

Specification for low temperature/low
air pressure test chambers

1 主题内容与适用范围

本标准规定了低温、低气压试验箱(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低气压试验的试验箱。

2 引用标准

GB 191 包装储运图示标志

GB 998 低压电器基本试验方法

GB 1497 低压电器基本标准

GB 2424.1 电工电子产品基本环境试验规程 高温低温试验导则

GB 2424.15 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

GB 4857.7 运输包装件试验方法 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. 气压:86~106 kPa;
- d. 周围无强烈振动,无腐蚀性气体;
- 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,当周围空气需强制流动时,气流不应直接吹到箱体上;
- g. 周围无磁场影响;
- h. 周围无高浓度粉尘及腐蚀性物质。

3.2 电源条件

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

3.3 供水条件

使用自来水或循环水。水温:小于30℃;水压:0.1~0.3 MPa。

3.4 负载条件

- a. 试验负载可选用 电工电子产品, 包括整机、元器件或绝缘材料等;
- b. 试验负载和总质量按每立方米工作容积内放置 50~80 kg 试验样品计算;
- c. 试验负载的总体积不大于工作空间容积的 1/5;
- d. 在垂直于主导风向的任意截面上, 试验负载截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 试验箱在作低温、低气压单项试验时, 其工作空间应符合表 1 和表 2 的规定。

表 1 ℃

温度等级	+5	-5	-25	-40	-55	-65
偏差	±3					

表 2 kPa

气压等级	84	79.5	70	61.5	55	40	25	15	8	4	2	1
偏差	±2						±5%				±0.1	

注: 试验箱在进行低温低气压综合试验时, 若气压低于 10 kPa, 温度偏差可放宽。

4.1.2 气压变化速率: 不应大于 10 kPa/min。

4.1.3 温度均匀度: 不大于 2℃。

4.1.4 温度波动度: 不大于 ±1℃。

4.1.5 工作室中壁温度与工作空间的温度之差不应超过 2% (按开尔文温度计算)

4.1.6 当进行低温、低气压综合试验时, 试验箱温度变化速率按每 5 min 计算平均速率不大于 1℃/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

4.3.1 接线柱之间及接线柱对箱体金属外壳之间的绝缘电阻应不低于 200 M Ω ,并能承受 50 Hz 交流电压 2 000 V、施压时间 1 min 的耐电压强度试验。

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

4.3.3 整机噪声应不高于 80 dB(A)。

4.3.4 应设有电源断相、缺水、超温保护及报警装置。

4.4 运输环境性能

4.4.1 试验箱运输包装件的质量在小于 500 kg 时,应能承受正弦振动(定频)试验。试验时,振动台频率为 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 4857.7 附录 A 选用。

4.4.2 试验箱运输包装件的质量大于 500 kg、并至少有一条边长在 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其他技术资料中尽可能向用户提供产品可靠性指标,如失效率、平均寿命(MTTF)、平均无故障工作时间(MTBF)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,试验箱因制造不良而发生损坏或不能正常工作时,制造厂应免费为用户修理或更换。

5 试验方法

5.1 测试仪器

5.1.1 风速仪

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。

传感器时间常数:不大于 20 s。

系统的精密密度: $\pm 0.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

温度计需经国家法定计量机构检定合格,具有有效合格证书和误差修正值。

5.1.3 表面温度计

采用铂电阻或其他类似传感器组成并满足下列要求的测量系统:

传感器时间常数:不大于 20 s。

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

5.1.4 气压测试仪器

采用误差小于被测气压允许误差 1/3 的气压表(计)。

5.1.5 绝缘电阻测试仪表

选用电压等级为 500 V、精度为 1.0 级的各种兆欧表。

5.1.6 耐压试验装置

可采用符合 GB 998 中 6.3.2 条规定的各种耐压试验装置。

5.2 温度测试方法

5.2.1 测试点的位置及数量

5.2.1.1 在试验箱工作室内生定出上、中、下三个测试面,简称上、中、下三层。上层与工作室的顶面¹⁾的距离为工作室高度的 1/10,中层通过工作室几何中心,下层在最低层样品架上方 10 mm 处,如不能满足 1/10 的要求,供需双方可根据实际情况协商,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 测试点数量与工作室容积大小的关系:

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。

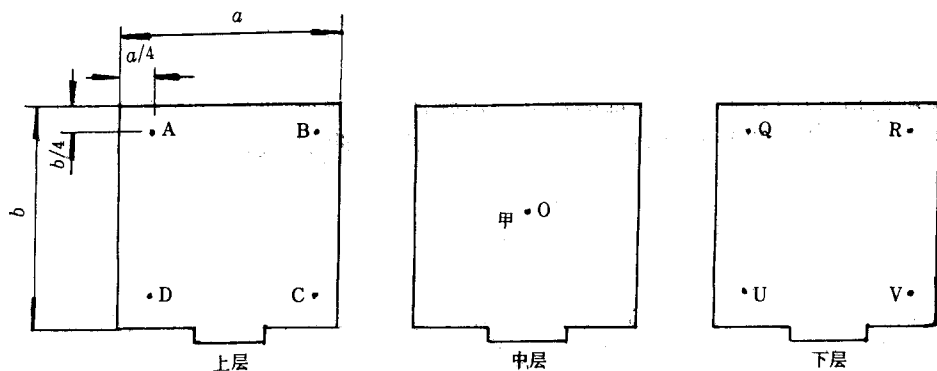


图 1

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,测试点为 13 个,布放位置如图 2。

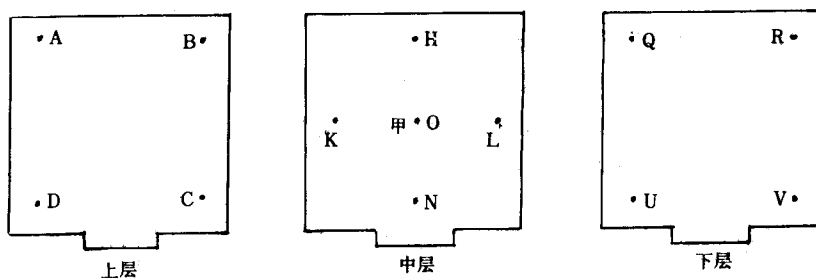


图 2

A, B, …… , U, V—温度测试点

5.2.2 本测试应按 3.4 条规定的负载和 3.1 条规定的正常大气压力条件下进行,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 测试所有测试点温度值 1 次,在 30 min 内共测 15 次,隔 30 min 再测试 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 将各测试点的温度值按测试仪表的修正值修正。

5.2.4.2 在 30 min 内,15 次测试数据中,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温度之差的一半,冠以“±”号,为

该标称温度下的波动度。

5.2.4.3 在 24 h 的测试数据中,分别算出最高、最低温度与标称温度之差为试验箱的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 4.1.1~4.1.3 条的规定。

5.3 低气压测试方法

5.3.1 低气压测试点位置为试验箱的气压指示点。

5.3.2 本测试应按 3.4 条规定的负载和 3.1 条规定的正常温度条件下进行。

5.3.3 测试程序

5.3.3.1 在试验箱气压可调范围内,选取最低的试验标称气压值,使箱内的工作空间从常压降至试验气压值,稳定 30 min,立即进行测试,每隔 2 min 测试 1 次,共测 15 次,再隔 30 min 测试 1 次,以后每隔 1 h 测试 1 次,共测试 2 h。

5.3.4 试验结果的计算与评定

5.3.4.1 将测试点的气压值分别按测试仪器的温度和重力修正值进行修正。

5.3.4.2 在 2 h 测试数据中,其最高和最低值与试验气压值之差为试验箱在该标称值下的气压偏差。

5.3.4.3 以上计算结果均应符合 4.1.1 条的有关规定。

5.4 低温低气压综合测试方法

5.4.1 温度测试点的位置及数量与 5.2.1 条相同。

5.4.2 低气压测试点为试验箱的气压指示点。

5.4.3 测试应按 3.4 条规定的负载条件下进行。

5.4.4 测试程序

5.4.4.1 在试验箱高温低气压可调范围内,选取最低标称温度和最低的试验气压值为综合测试值。

当工作空间中的测试点温度达到测试温度时稳定 2 h,启动降压设备,降压至试验气压时,使气压和温度同时保持 30 min,立即同时对气压和温度进行测试。

5.4.4.2 气压测试:观察测试气压表,在 30 min 内每隔 2 min 测试 1 次气压值,共测试 2 h。

5.4.4.3 温度测试:测试所有点的温度值,在 30 min 内每隔 2 min 测试 1 次,共测试 15 次,再隔 30 min 测试 1 次,最后隔 1 h 测试 1 次,共测试 2 h。

5.4.5 试验结果的计算与评定

5.4.5.1 将测试点的温度气压值分别按测试仪器的温度和重力修正值进行修正。

5.4.5.2 在 2 h 气压测试数据中,其最高和最低值与标称气压值之差为试验箱在该标称值下的气压偏差。

5.4.5.3 在 2 h 温度测试数据中,最高的最低值与标称温度之差为试验箱在该标称温度下的温度偏差。

5.4.5.4 以上计算结果均应符合 4.1.1 条的规定。

5.5 温度变化速率测试方法

5.5.1 温度测试点的位置为试验箱的几何中心点。

5.5.2 本测试应按 3.4 条规定的负载条件下进行。

5.5.3 测试程序

5.5.3.1 在试验箱温度可调范围内,选取最低标称温度作为最低降温温度。

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 按式(1)计算升、降温过程中每 5 min 内温度平均变化速率:

$$\bar{V} = \frac{\Delta T}{5} \dots\dots\dots(1)$$

式中： \bar{V} ——温度的平均变化速率，℃/min；

ΔT ——每5 min 的温度变化值。

其结果应符合 4.1.6 条规定。

5.6 气压变化速率测试方法

5.6.1 低气压测试点为试验箱的气压指示点。

5.6.2 本测试应按 3.4 条规定的负载条件进行。

5.6.3 测试程序

在试验箱气压可调范围内选取最低的试验气压值，当箱内工作空间开始降压时，记录从常压降到试验气压的时间；然后关机，开启放气阀，当箱内工作空间开始升压时，记录从试验气压升到常压的时间。

5.6.4 试验结果的计算和评定

按式(2)和式(3)分别计算出升、降压的平均变化速率：

$$\bar{V}_{\text{降}} = \frac{p_0 - p}{t_{\text{降}}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\bar{V}_{\text{升}} = \frac{p_0 - p}{t_{\text{升}}} \dots\dots\dots(3)$$

式中： $\bar{V}_{\text{降}}$ ——降压平均变化速率，kPa/min；

$\bar{V}_{\text{升}}$ ——升压平均变化速率，kPa/min；

p_0 ——常压值，kPa；

p ——试验气压值，kPa；

$t_{\text{降}}$ ——降压时间，min；

$t_{\text{升}}$ ——升压时间，min。

其结果应符合 4.1.2 条的规定。

5.7 工作室内壁与工作室空间温差测试方法

5.7.1 本测试在空载条件下进行。

5.7.2 测试点布放位置及数量

5.7.2.1 在试验箱工作空间几何中心布放一个温度传感器，在工作室六面内壁几何中心各布放一个表面温度传感器，用 O、A、B、C、D、E 和 F 表示。

5.7.2.2 工作室内壁中心有引线孔或其他装置时，测试点与孔壁或其他装置的距离应不小于100 mm。

5.7.3 测试程序

5.7.3.1 在试验箱温度可调范围内，以最高标称温度为测试温度。

5.7.3.2 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 12 次，共测 5 次。

5.7.4 试验结果的计算与评定

5.7.4.1 将各测试点的温度值按测试仪表的修正值修正。

5.7.4.2 分别计算各测试点温度的算术平均值。

5.7.4.3 将工作室内壁与工作空间中心点的温度代入式(4)：

$$\Delta T = \frac{|\bar{T}_n - \bar{T}_0|}{273 + \bar{T}_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

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}_n ——工作室内壁测试点的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

\bar{T}_0 ——工作空间几何中心测试点的温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

其结果应符合 4.1.5 条的规定。

5.8 制冷系统密封性能检查及评定方法

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 4.2.8 条的规定。

5.9 保温性能检查及评定方法

5.9.1 本检查在 5.2 条的测试结束时进行。

5.9.2 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。

5.10 风速测试方法

5.10.1 测试点数量及布放位置与 5.2.1 条相同。

5.10.2 本测试在空载和室温条件下进行。

5.10.3 测试程序

5.10.3.1 将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，找出测试点处的主导风向。

5.10.3.2 将风速仪探头置于测试点，在关闭箱门后测出主导风向的风速值。

5.10.4 试验结果的计算与评定

5.10.4.1 将测得的风速值按风速仪的修正值修正。

5.10.4.2 计算所有测试点风速的平均值。

5.11 绝缘电阻测量及耐压试验方法

5.11.1 本测试在冷态下进行。

5.11.2 绝缘电阻测量和耐压试验耐压部位：

a. 测试接线柱之间和接线柱与箱壳之间；

b. 低压电路接线端子之间和接线端子与外壳之间。

5.11.3 当被试低压电器中装有诸如电动机、仪表及半导体器件时，如有必要，可在试验前予以拆除。

5.11.4 耐压试验应从小于 1/2 试验电压开始，以约 5 s 时间逐步升至规定值，然后持续 1 min，施压结束后应避免突然失压。

5.11.5 试验结果的评定

5.11.5.1 绝缘电阻测量结果应符合 4.3.1 条的规定。

5.11.5.2 耐压试验结果的评定参考 GB 998 的 6.3.5 条及其附录 E。

5.12 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 4.3.3 条的规定。

5.13 安全保护装置的性能试验方法

5.13.1 本试验在满载条件下进行。

5.13.2 试验程序

5.13.2.1 从 4.1.1 条的温度等级中任选 3 个温度等级作为试验温度。

5.13.2.2 在降温过程中，将报警和保护温度顺次设定在安全和保护装置上，当工作空间几何中心点的温度到达设定的温度时，报警装置应发出信号。安全保护装置应立即切断电源。

5.13.3 试验结果的评定

在试验过程中,如报警及保护装置每次均动作,即符合 4.3.4 条的规定。

5.14 箱门密封性能检查及评定方法

5.14.1 本检查在 5.2~5.13 条规定的试验开始前及全部结束后各检查一次。

5.14.2 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 4.2.7 条的规定。

5.15 外观涂镀层质量检查及评定方法

5.15.1 本检查在 5.2~5.14 条的试验开始前及全部结束后各检查 1 次。

5.15.2 用肉眼观察外观涂镀层,结果应符合 4.2.10 条要求。

5.16 运输环境试验方法

5.16.1 本试验在 5.2~5.15 条的试验项目全部符合要求后进行。

5.16.2 对小于 500 kg 的运输包装件,其正弦振动(定频)试验方法见 GB 4857.7。

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

5.16.4 运输试验后,检查包装箱外观有无变形或损坏,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。

5.16.5 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,结果应符合出厂检验要求,即符合 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、工艺有较大改革,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,二年至少一次的定期抽检。

6.2.2 抽样及评定规则

6.2.2.1 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。

6.2.2.2 抽检样品的型式试验项目应全部合格,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一台不合格时,则认为该批产品不合格。如第二次抽检样品全部合格,则认为该批产品合格。

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表 3。

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 2 次抽检合格时,仅将第 1 次抽检不合格产品返修,检验合格后允许出厂;如第 2 次抽检仍有 1 台不合格,则应对该批产品逐台检验。

表 3

检 验 项 目	技术要求 章、条号	测试方法 章、条号	检验类别	
			型式检验	出厂检验
温度偏差	4.1.1	5.2	○	○
综合测试温度偏差	4.1.1	5.4	○	○
温度均匀度	4.1.3	5.2	○	○
温度波动度	4.1.4	5.2	○	○
气压偏差	4.1.1	5.3	○	○
综合测试气压偏差	4.1.1	5.4	○	○
气压变化速率	4.1.2	5.6	○	○
温度变化速率	4.1.6	5.5	○	○
工作室内壁温度与 工作空间温度之差	4.1.5	5.7	○	
风速	4.1.7	5.10	○	
外观涂镀层质量检查	4.2.10	5.15	○	○
安全要求	4.3.4	5.13	○	○
运输环境试验	4.4	5.16	○	
绝缘电阻、耐压试验	4.3.1	5.11	○	○
保温性能	4.2.2	5.9	○	
噪声	4.3.3	5.12	○	
制冷系统密封性能	4.2.8	5.8	○	○
箱门密封性能	4.2.7	5.14	○	

注：要求检验项目用“○”表示，无“○”表示不要求检验。

6.3.5 温度均匀度、波动度及温度容差检验

a. 按 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后稳定 2 h，接着在 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(5)和式(6)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：

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i \dots\dots\dots (5)$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

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(7)和式(8)估算温度均匀度及波动度；

$$\Delta T_j = \bar{T}_h - \bar{T}_c + 0.55(\hat{\sigma}_h - \hat{\sigma}_c) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\Delta T_b = \pm 2.14\hat{\sigma}_c \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中： ΔT_j ——温度均匀度，C；

\bar{T}_h ——平均最高温度，C；

\bar{T}_c ——平均最低温度，C；

$\hat{\sigma}_h$ ——平均最高温度的标准偏差，C；

$\hat{\sigma}_c$ ——平均最低温度的标准偏差，C；

ΔT_b ——温度波动度，C；

$\hat{\sigma}_c$ ——中心测试点的温度的标准偏差，C。

- g. 按式(9)和式(10)估算温度偏差：

$$T_h = T + 3.0\hat{\sigma}_h \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$T_c = T - 3.0\hat{\sigma}_c \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中： T ——标称温度，C。

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 4.1.1、4.1.4~4.1.5 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 试验箱的铭牌应固定在醒目的位置，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 试验箱包装运输件文字及标志应符合 GB 191 的规定。
- 8.2.2 包装箱应牢固可靠,能经受 5.16 条规定的运输试验的考验。
- 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,固定在包装箱内明显的地方。

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(5)和式(6)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:

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

对本标准,取 $\alpha=0.01$

则当 $n=15$ 时, $\lambda(\alpha, n)=2.7$;

$n=14$ 时, $\lambda(\alpha, n)=2.66$;

$n=13$ 时, $\lambda(\alpha, n)=2.61$ 。

A3 当 $|T_i - \bar{T}| > \lambda(\alpha, n)\hat{\sigma}$ 时,剔除该 T_i 值,并重新按式(5)、式(6)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并负责起草。

本标准主要起草人张琳珍。