

ICS 29.120.01

K 10

备案号: 53708—2016



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 12719—2016

---

## 日用管状电热元件加速寿命试验方法

Test method of accelerated life of daily-use metallic tube  
electric heating elements

2016-01-15 发布

2016-06-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 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 试验原理.....	2
4.1 失效机理和故障模式.....	2
4.2 失效因素.....	3
5 分类和主要技术参数.....	3
5.1 分类.....	3
5.2 主要技术参数.....	3
6 试验装置和环境要求.....	4
6.1 试验装置.....	4
6.2 试验环境.....	4
7 试验要求.....	4
7.1 通用要求.....	4
7.2 按 5.1.1 分类的元件.....	4
7.3 按 5.1.2 分类的元件.....	5
7.4 按 5.1.3 分类的元件.....	5
7.5 其他加热用途的元件.....	5
7.6 允许覆盖测试的情况.....	5
8 试验方法及判定.....	5
8.1 一般要求.....	5
8.2 干烧循环试验.....	5
8.3 干烧急冷试验.....	6
8.4 电压递增试验.....	6
8.5 过载循环试验.....	6
8.6 超载快速通断试验.....	7
8.7 工作温度下的泄漏电流测量.....	7
8.8 工作温度下的电气强度试验.....	7
附录 A (资料性附录) 元件常用材料的极限工作温度.....	8
参考文献.....	9
表 1 不同额定表面负荷所对应的加载功率.....	7
表 2 工作温度下电气强度试验电压.....	7
表 A.1 元件常用材料的极限工作温度.....	8

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国电器附件标准化技术委员会 (SAC/TC67) 归口。

本标准起草单位：中国电器科学研究院有限公司、镇江东方电热科技股份有限公司、思瑞克斯（广州）电器有限公司、江苏大唐电器制造有限公司、九阳股份有限公司、浙江绍兴苏泊尔生活电器有限公司、珠海格力电器股份有限公司、佛山市顺德区亿龙电器科技有限公司、佛山市三水白云山电热器具有限公司、广东美的制冷设备有限公司、大金（中国）投资有限公司上海分公司、江苏顺发电热材料有限公司、恒美电热器具有限公司、威凯检测技术有限公司、广东志高空调有限公司、上海华族实业有限公司、杭州佐帕斯工业有限公司、广东万和新电气股份有限公司、海信（山东）空调有限公司、艾欧史密斯（中国）热水器有限公司、北京中冷通质量认证中心有限公司、青岛市海尔空调器有限总公司、上海馨源电子有限公司、佛山市禅城区九龙机器厂、浙江省检验检疫科学技术研究院、肇庆市宇华电器有限公司。

本标准主要起草人：庄伟玮、谭伟、蔡军、周娟、唐伟、韩润、蔡才德、孔睿迅、姚新详、谢瑞利、邹洪、郑崇开、杨文靖、倪楠、张怀国、唐小平、郑铁津、于艺杰、盛建寅、钱峰、王志浩、段清彬、郭勇、陈健琪、戴佰庆、朱洲阳、唐仁幸、冷泉芳、仇守军、林伟权。

本标准为首次发布。

# 日用管状电热元件加速寿命试验方法

## 1 范围

本标准规定了日用管状电热元件（以下简称元件）加速寿命试验方法。

本标准适用于安装在日用电器中、额定电压不超过 480 V、单管额定功率不超过 6 kW 的元件的加速寿命试验。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 4706.1—2005 家用和类似用途电器的安全 第 1 部分：通用要求

GB 14536.8—2010 家用和类似用途电自动控制器 定时器和定时开关的特殊要求

JB/T 4088—2012 日用管状电热元件

## 3 术语和定义

JB/T 4088—2012 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**日用管状电热元件** **daily-use metallic tube electric heating elements**

以金属管作为外壳、合金电热丝作为发热体，在两者间充以密实的氧化镁粉或类似绝缘物作为绝缘介质，并通过引出棒接至电源的一种用于加热的元件。

### 3.2

**失效机理** **failure mechanism**

引起失效的物理、化学变化等内在原因。

### 3.3

**故障模式** **failure mode**

元件所发生的、能被观察或测量到的故障现象的表现形式。

### 3.4

**失效因素** **failure factor**

导致失效的外在原因或条件。

### 3.5

**试验应力** **testing stress**

试验时针对元件直接产生作用的输入因素。

### 3.6

**设计工况** **predefined working condition**

由制造商规定的、元件的额定使用条件和要求。

### 3.7

**试验工况** **working condition for testing**

相应试验条款中规定的、元件进行试验时的测试条件和要求。

### 3.8

#### 加速寿命试验 **accelerated aging test**

在保持元件原有失效机理、故障模式和不增加新的失效因素的前提下，提高试验应力、强化试验条件，使受试样本加速失效，以便在较短的时间内对元件在正常工作条件下的可靠性或寿命特征做出预测和评估的一种试验方法。

### 3.9

#### 常规寿命试验 **conventional aging test**

元件施加额定电压，在正常工作状态下通电 1 h，冷却 0.5 h 到室温（允许强迫冷却），累计工作时间达到一定要求。

### 3.10

#### 损坏 **damage**

元件破损或某些电气指标失去效能。

注：在本标准中，元件有下列情况之一时，即被认为损坏：

- 元件能承受的工作温度下的电气强度不能满足 8.8 的要求；
- 元件的工作温度下的泄漏电流不能满足 8.7 的要求；
- 元件工作时外壳产生火焰、熔融物或其他不可能修复的损坏。

### 3.11

#### 正常使用 **normal use**

对元件或所连用的设备按设计的用途和制造商预定的方法来使用。

### 3.12

#### 正常工作 **normal working condition**

当元件与电源连接时，其按正常使用（条件）进行工作的状态。

### 3.13

#### 发热表面 **heating surface**

元件发热长度上所对应的金属管表面。

### 3.14

#### 表面负荷 **surface load**

发热表面上单位面积的功率 [单位为瓦每平方米 ( $W/cm^2$ )]，计算公式：

$$\text{表面负荷} = \text{该元件功率值} / \text{该元件发热表面面积}$$

### 3.15

#### 额定表面负荷 **rated surface load**

元件在额定功率条件下的表面负荷。

### 3.16

#### 干烧 **dry heating**

用于加热液体的元件，在部分或全部发热表面未浸渍于液面下的一种工作状态。

## 4 试验原理

### 4.1 失效机理和故障模式

元件不同程度地存在着表面粗糙、加工硬化、残余应力、裂纹、电热丝或绝缘介质分布不合理等缺陷。在使用过程中，元件的材质经历不断的氧化和脱落等过程，使这些缺陷加剧，元件性能逐渐衰退。

电热丝和绝缘介质在高温环境及电气冲击中劣变、老化、熔断和电绝缘性下降，是元件重要的故障模式。

## 4.2 失效因素

常规寿命试验模拟元件正常的使用情况，测试周期一般较长，成本偏高，不利于元件的开发和改型等工作。加速寿命试验通过提高试验应力、强化试验条件，放大失效因素，迅速暴露元件的缺陷，能在较短的时间内，预测出元件能否达到设计的寿命要求。

## 5 分类和主要技术参数

### 5.1 分类

按照实际不同的用途，元件分为以下四类。

#### 5.1.1 用于加热液体的元件

元件直接浸没在液体中，直接和/或通过翅片与液体接触；在正常工作时，以液体为主要导热介质。液体介质为水、水溶液、乙醇、食用或非食用油等。

#### 5.1.2 用于加热气体的元件

元件直接和/或通过翅片与气体接触；在正常工作时，以气体为主要导热介质。气体介质为静止、流动空气或其他气体等。

#### 5.1.3 用于加热金属的元件

元件被浇铸、嵌装或者压制于金属材料中，与金属材料全部或部分接触；在正常工作时，主要以金属材料为导热介质，用于加热液体但不与液体直接接触。

金属介质为铝、铜、钢等金属。液体介质为水、水溶液、乙醇、食用或非食用油等。

#### 5.1.4 其他加热用途的元件

用于其他加热用途的元件。

### 5.2 主要技术参数

元件涉及的主要技术参数：

- a) 电源电压，单位为伏（V）；
- b) 电源频率，单位为赫（Hz）；
- c) 额定电压，单位为伏（V）；
- d) 额定功率，单位为千瓦（kW）；
- e) 工作温度，单位为摄氏度（℃）；
- f) 外径，单位为毫米（mm）；
- g) 展开长度，单位为毫米（mm）；
- h) 外形尺寸，单位为毫米（mm）；
- i) 质量，单位为千克（kg）；
- j) 加热介质；
- k) 水压（如适用），单位为兆帕（MPa）；
- l) 容量，单位为升（L）。

## 6 试验装置和环境要求

### 6.1 试验装置

试验装置由调压稳压电源、通断电控制装置、工况模拟装置和测量装置组成。

#### 6.1.1 调压稳压电源

输出电压应无级可调，输出电压波动值不应超过 $\pm 0.5\%$ ，电源电压偏差不超过 $\pm 3\%$ 。

#### 6.1.2 通断电控制装置

可分别调整预置通电时间与断电时间，通电、断电可自动循环控制并可预置循环次数，时间精度不低于 $0.1\text{ s}$ 。

#### 6.1.3 工况模拟装置

元件装在电器内或在模拟条件下进行试验。试验工况应按照第7章的规定进行模拟。

#### 6.1.4 测量装置

在所有的试验中，测量仪器或测量装置都不应明显地影响测量值：

- a) 电气强度检测仪、泄漏电流检测仪等电工测量仪表，其准确度等级不低于0.5级；
- b) 测量温度的仪表，其允许误差在 $\pm 1\%$ 以内；
- c) 测量湿度的仪表，其允许误差为被测相对湿度的 $\pm 6\%$ 以内。

### 6.2 试验环境

试验环境的温度、湿度应符合技术文件的规定。如无文件规定时，室温应保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，周围空气相对湿度不大于90%（温度为 $25^{\circ}\text{C}$ 时），大气环境处于海拔2000 m以下。

试验场所内应无易燃、易爆物品与气体。

试验人员应做适当的安全防护，并应采用适当的装置对元件进行固定和防护，以避免测试过程中因高温或电气保护不足，对人身产生伤害或对周围环境产生破坏。

应无人员经常在试验场所内活动。

## 7 试验要求

### 7.1 通用要求

按不同分类的元件进行不同的试验。

按5.1.1和5.1.3分类的元件所需样品共为12件，分为4组，每组3件，并以“组别-序号”为格式从1-1、1-2、1-3、2-1到4-3进行编码标记。按5.1.2分类的元件所需样品共为6件，分为2组，每组3件，并以“组别-序号”为格式从1-1、1-2、1-3、2-1到2-3编码标记。

### 7.2 按5.1.1分类的元件

7.2.1 依次分别进行以下试验：第1组样品进行8.2的试验；第2组样品进行8.3的试验；第3组样品进行8.4的试验。

7.2.2 试样必须符合上述相应试验要求。

7.2.3 若有1个样品不符合8.2~8.4的试验，则用第4组样品重复发生不符合的该项试验，所重复的试验不允许再有样品不合格。若有2个或2个以上样品不符合8.2~8.4的试验，则该项试验判为不合格。

7.2.4 若元件同时满足 8.2 的试验通电 100 h、8.3 的试验 100 周期及 8.4 的试验的要求，则认为元件在正常工作条件下的寿命满足本标准的要求。

### 7.3 按 5.1.2 分类的元件

7.3.1 第 1 组样品进行 8.6 的试验。

7.3.2 试样必须符合上述试验要求。

7.3.3 若有 1 个样品不符合 8.6 的试验，则用第 2 组样品重复发生不符合的该项试验，所重复的试验不允许再有样品不合格。若有 2 个或 2 个以上样品不符合 8.6 的试验，则该项试验判为不合格。

7.3.4 额定表面负荷大于  $10 \text{ W/cm}^2$  的元件，不适用于本分类试验要求。测试方案由测试机构与制造商协商确定。

7.3.5 满足 8.6 的试验 3 000 周期，则认为元件在正常工作条件下的寿命满足本标准的要求。

### 7.4 按 5.1.3 分类的元件

7.4.1 试验样品允许安装在终端产品或模拟终端设计的工作环境的工作中，以满足以下试验要求。

7.4.2 依次分别进行以下试验：第 1 组样品进行 8.2 的试验；第 2 组样品进行 8.3 的试验；第 3 组样品进行 8.5 的试验。

7.4.3 试样必须符合上述相应试验要求。

7.4.4 若有 1 个样品不符合 8.2、8.4、8.5 的试验，则用第 4 组样品重复发生不符合的该项试验，所重复的试验不允许再有样品不合格。若有 2 个或 2 个以上样品不符合 8.2、8.3、8.5 的试验，则该项试验判为不合格。

7.4.5 若元件同时满足 8.2 的试验通电 100 h、8.3 的试验 100 周期及 8.5 的试验 3 000 周期的要求，则认为元件在正常工作条件下的寿命满足本标准的要求。

### 7.5 其他加热用途的元件

测试方案由测试机构与制造商协商确定。具体的通电、冷却时间以及试验电压、试验功率根据制造商声明的元件特性确定。

### 7.6 允许覆盖测试的情况

7.6.1 具有相同外管材料、加热介质、电热丝和绝缘介质，且结构型式一致，但表面负荷不同的同一批次元件允许合并试验。

7.6.2 该批次元件依表面负荷值从大到小排列，表面负荷值为最大表面负荷值 80%~100%的元件作为同一单元，余下的元件依此继续划分。允许仅对每单元中最大表面负荷的元件进行试验。当该试验合格时，该单元内规格的元件，亦认为符合该试验要求。

## 8 试验方法及判定

### 8.1 一般要求

8.1.1 带有电流保护或一次性温度保护装置的元件，应将保护装置移除或短接。

8.1.2 除非另有规定，规定多个额定电压或一个（多个）额定电压范围的元件，应用所规定的范围内的最不利的电压进行试验。

### 8.2 干烧循环试验

8.2.1 将元件置于最严酷的设计工况中，接入电源，调节电压使输入功率达到 1.15 倍的额定功率，进



行干烧测试。

8.2.2 用自动复位的温控器或温度控制系统控制电源循环通断，使元件各部分温度均不超过附录 A 规定的极限工作温度。

8.2.3 自动复位的温控装置复位温度不应低于动作温度 15℃ 以上。控制温度使通电断电时间比约为 1 : 1。

注：建议试验期间用红外成像仪或热电偶沿元件外壳发热长度上每隔一定长度布置一个测温点进行温度测量，保证元件上各部分的温度值均不超过 8.2.2 要求的温度。

8.2.4 通过安装满足 GB 14536.8—2010 中 11.4.102 要求的定时器，计算元件的累计工作时间。

8.2.5 试验中元件自然冷却，不采取额外的降温措施。

8.2.6 试验是否合格，通过以下两条判定：

- a) 试验期间不能出现熔融、喷火及释放有害气体等影响安全的现象；
- b) 试验后的样品不应损坏。

### 8.3 干烧急冷试验

8.3.1 将元件置于最严酷的设计工况中，并安装在加水后可以按设计要求使与液体接触的元件表面或器具主要的导热表面能完全被水浸没的器具中。接入电源，调节电压使输入功率达到 1.15 倍的额定功率，进行干烧急冷试验。

8.3.2 用非自动复位的温控器或温度控制系统控制电源通断，在通电后的稳定阶段，使元件各部分温度保持在附录 A 规定的极限工作温度 95%~100% 的范围内。

8.3.3 每次温控系统动作切断电源后，在 2 s 内，将至少 1 L 的常温水加入器具中，使设计与液体接触的元件表面或器具主要的导热表面能完全被水浸没。冷却 1 min 后，排净冷却水，使温控器复位，进入下一测试周期。

8.3.4 试验是否合格，通过以下两条判定：

- a) 试验期间不能出现熔融、喷火及释放有害气体等影响安全的现象；
- b) 试验后的样品不应损坏。

### 8.4 电压递增试验

8.4.1 将元件置于最严酷的设计工况中，将适量的常温水加入带有入水口和出水口的容器中，使设计与液体接触的元件表面或器具主要的导热表面能完全被水浸没，采取相应的措施，在试验过程中使水温保持在沸点以下。

8.4.2 接入电源，调节电压使输入电压达到额定电压。元件在额定电压保持 10 min 后，调节电压以 20 V/5 min 的速率阶跃提升，直到 2.5 倍额定电压后停止。

8.4.3 试验是否合格，通过以下两条判定：

- a) 试验期间不能出现熔融、喷火及释放有害气体等影响安全的现象；
- b) 试验后的样品不应损坏。

### 8.5 过载循环试验

8.5.1 将元件置于最严酷的设计工况中，将至少 1 L 的按设计要求被元件加热的液体加入器具中，使设计与液体接触的元件表面或器具主要的导热表面能完全被液体浸没，接通电源，调节电压使输入功率达到 1.15 倍的额定功率。

8.5.2 用非自动复位的温控器或温度控制系统控制电源，待被加热液体沸腾或达到设计的工作温度后，切断电源，排净液体，加入等量的常温液体静置 1 min 后，使温控器复位，进入下一测试周期。

8.5.3 试验是否合格，通过以下两条判定：

- a) 试验期间不能出现熔融、喷火及释放有害气体等影响安全的现象；
- b) 试验后的样品不应损坏。

## 8.6 超载快速通断试验

8.6.1 将元件置于最严酷的设计工况中，根据元件不同的额定表面负荷，按照表 1 加载不同额定功率倍率的试验功率，以通电 0.4 s、断电 0.8 s 为 1 个循环周期，连续进行通断测试。测试中元件不采取除设计要求外的冷却措施。

表 1 不同额定表面负荷所对应的加载功率

元件额定表面负荷 W/cm <sup>2</sup>	超载快速通断测试中加载功率
≤5	5 倍额定功率
>5, ≤7	4 倍额定功率
>7, ≤10	3 倍额定功率
>10	不适用于本试验

8.6.2 试验是否合格，通过以下两条判定：

- a) 试验期间不能出现熔融、喷火及释放有害气体等影响安全的现象；
- b) 试验后的样品不应损坏。

## 8.7 工作温度下的泄漏电流测量

经过本标准所要求的相关试验后，元件在正常工作状态下工作，将试验电压调整到使输入功率等于最大额定输入功率的 1.15 倍，待达到稳定状态后，测量元件的泄漏电流，测量方法按 GB 4706.1—2005 中 13.2 的规定。

元件的泄漏电流值不能超过 3.5 mA。

注：试验前允许排净元件内的潮气。

## 8.8 工作温度下的电气强度试验

在本标准 8.7 的试验后立即按 GB 4706.1—2005 中 13.3 的要求进行工作温度下的电气强度试验。试验在 5 s 内开始，元件应经受历时 1 min、频率为 50 Hz 或 60 Hz 的基本正弦波电源，试验电压根据本标准中表 2 的规定确定，电气强度试验设备的整定电流为 5 mA。

元件的绝缘应能承受相应的电气强度试验，在试验期间不应出现击穿。

注：可忽略不造成电压下降的辉光放电。

表 2 工作温度下电气强度试验电压

单位为伏

额定电压 $U_r^a$	工作温度下试验电压
安全特低电压 SELV	—
≤250	750
>250	$0.9U_r+600$

<sup>a</sup>  $U_r$  指额定电压值。

附 录 A  
(资料性附录)  
元件常用材料的极限工作温度

元件常用材料的极限工作温度见表 A.1。

表 A.1 元件常用材料的极限工作温度

金 属 材 料		最高温度 ℃
1. 红铜 (纯铜)		177
2. 铝		260
3. 黄铜 (铜锌合金)		399
4. 冷轧钢		399
5. 镍银		538
6. 不锈钢 <sup>a</sup>	a. 302, 303, 304, 316, 321, 347型	760
	b. 309s型	816
	c. 310型	871
	d. 403, 405, 410, 416, 501型	649
	e. 430型	704
	f. 442型	760
	g. 446型	816
7. 镍合金 <sup>b</sup>	a. 400型合金	482
	b. 600型合金	982
	c. 800型合金	927
	d. 825型合金	593
	e. 840型合金	927
8. 铸铁		649
<sup>a</sup> 型号为美国钢铁协会 (AISI) 类型名称。 <sup>b</sup> 型号为美国机械工程师协会 (ASME) 类型名称。		

参 考 文 献

- [1] GB 2689.1—1981 恒定应力寿命试验和加速寿命试验方法总则
-