

ICS 97.030

Y 63

团 体 标 准

T/DZJN **—20**

薄膜电热元件

Thin Film Electric Heating Element

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202*-**-** 发布

202*-**-** 实施

中国电子节能技术协会 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 分类与命名..... 2

5 技术要求..... 2

6 试验方法..... 5

7 检验规则..... 8

8 标志、包装、运输和贮存..... 10

附录 16

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。

本文件由中国电子节能技术协会净化技术专业委员会、芜湖艾尔达科技有限责任公司共同提出。

本文件由中国电子节能技术协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

薄膜电热元件

1 范围

本文件规定了薄膜电热元件的分类、命名与要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于额定电压不超过 250 V 的单相器具或额定电压不超过 1000V 的其他器具中使用的薄膜加热元件的设计、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

GB/T 1019-2008 家用电器包装通则

GB/T 2828.1-2012 计数抽检检验程序

GB 4706.1-2005 家用和类似用途电器的安全 第1部份：通用要求

GB 4806.1-2016 食品安全国家标准 食品接触材料及制品通用安全要求

GB 4806.9-2016 食品接触用金属材料及制品

GB 4806.5-2016 食品接触用玻璃制品

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验

GB 14536.1-2008 家用和类似用途电自动控制器 第1部分：通用要求（IEC 60730-1：2003，IDT）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

薄膜电热元件 Thin Film Electric Heating Element

一种加热体发热源为薄膜（加热膜厚度 ≤ 10 微米）结构的电加热元件（以下简称元件），通过高温溅镀工艺方式，将复合氧化物材料均匀蒸镀到元件基体上，堆积成多层的发热层结构，其基本结构包括4部分：基体、绝缘层、加热膜以及用于接通电源的电极，。

3.2

工作温度 Working Temperature

元件在正常工作条件下工作至稳定时元件上最高的温度。

3.3

模拟条件 Simulated Conditions

模拟元件在各类器具中的正常使用状态，并使元件表面最高温度点的最高温度值达到稳定工作条件。

3.4

初始功率 Initial Power

元件在额定电压和模拟条件下工作至稳定时的输出功率值。

3.5

冷态 Cold State

元件停止工作，且达到规定测试环境温度时的状态。

3.6

热态 Hot State

模拟元件工作，并使元件表面最高温度点的最高温度值达到稳定时的状态。

4 分类和命名

4.1 分类

4.1.1 按产品用途分为：

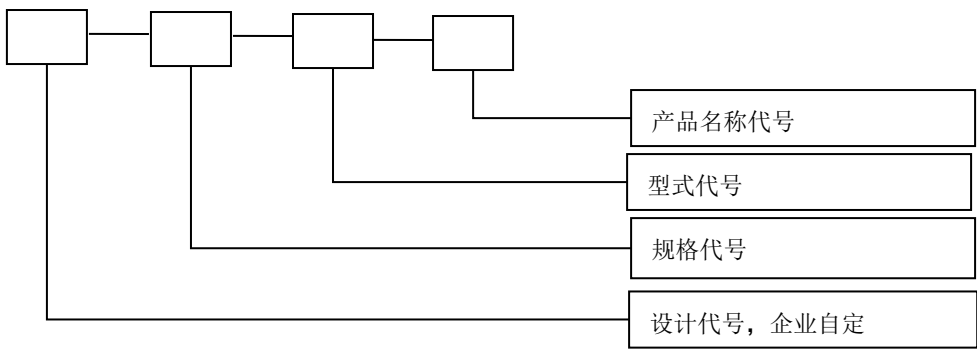
- 液体电热元件（包含水），以 Y 表示；
- 强制对流气体电热元件，以 Q 表示。

4.1.2 按基体材料分为：

- 玻璃管基体加热薄膜的电热元件，以 B 表示；
- 金属基体、陶瓷绝缘层加热薄膜电热元件，以 J 表示。

4.2 命名

元件的型号命名由产品代号、型式代号、规格代号和设计序号代号 4 部分组成，具体格式如下：



产品名称代号用 H 表示，型式代号用 Y/Q 和 B/J 组合成两位字母表示，规格代号用额定电压值和额定功率值组成，额定电压值和额定功率值包括单位表示，设计代号用由三位数字表示

示例：H-YB-220VAC/2000W-001, 代表玻璃基体的薄膜电热元件，用于加热液体的元件，额定工作电压 220V, 额定输入功率 2000W, 设计代号 001 的电热元件。

5 技术要求

5.1 使用条件

元件在下列环境条件下，应能可靠工作：

- a) 环境温度 -40℃ ~ 125℃；
- b) 空气相对湿度不超过 95%（环境温度为 25℃时）；
- c) 周围环境无易燃、易爆、腐蚀性气体和导电粉尘；
- d) 没有明显的冲击和振动。

5.2 外观要求

5.2.1 电热元件表面不可有划伤、油污、破损现象、无明显气泡、无明显瑕疵。

5.2.2 基体上的膜层均匀牢固，无脱落。

5.2.3 电热元件如有保护涂层，保护涂层应无留痕、划痕、凹陷、污垢及脱落现象。

5.3 基本性能

5.3.1 功率偏差

在正常工作条件下，元件的使用功率与额定功率的偏差不应超过表 1 所示的偏差。

表 1 功率偏差

额定功率/W	偏差
>25~200	±10%
>200	+5%或 20W（以较大者为准），-10%

5.3.2 表面热负荷与分类和分级

分类	功率密度 w/cm ²	热启动速度℃/s
I	>150	>300
II	101-150	201-300
III	51-100	101-200
IV	21-50	41-100
V	5-20	25-40

5.4 电气性能

5.4.1 泄露电流

泄漏电流应符合 GB 4706.1-2005 中 16.2 的规定不超过 0.5mA。

5.4.2 电气强度

符合 GB 4706.1-2005 中 16.3 中规定，电热元件的绝缘应能承受 50 Hz 或 60 Hz、表 2 规定的试验电压，历时 1min，试验期间，不应有闪络、击穿发生，试验后，电热元件应能正常工作。

表 2 电气强度试验电压

单位为：伏

分类	电气强度试验电压（额定电压 ^b ）		
	安至特低电压 SELV	≤150	>150~250
金属基板电热元件 ^a	500	1500	1500
非金属基板电热元件	—	2500	3000

^a金属基板电热元件中易触及的导电部件，应有接地措施或连接到整机的接地保护导体上。

^b对于多相器具，额定电压是指相线与中性或地线之间的电压。以在 150 V~250 V 的范围内的额定电压值作为 480 V 多相器具的试验电压。

5.4.3 最小爬电距离和电气间隙

5.4.3.1 基本绝缘的爬电距离不应小于表 3 中相应值；工作绝缘的爬电距离不应小于表 3 中相应值。或至少符合 GB 14536.1-2008 中表 20.4 的规定。

表 3 工作绝缘的最小爬电距离

工作电压/V	爬电距离/mm									
	污染等级									
	1	2			3			4		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
≤50	0.2	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7	1.9	2.0	2.5	3.2
>50~125	0.3	0.8	1.1	1.5	1.9	2.1	2.4	2.5	3.2	4.0
>125~50	0.6	1.3	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0	5.0	6.3	8.0
>250	1.0	2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3	8.0	10.0	12.5

注 1: PTI≥600 的材料为 I 类材料:400≤PTI<600 的材料为 II 类材料 174≤PTI<400 的材料为 IIIa 类材料: 100≤PTI<175 的材料为 IIIb 类材料。

注 2: 污染等级 1 是没有污染或仅发生干燥的、非导电性的污染, 污染不会产生影响; 污染等级 2 是除了可预见的冷凝所引起的短时偶然的污染外, 仅发生非导电性的污染; 污染等级 3 是发生导电性的污染或干燥的非导电性污染, 且该污染会由可预见的冷凝使其具有导电性; 污染等级 4 是由导电性粉尘、雨水或雪花引起的产生持久导电性的污染。

5.4.3.2 基板上, 电路电极之间的电气间隙不应小于表 4 中相应值。

5.4.3.3 基本绝缘和工作绝缘的电气间隙不应小于表 4 中相应值。

表 4 电气间隙

额定电压/V	过电压类别 II 的 额定脉冲电压 KV	海拔 2000 m 以下的大气环境中的间隙/mm			
		污染等级			
		1	2	3	4
≤50	1.5	0.5	0.5	0.8	1.6
>50~150	2.5	1.5	1.5	1.5	1.6
>150~300	4.0	3	3	3	3
>300~400	6.0	5.5	5.5	5.5	5.5

注: 对于海拔超过 2000m 的高度, 间隙值应乘以 GB/T 16935.1—2008 表 A.2 中所规定的校正系数。

5.5 过载能力

电热元件在规定的条件下, 应能承受 30 次循环过载试验且不应出现:

- 不满足 5.4.1、5.4.2;
- 实际功率比额定输入功率超差 15%;
- 基体表面有熔融物或者损坏。

5.6 非正常工作

非正常工作试验按 6.7 进行, 试验期间和试验后, 元件不应喷射出火焰和熔融金属, 不应产生电击危险。

5.7 累计工作寿命

元件的累计工作寿命不小于 3000 h, 寿命试验后, 元件应能正常工作, 电气性能符合 5.2 和 5.3 的要求, 功率变化率不大于 10%。

5.8 功率变化率

元件的累计工作寿命功率变化率应符合表 5 的要求。

表 5 功率变化率

膜状电热元件种类	功率变化率%
金属基体陶瓷绝缘薄膜加热元件	≤10
玻璃薄膜加热元件	≤10

5.9 卫生

与食品接触的材料应符合 GB 4806.1、GB 4806.9 、GB 4806.5 、GB/T 17219 的相关要求。

5.10 环境适应性

5.10.1 耐湿热

实验过程中电热元件不可出现凝露，比较实验前后的电阻变化，应在±3%范围内，电热元件可正常工作，并符合 5.4.2、5.4.3 要求。

5.10.2 耐低温

比较实验前后的电阻值变化，应在±3%范围内，电热元件可正常工作。

5.10.3 冷热交变承受能力

应能承受冷热交变实验。试验后，电热元件不应出现变形，仍能正常工作，绝缘层和加热膜不脱落。

5.10.4 耐盐雾

对金属基板型电热元件，试验后不应出现锈蚀，但不影响安全和功能的锐边上的锈迹或可擦除的黄色锈膜可以忽略。

5.10.5 耐振动

比较试验后测试电阻值变化，应在±3%范围内，电热元件可正常工作。

5.11 标志耐磨性

对电热元件上的固定铭牌进行耐磨性试验后，其表面应无明显字迹脱落（笔画不能缺失），标志应保持清晰可见；用雕刻、压铸、钢印等办法制成的标志，可以不做此项实验。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

- 环境温度：25℃±5℃；
- 相对湿度：不大于 85%；
- 室内无强气流，无强烈阳光照射。

6.1.2 实验用仪表

- a) 电压表、电流表、功率表：型式试验时的精度不低于 0.5 级；出厂检验时的精度不低于 1.5 级；
- b) 温度测量仪：准确度不低于 1.0 级；
- c) 长度测试仪：精度不低于 0.02mm；
- b) 秒表：精度为 0.1s。

6.2 外观检验

在光的照度不应低于 2X40W 日光灯源下，被测品与眼睛的距离在 20-45cm，检验角度在 0° - 45° ，加热元件表面不得出现油污、破损、划痕。

6.3 基本性能

6.3.1 功率偏差

按 GB 4706.1-2005 中 10.1 的规定进行试验。

6.3.2 表面功率密度和热启动速度

6.3.2.1 测量并计算电热元件的发热面积，按公式（1）计算。

$$S=A*B \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

S—电热元件的发热面积，单位为平方厘米（ cm^2 ）

A—电热元件的发热膜长度，单位为厘米（cm）

B—电热元件的发热膜宽度，单位为厘米（cm）

6.3.2.2 计算电热元件的表面功率密度，按公式（2）计算。

$$M=P/S \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：

M—电热元件的表面功率密度，单位为瓦每平方厘米（ W/cm^2 ）；

P—电热元件的额定功率，单位为瓦（W）；

注：电热元件的表面功率密度，即发热膜表面上单位面积的功率。

6.3.2.3 热启动速度

玻璃管薄膜电热元件的测量点选取

沿玻圆管轴线方向将膜状电加热体等距离画成 6 段，在每个分段线上选取距离最大的两点（直径位置）作为电阻的一组测量点，从而得到 5 个点，图 6 是测量点选取示意图；最小取样点距离 $\geq 1\text{cm}$ ，如电热元件按最小取样点距离不足以分成 6 段，则按实际可分为最大段数进行。

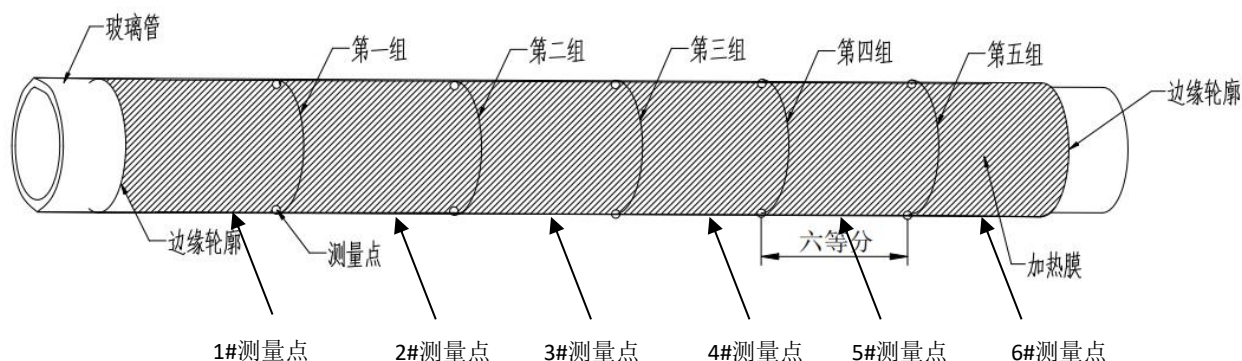


图 6 玻璃管薄膜电热元件的测量点选取示意图

电热元件在正常工作条件下工作，测试电热元件从接通电源启动至上升到设计温度所需的时间，按公式(3)、公式(4)、公式(5)计算热启动速度。

$$\bar{T}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：

$\bar{T}_0$ ——电热元件启动前测试的 n 个测量点的平均温度，单位为摄氏度（℃）；

T_1 ——第 i 个测量点的电热元件启动前测试的温度，单位为摄氏度（℃）；

n ——测量点数量，单位为个。

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_1}{n} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\bar{t}$ ——电热元件从接通电源启动至上升到设计温度时 n 个测量点所需的平均时间，单位为秒（S）；

t_1 ——第 i 个测量点的电热元件从接通电源启动至上升到设计温度所需的时间，（S）

$$V = \frac{T_s - \bar{T}_s}{\bar{t}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

V ——热启动速度，单位为摄氏度每秒（℃/s）；

T_s ——设计温度，单位为摄氏度（℃）。

6.4 电气性能

6.4.1 电气强度

- 在冷态下，在带电部件和基板之间施加 50Hz, 1250V 电压历时 1min 的试验，试验期间，不应出现闪络击穿现象。（汽车电器另外增加）；
- 在工作温度下（电热元件通电并达到工作温度时），按 GB 4706.1-2005 中 13.3 的规定进行实验；
- 耐湿热试验后，按照 GB 4706.1-2005 中 16.3 的规定接线实验。

6.4.2 泄露电流

- 在工作温度下（电热元件通电并达到工作温度时），电热元件施加 1.15 倍的额定功率，按 GB 4706.1-2005 中的 13.2 的规定进行实验；
- 耐潮湿实验后，按 GB 4706.1-2005 中 16.2 的规定进行实验。

6.4.3 最小爬电距离和电气间隙

按 GB 4706.1-2005 中 29 的表 16 和表 17 的规定，通过测量和视检确定是否合格。

6.5 过载能力

将电热元件接入电源，调节到额定电压值，电热元件通电至工作温度。在正常工作条件下通电 1h，再断电冷却 0.5h 至室温（可强迫冷却如在元件非发热面通常温水）。循环 30 次。

- 对于额定功率不超过 400W 的元件，过载试验中施加 1.15 倍额定电压；
- 对于额定功率超过 400W 的元件，过载试验中施加 1.13 倍额定电压。

6.6 非正常工作

试验按照 GB 4706.1-2005 中 19.1 和 19.3 的规定进行。元件按正常工作条件工作，试验电压应调整到使输入功率等于额定输入功率的 1.24 倍。

6.7 使用寿命

电热元件在额定电压和模拟条件下通电工作 30min，然后断电冷却（可强迫冷却如在元件非发热面通常温水），累计通电工作时间达 3000h。

6.8 功率变化率

电热元件在额定电压和模拟条件下连续正常工作 100h, 记录其初始实测功率 P_0 和实验结束时实测输入功率 P_1 , 按公式 (6) 计算功率变化率:

$$J = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \times 100\% \cdots \cdots (6)$$

式中:

J ——功率变化, %;

P_1 ——电热元件正常工作 100h 后的实测功率值, 单位为瓦 (W);

P_0 ——电热元件正常开始工作的初始实测功率值, 单位为瓦 (W)。

6.9 卫生

与食品和饮食用具接触的电热元件的基板或涂层按照 GB 4806.1-2016、GB 4806.9-2016、GB 4806.5-2016、GB/T 17219 的相关规定进行试验。

6.10 环境适应性

6.10.1 耐湿热

将电热元件置于恒温恒湿箱中, 将温度调到 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$, 相对湿度在 90%~96%, 经过 48 h 试验后, 检查电热元件表面、电热元件工作状态, 并满足 5.10.1 的要求。

6.10.2 耐低温

将电热元件置于 $(-25 \pm 3)^\circ\text{C}$ 的恒温箱中, 持续 24h, 然后置于通风良好环境中 60 min 以上, 检查电热元件表面、电热元件工作状态, 并满足 5.10.2 的要求。

6.10.3 冷热交变承受能力

试验在两台恒温箱之间进行, 设定高温恒温箱的温度为 125°C , 设定低温恒温箱的温度为 -25°C , 使两台恒温箱的温度维持在设定值的 $\pm 3^\circ\text{C}$ 范围内, 先将元件拆除其辅助结构后, 放入高温恒温箱 1h, 然后取出放入低温恒温箱 1h, 如此循环 5 次, 允许在取放产品时恒温箱的温度变化超过 $\pm 3^\circ\text{C}$, 试验结束后检查电热元件表面、电热元件工作状态, 并满足 5.10.3 的要求。

6.10.4 耐盐雾

按 GB/T 2423.17 规定, 中第 6 条款进行试验将金属基板型电热元件放入盐雾试验箱中, 试验 48h 后, 检查电热元件表面有无用布擦不掉的锈蚀, 试验结束后检查电热元件表面、电热元件工作状态, 并满足 5.10.4 的要求。

6.10.5 耐振动

按 GB/T 2423.10 规定, 中按照附录 A 进行试验, 将电热元件固定以防共振, 对电热元件施以可变频率为 10 Hz~55 Hz, 振幅为 1mm, 往复时间为 5 min, 作上下、左右和前后 3 个方向, 历时各 1 h 的振动, 试验结束后检查电热元件表面、电热元件工作状态, 并满足 5.10.5 的要求。

6.11 标志耐磨性

对电热元件上的标志耐磨性应按照 GB 14536.1-2008 中 7.4.1 以及附录 A.1 和 A.2 的试验进行, 试验结束后检查电热元件表面、电热元件工作状态, 并满足 5.11 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

分为进厂检验、出厂检验和型式检验。

7.2 进厂检验

原材料进场检验时，除常规项目，还需要进行对食品接触相关原材料的食品级确认，测试条件达不到时可周期性进行委托有资质的第三方测试确认。

7.2 出厂检验

7.2.1 每件电热元件均应进行出厂检验，检验合格方可出厂。出厂时应附有证明产品质量合格的测试数据和文件。

7.2.2 检验项目按表 6 规定进行。

表 6 出厂检验

序号	检验项目	要求	试验方法
1	外观	5.2	6.2
2	基本性能	5.3	6.3.1
3	电气强度	5.4.1	6.4.1
4	最小爬电距离和电气间隙	5.4.2	6.4.2
5	标志	8.1	目检

7.2.3 如果任有一项不合格，则判该电热元件为不合格品。

7.3. 型式检验

7.3.1 在下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制定型鉴定时；
- 正式投产后，产品的设计、工艺或材料有重大改变时；
- 停产 1 年以上再生产时；
- 正常生产每 1 年进行 1 次；
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- 国家质量技术监督部门提出要求时。

7.3.2 型式检验项目按表 7 规定。

表 7 型式检验

序号	检验项目	要求	试验方法
1	外观	5.2	6.2
2	基本性能	5.3	6.3
4	电气性能	泄漏电流	6.4.1a), b)
5		电气强度	6.4.2a)、b)、c)
6		最小爬电距离和电气间隙	6.4.3
7	过载能力	5.5	6.5
8	非正常工作	5.6	6.6
9	使用寿命	5.7	6.7
10	功率变化率	5.8	6.8
11	标志耐磨性	5.9	6.9
12	卫生	5.10	6.10
13	环境适应性	5.11	6.11
14	标志	8.1	目检

7.3.3 抽样样品，在生产检验合格的产品中随机抽取 12 件。

7.3.4 型式检验顺序和样品分组按表 8 进行。

表 8 型式检验顺序和样品分组

序号	检验项目			检验顺序及样品分组			
				01～03	04～06	07～09	10～12
1	外观			1			
2	基本性能			2			
3	电气性能	泄露电流	冷态	3			
			工作温度下	4			
			湿热试验后	5			
4		电气强度		6			
5		最小爬电距离和电气间隙		7			
6	过载能力			8			
7	非正常工作			9			
8	使用寿命			10	1		
9	功率变化率				2		
10	标志耐磨性			11			
11	卫生					1	
12	环境适应性		耐湿热	12			
			其他项目				1
13	标志						2

7.3.5 判断规则

- 外观、基本性能、电气性能、过载能力、工作寿命、功率变化和标志不合格为重点缺陷，其他项目不合格为轻微缺陷；
- 样品出现 1 个重要缺陷，则形式检验判定为不合格；
- 样品出现一个轻微缺陷，可在抽取同样数量的产品复检，若仍不合格，则判定该次型式试验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

每件电热元件外表面或支撑电热元件的外壳应有永久性的标志，标志内容应标明：制造单位名称或商标或代号、产品名称及型号、额定电压、额定功率。制造日期/出厂批号等。

8.2 包装

8.2.1 产品为单片装入塑料袋后集中装箱，应注意防潮、防尘措施。

8.2.2 储运时，包装箱上应标注：制造单位名称地址、产品名称及型号、产品执行标准、净重毛重、包装箱外形尺寸、生产批号、符合 GB/T 6388 规定的收发货标志、符合 GB/T191 规定的包装储运图示标志等。

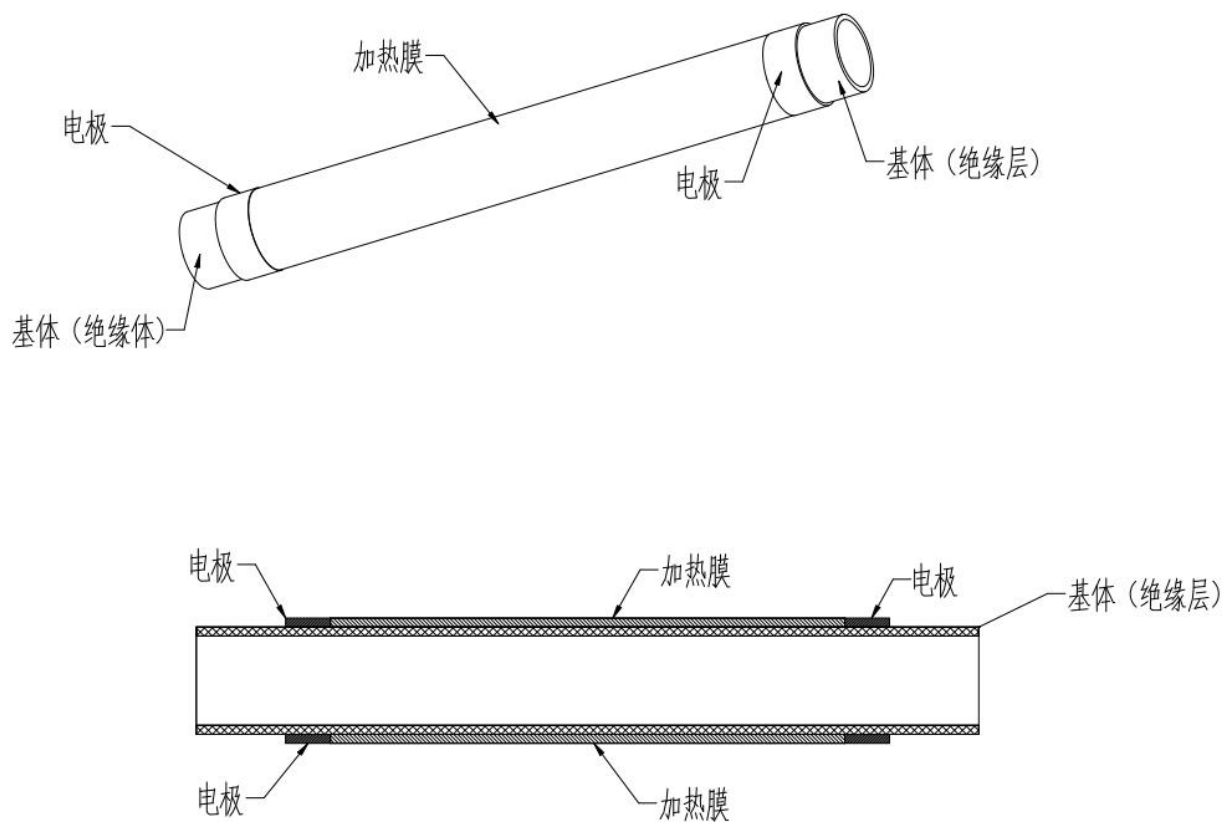
8.3 运输

- 8.3.1 电热元件应在包装状态下运输，包装箱应有防震测试，运输中应小心轻放。
- 8.3.2 在运输和储存时，不应将电热元件的包装打开，也不应损坏包装箱，不应倒置货倾斜。
- 8.3.3 运输中应避免受到冲击振动及日晒、淋雨、受潮，不应与腐蚀、有毒有害物质一起运输，装卸时应轻拿轻放，禁止抛投。

8.4 贮存

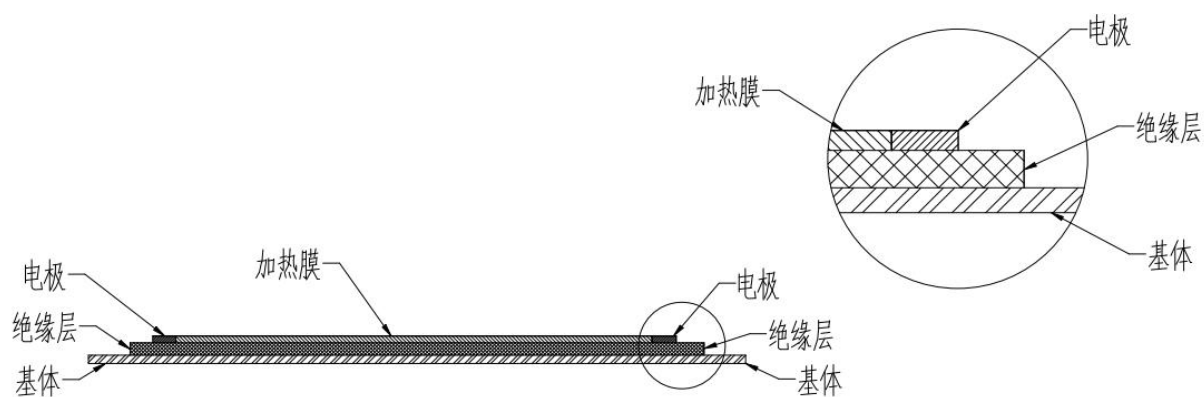
- 8.4.1 电热元件应储存在原包装箱内，存放在干燥、与腐蚀、有毒有害物质一起储存，避免出现损坏与污染。
- 8.4.2 包装后库存超过 1 年的，需要重新检验出厂检验项目。

附录



附图 1 绝缘体元件（基体做绝缘层）

注 1：绝缘基体元件的结构简图，绝缘层也可以同时作为基体，元件还可以有其他辅助结构。



附图 2 金属基体元件

注 2：金属基体元件的结构简图