

中华人民共和国国家标准

GB/T 2424.15—2008/IEC 60068-3-2:1976
代替 GB/T 2424.15—1992



电工电子产品环境试验 温度/低气压综合试验导则

Environmental testing for electric and electronic products—
Guide for combined temperature/low air pressure tests

(IEC 60068-3-2:1976, Basic environmental testing procedures—
Part 3: Background information—Section two—Combined temperature/low
air pressure tests, 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

前 言

GB/T 2424 包含以下部分：

- GB/T 2424.1 电工电子产品环境试验 高温低温试验导则
- GB/T 2424.2 电工电子产品环境试验 湿热试验导则
- GB/T 2424.5 电工电子产品环境试验 温度试验箱性能确认
- GB/T 2424.6 电工电子产品环境试验 温度/湿度试验箱性能确认
- GB/T 2424.7 电工电子产品环境试验 试验 A 和 B(带负载)用温度试验箱的测量
- GB/T 2424.10 电工电子产品基本环境试验规程 大气腐蚀加速试验的通用导则
- GB/T 2424.13 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 温度变化试验导则
- GB/T 2424.14 电工电子产品环境试验 第二部分:试验方法 太阳辐射试验导则
- GB/T 2424.15 电工电子产品环境试验 第 3 部分:温度/低气压综合试验导则
- GB/T 2424.17 电工电子产品环境试验 锡焊试验导则
- GB/T 2424.19 电工电子产品环境试验 模拟贮存影响的环境试验导则
- GB/T 2424.22 电工电子产品基本环境试验规程 温度(低温、高温)和振动(正弦)综合试验导则
- GB/T 2424.25 电工电子产品环境试验 第 3 部分:试验导则 地震试验方法
- GB/T 2424.26 电工电子产品环境试验 第 3 部分:支持文件和导则 振动试验选择

本部分为 GB/T 2424 的第 15 部分。本部分等同采用 IEC 60068-3-2:1976《基本环境试验规程 第 3 部分:背景资料 第 2 节:温度/低气压综合试验》(英文版)。

根据 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分:标准的结构和编写规则》要求,对编排格式进行下列编辑性修改:

- 删除国际标准的前言并新增国家标准的前言;
- 增加了规范性引用文件;
- “本版”改成“本部分”;
- 修改气压的单位 mbar 为 kPa。

本部分代替 GB/T 2424.15—1992《电工电子产品基本环境试验规程 温度/低气压综合试验导则》。

本部分与 GB/T 2424.15—1992 相比主要变化如下:

- 调整了各章节结构使之与 IEC 原文结构一致;
- 修改 3.1 的标准条件(35 °C 和 101.3 kPa)为(25 °C 和 101.3 kPa);
- 粘度改成绝对粘度;
- 删除了“注:对于电工专业产品,尤其是电压在 1 000 V 以上的电工产品,其环境条件的修正系数应按有关标准规定。”(1992 年版的 4.1.2)。

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

本部分起草单位:广州电器科学研究院、广州威凯检测技术研究所、重庆四达试验设备有限公司。

本部分主要起草人:刘功桂、肖立、陈云生。

本部分所替代标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 2424.15—1981、GB/T 2424.15—1992。

电工电子产品环境试验 温度/低气压综合试验导则

1 范围和规范性引用文件

1.1 范围

GB/T 2424 的本部分规定的温度/低气压综合试验,涉及地面或空中应用的一系列气压。

本部分不适用于气压小于 1 kPa 的试验。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2424 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 2424.1—2005 电工电子产品环境试验 高温低温试验导则(IEC 60068-3-1:1974, IDT)

2 一般说明

在本部分规定的空气密度范围内,空气分子的平均自由程始终为零点儿毫米,因而空气的导热性和绝对粘度均与气压无关。空气流一般属于滞流型或湍流型,服从常压下的各种规律。

自由空气对流和强迫空气对流这二种传热基本规律与在正常大气压力下时相同。因此,GB/T 2424.1中有关对流方面的要求也适用于低气压综合试验(至少通常情况下适用)。

空气密度 ρ 的减小会大大降低空气的对流传热系数 α_c , α_c 为 ρ^n 的函数,不论是自由对流还是强迫对流, $n=0.5\sim 0.7$ 。

在本部分规定的气压范围内,强迫空气流条件下试验样品表面的温度会比“自由空气”条件下大大降低,在空气温度和散热条件不变的情况下,试验样品表面平均温度随空气流速和气压的变化曲线如图 1 所示。

因此,散热试验样品的试验方法规定采用“自由空气”条件(没有强迫空气循环),或采用较低的空气流速,从而可忽略空气流动带来的附加冷却作用。

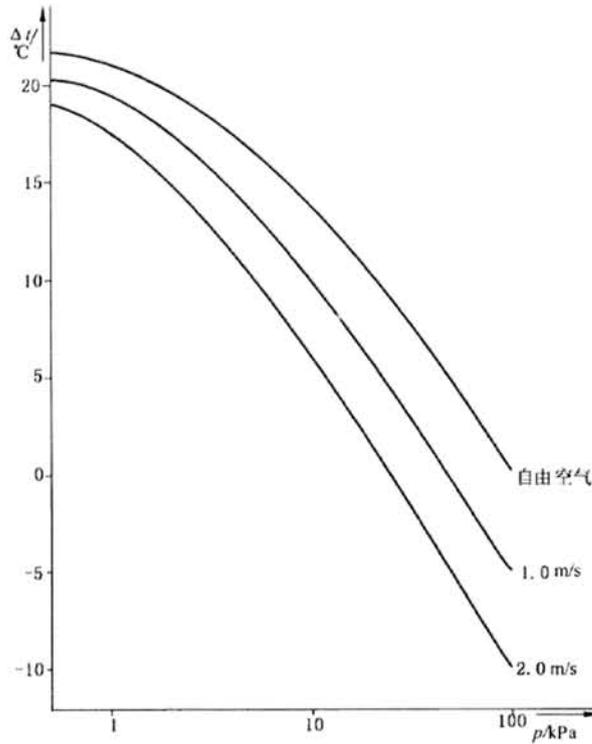
α_c 随着空气密度的减小而减小,会使辐射散热变得重要,尤其在低气压条件下。

低气压条件下,更应重视辐射的作用,应注意控制箱壁的发射率和箱壁的温度。

由于低气压条件下的热辐射作用增强,同一测试箱中散热试验样品之间相互热辐射作用可能会很大,以至于影响试验的再现性。

为了避免影响试验的再现性,试验箱内一次只装一个散热试验样品进行综合试验。

测试散热试验样品所用的“自由空气”试验箱的尺寸要求基于常压下所用的曲线图,因为平均分子自由程相对于试验箱的尺寸是一个很小的值。



Δt : 样品表面温度与常压下(101.3 kPa)的温度的偏差;

p : 试验箱内压力;

空气温度: 45 °C;

发射率: 试验箱壁: $\epsilon=1$;

样品表面: $\epsilon=0.7$;

样品表面积: 0.12 m²;

注 1: 此图根据 McAdams《热传导》(McGraw-Hill 出版社, 1954)书中公式计算得出。

图 1 气压和空气流速对试验样品表面温度的综合影响

3 环境影响

3.1 温度/低气压综合对样品的影响如下:

- a) 在低气压下对流传热系数 α 降低, 散热样品进行温度/低气压综合试验时其表面温度要比试验 A 或试验 B 高, 同时散热样品温度梯度改变。虽然可以通过在常压下提高试验温度的方法来升高其表面温度, 但该试验温度值难以准确确定。此外, 如果不和低气压综合, 也不可能得到准确的温度梯度条件。
- b) 空气介电性能(空气密度和离子迁移能力)随压力和温度而改变, 从而影响产品的功能和安全性能。在低气压下, 尤其与高温综合时, 空气介电强度显著降低, 增加了出现电弧、表面放电或电晕放电的危险性。

表 1 给出了空气间隙大于 5 mm 的平行平板电极击穿电压的修正系数, 将表中对应某气压和温度下的修正系数乘以标准条件(25 °C 和 101.3 kPa)下的击穿电压, 即可得到该气压和温度下的击穿电压。

- c) 温度变化会造成材料脆性、塑性等特性变化, 增加了密封设备或封装在低气压下产生变形或开裂的危险。

表 1 各种温度和气压下的击穿电压修正系数

气压/kPa	温 度/℃					
	-40	-20	0	20	40	60
17	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19
34	0.47	0.44	0.42	0.39	0.37	0.34
51	0.68	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50
67.5	0.87	0.82	0.77	0.72	0.68	0.64
85	1.07	0.99	0.93	0.87	0.82	0.77

3.2 主要由温度造成的其他影响,这些影响在低气压下会显著加剧(与低气压下相同程度的影响在正常气压下只有经很长的试验时间才能达到),其影响具体如下:

- 增塑剂和塑料降解物的挥发,造成试验样品各个零件的机械和电气特性变化;此外,这些挥发物凝聚在附近的零件表面上,导致试验样品的性能变化、腐蚀和劣化;
 - 润滑剂蒸发,造成活动零件卡死;由温度造成的零件尺寸变化使该现象进一步加剧;
 - 溶解在液体中的气体逸出;低气压下有些液体会产生沸腾,造成液体损耗。
- 在更低的气压下(比如在外太空中),其他影响变得非常重要。这些条件下必须用特殊的试验方法。

4 试验设备

综合试验箱内的空气成分一般不能真正代表实际的大气条件,它主要受降压泵种类的影响。箱内空气中一般含有大量水汽(可以用露点仪测量其湿度)。

实际和模拟的空气成分的差异对空气对流系数 α_c 的影响不会大于10%。

下列因素非常重要,可能会对试验样品产生负面影响:

- 来自泵的工作流体的蒸汽和试验箱附件(阀、绝热物等)的蒸汽对箱内空气的污染;
- 恢复气压过程中,由空气引入的灰尘或水分对箱内空气的污染。

5 环境参数的测量

5.1 温度测量

随着 α_c 的降低,箱内空气和监控其温度的传感器之间的热交换效率也随之降低。因此:

- 温度计对温度改变的响应时间比常压下的时间长;
- 温度计与箱外之间热传导引起的误差变得重要。

在进行散热样品试验时, α_c 的减少也会带来测量误差,低气压下的误差可能会比在常压下大。样品的能量辐射影响可能会导致温度计读数出现错误示值,在温度计周围使用屏蔽罩可减少误差。

5.2 气压测量

在本部分规定的气压范围内,使用气压计测量箱内气压时,用管子将气压计与箱内空间连通。

一般情况下,即使是气压计温度和箱内温度相差较大,这种管子也不会造成很大的测量误差。如果气压计温度与其标定时温度相差很大,就有可能因传感器组件受到试验箱内气体的加热或冷却产生弹性变化而引入误差。因此,应注意不用短而粗的管子。

压力变化时使用细管、长管会引起气压计指示时间延迟。