

具有电子枪的电热设备试验方法

Test methods for electroheating
installations with electron guns

1 引言

1.1 本标准适用于具有一支或多支电子枪的电热设备（以下简称电子束电热设备）。

1.2 制订本标准的目的是使测定电子束电热设备的基本参数和技术特性的试验方法标准化。

本标准所建议的试验项目不是必须全部进行的。产品标准中的试验项目可根据产品情况从本标准建议的试验项目中选取，或对本标准进行补充，但不应与之抵触。

1.3 本标准等效采用国际标准IEC 703《具有电子枪的电热设备的试验方法》1981年第一版（在本标准中简称IEC 703）；但对IEC 703中没有提出具体试验内容和方法的条款，作了必要的补充。

1.4 本标准中所引用的其它标准，在本标准有效期内，如为同名或同类标准所代替，则应以新的标准为准。

2 名词术语

除下列名词术语的定义外，本标准中所采用的其它电工和电子束加热方面的名词术语的定义可参见GB 2900—83《电工名词术语》各分标准，特别是其中的GB 2900.23—83《电工名词术语工业电热设备》。

2.1 电子枪室

装有电子枪的真空室，该室可通过小孔与被加热的工件隔开，从而能在电子枪和放置被加热工件的室之间造成相当高的压力差。

2.2 真空室

电子束电热设备的密闭空间，应能承受由于内部低气压所造成的外部压力，通常装有要处理的工件。

2.3 高压电源

给电子枪提供加速电压和发射电流的电源。

2.4 回路导线

在高压电源的正极与电子枪的阳极以及与被加热工件或与放置工件的真空室之间的连接导线。该导线应接地或与电网的接地导线相连。

2.5 冷态

电子束电热设备在阴极和炉料都未被加热时的状态。

2.6 热态

电子束电热设备在只有阴极被加热或阴极和炉料都被加热时的状态。

3 试验项目和通用试验条件

3.1 试验项目

除另有规定外，为评定电子束电热设备的性能，应做下列试验和检查。

3.1.1 冷态试验：

- 3.1.1.1 绝缘电阻的测量和绝缘耐压试验（见第4.1.1款）。
- 3.1.1.2 机电安全联锁的试验（见第4.1.2款）。
- 3.1.1.3 回路导线和接地保护连接的试验（见第4.1.3款）：
- a. 肉眼检查；
 - b. 用电阻表检查。
- 3.1.1.4 阴极冷态时的真空试验（见第4.1.4款）。
- 3.1.1.5 水冷系统的试验（见第4.1.5款）：
- a. 检漏试验；
 - b. 冷却水监控器件的试验。
- 3.1.1.6 机械传动装置的试验（见第4.1.6款）。
- 3.1.1.7 高压电源过电流和过电压保护的试验（见第4.1.7款）。
- 3.1.2 热态试验：
- 3.1.2.1 阴极加热时的真空试验（见第4.2.1款）。
- 3.1.2.2 机械传动装置的试验（见第4.2.2款）。
- 3.1.2.3 电子枪的试验（见第4.2.3款）：
- a. 阴极的加热试验；
 - b. 聚焦、偏转和扫描系统的试验。
- 3.1.2.4 额定功率下电参数的测量（见第4.2.4款）：
- a. 对每支电子枪的测量；
 - b. 对成套设备的测量。
- 3.1.2.5 水冷系统冷却水温升的测量（见第4.2.5款）。
- 3.1.2.6 X射线、光辐射和无线电干扰的试验（见第4.2.6款）。
- 3.1.3 成套设备的运行试验（见第4.3条）。
- 3.1.4 标志和产品说明书的检查：
检查铭牌上和产品说明书中的内容是否完整。

3.2 通用试验条件*

电子束电热设备应遵照GB 4001—83《工业电热设备通用试验条件》、GB 5959.1—86《电热设备的安全 第一部分 通用要求》中的有关规定进行准备和试验。

4 试验方法

4.1 冷态试验

4.1.1 绝缘电阻的测量和绝缘耐压试验

绝缘电阻的测量应按照GB 4002—83《工业电热设备基本技术条件》第7.2条的规定进行。

处于高电压的零部件如高压发生器、电缆和连接件等的绝缘，应能承受比最高工作电压还高的电压。试验电压值在产品标准中规定。

4.1.2 机电安全联锁的试验**

本试验应按照GB 4002第7.4条的规定进行，但试验中只有控制电路通电。

注：对电子束加速电压（高压）电路的联锁试验，应特别仔细。

4.1.3 回路导线和接地保护连接的试验。

高压电源和被加热工件间的回路导线十分重要，该导线不需要绝缘。

4.1.3.1 用眼观察和手拉的方法检查电缆和导线的接头。

*采用说明：本条内容是IEC 703原文没有的，其中的GB 4001 GB 5959.1是与IEC 398、519—1等效的。

**采用说明：相应于IEC 703第5.1条；除注外，GB 4002第7.4条和IEC 703第5.1条的内容是等效的。

4.1.3.2 用准确度不低于2.5级的电阻表测量高压电源与被加热工件间回路导线的电阻，其值不可超过下列计算值：

$$R_{\max} = \frac{1.5}{I_r} \Omega$$

式中： I_r ——高压电源的额定电流，A。

4.1.4 阴极冷态时的真空试验

在阴极处于冷态和真空室内不装料的情况下，分别按照GB 4002第7.10、7.11和7.12条中所述的方法测量电子枪室和真空室的极限真空度、抽真空时间和压升率，其值应符合产品标准的规定，但极限真空度至少应达到 1×10^{-2} Pa或更高。

真空度应用电离真空计测量，被测设备应清洁干净。

4.1.5 水冷系统的试验

4.1.5.1 所有的水冷管路都应在1.5倍的标称使用压力下作检漏试验；但不适用于设计压力低于该试验压力的双层水冷壳体。

4.1.5.2 当工作压力或流量达到规定的限制值时，冷却水监控器件应动作。本试验应至少重复五次。

4.1.6 机械传动装置的试验

在冷态情况下，观察机械传动装置的动作情况并测定其性能，如驱动电机在空载和负载情况下的功率、传动装置的传动速度和动作行程范围等。

对电子束熔炼设备，特别要注意送料装置和拉锭装置沿进给方向的传动情况。

4.1.7 高压电源过电流和过电压保护的试验

4.1.7.1 加大高压电源的输出电流，使之大于额定值，则过电流控制装置应在电流达到整定值时动作并切断高压电源。在进行本试验时，最好把高压电源的输出端短路，但要采取合适的预防措施，以免损伤设备和工作人员。

4.1.7.2 给过电压控制装置输入相当于整定值的电压模拟信号，这时过电压控制装置应动作并切断高压电源，或在产品标准中对试验方法另作规定。

4.2 热态试验

4.2.1 阴极加热时极限真空度的测量

只对阴极进行加热，除气30 min，电子枪室和真空室的极限真空度至少应达到 5×10^{-2} Pa或更高。测试方法及其它要求同第4.1.4款。

4.2.2 机械传动装置的试验

在热态情况下，进行与第4.1.6款内容相同的观察和测试。

4.2.3 电子枪的试验

每支电子枪应按下列试验项目依次进行试验，或在产品标准中另作规定，试验结果应符合产品标准的规定。

4.2.3.1 阴极的加热试验

- a. 测量阴极的加热电流和电压，看是否在规定的范围内。
- b. 阴极在额定功率下连续运行8 h，其结构件不应有明显的变形或损坏。

4.2.3.2 聚焦、偏转和扫描系统的试验

按产品标准，把电子束引导到钢板上或采用其它方法进行电子束的聚焦、偏转和扫描，看是否符合设计和使用要求。

4.2.4 额定功率下电参数的测量

在下列测量中，发射电流和高电压应该用准确度不低于1.5级的直流仪表测量。

在进行额定功率下电参数的测量前，应首先按产品标准的规定加大发射电流使之超过额定值，以

试验过电流控制装置能否正常动作。

4.2.4.1 对每支电子枪的测量

在每支电子枪的额定功率下测量电子枪的加速电压和束电流。

4.2.4.2 对成套设备的测量

在设备的总额定功率下分别测量各电子枪的加速电压和束电流。

4.2.5 水冷系统冷却水温升的测量

在额定功率下达到热稳态时,用装在水路进出口处的温度计或与此相当的其它仪器测量水温,每5 min读一次数据,至少测30 min。在进出口处所读得的平均温度的差值即为冷却水的温升。

4.2.6 X射线、光辐射和无线电干扰的试验

本试验应在额定功率下进行。其允许值和试验方法应采用有关的国家标准并应与本设备的用途相符,如对无线电干扰应采用GB 3907—83《工业无线电干扰基本测量方法》,对X射线应采用GB 4792—84《放射卫生防护基本标准》等。

4.3 成套设备的运行试验

本试验应在完成上述各试验项目的基础上进行。

本试验应在尽可能接近实际生产的条件下,按照由用户和制造厂商定的加热工件或熔炼材料(包括材料的成分和尺寸)以及生产工艺来进行,以全面了解设备实际运行时的主要参数和使用性能。

对电子束熔炼设备,应在不同的运行条件下至少熔炼三个锭子。

5 试验间隔

5.1 除有关无线电干扰的试验外,从第4.1.2款到4.2.6款中的各项试验应至少每半年重做一次;在大修和长期停放后也应重做这些试验。

对电子枪室或真空室作任何改动,即使是很小的改动,都应另做X射线的辐射试验。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械工业部提出,由机械工业部西安电炉研究所归口。

本标准由机械工业部西安电炉研究所负责起草。

本标准主要起草人葛华山、蔡金鹤。