温度的关系曲线上直接读取 R_0 值;此后,在曲线上选取两个附加点,其中的 t_1 应至少比基准温度 t_0 ($^{\circ}\text{C}$) 低 5°C , 第二个温度 t_2 应接近检测的最高温度,它们应满足下述关系:

$$K(t_0 - t_1) = t_2 - t_0 = K\Delta t \quad \dots\dots\dots(5)$$

注:例如,若取 t_1 比基准温度低 10°C ,为简化计算, t_2 的取值应依次比基准温度高 10°C 、 20°C 或 30°C ,此时则分别有 $K=1, 2$ 或 3 。

为计算方便, K 通常取整数。若温度 t_1 时的电阻为 R_1, t_2 时的电阻为 R_2 , 则:

$$\alpha = \frac{(R_2 - R_0) - K^2(R_1 - R_0)}{R_0 K(K + 1)\Delta t} \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$\beta = \frac{K(R_1 - R_0) + (R_2 - R_0)}{R_0 K(K + 1)(\Delta t)^2} \quad \dots\dots\dots(7)$$

如 $K=1$, 则可简化为:

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{2R_0\Delta t} \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\beta = \frac{R_1 + R_2 - 2R_0}{2R_0(\Delta t)^2} \quad \dots\dots\dots(9)$$

9.1.3 如果测量的是相对于基准温度 $t_0^{\circ}\text{C}$ 时的电阻变化值,上述方程将有稍微不同的形式:设 ΔR_1 代表 t_0-t_1 间电阻变化与 R_0 的比值, ΔR_2 代表 t_0-t_2 间电阻变化与 R_0 的比值,即

$$\Delta R_1 = (R_1 - R_0)/R_0 \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$\Delta R_2 = (R_2 - R_0)/R_0 \quad \dots\dots\dots(11)$$

则

$$\alpha = \frac{\Delta R_2 - K^2\Delta R_1}{K(K + 1)\Delta t} \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$\beta = \frac{K\Delta R_1 + \Delta R_2}{K(K + 1)(\Delta t)^2} \quad \dots\dots\dots(13)$$

若 $K=1$, 则简化为:

$$\alpha = \frac{\Delta R_2 - \Delta R_1}{2\Delta t} \quad \dots\dots\dots(14)$$

$$\beta = \frac{\Delta R_1 + \Delta R_2}{2(\Delta t)^2} \quad \dots\dots\dots(15)$$

注:令电阻-温度关系式的参照温度为 0°C ,以电阻的相对值为因变量,若基准温度 t_0 下试样电阻值为 R_0 ,测量所用标准电阻的电阻值为 R_N ,且 $R_0 \approx R_N$,又已知试样的电阻-温度关系曲线呈抛物线状(例如,在 $15\sim 35^{\circ}\text{C}$ 区间内,锰铜试样符合此规律),则有关系式:

$$P_t = P_0 + At + Bt^2 \quad \dots\dots\dots(16)$$

其中: $P_t=t$ ($^{\circ}\text{C}$) 时试样的电阻值与基准温度 t_0 ($^{\circ}\text{C}$) 时标准电阻阻值的比率, %;

$P_0=0^{\circ}\text{C}$ 时试样的电阻值与基准温度 t_0 ($^{\circ}\text{C}$) 时标准电阻阻值的比率, %。

式中 A 和 B 为据不同温度下的电阻测量值计算出的常数。据此,生产检验中采用的一种测量方法是:将所测试样电阻值与置于基准温度 $t_0^{\circ}\text{C}$ 下的、其特征参数已知的稳定的电阻器(的电阻值)相比较,若这两个电阻值相近,测量结果可直接以百分数表示(例如 100.008%);如果在电阻值变化符合抛物线关系的温度范围内的 t_1, t_2, t_3, t_4 四个温度下进行了测量,所得到的试样电阻与标准电阻的比值(百分单位)分别为 P_1, P_2, P_3, P_4 , 则常数 A 和 B 及电阻温度常数可由下式计算得出:

$$B = \frac{\frac{P_3 - P_1}{t_3 - t_1} + \frac{P_4 - P_1}{t_4 - t_1} - 2\frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}}{t_3 + t_4 - 2t_2} \quad \dots\dots\dots(17)$$

$$A = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} - B(t_2 - t_1) \quad \dots\dots\dots(18)$$

常数 A 、 B 与电阻温度常数间的关系为：

$$\alpha = (A + 2Bt_0)/100 \quad \dots\dots\dots(19)$$

$$\beta = B/100 \quad \dots\dots\dots(20)$$

9.2 峰值温度或极值温度的计算

按式(3)可得呈抛物线关系的电阻温度曲线上极大值(峰值)或极小值处对应的温度：

$$t_m = t_0 - \frac{\alpha}{2\beta} \quad \dots\dots\dots(21)$$

式中： t_m ——峰值温度或极值温度，℃；

t_0 ——基准温度，℃；

α ——一次电阻温度常数，℃⁻¹；

β ——二次电阻温度常数，℃⁻²。

9.3 电阻温度因数与平均电阻温度系数的计算

9.3.1 按式(1)完成电阻温度因数的计算；在指定温度区间，按式(2)完成平均电阻温度系数的计算。

9.4 温度-电阻曲线与奇异点

9.4.1 以降温后的室温电阻值为基准，标绘电阻随温度变化的曲线；在与曲线相应的图表上标出相继读数间的时间间隔；据降温曲线确定被检材料准确的电阻温度特征参数(见 9.1.2、9.2、9.3 条)。

9.4.2 如果发现曲线在某些点处呈现不光滑，应再做一次温度循环；在异常区内以近于 25℃ 的间隔重新测定温度和相应的电阻值。

10 试验报告

10.1 电阻温度常数测量试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 试样牌号；
- b) 对材料及其绝缘状况的描述；
- c) 试样的几何尺寸、电位端距离与近似电阻值；
- d) 记录电阻-温度关系的表格；
- e) 测量开始及结束时测量装置的温度及室温；
- f) 用于 α 和 β 数值计算的 t 和 ΔR 值；
- g) 电阻温度常数 α 、 β 计算值，数值修约执行 GB/T 8170，修约至 0.1×10^{-6} 位；
- h) 在测量范围内，显示试样电阻值不随温度而变时的试样温度或峰值温度。

10.2 平均电阻温度系数测量试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 试样牌号；
- b) 材料及其绝缘状况的描述；
- c) 试样的几何尺寸及其近似电阻值；
- d) 记录电阻-温度关系的表格；
- e) 测量开始及结束时测量装置的温度及室温；
- f) 电阻温度系数测量值，以 $1 \times 10^{-6} \text{℃}^{-1}$ 为单位，数值修约执行 GB/T 8170。

11 精度和偏差

11.1 电阻温度常数测量的精度和偏差

11.1.1 仪器与操作者的技术水平在决定测量质量中起很大的作用；本方法尚不能给出关于电阻温度

常数测量的精度和偏差的确切的数据。

11.2 平均电阻温度系数与电热合金检测的精度与偏差

11.2.1 电阻随温度变化的重现性主要依赖于试样中温度的均匀性,其次取决于降温速率;对于镍-铬合金,降温越快,电阻变化越小。

11.2.2 本检测方法的精度在±2%以内。

11.2.3 基于11.2.1条所述原因,偏差不能确定。

附录 A

(提示的附录)

可选择的计算方法与补充规定

A1 另一种有用的、可选择的计算 α 和 β 值的方法是：对于一个给定的锰铜类试样，当其电阻值 R_0 与标准电阻阻值 R_N 值相近时，若已知其在 3 个不同的、适宜的温度下的电阻值（其中之一为基准温度下的），则将它们代入式(3)中形成两个方程；解该方程组，经整理后得出 α 和 β 值：

$$\beta = \frac{\frac{P_n - P_0}{t_n - t_0} - \frac{P_m - P_0}{t_m - t_0}}{t_n - t_m} \dots\dots\dots(A1)$$

$$\alpha = \frac{P_n - P_0}{t_n - t_0} - \beta(t_n - t_0) \dots\dots\dots(A2)$$

式中： P_n ——温度为 t_n ($^{\circ}\text{C}$)时试样与标准电阻的相对差值， 1×10^{-6} ；
 P_m ——温度为 t_m ($^{\circ}\text{C}$)时试样与标准电阻的相对差值， 1×10^{-6} ；
 P_0 ——基准温度 t_0 ($^{\circ}\text{C}$)时试样与标准电阻的相对差值， 1×10^{-6} ；
 α, β ——电阻温度常数， α 单位： $1 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ； β 单位： $1 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-2}$ 。

A1.1 峰值温度($t_m, ^{\circ}\text{C}$):

$$t_{\text{max}} = t_0 - \alpha / (2\beta) \dots\dots\dots(A3)$$

A1.2 任一温度下的(瞬时)温度系数(T.C., $1 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$)为:

$$T.C. = \alpha + 2\beta(t - t_0) \dots\dots\dots(A4)$$

A1.3 电阻测量过程中，温度均应控制在 $\pm 0.2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ 以内。

A1.4 测量并记录试样与另一个电阻器的相对差值，以百万分之一为单位表达，令 P_m, P_n 分别为与 t_m, t_n 对应的相对差值。

A1.5 锰铜丝材电阻测量的分辨率值应不大于 1×10^{-6} ，锰铜片材电阻测量的分辨率值应不大于 5×10^{-6} 。

A1.6 得到 3 个不同温度下的电阻值后，将相应数组代入关于 α 和 β 关系式，从而得到 α 和 β 值。

A1.7 如果对 α 和 β 值的测定有特殊要求，应在 4 个温度点下进行测量；首先从 4 个“温度-电阻相对差值”数组中选取 3 个计算 α 和 β 值；在第二次计算中，再从 4 个数组中选取 3 个，其中应包括第一次计算时没选取的那个数组，进而得到第二组 α 和 β 值；利用不同数组所完成的关于 α 和 β 值的计算，有助于避免错误的发生。两个 α 或 β 值的差异不能超过 10%。