

CEA

中 国 电 梯 协 会 标 准

T/CEA XXX—20XX

电梯、扶梯控制系统环境条件及环境试验方法

Environmental Conditions and Environmental Test Method of Elevator and Escalator
Control System

20XX – XX – XX 发布

20XX – XX – XX 实施

中国电梯协会 发布

目 录

目录 I

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 环境使用条件 1

5 环境试验方法 3

附 录 A （资料性附录） 推荐研制性环境试验项目 12

A.1 温度/湿度组合循环试验 12

A.2 温度梯度试验 12

A.3 高温极限试验 13

A.4 低温极限试验 14

前 言

本标准按GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

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。

本标准由中国电梯协会提出并归口。

本标准负责起草单位：

本标准参加起草单位：

本标准主要起草人：

本标准由中国电梯协会负责解释。

引言

本标准根据中国的地理气候分布特征，结合电梯产品的特殊使用工况，给出了电梯控制系统的应用环境条件，并给出了相应的环境试验方法和推荐的可靠性试验项目和方法，给电梯行业提供环境规格制定和环境试验方面标准支持。

电梯、扶梯控制系统环境条件及试验方法

1 范围

本标准规定了电梯、扶梯控制系统在贮存、运输和使用环境中的气候环境和机械环境条件及其对应的环境试验方法。

本标准适用于电梯、自动扶梯以及自动人行道控制系统电气电子设备，其余部件可参考本标准执行。

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（包括所有的修订单）适用于本文件。

- GB/T 2421.1-2008 电工电子产品环境试验 概述和指南
- GB/T 2422-2012 环境试验 试验方法编写导则 术语与定义
- GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验第二部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验第二部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3-2016 环境试验第二部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.5-1995 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- GB/T 2423.10-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)
- GB/T 2423.18-2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变(氯化钠溶液)
- GB/T 2423.34-2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验Z/AD：温度/湿度组合循环试验
- GB/T 2423.56-2006 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验Fh：宽带随机振动(数字控制)和导则
- GB/T 4857.5-1992 包装 运输包装件 跌落试验方法
- GB/T 4798.1-2005 电工电子产品应用环境条件 贮存
- GB/T 4798.2-2008 电工电子产品应用环境条件 运输
- GB/T 4798.3-2007 电工电子产品应用环境条件 有气候防护场所固定使用
- GB/T 4798.4-2007 电工电子产品应用环境条件 无气候防护场所固定使用
- GB/T 20159.1-2006 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 贮存
- GB/T 20159.2-2008 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 运输
- GB/T 20159.3-2011 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 有气候防护场所固定使用
- GB/T 20159.4-2011 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 无气候防护场所固定使用
- GB/T 20159.8-2008 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 导言
- GB 7588-2003 电梯制造与安装安全规范
- GB 24478-2009 电梯曳引机
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）

3 术语和定义

3.1

系统 system

电梯、自动扶梯或自动人行道中由电气、电子设备及其相互连接构成的装置组合的总成。

3.2

装置 apparatus

按照制造商说明，具有内在功能的部件组合。

3.3

装置组合 assembly of apparatus

可一起测试的相互连接的装置的组合。

3.4

电气装置 Electrical equipment

装置通常是由一个或多个电路板组成的具有独立功能的单元。

3.5

驱动控制系统 drive control system

控制和监测驱动主机运行的系统。

3.6

电梯控制系统 Elevator control system

电梯控制系统通常是由机器空间、井道、轿厢、底坑中电气、电子设备及其相互连接构成的装置组合的总成。

3.7

扶梯控制系统 Escalator control system

自动扶梯控制系统通常是由上机房和下机房中电气、电子设备及其相互连接构成的装置组合的总成。

3.8

机器空间 machinery space

井道内部或外部放置整个或部分机器的空间，包括与机器相关的工作区域。

注：机器柜及其相关的工作区域均被认为是机器空间。

4 环境使用条件

4.1 正常环境和气候使用条件

符合本部分的设备应能经受本条规定的条件，除非制造厂商/供应者与购买者之间一致同意其他数值。

4.1.1 电梯控制系统的寿命周期环境条件

电梯控制系统对应的环境条件如表1所示：

表1 电梯控制系统应用环境条件要求

环境因素		环境条件分类				
		I 类 ^[1]	II 类	III 类	III _L 类	IV 类
贮存 环节	低温	-25℃				
	高温	+55℃				
	相对湿度	30℃/93%RH				
运输 环节	低温	-25℃	-25℃	-40℃	-40℃	-40℃
	高温	60℃	60℃	70℃	70℃	70℃
	相对湿度	40℃/95%RH				
使用 环节	低温	5℃	-5℃	-5℃	-20℃	-20℃
	高温	40℃	40℃	50℃	40℃	50℃
	海拔	1000米 ^[2]				
	相对湿度	25℃/90%RH				

[1] I 类为最低环境条件等级，必须满足。其他等级可视销售区域和产品策略而定；

[2] 海拔超出1000米需根据相关规范进行热设计降额和绝缘强度评估。

4.1.2 自动扶梯控制系统的寿命周期环境条件

自动扶梯控制系统对应的环境条件如表2所示：

表2 自动扶梯控制系统应用环境条件要求

环境因素		环境条件分类				
		I 类 ^[1]	II 类 ^[2]	III _a 类 ^[3]	III _b 类 ^[4]	IV类 ^[5]
贮存 环节	低温	-25℃				
	高温	+55℃				
	相对湿度	30℃/93%RH				
运输 环节	低温	-25℃	-25℃	-40℃	-40℃	-40℃
	高温	60℃	60℃	70℃	70℃	70℃
	相对湿度	40℃/95%RH				
使用 环节 ^[6]	低温	0℃	-5℃	-5℃	-20℃	-20℃
	高温	40℃	45℃	55℃	50℃	55℃
	海拔	1000米				
	相对湿度	25℃/90%RH				

[1] I 类为室内扶梯全国基本型要求；

[2] II类为室外扶梯全国基本型要求；

[3] III_a类为室内外扶梯南方增强型要求；

[4] III_b类为室内外扶梯北方增强型要求；

[5] IV为室内外扶梯全国极端型要求；

[6] 海拔超出1000米需根据相关规范进行降额和绝缘强度评估；

其他安装和使用环境条件要求如下：

a) 室内自动扶梯：

- 安装位置的相对湿度在最高温度为+40℃时不超过50%。在较低温度下可以有较高的相对湿度，较湿月的月平均温度不超过+25℃，最大相对湿度不能超过90%（月均）；
- 自动扶梯安装和使用时，不应有水侵入自动扶梯（包括下部水平部分可能的渗水）；
- 自动扶梯不受风压的影响。

b) 室外自动扶梯：

- 客户应在自动扶梯旁边设置斜坡和排水沟；
- 最大风力等级不超过10级，风速不大于28.4m/s；
- 客户应在自动扶梯下部水平区段设置排水系统，排水系统应确保水能及时排出，不应使自动扶梯部件有浸泡在水中的可能。安装时，也不应使自动扶梯部件有浸泡在水中的可能。

4.2 由买方确认的使用条件

4.2.1 一般性说明：

如果买方不能保证4.1中所给出的正常使用条件，则应确定与这些条款之间的差异。下列4.2.1和4.2.2中给出的条件，可能要求特殊的设计或保护。买方和供应商之间就下列内容已进行了协商，并达成了一致：

4.2.2 需确定的环境条件：

- a) 危害的烟气；
- b) 潮湿；
- c) 粉尘；
- d) 蒸汽；
- e) 爆炸性混合粉尘或气体；
- f) 盐雾；
- g) 淋雨；
- h) 温度骤变变化；
- i) 强电磁场；
- j) 真菌、昆虫、害虫等；
- k) 通风限制；
- l) 受其他热源的辐射或热传导；
- m) 紫外线。

4.2.3 需确定的机械条件：

- a) 受异常振动、冲击、摇摆或地震；
- b) 特殊的运输和存储条件（购买者应确定设备的装卸方法）；
- c) 空间和重量有限制。

5 环境试验方法

5.1 一般性说明

5.1.1 关于试验对象的选择说明

通常应在系统层级上对电气电子部件进行环境试验，也允许在装置层级执行环境试验。装置层级的环境试验结果符合设计要求时，则可认为其组成的系统也符合相应的环境条件要求。

5.1.2 关于试验项目的选择说明

- a) 试验项目的选择应根据买方和卖方的协商来进行；
- b) 粉尘试验和防水试验需要根据安装位置进行选择试验。

5.1.3 关于试验条件的选择说明

当4.1部分的环境条件适用于被测对象时，应选择4.1部分的环境条件对产品进行环境试验；当系统层级的部件适用于4.1部分的环境条件，却考虑在装置层级进行环境试验时，装置供应商应向买方确认实际的环境条件进行环境试验（譬如，电控柜内装置周围的工作环境温度通常会高于柜外的环温）。

5.1.4 关于试验顺序的选择说明

环境试验顺序的安排宜参考GB/T 2421.1-2008附录B中B.6进行选择。

5.1.5 关于合格判据的说明

相关规范应说明是否在条件试验中间、条件试验结束时或最终检测时进行加负载和（或）测量，如果要求进行这种测量，相关规范应对这种测量的内容及时间间隔规定，且检测结果应满足产品的设计要求。

5.2 高温贮存试验

5.2.1 方法与步骤

本试验参考GB/T 2423.2-2008方法Bb。试验步骤如下：

- a) 将样品摆放在试验箱的中部；
- b) 关闭试验箱箱门，开启试验箱，并以1℃/min的温变率将试验箱的升至相关规范规定的高温条件，待样品达到热平衡后开始计算试验起始时间；
- c) 样品在上述条件下静置存储16h；
- d) 条件试验时间结束后，以1℃/min的温变率将试验箱的温度降到25±2℃并保持至少1h；
- e) 恢复后，根据有关规范规定，对试验样品的外观进行目视检查，对其电气或机械性能功能进行检测。

5.3 高温工作试验

5.3.1 方法与步骤

本试验参考GB/T 2423.2-2008方法Bd。试验步骤如下：

- a) 将样品摆放在试验箱的中部。连接好输入电源线、输出机组、I/O端口、通讯端口等端口和功能监测线缆；
- b) 关闭试验箱箱门，样品保持断电状态，开启试验箱，并以1℃/min的温变率将试验箱的温度升至相关规范规定的高温条件，待样品达到热平衡后，按照样品的相关规范或技术要求施加电应力，进行高温启机测试并测试样品的主要电气功能，进行启机测试，I/O和外接电源端口（如24V直流电源）在启机测试前应连接上额定负载；
- c) 反复开关机测试无异常后，按照样品的相关规范或技术要求施加电应力，运行16h。条件试验过程中需全程监测主要功能是否正常，并在条件结束试验前按照相关规范要求对样品进行中间检测；

- d) 16h 后, 切断样品电源, 并以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的温变率将试验箱温度降到 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

5.4 低温贮存试验

5.4.1 方法与步骤

本试验参考 GB/T 2423.1-2008 方法 Bb。试验步骤如下:

- a) 将去除包装的样品摆放在试验箱的中部;
- b) 关闭试验箱箱门, 开启试验箱, 并以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的温变率将试验箱的温度降至相关规范规定的低温条件, 待样品达到热平衡后开始计算试验起始时间;
- c) 样品在上述条件下静置存储 16h;
- d) 条件试验时间结束后, 以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的温变率将试验箱的温度慢慢升至试验标准条件的温度偏差范围内;
- e) 试验样品应在试验箱内经过恢复过程或其他合适过程。应采取合适的步骤按要求取出水滴, 并不损害试验样品。试验样品在标准环境条件下进行恢复, 恢复时间应足够使温度达到稳定, 至少 1h;
- f) 恢复后, 根据有关规范规定, 对试验样品的外观进行目视检查, 对其电气或机械性能功能进行检测。

5.5 低温工作试验

5.5.1 方法与步骤

本试验参考 GB/T 2423.1-2008 方法 Bd。试验步骤如下:

- a) 将样品摆放在试验箱的中部。连接好输入电源线、负载、I/O 端口、通讯端口等端口和功能监测线缆;
- b) 关闭试验箱箱门, 开启试验箱, 并以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的温变率将试验箱的温度降至相关规范规定的低温条件, 待样品达到热平衡后, 按照样品的相关规范或技术要求施加电应力, 接通样品电源并测试样品的主要电气功能。接通电源前, 样品的 I/O 和外接电源端口 (如 24V 直流电源) 应连接上额定负载;
- c) 接通电源, 样品无异常后, 按照样品的相关规范或技术要求施加电应力, 运行 16h。条件试验过程中需全程监测主要功能是否正常, 并在条件结束试验前按照相关规范要求对样品进行中间检测;
- d) 中间检测结束后, 切断样品电源, 试验样品应在试验箱内经过恢复过程或其他合适过程。应采取合适的步骤按要求取出样品, 并不损害试验样品。试验样品在标准环境条件下进行恢复, 恢复时间应足够使温度达到稳定, 至少 1h。

5.6 恒定湿热存储试验

5.6.1 方法与步骤

- a) 将去除包装的样品摆放在试验箱的中部;
- b) 关闭试验箱箱门, 开启试验箱, 并以 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的温变率将试验箱的温度升至 $+40\pm 2^{\circ}\text{C}$, 待样品达到热平衡后, 在 2h 内将湿度升高到 $93\pm 3\%\text{RH}$;
- c) 样品在上述条件下静置存储 48h;
- d) 条件试验时间结束后, 在 30min 内将相对湿度降低到 $75\pm 2\%$, 然后在 30min 内将试验箱温度降低到 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, 然后保持 1h;
- e) 试验样品应在试验箱内经过恢复过程或其他合适过程。应采取合适的步骤按要求取出水滴, 并不损害试验样品。试验样品在标准环境条件下进行恢复, 恢复时间应足够使温度达到稳定, 至少 1h;

- f) 恢复后，根据有关规范规定，对试验样品的外观进行目视检查，对其电气或机械性能功能进行检测。

5.7 恒定湿热工作试验

5.7.1 方法与步骤

本试验参考 GB/T 2423.3-2016 方法 Cab。试验步骤如下：

- a) 将样品摆放在试验箱的中部。连接好输入电源线、输出机组、I/O 端口、通讯端口等端口和功能监测线缆。
- b) 关闭试验箱箱门，开启试验箱，并以 1℃/min 的温变率将试验箱的温度升至+40±2℃，待样品达到热平衡后，在 2h 内将湿度升高到 93±3%RH；
- c) 接通样品电源，按照样品的相关规范或技术要求施加电应力运行 48h，条件试验过程中需全程监测主要功能是否正常；
- d) 中间检测结束后，切断样品电源；
- e) 在 30min 内将相对湿度降低到 75±2%，然后在 30min 内将试验箱温度降低到 25±1℃，然后保持 1h。

5.8 粉尘试验

5.8.1 试验说明

本试验用于考核电梯电气产品在建筑物施工或投入使用后可能遭受粉尘的影响。本试验参考 GB/T 4208-2017 进行。

5.8.2 试验条件

试验用尘：滑石粉；
粉尘用量：6kg/m3；
试验箱温湿度：不控制；
样品受试状态：不通电，所有连接器端子和外壳穿线孔均以实际使用时的状态进行处理；
吹尘设置：吹 5sec，停 20min。如图 1 所示：

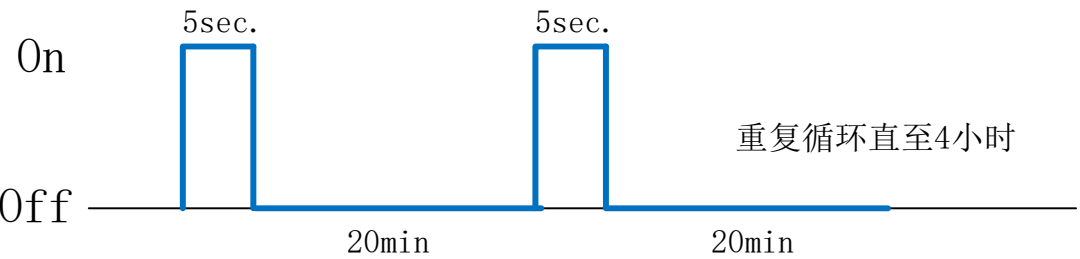


图1 吹尘试验时间设置

5.8.3 方法与步骤

- a) 将样品以实际使用时的安装方式放置在粉尘试验箱中；
- b) 按照试验条件中的设置好吹尘条件并开始测试；
- c) 试验完成后按照相关规范进行外观检查或电气性能功能检测；
- d) 试验后样品的主要功能应正常（尤其需要关注继电器、开关等含有机机械接触部件的器件功能）。

5.9 盐雾试验

5.9.1 试验说明

本试验只在单板层级进行测试，机柜级和整机级的产品应拆解到单板级进行测试。本试验参考 GB/T 2423.18-2012 严酷等级 2 进行。

5.9.2 试验条件

- 试验溶液：氯化钠；
- 溶液浓度：(5±1)%（质量百分比）；
- 溶液 PH 值：6.5~7.2@20±2℃；
- 喷雾沉降量：1mL~2mL/h@80cm²；
- 喷雾时间：2h；
- 湿热存储温湿度：40℃/93%RH；
- 湿热存储时间：22h；
- 喷雾周期：3 个循环，如图 2 所示：

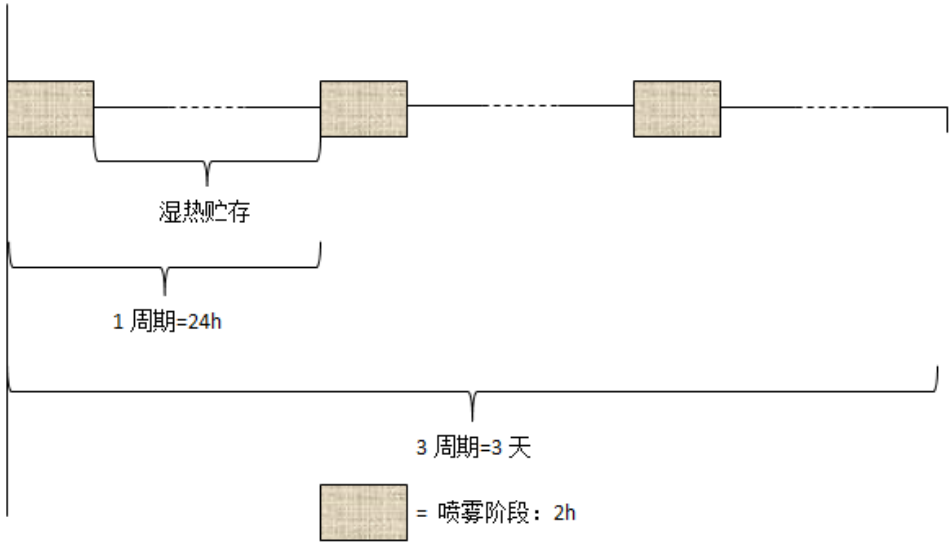


图2 交变盐雾周期示意图

5.9.3 方法与步骤

- 预处理：将单板上的外露接插件的接线端用胶纸进行密封，避免试验时盐溶液流入。如果单板上有储点元件（如纽扣电池），应将电池取下；
- 将样品摆放在盐雾试验箱中。样品的平面与垂直方向呈 60°；
- 设置好盐雾箱的试验曲线，开启喷雾功能，样品在盐雾氛围下暴露 2h；
- 接着样品在 40℃/93%RH 的环境下存储 22h；
- 重复步骤③~④，总共进行 3 个喷雾和湿热存储循环试验；
- 3 个循环试验结束后，取出样品马上进行外观检查；
- 对样品进行清洗，然后在 55℃/25%RH 的条件下干燥处理 4h；
- 最后对样品进行通电检测；
- 试验后样品的电气或机械性能功能符合相关规范的要求。

5.10 防水试验

5.10.1 试验说明

本试验用以评估水进入外壳内对设备造成有害影响的防护等级。本试验参考 GB/T 4208-2017 进行。

根据相应的标准、设计要求和安装位置选择合理的试验等级。

试验后，应检查外壳进水情况。

一般来说，如果进水，应不足以影响设备的正常操作或破坏安全性；水不积聚在可能导致沿爬电距离引起漏电起痕的绝缘部件上；水不进入带电部件，或进入不允许在潮湿状态下运行的绕组；水不积聚在电缆头附近或进入电缆。

如外壳有泄水孔，应通过观察证明进水不会积聚，且能排出而不损害设备。

5.11 正弦振动试验

5.11.1 试验说明

本试验用于考核产品承受使用过程中耐受振动的能力。本试验参考 GB/T 2423.10-2012 进行。

5.11.2 试验条件

表3 正弦扫频振动试验条件

频率范围：	5~200Hz	
频率	5~9Hz	9~200Hz
位移	3.0mm _{p-p}	/
加速度	/	0.5g
扫频速率	1oct/min	
试验时间	10个循环	

5.11.3 方法与步骤

- 将样品通过夹具以实际安装使用时的方式固定在振动台上；
- 连接好试验过程中需要监测的信号线缆和输入输出功率线缆；
- 分别对样品的 X/Y/Z 三个轴向按照表 3 中试验条件进行振动试验；
- 试验过程中样品通电并需监测主要的 I/O 功能和通讯功能；
- 试验结束后对样品进行外观和结构/机械性能功能检查；
- 试验后样品的外观，电气性能功能应符合相关规范规定的要求。

5.12 随机振动试验

5.12.1 试验说明

本试验用于考核产品耐受运输过程中振动的能力。由于产品可能会有带包装和不带包装两种状态下的运输情形，故分为包装件的随机振动试验和裸机的随机振动试验。本试验方法参考 GB/T 2423.56-2008 进行。

5.12.2 试验条件

表4 随机振动试验条件

频率范围：	5~200Hz	
频率	5~100Hz	200Hz
加速度谱密度（ASD）	1m ² /s ³	0.1m ² /s ³
方均根加速度（G _{rms} ）	1.14g	

5.12.3 方法与步骤

5.12.3.1 包装件随机振动试验

- a) 将包装好的样品采用不固定的方式放置在振动台的垂直台面上；
- b) 用围栏或绳索将包装件围住，以免它在振动过程中从台面上坠落。调整保护装置的位置，使试验样品在任何水平方向上有大约 10mm 的活动空间；
- c) 按照上述试验条件对样品进行随机振动试验。对于非托盘化的包装件，需要对 X/Y/Z 三个互相垂直的轴向分别进行 30min 的随机振动试验，且需要通过翻转试验样品的方式改变试验轴向；对于托盘化的包装件，只需要对 Z 轴向（货物正常放置的方向）进行 60min 的随机振动试验；
- d) 试验结束后安装相关规范对样品进行外观、结构和机械、性能功能或耐压等检查。

5.12.3.2 裸机随机振动试验

- a) 将不带包装的样品安装实际使用时的安装方式固定于振动台台面上；
- b) 分别对样品的 X/Y/Z 三个轴向按照表 4 的试验条件进行 30min 的振动试验；
- c) 试验结束后安装相关规范对样品进行外观、结构和机械、性能功能或耐压等检查；
- d) 试验后样品的外观，电气性能功能应符合相关规范规定的要求。

5.13 机械冲击试验

5.13.1 试验说明

本试验仅适用于安全电路组件。本试验方法参考 GB/T 2423.5-1995。

5.13.2 试验条件

5.13.2.1 严酷等级 1:

冲击波形：半正弦波；
 峰值加速度：10g；
 脉宽：16ms；
 试验方向：±X/Y/Z 六方向；
 试验时间：每个方向 1000 次；
 重复频率：2 次/min；
 样品受试状态：通电并执行主要功能。

5.13.2.2 严酷等级 2:

冲击波形：半正弦波；
 峰值加速度：30g；
 脉宽：11ms；
 试验方向：±X/Y/Z 六方向；
 试验时间：每个方向 3 次；
 样品受试状态：通电并执行主要功能。

5.13.3 方法与步骤

- a) 将样品通过夹具以实际安装使用时的方式固定在振动台上；
- b) 按照测试方案要求的测试条件进行测试；
- c) 试验结束后对样品进行外观和结构/机械性能功能检查；
- d) 试验后样品的外观，电气性能功能应符合相关规范规定的要求。

5.14 跌落试验

5.14.1 试验说明

本试验用来考核包装件耐受运输装卸环节中跌落的能力。本试验适用于无托盘化的包装件。本试验方法参考 GB/T 4857.5-1992。

5.14.2 试验条件

表5 跌落高度与样品质量的关系

重量/kg	高度/mm
>100	200
50~100	300
40~50	400
30~40	500
20~30	500
10~20	600
<10	1000

表6 跌落试验测试序列要求

测试序列	跌落部位 ^[1]	跌落高度	跌落次数	备注
1	角	见表5	1	对角2-3-5，角2-3-6，角1-2-6，角1-4-6进行跌落。
2	棱	见表5	1	角2-3-5的最短棱
3	棱	见表5	1	角2-3-5的次短棱
4	棱	见表5	1	角2-3-5的最长棱
5	面	见表5	1	最小的面
6	面	见表5	1	最小的面的对面
7	面	见表5	1	次小的面
8	面	见表5	1	次小的面的对面
9	面	见表5	1	最大的面
10	面	见表5	1	最大的面的对面

[1] 包装箱按正常摆放姿势放在面前，其中有接缝的一个最小面朝向观察者；如果是没有接缝的纸盒，则任意一个最小面朝向观察者都可以，但是在标识跌落部位时需要记录包装内装物的摆放姿势，与跌落部位的标识对应上。

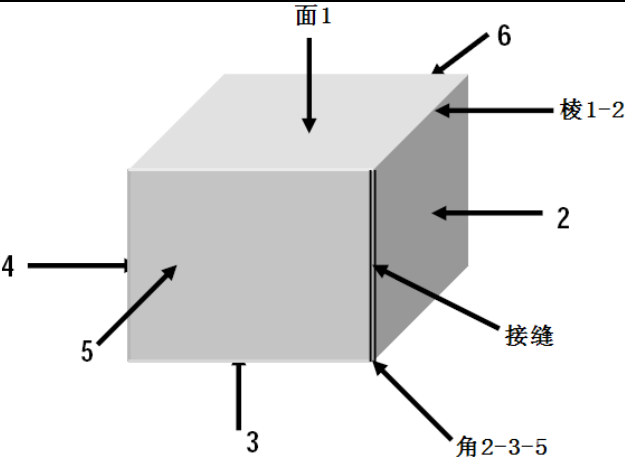


图3 包装面棱角定义示意图

5.14.3 方法与步骤

- a) 在包装上按照图 3 示意图标识出样品需要进行跌落试验的部位，将角 2-3-5，角 2-3-6，角 1-2-6，角 1-4-6 分别标识为角 1~角 4，角 2-3-5 相连的 3 条棱从短到长分别标识为棱 1~棱 3，6 个面分别标识为面 1~面 6；
- b) 样品在温度 15~35℃，湿度 25%~75%，大气压：86~106kPa 的标准大气条件下（GB/T 2421.1-2008）下静置 4h；
- c) 按照表-1 中规定的顺序依次对样品的角、棱和面进行跌落试验；
- d) 进行面跌落时，应使试验样品的跌落面与水平面之间的夹角最大不超过 2°；
- e) 进行棱跌落时，应使跌落的棱与睡眠之间的夹角最大不超过 2°，并使试验样品的重力线通过被跌落的棱；
- f) 进行角跌落时，应使试验样品上规定面与冲击台面之间的夹角误差不大于±5° 或此夹角的 10%（以较大数值为准），并使试验样品的重力线通过被跌落的角；
- g) 试验后对外包装、缓冲垫和内装物进行

附 录 A
(资料性附录)
推荐研制性环境试验项目

A.1 温度/湿度组合循环试验

A.1.1 试验说明

本试验提供了一种组合试验方法，以加速方式来确定样品在高温/高湿和低温条件劣化作用下的耐受性能。本试验参考 GB/T 2423.34-2012 进行。

A.1.2 试验条件

温度范围：-10℃~+65℃；

湿度：93%RH；

试验时间：10 个循环（含 5 个带低温的循环），共 240h；

样品受试状态：通电、空载。

A.1.3 方法与步骤

- a) 将样品以实际使用安装时的方式摆放在试验箱的中部；
- b) 接好输入输出功率线缆和 I/O 端口和通讯端口监测线缆；
- c) 按照 GB/T 2423.34-2012 第 6.4 章节的方法条件设置试验箱程序并运行程序；
- d) 在最后一个循环结束前预留足够的时间检测样品的主要功能；
- e) 试验过程中样品的电气或机械性能功能符合相关规范的要求。

A.2 温度梯度试验

A.2.1 试验说明

本试验通过尽可能小的步进温度考核产品可能在工作温度范围内某一小范围时间内产生的功能稳定性。

A.2.2 试验条件

低温：表 1 或表 2 中对应环境条件分类等级中使用环节的低温条件；

高温：表 1 或表 2 中对应环境条件分类等级中使用环节的高温条件；

步进温度：5℃；

温度保持时间：达到样品热稳定。

A.2.3 方法与步骤

- a) 将样品摆放在试验箱的中部。连接好输入电源线、输出机组、I/O 端口、通讯端口等端口和功能监测线缆；
- b) 关闭试验箱箱门，开启试验箱，并以 1℃/min 的温变率将试验箱的温度从常温降低 5℃，待样品达到热平衡后，在额定输入电压和满载工况下进行启机，然后按照相关规范要求对电气性能功能进行检测，无异常后，关断样品输入电源，以上述方式将试验箱温度降低 5℃，并循环上述的测试步骤，直至完成图 A.1 所示的所有温度点测试；

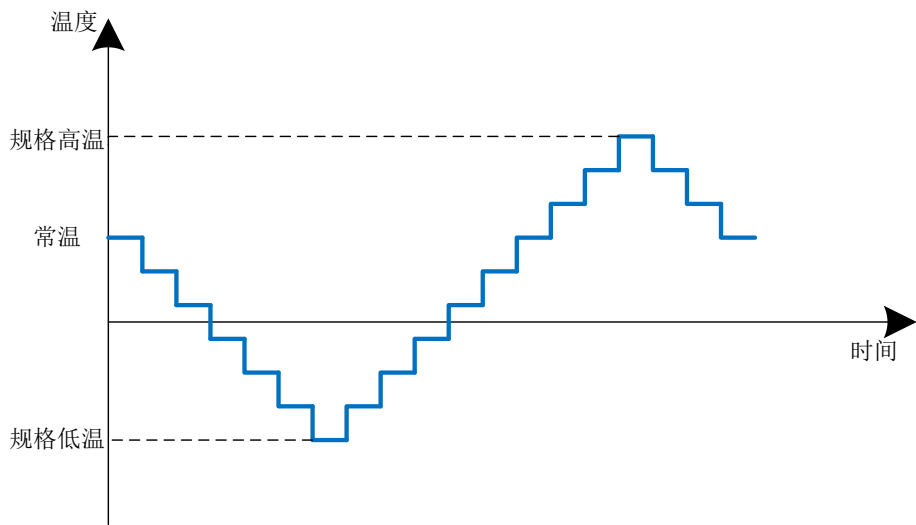


图 A. 1：温度梯度试验温度剖面示意图

A. 2. 4 合格判据

每个温度点下样品的电气性能功能应符合相关规范规定的要求。

A. 3 高温极限试验

A. 3. 1 试验说明

本试验期望通过超过规格的环境应力，激发产品的设计缺陷或薄弱点，然后通过根因和机理分析，结合相似产品的市场表现、改进设计的难易程度和成本来决定是否做设计改进。

A. 3. 2 试验条件

起始温度：表 1 或表 2 中对应环境条件分类等级中使用环节的高温条件+10℃；

步进温度：10℃；

温度保持时间：达到样品热稳定。

A. 3. 3 方法与步骤

- a) 将样品摆放在试验箱的中部。连接好输入电源线、输出机组、I/O 端口、通讯端口等端口和功能监测线缆；
- b) 关闭试验箱箱门，开启试验箱，并以 1℃/min 的温变率将试验箱的温度从常温升至起始温度，待样品达到热平衡后，在额定输入电压和满载工况下进行启机并运行 30min，然后按照相关规范要求对电气性能功能进行检测，无异常后，关断样品输入电源，以上述方式将试验箱温度升高 10℃，并循环上述的测试步骤直至样品故障或达到试验箱设备的能力极限。如果在某一个温度点样品出现故障，将温度回退 10℃，若样品恢复正常，则把回退到的温度点定义为产品高温工作极限温度点，如果回退后样品仍旧故障，则把此温度点定义为产品高温工作破坏温度点。试验温度剖面图如图 A. 2 所示：

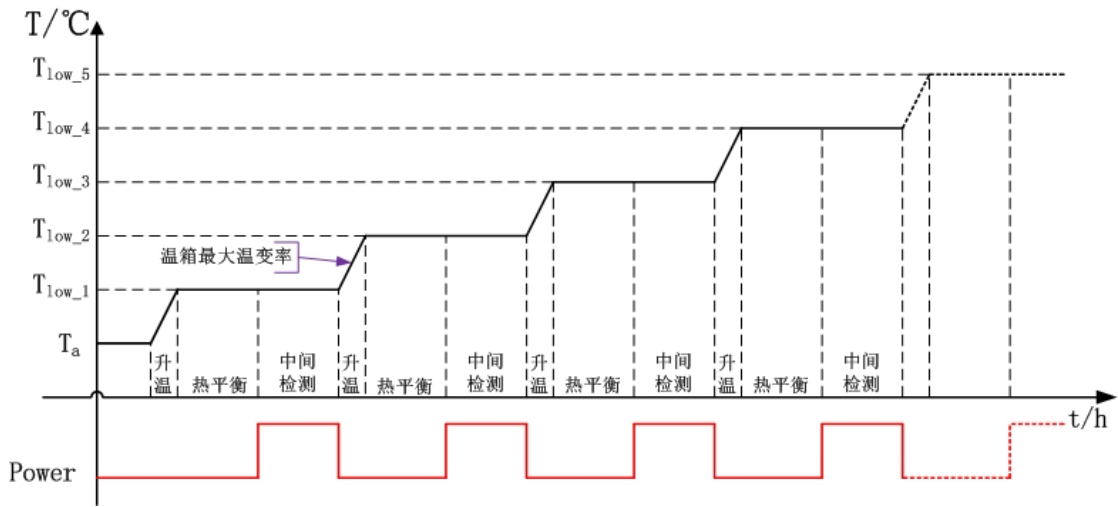


图 A. 2：高温极限试验剖面图

A. 4 低温极限试验

A. 4. 1 试验说明

本试验期望通过超过规格的环境应力，激发产品的设计缺陷或薄弱点，然后通过根因和机理分析，结合相似产品的市场表现、改进设计的难易程度和成本来决定是否做设计改进。

A. 4. 2 试验条件

- 起始温度：表 1 或表 2 中对应环境条件分类等级中使用环节的低温条件-10℃；
- 步进温度：10℃；
- 温度保持时间：达到样品热稳定。

A. 4. 3 方法与步骤

- a) 将样品摆放在试验箱的中部。连接好输入电源线、输出机组、I/O 端口、通讯端口等端口和功能监测线缆；
- b) 关闭试验箱箱门，开启试验箱，并以 1℃/min 的温变率将试验箱的温度从常温降至起始温度，待样品达到热平衡后，在额定输入电压和满载工况下进行启机并运行 30min，然后按照相关规范要求对电气性能功能进行检测，无异常后，关断样品输入电源，以上述方式将试验箱温度降低 10℃，并循环上述的测试步骤直至样品故障或达到试验箱设备的能力极限。如果在某一个温度点样品出现故障，将温度回退 10℃，若样品恢复正常，则把回退到的温度点定义为产品低温工作极限温度点，如果回退后样品仍旧故障，则把此温度点定义为产品低温工作破坏温度点。试验温度剖面图如图 A. 3 所示：

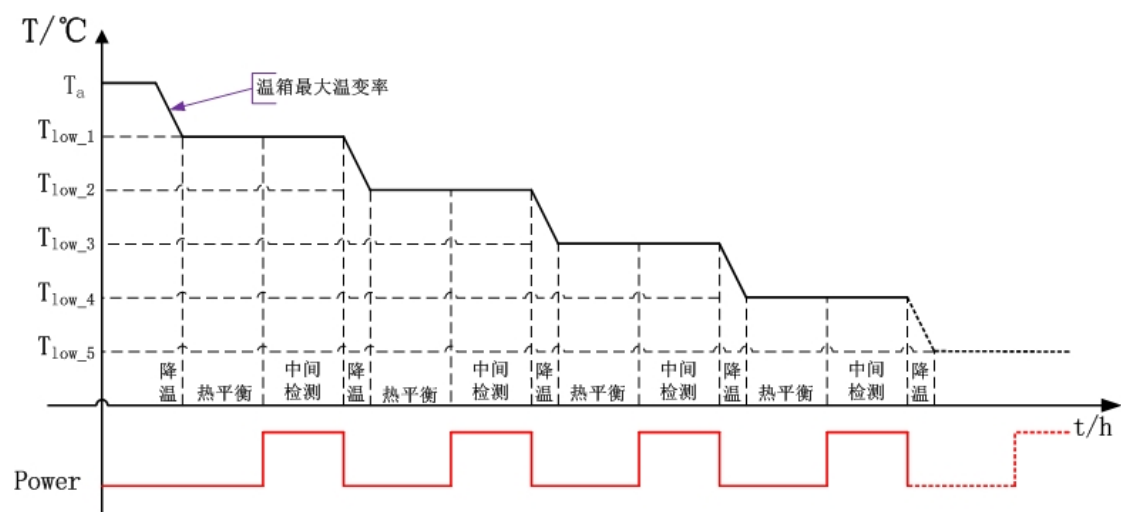


图 A. 3：低温极限试验剖面图