

中华人民共和国国家标准

电热设备的试验方法 通用部分

GB 10066.1—88

代替 GB 4001—83

Test methods for electroheat installations—General

《电热设备的试验方法》包括适用于所有电热设备的《通用部分》和分别适用于各类电热设备的《专用部分》，本标准为其《通用部分》。

在各类电热设备的《专用部分》中应对适用于该类电热设备的试验项目及其试验方法作出规定，必要时对本标准所列试验项目的试验方法进行完善和补充。

在各类电热设备的产品标准或基本技术条件的《专用部分》中应对适用于该类产品的特殊试验项目及其试验方法再作规定，必要时对本标准和相应的《专用部分》所列试验项目的试验方法进行完善和补充。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了各类电热设备通用的试验条件和试验方法。

本标准适用于各类工业用和实验用电热设备(以下简称电热设备)，包括电阻炉、感应电热设备、直接电弧炉、埋弧炉、电渣重熔炉、红外加热炉、介质加热设备、微波加热设备、具有电子枪的电热设备、等离子电热设备、激光电热设备等。

本标准不适用于家用和类似的电热器具、焊接设备和建筑取暖设施。

2 引用标准

- GB 776 电测量指示仪表通用技术要求
- GB 1598 铂铑 13-铂热电偶丝及分度表
- GB 2614 镍铬-镍硅热电偶丝及分度表
- GB 2900 电工名词术语
- GB 2902 铂铑 30 -铂铑 6 热电偶丝及分度表
- GB 3768 噪声源声功率级的测定 简易法
- GB 3772 铂铑 10 -铂热电偶丝及分度表
- GB 4757 运输包装件基本试验
- GB 4824.2 工业、科学和医疗射频设备无线电干扰特性的测量方法
- GB 4989 热电偶用补偿导线
- GB 4990 热电偶用补偿导线合金丝
- GB 4993 镍铬-铜镍(康铜)热电偶丝及分度表
- GB 4994 铁-铜镍(康铜)热电偶丝及分度表
- GB 5294 放射工作人员个人剂量监测方法
- GB 5398 大型运输包装件试验方法
- GB 5959 电热设备的安全
- GB 10067.1 电热设备基本技术条件 通用部分

中华人民共和国机械电子工业部 1988-08-10 批准

1989-07-01 实施

JB 1995 辐射感温器技术条件

JB 2759 机电产品包装 通用技术条件

本标准和各《专用部分》中所引用的标准均以其最新有效版本为准。

3 术语

按 GB 10067.1 中第 3 章的规定。

4 一般要求

4.1 冷态试验

冷态试验在电热设备出厂前以及安装和冷态调整过程中进行。安装应按制造厂的产品说明书进行。试验中应采取必要的安全防护措施。

4.2 热态试验

除另有规定,热态试验应在冷态试验合格后进行。试验前电炉的炉衬已充分烘干;真空电炉应已充分除气。除非另有规定,电热设备应处于正常工作状态。试验中不得采取任何有利于提高性能的临时性设施,如对电阻炉的炉门、炉盖采取临时的防漏气措施,对炉壳进行强迫风冷等。

试验中应遵照 GB 5959.1 相应的《特殊要求》和其他有关安全标准和规程的规定,以确保试验中的安全。

4.3 环境条件

试验期间所要求的环境条件见表 1。

表 1

环境温度	正 常	20 C
	最 低	5 C
	最 高	40 C
相对湿度	最 大	85%
海拔高度	最 高	1 000m

注: 试验期间的环境条件如与表 1 不符,由制造厂和用户协商,对所测量数值进行必要的修正。

环境温度是指电热装置周围环境的温度。所有与温度有关的物理量以环境温度 20 C,即所谓基准温度为基准。

4.4 电源电压

试验期间电源电压的波形应当是正弦波形,其畸变不大于 5%。所谓畸变是指电源电压波瞬时值 a 与其相应的基波瞬时值 b 的最大偏差 $(a-b)$ 与基波幅值 c 的比,见图 1。因此,应有:

$$|(a-b)/c| < 0.05$$

对于三相供电的电热设备,应保证电源电压的三相平衡,必要时应在产品标准中提出允许的不平衡系数的要求。

各类电热设备电源电压的波动值应根据需要在相应的基本技术条件或产品标准中规定,必要时配备试验用调压器。

注: 试验期间的电源如与上述要求不符,除本标准和各《专用部分》已有规定者外,由制造厂和用户协商,对所测数值进行必要的修正。

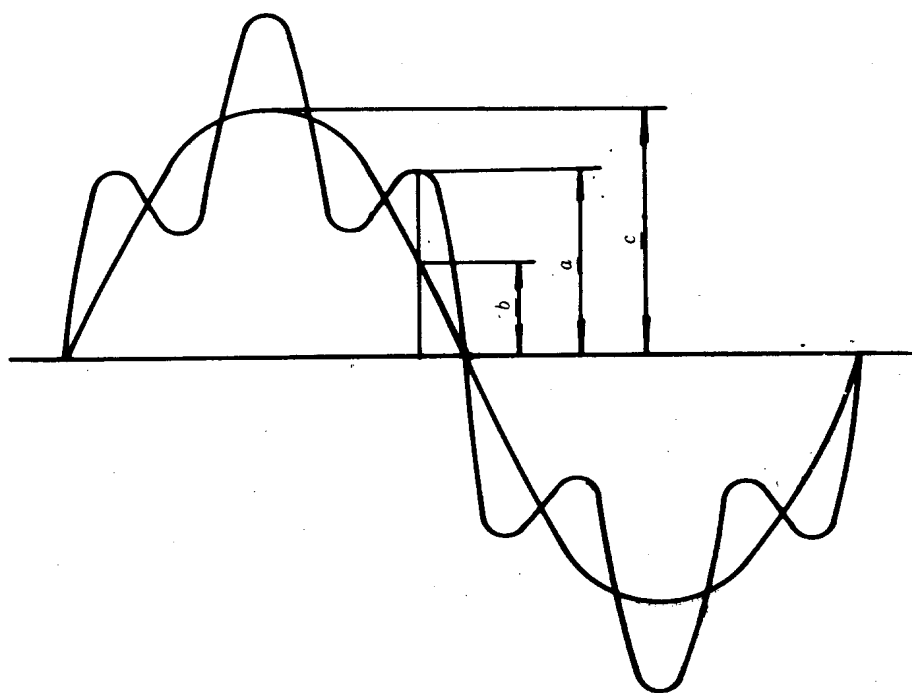


图 1

4.5 测量仪表

4.5.1 试验中所用的各种测量仪表和传感器应预先经过校验,并应在规定的有效期内。

4.5.2 测量时应严格遵守测量仪表的使用要求。测量仪表的选择应使被测数值在表面量程的 30%~90% 的范围内。

4.5.3 所有测量仪表(如电参数、温度和重量等测量仪表)的精确度应符合本标准和有关《专用部分》或产品标准的规定。无规定时,可由制造厂和用户商定。

5 基本测量

5.1 时间的测量

长于 30min 的时间用普通钟表测量,30min 及以下则用秒表测量。

5.2 电流、电压和视在功率的测量

电流和电压应当用精确度不低于 1.5 级的仪表测量。当测量仪表的量程需扩大时,可采用测量用互感器、分流器或附加电阻器,其精确度应符合 GB 776 的规定。

视在功率根据电流和电压的测量值计算确定。在三相系统中应测量相电压。在三相三线系统中应设一个人工的中性点。

5.3 有功功率的测量

有功功率应当用精确度不低于 2 级的瓦特表测量。必要时,可采用电流和电压互感器或附加电阻器(与电压线圈串联),以扩大其量程。

中频有功功率允许用精确度不低于 2.5 级的中频瓦特表测量。

功率因数非常低的功率应采用经专门校准的低功率因数瓦特表测量。

对三相(三线或四线)系统,推荐用三瓦特表法测量,在三线系统中应设一个人工的中性点。但是,对三相三线系统也允许用两瓦特表法测量。

在测量电热设备的额定功率时,应当用式(1)计及电压偏离其额定值的影响:

$$P_n = P'_n \left(\frac{U_n}{U} \right)^2 \dots\dots\dots (1)$$

式中: P_n ——额定功率, kW;

P'_n ——在电压 U (与 U_n 的偏差应不超过 $\pm 5\%$) 时测得的功率, kW;

U_n ——额定电压, V;

U ——测量功率时的电压, V。

5.4 功率因数的测量

对单相电路和接近平衡的三相电路,功率因数可取所测得的有功功率与视在功率之商,也可用两瓦特表法测定。

中频功率因数允许用精确度不低于 2.5 级的中频功率因数表测量。

5.5 电能的测量

电能应当用精确度不低于 2 级的电度表测量。

5.6 频率的测量

频率应当用精确度不低于 1.5 级的仪表测量。

5.7 温度的测量

温度根据被测对象和测量要求用玻璃温度计、热电温度计、热电阻温度计、双金属温度计、隐丝式光学高温计或辐射高温计等测量。

用于温度测量的各种仪表允许误差或测量精确度除《专用部分》或产品标准另有规定者外,应符合以下要求:

玻璃温度计的允许误差应在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 范围内;

直流数字电压表的精确度应不低于 0.1 级,分辨率应不低于 0.01mV;

直流电位差计的精确度应不低于 0.1 级。

热电或双金属表面温度计的测量精确度应不低于 4 级。

铂电阻温度计的测量精确度应不低于 1 级;

隐丝式光学高温计的精度等级应为 1 级;

辐射高温计的辐射感温器的允许基本误差应符合 JB 1995 的规定,其显示仪表的测量精确度应不低于 0.5 级。

热电偶的允许偏差应符合相应国家标准所规定的最高一级的要求(见 GB 2614, GB 2902, GB 1598, GB 3772, GB 4993, GB 4994)。热电偶所配用的补偿导线应符合 GB 4989 和 GB 4990 的要求。测量时基准端(冷端)温度应加以补偿。

5.8 环境温度的测量

环境温度用放置在距电热设备适当远处(一般电阻炉为距炉外壁中心 1m 远外,其他电热设备若有必要在其基本技术条件或产品标准中规定)的玻璃温度计测量。在温度计和电热设备之间用一个抽屉式石棉罩隔开(见图 2, 700mm 适用于一般电阻炉的情况)。石棉罩对着炉子的一面应贴附光亮的金属箔。

测量湿度用的干湿球湿度计的干球温度计,也可用来测量环境温度。

在有必要对环境温度进行自动监测和记录时可用铂电阻和相应的仪表。铂电阻片应设置在图 2 球壳的中心部位。

5.9 湿度的测量

湿度用干湿球湿度计或用能得到相同读数的其他仪器测量。湿度计的安放位置同测量环境温度的温度计的安放位置一样(参见第 5.8 条和图 2)应放在没有气流的地方。图 2 中所示的石棉罩应放在湿度计和电热设备之间。相对湿度可从湿度计的表格中读出。

5.10 真空度的测量

按真空电炉真空度的高低和测量范围分别用电离真空计、热电真空计等测量。仪表的测量精确度除产品标准另有规定者外应在±25%范围内。

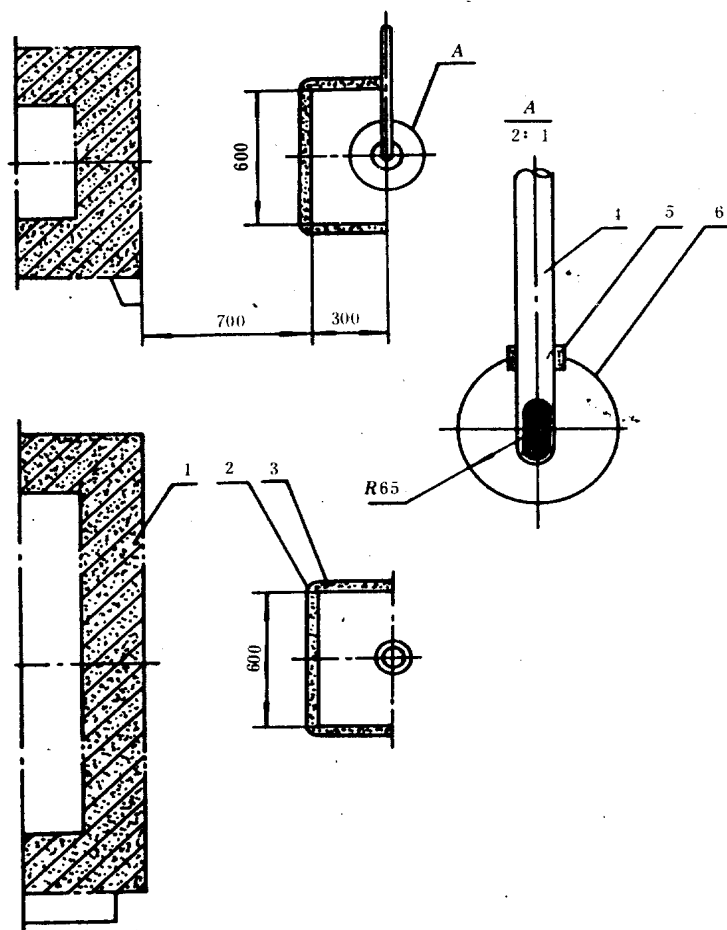


图 2

1—炉墙；2—光亮的金属箔；3—石棉挡罩；4—玻璃温度计；
5—塞子；6—厚 0.2mm 铜皮制球壳(外表面涂黑)

6 试验项目

以下所列的试验项目不是必须全部进行的。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。

6.1 冷态试验项目

- a. 一般检查；
- b. 安全检查；
- c. 标牌字迹耐久性试验；
- d. 电路试验，其中包括：
 - 绝缘电阻的测量
 - 绝缘耐压试验
 - 导通性试验
 - 接触电阻的测量

- e. 温度仪表的校验;
- f. 水路系统的检验;
- g. 气路系统的检验;
- h. 液压系统的检验;
- i. 运动机构运转或动作情况的冷态检验;
- j. 联锁报警系统的检验;
- k. 真空测试,其中包括:
 极限真空度的测量
 空炉抽气时间的测量
 压升率的测量
- l. 包装检验。

6.2 热态试验项目

- a. 受热构件表面温度的测量;
- b. 水路系统的检验,其中包括:
 水耗的测量
 冷却水温升的测量
- c. 运动机构运转或动作情况的热态检验;
- d. 工作真空度的测量;
- e. 对无线电干扰的测量;
- f. 对电网干扰的测量;
- g. 对环境污染的检测,其中包括:
 噪声的检测
 废气(包括粉尘)的检测
 X射线的测量
- h. 热态试验后的检查。

7 试验方法

7.1 冷态试验

7.1.1 一般检查

在制造厂对电热设备产品全面质量管理的基础上进行,核查对设计、材料、加工等的审查和检验报告(特别是对重要零部件);检查电热设备的外观质量,包括外表面平整度、装配质量、涂漆要求和质量等;测量主要尺寸。

7.1.2 安全检查

除另立试验项目者外,按电热设备设计、安装、运行所应遵循的安全标准(GB 5959 第一部分和相应的《特殊要求》部分以及其他有关规程),逐项进行检查。

7.1.3 标牌字迹耐久性试验

本试验方法适用于表面有涂层的标牌,不适用于采用压印、打印或铸造的标牌。试验时用沾水的抹布在标牌(铭牌和控制柜、台上的标牌等)表面有文字的部位上连续揩擦 15s。干透后,再用温汽油的抹布在同一部位连续揩擦 15s。试验后漆色应无褪淡或剥落现象。

7.1.4 电路试验

7.1.4.1 绝缘电阻的测量

电热设备的额定电压低于 500V 时,用 500V 兆欧表测量;500~1 000V 时,用 1 000V 兆欧表测量;高于 1 000V 时,用 2 500V 兆欧表测量。控制电路用 500V 兆欧表测量。

兆欧表应分别接在两个不同带电体之间,以及各带电体与所有外露的金属结构件之间,后者应连接在一起并接地。

对于可能经由炉衬短路的电热设备,在测量绝缘电阻之前应把炉衬充分烘干并冷却到环境温度。

带电体用水冷却的电热设备,其绝缘电阻应在电热设备未通水之前,或在管路中的水已用压缩空气吹干以后测量。测量时应将会形成电通路的冷却水管断开。

真空炉的绝缘电阻在炉子未抽气之前测量。

7.1.4.2 绝缘耐压试验

本试验应在测量绝缘电阻之后,确证电路无短路的情况下进行。除非另有规定,试验电压的波形应是工频正弦波。此电压施加在电热设备正常工作时不同带电体之间以及各带电体与所有外露的金属结构件之间,后者应连接在一起并接地。

除非另有规定,试验电压从小于规定值的一半开始,在10s内逐渐增加,直到规定值,然后在这电压下保持1min,不得有闪络或击穿现象。不同电路的试验电压按表2规定。

表 2

额定绝缘电压 U_i (交流有效值或直流)V	试验电压 V	注
≤ 60	500	
$> 60 \sim 125$	1 000	
$> 125 \sim 250$	1 500	
$> 250 \sim 500$	1 500	适用于间接电阻炉各相加热 元件之间和加热元件与炉壳间
	2 000	
> 500	$2U_i + 1 000$	

绝缘耐压试验除电阻炉外应在电炉没有砌筑耐火炉衬之前进行。对于带电体用水冷却的电热设备,本试验应在电热设备未通水之前,或在管路中的水已用压缩空气吹干以后进行。测量时应将会形成电通路的冷却水管断开。

对真空炉,本试验在非真空状态下进行。

对不允许施加上述试验电压的电气元件,如电容器、电子元件等,在试验时应拆除或短路。

试验变压器的1h额定容量规定为:试验电压值每1 000V应不小于0.5kVA。

7.1.4.3 导通性试验

在电热设备产品安装完成后进行。对控制电路:在按原理图整定好各电器元件后,分系统进行5次以上操作试验,应符合设计要求。对主电路:检查接线,应正确、牢固(可用手拉动的方法检查接线是否牢固)。

7.1.4.4 接触电阻的测量

本方法适用于大电流线路的连接处和接地线与壳体的连接处。

用测量范围与被测电阻值相当的精确度不低于1.0级的直流电桥测量。电桥用导线跨接在两接触件之间。在测量接地线的接触电阻时,导线应跨接在接地螺栓与壳体未涂漆部分之间。连接导线的截面大小应与被测电阻值的大小相适应,但不得小于 2.5mm^2 。

测量结果应扣除测量回路附加接头和连接导线的电阻。

7.1.5 温度仪表的校验

本试验适用于以热电偶为感温元件的温度指示、控制、记录仪表。

根据热电偶分度表国家标准(见第2章)把相应于不同温度的热电偶输出电压接到仪表上通常接热

电偶的端子上,检查仪表的指示值是否在允许的偏差范围内。应在仪表的整个工作范围内进行校验。

7.1.6 水路系统的检验

除非另有规定,出厂检验时只作一般检查。检查水路系统的装配,应符合有关图纸的要求。

型式检验时,把电热设备水路系统的进水压力先调节到产品标准中规定的最低值,各路水流均应畅通;然后关闭水路系统的出口,把进水压力调节到产品标准中规定的最高值的1.5倍,水路系统各处应无漏水现象。检查水路系统中的各个阀门,应启闭灵活、可靠。

对设计规定不能承受该试验压力的真空炉的水冷壳体和封头、高频电热设备的陶瓷电容器和电子管的水冷外壳等,在型式检验时应加以旁路。这些部件和器件应按设计规定,在制造过程中单独进行试验。

7.1.7 气路系统的检验

出厂检验时,对以压缩空气为动力的气路系统,分部按正常工作条件操作,各个系统应动作正常,无漏气现象;对控制气氛炉用的各种气体发生装置和净化装置的管道,从进气口通入压缩空气,并采取措施使气路系统中的压力达到系统最大工作压力的1.5倍,并保持10min,管路各处应无漏气现象。可用肥皂水等进行检漏。

型式检验时,在气路系统安装后重复以上检验,在整个试验过程中,各个系统应动作正确,管路各处应无漏气现象。

7.1.8 液压系统的检验

出厂检验时,分部进行检验。采取措施,使各部分中压力保持在额定最高工作压力10min以上,并反复操作10次以上,各处应无漏油现象。

型式检验在液压系统安装完成后进行。检验时,除非另有规定,应采取措施使系统中的压力提高到额定最高工作压力的1.5倍,并在此压力下保持10min。系统各处应无漏油现象,管路不应变形。试验中对某些规定不能承受该试验压力的管路元件应作适当处理。

7.1.9 运动机构运转或动作情况的冷态检验

应分机构逐个进行。在电热设备冷态情况下,观察和测量运动机构运转或动作的情况,如动作的正确性、行程范围、运动速度、气路或液压系统的工作压力、驱动电动机的输入功率、操作手柄或手轮的作用力等。必要时在相应的《电热设备的试验方法》的“专用部分”中或在《电热设备基本技术条件》的“专用部分”中或产品标准中,对各个机构分别规定其试验方法。

7.1.10 连锁报警系统的检验

可根据实际情况在各机构试验时或电热设备总装完成后进行。试验前应已具备以下基本条件,即:机械限位装置、管路系统的连锁装置、电气限位开关已先经过检验并安装就位;电气连锁线路接线正确,并经模拟信号证实;仪表设定在规定的值上;对可能引起的不安全因素已事先估计到并作了防范。

试验时只给有关电路送电。使各连锁报警系统动作五次以上。

7.1.11 真空测试

7.1.11.1 极限真空度的测量

在空炉冷态情况下,用真空炉本身配套的真空系统进行试验。按正常工作条件启动真空泵,直到炉内压力达到最低值。真空炉应能达到产品标准中所规定的极限真空度值。

7.1.11.2 空炉抽气时间的测量

在上述试验中,从炉内压力为大气压时开始到炉内真空度达到产品标准中规定的极限真空度为止的时间,即为空炉抽气时间。

油扩散泵和油增压泵的预热时间不包括在空炉抽气时间之内。

7.1.11.3 压升率的测量

用关闭法测量。在上述试验以后,关闭真空腔各通气口的真空阀门,并关停真空泵。压升率按式(2)计算:

$$\Delta p = \frac{p_2 - p_1}{\Delta t} \dots\dots\dots(2)$$

式中： Δp ——压升率，Pa/h；

p_1 ——第一次读数时真空腔内的压力，Pa；

p_2 ——第二次读数时真空腔内的压力，Pa；

Δt ——两次读数的时间间隔，h； Δt 应不小于 0.5h。

第一次读数的时间应按产品标准的规定；产品标准中未规定时，为关闭真空阀门后 15min。两次读数应当用同一只真空计的同一测量档。

为减少炉内构件放气或吸气对压升率的影响，试验最好在炉内没有耐火绝热炉衬的情况下进行。如果不可能做到这一点，则应每隔一定时间（不小于 0.5h）读取真空腔内的压力值，并在直角坐标纸上绘制压力对时间的关系曲线，以曲线最后直线上升段的斜率作为压升率的测定值。

试验一般用真空炉本身配套的抽气系统进行。但对低真空（压力 $10^5 \sim 10^2$ Pa）和真空（压力 $10^2 \sim 10^1$ Pa）电炉，也允许用非本身配套的抽气系统。各抽气系统本身都应分别经过检漏、极限真空度测量和压升率的试验，并确认其压升率不致影响整台炉子达到规定压升率指标。

7.1.12 包装检验

按企业包装标准的要求和产品装箱单所列项目逐项进行。

注：包装件的试验可按 JB 2759、GB 4757 和 GB 5398 进行。

7.2 热态试验

7.2.1 受热构件表面温度的测量

受热构件的表面温度可用接触良好的表面温度计、铂电阻温度计等测量。

在需要自动记录表面温度的场合，推荐用铂电阻温度计和相应的记录仪。

7.2.2 水路系统的检验

7.2.2.1 水耗的测量

电热设备的水耗用水表测量，或用一定时间内流出的水的体积计算确定。

测量时，电热设备应已处于试验温度的热稳定状态下。把电热设备的进水压力调节到产品标准中规定的进水压力最低值，并调节各路水的水流量使各路水和温升值尽可能在产品标准中规定的允许温升值的 75%~100% 的范围内。

由此测得的值是电热设备所需最小耗水量的近似值。

7.2.2.2 冷却水温升的测量

冷却水的温升等于冷却水出口温度和进口温度的差，用玻璃温度计或用能得到可靠读数的其他温度计测量。

为检验电热设备的设计冷却能力，冷却水温升的测量应在电热设备额定工作状态和热稳定状态下进行，并应把进水压力调节到产品标准中规定的最低值。

7.2.3 运动机构运转或动作情况的热态检验

在热态试验的过程中按第 7.1.9 条所述方法和要求进行。

7.2.4 工作真空度的测量

在真空炉型式检验、工艺检验或工业运行检验中，按制造厂和用户商定的炉料和工艺，用真空炉本身配套的仪表在正常运行条件下测量，或按产品标准的规定。

7.2.5 对无线电干扰的测量

在电热设备额定功率下，按 GB 4824.2 的规定进行测量。

7.2.6 对电网干扰的测量

（待定）

7.2.7 对环境污染的检测

7.2.7.1 噪声的检测

在电热设备正常运行条件下,按 GB 3768 的规定进行检测。

7.2.7.2 对废气(包括粉尘)的检测

在电热设备正常运行条件下,按城乡建设环境保护部环保局 1982 年颁发的《污染源统一监测分析方法(试行)(废气部分)》进行。

7.2.7.3 X射线的测量

在电热设备额定功率下按 GB 5294 进行。

7.2.8 热态试验后的检查

在热态试验结束后,主要检查电热装置所有受热部分(炉衬、加热元件、耐热钢件、炉门或炉盖等),是否存在因膨胀、烧蚀、氧化、蠕变等而造成脱落、开裂、变形等会妨碍今后电热设备正常运行和降低性能的情况。

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。