

T/ZTCA

团 体 标 准

T/ZTCA 004—2021

柔性石墨烯复合电热模组

Flexible graphene composite electrothermal module

2021 - 11 - 26 发布

2021 - 11 - 26 实施

中关村检验检测认证产业技术联盟 发 布

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 产品分类 2

5 要求 2

 5.1 外观 2

 5.2 尺寸偏差 2

 5.3 功率偏差 2

 5.4 工作温度 2

 5.5 温度不均匀度 2

 5.6 升温时间 2

 5.7 异常温度 2

 5.8 耐湿热 2

 5.9 耐水洗性能 2

 5.10 电源引线和连接 2

 5.11 耐低温性能 3

 5.12 耐热、耐燃 3

 5.13 电-热辐射转换效率 3

 5.14 自动温控器性能 3

 5.15 重物冲击性能 3

 5.16 工作寿命 3

6 试验方法 3

 6.1 试验的一般条件 3

 6.2 外观检查 3

 6.3 尺寸偏差试验 3

 6.4 功率偏差试验 4

 6.5 工作温度试验 4

 6.6 温度不均匀度试验 4

 6.7 升温时间试验 4

 6.8 异常温度试验 4

 6.9 耐湿热试验 5

 6.10 耐水洗性能 5

 6.11 电源引线和连接试验 5

 6.12 耐低温试验 5

 6.13 耐热、耐燃试验 5

 6.14 电-热辐射转换效率试验 5

 6.15 自动温控器性能 5

- 6.16 重物冲击性能..... 5
- 6.17 工作寿命试验..... 5
- 7 检验规则..... 6
 - 7.1 检验分类..... 6
 - 7.2 出厂检验..... 6
 - 7.3 型式检验..... 6
 - 7.4 抽样..... 7
 - 7.5 检验结果判定..... 7
- 8 包装、使用说明书、运输及贮存..... 7
 - 8.1 包装、使用说明书..... 7
 - 8.2 运输..... 7
 - 8.3 贮存..... 7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中关村检验检测认证产业技术联盟提出并归口。

本文件起草单位：北京石墨烯技术研究院有限公司、国家先进功能纤维创新中心、北京市计量检测科学研究院（国家石墨烯材料产业计量测试中心）、北京服装学院、北京信息科技大学、东华大学、北京创新爱尚家科技股份有限公司。

本文件主要起草人：李炯利、王旭东、张林、陈利军、陈勇、王玉倩。

柔性石墨烯复合电热模组

1 范围

本文件规定了柔性石墨烯复合电热模组（后文简称“模组”）的术语和定义、产品分类、要求、试验方法、检验规则、包装、使用说明书、运输及贮存。

本文件适用于柔性石墨烯复合电热模组的生产和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191—2008 包装储运图示标志 (ISO 780:1997, MOD)

GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表 (适用于对过程稳定性的检验)

GB/T 3921—2008 纺织品 色牢度测试 耐皂洗色牢度

GB 4706.1—2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求 (IEC 60335-1:2004 (Ed4.1), IDT)

GB 4706.8—2008 家用和类似用途电器的安全 电热毯、电热垫及类似柔性发热器具的特殊要求 (IEC 60335-2-17:2006, IDT)

GB/T 7287—2008 红外辐射加热器试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

辐射电热材料 electric radiant heating material

工作时将电能转化为热能，并将热能主要以辐射的形式向外传递的电热材料。

3.2

柔性电热模组 flexible electrothermal module

集成了电热材料、电极材料、绝缘材料、控制开关、控温器件的电热器件，其中电热、绝缘、电极等材料均为柔性材料。

3.3

功率密度 power density

模组的有效发热表面上单位面积的功率。

3.4

正常工作 normal operation

当模组与电源连接时，其按正常使用条件进行工作的状态。

3.5

工作温度 working temperature

模组以额定工作电压工作并且达到稳定工作状态后，其表面的平均温度。

3.6

稳定工作状态 condition of adequate heated

模组在正常工作条件下通电升温达到热平衡的工作状态。

3.7

升温时间 temperature rise time

模组在正常工作条件下工作，其表面温度从室温上升至稳定工作温度90%时所需要的时间。

3.8

电-热辐射转换效率 electric-to-radiant power tranfer efficiency

模组在额定电压下工作直至达到稳定工作状态后，将输入的电功率转换成输出的总辐射通量的百分比。

4 产品分类

柔性石墨烯复合电热模组（后文简称“模组”）按用途分未两类，具体详情见表1。

表1 模组分类

分类	单片尺寸	电压
I. 柔性穿戴类	$\leq 20\text{cm} \times 20\text{cm}$ ，或同等面积	$\leq 7.4\text{V}$
II. 行业应用类	$\geq 20\text{cm} \times 20\text{cm}$ ，或同等面积	$\geq 12\text{V}$ ， $\leq 220\text{V}$

5 要求

5.1 外观

模组表面应平整，不应有明显划伤、破损、变形、污染等明显缺陷。

5.2 尺寸偏差

模组的尺寸(长度、宽度)偏差不应超过标称尺寸的3 %。

5.3 功率偏差

模组在正常工作条件下工作，其输入功率和额定功率的偏差不应超过 $\pm 8\%$ 。

5.4 工作温度

模组在正常工作条件下工作直至建立稳定工作状态时，其表面的温度不应超过 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.5 温度不均匀度

模组在正常工作条件下工作直至建立稳定工作状态时，其发热区域表面的最高温度与最低温度之差不应大于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.6 升温时间

模组在正常工作条件下工作，从室温通电加热至稳定工作温度90 %时的时间不应大于5 min。

5.7 异常温度

模组以1.24倍的额定输入功率工作直至建立稳定工作状态，持续8 h，工作期间最高温度不应超过 $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并不应出现破裂、变形等现象。

5.8 耐湿热

模组在经过6.9的试验后，接通电源测试不应出现短路、断路等异常。

5.9 耐水洗性能

I类模组经过40次水洗仍可正常工作，II类模组根据客户要求要求进行试验。

5.10 电源引线和连接

5.10.1 导线的标称横截面积

Ⅱ类应用的模组，引线的导线标称横截面积应符合GB 4706.1—2005中表11的规定。

5.10.2 抗拉伸性能

Ⅱ类应用模组引出线应能经受不小于60 N的拉力，试验后，模组不应出现明显变形、位移、破损等现象。

5.11 耐低温性能

模组在温度为-30℃的条件下储存96 h后，不应出现脆化、破损、变形、分层等现象，并应能正常工作。

5.12 耐热、耐燃

模组发热元件和内部器件的绝缘应有足够的耐热性和耐燃性。

5.13 电-热辐射转换效率

模组的电-热辐射转换效率不应小于68%。

5.14 自动温控器性能

包含自动温控器的模组，温控器可靠控温次数应超过6000次。

5.15 重物冲击性能

Ⅱ类模组有压力冲击工况的，按照6.16实验方法，冲击5次后，不得出现断路、短路、发热异常等现象。

5.16 工作寿命

模组在正常工作使用状态下的累计工作时间不应小于3000 h。

6 试验方法

6.1 试验的一般条件

6.1.1 试验应在下列条件下进行：

- a) 不考虑对温度敏感的温控器装置；
- b) 对于需要现场切割的模组，测试应在连接电源引线并保护好其边缘后进行；
- c) 环境温度为 20℃±5℃；
- d) 空气相对湿度不大于 85%（耐湿热性能测试单独要求）；
- e) 实验室内空气无明显对流；
- f) 模组试件的尺寸根据客户要求确定。

6.1.2 实验样品数量。

- a) 6.2、6.3、6.4 的试验需要 6 个样品。
- b) 6.5~6.12、6.13、6.15、6.16 的试验需要 3 个样品。
- c) 6.14、6.17 的试验需要 1 个样品。

6.2 外观检查

视检。

6.3 尺寸偏差试验

将模组放在平整的基准平面上，用精度为1 mm的卷尺测量，分别测量每一边。

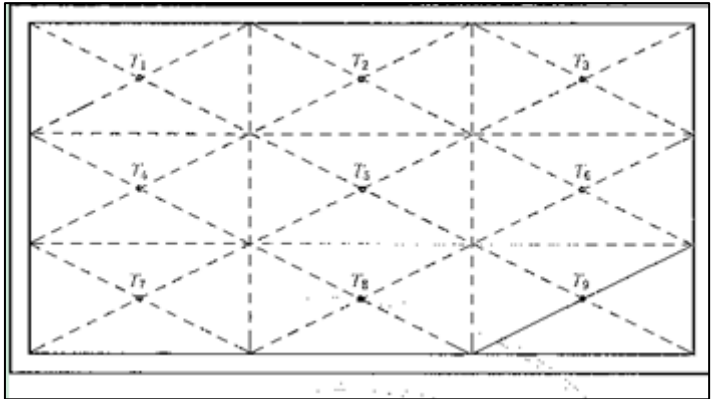
6.4 功率偏差试验

功率偏差的试验按GB/T 7287—2008第11章规定的方法执行。

6.5 工作温度试验

6.5.1 测温点

模组测温点的分布见图1。



注：工作温度测试中，环境温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

图1 测温点分布图

6.5.2 测温

模组在额定工作电压下工作，使其升温达到稳定工作状态后，按GB/T 7287—2008第8章规定的方法依次测量图1所示的9个测试点的温度值，记录9个测试点的温度值。取测得的9个测试点温度的算术平均值为模组的工作温度。

6.6 温度不均匀度试验

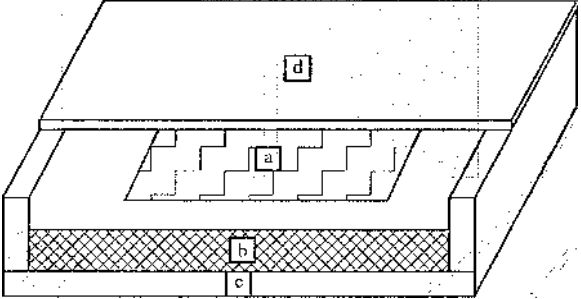
模组经过6.5的试验后，取9个温度值中的最大值和最小值，计算其差值。

6.7 升温时间试验

按GB/T 7287—2008中第10章规定的方法执行。

6.8 异常温度试验

测试槽如图2所示。模组在正常工作条件下工作，调整供电电压，使输入功率等于额定功率的1.24倍，升温达到稳定工作状态，持续通电保持8 h,用热电偶温度计测量如图1所示各点的温度值并记录，试验期间平均完成9次测试。试验完毕后观察模组表面变化情况。



注1：模组试件表面与复合地板的下表面垂直距离不应大于10 mm；

注2：测试槽四个侧面应全部封闭。

注3：此图为测试槽示意图

^a 模组试件。

^b 绝热材料(厚度不小于30 mm的挤塑板)。

^c 测试槽底板。

^d 覆盖顶板(厚度8 mm—12 mm的复合地板)。

图2 测试槽示意图

6.9 耐湿热试验

恒定湿热环境下持续放置96 h(温度: 40℃±5℃, 湿度: 90%~95%), 然后空气中放置24 h(20℃±5℃)后进行通电测试。

6.10 耐水洗性能

按照GB/T 3921—2008的测试方法执行。

6.11 电源引线和连接试验

6.11.1 导线横截面测量

用千分尺测量。单股导线的直径测量三次, 取平均值。按公式(1)进行计算。

$$S = n\pi D^2 \div 4 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

S——导线的标称横截面积, 单位是平方毫米(mm²);

N——电源导线的根数;

π——单股导线的直径平均值, 单位是毫米(mm)。

6.11.2 抗拉伸试验

将模组固定在拉力机上, 在其引出线上施加100 N的力, 不得使猛力, 应缓慢增加至100 N, 持续3 min。松开1 min后重复一次。

6.12 耐低温试验

将低温试验箱的温度设置为-30℃, 温度波动度为±0.5℃。将模组试件放置在低温试验箱中, 存储96h后取出, 在室温环境下恢复1 h, 试验结束后, 再进行功率偏差、工作温度及电气强度的试验。

6.13 耐热、阻燃试验

按GB 4706.8—2008中30.102规定的方法执行。

6.14 电-热辐射转换效率试验

按GB/T 7287—2008中第17章规定的方法执行。

6.15 自动温控器性能

在环境温度为20℃±5℃下, 在最大工作电流下, 检验并记录自动温控器可靠控温动作次数。

6.16 重物冲击性能

采用6 kg铅球作为冲击重物, 铅球在距固定好的模组正中心表面垂直高度0.8 m, 以自由落体方式落下, 击中模组的主加热区, 为一次冲击测试。

6.17 工作寿命试验

6.17.1 按GB/T 7287—2008中第22章规定的方法执行。

6.17.2 加速老化试验按产品使用说明书规定的实际安装条件执行。

6.17.3 试验时间为360 h。

6.17.4 试验结束后, 如果样品的外表面符合5.2的要求, 实际功率比额定功率偏差不超过±10%, 电

—热辐射转换效率不低于初始值的 90 %，则判定该样品的寿命不低于 30000 h。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

出厂检验项目见表2。

表2 出厂检验项目

序号	检验项目	要求条目编号	不合格类别
1	外观	5.1	B
2	尺寸偏差	5.2	B
3	功率偏差	5.3	A
4	电源引线和连接	5.10	A

7.3 型式检验

7.3.1 基本要求

有下列情况之一时应进行型式检验：

- 新产品试制定型鉴定时；
- 老产品转厂生产时；
- 正式生产后，如设计、材料、工艺、结构有较大变化时；
- 正常生产时，每年至少进行一次型式检验；
- 产品停产半年以上，再恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

7.3.2 检验项目

型式检验项目见表3。

表3 型式检验项目

序号	检验项目	要求条目编号	不合格类别
1	外观	5.1	B
2	尺寸偏差	5.2	B
3	功率偏差	5.3	A
4	工作温度	5.4	A
5	温度不均匀度	5.5	B
6	升温时间	5.6	B
7	异常温度	5.7	A
8	耐湿热	5.8	A
9	耐水洗	5.9	A
10	电源引线和连接	5.10	A
11	耐低温	5.11	B
12	耐热、耐燃	5.12	A
13	电-热辐射转换效率	5.13	B
14	自动温控性能	5.14	A
15	重物冲击性能	5.15	B
16	工作寿命	5.16	A

7.4 抽样

采用GB/T 2829—2002规定的二次抽样方案，其判别水平为H，不合格质量水平RQL=80，查GB/T 2829—2002的表6，得到公式(2)：

$$|n; AC, Re| = \left| \begin{matrix} 2; & 0,2 \\ 2; & 1,2 \end{matrix} \right| \dots\dots\dots (2)$$

式中：

N——样本数量；

Ac——合格判定数；

Re——不合格判定数。

7.5 检验结果判定

7.5.1 检验中将不合格分为两类：A类不合格和B类不合格，（A类不合格指某种不合格类型占到不合格总数的90%以上，B类不合格是80%以上）见表1。

7.5.2 对于所检验批，抽取两组样本，对于一组样本单位，若有一个A类不合格或两个B类不合格，则判定该组样本不合格。

7.5.3 若两组样本都合格，则判定所检验批合格。

7.5.4 若两组样本都不合格，则判定所检验批不合格。

7.5.5 若有一组样本不合格，则进行二次抽样重新检查，二次抽样中的不合格数应是第一次和第二次检查中不合格数的累计。检验结果中若仍有一组样本不合格，则判定所检验批不合格，否则为合格。

8 包装、使用说明书、运输及贮存

8.1 包装、使用说明书

8.1.1 经检验合格的产品在包装时，应有可靠的防潮措施，要附带出厂检验合格证、使用说明书、保修卡及生产厂家的联系方式等。包装箱外的标志应符合GB/T 191—2008的规定，包装箱应牢固可靠，能确保在运输过程中不会因运输而导致损坏。

8.1.2 使用说明书应包括下列内容：

- 产品概述；
- 主要技术性能参数；
- 使用方法的有关事项；
- 安装方法的有关事项；
- 故障维修联络相关事项；
- 安全注意事项。

8.2 运输

8.2.1 运输过程中应防止剧烈振动、挤压，应采取防雨雪、防晒等措施，防止化学物品的侵蚀。

8.2.2 搬运必须轻拿轻放，码放整齐，严禁抛掷。

8.3 贮存

8.3.1 成品应贮存在干燥通风、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。

8.3.2 模组应按型号分类存放，堆码的高度不应大于包装箱上标明的堆码高度。