

电热设备的试验方法
间接电阻炉

Test methods for electroheat installations
Indirect resistance furnaces

1 主题内容与适用范围

本标准与 GB 10066.1 配合,规定了间接电阻炉(以下简称电阻炉)的试验条件和试验方法。

本标准适用于各类工业和实验用电阻炉,主要是加热和热处理用间歇式和连续式电阻炉、电阻熔炼和保温炉、盐浴炉等。

本标准不适用于家用和类似用途的电热器具。

2 引用标准

GB 10066.1 电热设备的试验方法 通用部分

3 术语

除下列术语外,其余术语按 GB 10066.1 第 3 章的规定。

3.1 间接电阻炉

电流通过加热元件(对电极盐浴炉,是流过电极和盐液)所产生的热量,通过传导、对流、辐射,使炉料间接得到加热的电阻炉。

3.2 额定电压, V

对于不配备调压器或变压器等的电阻炉,是在设计时规定并在铭牌上标出的、接在加热元件上的电压。

3.3 工作电压, V

对于配备调压器或变压器等的电阻炉,是在设计时规定的接在加热元件或电极(对电极盐浴炉)上的电压,通常是一个电压范围。

3.4 额定功率, kW

电阻炉设计时规定并在铭牌上标出的输入功率。

3.5 工作温度, °C

电阻炉设计时规定的正常使用温度,通常是一个温度范围。在此温度范围内电阻炉应能满足所规定的炉温均匀度要求。

3.6 试验温度, °C

在对电阻炉的某项指标进行试验时,试验方法中所规定的炉子温度。如未加规定,试验温度就是最高工作温度。

3.7 工作区尺寸, mm

电阻炉设计时规定的并在图样上标明、允许放置炉料的炉内空间尺寸。

3.8 空炉升温时间, h

通常指在额定电压下, 把一台经过充分干燥的、没有装炉料的电阻炉, 从冷态加热到试验温度所需的时间。

对于配备调压器或变压器等的电阻炉, 空炉升温时间是指按企业产品标准中规定的升温程序进行升温所需的时间。

对多控制区电阻炉, 是指所有控制区都达到试验温度所需的时间。

3.9 空炉损失, kW (曾名“空炉损耗功率”)

没有装炉料的电阻炉的炉体部分在最高工作温度下的热稳定状态时所损失的功率。

3.10 积蓄热, kW·h

没有装炉料的电阻炉从冷态开始升温直到试验温度下的热稳定状态时, 炉衬和炉子其他结构件中所积蓄的热量。

3.11 空炉能耗, kW·h

没有装炉料的电阻炉从冷态开始升温直到试验温度下的热稳定状态时所消耗的能量, 包括这个阶段炉体的积蓄热和散失到周围空间的能量。

3.12 相对效率, %

没有装炉料的间歇式电阻炉从冷态开始升温并在达到最高工作温度后保温, 在从开始加热到达到某一规定时刻的时间内可被利用的能量与满功率输入能量之比。

3.13 炉温均匀度, °C (曾名“炉温均匀性”)

电阻炉在试验温度下的热稳定状态时炉内的温度均匀程度。除非另有规定, 炉温均匀度表示为: 在规定的各个测温点上所测得的最高和最低温度分别与在控温点上所测得的温度的差(各点温度值分别是同样次数测量的平均值)。没有特别说明时, 指在空炉情况下, 特殊情况(如有罐炉、浴炉等)另在产品标准中规定。

3.14 炉温稳定度, °C (曾名“炉温控制精度”)

电阻炉在试验温度下的热稳定状态时控温点温度的稳定程度。炉温稳定度的表示方法见 6.14 条。

3.15 表面温升, °C

电阻炉在最高工作温度下的热稳定状态时, 炉体外表面指定范围内任意点的温度与环境温度的差。

3.16 最大装载量, kg

间歇式电阻炉设计时规定的每一炉最多能装载的炉料重量, 包括随被加热工件或材料同时进炉的料筐、料盘或夹具等的重量。

3.17 加热能力

表征间歇式电阻炉是否有足够输入功率的一个指标。通常表示为: 在产品标准规定的试验条件下把炉料装入炉内后, 炉温能在规定的时间内从环境温度上升(如对真空炉)或从开始加料时的温度回升(对一般电阻炉)到规定的温度。

3.18 生产率, kg/h

连续式电阻炉设计时规定的在典型工作和典型加热工艺条件下, 或在由制造厂和用户商定的条件下的生产能力。

3.19 多工区电阻炉

具有多个不同工艺要求的工作区的电阻炉, 如具有加热区、渗碳区、扩散区、保温区等的渗碳淬火炉, 工作时各区的温度一般不相同。

3.20 多(控制)区电阻炉

同一个炉膛内加热元件被分成几个组, 分别用温度控制仪表加以控温的电阻炉, 如深井式电阻炉, 在工作时各区温度一般相同。

3.21 电阻炉成套机组

由淬火加热炉、淬火槽、清洗机、回火炉、送料机构、控制柜(或台)等组成的热处理用电阻炉成套设备。

4 一般要求和基本测量

按 GB 10066.1 第 4、5 两章的规定。

5 试验项目

除 GB 10066.1 第 6 章中所列试验项目外,补充的项目如下,但所有这些试验项目不是必须全部进行的。对电阻炉技术经济评价所需进行的试验项目可从中选取,必要时再在产品标准中补充。所需进行的试验项目应在产品标准中具体规定,或由制造厂和用户商定。

5.1 冷态试验项目

- a. 工作区尺寸的测量;
- b. 炉衬质量的检查;
- c. 加热元件制造质量的检查;
- d. 金属加热元件冷态直流电阻的测量;
- e. 加热元件对炉壳短路的检查。

5.2 热态试验项目

- a. 空炉升温时间的测量;
- b. 额定功率的测量;
- c. 最高工作温度的测量;
- d. 空炉损失的测量;
- e. 相对效率的测量;
- f. 空炉能耗的测量;
- g. 积蓄热的测量;
- h. 炉温均匀度的测量;
- i. 炉温稳定度的测量;
- j. 表面温升的测量;
- k. 装料运行试验;
- l. 加热能力试验;
- m. 控制气氛电阻炉的检漏;
- n. 泄漏电流的测量;
- o. 生产率的测量。

6 试验方法

GB 10066.1 第 6 章所列试验项目按该标准第 7 章相应条目试验。本标准补充项目的试验方法规定如下:

推荐用电阻炉型式试验自动化装置进行试验。

6.1 工作区尺寸的测量

用直尺根据产品标准和设计图样测量。

6.2 炉衬质量的检查

对砖砌炉衬,可按有关标准的规定进行。

对耐火纤维炉衬,应按耐火纤维炉衬组装规定进行。

6.3 加热元件制造质量的检查

在加热元件制造和电阻炉装配安装过程中按设计图样的要求,用量具测量加热元件的主要尺寸,必要时用放大镜检查加热元件表面(尤其是焊接部位)有无裂纹等缺陷。

6.4 金属加热元件冷态直流电阻的测量

用直流电桥测量。单相接线时测量总电阻;三相接线时测量并计算各相的电阻。

6.5 加热元件对炉壳短路的检查

在电阻炉炉体装配完成、但未烘炉干燥之前,用万用表测量加热元件对炉壳的电阻,应无短路现象。

6.6 空炉升温时间的测量

试验前电阻炉应已充分干燥。在空炉冷态情况下接上电源,测出炉温上升到最高工作温度的时间。

测量空炉升温时间应根据电阻炉所用加热元件的性质和控制方式分别按下述要求进行。由于采用某些控制方式(如晶闸管移相控制)的电阻炉,其电参数目前还不能准确测量,在本试验和以下直到第 6.12 条试验中,对这些电阻炉都应当断开原有的控制系统而改用其他适当的控制系统。若电阻炉的工作电压低于电源电压,则应用调压器或变压器等降压。

6.6.1 对于采用镍铬合金和铁铬铝合金等电阻温度系数不大的材料作为加热元件的电阻炉:

凡采用位式控制或晶闸管过零控制者(晶闸管过零控制系统应处于“手动”控制位置),在测量过程中有条件时应使输入电压的波动不超过其额定值的 $\pm 2\%$;否则,可测出试验过程中的平均输入功率 P' (等于升温期间输入给炉子的电能除以实测升温时间 t'),而近似地用式(1)计算:

$$t = t' \cdot \left(\frac{P'}{P_n} \right)^2 \dots\dots\dots(1)$$

式中: t ——电阻炉的空炉升温时间, h;

t' ——实测升温时间, h;

P_n ——电阻炉的额定功率, kW;

P' —— t' 期间的平均输入功率, kW。

凡通过调压器或变压器等供电者,按下述规定调节其输入功率:对于无级调压的电阻炉,其输入功率的偏差应在 $\pm 2\%$ 范围内;对于有级调压的电阻炉,其输入功率的偏差应在 $\pm 10\%$ 范围内,试验结果也应用上述方法折算。

6.6.2 对于采用钨、钼、钽、碳化硅、二硅化钼等电阻温度系数大的材料和石墨作为加热元件的电阻炉,在测量时其输入电压应先调节在最低值上,然后根据企业产品标准中所规定的升温程序逐渐升高电压,并且根据是分级或无级调压,使额定功率的偏差尽可能保持在第 6.6.1 条中所述的范围内。

6.7 额定功率的测量

在以上试验中,当炉温将达到最高工作温度,而温度控制仪表尚未起作用时用功率表测量;对位式控温电阻炉,也可在炉温达到额定温度以后的通电期间内测量。测量结果应按 GB 10066.1 第 5.3 条式(1)进行折算。

6.8 最高工作温度的测量

在第 6.6 条的试验中,用电阻炉本身配备的温度仪表测量。如电阻炉本身不配备测量仪表,则用其他合适的仪表测量。

6.9 空炉损失的测量

电阻炉的空炉损失在电阻炉空炉最高工作温度下的热稳定状态时测量。炉内气氛应与正常工作时相同。炉内风机所消耗的功率应包括在内。

电阻炉的热稳定状态和空炉损失应在电阻炉达到最高工作温度后用下述 a、b、c 三种方法之一确定:

a. 平均功率法

用高精度(0.5 级)、高分辨率电度表,或用读取工业用电度表转盘转数的方法测量电阻炉相邻各段时间的耗电量,如在第一段时间 Δt_1 内的耗电量是 E_1 ,在第二段时间 Δt_2 内的是 E_2 ,……在第 n 段时间

Δt_n 内的是 E_n, \dots 等。

对于一般位式控制的电阻炉, $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_n, \dots$ 各段时间都必须是整数个通断周期的时间, 即 $\Delta t + \delta_i$ 小时, 其中 $\delta_i = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n)$ 要尽可能小。

对于连续控温或晶闸管控温的电阻炉, 各段时间都应相等, 即 $\Delta t_1 = t_2 = \dots = \Delta t_n = \Delta t$ 小时。

除非另有规定, Δt 的值对于实验电阻炉和全耐火纤维炉衬工业电阻炉取 0.5h, 对砖砌炉衬工业电阻炉取 1h。

求出各段时间内的平均功率:

$$P_1 = \frac{E_1}{\Delta t_1}$$

$$P_2 = \frac{E_2}{\Delta t_2}$$

$$P_n = \frac{E_n}{\Delta t_n}$$

设 $P_{\max 1}$ 和 $P_{\min 1}$ 分别是 P_1, P_2, P_3 中的最大值和最小值, 求得

$$\Delta_1 = \frac{P_{\max 1}}{P_{\min 1}}$$

同样, 对于 P_2, P_3, P_4 , 求得

$$\Delta_2 = \frac{P_{\max 2}}{P_{\min 2}}$$

式中 $P_{\max 2}$ 和 $P_{\min 2}$ 分别是 P_2, P_3, P_4 中的最大值和最小值。

重复类似计算, 直到:

$$\Delta_{n-1} \leq 1.03$$

$$\Delta_n \leq 1.03$$

$$\Delta_{n+1} \leq 1.03$$

这时, 就认为 Δt_n 时间段结束时, 电阻炉已达到实际上的热稳定状态。

电阻炉的空炉损失按式(2)计算:

$$P_o = (E_{n+1} + E_{n+2} + E_{n+3}) / (\Delta t_{n+1} + \Delta t_{n+2} + \Delta t_{n+3}) \cdot \frac{\theta_n - 20}{\theta_n - \theta_a} \dots \dots \dots (2)$$

式中: P_o ——空炉损失, kW;

$\Delta t_{n+1}, \Delta t_{n+2}, \Delta t_{n+3}$ ——测量时间段, h;

$E_{n+1}, E_{n+2}, E_{n+3}$ ——在 $\Delta t_{n+1}, \Delta t_{n+2}$ 和 Δt_{n+3} 时间段内测得的电阻炉耗电量, kW·h;

θ_n ——电阻炉的最高工作温度, °C;

θ_a ——试验最后阶段的环境温度, °C。

注: 对实验电阻炉, 如果试验中不能出现接连三个 Δ 都不大于 1.03 的情况, 则允许在出现接连二个 Δ 不大于 1.03 以后, 再次出现接连二个 Δ (Δ_n 和 Δ_{n+1}) 不大于 1.03 时就认为已达到热稳定状态。

b. 表面温升法

用分辨率不低于 0.2°C 的温度计测量炉壳的表面温度和环境温度。炉壳表面温度的测量点选择在侧壁对应于炉膛中心并远离引出孔的位置上。每隔 Δt 小时读取一次温度值, 并求出该点的温升值 (Δt 的取值同以上 a 种方法)。

设在测量过程中求得的炉壳表面温升值分别为 $\Delta \theta_1, \Delta \theta_2, \dots, \Delta \theta_n, \dots$ 。

进行类似上述 a 种方法的计算,求得每三个相邻温升值中的最大值与最小值之比 $\Delta_1, \Delta_2 \cdots \Delta_n \cdots$, 直到:

$$\Delta_{n-1} \leq 1.03$$

$$\Delta \leq 1.03$$

$$\Delta_{n+1} \leq 1.03$$

这时,就认为电阻炉在 Δt_n 时间段结束时已达到热稳定状态,电阻炉的空炉损失按式(3)计算:

$$P_o = \left(\frac{E_1}{\Delta t_1} + \frac{E_2}{\Delta t_2} + \cdots + \frac{E_M}{\Delta t_M} \right) \cdot \frac{\theta_n - 20}{\theta_n - \theta_a} \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中: $\Delta t_1, \Delta t_2, \cdots$ ——对各控制区的测量时间, h, 应不小于 1h; 对位式控温电阻炉, 各区的测量时间中应分别包含整数个通断周期;

E_1, E_2, \cdots ——在测量时间内各区的耗电量, kW · h;

M ——控制区数; 对单区炉, $M=1$ 。

c. 经验判稳法

由于炉衬结构和试验温度相同的同一品种电阻炉实际上达到热稳定状态的时间近似地相等, 因此可以根据以往的试验经验(用以上 a 种方法)在企业产品标准中规定同一品种电阻炉实际上达到热稳定状态的时间。对所规定的值有争议时, 用以上 a 种或 b 种方法校验。所规定的值应大于实际试验所得的值。对创优产品不得用此法。

电阻炉的空炉损失按式(4)计算:

$$P_o = \frac{E}{\Delta t} \cdot \frac{\theta_n - 20}{\theta_n - \theta_a} \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中: Δt ——从电阻炉实际上达到热稳定状态开始计算的测量时间, h。 Δt 应不小于 1h; 对位式控温电阻炉, Δt 中应包含整数个通断周期;

E ——在 Δt 时间内输入给电阻炉的电能, kW · h。

a 种方法是基本方法。当 a 种方法难以得到正确结果时(如对于多控制区电阻炉等), 可采用 b 种方法。c 种方法在对由 a 种方法所取得的结果有成熟经验的情况下采用。

6.10 相对效率的测量

在第 6.6 条试验开始前和在接着进行的第 6.9 条试验中的规定时刻 t (如 8h、16h 或在达到热稳定状态时), 分别读取用来测量输入给电阻炉能量的电度表的读数。相对效率按式(5)计算:

$$\eta = 1 - \frac{E_b}{P_n \cdot t} \cdots \cdots \cdots (5)$$

式中: η ——相对效率, %;

P_n ——电阻炉的额定功率, kW;

t ——从开始加热到达到某一规定时刻的时间, h;

E_b ——在 t 时间内输入给电阻炉的能量, kW · h。

6.11 空炉能耗的测量

在第 6.6 条试验开始前和在接着进行的第 6.9 条试验中实际上达到热稳定状态时分别读取电度表的读数, 并求得其差值 E_a 。 E_a 即为空炉能耗, kW · h。

6.12 积蓄热的测量

电阻炉的积蓄热 E_{ac} 在电阻炉由冷态变为最高工作温度下的热稳定状态过程中测量。可根据第 6.11 条试验过程中测得的 E_a 值用式(6)计算:

$$E_{ac} = (E_a - E_o) \cdot \frac{\theta_n - 20}{\theta_n - \theta_{an}} \cdots \cdots \cdots (6)$$

设电阻炉的外表面热损失与此表面的温升成正比, E_o 可近似地用式(7)计算:

$$E_o = \frac{P'_o}{\theta_{sn} - \theta_{an}} \sum_{k=1}^n \left[\frac{\theta_s(k-1) + \theta_{sk}}{2} - \theta_{sk} \right] \Delta t_k \dots\dots\dots(7)$$

以上两式中: E_{ac} ——电阻炉积蓄热, kW·h;

E_a ——在电阻炉由冷态变为热稳定状态过程中供给电阻炉的能量, kW·h;

E_o ——在电阻炉由冷态变为热稳定状态过程中电阻炉传送到周围介质中的能量, kW·h;

P'_o ——电阻炉空炉损失的实测值, kW;

θ_n ——电阻炉的最高工作温度, °C;

θ_{sn} ——热稳定状态时, 电阻炉的炉壁表面温度, °C;

θ_{an} ——热稳定状态时的环境温度, °C;

θ_{sk} ——在 Δt_k 时间段之末的环境温度, °C;

θ_{sk} ——在 Δt_k 时间段之末, 电阻炉的炉壁表面温度, °C;

Δt_k ——连续两次测量之间的时间, 定为 0.5h。

炉壁表面温度的测温点除产品标准另有规定者外, 应选择在外壁表面对应于炉膛中心并离开引出孔或热短路点至少 75mm 远处。

注: 这个方法只适用于密封良好, 其热损失功率主要由炉壁外表面散失到周围空间中的电阻炉。

6.13 炉温均匀度的测量

下述测量方法只适用于电阻炉制造厂的产品性能试验。用户在实际使用电阻炉时可参照本条规定, 改变第 6.13.2 条中所规定的测温区, 或对多区炉, 改变个别区的设定温度, 并以控温点的温度作为参考值(不作为基准值)等, 以求得满足加热工艺所要求的炉温均匀度的有效工作区。

6.13.1 测量条件

6.13.1.1 本试验方法只适用于用热电偶测温的电阻炉。

6.13.1.2 除非另有要求, 炉温均匀度在电阻炉不装炉料(空炉)的情况下测量。用户要求在装料情况下测量时, 炉料的材质、形状、大小、布置方式, 测温点的位置, 要求达到的指标等, 由制造厂和用户另行商定。

6.13.1.3 炉温均匀度在规定的测量点上, 在试验温度下的热稳定状态时测量。

试验温度下的热稳定状态可参照第 6.9 条所规定的方法确定。

6.13.1.4 具有风机的电阻炉, 在试验期间风机应正常运转。

6.13.1.5 对布设在控温点和各测温点上的热电偶应当通过转换开关用同一只精确度至少为 0.1 级, 分辨率不低于 0.01mV 的直流数字电压表进行温度测量。

6.13.1.6 控温热电偶应固定在设计规定的位置上, 其端点不应伸入到工作区内。

6.13.1.7 热电偶的校正

测量用热电偶, 包括控温用的, 应当事先与标准热电偶在接近试验温度的同一稳定热源中用同一只直流数字电压表校验, 以求得各热电偶与标准热电偶的读数差值。炉温均匀度试验中所测各点温度值应分别用这些差值校正。

采用动圈式控温仪表时, 由于控温仪表接线端上的电压与热电偶的热电势不同, 因此除校验控温热电偶之外, 还应校验控温仪表接线端上的电压。校验用线路如图 1 所示。

所用控温仪表和控温热电偶应为电阻炉本身的配套件。校验前应先调整好仪表外部测量线路的电阻值(按仪表说明书规定, 一般为 15Ω)。校验时把开关 S_1 和 S_2 先往左合, 求得控温热电偶的热电势读数, 然后往右合, 求得控温仪表接线端上的电压读数。

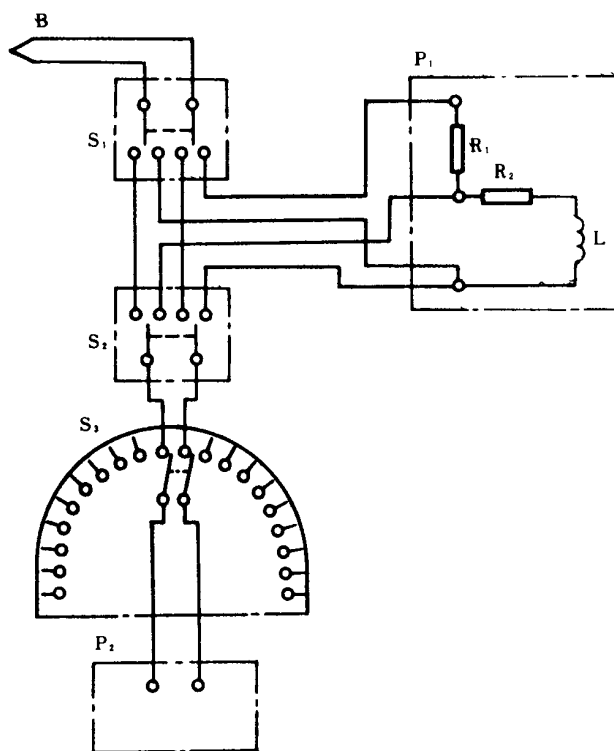


图 1

B—控温热电偶；P₁—动圈式控温仪表；L—动线圈；R₁—外线调整电阻；R₂—仪表内接电阻；S₁、S₂—双刀双掷开关；S₃—双刀转换开关；P₂—直流数字电压表

6.13.1.8 控温仪表给定温度的校正

对多控制区电阻炉，各控温仪表应事先进行给定温度的校正。

把相应于试验温度的热电偶输出电压接到仪表上，通常接在热电偶的端子上，移动给定指针或调节给定装置，直到仪表的接点动作。这时的温度给定值即为在炉温均匀度试验中该控温仪表所应设定的值，应对各区控温仪表逐一校正。

6.13.2 测温区

6.13.2.1 凡以“工作区尺寸”作为设计参数的间歇式电阻炉，测温区即为设计图样上用工作区尺寸所表示的长方体或圆柱体。

6.13.2.2 凡以“炉膛尺寸”或其他尺寸作为设计参数的电阻炉，其测温区另在产品标准中规定。

6.13.2.3 连续式电阻炉的测温区，其长度至少应为保温区长度的 80%，高度为图样上标明的工作区高度。

6.13.3 测温点(不包括控温点)的布置

6.13.3.1 对间歇式电阻炉，测温区呈长方体且其容积大于 0.15m³(适用于箱式炉、台车式炉、卧式真空炉等)时，至少应有九个测温点：一点位于离控温点不超过 150mm 处，八点分别位于测温区的八个端角上。

对多区电阻炉，每个控温点附近都应设一个测温点。

当测温区的长度大于 1.2m 而不大于 2m 时，应当在测温区沿长度方向中轴线的中心点上加设一个

测温点。

当测温区的长度大于 2m 而不大于 3.5m 时,应在上述中轴线上在两端面之间等距离加设两个测温点。

当测温区的长度大于 3.5m 而不大于 5m 时,应在中轴线上两端面之间等距离加设三个测温点。

作为举例,图 2 表示最后一种情况的测温点布置(没有标出控温点附近的测温点)。

测温区长度大于 5m 或宽度大于 1.5m 时,测温点的布置另在企业产品标准中规定或由制造厂和用户商定。

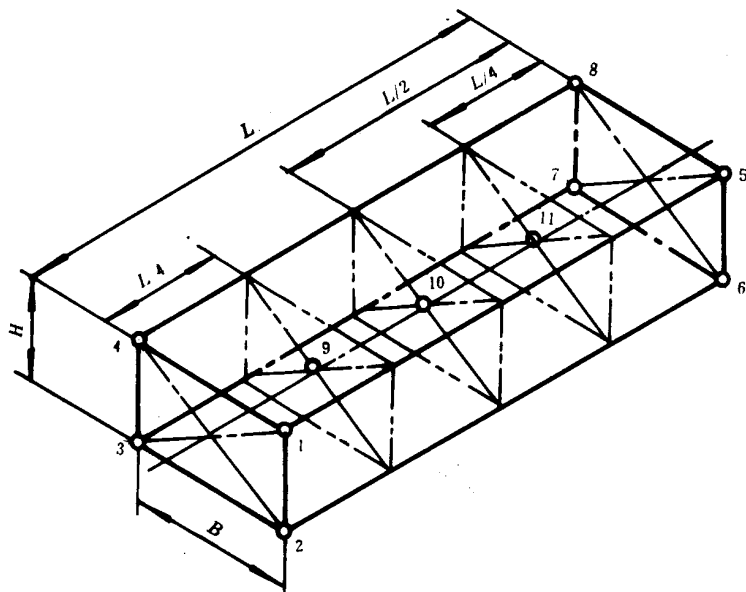


图 2

6.13.3.2 同第 6.13.3.1 条,但测温区容积等于或小于 0.15m^3 (适用于小型工业用箱式炉和实验用箱式炉)时,共有五个测温点,分别位于测温区的中心点和后上左、后下右、前下左、前上右四个端角上,如图 3 所示。

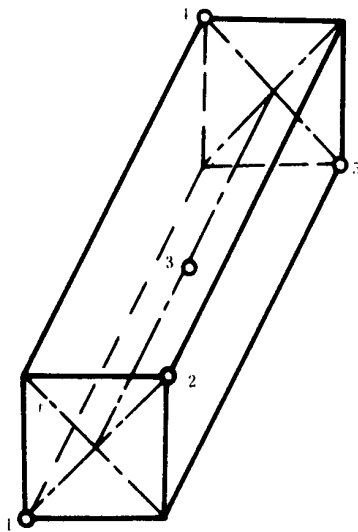


图 3

6.13.3.3 对间歇式电阻炉,测温区呈圆柱体且其容积大于 0.15m^3 (适用于井式炉、罩式炉、立式真空炉等)时,至少应有九个测温点:一点位于离控温点不超过 150mm 处;两点分别位于中轴线与上、下两端面的交点上;六点位于上、下两端面的边缘上,每条边缘上各 3 点,对称分布,上、下端面上的各点在正投影面上互相错开 60° 。

当测温区直径大于 1m 而不大于 2m 时,上、下端面上应各布置四个测温点,对称布置,上、下端面上的各点在正投影面上应互相错开 45° 。

对多区电阻炉。每个控温点附近都应设一个测温点。

当测温区的高度大于 1m 时,再在中轴线两端面间的中点上布置一个测温点。当高度大于 2m 时,把测温区沿高度方向等分为偶数 n 段,每段高度大于但尽可能接近 0.5m ,再在除中间横截面以外的其他横截面的边缘上各布设一个测温点(共加设 $n-2$ 点)。各点在正投影面上应依次对称分布。

作为举例,图 4 为测温区直径不大于 1m 、高度大于 3m 而不大于 4m 的情况下的测温点布置(没有标出控温点附近的测温点)。

测温区高度大于 5m 且直径大于 2m 时,测温点的布置按企业产品标准的规定或由制造厂和用户商定。

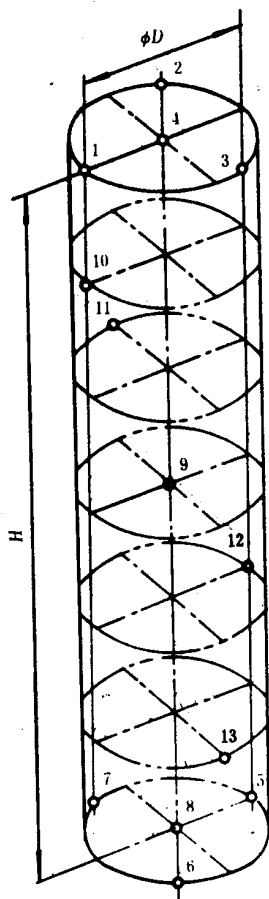


图 4

$$\phi D \leq 1\text{m}$$

$$3\text{m} < H \leq 4\text{m}$$

6.13.3.4 同第 6.13.3.3 条,但测温区容积等于或小于 0.15m^3 (适用于小型井式炉和实验用管式炉等)时共三个测温点,分别位于测温区的中心点和中轴线与两个端面的两个交点上。

6.13.3.5 对卧式连续式电阻炉:

测温点固定时,按以上第 6.13.3.1 和 6.13.3.2 条的规定。

测温点移动时,作与保温区纵向轴线垂直的截面,与测温区界面相交成矩形。对测温区高度大于 0.4m 的炉子,测温点取矩形四个端点和中心点(共五点);对不大于 0.4m 的炉子,取矩形侧边两中心点和矩形的中心点(共三点);各测温点以电阻炉正常炉料输送速度向前平行移动;又在各控温点附近不超过 150mm 处,各布设一点。

6.13.4 测量方法

6.13.4.1 对间歇式电阻炉

对控温点和各测温点上的温度进行循环测量。循环测量次数应不少于 20 次。循环测量周期定为 3min。在一个测量周期内,当测温点数少于或等于 9 个时,测量应在 1min 内完成;当测温点数多于 9 个时,测量应在 2min 内完成。全部测量结束后,分别求得各点温度读数的平均值,然后按第 3.13 条规定的定义确定所测电阻炉的炉温均匀度。

6.13.4.2 对卧式连续式电阻炉

用下述两种方法之一测量,具体采用哪一种方法,在产品标准中规定或由制造厂和用户商定。

a. 测温点移动法

在电阻炉要求保持恒定温度的区域(保温区)内,沿炉料前进的方向每隔一定距离进行一次循环测量。在一次循环测量中,应在尽可能短的时间内测出各测温点和控温点上的温度,循环测量的次数应不少于 10 次,总测量距离不短于保温区总长度的 80%,然后按产品标准中规定的定义确定炉温均匀度。

b. 测温点固定法

测量方法同 6.13.4.1 条。

6.14 炉温稳定度的测量

炉温稳定度用以上“炉温均匀度的测量”中在控温点上所测得的温度读数按式(8)计算:

$$\sigma = \pm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\theta_i - \theta_p) \dots\dots\dots (8)$$

式中: σ ——炉温稳定度, $^{\circ}\text{C}$;

θ_p ——所有测得的温度读数的算术平均值, $^{\circ}\text{C}$;

θ_i ——大于 θ_p 的温度读数, $^{\circ}\text{C}$;

n ——大于 θ_p 的读数个数。

对多区炉,应求出各区的炉温稳定度。

6.15 表面温升的测量

在电阻炉最高工作温度下的热稳定状态时按 GB 10066.1 第 7.2.1 条的方法先测出表面温度,减去测量时的环境温度即得到表面温升。

测量点的位置应在炉壳、炉门(或炉盖)、操作手柄(或手轮)等外表面除炉口(炉门口、炉盖口、加热元件和热电偶引出孔等)和炉衬穿透紧固件附近外的任意点上,具体位置按产品标准的规定。

6.16 装料运行试验

按电阻炉产品标准的规定,把一批等于规定重量的炉料装入炉内,然后按规定的程序进行炉料的加热和冷却。试验后用肉眼观察,炉子各部分(如炉衬、炉底板、炉面板、炉盖等)应无损坏或明显的变形。

6.17 加热能力试验

用下述两种方法之一进行试验,具体采用哪一种方法,在企业产品标准中规定或由制造厂和用户商定。条件许可时,应采用直接法,并以直接法的试验结果为准。

a. 直接法

在产品标准规定的试验条件下,把一批等于规定重量的炉料装入炉内,记录炉温上升或回升到试验温度的时间,应符合产品标准的要求。

试验用炉料除产品标准另有规定或制造厂与用户另有协议者外,对于钢铁材料,其直径或壁厚应不

大于 25mm。炉料的放置应尽可能有利于热能的吸收。

b. 间接法

利用空炉加热试验所测数据进行估算,即对热炉装料的情况,当式(9)成立时,电阻炉即被认为具有足够大的加热能力:

$$t_n(P_n - P_o) \geq G \cdot \Delta H \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中: P_n ——电阻炉的额定功率, kW;

P_o ——由第 6.9 条所测得的空炉损失, kW;

t_n ——在产品标准中规定的加热能力的试验时间, h;

G ——规定的炉料重量, kg;

ΔH ——炉料从初始温度(取基准环境温度 20℃)加热到试验温度时,其热焓的增加量, kW·h/kg。(参见《电机工程手册》第 34 篇“工业用电炉”图 34.4—7,或由制造厂和用户共同认定的其他可靠资料)。

间接法不适用于真空炉和盐浴炉。

6.18 控制气氛电阻炉的检漏

在电阻炉通控制气氛后正常运行并处于正压的情况下,用沿焊缝和各密封处涂肥皂水或其他更好的方法检漏;对可燃性控制气氛炉,也可在炉温高于 760℃时用点火嘴沿焊缝和其他密封处进行点火检漏。

6.19 泄漏电流的测量

本试验只对单相电阻炉测量。试验在最高工作温度下的热稳定状态时进行。

使单相电阻炉的炉体与地绝缘。用接在炉壳与地的连接线中的电流表测得的电流即为泄漏电流。

6.20 生产率的测量

在连续式电阻炉正常运行条件下且已处于热稳定状态时进行。试验用的炉料和加热工艺应符合产品标准的规定,或由制造厂和用户商定。至少应进行 8h。

6.21 其他

电阻炉其他试验项目的试验方法应在其产品标准中补充规定。

附加说明:

本标准由全国工业电热设备标准化技术委员会提出并归口。

本标准由西安电炉研究所负责起草。