



中华人民共和国国家标准

GB/T 20159.2—2008/IEC TR 60721-4-2:2003

环境条件分类 环境条件分类与环境试验 之间的关系及转换指南 运输

Classification of environmental conditions—Guidance for the correlation and
transformation of environmental condition classes to the environment
tests—Transportation

(IEC TR 60721-4-2:2003, IDT)

2008-12-30 发布

2009-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
1 范围和目的	1
2 规范性引用文件	1
3 概述	2
3.1 对 GB/T 4798.2 的一般说明	2
3.2 对 GB/T 2423 的一般说明	2
3.3 严酷等级	2
3.4 推荐试验	2
3.5 运输等级的环境试验	3
3.6 试验持续时间	3
3.7 周围环境	3
4 气候条件	3
5 机械条件	11
附录 A (资料性附录) 运输——气候条件	18
表 1 GB/T 4798.2 等级 2K2 的推荐试验	3
表 2 GB/T 4798.2 等级 2K3 的推荐试验	5
表 3 GB/T 4798.2 等级 2K4 的推荐试验	7
表 4 GB/T 4798.2 等级 2K5 的推荐试验	9
表 5 GB/T 4798.2 等级 2M1 的推荐试验	11
表 6 GB/T 4798.2 等级 2M2 的推荐试验	13
表 7 GB/T 4798.2 等级 2M3 的推荐试验	15
表 A.1 GB/T 4798.2 等级 2K1 的推荐试验	18
表 A.2 GB/T 4798.2 等级 2K5H 的推荐试验	19
表 A.3 GB/T 4798.2 等级 2K5L 的推荐试验	21
表 A.4 GB/T 4798.2 等级 2K6 的推荐试验	23
表 A.5 GB/T 4798.2 等级 2K7 的推荐试验	25

前 言

GB/T 20159《环境条件分类 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南》目前分为以下若干部分：

- GB/T 20159.1 环境条件分类 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 环境条件分类 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 环境条件分类 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 环境条件分类 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 20159.5 环境条件分类 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 地面车辆使用；
- GB/T 20159.6 环境条件分类 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 船用；
- GB/T 20159.7 环境条件分类 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 携带和非固定使用；
- GB/T 20159.8 环境条件分类 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 导言；
-

本部分为 GB/T 20159 的第 2 部分。

本部分等同采用 IEC TR 60721-4-2:2003《环境条件分类:第 4-5 部分:IEC 60721-3 中环境条件分类与 IEC 60068 中环境试验之间的关系及转换指南 运输》(英文版)。

考虑到我国实际情况,本部分对 IEC 60721-4-2 作了以下编辑性修改:

- “IEC 60721 的本部分”修改为“GB/T 20159 的本部分”；
- “本技术报告”修改为“本部分”；
- 在本部分中涉及的其他标准,有对应国家标准的,引用国家标准;暂无国家标准的则引用所列的 ISO 标准。本部分第 2 章规范性引用文件的编排顺序与 IEC TR 60721-4-2 不同；
- 删除了 IEC 60721-4-2 的前言；
- 增加了国家标准的前言；
- 对于 IEC 原文中引用的 IEC 60068-2-56:1988(对应试验 Cb),由于现已经合并修订为 IEC 60068-2-78:2001(对应试验 Cab),本部分在引用时采用引用相应的国家标准 GB/T 2423.3—2006,对应试验为 Cab；
- 对各表格表题后括号内对该等级的叙述,按 GB/T 4798.2 的相应内容对 IEC 的文字叙述进行修改和补充；
- 对于机械条件的表 5、表 6、表 7 中的加速度谱密度(ASD)的单位,IEC 原文采用 m^2/s^3 ,本部分根据我国机械条件试验相关国标,改为 $(\text{m}/\text{s}^2)^2/\text{Hz}$,并在表 5 中添加相应脚注。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会(SAC/TC 8)提出并归口。

本部分起草单位:广州电器科学研究院。

本部分主要起草人:黄开云、陈心欣、洪菊。

本部分首次发布。

环境条件分类 环境条件分类与环境试验 之间的关系及转换指南 运输

1 范围和目的

GB/T 20159 的本部分是用于 GB/T 4798.2 环境条件分类与 GB/T 2423 环境试验之间的关系和转换指南。

环境可以包括很多环境条件,例如机械的、气候的、生物的以及基于其他化学和机械活性物质的效应。在本部分中,只考虑了机械条件和气候条件。

本部分的目的是为规范制定者提供指南以及一套便于应用的表格,表格便于这些条件相互关联及转换。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 20159 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2421—1999 电工电子产品环境试验 第1部分:总则(idt IEC 60068-1:1988)

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温(IEC 60068-2-1:1990,IDT)

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温(IEC 60068-2-2:1974,IDT)

GB/T 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热试验(IEC 60068-2-78:2001,IDT)

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Db:交变湿热循环(12 h+12 h 循环)(IEC 60068-2-30:2005,IDT)

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 及导则:冲击(IEC 60068-2-27:1987,IDT)

GB/T 2423.6—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Eb 和导则:碰撞(idt IEC 60068-2-29:1987)

GB/T 2423.7—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ec 和导则:倾跌与翻倒(主要用于设备型样品)(idt IEC 60068-2-31:1982)

GB/T 2423.8—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ed:自由跌落(idt IEC 60068-2-32:1990)

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)(IEC 60068-2-6:1995,IDT)

GB/T 2423.15—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ga 和导则:稳态加速度(idt IEC 60068-2-7:1986)

GB/T 2423.21—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 M:低气压(IEC 60068-2-13:1983,IDT)

GB/T 20159.2—2008/IEC TR 60721-4-2:2003

GB/T 2423.22—2002 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验N:温度变化(idt IEC 60068-2-14:1984)

GB/T 2423.24—1995 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Sa:模拟地面上的太阳辐射(idt IEC 60068-2-5:1975)

GB/T 2423.38—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验R:水试验方法及导则(IEC 60068-2-18:2000, IDT)

GB/T 2423.55—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Eh:锤击试验(IEC 60068-2-75:1997, IDT)

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(IEC 60068-2-64:1993, IDT)

GB/T 4797.2 电工电子产品自然环境条件 第2部分:海拔与气压、水深与水压(IEC 60721-3-1987, MOD)

GB/T 4797.4 电工电子产品自然环境条件 太阳辐射与温度(GB/T 4797.4—2006, IEC 60721-2-4:1987, IDT)

GB/T 4798.2 电工电子产品应用环境条件 运输(GB/T 4798.2—1996, neq IEC 60721-3-2:1985)

GB/T 4798.10 电工电子产品应用环境条件 导言(GB/T 4798.10—2006, IEC 60721-3-0:2002, IDT)

GB/T 4857.3—2008 包装 运输包装件 静载荷堆码试验方法(ISO 2234:2000, IDT)

GB/T 20159.8—2008 环境条件分类 环境条件分类与环境试验之间的关系及转换指南 导言(IEC 60721-4-0:2002, IDT)

ISO 554:1976 条件试验和(或)检验用的标准大气 规范

ISO 2533:1975 标准大气 附录1(1995),附录2(1997)

ISO 4180-2:1980 成套、装满运输包装 编制试验时刻表的通用规则 第2部分:定期

ISO 12048:1994 包装-成套, 满装运输包装 用压力试验机进行的压力和堆积试验

3 概述

3.1 对 GB/T 4798.2 的一般说明

GB/T 4798.2 制定了与环境条件相关的环境参数组的分类,在这些环境条件下,产品可能会在运输过程中暴露在外。这些等级中的参数是分别给出的,但产品可能同时暴露于其中。其中一些参数是互相独立的,而另一些参数则是密切相关的,例如太阳辐射和温度。

3.2 对 GB/T 2423 的一般说明

GB/T 2423 建立了一系列环境试验过程以及适合的试验严酷程度。试验严酷程度的选择基于产品失效结果。两种产品可能会放在同一个环境等级的不同场所。但是,由于失效结果的不同,一种产品相对另外一种,可能在更严酷的条件下进行试验。本部分仅仅选择常规的失效结果;对于更严重的失效结果,则必须根据具有专业知识的人员对产品的了解增加试验严酷等级。

3.3 严酷等级

GB/T 4798.2 建立了包括产品可能会暴露在其中的极端短期条件在内的环境条件分类分级,产品超出这个条件范围的概率非常低。本部分表格给出的试验严酷程度的建议也将此考虑在内。更多的信息可以参考 GB/T 20159.8—2008,即 GB/T 20159 的引言。

3.4 推荐试验

下面的表格中有两类试验,第一类试验列举了 GB/T 2423 的试验,使用最接近于推荐试验的严酷程度的试验。第二类是本部分推荐的试验方法和严酷等级,一般认为更适用于对大多数电工电子产品。

3.5 运输等级的环境试验

GB/T 4798.2 对环境参数进行分类,并对产品通过陆运、海运和空运,包括加载和非加载,从一个地方运往另一个地方所承受到的严酷程度进行分级。如果产品是正常包装好运输的,那么环境条件适用于包装好的产品。

如有可能,产品应在正常运输的状态下试验。例如产品处于包装好状态,那就应在其包装情况下进行试验。假如产品是在包装好和未包装两种状态下运输的话,则必须进行两种状态的试验。对于某些试验和产品来说,经包装的产品要比未经包装的产品,试验要更严酷些。例如对于密封包装的产品而言,湿度试验的变化可能会引起冷凝。

由一起安放的密封箱内的产品产生的环境条件不包括在这一等级内。

3.6 试验持续时间

表1~表7中推荐的试验持续时间是在经验基础上选择的,经验证明这些持续时间足以表明环境条件对大多数产品的影响。但是,如果经过特定应用验证,用户可以改变这些数值。为便于用户理解,本部分表格中的相关注解解释了为什么选择这些推荐持续时间。

3.7 周围环境

某些推荐试验所使用的术语“周围环境”是指在 GB/T 2421—1999 中规定的标准大气条件,即:温度 15℃~35℃,相对湿度 25%~75%(最大绝对湿度为 22 g/m³),气压在 86 kPa~106 kPa。ISO 2533:1975 及其附录中提供了标准大气的详细描述,GB/T 4797.2 仅提供摘要。ISO 554:1976 中规定了试验用的“基准条件”。

4 气候条件

表 1 GB/T 4798.2 等级 2K2 的推荐试验

(本等级包括除寒冷和寒温以外一般户外气候下的无采暖、有气候防护条件。
还包括了在通风壳内的运输)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数*	等级 2K2	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
a) 低气温	-25℃	最接近 GB/T 2423		GB/T 2423.1—2008;Ab	-25℃,16 h	1)
b) 高气温,未通风空气	+60℃	同推荐试验		GB/T 2423.2—2008;Bb	+55℃,16 h	2)
c) 高温,在通风的壳体 内的空气或室外空气中	+40℃	同推荐试验		GB/T 2423.2—2008;Bb	+40℃,16 h	3)
d) 温度变化:空气/空气	-25℃/ +25℃	同推荐试验		GB/T 2423.22—2002;Na	-25℃,室温五 个周期 t ₁ =3 h	4)
e) 温度变化:空气/水	无					
f) 相对湿度,不与快速温度 变化混合	-75%, +35℃	同推荐试验		GB/T 2423.3;Cab	+30℃,85%相对 湿度,96 h	5)
g) 相对湿度,与快速温度变 化混合;在高相对湿度下 空气/空气	无					
h) 绝对湿度,与快速温度变 化混合:高含水量的空 气/空气	无					

表 1 (续)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数 ^a	等级 2K2	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
i) 低气压	70 kPa	GB/T 2423.21 —2008:M	70 kPa, 30 s	通常不要求试验, 见注释 6)		6)
j) 气压变化	无					
k) 周围空气运动	无					
l) 降水(下雨)	无					
m) 太阳辐射	700 W/m ²	GB/T 2423.24 —1995 程序 C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	进行干热试验和评定材料的光化学反应		7)
n) 辐射: 热	无					
o) 除下雨以外的其他来源的水	无					
p) 潮湿	无					

注: 在等级栏中“无”, 表示 GB/T 4798.2 没有规定条件。

^a 运输等级无气候图, 因为他们在 GB/T 4798.2 中没有包括。

表 1——等级 2K2 注释:

- 1) 试验温度与 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数相等。由于一旦达到最低温稳定, 材料中的化学和物理性能很少变化, 推荐的 16 h 持续时间是足够的, 对带低热容量的小产品来说, 可以减少到 2 h。试验 Aa 不推荐做, 因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的(见表 1 中的 d)行)。
- 2) +55 °C 试验温度与 GB/T 4798.2 中的环境参数不一致, 实际上它是 GB/T 2423 中最接近的优选值。对于本等级中所述的通风的条件来说, 60 °C 也被认为是高值。这一试验温度对大多数应用是足够的。选用 16 h 持续时间, 对大多数应用是足够的。试验 Ba 不推荐做, 因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的(见表 1 中的 d)行)。
- 3) 试验温度与 GB/T 4798.2 的这一等级的环境参数等。选用 16 h 持续时间, 对与在 GB/T 2423 中大多数用来进行验收试验是可以接受的。
- 4) 温度变化试验经常用来试验设计容差, 范围并不重要。但是在本等级中, 会发生冷凝, 因此提出一个跨越 0 °C 的温度范围。在本部分 3.7 中所述的环境条件作为较高的温度提出, 以便能使用单室方法, 这样就能使试验更为经济。温度的快速变化用来模拟敞开式容量和产品暴露在室外空气中的条件。
- 5) 实验温度最接近 GB/T 2423.3—2006 试验 Cab(湿热, 稳定状态)提出的实验严酷程度, 尽管相对湿度比 GB/T 4798.2 的特性严酷程度的数值要高。96 h 持续时间是考虑到能充分论证产品是足以经受得住这一湿度的。
- 6) 对于密封的产品以及含有液体或有液体流过的产品, 推荐采用 GB/T 2423.21—2008 的试验 M。对于空气压力的影响是在部件一级以上进行评定的正常使用来说, 不推荐进行试验。
- 7) 选择 GB/T 2423.24—1995 中试验方法 C 中的模拟地面上的太阳辐射影响的试验, 是因为它产生连续的辐射, 因此可以评定光降解影响。尽管这一等级的严酷程度是 700 W/m², 而 GB/T 2423.3—2006 中试验 Sa 条件为太阳辐射值 1 120 W/m²。

建议不要进行太阳辐射试验, 因为在产品运输过程中, 主要的太阳辐射影响是场所的温升。这一温度升高包括在干热条件使用值中因此不要求进行附加试验。由暴露在太阳辐射下产生的光化学反应通常只有在选择部件、材料和成品时才考虑。

表 2 GB/T 4798.2 等级 2K3 的推荐试验

(本等级包括除寒冷和寒温以外的一般户外气候下的不通风的密封体内以及无气
候防护条件下的运输。空运时仅包括在采暖和加压的机舱中运输)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数*	等级 2K3	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
a) 低气温	-25 ℃	同试验方法		GB/T 2423.1—2001:Ab	-25 ℃,16 h	1)
b) 高气温,未通风壳体中的空气	+70 ℃	同试验方法		GB/T 2423.2—2001:Bb	+70 ℃,16 h	2)
c) 高温,未通风的壳体内的空气或室外空气	+40 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.2—2001:Bb	+40 ℃,16 h	2)
d) 温度变化:空气/空气	-25 ℃/ +30 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.22—2002:Na	-25 ℃到环境温度 五个周期 $t_1=3\text{ h } t_2<3\text{ min}$	3) 6)
e) 温度变化:空气/水	+40 ℃/ +5 ℃	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 4)		4)
f) 相对湿度,不与快速温度变化混合	95%, +40 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.3 —2006:Cab	+40 ℃,93%RH, 至少 96 h	5) 6)
g) 相对湿度,与快速温度变化混合:在高相对湿度下空气/空气	95%, -25 ℃/ +30 ℃	GB/T 2423 无此试验		稳态湿度试验 (试验 Cab),紧接着马上 转为温度试验(试验 Na)		6)
h) 绝对湿度,与快速温度变化混合:在高含水量的空气/空气	60 g/m ³ , +70 ℃/ +15 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.4—2008: Db 变量 2	+55 ℃,90%~ 100%RH 二个周期	7)
i) 低气压	70 kPa	GB/T 2423.21 —2008:M	70 kPa 30 min	一般不要求试验——见注释 8)		8)
j) 气压变化	无					
k) 周围空气运动	20 m/s	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 9)		9)
l) 降水量(降雨)	6 mm/min	同推荐试验		GB/T 2423.38—2008: Rb 方法 2.2	暴露 1 min/m ² 持续时间: 至少 5 min	10)
m) 太阳辐射	1 120 W/m ²	GB/T 2423.24 —1995: Sa 程序 C	1 120 W/m ² , 72 h,40 ℃	进行干热试验和评定材料的光化学反应		11)
n) 辐射:热	600 W/m ²	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 12)		12)
o) 除下雨以外的其他来源的水	1 m/s	GB/T 2423 无此试验		见注释 13)		13)

表 2 (续)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数 ^a	等级 2K3	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
p) 潮湿—潮湿表面的条件		GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 14)		14)
注:在等级栏中“无”,表示 GB/T 4798.2 没规定条件。						
^a 运输等级无气候图,因为它们不在 GB/T 4798.2 中没有包括。						

表 2——等级 2K3 注释:

- 1) 试验温度与 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数相等。由于一旦达到低温状态,材料中的化学和物理性能很少变化,推荐的 16 h 持续时间足够的,对带低热容量的小产品来说,可以减少到 2 h。试验 Aa 不推荐做,因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见表 2 中的 d)行]。
- 2) 试验温度等于 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数。选用的 16 h 持续时间对大多数应用是足够的。试验 Ba 不推荐做,因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见表 2 中的行 d)]。
- 3) 温度变化试验经常用来试验设计容差,范围并不重要。但是在本等级中,会发生冷凝,因此提出一个跨越 0 °C 的温度范围。在本部分 3.7 中所述的环境条件作为较高的温度提出,以便能使用单室方法,这样就能使试验更为经济。温度的快速变化用来模拟敞开式壳体和产品暴露在室外空气中的条件。
- 4) 由于考虑产品在热天下雨时遭到的快速温度变化的影响要比产品暴露在温度空气/空气(试验 Na)变化时所遭到的严酷程度要轻微些,因此不推荐进行附加试验。
- 5) 湿热的最适合试验严酷程度,选定了稳态试验,尽管相对湿度要比特性的严酷程度略低一些。96 h 持续时间是考虑到能证明产品设计是足以经受得住这种湿度的。
- 6) 由于受到物理上的一些约束,所以事实上并不进行这种条件试验。但是,用稳态湿度试验紧接着通过温度试验的快速变化,是可以产生近似的结果的。具体方法是在上述二种试验中省略前后两个条件阶段。在这样进行复合试验时,是足以论证条件的影响的。如果进行这种复合试验,那么用户可以决定免做一些[D)行和 d)行]单独试验。
- 7) 这是最适合的湿热周期试验条件,并且认为是足以显示这一条件的影响(试验条件的绝对湿度较高,温度较低)。采用持续二个周期(48 h)是考虑为了满足大多数产品的要求。选用试验 Db 的方案 2 是因为它能适合条件的试验,而且比方案 1 容易进行。
- 8) 对密封产品或含有加工液体的产品来说,推荐采用 GB/T 2423.21—2008 的试验 M。对于是在部件一级的评估气压影响的正常使用,无推荐试验。
- 9) 这一条件被认为对于这一等级运输的多数产品来说是温和了些,因此不推荐进行试验。
- 10) 试验 Rb 被选用,是因为它是一种简易、能够在所有尺寸的产品上重复进行的试验。
- 11) 选择 GB/T 2423.24—1995 中试验方法 C 中的模拟地面上的太阳辐射影响的试验,是因为它产生连续的辐射,因此可以评定光降解影响。这一等级的严酷程度是 1 120 W/m²,它与 GB/T 2423.24—1995 中所含的 Sa 试验条件相一致。

而且还推荐不要进行太阳辐射试验,因为在产品运输过程中,太阳辐射的主要影响是所处地区的温度升高。温度升高包括在干热条件的所用数值中,因此不要求进行附加试验。由暴露在太阳辐射下而出现的光化学反应,通常只有在挑选部件、材料和表面涂层时考虑。

- 12) 无推荐试验。GB/T 2423 没有这一条件的试验方法。这个影响被认为是包括在干热试验[见表 2 b)行或 c)]行中。对于安装在接近高热辐射源处的产品来说,需要进行专门预防或要求进行附加性的高温试验。
- 13) 鉴于在 GB/T 4798.2 中没有指出水源。用户就必须从 GB/T 2423.38—2008 中选择附有持续时间和严酷程度适当的试验。作为指引,下面各点可能会有助于用户选定合适的试验:
 - a) 滴水:如果产品带有防御雨水的保护,但是类似暴露在上表面的结露或者滴滴水,GB/T 2423.38—2008; Ra2——滴水箱法,滴水高度 2 m,倾斜角度 0°,持续时间 1 h 是最好的方法。
 - b) 溅水:如果产品有可能暴露于洒水系统或者水轮车喷溅环境中时,则 GB/T 2423.38—2008; 试验 Rb2.1——摆动管法或者 Rb2.2——手持洒水法,1 min/m²,最多 30 min 是优选的方法。
 - c) 水浪:如果产品有可能暴露于冲洗或冲刷中,则 GB/T 2423.38—2008; 试验 Rb3——软管法是优选的方法。
 - d) 射水:如果喷射水有可能冲击产品,选择 GB/T 2423.38—2008 试验 Ra 或者试验 Rb 来表明该产品是为了在这些条件下运行而设计的。
- 14) 无推荐试验。在 GB/T 4798.2 潮湿表面一节中找不到数值。潮湿表面的影响是用在本等级中其他一些试验(例如,见表 2 中 i)行降雨试验)求证的。

表 3 GB/T 4798.2 等级 2K4 的推荐试验
(本等级包括在寒温气候条件下的无气候防护运输)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数*	等级 2K4	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
a) 低气压	-40 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.1—2008:Ab	-40 ℃, 16 h	1)
b) 高气温, 未通风壳体 内的空气	+70 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.2—2008:Bb	+70 ℃, 16 h	2)
c) 高温, 未通风的壳体内 的空气或室外空气	+40 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.2—2008:Bb	+40 ℃, 16 h	2)
d) 温度变化: 空气/空气	-40 ℃/ +30 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.22—2002:Na	-40 ℃到环境温度 五个周期 $t_1=3\text{ h } t_2<3\text{ min}$	3) 6)
e) 温度变化: 空气/水	+40 ℃/ +5 ℃	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 4)		4)
f) 相对湿度, 不与快速温 度变化混合	95%, +45 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.3—2006:CaB	+40 ℃, 93%RH, 至少 96 h	5) 6)
g) 相对湿度, 与快速温度变 化混合: 在高相对湿度下 的空气/空气	95%, -40 ℃/ +30 ℃	GB/T 2423 无此试验		稳态湿度试验(试验 CaB), 紧接着 马上转为温度试验(试验 Na)		6)
h) 绝对湿度与快速温度变 化混合: 在高含水量的 空气/空气	60 g/m ³ , +70 ℃/ +15 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.4—2008; Db 变量 2	+55 ℃, (90~100)%RH 二个周期	7)
i) 低气压	70 kPa	GB/T 2423.21 —2008:M	70 kPa, 30 min	一般不要求试验——见注释 8)		8)
j) 气压变化	无					
k) 周围空气运动	20 m/s	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 9)		9)
l) 降水量(降雨)	6 mm/min	同推荐试验		GB/T 2423.38—2008; Rb 方法 2.2	暴露 1 min/m ² 持 续时间: 至少 5 min	10)
m) 太阳辐射	1 120 W/m ²	GB/T 2423.24 —1995; Sa 程序 C	1 120 W/m ² 72 h, 40 ℃	进行干热试验和评定材料的光化学反应		11)
n) 辐射: 热	600 W/m ²	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 12)		12)
o) 除下雨以外的其他来源 的水	1 m/s	GB/T 2423 无此试验		见注释 13)		13)

表 3 (续)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数 ^a	等级 2K4	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
p) 潮湿—潮湿表面的条件		GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 14)		14)
注:在等级栏中“无”,表示 GB/T 4798.2 没规定条件。						
^a 运输等级无气候图,因为它们 在 GB/T 4798.2 中没有包括。						

表 3——等级 2K4 注释:

- 1) 试验温度与 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数相等。由于一旦达到低温状态,材料中的化学和物理性能很少变化,推荐的 16 h 持续时间足够的,对带低热容量的小产品来说,可以减少到 2 h。试验 Aa 不推荐做,因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见表 3 中的 d)行]。
- 2) 试验温度等于 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数。选用的 16 h 持续时间对大多数应用是足够的。试验 Ba 不推荐做,因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见表 3 中的 d)行]。
- 3) 温度变化试验经常用来试验设计容差,范围并不重要。但是在本等级中,会发生冷凝,因此提出一个跨越 0 °C 的温度范围。在本部分 3.7 中所述的环境条件做为较高的温度提出,以便能使用单室方法,这样就能使试验更为经济。温度的快速变化用来模拟敞开式壳体和产品暴露在室外空气中的条件。
- 4) 由于考虑产品在热天下雨时遭受到的快速温度变化的影响,要比产品暴露在温度空气/空气(试验 Na)变化时所遭受到的严酷程度要轻微些,因此不推荐进行附加试验。
- 5) 湿热的最适合试验严酷程度,选定了稳态试验,尽管相对湿度要比特性的严酷程度略低一些。96 h 持续时间是考虑到能证明产品设计是足以经受得住这种湿度的。
- 6) 由于受到物理上的一些约束,所以事实上并不进行这种条件试验。但是,用稳态湿度试验紧接着通过温度试验的快速变化,是可以产生近似的结果的。具体方法是在上述二种试验中省略前后两个条件阶段。在这样进行复合试验时,是足以论证条件的影响的。如果进行这种复合试验,那么用户可以决定免做一些[f)行和 d)行]的单独试验。
- 7) 这是最适合的湿热周期试验条件,并且认为是足以显示这一条件的影响(试验条件的绝对湿度较高,温度较低)。采用持续二个周期(48 h)是为了考虑满足大多数产品的要求。选用试验 Db 的方案 2 是因为它能适合条件的试验,而且比方案 1 容易进行。
- 8) 对密封产品或含有加工液体的产品来说,推荐采用 GB/T 2423.21—2008 的试验 M。对于是在部件一级评估气压影响的正常使用,无推荐试验。
- 9) 这一条件被认为对于这一等级运输的多数产品是温和了些,因此不推荐进行试验。
- 10) 试验 Rb 被选用,是因为它是一种简易、能够在所有尺寸的产品上重复进行的试验。
- 11) 选择 GB/T 2423.24—1995 中试验方法 C 中模拟地面上的太阳辐射影响的试验,是因为它产生连续的辐射,因此可以评定光降解影响。这一等级的严酷程度是 1 120 W/m²,它与 GB/T 2423.24—1995 中所含的 Sa 试验条件相一致。
而且还推荐不要进行太阳辐射试验,因为在产品运输过程中,太阳辐射的主要影响是所处地区的温度升高。温度升高包括在干热条件的所用数据中;因此不要求进行附加试验。由暴露在太阳辐射下而出现的光化学反应,通常只有在挑选部件、材料和表面涂层时考虑。
- 12) 无推荐试验。GB/T 2423 没有这一条件的试验方法。这个影响被认为是包括在干热试验[见表 3b)行或 c)行]中。对于安装在接近高热辐射源处的产品来说,需要进行专门预防或要求进行附加性的高温试验。
- 13) 鉴于在 GB/T 4798.2 中没有指出水源。用户就必须从 GB/T 2423.38—2008 中选择附有持续时间和严酷程度的适当的试验。作为指引,下面各点可能会有助于用户选定合适的试验:
 - a) 滴水:如果产品带有防御雨水的保护,但是类似暴露在上表面的结露或者滴漏水,GB/T 2423.38—2008: Ra2——滴水箱法,滴水高度 2 m,倾斜角度 0°,持续时间 1 h 是最好的方法。
 - b) 溅水:如果产品有可能暴露于洒水系统或者水轮车喷溅环境中时,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb2.1——摆动管法或者 Rb2.2——手持洒水法,1 min/m²,最多 30 min 是优选的方法。
 - c) 水浪:如果产品有可能暴露于冲洗或冲刷中,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb3——软管法是优选的方法。
 - d) 射水:如果喷射水有可能冲击产品,选择 GB/T 2423.38—2008 试验 Ra 或者试验 Rb 来表明该产品是为了在这些条件下运行而设计的。
- 14) 无推荐试验。在 GB/T 4798.2 潮湿表面一节中找不到数值。潮湿表面的影响是在本等级中其他一些试验(例如,见表 3i)行降雨试验)求证的。

表 4 GB/T 4798.2 等级 2K5 的推荐试验
(本等级包括在世界范围内的不通风的密封体内以及无气候防护条件下的运输,还包括在非加压机舱内的运输)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数 ^a	等级 2K5	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
a) 低气温	-65 °C	同推荐试验		GB/T 2423.1—2008:Ab	-65 °C, 16 h	1)
b) 高气温,通风壳体 内的空气	+85 °C	同推荐试验		GB/T 2423.2—2008:Bb	+85 °C, 16 h	2)
c) 高温,未通风的壳 体内的空气或室外 空气	+55 °C	同推荐试验		GB/T 2423.2—2008:Bb	+55 °C, 16 h	2)
d) 温度变化:空气/ 空气	-65 °C/ +30 °C	同推荐试验		GB/T 2423.22—2002:Na	-40 °C到环境温度 五个周期 $t_1=3\text{ h } t_2<3\text{ min}$	3) 6)
e) 温度变化:空气/ 水	+55 °C/ +5 °C	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 4)		4)
f) 相对湿度,不与快 速温度变化混合	95%, +50 °C	同推荐试验		GB/T 2423.3—2006: Cab	+40 °C, 93%RH, 至少 96 h	5) 6)
g) 相对湿度,与快速 温度变化混合:在高 相对湿度下的空气/ 空气	95%, -65 °C/ +30 °C	GB/T 2423 无此试验		稳态湿度试验(试验 Cab),紧接着马上 转为温度试验(试验 Na)		6)
h) 绝对湿度,与快速 温度变化混合:在高 含水量的空气/ 空气	80 g/m ³ , +85 °C/ +15 °C	同推荐试验		GB/T 2423.4—2008: Db 变量 2	+55 °C, (90~100)%RH 二个周期	7)
i) 低气压	30 kPa	GB/T 2423.21 —2008:M	70 kPa 30 min	一般不要求试验——见注释 8)		8)
j) 气压变化	6 kPa/min	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 9)		9)
k) 周围空气运动	30 m/s	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 10)		10)
l) 降水量(降雨)	15 mm/min	同推荐试验		GB/T 2423.38—2008: Rb 方法 2.2	暴露:1 min/m ² 持续时间: 最少 5 min	11)
m) 太阳辐射	1 120 W/m ²	GB/T 2423.24 —1995: Sa 程序 C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	进行干热试验和评定材 料的光化学反应		12)
n) 辐射:热	600 W/m ²	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 13)		13)
o) 除下雨以外的其 他来源的水	3 m/s	GB/T 2423 无此试验		见注释 14)		14)

表 4 (续)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数 ^a	等级 2K5	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
p) 潮湿—潮湿表面的条件		GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 15)		15)

^a 运输等级无气候图,因为它们 GB/T 4798.2 中没有包括。

表 4——等级 2K5 注释:

- 1) 试验温度与 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数相等。由于一旦达到低温状态,材料中的化学和物理性能很少变化,推荐的 16 h 持续时间足够的,对带低热容量的小产品来说,可以减少到 2 h。试验 Aa 不推荐做,因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见表 4 中的 d)行]。
- 2) 试验温度等于 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数。选用的 16 h 持续时间对大多数应用是足够的。试验 Ba 不推荐做,因为试验 Na 是用来(评定)温度变化影响的[见表 4 中的 d)行]。
- 3) 温度变化试验经常用来试验设计容差,范围并不重要。但是在本等级中,会发生冷凝,因此提出一个跨越 0 °C 的温度范围。在本部分 3.7 中所述的环境条件做为较高的温度提出,以便能使用单室方法,这样就能使试验更为经济。温度的快速变化用来模拟敞开支壳体和产品暴露在室外空气中的条件。
- 4) 由于考虑产品在热天下雨时遭到的快速温度变化的影响,要比产品暴露在温度空气/空气(试验 Na)变化时所遭到的严酷程度要轻些,因此不推荐进行附加试验。
- 5) 湿热的最适合试验严酷程度,选定了稳态试验,尽管相对湿度要比特性的严酷程度略低一些。96 h 持续时间是考虑到能证明产品设计是足以经受得住这种湿度的。
- 6) 由于受到物理上的一些约束,所以事实上并不进行这种条件试验。但是,用稳态湿度试验紧接着通过温度试验的快速变化,是可以产生近似的结果的。具体方法是在上述二种试验中省略前后两个条件阶段。在这样进行复合试验时,是足以论证条件的影响的。如果进行这种复合试验,那么用户可以决定免做一些[f)行和 d)行]的单独试验。
- 7) 这是最适合的湿热周期试验条件,并且认为是足以显示这一条件的影响(试验条件的绝对湿度较高,温度较低)。采用持续二个周期(48 h)是为了考虑满足大多数产品的要求。选用试验 Db 的方案 2 是因为它能适合条件的试验,而且比方案 1 容易进行。
- 8) 对密封产品或含有加工液体的产品来说,推荐采用 GB/T 2423.21—2008 的试验 M。对于是在部件一级评估气压影响的正常使用,无推荐试验。
- 9) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。对于正常使用,气压变化的影响是在部件上评定的。对密封产品,必须设计专门的试验。
- 10) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。这一条件被认为对于供这种运输等级的多数产品,是温和了些,因此无推荐试验。
- 11) 试验 Rb 被选用,是因为它是一种简易、能够在所有尺寸的产品上重复进行的试验。
- 12) 选择 GB/T 2423.24 中试验方法 C 中模拟地面上的太阳辐射影响的试验,是因为它产生连续的辐射,因此可以评定光降解影响。这一等级的严酷程度是 1 120 W/m²,它与 GB/T 2423.24—1995 中所含的 Sa 试验条件相一致。
而且还推荐不要进行太阳辐射试验,因为在产品运输过程中,太阳辐射的主要影响是所处地区的温度升高。温度升高包括在干热条件的所用数据中;因此不要求进行附加试验。由暴露在太阳辐射下而出现的光化学反应,通常只有在挑选部件、材料和表面涂层时考虑。
- 13) 无推荐试验。GB/T 2423 没有这一条件的试验方法。这个影响被认为是包括在干热试验[见表 4b)行或 c)行]中。对于安装在接近高热辐射源处的产品来说,需要进行专门预防或要求进行附加性的高温试验。
- 14) 鉴于在 GB/T 4798.2 中没有指出水源。用户就必须从 GB/T 2423.38—2008 中选择附有持续时间和严酷程度的适当的试验。作为指引,下面各点可能会有助于用户选定合适的试验:
 - a) 滴水:如果产品带有防御雨水的保护,但是类似暴露在上表面的结露或者漏滴水,GB/T 2423.38—2008: Ra2——滴水箱法,滴水高度 2 m,倾斜角度 0°,持续时间 1 h 是最好的方法。
 - b) 溅水:如果产品有可能暴露于洒水系统或者水轮车喷溅环境中时,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb2.1——摆动管法或者 Rb2.2——手持洒水法,1 min/m²,最多 30 min 是优选的方法。
 - c) 水浪:如果产品有可能暴露于冲洗或冲刷中,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb3——软管法是优选的方法。
 - d) 射水:如果喷射水有可能冲击产品,选择 GB/T 2423.38—2008 试验 Ra 或者试验 Rb 来表明该产品是为了在这些条件下运行而设计的。
- 15) 无推荐试验。在 GB/T 4798.2 潮湿表面一节中找不到数值。潮湿表面的影响是在本等级中其他一些试验[例如,见表 i)行降雨试验]求证的。

5 机械条件

大多数 GB/T 2423 试验表明试验主要是针对非包装项目的,但是这对那些通常是包装状态的样品来说,就产生了一种不真实的试验。因此推荐这种试验在那些通常处于运输状态下的产品上进行。特别是对软包装,试验方法中的“固定点”是刚性的固定试验设备,或试验设备的安装表面。

表 5 GB/T 4798.2 等级 2M1 的推荐试验

(本等级包括机械装运和飞机船舶以及空气减振卡车挂车等的运输)

GB/T 4798.2—机械条件					GB/T 2423—机械试验										
环境参数	单位	等级 2M1			最接近 GB/T 2423		推荐试验				注释序号				
					试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度							
a) 稳态正弦振动 ^a 位移 加速度 频率范围 轴向 扫描周期	mm	3.5			同推荐试验	GB/T 2423.10 —2008 Fc:振动 正弦	3.5			1)					
	m/s ²		10	15			10								
	Hz	2~9	9~200	200~500			1~500			2)					
							3								
							10								
b) 随机振动 ^a 加速度频谱密度 (ASD) ^b 斜率 频率范围 轴向 持续时间/轴	(m/s ²) ²	1.0	0.3		同推荐试验	GB/T 2423.56 —2006 Fh:振动 宽带随机	1.0			3)					
	Hz						10~200	200~2 000	0.5						
	dB/oct						—3			4)					
	Hz						10~100	100~200	200~2 000						
	min						3								
							30								
c) 冲击 冲击响应谱 最大加速度 持续时间 冲击次数/方向 冲击方向	m/s ²	类型 I	类型 II		GB/T 2423.5 —1995 Ea:冲击 (半正弦)	150	GB/T 2423.6 —1995;	100			5)				
		100	无					11	16						
	ms	11					每个方向 100 次			6)					
							6								
d) 自由跌落 跌落次数 质量 下落高度	kg m	<20	>20	>100	GB/T 2423.8 —1995 Ed:自由跌落 程序 1	每一规定高度 下落两次	ISO 4180- 2:1980	每一规定高度 下落两次							7)
		0.25	0.25	0.1				<20	>20	>100	<10	>10	>20	>30	
							0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1		
e) 跌落与翻倒 1) 跌落在边角上 质量 高度 边角处 2) 翻倒(或推倒) 质量 边缘	kg m	无			GB/T 2423.7 —1995 Ec:跌落 与翻倒			底部边缘的每一个边缘 翻倒一次							7)
		<20	>20	>100											
		任意	无	无				底部的每一个 边缘翻倒一次			8)				

表 5 (续)

GB/T 4798.2—机械条件			GB/T 2423—机械试验				
环境参数	单位	等级 2M1	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
			试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
f) 摇摆和倾斜 角度 周期	(°) s	无					
g) 加速度 稳态	m/s ²	20	GB/T 2423.15 —1995 Ge; 加速 度, 稳态	30	—一般不要求试验——见注释 9)		9)
h) 静载 包装产品	kPa	5	GB/T 2423 无此试验		ISO 12048:1994; 压缩和堆积——见 注释 10)		10)

注: 在等级栏中“无”, 表示 GB/T 4798.2 没规定条件。

^a 这表示推荐选用正弦或随机试验, 但不是二种都做。

^b 加速度谱密度(ASD)的单位, IEC 原文采用 m²/s³, 此处根据我国机械试验相关国标, 改为 (m/s²)²/Hz。

表 5——等级 2M1 注释:

1) 实际交替频率在 8 Hz 和 9 Hz 之间, 是在位移和加速度之间形成一个平坦的过渡方式, 通过计算确定的。在这种情况下, 是知道产品是包装好的或未包装好的, 是不会有低于 10 Hz 的共振的, 允许将 GB/T 2423.10 中所示的频率从 1 Hz 改为 5 Hz, 以便使用标准试验设备。

试验表明, 200 Hz 的振动等级是缺乏现实性的, 因此是不适当的, 一般的做法是减少运输振动等级和增加频率。

2) 产品在运输时所经受的居主要振动, 实际上是随机的。因此随机振动试验推荐按照 GB/T 2423.56—2006 中所示的方式进行。建议在随机振动试验之前或试验时使用正弦共振调查。

3) 运输试验包括铁路、汽车和飞机等所有的种类, 试验频谱中所述的有效值为 32.55 m/s²。对高的内部减震的车辆定线运输, 频率范围可限制在 500 Hz。

4) 一般说 30 min/轴的持续时间被认为是足够的。如果产品预期要长距离运输, 或者它要运输很长时间, 则推荐长持续时间。

5) 冲击条件在 GB/T 4798.2 中有说明, 但是相应的 GB/T 2423.5—1995, Ea 试验在表中只给出限制冲击数。在运输期间, 冲击数可能会高些, 并推荐随后的碰撞试验用来替代冲击试验。

6) 运输时样品的放置姿态是已知的(通常是立式的), 但是鉴于冲击对同一高度的同一方向来说是最重要的, 在这一方向和所说的这种姿态应该用具体的冲击数。但是, 如果已知产品具有一个临界方向, 则试验轴之一应该对准这个临界方向。

7) 如果指定放置的样品推荐在边角上, 那就应省略跌落和翻倒试验。与此同时要进行 GB/T 4798.2 等级 2M1 试验。因此推荐能反应 GB/T 4798.2 的大量种类的试验严酷程度。推荐使用 ISO 4180-2:1980 中绘示的跌落高度。这些高度被认为要比 GB/T 4798.2 中的更为现实。

8) 对于质量小于 20 kg 的样品来说, 考虑降落要比自由跌落试验的严酷程度要低一些, 因此推荐不要进行试验。但是对于那些质量小于 20 kg 的高大项目, 这种试验可能是合适的, 如果已经采取防止降落的专门措施, 或者产品的集合形状不会发生这种降落, 那么这种试验可以省略。

9) 运输时的稳态加速度是不严重的。对于产品运输而言, 由产品引发的应力设想是要与由进行专门的振动和冲击试验引发的相等或低一些。因此只有在特定的场合下需要进行检验。

10) 对于带有货盘或不带货盘的单层或多层包装的产品, 可以使用 GB/T 4857.3—2008 用静载的堆积试验。用压缩试验机的压缩和堆积试验是一种交替试验。

未经包装的产品只有当它有一个适当的水平顶表面时, 才能暴露在静态下。5 kPa 等级对成套的货盘负载的严酷程度可能是不充分的。

大多数 GB/T 2423 试验状况是试验主要是供非包装项目用的。但是这对那些通常是包装状态的样品来说, 就产生了一种不真实的试验。因此, 这种试验被推荐在那些通常处于运输状态下的产品上进行。特别是对软包装, 试验方法中的“定位点”是刚性的固定试验设备, 或试验设备的安装表面。

表 6 GB/T 4798.2 等级 2M2 的推荐试验

(本等级包括在公路系统良好的地区的各种卡车挂车的运输,还包括了有专门缓冲设施的铁路运输和船只运输)

GB/T 4798.2—机械条件				GB/T 2423—机械试验							注释 序号				
环境参数	单位	等级 2M2			最接近 GB/T 2423		推荐试验								
					试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度							
a) 稳态正弦振动 ^a 位移 加速度 频率范围 轴向 扫描周期	mm	3.5			同推荐试验	GB/T 2423.10 —2008 Fc: 振动 正弦	7.5			1)					
	m/s ²		10	15			20								
	Hz	2~9	9~200	200~500			1~500			2)					
							3								
							10								
b) 随机振动 ^a 加速度频谱密度 (ASD) ^b 斜率 频率范围 轴向 持续时间/轴	(m/s ²) ²	1.0	0.3		同推荐试验	GB/T 2423.56 —2006 Fh: 振动 宽带随机	5.0			1.0					
	Hz						—7								
	dB/oct	10~200					200~2 000	10~100	100~200	200~2 000	3)				
	Hz	10~200					200~2 000	3							
	min				30			4)							
c) 冲击 冲击响应谱 最大加速度 持续时间 冲击次数/方向 冲击方向	m/s ²	类型 I	类型 II		GB/T 2423.5 —1995 Ea: 冲击 (半正弦)	150	300	GB/T 2423.6 —1995 Eb: 碰撞	250	或者	1 000	5)			
		100	600			11	6		6	2	6)				
	ms	11	6		每个方向 100 次			6	7)						
					6										
d) 自由跌落 下落次数 质量 下落高度 水路运输 质量 下落高度 公路、铁路和航空 运输 质量 下落高度	kg	<20	>20	>100	GB/T 2423.8 —1995 Ed: 自由 跌落 程序 1	每一规定高度 下落两次			ISO 4180- 2:1980	每一规定高度 下落两次 见下			8)		
		m	1.2	1.0		0.25	<20	>20		>100	<20	>20		>100	
						0.25	0.25	0.1							
	kg								<10	>10	>20	>30	>40	>50	>100
	m								1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
	kg								<10	>10	>20	>30	>40	>50	>100
m								0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	

表 6 (续)

GB/T 4798.2——机械条件			GB/T 2423——机械试验							
环境参数	单位	等级 2M2			最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释序号	
					试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度		
e) 跌落与翻倒 1) 跌落在边角上 质量 高度 边角处	kg m	无					GB/T 2423.7 —1995 Ec:跌落 与翻倒	<50 0.1°或 30°	>50 0.05°或 30°	9)
							同推荐试验		取小的那个相关边缘每个跌落一次	
2) 翻侧(或推倒) 质量 边缘	kg	<20 任意	>20 任意	>100 任意			GB/T 2423.7 —1995 Ec:跌落 与翻倒	底部边缘的每一个边缘翻倒一次		10)
f) 滚动和俯仰 角度 周期			±35 8				GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 11)	
g) 加速度 稳态	m/s ²	20			GB/T 2423.15 —1995 Ge:加速 度,稳态	30	一般不要求试验——见注释 12)		12)	
h) 静载 包装产品	kPa	10			GB/T 2423 无此试验		ISO 12048:1994:压缩和堆积——见注释 13)		13)	
注:在等级栏中“无”,表示 GB/T 4798.2 没规定条件。										
a 这表示推荐选用正弦或随机试验,但不是二种都做。										
b 加速度谱密度(ASD)的单位,IEC 原文采用 m ² /s ³ ,此处根据我国机械试验相关国标,改为(m/s ²) ² /Hz。										

表 6——等级 2M2 注释:

- 实际交替频率在 8 Hz 和 9 Hz 之间,是在位移和加速度之间形成一个平坦的过渡方式,通过计算确定的。在这种情况下,是知道产品是包装好的或未包装好的,是不会有低于 10 Hz 的共振的,允许将 GB/T 2423.10—2008 中给出的频率从 1 Hz 改为 5 Hz,以便使用标准试验设备。
试验表明,200 Hz 的振动等级是缺乏现实性的,因此是不适当的,一般做法是减少运输振动等级和增加频率。
- 产品在运输时所经受的主要振动,实际上是随机的。因此随机振动试验推荐按照 GB/T 2423.56—2006 中所示的方式进行。建议在随机振动试验之前或试验时使用正弦共振调查。
- 运输试验包括铁路、汽车和飞机等所有的运输种类,试验频谱中所述的有效值为 32.55 m/s²。0.5 的 ASD 值是被选用,它能适用于大多数运输产品。对于高度抗震的交通工具运输频率范围可限制在 500 Hz 以下。
- 一般说 30 min/轴的持续时间,被认为是足够的。如果产品预期要长距离运输,或者要运输很长时间,则推荐延长持续时间。
- 冲击条件在 GB/T 4798.2 中有说明,但是相应的 GB/T 2423.5—1995: Ea 试验只给出限制冲击数。给出了二种冲击响应频谱,但是在 GB/T 4798.2 中并没有确定使用哪一种。在运输期间,冲击数可能会高一些,故推荐随后用碰撞试验来替代冲击试验。
- 在上述试验中进行选择,会受到下列各点的影响:
——当已知运输的种类是用软悬浮车辆或相当的器材时,推荐 100 m/s²/16 ms 试验;
——在本等级中允许的所有其他形式的运输或未知运输种类的情况下,推荐采用 250 m/s² 试验。质量也是要

考虑的。

对质量大于 100 kg 的样品,严酷程度应减少到 100 m/s²/16 ms。

7) 运输时样品的放置姿态是知道的(通常是立式的),但是鉴于冲击对一个轴的另一方向来说是最重要的,在这一方向和所说的这种姿态应该用具体的冲击数,如果已知产品具有一个临界方向,则试验轴之一应该对准这个临界方向。

8) 如果指定放置的样品掉落在角落上,那么就应忽略降落和倒下试验。

推荐采用 ISO 4180-2:1980 中给示的跌落高度。这些高度被认为要比 GB/T 4798.2 中的更为现实。由于这一等级产品可能会用船只运输,因此给出替代的严酷程度。这只需要在模拟这种条件下进行一次试验。假如采用船只运输或未知运输方式,那就要选择船只的严酷程度。

9) 由于在 GB/T 4798.2 当中没有关于样品掉落在角落的试验,因此推荐使用 GB/T 2423.7—1995 提供的试验。

10) 如果采用预防跌落的专门措施,或者如果产品的几何形状是不会导致跌落的,那么这一试验可以忽略。

11) 在 GB/T 2423 中没有合适的试验。只有在待定的场合下才要求进行检验。

12) 运输时的稳态加速度是不严重的。对于产品运输而言,有产品引发的应力设想是要与由进行专门振动和冲击。用试验引发相等或低一些。因此只有在特定的场合下才要求进行检验。

13) 对于带有货盘或不带货盘的单层或多层包装的产品,可以使用 GB/T 4857.3—2008 用静载的堆积试验。用压缩试验机的压缩和堆积试验是一种交替试验。

5 kPa 等级对成套的货盘负载的严酷程度可能是不充分的。

未经包装的产品只有当它有一个大致的水平表面时,才能暴露在静态下。

大多数 GB/T 2423 试验状况的试验主要是提供非包装项目用的。但是这对通常在包装状态的样品来说,就产生了一种不真实的试验。因此,这种试验被推荐在那些通常处于运输状态下的产品上进行。特别是对硬度低的包装,试验方法中的“定位点”是刚性的固定试验设备,或试验设备的安装表面。

表 7 GB/T 4798.2 等级 2M3 的推荐试验

(本等级包括各种方式的运输以及在公路条件比较差的地区的运输)

GB/T 4798.2—机械条件				GB/T 2423—机械试验							
环境参数	单位	等级 2M3		最接近 GB/T 2423		推荐试验			注释序号		
				试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度				
a) 稳态正弦振动*	位移	mm	7.5		同推荐试验	GB/T 2423.10 —2008	7.5		1)		
	加速度	m/s ²		20			40	20			
	频率范围	Hz	2~8	9~200			200~500	1~500			
	轴向							Fc: 振动 3			
	扫描周期							正弦 10			
b) 随机振动*	加速度频谱密度 (ASD) ^b	(m/s ²) ²	3.0	1.0	同推荐试验	GB/T 2423.56 —2006	5.0	1.0	3)		
	斜率	dB/oct						-7			
	频率范围	Hz	10~200	200~2 000				10~100		100~200	200~2 000
	轴向							Fh: 振动 3			
	持续时间/轴	min						宽带随机 30			
c) 冲击	冲击响应谱		类型 I	类型 II	GB/T 2423.5 —1995	GB/T 2423.6 —1995	250	1 000	5)		
	最大加速度	m/s ²	300	1 000			300	1 000		或者	
	持续时间	ms	11	6			Ea: 冲击 (半正弦)	11		6	2
	冲击次数/方向							3		每个方向 100 次	
	冲击方向							6		6	

- 3) 运输试验应该包括铁路、汽车和飞机的所有种类,试验频谱中所述的有效值为 49.8 m/s^2 。频率范围和频密度(ASD)是选用 GB/T 2423.56—2006 中最接近值。频率范围可降低到 500 Hz。对高减振的车辆交通运输,频率范围可限制在 500 Hz。
- 4) 一般说 30 min/轴的持续时间被认为是足够的。在特殊场合下,试验暴露可选用高至 100 min/轴。
- 5) 冲击条件在 GB/T 4798.2 中有说明,但是相应的 GB/T 2423.5—1995;Ea 试验只给出限制冲击数。在运输期间,冲击数可能会高些,故推荐用随后的振动试验来替代冲击试验。
- 6) 在上述试验中进行选择,会受到下列的影响:
 - 当已知运输的种类是用软悬浮车辆或相当器材时,推荐 $250 \text{ m/s}^2/6 \text{ ms}$ 试验;
 - 在本等级中允许的所有其他形式的运输或未知运输种类的情况下,推荐采用 $1\,000 \text{ m/s}^2/2 \text{ ms}$ 试验。
 质量也是要考虑的。对质量大于 100 kg 的样品,严酷程度应减少到 $100 \text{ m/s}^2/16 \text{ ms}$ 。
- 7) 运输时样品的放置姿态是知道的(通常是立式的),但是鉴于冲击对一个轴的同一方向来说是最重要的,在这一方向和所说的这种姿态应该用具体的冲击数,如果已知产品具有一个临界方向,则试验轴之一应该对准这个临界方向。
- 8) 按照 GB/T 2423.8—1995,跌落高度被限制在最大为 1 m。仍然推荐采用 ISO 4180-2:1980 中给示的跌落高度。这些跌落高度被认为是比 GB/T 4798.2 所规定的要更现实一些。
 - 如果指定放置的样品掉落在边角上,那就应忽略降落和跌下试验。
- 9) 尽管在 GB/T 4798.2 中没有规定降落在边角上的试验,还是推荐进行 GB/T 2423.7—1995 的有关试验。
- 10) 如果采用预防跌落的专门设施,或者如果产品的几何形状是不会导致跌落的,那么这一试验可以忽略。
- 11) 在 GB/T 2423 中没有合适的试验,并且考虑到对于大多数产品来说,这一个条件被认为是温和的,因此无推荐试验。对于那些敏感的产品,应进行稳态加速度试验。
- 12) 这一严酷程度最接近 GB/T 2423.15—1995 试验 Ga 中推荐。运输期间的稳态加速度并不严酷。对于产品运输而言,产品所经受的应力设想与产品进行规定的振动和冲击试验时的应力相同或小些。因此只有在转变得场合下才要求进行检验。
- 13) 对于带有货盘或不带货盘的单层或多层包装的产品,可以使用 GB/T 4857.3—2008 用静载的堆积试验。用压缩试验箱的压缩和堆积试验是一种交替方法。
 - 5 kPa 等级对于成套的货盘负载的严酷程度可能是不当的。
 - 未经包装的产品只有当它有一个适当的水平表面时,才能暴露在静态下。

附录 A
(资料性附录)
运输——气候条件

表 A.1 GB/T 4798.2 等级 2K1 的推荐试验
(本等级包括有气候防护、有采暖和通风条件下的一般运输条件)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数 ^a	等级 2K1	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
a) 低空气温度	+5 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.1 —2008;Ab	+5 ℃,16 h	1)
b) 高空气温度:不通风	无 ^b					
c) 高空气温度:通风的环境 或户外	+40 ℃	同推荐试验		GB/T 2423.2 —2008;Bb	+40 ℃,16 h	2)
d) 温度变化:空气/空气	无					
e) 温度变化:空气/水分	无					
f) 相对湿度:不与快速温度 变化结合	75% +30℃	同推荐试验		GB/T 2423.3 —2006;Cab	+30 ℃, 85%RH,96 h	3)
g) 与快速温度变化结合的 相对湿度:高度的相对 湿度下的空气/空气	无					
h) 与快速温度变化相结合 的绝对湿度:在高度湿 度下的空气/空气	无					
i) 低气压	70 kPa	GB/T 2423.21 —2008;M	70 kPa,30 min	一般不要求试验——见注释 4)		4)
j) 气压变换	无					
k) 周围空气运动	无					
l) 骤雨	无					
m) 太阳辐射	700 W/m ²	GB/T 2423.24 —1995;Sa 程序 C	1 120 W/m ² , 72 h,+40 ℃	通过干热试验和评估原 材料来反应光化反应		5)
n) 辐射:热量	无					
o) 不同于雨水的水源	无					
p) 湿润	无					

^a 运输等级无气候图,因为他们在 GB/T 4798.2 中没有包括。
^b 在等级栏中“无”,表示 GB/T 4798.2 没有规定条件。

表 A.1——等级 2K1 注释:

1) 试验温度相当于 GB/T 4798.2 中这一等级的环境参数。因为由于一旦达到低温状态,材料中的化学性能和物

理性能很少变化,推荐的持续时间为 16 h 被认为是足够的并且对于小质量的产品持续时间可以缩减到 2 h。

- 2) 试验温度相当于 GB/T 4798.2 中这一等级的环境参数。16 h 的持续时间被推荐在 GB/T 2423 中,因可以适用于大多数的应用试验。
- 3) 湿度的试验应该首选 GB/T 2423.3—2006 中 Cab 试验的严酷试验(湿热,恒稳态),尽管相对湿度比 GB/T 4798.2 中的严酷特征值更高。96 h 的持续时间是经过充分考虑的,能够证明设备的设计是充分的,能够承受这样的潮湿。
- 4) 对于未知的设备或是包含的设备或是处理液体,推荐 GB/T 2423.21—2008 中的试验 M。在气压影响的评估是在构成标准的情况下时,对于正常的应用,所有的试验都不被推荐。
- 5) GB/T 2423.24—1995 中的程序 C 是用来对模拟地表太阳辐射的影响进行试验,当产生连续照射后选择程序 C 试验,因此容许对光降解进行估计。虽然这个等级的严酷数值是 700 W/m²,但是在 GB/T 2423.24—1995:Sa 中有唯一的条件限制是 1 120 W/m² 的太阳辐射效率。

在产品运输过程中没有太阳辐射的试验是被推荐的,对产品主要的影响是在当地温度的增高。温度的升高包括对干热条件适应的数值,因此不需要其他试验。当选择原料的组成时暴露在太阳辐射下产生的光化反应是被考虑过的。

表 A.2 GB/T 4798.2 等级 2K5H 的推荐试验
(本等级类似于 2K5,但是低温条件跟 2K3 等级一样)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				注释 序号
环境参数 ^a	等级 2K5H	最接近 GB/T 2423		推荐试验		
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
a) 低空气温度	-25 °C	同推荐试验		GB/T 2423.1 —2008:Ab	-25 °C, 16 h	1)
b) 高空气温度:不通风	+85 °C	同推荐试验		GB/T 2423.2 —2008:Bb	+85 °C, 16 h	2)
c) 高空气温度:通风的环境 或户外	+55 °C	同推荐试验		GB/T 2423.2 —2008:Bb	+55 °C, 16 h	2)
d) 温度变化:空气/空气	-25 °C/ +30 °C	同推荐试验		GB/T 2423.22 —2002:Na	周围环境-25 °C, 五个周期, t ₁ =3 h, t ₂ <3 min	3), 6)
e) 温度变化:空气/水分	+55 °C/ +5 °C	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 4)		4)
f) 相对湿度:不与快速温度 变化结合	95 % +50 °C	同推荐试验		GB/T 2423.3: Cab	+40 °C, 93%RH, 最小值 96 h	5), 6)
g) 与快速温度变化结合的 相对湿度:高度的相对湿度 下的空气/空气	95 %, -25 °C/ +30 °C	GB/T 2423 无此试验		不变的潮湿试验(试验 Cab) 之后立即做温度的快速变 换试验(试验 Na)		6)
h) 与快速温度变化相结合 的绝对湿度:在高度湿 度下的空气/空气	80 g/m ³ , +85 °C/ +15 °C	同推荐试验		GB/T 2423.4 —2008:Db 变量 2	+55 °C, (90~100) %RH 2 个周期	7)
i) 低气压	30 kPa	GB/T 2423.21 —2008:M	70 kPa, 30 min	一般不要求试验——见注释 8)		8)

表 A.2 (续)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数 ^a	等级 2K5H	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
j) 气压变换	6 kPa/min	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 9)		9)
k) 周围空气运动	30 m/s	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 10)		10)
l) 骤雨	15 mm/min	同推荐试验		GB/T 2423.38—2008; Rb 方法 2.2	暴露; 3 min/m ² 最少持续 15 min	11)
m) 太阳辐射	1 120 W/m ²	GB/T 2423.24—1995; Sa 程序 C	1 120 W/m ² , 72 h, +40 °C	通过干热试验和评估原材料来反应光化反应		12)
n) 辐射: 热量	600 W/m ²	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 13)		13)
o) 不同于雨水的水源	3 m/s	GB/T 2423 无此试验		见注释 14)		14)
p) 湿润		GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 15)		15)

^a 运输等级无气候图, 因为他们在 GB/T 4798.2 中没有包括。

表 A.2——等级 2K5H 注释:

- 1) 试验温度与 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数相等。由于一旦达到低温状态, 材料中的化学性能和物理性能很少变化, 推荐的 16 h 持续时间足够的, 对带低热容量的小产品来说, 可以减少到 2 h。试验 Aa 不推荐做, 因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见表 A.2 中的 d) 行]。
- 2) 试验温度等于 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数。选用的 16 h 持续时间对大多数应用是足够的。试验 Ba 不推荐做, 因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见本表 A.2 中的 d) 行]。
- 3) 温度变化试验经常用来试验设计容差, 范围并不重要。但是在本等级中, 会发生冷凝, 因此提出一个跨越 0 °C 的温度范围。在本部分 3.7 中所述的环境条件做为较高的温度提出, 以便能使用单室方法, 这样就能使试验更为经济。温度的快速变化用来模拟敞开式壳体和产品暴露在室外空气中的条件。
- 4) 由于考虑产品在热天下雨时遭到的快速温度变化的影响要比产品暴露在温度空气/空气(试验 Na)变化时所遭到的严酷程度要轻微些, 因此不推荐进行附加试验。
- 5) 湿热的最适合试验严酷程度, 选定了稳态试验, 尽管温度和相对湿度要比特性的严酷程度略低一些。96 h 持续时间是考虑到能证明设备设计是足以经受得住这种湿度的。
- 6) 由于受到物理上的一些约束, 所以事实上并不进行这种条件试验。但是, 用稳态湿度试验紧接着通过温度试验的快速变化, 是可以产生近似的结果的。具体方法是在上述二种试验中省略前后两个条件阶段。在这样进行复合试验时, 是足以论证条件的影响的。如果进行这种复合试验, 那么用户可以决定免做一些[f) 行和 d) 行]单独试验。
- 7) 这是最适合的湿热周期试验条件, 并且认为是足以显示这一条件的影响(试验条件的绝对湿度较高, 温度较低)。采用持续二个周期(48 h)是考虑为了满足不同产品的要求。选用试验 Db 的方案 2 是因为它能适合条件的试验, 而且比方案 1 容易进行。
- 8) 对密封产品或含有加工液体的产品来说, 推荐采用 GB/T 2423.21—2008 的试验 M。对于是在部件一级的评估气压影响的正常使用, 无推荐试验。
- 9) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。对于正常使用, 气压变化的影响是在部件上评定的。对密封产品, 必须设计专门的试验。
- 10) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。这一条件被认为对于供这种运输等级的多数产品, 是温和了些, 因此无推荐试验。
- 11) 试验 Rb 被选用, 是因为它是一种简易、能够在所有尺寸的产品上重复进行的试验。

12) 选择 GB/T 2423.24—1995 中试验方法 C 中模拟地面上的太阳辐射影响的试验,是因为它产生连续的辐射,因此可以评定光降解影响。这一等级的严酷程度是 1 120 W/m²,它与 GB/T 2423.24—1995 中所含的 Sa 试验条件相一致。

而且还推荐不要进行太阳辐射试验,因为在产品运输过程中,太阳辐射的主要影响是所处地区的温度升高。温度升高包括在干热条件的所用数值中;因此不要求进行附加试验。由暴露在太阳辐射下而出现的光化学反应,通常只有在挑选部件、材料和表面涂层时考虑。

13) 无推荐试验。GB/T 2423 没有这一条件的试验方法。这个影响被认为是包括在干热试验[见表 A.2 中 b) 行或 c) 行]中。对于安装在接近高热辐射源处的产品来说,需要进行专门预防或要求进行附加性的高温试验。

14) 鉴于在 GB/T 4798.2 中没有指出水源。用户就必须从 GB/T 2423.38—2008 中选择附有持续时间和严酷程度的适当的试验。作为指引,下面各点可能会有助于用户选定合适的试验:

a) 滴水:如果产品带有防御雨水的保护,但是类似暴露在上表面的结露或者滴滴水,GB/T 2423.38—2008: Ra2——滴水箱法,滴水高度 2 m,倾斜角度 0°,持续时间 1 h 是最好的方法。

b) 溅水:如果产品有可能暴露于洒水系统或者水轮车喷溅环境中时,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb2.1——摆动管法或者 Rb2.2——手持洒水法,1 min/m²,最多 30 min 是优选的方法。

c) 水浪:如果产品有可能暴露于冲洗或冲刷中,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb3——软管法是优选的方法。

d) 射水:如果喷射水有可能冲击产品,选择 GB/T 2423.38—2008 试验 Ra 或者试验 Rb 来表明该产品是为了在这些条件下运行而设计的。

15) 无推荐试验。在 GB/T 4798.2 潮湿表面一节中找不到数值。潮湿表面的影响是用在本等级中其他一些试验[例如,见表 A.2i) 行降雨试验]求证的。

表 A.3 GB/T 4798.2 等级 2K5L 的推荐试验
(本等级类似于 2K5,但是高温条件跟 2K4 等级一样)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				注释 序号
环境参数*	等级 2K5L	最接近 GB/T 2423		推荐试验		
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
a) 低气温	-65 °C	同推荐试验		GB/T 2423.1 —2008; Ab	-65 °C, 16 h	1)
b) 高气温,通风壳体风的空气	+70 °C	同推荐试验		GB/T 2423.2 —2008; Bb	+70 °C, 16 h	2)
c) 高温,未通风的壳体内的空气或室外空气	+40 °C	同推荐试验		GB/T 2423.2 —2008; Bb	+40 °C, 16 h	2)
d) 温度变化:空气/空气	-65 °C/ +30 °C	同推荐试验		GB/T 2423.22 —2002; Na	-40 °C到环境温度 五个周期 t ₁ =3 h t ₂ <3 min	3) 6)
e) 温度变化:空气/水	+40 °C/ +5 °C	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 4)		4)
f) 相对湿度:不与快速温度变化混合	95%, +45 °C	同推荐试验		GB/T 2423.3 —2006; Cab	+40 °C, 93%RH, 至少 96 h	5) 6)
g) 相对湿度,与快速温度变化混合:在高相对湿度下的空气/空气	95% -65 °C/ +30 °C	GB/T 2423 无此试验		稳态湿度试验(试验 Cab) 紧接着马上转为温度试验 (试验 Na)		6)
h) 绝对湿度,与快速温度变化混合:在高含水量的空气/空气	60 g/m ³ +70 °C/ +15 °C	同推荐试验		GB/T 2423.4 —2008; Db 变量 2	+55 °C, 90%~ 100% RH 二个周期	7)

表 A. 3(续)

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				注释 序号
环境参数 ^a	等级 2K5L	最接近 GB/T 2423		推荐试验		
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
i) 低气压	30 kPa	GB/T 2423. 21 —2008; M	70 kPa, 30 min	一般不要求试验——见注释 8)		8)
j) 气压变化	6 kPa/min	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 9)		9)
k) 周围空气运动	30 m/s	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 10)		10)
l) 降水量(降雨)	15 mm/min	同推荐试验		GB/T 2423. 38 —2008; Rb 方法 2. 2	暴露: 1 min/m ² 持续时间: 最少 5 min	11)
m) 太阳辐射	1 120 W/m ²	GB/T 2423. 24 —1995; Sa 程序 C		进行干热试验和评定材料 的光化学反应		12)
n) 辐射:热	600 W/m ²	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 13)		13)
o) 除下雨以外的其他来源的水	3 m/s	GB/T 2423 无此试验		GB/T 2423. 38 —2008: Ra, Rb	见注释 14)	14)
p) 潮湿—潮湿表面的条件		GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 15)		15)

^a 运输等级无气候图, 因为他们在 GB/T 4798. 2 中没有包括。

表 A. 3——等级 2K5L 注释:

- 1) 试验温度与 GB/T 4798. 2 这一等级的环境参数相等。由于一旦达到低温状态, 材料中的化学性能和物理性能很少变化, 推荐的 16 h 持续时间足够的, 对带低热容量的小产品来说, 可以减少到 2 h。试验 Aa 不推荐做, 因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见表 A. 3 中的 d) 行]。
- 2) 试验温度等于 GB/T 4798. 2 这一等级的环境参数。选用的 16 h 持续时间对大多数应用是足够的。试验 Ba 不推荐做, 因为试验 Na 是用来(评定)温度变化影响的[见表 A. 3 中的 d) 行]。
- 3) 温度变化试验经常用来试验设计容差, 范围并不重要。但是在本等级中, 会发生冷凝, 因此提出一个跨越 0 °C 的温度范围。在本部分 3. 7 中所述的环境条件做为较高的温度提出, 以便能使用单室方法, 这样就能使试验更为经济。温度的快速变化用来模拟敞开式壳体和产品暴露在室外空气中的条件。
- 4) 由于考虑产品在热天下雨时遭受到的快速温度变化的影响, 要比产品暴露在温度空气/空气(试验 Na)变化时所遭受到的严酷程度要轻微些, 因此不推荐进行附加试验。
- 5) 湿热的最适合试验严酷程度, 选定了稳态试验, 尽管相对湿度要比特性的严酷程度略低一些。96 h 持续时间是考虑到能证明产品设计是足以经受得住这种湿度的。
- 6) 由于受到物理上的一些约束, 所以事实上并不进行这种条件试验。但是, 用稳态湿度试验紧接着通过温度试验的快速变化, 是可以产生近似的结果的。具体方法是在上述二种试验中省略前后两个条件阶段。在这样进行复合试验时, 是足以论证条件的影响的。如果进行这种复合试验, 那么用户可以决定免做一些[d) 行和 d) 行]的单独试验。
- 7) 这是最适合的湿热周期试验条件, 并且认为是足以显示这一条件的影响(试验条件的绝对湿度较高, 温度较低)。采用持续二个周期(48 h)是为了考虑满足大多数产品的要求。选用试验 Db 的方案 2 是因为它能适合条件的试验, 而且比方案 1 容易进行。
- 8) 对密封产品或含有加工液体的产品来说, 推荐采用 GB/T 2423. 21—2008 的试验 M。对于是在部件一级评估

气压影响的正常使用,无推荐试验。

- 9) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。对于正常使用,气压变化的影响是在部件上评定的。对密封产品,必须设计专门的试验。
- 10) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。这一条件被认为对于供这种运输等级的多数产品,是温和了些,因此无推荐试验。
- 11) 试验 Rb 被选用,是因为它是一种简易、能够在所有尺寸的产品上重复进行的试验。
- 12) 选择 GB/T 2423.24 中试验方法 C 中的模拟地面上的太阳辐射影响的试验,是因为它产生连续的辐射,因此可以评定光降解影响。这一等级的严酷程度是 $1\ 120\ \text{W}/\text{m}^2$,它与 GB/T 2423.24—1995 中所含的 Sa 试验条件相一致。
而且还推荐不要进行太阳辐射试验,因为在产品运输过程中,太阳辐射的主要影响是所处地区的温度升高。温度升高包括在干热条件的所用数据中;因此不要求进行附加试验。由暴露在太阳辐射下而出现的光化学反应,通常只有在挑选部件、材料和表面涂层时考虑。
- 13) 无推荐试验。GB/T 2423 没有这一条件的试验方法。这个影响被认为是包括在干热试验[见表 A.3b)行或 c)行]中。对于安装在接近高热辐射源处的产品来说,需要进行专门预防或要求进行附加性的高温试验。
- 14) 鉴于在 GB/T 4798.2 中没有指出水源。用户就必须从 GB/T 2423.38—2008 中选择附有持续时间和严酷程度的适当的试验。作为指引,下面各点可能会有助于用户选定合适的试验:
 - a) 滴水:如果产品带有防御雨水的保护,但是类似暴露在上表面的结露或者漏滴水,GB/T 2423.38—2008: Ra2——滴水箱法,滴水高度 2 m,倾斜角度 0° ,持续时间 1 h 是最好的方法。
 - b) 溅水:如果产品有可能暴露于洒水系统或者水轮车喷溅环境中时,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb2.1——摆动管法或者 Rb2.2——手持洒水法, $1\ \text{min}/\text{m}^2$,最多 30 min 是优选的方法。
 - c) 水浪:如果产品有可能暴露于冲洗或冲刷中,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb3——软管法是优选的方法。
 - d) 射水:如果喷射水有可能冲击产品,选择 GB/T 2423.38—2008 试验 Ra 或者试验 Rb 来表明该产品是为了在这些条件下运行而设计的。
- 15) 无推荐试验。在 GB/T 4798.2 潮湿表面一节中找不到数值。潮湿表面的影响是用在本等级中其他一些试验(例如,见表 A.3i)行降雨试验)求证的。

表 A.4 GB/T 4798.2 等级 2K6 的推荐试验

(本等级代表了湿热和类湿热的户外气候(热带雨林地区的湿热气候类型))

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				注释 序号
环境参数*	等级 2K6	最接近 GB/T 2423		推荐试验		
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
a) 低气温	+5℃	同推荐试验		GB/T 2423.1 —2008; Ab	+5℃, 16 h	1)
b) 高气温,通风壳体 内的空气	+70℃	同推荐试验		GB/T 2423.2 —2008; Bb	+70℃, 16 h	2)
c) 高温,未通风的壳 体内的空气或室外 空气	+40℃	同推荐试验		GB/T 2423.2 —2008; Bb	+40℃, 16 h	2)
d) 温度变化:空气/ 空气	+5℃/ +30℃	同推荐试验		GB/T 2423.22 —2002; Na	+5℃到环境温 度五个周期 $t_1 = 3\ \text{h}$ $t_2 < 3\ \text{min}$	3) 6)
e) 温度变化:空气/ 水	+40℃/ +5℃	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 4)		4)
f) 相对湿度,不与快 速温度变化混合	95%, +45℃	同推荐试验		GB/T 2423.3 —2006; Cab	+40℃, 93%RH 至少 96 h	5) 6)
g) 相对湿度,与快速 温度变化混合;在高 相对湿度下的空气/ 空气	95%, +5℃/ +30℃	GB/T 2423 无此试验		稳态湿度试验(试验 Cab), 紧接着马上转为温度 试验(试验 Na)		6)

表 A.4 (续)

GB/T 4798.2—气候条件		GB/T 2423—气候试验				
环境参数 ^a	等级 2K6	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
h) 绝对湿度,与快速温度变化混合;在高含水量的空气/空气	60 g/m ³ , +70 °C/ +15 °C	同推荐试验		GB/T 2423.4 —2008;Db 变量 2	+55 °C, (90~100)% RH 二个周期	7)
i) 低气压	30 kPa	GB/T 2423.21 —2008;M	70 kPa 30 min	一般不要求试验——见注释 8)		8)
j) 气压变化	6 kPa/min	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 9)		9)
k) 周围空气运动	30 m/s	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 10)		10)
l) 降水量(降雨)	15 mm/min	同推荐试验		GB/T 2423.38 —2008; Rb 方法 2.2	暴露:1 min/m ² 持续时间: 最少 5 min	11)
m) 太阳辐射	1 120 W/m ²	GB/T 2423.24 —1995;Sa 程序 C		进行干热试验和评定材料的光化学反应		12)
n) 辐射:热	600 W/m ²	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 13)		13)
o) 除下雨以外的其他来源的水	3 m/s	GB/T 2423 无此试验		GB/T 2423.38 —2008;Ra,Rb	见注释 14)	14)
p) 潮湿—潮湿表面的条件		GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 15)		15)

^a 运输等级无气候图,因为他们在 GB/T 4798.2 中没有包括。

表 A.4——等级 2K6 注释:

- 1) 试验温度与 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数相等。由于一旦达到低温状态,材料中的化学性能和物理性能很少变化,推荐的 16 h 持续时间足够的,对带低热容量的小产品来说,可以减少到 2 h。试验 Aa 不推荐做,因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见表 A.4 中的 d)行]。
- 2) 试验温度等于 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数。选用的 16 h 持续时间对大多数应用是足够的。试验 Ba 不推荐做,因为试验 Na 是用来(评定)温度变化影响的[见表 A.4 中的 d)行]。
- 3) 温度变化试验经常用来试验设计容差,范围并不重要。但是在本等级中,会发生冷凝,因此提出一个跨越 0 °C 的温度范围。在本部分 3.7 中所述的环境条件做为较高的温度提出,以便能使用单室方法,这样就能使试验更为经济。温度的快速变化用来模拟敞开式壳体和产品暴露在室外空气中的条件。
- 4) 由于考虑产品在热天下雨时遭到的快速温度变化的影响,要比产品暴露在温度空气/空气(试验 Na)变化时所遭到的严酷程度要轻些,因此不推荐进行附加试验。
- 5) 湿热的最适合试验严酷程度,选定了稳态试验,尽管相对湿度要比特性的严酷程度略低一些。96 h 持续时间是考虑到能证明产品设计是足以经受得住这种湿度的。
- 6) 由于受到物理上的一些约束,所以事实上并不进行这种条件试验。但是,用稳态湿度试验紧接着通过温度试验的快速变化,是可以产生近似的结果的。具体方法是在上述二种试验中省略前后两个条件阶段。在这样进行复合试验时,是足以论证条件的影响的。如果进行这种复合试验,那么用户可以决定免做一些[d)行和 d)行]的单独试验。
- 7) 这是最适合的湿热周期试验条件,并且认为是足以显示这一条件的影响(试验条件的绝对湿度较高,温度较低)。采用持续二个周期(48 h)是为了考虑满足大多数产品的要求。选用试验 Db 的方案 2 是因为它能适合条件的试验,而且比方案 1 容易进行。
- 8) 对密封产品或含有加工液体的产品来说,推荐采用 GB/T 2423.21—2008 的试验 M。对于是在部件一级评估气压影响的正常使用,无推荐试验。
- 9) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。对于正常使用,气压变化的影响是在部件上评定的。对密封产品,必须设计专门的试验。

- 10) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。这一条件被认为对于供这种运输等级的多数产品,是温和了些,因此无推荐试验。
- 11) 试验 Rb 被选用,是因为它是一种简易、能够在所有尺寸的产品上重复进行的试验。
- 12) 选择 GB/T 2423.24—1995 中试验方法 C 中的模拟地面上的太阳辐射影响的试验,因为它产生连续的辐射,因此可以评定光降解影响。这一等级的严酷程度是 $1\ 120\ \text{W}/\text{m}^2$,它与 GB/T 2423.24—1995 中所含的 Sa 试验条件相一致。

而且还推荐不要进行太阳辐射试验,因为在产品运输过程中,太阳辐射的主要影响是所处地区的温度升高。温度升高包括在干热条件的所用数据中;因此不要求进行附加试验。由暴露在太阳辐射下而出现的光化学反应,通常只有在挑选部件、材料和表面涂层时考虑。

- 13) 无推荐试验。GB/T 2423 没有这一条件的试验方法。这个影响被认为是包括在干热试验(见表 A.4 b)行或 c)行)中。对于安装在接近高热辐射源处的产品来说,需要进行专门预防或要求进行附加性的高温试验。
- 14) 鉴于在 GB/T 4798.2 中没有指出水源。用户就必须从 GB/T 2423.38—2008 中选择附有持续时间和严酷程度的适当的试验。作为指引,下面各点可能会有助于用户选定合适的试验:
- a) 滴水:如果产品带有防御雨水的保护,但是类似暴露在上表面的结露或者漏滴水,GB/T 2423.38—2008; Ra2——滴水箱法,滴水高度 2 m,倾斜角度 0° ,持续时间 1 h 是最好的方法。
- b) 溅水:如果产品有可能暴露于洒水系统或者水轮车喷溅环境中时,则 GB/T 2423.38—2008; 试验 Rb2.1——摆动管法或者 Rb2.2——手持洒水法, $1\ \text{min}/\text{m}^2$,最多 30 min 是优选的方法。
- c) 水浪:如果产品有可能暴露于冲洗或冲刷中,则 GB/T 2423.38—2008; 试验 Rb3——软管法是优选的方法。
- d) 射水:如果喷射水有可能冲击产品,选择 GB/T 2423.38—2008 试验 Ra 或者试验 Rb 来表明该产品是为在这些条件下运行而设计的。
- 15) 无推荐试验。在 GB/T 4798.2 潮湿表面一节中找不到数值。潮湿表面的影响是用在本等级中其他一些试验[例如,见表 A.4 i)行降雨试验]求证的。

表 A.5 GB/T 4798.2 等级 2K7 的推荐试验

(本等级代表了干热、中等干热以及极干热气候的户外条件(赤道附近如沙漠地区的赤道干燥气候))

GB/T 4798.2——气候条件		GB/T 2423——气候试验				
环境参数*	等级 2K7	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释 序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
a) 低气温	$-20\ ^\circ\text{C}$	同推荐试验		GB/T 2423.1 —2008; Ab	$-25\ ^\circ\text{C}, 16\ \text{h}$	1)
b) 高气温,通风壳体 内的空气	$+85\ ^\circ\text{C}$	同推荐试验		GB/T 2423.2 —2008; Bb	$+85\ ^\circ\text{C}, 16\ \text{h}$	2)
c) 高温,未通风的壳 体内的空气或室外 空气	$+55\ ^\circ\text{C}$	同推荐试验		GB/T 2423.2 —2008; Bb	$+55\ ^\circ\text{C}, 16\ \text{h}$	2)
d) 温度变化:空气/ 空气	$-20\ ^\circ\text{C}/$ $+30\ ^\circ\text{C}$	同推荐试验		GB/T 2423.22 —2002; Na	$-25\ ^\circ\text{C}$ 到环境温 度五个周期 $t_1 = 3\ \text{h}$ $t_2 < 3\ \text{min}$	3) 6)
e) 温度变化:空气/ 水	$+55\ ^\circ\text{C}/$ $+5\ ^\circ\text{C}$	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 4)		4)
f) 相对湿度,不与快 速温度变化混合	95%, $+45\ ^\circ\text{C}$	同推荐试验		GB/T 2423.3 —2006; Cab	$+40\ ^\circ\text{C}, 93\ \% \text{RH}$ 至少 96 h	5) 6)
g) 相对湿度,与快速 温度变化混合;在高 相对湿度下的空气/ 空气	95%, $-20\ ^\circ\text{C}/$ $+30\ ^\circ\text{C}$	GB/T 2423 无此试验		稳态湿度试验(试验 Cab), 紧接着马上转为温度 试验(试验 Na)		6)

表 A.5 (续)

GB/T 4798.2—气候条件		GB/T 2423—气候试验				
环境参数 ^a	等级 2K7	最接近 GB/T 2423		推荐试验		注释序号
		试验方法	严酷程度	试验方法	严酷程度	
h) 绝对湿度,与快速温度变化混合;在高含水量的空气/空气	80 g/m ³ , +70 °C/ +15 °C	同推荐试验		GB/T 2423.4— 2008;Db 变量 2	+55 °C, (90~100)%RH 二个周期	7)
i) 低气压	30 kPa	GB/T 2423.21 —2008;M	70 kPa 30 min	一般不要求试验——见注释 8)		8)
j) 气压变化	6 kPa/min	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 9)		9)
k) 周围空气运动	30 m/s	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 10)		10)
l) 降水量(降雨)	15 mm/min	同推荐试验		GB/T 2423.38— 2008; Rb 方法 2.2	暴露:1 min/m ² 持续时间: 最少 5 min	11)
m) 太阳辐射	1 120 W/m ²	GB/T 2423.24—1995;Sa 程序 C		进行干热试验和评定材料的光化学反应		12)
n) 辐射;热	600 W/m ²	GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 13)		13)
o) 除下雨以外的其他来源的水	3 m/s	GB/T 2423 无此试验		GB/T 2423.38 —2008; Ra,Rb	见注释 14)	14)
p) 潮湿—潮湿表面的条件		GB/T 2423 无此试验		一般不要求试验——见注释 15)		15)

^a 运输等级无气候图,因为他们在 GB/T 4798.2 中没有包括。

表 A.5—等级 2K7 注释:

- 1) 试验温度与 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数相等。由于一旦达到低温状态,材料中的化学性能和物理性能很少变化,推荐的 16 h 持续时间足够的,对带低热容量的小产品来说,可以减少到 2 h。试验 Aa 不推荐做,因为试验 Na 是用来评定温度变化影响的[见表 A.5 中的 d)行]。
- 2) 试验温度等于 GB/T 4798.2 这一等级的环境参数。选用的 16 h 持续时间对大多数应用是足够的。试验 Ba 不推荐做,因为试验 Na 是用来(评定)温度变化影响的[见表 A.5 中的 d)行]。
- 3) 温度变化试验经常用来试验设计容差,范围并不重要。但是在本等级中,会发生冷凝,因此提出一个跨越 0 °C 的温度范围。在本部分 3.7 中所述的环境条件做为较高的温度提出,以便能使用单室方法,这样就能使试验更为经济。温度的快速变化用来模拟敞开式壳体和产品暴露在室外空气中的条件。
- 4) 由于考虑产品在热天下雨时遭受到的快速温度变化的影响,要比产品暴露在温度空气/空气(试验 Na)变化时所遭受到的严酷程度要轻微些,因此不推荐进行附加试验。
- 5) 湿热的最适合试验严酷程度,选定了稳态试验,尽管相对湿度要比特性的严酷程度略低一些。96 h 持续时间是考虑到能证明产品设计是足以经受得住这种湿度的。
- 6) 由于受到物理上的一些约束,所以事实上并不进行这种条件试验。但是,用稳态湿度试验紧接着通过温度试验的快速变化,是可以产生近似的结果的。具体方法是在上述二种试验中省略前后两个条件阶段。在这样进行复合试验时,是足以论证条件的影响的。如果进行这种复合试验,那么用户可以决定免做一些[f)行和 d)行]的单独试验。
- 7) 这是最适合的湿热周期试验条件,并且认为是足以显示这一条件的影响(试验条件的绝对湿度较高,温度较低)。采用持续二个周期(48 h)是为了考虑满足大多数产品的要求。选用试验 Db 的方案 2 是因为它能适合条件的试验,而且比方案 1 容易进行。
- 8) 对密封产品或含有加工液体的产品来说,推荐采用 GB/T 2423.21—2008 的试验 M。对于是在部件一级评估

气压影响的正常使用,无推荐试验。

- 9) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。对于正常使用,气压变化的影响是在部件上评定的。对密封产品,必须设计专门的试验。
- 10) 不存在适合的 GB/T 2423 试验。这一条件被认为对于供这种运输等级的多数产品,是温和了些,因此无推荐试验。
- 11) 试验 Rb 被选用,是因为它是一种简易、能够在所有尺寸的产品上重复进行的试验。
- 12) 选择 GB/T 2423.24—1995 中试验方法 C 中的模拟地面上的太阳辐射影响的试验,是因为它产生连续的辐射,因此可以评定光降解影响。这一等级的严酷程度是 $1\ 120\ \text{W}/\text{m}^2$,它与 GB/T 2423.24—1995 中所含的 Sa 试验条件相一致。

而且还推荐不要进行太阳辐射试验,因为在产品运输过程中,太阳辐射的主要影响是所处地区的温度升高。温度升高包括在干热条件的所用数据中;因此不要求进行附加试验。由暴露在太阳辐射下而出现的光化学反应,通常只有在挑选部件、材料和表面涂层时考虑。

- 13) 无推荐试验。GB/T 2423 没有这一条件的试验方法。这个影响被认为是包括在干热试验[见表 A.5 b)行或 c)行]中。对于安装在接近高热辐射源处的产品来说,需要进行专门预防或要求进行附加性的高温试验。
- 14) 鉴于在 GB/T 4798.2 中没有指出水源。用户就必须从 GB/T 2423.38—2008 中选择附有持续时间和严酷程度的适当的试验。作为指引,下面各点可能会有助于用户选定合适的试验:
 - a) 滴水:如果产品带有防御雨水的保护,但是类似暴露在上表面的结露或者漏滴水,GB/T 2423.38—2008: Ra2——滴水箱法,滴水高度 2 m,倾斜角度 0° ,持续时间 1 h 是最好的方法。
 - b) 溅水:如果产品有可能暴露于洒水系统或者水轮车喷溅环境中时,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb2.1——摆动管法或者 Rb2.2——手持洒水法, $1\ \text{min}/\text{m}^2$,最多 30 min 是优选的方法。
 - c) 水浪:如果产品有可能暴露于冲洗或冲刷中,则 GB/T 2423.38—2008: 试验 Rb3——软管法是优选的方法。
 - d) 射水:如果喷射水有可能冲击产品,选择 GB/T 2423.38—2008 试验 Ra 或者试验 Rb 来表明该产品是为了在这些条件下运行而设计的。
- 15) 无推荐试验。在 GB/T 4798.2 潮湿表面一节中找不到数值。潮湿表面的影响是用在本等级中其他一些试验[例如,见表 A.5 i)行降雨试验]求证的。