



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4654—2008  
代替 GB/T 4654—1984

---

## 非金属基体红外辐射加热器 通用技术条件

The general technical specifications for non-metallic  
basic body infrared heater

2008-06-30 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会



目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 型式结构、规格及基本参数..... 2

5 技术要求 ..... 3

6 试验方法 ..... 5

7 检验规则 ..... 7

8 标志、包装、运输、贮存..... 7



# 前 言

本标准代替 GB/T 4654—1984《碳化硅、锆英砂陶瓷类红外辐射加热器通用技术条件》，与后者相比，主要差异如下：

- 适用范围由碳化硅、锆英砂陶瓷类中温红外辐射加热器扩展到以各类非金属材料为辐射基体的各种低温、中温及高温电热式红外辐射加热器，加热器的辐射基体具体包括碳化硅、锆英砂、石英玻璃、微晶玻璃、陶瓷、黑化锆、黑磁、钒钛黑瓷、半导体发热片、碳晶发热板、碳纤维板、聚酯薄膜等非金属材料；
- 增加了“规范性引用文件”与“术语和定义”两部分；
- 对“升温时间”（原为“热响应时间”）及“辐射面温度不均匀度”等性能参数重新进行了定义；
- 加热器的型式结构与典型规格增加了面状结构产品；
- 技术要求部分增加了“工作温度下泄漏电流和电气强度”、“耐潮湿”、“电-热辐射转换效率”、“接线柱拉力”、“机械强度”与“过载能力”等考核指标；针对带可见发光的复合型高温加热器增加了“有效辐射能量比”的要求；并针对以模制材料为辐射基体的柔性面状加热器增加了“弯折试验”、“剥离强度”、“阻燃性能”及“低温储存”考核指标；
- 调整了对产品部分技术指标的要求，包括：工作寿命由 2 000 h 提高到 5 000 h、功率偏差由  $-5\% \sim +5\%$  调整为  $-10\% \sim +5\%$ 、管状加热器的升温时间由 20 min 下降到 15 min、灯状加热器的升温时间由 12 min 下降到 10 min、辐射面温度不均匀度由 20% 下降到 10% 等；
- 试验方法统一执行 GB/T 7287—2008《红外辐射加热器试验方法》。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国工业电热设备标准化技术委员会(SAC/TC 121)归口。

本标准起草单位：国家红外及工业电热产品质量监督检验中心、上海圣尔诺电热材料有限公司、广厦建设集团有限责任公司、嘉兴市禾林热辐射有限公司、苏州华能碳纤维应用有限公司、南京丹联科技有限公司、大连环达红外技术开发有限公司。

本标准主要起草人：曾宇、熊杰、叶平、陆上驰、储江、陆金德、王广祥、任安邦、栾文彦。

本标准所替代标准的历次发布情况为：

- GB/T 4654—1984。



# 非金属基体红外辐射加热器 通用技术条件

## 1 范围

本标准规定了非金属基体红外辐射加热器的型式规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志、使用说明书、包装、运输和贮存等内容。

本标准适用于以碳化硅、锆英砂、石英玻璃、微晶玻璃、陶瓷、黑化锆、黑磁、钒钛黑瓷、半导体发热片、碳晶发热板、碳纤维板、聚酯薄膜等非金属材料为辐射基体,以合金电阻丝、碳纤维电阻丝、电阻膜、导电陶瓷等电热材料为发热体的各种低温、中温及高温电热式红外辐射加热器(以下简称加热器)。

加热器作为节能型产品,主要应用于工业、农业、医疗、建筑供暖、交通运输等领域的加热干燥设备上。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2900.23—2008 电工术语 工业电热装置(IEC 60050-841:2004,IDT)

GB/T 10066.12—2006 电热装置的试验方法 第12部分:红外加热装置

GB/T 7287—2008 红外辐射加热器试验方法(IEC 60137Ed. 6.0,MOD)

## 3 术语和定义

GB/T 2900.23—2008、GB/T 10066.12—2006 和 GB/T 7287—2008 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**发热体 heater**

将电能转换为热能的导电发热材料,为加热器的发热源。

### 3.2

**引出棒(线) lead-out rod (lead-out wire)**

与发热体连接,供加热器与电源、加热器与加热器连接用的导电金属零件。

### 3.3

**辐射基体 infrared basic body**

利用本身具有的较强红外辐射能力,将发热体的热能有效地转换为红外辐射能量,并对发热体起支撑作用的部件。

### 3.4

**辐射面电功率密度 infrared surface power density**

加热器的辐射面上单位面积的电功率,单位为  $W/cm^2$ 。

### 3.5

**损坏 damage**

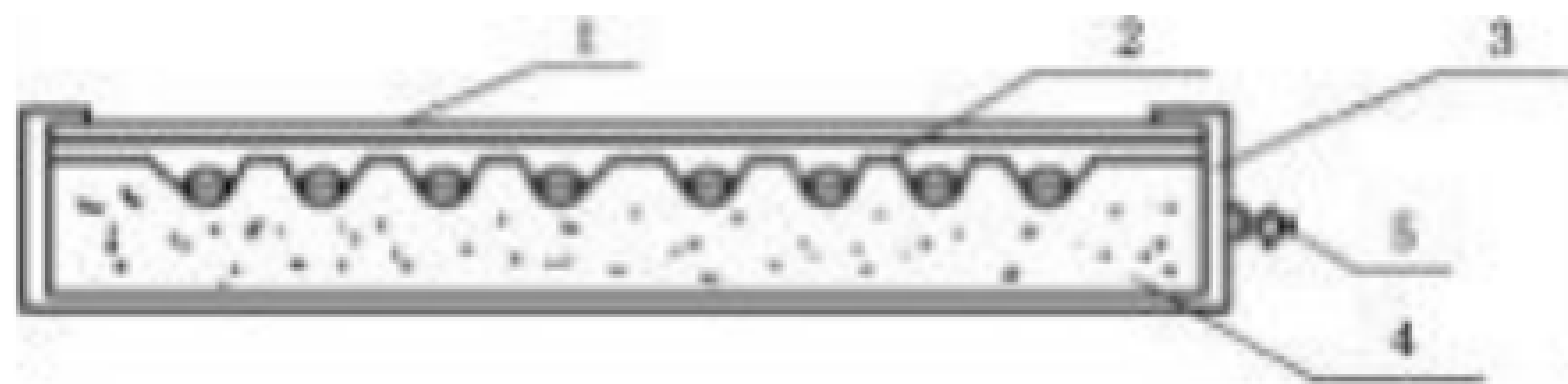
加热器有下列情况之一即被视为损坏:

- a) 电气强度低于标准值、泄漏电流大于 3.5 mA;
- b) 加热器的实际功率比额定功率超差 15%;
- c) 外壳有熔融物或辐射基体破裂或密封部分开裂漏气,或其他不允许修复的损坏。

4 型式结构、规格及基本参数

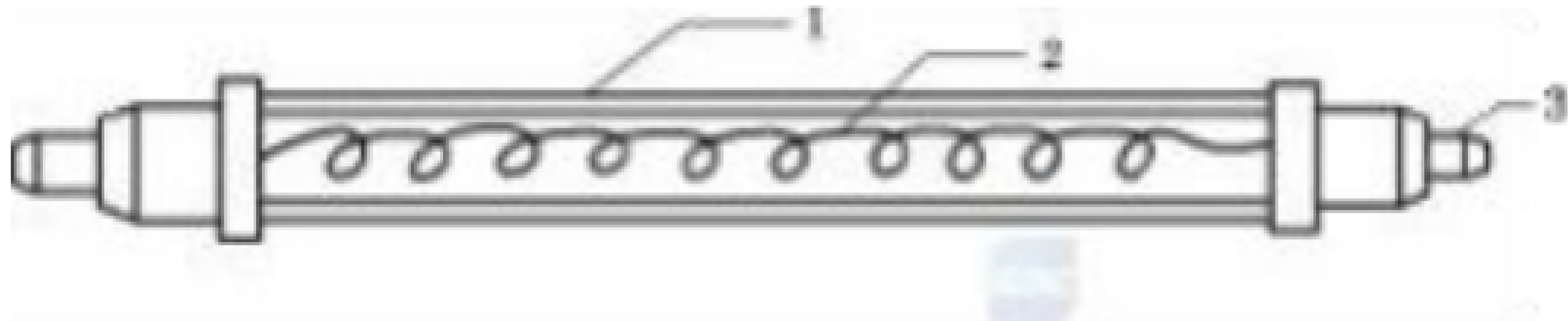
4.1 型式结构

加热器型式一般分为板状、管状、灯状及面状结构,也有其他异型结构。  
其典型产品主要结构的示意图,见图 1~图 3。



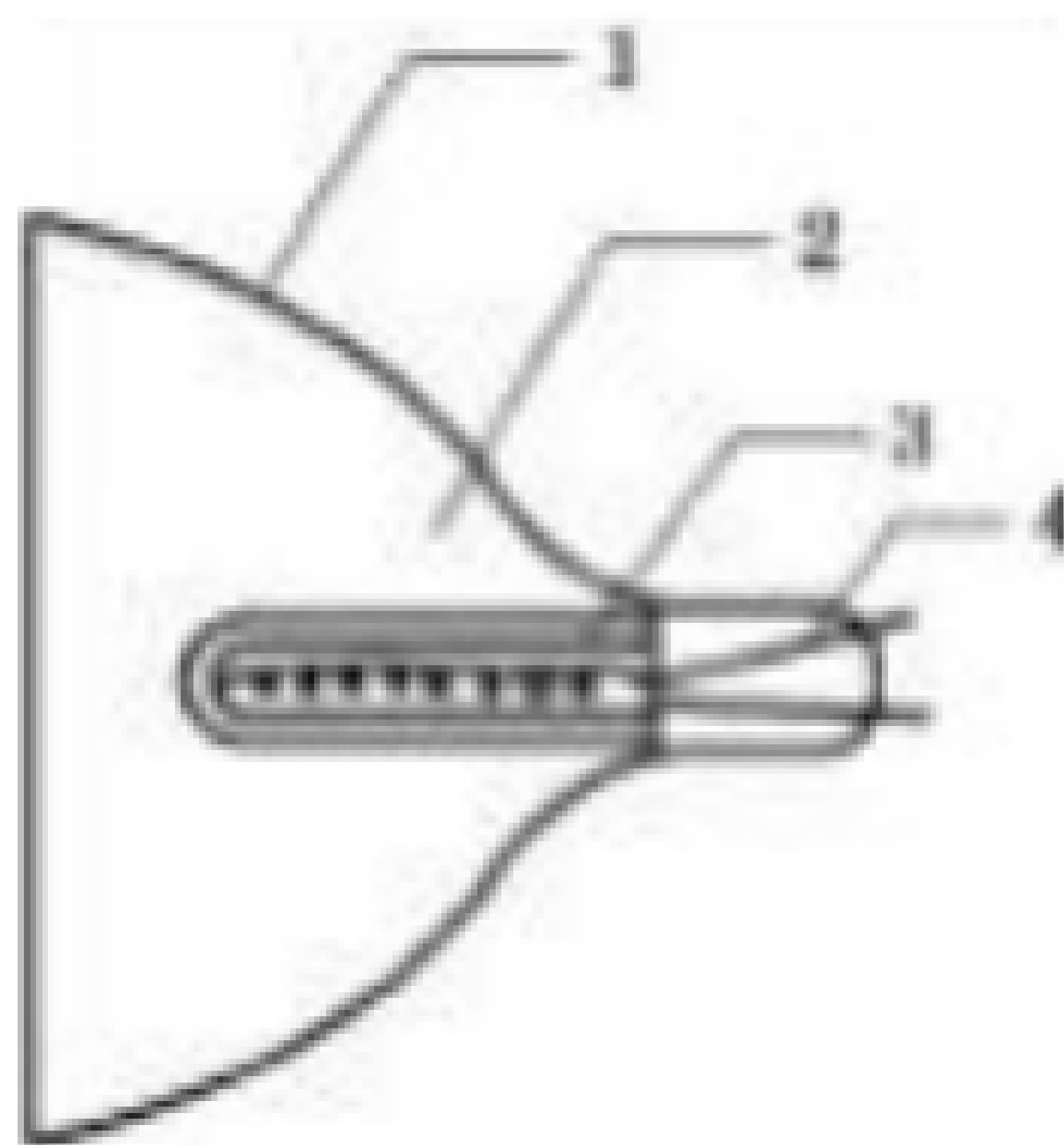
- 1——辐射基体;
- 2——发热体;
- 3——框架;
- 4——保温材料;
- 5——引出棒。

图 1 板状加热器



- 1——辐射基体;
- 2——发热体;
- 3——引出棒。

图 2 管状加热器



- 1——反射罩;
- 2——辐射基体;
- 3——发热体;
- 4——灯座。

图 3 灯状加热器

面状加热器系指以模制材料为辐射基体的柔性平面状加热器,包括低温辐射电热膜、碳纤维(碳晶)电热板等(图略)。

4.2 板状、管状与面状基体典型规格

4.2.1 板状辐射基体:(长×宽)

例如:240 mm×160 mm



300 mm×200 mm

330 mm×240 mm

#### 4.2.2 管状辐射基体:(外径×长度)

例如:Φ12 mm×(200 mm~400 mm)

Φ16 mm×(200 mm~600 mm)

Φ20 mm×(200 mm~1 200 mm)

Φ30 mm×(200 mm~1 200 mm)

#### 4.2.3 面状辐射基体:(幅宽×长度)

##### 4.2.3.1 基本单元

例如:600 mm×900 mm、600 mm×600 mm、400 mm×600 mm、400 mm×400 mm、400 mm×300 mm

##### 4.2.3.2 总体尺寸

$n \times$ 基本单元( $n$ 为1、2、3、…… $n$ )。

#### 4.3 主要参数

加热器的主要参数如下:

a) 额定电压:380 V、220 V、110 V、<110 V;

b) 额定频率:50 Hz、60 Hz;

c) 辐射面电功率密度

低温面状加热器:150 W/m<sup>2</sup>~500 W/m<sup>2</sup>;

其他加热器:0.3 W/cm<sup>2</sup>~15 W/cm<sup>2</sup>;

d) 辐射面平均温度

低温加热器:<200℃;

中温加热器:200℃~600℃;

高温加热器:>600℃;

e) 外形尺寸,单位为毫米(mm);

f) 质量,单位为公斤(kg)。

4.4 本标准中未规定型式结构、规格尺寸及额定参数的加热器,亦应参照本标准制订的技术要求进行生产与验收。

### 5 技术要求

#### 5.1 一般要求

加热器应符合本标准的要求,并按照经规定程序批准的设计图样和技术文件制造。在设计和构造上应能保证,在正常使用时,性能可靠,对使用者或周围环境没有危险。

#### 5.2 加热器应能在下列条件下正常工作

5.2.1 周围空气相对湿度不大于90%;

5.2.2 周围环境无易燃、易爆、腐蚀性气体和导电粉尘;

5.2.3 没有明显的振动与冲击;

5.2.4 工作电压允许变化范围为±10%。

#### 5.3 外形尺寸

5.3.1 辐射基板底面与基准平面之间的平面度误差不大于3 mm;板状加热器(即组装件)底面与基准平面之间的平面度误差不大于2 mm。

5.3.2 管状、灯状加热器的基本轴线直线度应不大于下列规定误差:

200 mm以下为总长度的0.5%;

200 mm~500 mm 之间为总长度的 0.8%;

500 mm 以上为总长度的 1%。

5.3.3 管状、灯状加热器的管壁厚度应均匀,外径尺寸的最大偏差不大于  $0.05D$  ( $D$  为辐射管外径)。

5.3.4 外形尺寸(长、宽)偏差应为  $\pm 2$  mm,板状加热器的厚度偏差应为  $\pm 0.6$  mm。

#### 5.4 外观

加热器辐射面应无明显缺陷,基体不开裂。基体表面若有红外辐射涂层的加热器,则涂层应色泽一致,厚薄均匀,不得有起泡、剥落或局部堆积现象。金属框架应无腐蚀斑点。引出棒(线)应固紧牢靠,不得松动、脱落。产品表面不应有划伤、变形和污染等明显缺陷。

#### 5.5 冷态绝缘电阻

碳化硅、锆英砂加热器的冷态绝缘电阻应不小于  $2\text{ M}\Omega$ ;其他加热器的冷态绝缘电阻应不小于  $50\text{ M}\Omega$ 。

注 1: 对无防触电保护措施、发热体裸露的加热器,例如半导体直热式辐射管,该项目不作考核。

#### 5.6 热态绝缘电阻

碳化硅、锆英砂加热器的热态绝缘电阻应不小于  $0.5\text{ M}\Omega$ ;其他加热器的热态绝缘电阻应不小于  $50\text{ M}\Omega$ 。

注 2: 同注 1。

#### 5.7 耐冷热交变性

经耐冷热交变性试验后,基体无裂缝,不变形。涂层表面应无粉化、无鼓泡、无裂纹、无剥落现象。引出棒(线)应无松动。

#### 5.8 功率偏差

加热器在额定电压及正常工作温度下,其输入功率对其额定输入功率的偏差,应在下列规定范围:

对于额定功率不大于  $100\text{ W}$  的加热器为:  $\pm 10\%$ 。

对于额定功率大于  $100\text{ W}$  的加热器为:  $+5\% \sim -10\%$ 。

#### 5.9 工作温度下的泄漏电流和电气强度

5.9.1 工作温度下的热态泄漏电流应不大于  $0.75\text{ mA}$ 。

5.9.2 加热器在充分发热条件下承受  $50\text{ Hz}$ 、 $1\,500\text{ V}$  的基本正弦波交流试验电压,历时  $1\text{ min}$ ,应无击穿和闪络现象。

注 3: 同注 1。

#### 5.10 耐潮湿

加热器经规定的湿热试验后,其泄漏电流和电气强度应符合 5.9 的规定。

注 4: 同注 1。

#### 5.11 辐射面温度不均匀度

面状加热器辐射表面的最高温度与最低温度之差不大于  $7^\circ\text{C}$ ;

其他加热器的辐射面温度不均匀度应不大于平均温度的  $10\%$ 。

#### 5.12 辐射面和背面温度比

在额定电压及充分发热条件下,工作在稳定状态的单向辐射板状加热器,其辐射面工作温度与加热器背面温度之比应不小于  $3:1$ 。

#### 5.13 升温时间

加热器从室温通电加热至稳定工作温度  $90\%$  的时间,面状及板状加热器应不大于  $20\text{ min}$ ;管状加热器应不大于  $15\text{ min}$ ;灯状加热器应不大于  $10\text{ min}$ 。

#### 5.14 电-热辐射转换效率

加热器的电-热辐射转换效率应不小于  $50\%$ 。

#### 5.15 法向全发射率 $\epsilon_n$

加热器的法向全发射率  $\epsilon_n$  应不小于  $0.83$ 。

5.16 光谱发射率  $\epsilon_\lambda$

应至少给出波长在  $2.5\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$  区间的加热器光谱发射率  $\epsilon_\lambda$  的基准值,每批产品检测值与基准值的  $\epsilon_\lambda$  最大负偏差应不大于 0.05。

注 5: 对不能给出光谱发射率  $\epsilon_\lambda$  的基准值的产品,允许以辐射能谱(即产品的辐射能量随波长变化的光谱分布)替代。

5.17 有效辐射能量比

带可见发光的复合型加热器的有效辐射能量比应不小于 80%。

5.18 抗震性

包装完好的加热器承受加速度  $30\ \text{m/s}^2$ ,频率(80~120)次/min,历时 2 h 的颠震试验后,加热器的基体应无裂缝,不变形;引出棒(线)不松动;涂层无脱落;包装无损坏。

5.19 拉力试验

面状加热器的引出棒(线)应能承受 30 N、其他加热器的引出棒(线)应能承受 49 N、历时 3 min 的拉力试验,不允许有位移、断裂现象。

5.20 机械强度

加热器应具有足够的机械强度,并且其结构应经受住在正常使用中可能会出现的野蛮搬运。

5.21 弯折试验

5.21.1 经冷弯试验后,柔性面状加热器不应有脆化、破裂、变形或起层等现象。

5.21.2 经冷折试验后,柔性面状加热器的绝缘层不应产生断裂现象。

5.22 剥离强度

柔性面状加热器的复合物剥离力应不小于 3.0 N。

5.23 阻燃性能

柔性面状加热器的发热元件和内部布线的绝缘应有足够的耐非正常发热和起火的能力。

5.24 耐低温性能

柔性面状加热器在  $-40\ ^\circ\text{C}$  条件下储存 96 h 后,不应出现破损和起层现象,应能正常工作。

5.25 工作寿命

在额定工作电压及充分发热条件下,加热器正常使用的连续工作寿命应不小于 5 000 h。

5.26 过载能力

加热器在规定的试验条件和输入功率下,应能承受 30 次循环过载试验,而不发生损坏。

5.27 放射性

在辐射材料或基体中,放射性元素的含量应符合国家标准的有关条款。

6 试验方法

6.1 辐射面的功率密度

$$\sigma = \frac{P}{S}$$

式中:

$\sigma$ ——辐射面的功率密度,单位为瓦每平方米( $\text{W}/\text{cm}^2$ );

$P$ ——加热器实测电功率,单位为瓦(W);

$S$ ——加热器辐射面面积,单位为平方厘米( $\text{cm}^2$ )。

6.2 外形尺寸

按 GB/T 7287—2008 中第 7 章的规定进行。

6.3 外观

按 GB/T 7287—2008 中第 7 章的规定进行。

6.4 冷态绝缘电阻

按 GB/T 7287—2008 中第 15 章的规定进行。

6.5 热态绝缘电阻

按 GB/T 7287—2008 中第 15 章的规定进行。

6.6 耐冷热交变性

按 GB/T 7287—2008 中第 16 章的规定进行。

6.7 功率偏差

按 GB/T 7287—2008 中第 11 章的规定进行。

6.8 工作温度下的泄漏电流和电气强度

按 GB/T 7287—2008 中第 12 章的规定进行。

6.9 耐潮湿

按 GB/T 7287—2008 中第 13 章的规定进行。

6.10 辐射面温度不均匀度

按 GB/T 7287—2008 中第 8 章的规定进行。

6.11 辐射面和背面温度比

按 GB/T 7287—2008 中第 9 章的规定进行。

6.12 升温时间

按 GB/T 7287—2008 中第 10 章的规定进行。

6.13 电-热辐射转换效率

按 GB/T 7287—2008 中第 17 章的规定进行。

6.14 法向全发射率  $\epsilon_n$

按 GB/T 7287—2008 中第 18 章的规定进行。

6.15 光谱发射率  $\epsilon_\lambda$

按 GB/T 7287—2008 中第 19 章的规定进行。

6.16 有效辐射能量比

按 GB/T 7287—2008 中第 20 章的规定进行。

6.17 抗震性

按 GB/T 7287—2008 中第 23 章的规定进行。

6.18 拉力试验

按 GB/T 7287—2008 中第 21 章的规定进行。

6.19 机械强度

按 GB/T 7287—2008 中第 24 章的规定进行。

6.20 弯折试验

按 GB/T 7287—2008 中第 25 章的规定进行。

6.21 剥离强度

按 GB/T 7287—2008 中第 26 章的规定进行。

6.22 阻燃性能

按 GB/T 7287—2008 中第 27 章的规定进行。

6.23 耐低温性能

按 GB/T 7287—2008 中第 28 章的规定进行。

6.24 工作寿命

按 GB/T 7287—2008 中第 22 章的规定进行。

## 6.25 过载能力

按 GB/T 7287—2008 中第 29 章的规定进行。

## 7 检验规则

### 7.1 验收形式

加热器须经检验合格后方可出厂,其验收形式分为出厂检验和型式试验。

### 7.2 出厂检验

凡提出交货的产品,均需按规定的出厂检验项目进行检验。每件产品经检验合格并张贴合格标志后方可出厂。外形尺寸、外观、功率偏差、冷态绝缘电阻、热态绝缘电阻、工作温度下的泄漏电流和电气强度为出厂检验项目。

### 7.3 型式试验

7.3.1 凡属下列情况之一的应进行型式试验,并应符合本标准的全部技术要求。

- a) 新产品试制定型鉴定时;
- b) 新产品转厂生产试制定型鉴定时;
- c) 正式生产后,设计、配方、材料、工艺有较大变化,可能影响产品性能时;
- d) 产品停产半年以上,再恢复生产时;
- e) 正常生产时,每半年应周期性进行一次检验;
- f) 出厂检验结果与上次型式试验结果有较大差异时;
- g) 收货方或国家质量监督机构提出型式试验要求时。

7.3.2 检验结果如任何一项不符合本标准技术要求时,应双倍取样进行复验。复验后仍有一项未达到技术要求时,则判该批产品不合格。

7.4 库存两年以上的产品应按 7.2 规定复查。

7.5 供需双方检验结果不一致时,可由双方协商解决或申请仲裁检验,以仲裁检验结果作为最后依据。

## 8 标志、包装、运输、贮存

### 8.1 标志

加热器必须有清晰、醒目的永久性标志。标志上应有下述内容:

- a) 加热器的名称、型号、规格;
- b) 额定工作电压、额定功率;
- c) 制造厂名称或注册商标;
- d) 出厂年月或编号。

### 8.2 包装

8.2.1 加热器的包装应有可靠的防潮防尘措施;包装箱应牢固可靠,能确保加热器不会因运输后导致损坏。

8.2.2 包装箱内应有产品说明书、产品合格证及装箱清单。

#### 8.2.3 包装箱标志

包装箱标志至少应包括以下内容:

- a) 产品名称、型号、规格;
- b) 产品数量、毛重、堆码高度;
- c) 制造厂名称、厂址、联系电话;
- d) 产品执行标准号;
- e) 轻放、防雨、防潮的标志;
- f) 包装箱尺寸、包装日期。

### 8.3 运输

8.3.1 运输过程中应防止剧烈振动、挤压、雨淋及化学物品侵蚀。

8.3.2 搬运必须轻拿轻放,码放整齐,严禁滚动和抛掷。

### 8.4 贮存

8.4.1 成品必须贮存在干燥通风、周围无腐蚀性气体、相对湿度不大于 85% 的仓库中。严禁重压,严禁露天存放。

8.4.2 加热器应按型号分类存放,堆码的高度应不大于包装箱上标明的堆码高度。

---