



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2423.1—2001  
idt IEC 60068-2-1:1990

---

## 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温

Environmental testing for electric and electronic products—  
Part 2: Test methods—Tests A: Cold

2001-07-12 发布

2001-12-01 实施

中华人民共和国  
国家质量监督检验检疫总局 发布

## 目 次

前言 .....	Ⅱ
IEC 前言 .....	Ⅳ
试验 A:低温试验的历史概况 .....	V
试验 A:低温与试验 B:干热下标字母之间的关系 .....	V

## 引 言

1 概述 .....	1
2 引用标准 .....	1
3 非散热试验样品与散热试验样品试验方法应用对比 .....	2
4 非散热试验样品:温度突变试验和温度渐变试验应用对比 .....	2
5 散热试验样品有或无强迫空气循环的试验 .....	2
6 图解 .....	2

### 第一篇 试验 Aa:非散热试验样品温度突变的低温试验

1 目的 .....	4
2 一般说明 .....	4
3 试验设备 .....	4
4 严酷等级 .....	4
5 预处理 .....	4
6 初始检测 .....	4
7 条件试验 .....	5
8 中间检测 .....	5
9 恢复 .....	5
10 最后检测 .....	5
11 相关规范应给出的信息 .....	5

### 第二篇 试验 Ab:非散热试验样品温度渐变的低温试验

12 目的 .....	6
13 一般说明 .....	6
14 试验设备 .....	6
15 严酷等级 .....	6
16 预处理 .....	7
17 初始检测 .....	7
18 条件试验 .....	7
19 中间检测 .....	7

20	恢复	7
21	最后检测	8
22	相关规范应给出的信息	8

### 第三篇 试验 Ad: 散热试验样品温度渐变的低温试验

23	目的	8
24	一般说明	8
25	试验设备	8
26	严酷等级	9
27	预处理	9
28	初始检测	9
29	条件试验	9
30	中间检测	11
31	恢复	11
32	最后检测	11
33	相关规范应给出的信息	11
附录 A(标准的附录)	环境温度校准计算图	13
附录 B(标准的附录)	试验 Ad 方法 A: 有强迫空气循环试验温度状态的图示	14
附录 C(标准的附录)	试验 Ad 方法 B: 有强迫空气循环试验温度状态的图示	14
附录 D(提示的附录)	试验 Ad(29.1.2)中方法 A 简要流程图	16
附录 E(提示的附录)	试验 Ad(29.1.2)中方法 B 简要流程图	17

## 前 言

本标准等同采用国际电工委员会 IEC 60068-2-1:1990(第五版)《环境试验 第 2 部分:试验 试验 A:低温》及其修改 1:1993、修改 2:1994。

本标准与 IEC 60068-2-1:1990(第五版)的差异:为与 GB/T 2423《电工电子产品环境试验》系列标准的名称协调一致,本标准名称为:《电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 A:低温》。

本标准与 GB/T 2423.1—1989 主要有下列差异:

——本标准的技术内容、编写格式及表达方法与 IEC 60068-2-1:1990 相一致。而 GB/T 2423.1—1989 虽然等效采用 IEC 60068-2-1:1974(第四版),但编写格式与表达方法与 IEC 60068-2-1:1974 相差很多,如将试验 Aa、试验 Ab 及试验 Ad 三种试验相同的内容归纳编辑成章;将其附录 B、附录 C 改为标准正文图 1、图 2;删去了“试验 Aa、Ab、Ad 的相同点和不同点示意图。”

——根据 GB/T 1.1 标准编写模板,在引言中加入引用标准一条。

——本标准增加了附录 D 和附录 E(根据 IEC 60068-2-1:1990 的修改 2:1994)。

——删去了 GB/T 2423.1—1989 中 6.2 第 3 段(本标准为 4.2.15.2 和 26.2)最后一句:“但在任何情况下,持续时间不应少于 30 min”。

——根据 GB/T 2422—1995,本标准将 relevant specification 译成“相关规范”,而 GB/T 2423.1—1989 是译成“有关标准”。

本标准是 GB/T 2423《电工电子产品环境试验》系列标准之一,在本标准涉及到的与 IEC 出版物相对应的国家标准有:

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 2422—1995 电工电子产品环境试验 术语(eqv IEC 60068-5-2:1990)

GB/T 2424.1—1989 电工电子产品环境试验规程 高低温试验导则(eqv IEC 60068-3-1:1974)

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 为标准的附录。

本标准的附录 D、附录 E 为提示的附录。

本标准从实施之日起,同时代替 GB/T 2423.1—1989。

本标准由国家机械工业局提出并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归口。

本标准起草单位:广州电器科学研究所。

本标准主要起草人:赵世杰、陈洁、张永彬。

本标准首次发布于 1981 年,第 1 次修订于 1989 年 2 月。

本标准委托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负责解释。

## IEC 前言

1) IEC 关于技术事项的正式决议或协议,是由对该问题有特殊兴趣的所有国家委员会派代表参加的技术委员会制定的,它尽可能地表达国际上对所讨论问题的一致意见。

2) 这些决议或协议以推荐形式供国际上使用,并在此意义上为各国委员会所接受。

3) 为了促进国际间的统一性,IEC 希望所有国家委员会,在其国家条件允许的范围内采用 IEC 推荐的标准的正文形式为国家标准形式。在国家标准与 IEC 标准之间存在任何不一致时,要尽可能在国家标准中明确指出。

本标准由 IEC TC50 环境试验技术委员会 50B 气候分技术委员会制定。

IEC 60068-2-1(第五版)是以 IEC 60068-2-1(1974)第四版(包括第四版校正版 IEC 60068-2-1A:1976 和第四版修订:1983)和下列文件为基础:

表 1

出版物	六个月法	投票报告	两个月法	投票报告
60068-2-1(第四版)	50B(CO)158	50B(CO)163	50B(CO)167	50B(CO)172
第一次修订本	50B(CO)239	50B(CO)250		
60068-2-1A	50B(CO)182	50B(CO)187		

有关同意本标准的全部投票资料,可在上表投票报告中找到。

本标准引用了以下 IEC 出版物:

出版号 IEC 60068-1:1988 环境试验 第一部分:总则

IEC 60068-3-1:1974 环境试验 第三部分:背景信息 第一章:低温和干热试验

## 试验 A: 低温试验的历史概况

第一次出版(1954)

只包含试验 A: 低温试验, 仅涉及温度的突变, 标准试验时间 6 h。

第二次出版(1960)

与试验 A 同, 但标准试验时间改为 2 h。

第三次出版(1966)

介绍:

——试验 Aa: 与前版试验 A 同。

——试验 Ab: 温度渐变的新方法。

第四次出版(1974)

介绍:

——试验 Aa: 与前版试验 Aa 同。

——试验 Ab: 与前版试验 Ab 同。

——试验 Ad: 散热样品温度渐变的新方法。

## 试验 A: 低温与试验 B: 干热下标字母之间的关系

试验 A: 低温与试验 B: 干热下标字母之间的关系, 见下表:

下标字母	试验 A: 低温试验			试验 B: 干热试验		
	样品类型	温度变化	试验开始时的样品温度	样品类型	温度变化	试验开始时的样品温度
a	非散热	突变	稳定*	非散热	突变	稳定*
b	非散热	渐变	稳定*	非散热	渐变	稳定*
c	—	—	—	散热	突变	稳定*
d	非散热	渐变	稳定*	散热	渐变	稳定*

\*: 在试验持续时间开始之前, 试验样品要达到温度稳定。在特殊情况下, 也可能不是这样, 这需要在相关规范中提供附加信息, 见引言的第 1 节和 IEC 60068-3-1(所涉及的这些情况的修改正在考虑中)。

# 中华人民共和国国家标准

## 电工电子产品环境试验

### 第2部分:试验方法

#### 试验A:低温

GB/T 2423.1—2001  
idt IEC 60068-2-1:1990

代替 GB/T 2423.1—1989

Environmental testing for electric and electronic products—

Part 2: Test methods—Tests A: Cold

## 引 言

### 1 概述

本标准所涉及的低温试验适用于非散热和散热两类试验样品。对于非散热试验样品,试验Aa和Ab不违背早期发行的标准。

本标准仅限于用来考核或确定电工、电子产品(包括元件、设备及其他产品)在低温环境条件下贮存和(或)使用的适应性;

这一低温试验不能用来评价试验样品对温度变化的耐抗性和在温度变化期间的工作能力,在这种情况下,应当采用试验N:温度变化试验方法。

低温试验方法分为以下三类:

非散热试验样品低温试验:——试验Aa:温度突变

——试验Ab:温度渐变

散热试验样品低温试验:——试验Ad:温度渐变

本试验方法通常用于条件试验期间能达到温度稳定的试验样品。试验持续时间是从试验样品温度达到稳定时开始计算的。在特殊情况下,如果条件试验期间试验样品达不到温度稳定,则试验持续时间从试验箱(室)达到规定试验温度时开始计算。

相关规范应规定:

- 试验箱(室)内温度变化速率;
- 试验样品放入试验箱(室)的时间;
- 试验样品在试验条件下暴露试验开始的时间;
- 试验样品通电或加载载的时间。

在这些条件下,相关规范的制定者可根据GB/T 2424.1—1989导则选定以上4个参数(以上条件下的修订正在考虑之中)。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

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 2422—1995 电工电子产品环境试验 术语(eqv IEC 60068-5-2:1990)

GB/T 2424.1—1989 电工电子产品基本环境试验规程 高温低温试验导则  
(eqv IEC 60068-3-1:1974)

### 3 非散热试验样品与散热试验样品试验方法应用对比

试验样品温度达到稳定后,在自由空气条件(即没有强迫空气循环)下测量时,试验样品表面上最热点温度高于周围大气温度 5 K 以上的,认为是散热的(见 GB/T 2421—1999 中的 4.3)。

对于贮存试验及试验期间没特别说明加负载的试验样品,试验采用低温试验方法 Ab。

### 4 非散热试验样品:温度突变试验和温度渐变试验应用对比

温度突变试验 Aa:先将试验箱(室)温度调节到规定试验温度,然后放入具有室温的试验样品,这是一种简便的节约时间的方法,本试验方法适用于已知温度突变对试验样品不产生损伤时的情况。

温度渐变试验 Ab:先将具有室温的试验样品放入亦为室温的试验箱(室)内,然后将试验箱(室)温度逐渐冷却到规定试验温度。这种试验方法不会因温度变化对试验样品产生损伤作用。

若由于试验样品尺寸太大,或由于复杂的功能试验接线,在突变试验时不能做到将其放入低温箱而不产生结霜情况时,也应采用试验 Ab。

### 5 散热试验样品有或无强迫空气循环的试验

散热试验样品较好的试验方法是在无强迫空气循环下进行的,若难以达到这一要求,当散热试验样品在有强迫空气循环时可采用试验 Ad 这一方法。

有强迫空气循环的试验有两种方法:方法 A 和方法 B。方法 A 是用于试验箱(室)足够大而不需用强迫空气循环也能满足试验需求,但在试验箱(室)内不用强迫空气循环就不能保持规定的低温环境。方法 B 用于试验箱(室)太小,不用强迫空气循环就不能符合试验要求。

## 6 图解

为了便于试验方法选择,各种方法分类框图如图 1 所示。

为了方便本标准使用者,本标准给出了对于每一试验方法无交叉引用关系的完整内容。

有些条款是相同的,特别是试验方法 Aa 和 Ab。

图 2 的框图表明哪些是相同的,哪些是不同的。

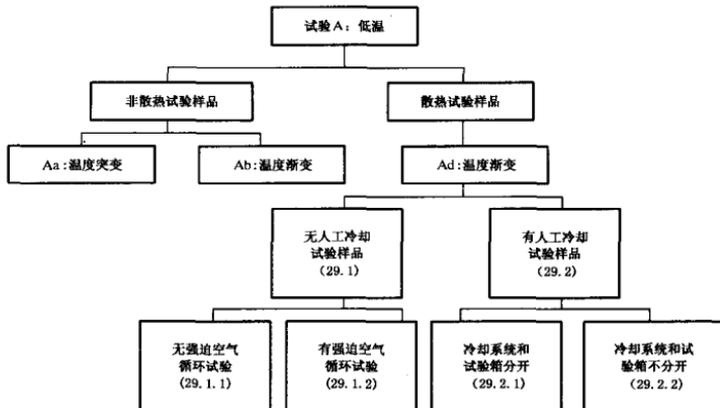


图 1 低温试验方法分类的方框图 各种试验方法图解程序

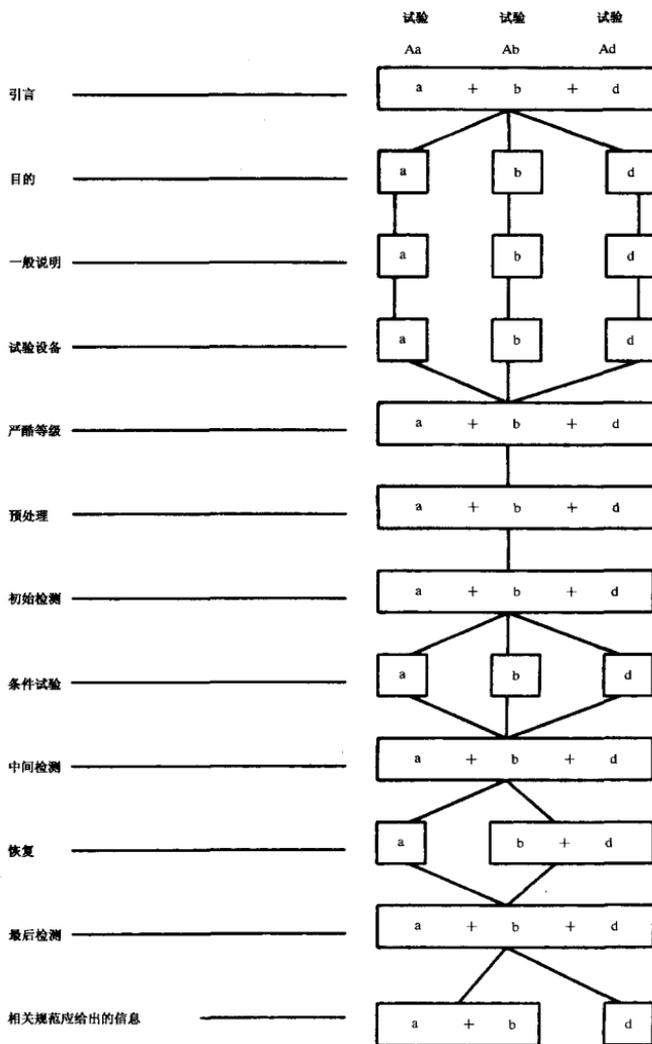


图 2 试验 A:低温试验方法框图 试验 Aa、Ab 和 Ad 的相同点与不同点图示

## 第一篇 试验 Aa:非散热试验样品温度突变的低温试验

### 1 目的

提供一种标准的试验程序,用以确定经受温度突变不致产生损伤作用的非散热电工、电子产品(包括元件、设备及其他产品)低温下贮存和使用的适应性。

试验样品应在低温下放置足够长时间达到温度稳定。试验持续时间通常从样品达到温度稳定时开始计算,不能满足这一条件时,则参见引言第1章。

### 2 一般说明

本试验是将具有室温的试验样品放入温度为相关规范规定的符合严酷等级的试验箱(室)内。

试验样品达到温度稳定后,在该条件下暴露规定的持续时间。试验样品通常处于不工作状态下。本试验通常采用强迫空气循环。

### 3 试验设备

3.1 试验箱(室)工作空间内,应能提供4.1所规定的温度条件,可以用强迫空气循环来保持温度均匀。

3.2 为了限制辐射影响,箱(室)内壁各部分温度与规定试验温度之差不应超过8%(按开尔文温度计算),且试验样品不应受到不符合上述要求的任何加热与冷却元件的直接辐射。

### 4 严酷等级

试验的严酷等级主要由试验温度和试验持续时间决定,相关规范应优先从4.1和4.2所给数值中选取。

#### 4.1 温度

-65℃±3℃

-55℃±3℃

-40℃±3℃

-25℃±3℃

-10℃±3℃

+5℃±3℃

-5℃±3℃

#### 4.2 持续时间

2 h,16 h,72 h,96 h

当本标准作为与耐久性或可靠性相联系的有关试验时,则其试验所需的持续时间由相关规范规定。

若试验的目的仅仅是检查试验样品在低温时能否正常工作,则试验的时间只限于使样品温度达到稳定。

### 5 预处理

按相关规范规定的要求进行。

### 6 初始检测

按相关规范规定对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检测。

## 7 条件试验

7.1 将处于室温下的试验样品,在不包装、不通电、“准备使用”状态,按正常位置或其他规定的位置放入试验箱(室)内。此时,该试验箱(室)的温度也为室温。

当实际上试验样品是和某种特定的安装架一起使用时,试验时就应使用这些装置一起进行试验。

试验箱温度测量按 GB/T 2421—1999 中 4.4 的规定进行。

7.2 将试验箱(室)的温度调控到符合严酷等级的温度值,并有足够时间使样品达到温度稳定(温度稳定的定义参见 GB/T 2422—1995 的 4.8)。

7.3 对于功能性试验,必须按相关规范规定对试验样品给予通电或加电气负载,并检查确定其能否达到规定功能。

若相关规范有所要求,试验样品应按其规定的工作循环和负载条件(若可行时)处于运行状态,或者不予通电。

注:此时试验样品处于运行或在负载条件下,只要表面温度不超过周围大气温度 5 K,均认为是非散热的。

7.4 试验样品在低温条件下暴露的持续时间,应由相关规范规定。

持续时间从温度达到稳定时算起。

注:对于一些小试验样品,没有必要通过测量来检查其是否达到温度稳定,见 GB/T 2421—1999 的 4.8 注 2<sup>1)</sup>。

7.5 若相关规范要求中间检测,按本标准第一篇中第 8 章的要求进行。

7.6 在条件试验结束时,应使试验样品恢复原状,对通电运行或加电气负载的试验样品,应在恢复程序前停止通电或卸去负载。

## 8 中间检测

相关规范可规定在条件试验期间或结束时(试验样品仍在试验箱(室)内)加负载和(或)测量,若需要时应规定测量的项目和时间。测量时,试验样品不应从试验箱(室)中取出。

注:在条件试验期间,不允许把试验样品从试验箱(室)内取出进行恢复前的测量后又重新放入试验箱(室)内。如果在持续时间结束前需要了解试验样品在特定时间的性能,则对每个特定的时间应另外增加一批试验样品,进行恢复和最后的测量,应对每一批试验样品分别进行。

## 9 恢复

9.1 试验样品应在标准大气条件下进行恢复直到解冻。

9.2 为了除去水滴,可用手抖动试验样品,或用室温的空气进行短时吹风。

9.3 试验样品在标准大气条件下恢复时,恢复时间要足以使其达到温度稳定,最少为 1 h,当几个样品同时进行试验,而 1 h 的恢复时间又足够时,则最长恢复时间为 2 h,所有测量必须在这一时间终了前进行完毕。

9.4 若相关规范有要求,要在恢复期间对试验样品通电或加负载,并连续地测量其性能。

9.5 当标准大气条件对试验样品不适宜时,相关规范可规定其他恢复条件。

## 10 最后检测

按相关规范的规定对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检测。

## 11 相关规范应给出的信息

当相关规范包含低温试验时,应给出下列项目的尽可能适用的细节:

采用说明:

1) IEC 60068-2-1 原文 IEC 60068-1 中 4.6 的注 2,但根据 IEC 60068-1 应为 4.8 的注 2。

- a) 预处理;
- b) 初始检测;
- c) 条件试验期间, 试验样品的安装状态;
- d) 严酷等级(温度和试验持续时间);
- e) 条件试验期间的测量和(或)负载;
- f) 恢复(如不是标准条件下恢复);
- g) 最后检测;
- h) 供需双方同意的对试验程序的任何更改。

## 第二篇 试验 Ab: 非散热试验样品温度渐变的低温试验

### 12 目的

提供一种标准试验程序, 用以确定非散热的电工电子产品(包括元件、设备和其他产品)在低温贮存和(或)使用的适应性。

试验样品应在低温下放置足够长时间以达到温度稳定。

试验持续时间通常从试验样品达到温度稳定时开始计算, 如不能满足这一条件, 则参见引言第 1 章。

### 13 一般说明

本试验是将具有室温的试验样品放入温度也为室温的试验箱(室)内, 然后将试验箱(室)的温度调整到符合相关规范规定的严酷等级的温度值。

在试验样品达到温度稳定后, 在该条件下暴露规定的持续时间。试验样品通常处于不工作状态下。本试验通常采用强迫空气循环。

### 14 试验设备

14.1 试验箱(室)工作空间内, 应能提供 15.1 所规定的温度条件, 可以用强迫空气循环来保持温度均匀。

14.2 为了限制辐射影响, 箱(室)内壁各部分温度与规定试验温度之差不应超过 8% (按开尔文温度计算), 且试验样品不应受到不符合上述要求的任何加热与冷却元件的直接辐射。

### 15 严酷等级

试验的严酷等级主要由试验温度和试验持续时间决定, 相关规范应从 15.1 和 15.2 所给数值中选取。

#### 15.1 温度

- 65℃±3℃
- 55℃±3℃
- 40℃±3℃
- 25℃±3℃
- 10℃±3℃
- +5℃±3℃
- 5℃±3℃

#### 15.2 持续时间

2 h, 16 h, 72 h, 96 h

当本标准作为与耐久性或可靠性相联系的有关试验时,则其试验所需的持续时间由相关规范规定。若试验的目的仅仅是检查试验样品在低温时能否正常工作,则试验的时间只限于使样品温度达到稳定。

## 16 预处理

按相关规范规定的要求进行。

## 17 初始检测

按相关规范规定对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检测。

## 18 条件试验

18.1 将处于室温下的试验样品,在不包装、不通电、“准备使用”状态,按正常位置或其他规定的位置放入试验箱(室)内。此时,该试验箱(室)的温度也为室温。

当实际上试验样品是和某种特定的安装架一起使用时,试验时就应使用这些装置一起进行试验。

18.2 将试验箱(室)的温度调控到符合严酷等级的温度值,并有足够时间使样品达到温度稳定(温度稳定的定义按 GB/T 2422—1995 中 4.8 规定)。

试验箱(室)内温度变化速率不大于 1 K/min(不超过 5 min 时间的平均值)。试验环境温度应按 GB/T 2421—1999 中 4.6 规定进行测量。

18.3 对于功能性试验,必须按相关规范规定对试验样品给予通电或加电气负载,并检查确定其能否达到规定功能。

若相关规范有所要求,试验样品应按其规定的工作循环和负载条件(若可行时)处于运行状态,或者不予通电。

注:此时试验样品处于运行或在负载条件下,只要表面温度不超过周围大气温度 5 K,均认为是非散热的。

18.4 试验样品在低温条件下暴露的持续时间,应由相关规范规定。

持续时间从温度达到稳定时算起。

注:对于一些小样品,没有必要通过测量来检查其是否达到温度稳定,见 GB/T 2421—1999 中 4.8 注 2。

18.5 若相关规范要求中间检测,按本标准第 19 章进行。

18.6 在试验周期结束时,试验样品仍保留在试验箱(室)内,将试验箱(室)温度逐渐升至标准的试验大气条件。

试验箱(室)温度变化速率不超过 1 K/min(不超过 5 min 时间的平均值)。

在试验周期结束后,试验样品的恢复可在试验箱(室)内或在其他合适的方式下进行。若条件试验期间,试验样品是处于通电运行或加电气负载状态,应在升温前停止通电或卸去负载。

## 19 中间检测

相关规范规定在条件试验期间或结束时(试验样品仍在试验箱(室)内)加负载和(或)测量,若需要时应规定测量的项目和时间。测量时,试验样品不应从试验箱(室)中取出。

注:在条件试验期间,不得把试验样品从试验箱(室)内取出进行恢复前的测量后又重新放入试验箱(室)内。若在持续时间结束前,需要了解试验样品在特定时间的性能,则对每个特定的时间应另外增加一批试验样品,进行恢复和最后的测量,应对每一批试验样品分别进行测量。

## 20 恢复

20.1 为除去水滴,可用手抖动试验样品,或用室温的空气进行短时吹风。

20.2 试验样品在标准大气条件下恢复时,恢复时间要足以使其达到温度稳定,最少为 1 h,当几个样

品同时进行试验,而1 h的恢复时间又足够时,则最长恢复时间为2 h,所有测量必须在这一时间終了后进行完毕。

20.3 若相关规范有要求,要在恢复期间对试验样品通电或加负载,并连续地测量其性能。

20.4 当标准大气条件对试验样品不适宜时,相关规范可规定其他恢复条件。

## 21 最后检测

按相关规范的规定对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检测。

## 22 相关规范应给出的信息

当相关规范包含低温试验时,应给出下列项目的尽可能适用的细节:

- a) 预处理;
- b) 初始检测;
- c) 条件试验期间,试验样品的安装状态;
- d) 严酷等级(温度和试验持续时间);
- e) 条件试验期间的测量和(或)负载;
- f) 恢复(如不是标准条件下恢复);
- g) 最后检测;
- h) 供需双方同意的对试验程序的任何更改。

## 第三篇 试验 Ad: 散热试验样品温度渐变的低温试验

### 23 目的

提供一个标准的试验程序,用以确定散热的电工电子产品(包括元件、设备和其他产品)低温条件下使用的适应性。

试验样品应在低温下放置足够长时间以达到温度稳定。试验持续时间通常从样品达到温度稳定时开始计算,如不能满足这一条件,则参见引言第1章。

### 24 一般说明

本试验是将具有室温的试验样品放入温度也为室温的试验箱(室)内,然后将试验箱(室)的温度调整到相关规范规定的符合严酷等级的温度值。

在试验样品达到温度稳定后,在该条件下暴露规定的持续时间。

相关规范必须说明受试验样品的功能。

应注意试验样品的冷却装置是否符合相关规范的规定。

所设计的试验条件应能模拟试验样品安装在具有规定的传导特性的安装架上时,经受“自由空气”条件影响的状态。

所规定的试验温度为试验箱(室)内的环境温度。

本试验优先选用无强迫空气循环的方法,但当没有强迫空气循环就难于或不可能满足试验规定的条件时,可以使用强迫空气循环。附录A、附录B和附录C为本标准的组成部分。

### 25 试验设备

#### 25.1 试验箱(室)

25.1.1 试验箱(室)内温度应采用温度传感装置来进行检测,温度传感装置的放置应按GB/T 2421—1999中4.6.2规定。

25.1.2 在无强迫空气循环试验情况下,试验箱(室)与试验样品大小及其散热总量比较起来应足够大,要大到可以模拟“自由空气”条件的影响。

如果试验样品任何表面与其对应的试验箱(室)壁间的最小距离大于15 cm,且试验箱(室)体积对试验样品体积之比不小于5:1,则样品应尽可能安放在靠近试验箱(室)中心位置,以便在试验样品与试验箱(室)壁之间任何部分有足够空间,则认为符合这一要求。

25.1.3 为了限制辐射影响,试验箱(室)内壁各部分温度与规定试验温度之差不应超过8%(按开尔文温度计算),且试验样品不应受到不符合上述要求的任何加热与冷却元件的直接辐射。

25.1.4 用有强迫空气循环的试验箱(室)进行试验时,风速尽可能低。

25.1.5 当相关规范对试验样品规定了工作循环制时,必须采取措施使试验温度保持稳定,当试验样品是一些元件,且任一时间带负荷元件在试验箱(室)内分布是相当均匀时,则通常可采用元件交错带负荷的方法使试验温度保持稳定。

注:对试验样品规定有工作循环的试验,在无负载期间试验箱(室)温度不应降到规定温度之下(见附录C)。

## 25.2 安装

25.2.1 试样的安装架和联接件的导热性及其他有关特性应在相关规范中加以规定,当试验样品用于特定的安装设备时,则试验时应将这些安装设备一起进行试验。

25.2.2 若对安装架的特性一无所知时,则要求安装架有高的导热率。

## 26 严酷等级

试验的严酷等级主要由试验温度与试验持续时间决定,相关规范应从26.1和26.2所给的数值中选取。

### 26.1 温度

-65℃±3℃

-55℃±3℃

-40℃±3℃

-25℃±3℃

-10℃±3℃

+5℃±3℃

-5℃±3℃

### 26.2 持续时间

2 h, 16 h, 72 h, 96 h

当本标准作为与耐久性或可靠性相联系的有关试验时,则其试验所需的持续时间由相关规范规定。

若试验的目的仅仅是检查试验样品在低温时能否正常工作,则试验的时间只限于使试验样品达到温度稳定。

## 27 预处理

按相关规范规定的要求进行。

## 28 初始检测

按相关规范规定对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检测。

## 29 条件试验

### 29.1 无人工冷却的试验样品

#### 29.1.1 无强迫空气循环的试验

## 29.1.1.1 处于室温的试验箱(室)

先将具有室温的试验样品放入有同样温度的试验箱(室)内,试验样品处于不包装、不通电、“准备使用”状态,按正常位置或其他规定的位置放入试验箱(室)内。

29.1.1.2 将试验箱(室)内温度调控到符合严酷等级的温度值,并有足够时间使样品达到稳定温度。试验箱(室)内温度变化速率不超过 1 K/min(不超过 5 min 时间的平均值)。

29.1.1.3 对试验样品通电或加上负载,并检查确定能否达到规定的功能。试验样品应按相关规范规定的工作循环和负载条件(若可行)保持在运行状态。

29.1.1.4 试验样品在低温条件下,暴露的持续时间应由相关规范规定,持续时间从温度达到稳定开始计算。

注:对于一些小样品,没有必要通过测量来检查其是否达到温度稳定,见 GB/T 2421—1999 中 4.8 注 2。

29.1.1.5 若相关规范要求中间检测,按第 30 章进行。

29.1.1.6 在条件试验结束时,试验样品仍保留在试验箱(室)内,将试验箱(室)的温度逐渐升至正常的试验大气条件范围内,试验箱(室)温度变化速率不超过 1 K/min(不超过 5 min 时间的平均值)。若条件试验期间,试验样品是处于运行或加负载状态,应在温度升高以前停止通电或卸去负载。

29.1.1.7 在试验结束时,试验样品应经受恢复程序。恢复可在试验箱(室)内或在其他合适的方式进行。

## 29.1.2 有强迫空气循环的试验

当不用强迫空气循环就不能符合规定的试验条件时,如果采用强迫空气循环,则有下列两种方法:

方法 A:

这种方法是用于试验箱(室)足够大,不用强迫空气循环可满足试验要求,但仅能借助空气循环才能保持试验箱(室)内的环境温度。

这一方法是将试验样品放入或安装在处于室温的试验箱(室)内,在试验箱(室)内的循环气流和冷却系统都关闭的情况下,对试验样品加上进行低温试验时规定的负载,当试验样品达到温度稳定后,用适当的检测装置测量若干代表点的温度,记录各点的温升。

然后,开启试验箱(室)的通风装置,使空气流通,一旦试验样品重新达到温度稳定,再对各代表点的温升进行测量。如果这些代表点温升在无和有强迫空气循环时,前后温升相差大于 3 K 或达到相关规范规定的其他值则说明空气循环速度太快,应予降低,至满足 3 K 或其他规定温差为止,若不可能满足这一要求,就应采用方法 B。

此后,接通试验箱(室)冷却装置的电源并进行冷却,环境温度的测量应按 GB/T 2421—1999 中 4.6.2 规定进行。

试验按 29.1.1 规定进行。

方法 A 的图解见附录 B。

有关方法 A 的简要流程图见附录 D。

方法 B:

这一方法用于方法 A 不能应用的场合,例如做试验用的试验箱(室)当无强迫空气循环就不能符合试验要求的场合。

它基于假定在自由空气条件下试验样品上最热点的温度和周围环境空气温度之差  $\Delta T_1$  与其环境温度几乎无关的,这一假定只在  $\Delta T_1 < 25$  K 时适用。

若用附录 A 的图校准,则  $\Delta T_1$  值可以扩大到 80 K。

该校准包括对流误差和辐射误差。

温差  $\Delta T_1$  超过 80 K 时,方法 B 的有效性尚未得到证实。

把试验样品合适地安装在试验室中,使之不要遭受诸如日光和气流的干扰影响,使其在试验环境温度下经受低温试验时所规定的负载条件。当温度达到稳定后,测量最热点的温度,对较大或较复杂的试

验样品,测量若干代表点的温度,记录每一点的温升 $\Delta T_1$ 。

如果 $\Delta T_1$ 小于25 K,试验程序按本标准29.1.1进行。

如果 $\Delta T_1$ 大于25 K,则应根据规定的试验温度按附录A要求校正试验样品的表面温度 $T_s$ ,将 $T_s$ 校正后成为 $T'_s$ ,在试验样品和箱体均为室温时,将试验样品放入试验箱(室)内,然后按相关规范规定将试验样品通电或加电气负载,并开启动箱体冷源降温,温度变化速率不大于1 K/min(不超过5 min时间内平均值),箱(室)温的最后值应调控到这样一个数值,即试验样品表面上受测点的温度达到上述温度稳定的校正值 $T'_s$ ,该温度应在整个条件试验期间加以保持,并按29.1.1.4到29.1.1.7进行试验。

有关试验方法B的图解见附录C。

有关方法B的简要流程图见附录E。

## 29.2 有人工冷却的试验样品

若试验样品有冷却时,相关规范应规定供给试验样品冷却剂的特性,若冷却剂为空气时,应不受油的污染,并干燥得足以避免潮湿的影响。

### 29.2.1 冷却系统和试验箱(室)“分开”的有人工冷却的试验样品

这类试验样品的冷却系统或是自身装有的,或是外部供给冷却剂的冷却剂循环流动管道是与试验箱(室)相隔开的。

这类试验样品可按本标准29.1.1进行试验,29.1.2中的方法A作为替用方法。

### 29.2.2 冷却系统和试验箱(室)“不分开”的人工冷却的试验样品

a) 试验样品用新鲜冷却空气取自试验箱(室)外,在冷却试验后空气流入试验箱(室)内。这类试验样品可按本标准29.1.1进行试验,29.1.2中的方法A作为替用方法。

b) 试验样品用冷却空气取自试验箱(室)内,在完成其冷却任务后又回到试验箱(室)内。这类试验样品可按本标准29.1.1进行试验,用29.1.2中的方法A作为替用方法,但应对进入试验样品的空气进行监测,该空气的温度必须在规定的极限范围内。

## 30 中间检测

相关规范可规定在条件试验期间或结束时,试验样品仍在试验箱(室)内时加负载和(或)测量,若需要时应规定测量的项目和时间,测量时,试验样品不应从试验箱(室)中取出。

注:在条件试验期间,不得将试验样品从试验箱(室)内取出进行恢复前的测量后又重新放入试验箱(室)内。如果在持续时间结束前,需要了解试验样品在特定时间的性能,则对每个特定的时间应另外增加一批试验样品,进行恢复和最后的测量,应对每一批试验样品分别进行测量。

## 31 恢复

31.1 为了除去水滴,可用手抖动试验样品,或用室温空气进行短时吹风。

31.2 试验样品在标准大气条件下恢复时,恢复时间要足以使其达到温度稳定,最少为1 h,当几个试验样品同时进行试验,而1 h的恢复时间又足够时,则最长恢复时间为2 h,所有测量必须在这一时间終了前进行完毕。

31.3 若相关规范要求,要在恢复期间对试验样品通电或加负载,并连续地测量其性能。

31.4 当以上标准条件不适于样品试验时,相关规范可给出其他的恢复条件。

## 32 最后检测

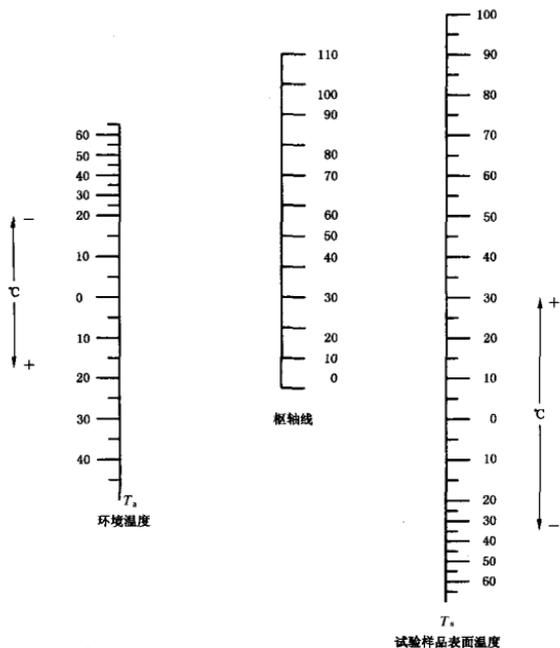
按相关规范的规定对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检测。

## 33 相关规范应给出的信息

当相关规范包含低温试验时,应给出下列项目的尽可能适用的细节:

- a) 预处理；
- b) 初始检测；
- c) 安装或支承的详图；
- d) 条件试验期间试验样品(包括冷却系统)的状况；
- e) 严酷等级(温度和试验持续时间)；
- f) 条件试验期间的测量和(或)负载；
- g) 恢复(如不是在标准条件下恢复)；
- h) 最后检测；
- i) 供需双方同意的对试验程序的任何更改。

**附录 A**  
(标准的附录)  
**环境温度校准计算图**



示例：

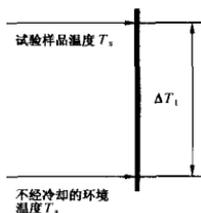
问：耗散一定功率的一台产品，在 20°C 自由空气中表面温度达 70°C。那么在 -40°C 的自由空气中耗散同一功率时，其表面温度是多少？

答：从  $T_s$  尺上 +20°C 点到  $T_s$  尺上 +70°C 点之间画一直线，记下它与枢轴线的交点，再从  $T_s$  尺上 -40°C 点通过枢轴线上的交点，画一条直线，读出它与  $T_s$  的新交点，为 +23°C。这就是所要求的表面温度  $T_s$ 。

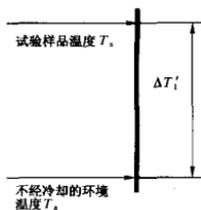
## 附录 B

(标准的附录)

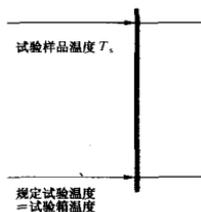
## 试验 Ad 方法 A: 有强迫空气循环试验温度状态的图示



第一阶段: 试验样品加负载, 试验箱内循环气流断开, 试验样品温度未经冷却, 在箱内条件下的试验。



第二阶段: 试验样品加负载, 试验箱开动通风装置接通气流, 但不启动冷源, 在试验箱条件下的试验,  $\Delta T_1 - \Delta T_1''$  应是小的。

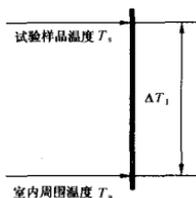


第三阶段: 试验样品加负载, 试验箱内空气流接通并进行冷却, 监控规定的环境试验温度。

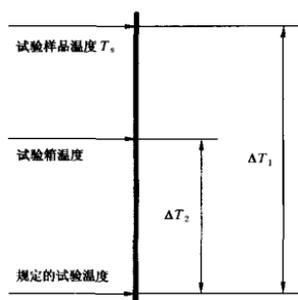
## 附录 C

(标准的附录)

## 试验 Ad 方法 B: 有强迫空气循环试验温度状态的图示



第一阶段: 试验样品加负载, 在无强迫空气循环的试验室条件下试验, 试验样品温度的测量。

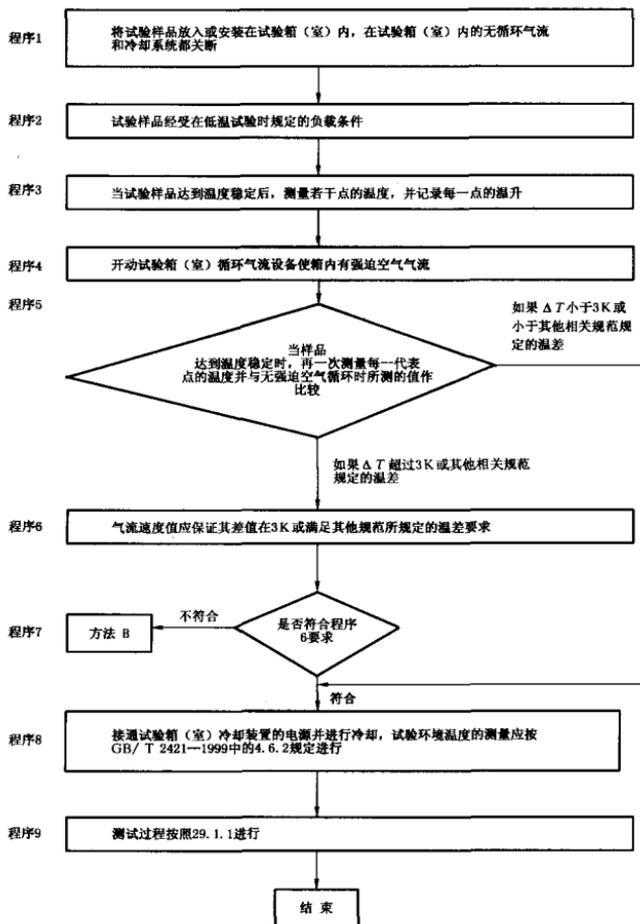


第二阶段: 试验样品加负载, 在有强迫空气循环的试验箱中试验, 对试验样品温度进行监控( $\Delta T_2$  必须是小的, 测量试验箱(室)温度按 GB/T 2421—1999 第 4 章的定义要求进行。

## 附录 D

(提示的附录)

## 试验 Ad(29.1.2)中方法 A 简要流程图



附录 E

(提示的附录)

试验 Ad(29.1.2)中方法 B 简要流程图

