

低温试验箱技术条件

Specification for low temperature test chambers

1 主题内容与适用范围

本标准规定了低温试验箱(以下简称“试验箱”)的使用条件,技术要求,试验方法,检验规则及标志、包装、运输、贮存等要求。

本标准适用于对电工电子及其他产品、零部件及材料进行低温试验的试验箱。

2 引用标准

GB 191 包装储运图示标志

GB 1497 低压电器基本标准

GB 4857.7 运输包装件基本试验 正弦振动(定频)试验方法

GB 5398 大型运输包装件试验方法

ZB N61 012 气候环境试验设备与试验箱噪声声功率级的测定

3 使用条件

3.1 环境条件

- a. 温度:15~35℃;
- b. 相对湿度:不大于85%;
- c. 大气压:86~106 kPa;
- d. 周围无强烈振动;
- e. 无阳光直接照射或其他冷、热源直接辐射;
- f. 周围无强烈气流;当周围空气需强流动时,气流不应直接吹到箱体上;
- g. 周围无强电磁场影响;
- h. 周围无高浓度粉尘及腐蚀性物质。

3.2 供电条件

- a. 电压:220±22 V 或 380±38 V;
- b. 频率:50±0.5 Hz。

3.3 供水条件

可使用满足下列条件的自来水或循环水:

- a. 水温:不高于30℃;
- b. 水压:0.1~0.3 MPa。

3.4 负载条件

- a. 试验负载可选用各种电工、电子产品,包括整机、元器件和绝缘材料等;
- b. 试验负载的总质量按在每立方米工作室容积内放置50~80 kg 试验样品计算;

- c. 试验负载的总体积应不大于工作室容积的 1/5;
- d. 在垂直于主导风向的任意截面上,试验负载面积之和应不大于该处工作室截面的 1/3。

4 技术要求

4.1 产品性能

4.1.1 试验箱温度等级如下:

+5, -5, -10, -25, -40, -55, -65℃。

4.1.2 温度偏差不大于±3℃。

4.1.3 温度均匀度不大于 2℃。

4.1.4 温度波动度不大于±1.0℃。

4.1.5 工作室内壁的温度与工作空间的温度之差不应超过 8%。

4.1.6 在满载条件下,试验箱每 5 min 的平均降温 and 升温速率不大于 1.0℃/min。

4.1.7 工作空间内的风速应可调。

4.2 产品结构及外观要求

4.2.1 内壁及暴露在低温环境中的材料、焊料及焊缝等,其机械性能和物理性能应能保证试验箱正常使用。

4.2.2 保温层的厚度在环境温度为 30~35℃、相对湿度为 75%~85%条件下,以极限最低温度运行时,不应使箱外壁、箱门及密封处有明显的凝露现象。

4.2.3 制冷器件不得面对试验样品。

4.2.4 应设有观察窗,工作室内存有照明装置。

4.2.5 箱门的密封条不易在低温条件下硬化,失去密封性能。

4.2.6 应具有将测试电源引入工作室内的引线孔。

4.2.7 应有放置或悬挂样品的样品架。

4.2.8 应具有温度调节、指示、记录等仪器仪表装置。

4.2.9 制冷系统管路应密封可靠,不许漏气、漏水、漏油。

4.2.10 外观涂镀层应平整光滑,色调均匀,不得有露底、起层、起泡或擦伤痕迹。

4.3 安全和环境保护要求

4.3.1 应有符合 GB 1497 第 7.1.7 条规定的保护接地端子。

4.3.2 应设有电源断相、缺水、超温保护及报警装置。

4.3.3 整机噪声应不高于 80 dB(A)。

4.4 运输环境性能

4.4.1 试验箱运输包装件的质量小于 500 kg 时,应能承受正弦振动(定频)试验。试验时,振动频率为 3~4 Hz,最大加速度为 $7.35 \pm 2.45 \text{ m/s}^2$,振动持续时间按 GB 4587.7 的附录 A 选用。

4.4.2 试验箱运输包装件的质量大于 500 kg,且至少有一条边长在 120 cm 以上时,应能承受 GB 5398 规定的跌落试验。

4.4.3 经运输环境试验的产品应按出厂检验项目进行检验。

4.5 可靠性

制造厂应在产品说明书或有关技术文件中尽可能给出该产品的可靠性指标,如平均无故障工作时间(MTBF)、失效率、平均寿命(MTTF)或强迫停机率(FOR)等。

4.6 保用期限

在用户遵守保管、使用和安装规则的条件下,从制造厂发货日起 12 个月内,试验箱因制造质量问题不能正常工作时,制造厂应免费为用户修理或更换。

5 试验方法

5.1 试验仪器与装置

5.1.1 风速仪

可采用各种感应量不低于 0.05 m/s 的风速仪。

5.1.2 温度计

采用由铂电阻、热电偶或其他类似温度传感器组成并满足下列要求的测温系统：

系统精密度： $\pm 0.3 \text{ }^\circ\text{C}$ ；

传感器时间常数：不大于 20 s 。

表面温度计需经国家法定计量机构检定合格，并具有有效合格证书和误差修正值。

5.1.3 表面温度计

采用由铂电阻或其他类似传感器组成并满足下列要求的测温系统。

系统精密度： $\pm 1.0 \text{ }^\circ\text{C}$ ；

传感器时间常数：不大于 20 s 。

表面温度计需经国家法定计量机构检定合格，并具有有效合格证书和误差修正值。

5.2 温度测试方法

5.2.1 测试点的位置及数量

5.2.1.1 在试验箱工作室定出布放温度传感器的三个测试面，简称上、中、下三层。上层与工作室顶面¹⁾的距离为工作室高度的 $1/10$ ，中层通过工作室几何中心，下层在最底层样品架上方 10 mm 处。如不能满足 $1/10$ 的规定，供需双方可按实际情况协商，适当放宽。

注：1) 工作室具有斜顶或尖顶时，顶面为通过斜顶面与垂直壁面的交线的假想平面。

5.2.1.2 测试点位于三个测试面上，除中心点位于工作室几何中心外，其余测试点与工作室壁的距离为各自边长的 $1/10$ (图 1)。如不能满足 $1/10$ 的规定，供需双方可根据实际情况协商，适当放宽。

5.2.1.3 测试点的数量与工作室容积大小的关系为：

a. 工作室容积不大于 1 m^3 时，测试点为 9 个，布放位置如图 1。

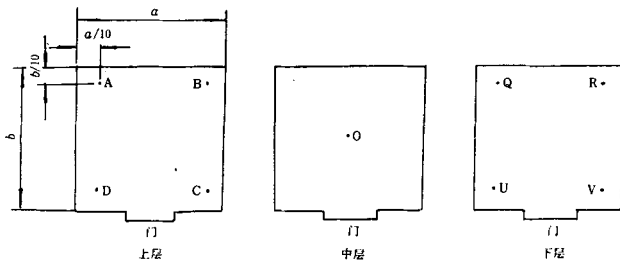


图 1

A, B, …… , U, V—温度测试点

b. 工作室容积大于 1 m^3 到 10 m^3 时，测试点 13 个，布放位置如图 2。

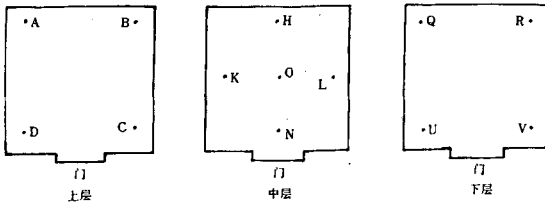


图 2

A, B, …… , U, V—温度测试点

5.2.2 本测试在满载条件下进行。空载时,风速控制在 0.5 m/s 。

5.2.3 测试程序

5.2.3.1 在试验箱温度可调范围内,选取最低标称温度或用户要求的温度作为测试温度。

5.2.3.2 在工作空间中心测试点的温度第一次达到测试温度并稳定 2 h 后,每隔 2 min 测试所有点的温度 1 次,在 30 min 内共测 15 次,隔 30 min 再测 1 次,以后每隔 1 h 测试 1 次,共测 24 h 。

5.2.4 试验结果的计算与评定

5.2.4.1 将测得的温度值按测试仪表的修正值修正。

5.2.4.2 利用在 30 min 内的 15 次测试数据,求出每次测试中最高与最低温度之差的算术平均值,为该标称温度下的温度均匀度;再求出中心测试点 15 次测试值中最高与最低之差的一半,冠以“ \pm ”号,为该标称温度下的波动度。

5.2.4.3 利用 24 h 的测试数据,分别算出最高、最低温度与标称温度之差为试验箱在该标称温度下的温度偏差。

5.2.4.4 以上计算结果均应符合第 4.1.2~4.1.4 条的规定。

5.3 风速测试方法

5.3.1 本测试在空载和室温条件下进行。

5.3.2 测试点数量与布放位置与 5.2.1 条相同。

5.3.3 测试程序

5.3.3.1 将细棉纱线或其他轻飘物体悬挂在测试点位置,关闭箱门后开启风机,找出测试点处主导风向。

5.3.3.2 将风速仪探头置于测试点,在关闭箱门后,测出各测试点主导风向的最大风速值。

5.3.4 试验结果的计算与评定

5.3.4.1 将测得的风速值按风速仪的修正值修正。

5.3.4.2 计算所有测试点风速的平均值。

5.4 工作室内壁与工作空间温差的测试方法

5.4.1 本测试在空载条件下进行。

5.4.2 测试点布放位置及数量

5.4.2.1 在工作空间几何中心布放 1 个温度传感器,用 O 表示,在工作室 6 面内壁的几何中心各布放 1 个表面温度传感器,用 A, B, C, D, E 和 F 表示。

5.4.2.2 若工作室内壁中心有引线孔或其他装置,则测试点与孔壁或其他装置的距离应不小于

100 mm。

5.4.3 测试程序

5.4.3.1 在试验箱温度可调范围内,选用最低标称温度为测试温度。

5.4.3.2 在工作空间几何中心点的温度第一次达到测试温度并稳定 2 h 后,每隔 2 min 测试所有测试点的温度值 1 次,共测 5 次。

5.4.4 试验结果的计算与评定

5.4.4.1 将测得的温度值按测试仪表的修正值修正。

5.4.4.2 分别计算各测试点温度的算术平均值。

5.4.4.3 将工作室内壁与工作室温度代入式(1):

$$\Delta T = \frac{|\bar{T}_a - \bar{T}_c|}{273 + \bar{T}_c} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: ΔT ——工作室内壁与工作室热力学温度之差的百分比;

\bar{T}_a ——工作室内壁测试点的平均温度,℃;

\bar{T}_c ——工作空间几何中心测试点的平均温度,℃。

其结果应符合 4.1.5 条的规定。

5.5 降温及升温速率测试方法

5.5.1 本测试在满载条件下进行。

5.5.2 测试点为工作空间几何中心点。

5.5.3 测试程序

5.5.3.1 在试验箱温度可调范围内,选用最低标称温度为最低降温温度。

5.5.3.2 开启冷源,使试验箱由室温降到最低降温温度,稳定 2 h 后,再升到室温。降温和升温期间,每隔 5 min 记录 1 次,直到试验过程结束。

5.5.4 试验结果的计算与评定

5.5.4.1 将测得的温度值按测试仪表的修正值修正。

5.5.4.2 检查测试记录,如相邻两温度值之差的绝对值不大于 5℃。即符合第 4.1.6 条的规定。

5.6 噪声测试方法

试验箱整机噪声的测试方法见 ZB N61 012,结果应符合第 4.3.4 条的规定。

5.7 安全保护装置的性能试验方法

5.7.1 本试验在满载条件下进行。

5.7.2 试验程序

5.7.2.1 从 4.1.1 条试验箱的温度等级中任选 3 个温度作为试验温度。

5.7.2.2 在降温过程中,将安全保护和报警温度顺次设定在安全保护装置上,当工作空间几何中心点的温度达到设定温度时,报警装置应发出信号,安全保护装置应立即切断电源。

5.7.3 试验结果的评定

在试验过程中,报警及保护装置每次均动作,即符合 4.3.2 条的规定。

5.8 箱门密封性能检查及评定方法

5.8.1 本检查在 5.2~5.8 条的试验开始前及全部结束后各检查 1 次。

5.8.2 将厚 0.1 mm、宽 50 mm、长 200 mm 的纸条垂直地放在门框任一部位,关闭箱门后,用手轻拉纸条,如纸条不能自由滑动,则符合第 4.2.5 条的规定。

5.9 外观涂镀层质量的检查及评定方法

5.9.1 本检查在 5.2~5.8 条的试验开始前及全部结束后各检查 1 次。

5.9.2 用肉眼观察外观涂镀层,结果应符合第4.2.10条的规定。

5.10 保温性能检查及评定方法

5.10.1 本检查在5.3条的测试结束时进行。

5.10.2 用肉眼观察试验箱外壁、箱门密封处的凝露情况。如无明显的露珠或水膜,即符合4.2.2条的规定。

5.11 制冷系统密封性能的检查及评定方法

用卤素灯或肥皂水检查制冷系统管道接头的密封状况,如无泄漏迹象,则符合4.2.9条的规定。

5.12 运输环境试验方法

5.12.1 本试验在5.2~5.9条规定的试验全部符合要求后进行。

5.12.2 对小于500 kg的运输包装件,其正弦振动(定频)试验方法见GB 4587.7。

5.12.3 对不小于500 kg的运输包装件,其跌落试验方法见GB 5398。

5.12.4 运输试验后,检查包装箱有无变形或损坏。拆除包装箱后,检查试验箱外观有无损伤、紧固件有无松脱现象。

5.12.5 在确信试验箱外观完好、紧固件无松脱现象后按出厂检验项目检验。

5.12.6 试验结果的评定

经运输试验后的产品,按出厂检验项目检验合格时,即符合第4.4条的规定。

6 检验规则

6.1 试验箱检验分型式检验和出厂检验两类。

6.2 型式检验

6.2.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a. 新产品试制定型鉴定;
- b. 老产品转厂生产时;
- c. 正式生产的产品在结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- d. 产品停产一年以上再生产时;
- e. 产品批量生产时,每两年至少一次的定期抽检。

6.2.2 型式检验项目及检验方法

型式检验项目及检验方法见下表。

6.2.3 抽样及评定规则

6.2.3.1 成批生产的试验箱,批量在20台以上时,抽检2台。不足20台时抽检1台。

6.2.3.2 抽检样品的型式检验项目应全部合格,否则,对不合格项目加倍抽检。第二次抽检合格时,仅将第一次抽检不合格项目返修,检验合格后允许出厂,如第二次抽检样品中仍有1台不合格,判该批产品不合格。如第二次抽检样品全部合格,则判该批产品合格。

6.3 出厂检验

6.3.1 出厂检验由制造厂质量检验部门负责。

6.3.2 本检验在空载条件下进行。

6.3.3 检验项目及检验方法

6.3.3.1 检验项目及检验方法见下表。

6.3.3.2 试验箱除温度均匀度及容差采用抽样检验外,应逐台进行出厂检验,检验项目均应合格。

6.3.4 抽样及评定规则

6.3.4.1 温度均匀度及容差的出厂抽检量按产品一次批量的10%计算,但不得少于2台。

6.3.4.2 检验项目应全部合格,如有1台不合格,应加倍抽检;第二次抽检合格时,仅将第一次抽检不合格产品返修,检验合格后允许出厂。如第二次抽检仍有1台不合格,则应对该批产品逐台检验。

检 验 项 目	技术要求 章、条号	试验方法 章、条号	检验类别	
			型式检验	出厂检验
温度(均匀度、波动度、容差)	4.1.1~4.1.4	5.2 ¹⁾	○	
风速	4.1.7	5.3	○	
工作室内壁与工作空间的温差	4.1.5	5.4	○	
降温及升温速率	4.1.6	5.5	○	○
噪声	4.3.4	5.6	○	
安全保护装置的性能	4.3.3	5.7		○
箱门密封性能	4.2.5	5.8	○	
外观涂镀层的质量	4.2.10	5.9		○
保温性能	4.2.2	5.10	○	
制冷系统的密封性能	4.2.9	5.11	○	
运输环境试验	4.4	5.12	○	

注:要求检验项目用“○”表示,无“○”表示不要求检验。

1) 型式检验所用的试验方法。出厂检验的方法见 6.3.5 条。

6.3.5 温度均匀度、波动度及温度偏差检验

- a. 按第 5.2.1 条的规定,布放温度传感器;
- b. 开启试验箱降温,当中心测试点的温度第 1 次到达规定测试温度并稳定 2 h 后,在 30 min 内,每隔 2 min 测试所有测试点的温度值 1 次,共测 15 次;
- c. 按式(2)和式(3)分别计算每次测得的最高温度、最低温度及中心测试点温度的算术平均值和标准偏差:

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: \bar{T} ——温度平均值, C;

T_i ——第 i 次测试值, C;

n ——测试次数;

$\hat{\sigma}$ ——标准偏差, C。

- d. 按测试仪表修正值修正平均值;
- e. 如有可疑数据按附录 A 的方法剔除;
- f. 按式(4)和式(5)估算温度均匀度及波动度:

$$\Delta T_u = T_h - \bar{T}_L + 0.55(\hat{\sigma}_h + \hat{\sigma}_L) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta T_b = \pm 2.14\hat{\sigma}_0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中： ΔT_1 ——温度均匀度，℃；
 \bar{T}_h ——平均最高温度，℃；
 \bar{T}_L ——平均最低温度，℃；
 $\hat{\sigma}_h$ ——平均最高温度的标准偏差，℃；
 $\hat{\sigma}_L$ ——平均最低温度的标准偏差，℃；
 ΔT_b ——温度波动度，℃；
 $\hat{\sigma}_o$ ——中心测试点的温度的标准偏差，℃。

g. 估算温度偏差：

$$\begin{cases} \bar{T}_h = T + 2.14\hat{\sigma}_h \\ \bar{T}_L = T - 2.14\hat{\sigma}_L \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

式中： T ——标称温度，℃。

h. 根据中心测试点的温度值调整或修正试验箱指示仪表，使其指示值与中心测试点温度值一致。以上计算结果应符合 4.1.2~4.1.4 条的规定。

7 仲裁试验

当供需双方对产品质量问题有争议时，按型式检验方法进行检验和评定。

8 标志、包装、贮存

8.1 标志

8.1.1 试验箱铭牌的字迹应清晰耐久。

8.1.2 铭牌内容应包括：

- a. 产品型号、名称；
- b. 温度范围、电压、频率及总功率；
- c. 产品序号、制造日期；
- d. 制造厂名称。

8.2 包装

8.2.1 试验箱包装箱上的文字及标志应符合 GB 191 的规定。

8.2.2 包装箱应牢固可靠，能经受第 5.12 条规定的运输试验。

8.2.3 包装箱应防雨、防潮气聚集。

8.2.4 试验箱的附件、备品备件和专用工具应单独包装，牢靠地固定在包装箱内。

8.2.5 试验箱的技术文件如装箱清单、产品使用说明书、产品合格证等应密封防潮，固定在包装箱内醒目的地方。

8.3 贮存

8.3.1 试验箱应贮存在通风良好、无腐蚀性气体及化学药品的库房内。

8.3.2 贮存期长达一年以上的试验箱，应按型式检验抽样规则抽样，按出厂检验项目检验，合格后方可出厂。

附 录 A
可疑数据判别方法
(补充件)

对一组测试数据的某个极大或极小值有怀疑时,应利用专业知识找出原因。在未判明它是否合理前,既不要轻易保留,也不要随意剔除,可用下述方法判别,决定取舍。

A1 利用式(2)和式(3)算出该组数据的平均值及标准偏差。

A2 求格拉布斯准则判别值:

$$\lambda(a, n)\hat{\sigma}$$

对本标准,取 $a=0.01$ 。

则当 $n=15$ 时, $\lambda(a, n)=2.7$;

$n=14$ 时, $\lambda(a, n)=2.66$;

$n=13$ 时, $\lambda(a, n)=2.61$ 。

A3 当 $|T_i - \bar{T}| > \lambda(a, n)\hat{\sigma}$ 时,剔除该 T_i 值,并重新按式(2)、式(3)计算保留数据的平均值及标准偏差。

附加说明:

本标准由广州电器科学研究所归口。

本标准由广州电器科学研究所负责起草。

本标准主要起草人谢建华。