

# 中华人民共和国国家标准

## 电工电子产品基本环境试验规程 长霉试验导则

GB 2424.9—90

代替 GB 2424.9—81

Basic environmental testing procedures  
for electric and electronic products  
Guidance for mould growth tests

本标准等效采用国际标准 IEC 68-2-10《基本环境试验规程 第二部分:试验——试验 J 和导则:长霉》(第五版,1988)的附录 F:导则。

### 1 主题内容及适用范围

本标准规定了电工电子产品及其结构材料的三种基本性能影响类型防护技术的原则,阐明了长霉的机理及对元件、设备的影响,对试验 J 作了全面的补充。

本标准适用于对电工电子产品及其结构材料的抗霉性能及长霉对电气、机械性能影响的指导性标准。

### 2 引用标准

本标准应与下述标准一起使用:

GB 2421 电工电子产品基本环境试验规程 总则

GB 2422 电工电子产品基本环境试验规程 名词术语

GB 2423.16 电工电子产品基本环境试验规程 试验 J: 长霉试验方法

### 3 污染机理

真菌在土壤中及各种材料上生长,产生孢子而传播,孢子脱离母体发芽而进一步生长。

孢子极小,容易随流动的空气传播。它们也会粘附在尘埃上,并随空气进入设备中。因此,凡能透过空气的所有设备的空隙,都会被空气中夹带的霉菌孢子所污染。

由于触摸设备也会引起污染,因为经过人手的接触,孢子会附在留下的手印上,条件适宜便能生长繁殖。

此外,螨可以引起污染。因为螨能穿过小于 25  $\mu\text{m}$  的空隙,其身体携带着的霉菌孢子形成污染。螨的躯体及排泄物的聚集提供了营养源及水分,有利于霉菌孢子繁殖。

### 4 发芽和生长

温度和湿度是霉菌生长的基本条件,而水分是孢子发芽必要条件。物体表面上存在有灰尘或其他亲水性物质,可以从大气中吸收足够的水分。

相对湿度低于 65% 时,孢子就不会发芽和生长,大于此值时,湿度越大生长越快,即使菌体已经死亡,孢子仍能在温度极低的条件下长期继续生存,一旦湿度适宜,孢子就发芽生长,形成新的菌体。

除了高湿大气外,孢子还需要有一层吸收水分的物质,有了这层含水物质,大多数有机材料将会提

供足够的营养维持小量霉菌生长。如果存在灰尘,灰尘含有大量营养物可供霉菌生长。

造成设备损坏的大多数霉菌,发芽最适宜温度在 20~30℃ 之间,少数在 0℃ 或 40℃ 时能够发芽。

有许多孢子长期暴露在零摄氏度以下或高达 80℃ 温度下,都不致受到损伤。

为了杀死孢子,应使用 GB 2423.16 附录 D 去污染的方法。

## 5 长霉的影响

### 5.1 原发性影响

霉菌能在大多数有机材料上生存,通常只在暴露的空气中的表面上生长。其中有些吸湿性材料更容易受到侵蚀。

即使对材料只发生轻微的损害,绝缘材料表面由于湿润的菌丝层形成导电通路而大幅度降低绝缘电阻。

当湿润的菌丝生长在经过校准的电子电路的电磁场内时,会引起电路频率-阻抗特性发生严重的变化。

材料中易受霉菌直接侵蚀的是天然材料,例如:皮革、木材、织物、纤维和丝绸。大多数塑料不易受到感染,但有些会受到侵蚀。塑料含有或添加的非聚合物单体,低聚合物可能会渗出到表面形成霉菌的营养,如果辅料暴露的话,霉菌会在其表面上旺盛地生长。有些塑料含有少量增塑剂,如果增塑剂析出到表面能被霉菌迅速分解、吸收、供给霉菌生长,增塑剂不断析出,不断被消耗,这样主体材料很快就被破坏。

材料受到霉菌侵蚀,导致机械强度下降和其他物理性能的变化。

### 5.2 继发性影响

霉菌在材料上生长,能够产生有机酸和其他电解质等代谢产物而对材料产生继发性影响。

这种侵蚀会导致电解和老化作用。由于这一机理,玻璃表面则丧失透明度,由于霉菌的酶促反应加速了氧化作用和分解作用。

菌丝体具有吸水作用,形成了饱和的海绵层,即使外界湿度已经降至极低,菌丝体仍能在试验样品内维持高湿状态,导致元件受潮损坏。

长霉后,既损外观,又伴有霉味,使人感到厌恶。

### 5.3 和设备关联的影响

由于现代化设备的微型结构和相互联结,设备内部的一处长霉可能会对不允许长霉的其他元件和微型件产生影响。因此,当考虑对单一分组件或元件的直接或间接影响时,必须对整机性能可能产生的影响给予评定。

要切实注意材料和设备的同一性。例如:铭牌和标志都应具有和设备同样防护等级。

由于各种原因,某些设备可能装有在设计时没有考虑其抗霉性的部件或分组件,因而设备总的性能由于其抗霉性较差而受到影响。

## 6 霉菌生长的预防

以下各种方法可防止霉菌生长:

- a. 尽量选用高度耐霉性材料,可延缓长霉的时间,减少损坏。
- b. 为保证产品性能及持久性要求,在装配时,应避免使用不抗霉的清漆、涂料及润滑油等。润滑油之类材料,即使本身无助于霉菌生长,却能聚集灰尘助长霉菌生长。因而可使用防霉剂来保护某些材料。
- c. 必须避免在装配产品时形成长霉的潮湿区。例如:在不密封的插头插座之间,在特定位置的印刷线路板和终端连接器之间,都是不易发现的潮湿区。
- d. 将设备完全密封,并充以干燥清洁的气体,是防止霉菌生长最有效的办法。
- e. 在机壳内不断加热,保持低湿度可以避免长霉。
- f. 在有适当控制的环境中运行的设备,能防止霉菌的危害。

- g. 在部分密封的机壳内,定期置换干燥剂,保持低湿度,能防止霉菌的危害。
- h. 有外壳的设备需定期而仔细地进行清洁,除去霉菌和灰尘(营养层),能防止设备长霉损坏。
- i. 将防霉剂加入涂料中,或直接喷射到表面,能在一段时间内防止霉菌生长(见第9章防霉剂的应用)。
- j. 在设备的材料和功能允许的情况下,可以用紫外线或臭氧灭菌。
- k. 自然通风比强迫通风更易积聚灰尘,即使在无尘区域运行,亦应该注意保持适当速度的空气流过元件,便能阻止元件长霉。
- l. 杀虫剂能控制螨的活动。

## 7 长霉试验的适用性

设备长霉试验,通常限于检验是否用了适当的元件和材料。因为整机长霉试验,常常费用昂贵或试验结果不一定有价值。因而一般是通过材料、元件、零部件或小的组合件等试验,较为容易和正确地获得所需的许多重要数据。

材料抗霉性试验是一种专门技术,要求有微生物学知识,又要有渊博的菌种经验,因此,这类试验必须由具有专用设备的试验机构来进行。而生产厂则应根据认证机构所签发的试验报告选择结构材料。

试验 Ja 是用于对产品作全面考核的。假如在设计阶段对材料作过正确的预选,就不会有严重的污染。如果真的发生了污染,则试验 Ja 和试验 Jb 都应使用,以便对已污染和非污染的试验样品的性能作出评价。

这类试验不能当作材料的常规选择手段,不能设想用一种简单的试验方法来取代对材料的精选和专家对其结果的结论评价。

设计适用于潮湿环境中的器材时,首先通过试验选择材料是最重要而简单的手段。

材料经过正确预选,常常是结构材料表面不会发生严重长霉唯一有效的办法。除了最严酷的条件以外,所有条件都是适用的。如果产品在有利于霉菌生长的条件下运行时间很短,或者采用了某种防护措施(例如,不封闭或连续地加热以降低内部湿度),又经正确地选择材料及采用了好的结构原则,就没有必要采用长霉试验。如果没有采用这些原则,试验 J 难以找出所有故障的根源。

试验 J 是对结构完善、设计良好的元件和设备准备运行于非常有利霉菌生长条件下所作的最后检测。因此试验 J 只选择了少数几种菌种来鉴定抗霉性较好的工业材料,就可检验出具有良好的设计的样品发生任何故障的性质。对于结构不完善、设计不当、材料选择不合适的元件和设备,试验 J 将无法找出在运行中可能碰到的任何故障的根源,因为环境试验室的试验程序已经简化了。

试验 J 有三种基本性能影响类型:

- a. 培养 28 d 后表面生霉和侵蚀的程度。

### 试验 Ja

这是最常用的试验方式,长霉的程度表明是否使用了抗霉性的材料,长霉的部位表示可能会发生故障的部位和允许存在的最大间隙或蔓延距离,对表面的侵蚀表明易于长霉而产生物理损坏的位置。

### 试验 Jb

虽然产品是抗霉菌侵蚀的,霉菌仍然会在带有营养物污染的表面上生长。

这是由于霉菌产生的代谢产物的侵蚀或菌丝体的物理穿透作用而产生的继发性影响。

试验 Jb 可评价材料长霉的继发性影响。也可用于评价模拟带有营养物的表面污染所引起长霉时产品性能的继发性影响。

试验 Jb 还可用以评价产品经防霉剂处理的影响(见第 9.4 条)。

试验 Jb 不适用于评定表面严重污染的产品(例如:有大量有机尘埃或昆虫的尸体污染的产品)。

为了检验所用的抗霉性材料和良好设计原则,产品通过试验 Jb 就应满足试验 Ja 的要求。

- b. 经 28 d 试验 Jb 培养后或 84d 试验 Ja 培养后仍在潮湿状态下对性能的影响。

当产品在霉菌生长的条件下运行,试验 J 可预期获得原始性能变化的差别和性质。湿度对性能的变化,取决于进行两组测量:一组是没有感染霉菌的试样;另一组是感染了霉菌的试样。这两组之间的差别,即湿润菌丝体存在的影响。

试验 Jb 确定营养液处理的元件能够影响产品的性能。例如:降低表面电阻。

要准确评定这种差别是困难的,因为新鲜空气也含有霉菌孢子。因此,在没有接种霉菌孢子的样品上,也会自然感染霉菌而生长,为了避免霉菌自然生长,需要特殊的预防方法。

c. 经 28 d 试验 Jb 培养或 84 d 试验 Ja 培养,再经 24 h 正常化处理后对性能的影响。

试验 J 表示菌丝体在试样未运行时已经生长,而在低湿度时仍能存在,由于菌丝体的存在而产生性能变化的等级和性质。

这一试验适用于储存在霉菌生长旺盛的条件下,但其后又安装在空调室内运行的试样,这同样也需要做两组测量,以区别由于潮湿所产生的持久性影响和那些由于菌丝体存在而产生的影响。

最后,应注意到在自然环境中,霉菌孢子经常随风漂浮,为此必须在设备中部分地用喷射、涂刷或滴加霉菌孢子悬浮液的方法添加霉菌孢子,而霉菌透入的方法和程度都会有所不同。

## 8 对操作人员的危害和安全预防措施

微生物学家和病理学家的意见认为,如果没有特殊的预防措施,霉菌试验能够危害人员健康。预防措施包括 GB 2423.16 中 6.1.1 所列经选择的专用菌种。

操作应参照 GB 2423.16 附录 A 和附录 C。

## 9 防霉剂的应用

9.1 提高设备抗霉性常用技术是采用适当的防霉剂抑制或防止霉菌生长。

### 9.2 使用的限制

在密封的产品内选用防霉剂时,必须掌握一些原则,最重要的要求是:

- a. 防霉剂不应污染环境,应对工作人员无害。
- b. 挥发性防霉剂不应损害设备元件。例如:硒整流器受汞化合物的毒害,使金属元件发生电解腐蚀、绝缘体表面的绝缘电阻或击穿电压下降、在继电器和开关触头上形成或沉积绝缘膜等。

### 9.3 防霉剂性能

在密封容器中使用的防霉剂必须有良好的挥发性,在霉菌可能产生有害影响的任何地方都能保持适宜的浓度,以抑制霉菌的生长,同时,还必须注意下列几点:

- a. 高温时防霉剂应具有稳定和持久的特性。
- b. 防霉剂应能经受在设备内部表面上潮气反复凝露而不流失。
- c. 防霉剂不应在几个月内完全挥发掉。
- d. 为了检验防霉剂的持久性,在做霉菌试验前,必须通过高温、高湿,甚至太阳辐射试验。确认要选用这些试验,就应该在有关规范中加以规定。
- e. 防霉剂在涂料中稳定性要好,不应挥发和流失。

### 9.4 选用防霉剂的目的

选用防霉剂,既要考虑几个月的潮湿环境储运保护,亦要考虑长期保护。当考虑储运期间的短期保护时,应用 GB 2423.16 试验 Ja 测定防霉剂的效力;而考虑长期保护时,可能发生表面污染,应按试验 Jb 来进行检验。

即使考虑用防霉剂作长期保护,应选择广谱防霉剂。当要求永久保护时,不仅应定期更新防霉剂,还应更换不同类型的防霉剂。

## GB 2424.9—90

---

### 附加说明:

本标准由全国电工电子产品环境技术标准化技术委员会提出并归口。

本标准由广州电器科学研究所负责起草。

本标准主要起草人马秀云。