

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 总 则

GB 2421—89

Basic environmental testing procedures
for electric and electronic products
General and guidance

代替 GB 2421—81

本标准等效采用国际标准 IEC 68—1《基本环境试验规程 总则》(1982 年版)。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了电工电子产品基本环境试验规程:总则。

本标准适用于电工电子产品基本环境的各类试验。

本标准列出了一系列环境试验方法及严酷程度,用来评定电工电子产品在预期使用条件下的工作能力。

“环境试验”是将产品或材料暴露到自然或人工环境中,从而对它们在实际上可能遇到的贮存、运输和使用条件下的性能作出评价。

《电工电子产品基本环境试验规程》国家标准系列包括总则、术语、试验方法和试验导则四部分。本标准规定的试验方法为人工环境的试验方法。这种试验方法是可以再现的。

环境试验方法通常用于:

- a. 评定产品在各种环境因素(例如温度湿度和振动等)及其组合的规定限值内的工作能力。
- b. 评定产品的运输、贮存能力。

如果有关标准需要,则这些试验方法也可用于型式试验、批量抽样试验、质量检查试验等类型试验。

2 试验方法及其编号

本标准系列包括以下试验方法,用大写英文字母表示。

试验 A:低温试验方法

试验 B:高温试验方法

试验 C:恒定湿热试验方法

试验 D:交变湿热试验方法

试验 E:冲撞(例如冲击和碰撞)试验方法

试验 F:振动试验方法

试验 G:恒加速试验方法

试验 H:贮存试验方法

试验 J:长霉试验方法

试验 K:腐蚀大气(例如盐雾)试验方法

试验 L:砂尘试验方法

试验 M: 空气压力(高压或低压)试验方法

试验 N: 温度变化试验方法

试验 P: 可燃性试验方法

试验 O: 密封(包括面板密封、容器密封和防止流体浸入及漏出的密封)试验方法

试验 R: 水试验方法

试验 S: 辐射(例如太阳辐射或核辐射)试验方法

试验 T: 锡焊(包括来自焊接时的热冲击)试验方法

试验 U: 接端强度试验方法

试验 V: 噪声试验方法

试验 W: 待定

试验 X: 待定

试验 Y: 待定

试验 Z: 综合试验方法

每一试验方法又可分成若干细则,用添加小写英文字母加以标志,例如:

试验 K: 腐蚀大气试验方法

试验 Ka: 盐雾试验方法

试验 Kb: 交变盐雾试验方法

试验 Kc: 接触点和连接件的二氧化硫试验方法

试验 Kd: 接触点和连接件的硫化氢试验方法

编号中不用字母 I 和 O,以免和数字混淆。

3 术语

引用 GB 2422《电工电子产品基本环境试验规程 名词术语》。

4 试验程序

试验程序是指一个试验方法所包括的一套完整过程,通常包括下列各项:

- a. 预处理(有必要时);
- b. 初始检测(有必要时);
- c. 条件试验;
- d. 恢复(有必要时);
- e. 最后检测。

在条件试验和(或)恢复期间,可要求进行中间测量。

5 标准大气条件

为进行试验前后的处理和检测,规定下列的标准大气条件。

5.1 基准标准大气条件

如果被测参数随温度和(或)气压而变化的规律是已知的,则应在本标准 5.3 条中规定的试验标准大气条件下测量参数值。必要时,可以通过计算校正到下列基准的标准大气条件下的参数值:

温度: 20℃;

气压: 101.3kPa(760 mm 汞柱)。

注: 由于相对湿度不能通过计算来校正,因此不予规定。

5.2 仲裁试验的标准大气条件

如被测参数随温度、气压和湿度变化的规律未知时,则通过协议,选择表 1 所列仲裁试验的标准大

气条件之一进行测量。

表 1

温 度, °C			相 对 湿 度, %		气 压, kPa
标 称 值	低 容 值	宽 容 差	窄 范 围	宽 范 围	
20	±1	±2	63~67	60~70	86~106
23	±1	±2	48~52	45~55	86~106
25	±1	±2	48~52	45~55	86~106
27	±1	±2	63~67	60~70	86~106

当测量的温度不是 20°C 或不是有关标准中规定的上述其他值时,可由供需双方协议,规定特定参数的合适极限值。

注:如果相对湿度对试验结果没有影响,则可不予考虑。

5.3 试验的标准大气条件

测量和试验的标准大气条件范围见表 2。

表 2

温 度	相 对 湿 度	气 压
15~35°C	45%~75%	86~106 kPa

当不能在标准大气下进行测量时,实际条件要在试验报告上写明。

对于一个试验样品作某项试验时,在进行一系列测量期间温度和湿度应保持恒定。

注:对于大型试验样品,试验室温度不能保持在上述规定范围内,经双方协商,温度范围可以扩大到 10°C 或者 40°C。

5.4 恢复条件

在条件试验之后,最后测量之前,试验样品应在测量时的周围温度下达到稳定。

当试验样品的电气参数受吸湿和(或)表面状况的影响且变化很快(例如样品从潮湿箱取出约 2h 后绝缘电阻大大升高),则应该用本标准 5.4.1 条所规定的“控制的恢复条件”。

当试验样品的电气参数受吸湿或表面状况的影响,变化不快,则恢复可在本标准 5.3 条规定的试验标准大气条件下进行。

当恢复和测量不在同一试验箱(室)进行,则室内的温、湿度条件应该是在试验样品转送到测量室内时不会出现凝露。

恢复时间,如果与 GB 2423 试验方法中的规定不同时,应在有关标准中加以规定。

5.4.1 控制的恢复条件

温度:实际实验室温度的±1°C,但要符合本标准 4.3 条的基本要求,即在 15~35°C 范围内;

相对湿度:73%~77%;

气压:86~106kPa;

恢复时间:如果与 GB 2423 试验方法中的规定不同时,应在有关标准内加以规定。

注:控制的恢复条件也可用于预处理。

5.4.2 在条件试验之后 10min 内,把试验样品放入恢复箱。如果有关标准要求在恢复后立即进行测量,则应该在试验样品从恢复箱中取出后 30 min 内测完,并且应首先测量那些从恢复箱内取出后变化最快的参数。

5.4.3 恢复箱内温度与实验室温度之差不应超过 1°C,以免试验样品在恢复箱内取出时吸潮或失湿。恢复箱必须具有良好的导热性和能严格控制箱内温度。

5.4.4 如果为了特定情况需要不同的恢复条件,有关标准应加以规定。

5.5 干燥的标准条件

测量前如要求对试验样品进行干燥,除有关标准另有规定外,应在表 3 规定的条件下干燥 6h。

表 3

温 度	相 对 湿 度	气 压
$55 \pm 2^{\circ}\text{C}$	$<20\%$	86~106kPa

如果不能在表 3 规定的标准条件下干燥,则应把实际干燥条件记入试验报告内。

当规定的高温试验温度低于 55°C 时,应采用较低的温度进行干燥。

6 标准的气候试验顺序

在规定主要适用于元件的气候试验的标准顺序时,低温、高湿、低气压和加速湿热试验条件被认为是互相关连的,并称为“气候顺序”,进行这些试验的顺序如下:

高温;湿热、交变(试验 Db 的第一周期);低温;低气压;湿热、交变(试验 Db 的其余各周期)。

这些试验中的任何两个试验之间可以有时间间隔,但不超过 3d;交变湿热后接着做低温试验的除外,其时间间隔,包括恢复时间在内不超过 2h。除另有规定外,一般只在气候顺序的开始和结束时进行测量。

7 气候分类

元件采用气候分类时,应以附录 A 中的一般原则为基础,整个系统的共同部分就是气候类型。

8 试验的应用

除另有规定外,试验样品进行试验时应处在不通电和“准备使用”状况下,如果可行,有关标准可以规定对包装中的试验样品进行试验。

当试验样品过大或过重不能用整个样品进行试验时,可分别对主要部件进行试验,有关标准应明确规定其程序细节。

注:本程序只适用于互不影响的部件,不然要考虑这些影响。

9 量值的意义

GB 2423 环境试验方法中给出了各种试验参数(温度、湿度、应力、持续时间等)的定量值,这些量值按各个试验的要求可用不同方式表示。

最常用的两种情况是:

- a. 以带有容差的标称值表示的量值;
- b. 以数值范围表示的量值。

9.1 带有容差的标称值表示的定量值

例如: $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $2 \pm 0.5\text{s}$; $93\% \pm (2/3)\%$ 。

以带容差的标称值表示定量值的意义,要求试验应在规定值内进行。规定容差主要考虑以下一些因素:

- a. 试验设备调节装置难于将试验参数精确地调节在规定值上,而且此调节值在试验过程中会产生漂移;
- b. 仪器误差;
- c. 在放置试验样品的空间内没有规定其容差,环境条件的不均匀性。

试验空间参数值的调节不允许在一个范围内,因此使用带有容差的标称值表示试验条件时,试验设备只能调整在包括仪器误差在内的标称值上。

即使设备控制仪器精度高可确保不超过限值,也不应该把试验设备调节和保持在容差范围的极限值上。

例如:定量值为 100 ± 5 , 则试验设备应调整到包括仪器误差在内的目标值 100 上, 决不能调整到保持在 95 或 105 的目标值上。

注: ① 为避免试验样品在试验时间超过任何限值, 在某些情况下有必要把试验设备调整至接近某一容差限值。

② 如用带单向容差的标称值来表示量值, 那么试验设备应被调整到尽可能接近包括测量误差在内的标称值。例

如: 标称值表示的数值为: $100_{-0.5}^{+0.5}$ 。若试验设备控制参数的总误差为 ± 1 , 那么试验设备应调节和保持在目标值 99 上, 如总误差为 ± 2.5 , 那么应调节和保持在目标值 97.5 上。

9.2 以数值范围表示的定量值

例如: $15 \sim 35^{\circ}\text{C}$; 相对湿度 $80\% \sim 100\%$ (也可以写成相对湿度 $> 80\%$); $1 \sim 2\text{h}$ 。

以数值范围表示定量值的意义, 是要求试验设备所调整到的那个值, 对试验结果的影响很小。

当允许有参数控制误差(包括仪器误差)时, 可在给定范围内任选一个需要值, 如规定温度应从 $15 \sim 35^{\circ}\text{C}$, 那么可使用这范围内任一值(但是不能预先安排好使温度在该范围内变动)。

附 录 A
元 件 气 候 类 型
(补充件)

A1 试验和严酷程度等级搭配可以列出许多组合,在有关元件标准中,为减少这种组合,可以选择少量的标准组合。

为了有助于这种选择和提供一种表明元件所适用气候条件的基本符号,规定下列方法。

气候等级可用斜线相隔的三组数字表示,相应代表元件能承受的**温度(低温、高温)**和**湿热(恒定)试验天数**。

第一组:用两位数字表达元件工作的最低环境温度(低温试验)。如试验温度在0℃以上,且一位数,则在前面加“+”号。

第二组:用三位数字表达元件工作的最高环境温度(高温试验)。如两位数足以表达温度值,则应在前面加“0”字。

第三组:用两位数字表达**湿热(恒定)试验(Ca)**的天数,如试验天数只用一位数,则应在前面加“0”字。

当元件通过有关标准规定的该等级的全套试验后,才算是该类型的元件。

属于55/100/56等级的元件,至少应通过下述试验:

- a. 低温: -55℃;
- b. 高温: +100℃;
- c. 湿热(恒定): 56d。

属于25/085/04等级的元件,至少应通过下述试验:

- a. 低温: -25℃;
- b. 高温: +85℃;
- c. 湿热(恒定): 4d。

属于10/070/21等级的元件,至少应通过下述试验:

- a. 低温: -10℃;
- b. 高温: +70℃;
- c. 湿热(恒定): 21d。

属于+5/055/00等级的元件,至少应通过下述a、b试验:

- a. 低温: +5℃;
- b. 高温: +55℃;
- c. 湿热(恒定): 无要求。

附 录 B
环境试验的一般导则
(补充件)

B1 概述

环境试验的目的是在一定程度上验证产品在规定的**环境(模拟实际环境或再现该环境的影响)**下,能否保持完好和正常工作。

GB 2423中的各项试验有以下两个目的:

- a. 测定产品在预期寿命内,对贮存、运输和使用环境的适应性;
- b. 提供有关产品设计或生产质量的资料。

根据给定的环境应力,从 GB 2423 试验方法中选取试验程序的严酷程度,或者一部分选自试验本身,这都是很困难的。虽然不能给出一个能普遍适用于产品的试验条件与实际环境条件相互关系的准则,但在一定情况下建立这种关系还是可能的。

因此,本导则仅限于说明在选择试验和试验严酷等级时,须考虑的基本要点。应该强调指出,试验样品进行试验的顺序(见 GB 2422 中 1.6 条试验顺序的定义)是至关重要的。

对于某些试验,在 GB 2423 的各项试验方法和 GB 2424 试验导则中有具体指导。

B2 基本要求

B2.1 产品需要进行环境试验时,除非无适用试验,通常都应该采用 GB 2423 中的试验方法,其理由如下:

- a. 可达到所需要的“重复性”和“再现性”。
- 注:“重复性”、“再现性”见 GB 2422 中 1.20 和 1.21 条的定义。
- b. 在设计 GB 2423 各项试验方法时,已尽可能考虑与产品无关,因此适用于各种类型的产品。
 - c. 在不同试验箱(室)内得到的结果可进行比较。
 - d. 连续用同一种试验方法可使获得的结果与试验样品早期试验结果进行比较。

B2.2 产品试验时,尽可能按试验参数规定试验,而不是按试验设备种类来规定。然而,就某些试验而言,必须对试验设备作出具体的规定。

B2.3 在选择试验程序时,标准的制订者要考虑经济效益,尤其是在有两种不同而又能提供同样数据资料的试验时。

B2.4 当连续使用两种或两种以上的单一环境参数的环境试验,而不能获得所需的结果时,则应采用综合试验(见 GB 2422 中 1.4 条)。GB 2423 中列出了最主要的几种综合试验方法。

有时也可能需用另一些环境条件的综合。此时应考虑到以下两方面的困难:

- a. 在叙述试验和进行试验方面;
- b. 在分析试验结果方面,明确要求综合试验取得的结果比单项相继环境试验的好。

B3 实际环境与试验条件间的关系

为了叙述试验,首先必须确定试验样品所遭受到的环境条件的确切性质。但是再现实际环境条件几乎是不可能的,而且试验所需的时间与试验样品预期寿命一样长也是不可能的。

此外,工作条件也不都是很明确的。因此,在多数情况下,为了较快获得结果,环境试验一般都是采用加大实际应力的加速试验。

试验的加速因子与受试产品的种类有关。目前尚未完全掌握缩短试验时间和加大应力之间的关系。因此,难以对加速因子规定一个数值。

在选用加速因子时,应避免出现与实际不符的损坏。

B4 环境的主要影响

暴露在环境中的产品受到的基本影响有:腐蚀、开裂、脆化、潮气的吸附或吸收、氧化等。这些影响可导致材料的物理和化学性质的变化。

表 B1 中列出了单一环境因素主要影响及引起的典型故障,未列入的环境有:电磁场、爆炸大气、核辐射和长霉等。表 B1 中所列的各类环境,在 GB 2423 中并非都有相应的试验方法。

表 B1 单一环境的主要影响

环 境	主 要 影 响	引起的典型故障
高 温	热老化： 氧化 开裂 化学反应 软化、融化、升华 粘度降低、挥发 膨胀	绝缘损坏，机械故障，增加机械应力，由于润滑性能的扩大或减少，运动部件磨损增大
低 温	脆化 结冰 粘度增大和固化 机械强度的减低 物理性收缩	绝缘损坏，开裂，机械故障，由于收缩或机械强度降低和润滑性能的减少，增大了运动部件的磨损，密封和衬垫的失效、损坏
高相对湿度	潮气吸收或吸附 膨胀 机械强度的减低 化学反应 腐蚀 电蚀 绝缘体的导电率增加	物理性损坏，绝缘损坏，机械故障
低相对湿度	干燥 脆化 机械强度降低 收缩 动触点间的磨损增大	机械故障，开裂
高 压	压缩，变形	机械故障，泄漏（密封损坏）
低 压	膨胀 空气的电气强度降低 电晕和臭氧的形成 减慢冷却	机械故障，泄漏（密封失效），闪络，过热
太阳辐射	化学、物理和光化学的反应 表面恶化 脆化 变色、产生臭氧 增热 差温加热和机械应力	绝缘损坏 参见“高温”

续表 B1

环 境	主 要 影 响	引起的典型故障
砂 尘	磨损和侵蚀作用 卡住 阻塞 隔热 静电效应	磨损增加,电气故障,机械故障,过热
腐蚀性大气	化学反应 腐蚀 电蚀 表面劣化 导电率增加 接触电阻增大	磨损增大,机械故障,电气故障
风	力的作用 疲劳作用 材料的沉积 阻塞 侵蚀 产生振动	结构故障,机械故障,参见“砂尘”和“腐蚀性大气”
雨	水的吸附 温度冲击 侵蚀 腐蚀	电气故障,开裂,泄漏,表面恶化
冰 雹	侵蚀 温度冲击 机械性变形	结构故障,表面损坏
雪或冰	机械性负荷 水的吸附 温度冲击	结构塌陷,参见“雨”
剧烈温度变化	温度冲击 差温加热	机械故障,开裂,密封损坏,泄漏
臭 氧	剧烈氧化 脆化(尤其是橡胶) 降低空气的电气强度	电气故障,机械故障,裂纹,开裂
加速度(恒定状态) 振动 噪声 撞击或冲击	机械应力 疲劳作用 共振	机械故障,运动部件磨损增大,结构上的故障

B5 元件试验和设备试验的差异**B5.1 元件试验**

通常,在设计某个元件时,这个元件将被使用的确切环境是不知道的,它可能被应用在各种各样的设备上和其他产品上,而且其条件又不同于设备或其他产品本身遭受的环境条件。因此,往往需要足够数量的元件,以便承受不同试验。受试元件的数量,应使试验结果能作统计分析,对所采用的破坏性试验来说,这常常是可能的。

B5.2 设备和其他产品的试验

因试验样品昂贵和试验频繁,往往只用少量样品。对复杂的设备和产品常常只取一个试验样品,或是整个组件或是组件的一部分。因此,通常不进行破坏性试验,对此,试验顺序就特别重要。有些场合下,可采用元件、组件和分组件所得的试验结果,省略设备所要求进行的一些试验。

B6 试验顺序**B6.1 说明**

如果一种试验条件对样品的作用受到前一个暴露条件的影响时,那么试验样品应按规定顺序暴露在各种环境试验中。

在试验顺序(见 GB 2422 中 1.6 条)中,试验样品暴露到不同试验环境间的时间间隔通常应以不影响试验样品为限。如果间隔有影响,则采用有严格规定时间间隔的组合试验。

例子

- a. 组合试验:试验 Z/AD(GB 2423. 34)
- b. 试验顺序:试验 T(GB 2423. 28)
试验 N(GB 2423. 22)
试验 Fa(GB 2423. 5)

B6.2 试验顺序的选择

按预期目的,选择试验顺序要多方面考虑,有时可能是矛盾的。表 B2 列出一些试验顺序的目的和主要应用。

表 B2 试验顺序的目的和应用

目 的	主 要 应 用
a. 为了取得试验顺序前部分故障趋势的资料,在试验顺序一开始便进行最严酷的试验。但是,使样品无法承受以后试验的一些试验,则放在顺序的最后	开发性试验,通常用于研究样机性能的一部分
b. 为了在试验样品损坏前取得尽可能多的资料,试验顺序应以最不严酷的试验(如非破坏性试验)开始	开发性试验,通常用于检验样机性能的一部分,尤其适用于有限数量试验样品
c. 采用能给出最严酷影响的试验顺序,有些试验可暴露由前一些试验所引起的损坏	元件和设备标准化定型试验
d. 采用的试验顺序是模拟实际环境中可能出现的环境顺序	在使用条件已知时,设备和整套系统的定型试验

B6.3 元件的试验顺序

由于制订适用于所有元件的通用试验顺序的标准非常困难,所以将在有关标准中各自给出相应的试验顺序,在选择试验顺序时应考虑以下要点:

- a. 首先,进行温度剧变试验。

b. 其次,进行接端强度和锡焊(包括耐焊热)试验。

c. 然后,进行全部或部分的机械试验,以便强化由温度剧变可能产生的故障,以及引起新故障,例如开裂或裂缝,这类故障可以通过试验顺序最后的气候试验很容易地检查出来。除非另有规定,这些气候试验应按本标准第5章“标准的气候顺序”的规定。

为了查出温度的短期影响,在气候试验顺序中应把高温和低温试验排在前面,交变湿热会使湿气进入裂缝,低温试验和低气压试验会加强这种影响。继续进行交变湿热,会使更多湿气进入裂缝,恢复之后,测其电气参数变化可以证实这种影响。

d. 有时,可用密封试验快速检测开裂和裂缝。

e. 为确定元件在潮湿大气中的长期性能,恒定湿热试验常排在环境试验顺序的最后进行,或不包括在试验顺序内,用另一批试验样品进行试验。

f. 本标准的试验顺序内通常不包括腐蚀、跌落和倾倒、太阳辐射试验。如果需要,用另一批试验样品进行这些试验。

B6.4 设备和其他产品的试验顺序

B6.4.1 试验顺序的选择

只要有可能,应以实际使用条件的资料为基础决定试验顺序。

如果没有实际使用条件的资料,建议采用能给出最严酷影响的试验顺序。

本附录 B6.4.2 条中给出适用于大多数类型设备和其他产品的试验顺序,但要强调的是,该条仅列出与设备预期应用有显著影响的一些试验。

B6.4.2 最显著影响的一般试验顺序(见 B6.3 中 c)

适用于大多数设备类型的一般试验例子(见 B6.4.1 条),列于表 B3。

表 B3 一般试验顺序举例

试 验	说 明
A 低温 B 高温 N 温度剧变	可产生机械应力,这种应力使试验样品对后继的试验更为敏感
E ¹⁾ 冲击或碰撞 F ¹⁾ 振动	产生机械应力,这种应力可使试验样品立即损坏或使它对外继试验更为敏感
M 空气压力 D 交变湿热 C ²⁾ 恒定湿热 K ²⁾ 腐蚀	应用这些试验会揭示上述热和机械应力试验的影响
L ³⁾ 砂尘	进行这些试验,可加重上述热和机械应力试验的影响
固体物质的侵入 水(例如雨)的侵入	应采用 GB 4208《外壳防护等级的分类》的试验

注:1) 试验 E 和试验 F 的试验次序可互换。

2) 应尽可能用不同试验样品进行恒定湿热和腐蚀试验。

3) 正在制订中。

B6.4.3 特殊用途的试验

只有产品在实际使用中可能经受这些特殊环境影响,才规定进行以下试验:

G 恒加速度

J¹⁾ 长霉

S 太阳辐射

V²⁾ 噪声

臭氧

结冰

注：1) 应尽可能用不同样品进行长霉试验。

2) 正在考虑中。

附加说明：

本标准由全国电工电子产品环境条件和环境试验标准化技术委员会提出。

本标准由广州电器科学研究所归口并负责起草。

本标准主要起草人杨玲敏、薛振夷、李志清、祝耀昌。