

《GB/T 2423.34-2005 试验 Z-AD：温度-湿度组合循环试验》对试验箱的要求



一、温湿度控制能力

1. 温湿度范围与精度

•温度：试验箱需满足较宽的温度变化范围，通常为 -40°C - 85°C ，温度偏差控制在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内。升温速率一般要求不低于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，降温速率不低于 $0.7^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，确保在不同循环阶段，温度能快速且精准地达到目标值。

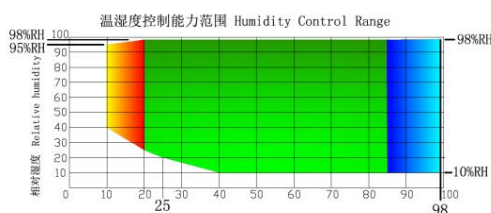
•湿度：相对湿度范围涵盖 20% RH - 98% RH，湿度偏差不超过 $\pm 3\%$ RH。升湿速率应达到 3 - 5% RH/min，降湿速率不低于 2 - 3% RH/min，以满足温度 - 湿度组合循环中复杂的湿度变化需求，精准模拟各类环境条件。

2. 温湿度均匀性与波动性

•均匀性：箱内任意位置的温度梯度不超过 $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ，湿度在不同区域差异需控制在极小范围，保证试验样品在箱内各位置均处于相同的温湿度环境条件下。

•波动性：在每个温湿度稳定阶段，温度波动不大于 $\pm 0.5\text{K}$ ，湿度波动也需维持在合理区间，避免因环境参数的大幅波动影响试验结果的准确性。

3. 温湿度组合循环控制重要性



•**真实环境模拟：**产品在实际使用、运输和存储过程中，常面临温度与湿度协同变化的复杂环境。例如，电子产品在从寒冷干燥的北方运输至炎热潮湿的南方时，会经历显著的温湿度组合变化。试验箱精确控制温湿度组合循环，能高度还原此类真实场景，从而更准确地评估产品在实际复杂环境下的适应性和可靠性。

•**揭示潜在问题：**温湿度的组合变化可能引发产品材料膨胀收缩不一致、电气性能改变等问题。稳定且精准的温湿度组合循环控制，可使这些潜在问题在试验过程中充分暴露。如某些绝缘材料在高温高湿环境下，绝缘性能会快速下降，而在后续降温降湿过程中，又可能因应力变化出现开裂，通过模拟组合循环能有效检测这些问题。

•**产品质量把控：**严格控制温湿度组合循环参数，有助于企业在产品研发和生产阶段及时发现设计和工艺缺陷，优化产品性能和质量。只有经过严苛的组合循环试验验证，才能确保产品在各种复杂环境下稳定运行，减少售后故障风险。

二、风速控制要求

1. 风速范围设定

试验箱内样品周围气流风速需控制在 0.5 – 1.0m/s。合适的风速能促进箱内温湿度均匀分布，保证试验样品各部位充分接触温湿度变化的空气，同时避免风速过大干扰样品自身的热湿交换过程。在样品出现加速呼吸及表面凝露时，合理风速可加速空气流动，减少凝露积聚和缓解加速呼吸效应。

2. 风速均匀性保障

箱内各区域风速相对偏差不超过 10%。通过科学设计风道结构和合理选型风机，确保在整个温湿度组合循环过程中，箱内气流稳定且均匀，防止因局部风速差异导致样品试验结果出现偏差，保证样品各处受风速影响一致，避免局部凝露异常。

3. 不同阶段的风速适应性

在温度 – 湿度组合循环的升温、降温、升湿、降湿以及稳定阶段，风速需保持稳定且符合要求。例如在高温高湿阶段，稳定的风速可加速湿热空气与样品的热湿交换；在降温阶段，合适的风速有助于样品快速达到目标温度。尤其在样品可能出现加速呼吸及表面凝露的阶段，稳定风速可维

持箱内环境相对稳定，减少对样品的不利影响。

三、结构与功能设计

1. 箱体结构

- **空间布局：**试验箱容积至少为试验样品体积的 5 倍，保证样品与箱壁、样品间留有充足间距，利于温湿度混合气流的循环流通，避免因空间狭窄导致温湿度分布不均，防止局部环境变化引发样品加速呼吸及表面凝露异常。
- **密封与保温：**采用双层高性能耐老化硅橡胶密封条确保箱门密封，防止箱内温湿度混合气体泄漏；箱体具备高效的保温隔热性能，减少热量传递，维持箱内温湿度稳定，降低能耗。良好的密封性和保温性可避免外界环境干扰箱内温湿度，减少样品因环境突变产生加速呼吸及表面凝露的可能性。
- **观察窗：**箱门配备多层中空钢化玻璃观察窗，内侧采用先进的导电膜加热除霜技术，方便试验人员在试验全程随时清晰观察样品在复杂温湿度环境下的状态变化，包括样品是否出现加速呼吸及表面凝露现象。

2. 内部材质

- **内胆：**选用耐腐蚀、抗潮湿、易清洁的 SUS316 不锈钢镜面板，能够长期耐受温度 - 湿度组合循环的严苛环境，避免内胆材质被侵蚀影响试验环境和样品性能。即使样品表面产生凝露，耐腐蚀的内胆材质也不会被凝露腐蚀而污染试验环境。
- **加热、加湿与通风部件：**风道内的加热器、加湿器、风机等核心部件均采用耐高温、耐高湿且抗腐蚀的特殊材料，确保在频繁的温湿度组合变化中稳定可靠运行，保障温湿度调控的精准性和气流循环的稳定性。稳定运行的通风部件可在样品出现加速呼吸及表面凝露时，及时调节箱内环境，降低影响。

四、循环与控制性能

1. 温湿度组合循环控制

具备高度精准的程序控制功能，可按照标准要求或自定义设置，实现复杂的温度 - 湿度组合循环模式自动运行。能精确控制每个循环阶段的温湿度变化时间、升降速率和保持时长，支持多样化的编程组合，满足不同产品、不同试验目的的需求。通过合理设置循环程序，可模拟样品在实际环境中可能遇到的加速呼吸及表面凝露情况，以便针对性地进行测试。

2. 数据监测与记录

在试验箱内合理布置多个高精度温湿度传感器，实时监测不同位置的环境参数。具备强大的数据记录和存储功能，可完整记录整个试验周期内温湿度组合变化的详细曲线和数据，便于试验后进行深入分析和追溯，为产品性能评估提供可靠依据。同时可记录样品加速呼吸及表面凝露出现时的温湿度数据，为分析问题提供数据支持。

3. 安全保护机制

设置完善的安全保护功能，包括过热、过湿、过冷、漏电、超压等多重保护。当温湿度超过设定范围或设备出现故障时，系统立即自动报警并停止运行，同时具备应急处理措施，保障试验人员安全和设备完好，防止因温湿度异常变化引发安全事故。在样品出现异常的加速呼吸及表面凝露情况可能影响设备安全时，安全保护机制可及时介入。

五、其他要求

1. 凝结水管理

- 排水系统：设计高效完善的排水系统，确保试验过程中产生的凝结水能够及时、连续排出，且未经净化处理的凝结水严禁重复使用，防止杂质回流污染试验环境，影响试验结果。样品表面产生的凝露需通过排水系统及时排出，避免积水影响样品性能和试验环境。
- 防滴漏设计：箱体内部采用特殊的结构设计和导流装置，避免凝结水滴落到试验样品上，可通过合理布局的导流槽或集水槽将凝结水安全引导至排水口，防止因水滴接触样品导致局部受潮或短路等问题。防止样品表面凝露滴落到其他部位，造成额外的试验误差。

2. 用水要求

用于加湿的水，电导率需严格控制在不超过 $20 \mu S/cm$ ，确保加湿用水的高纯净度。防止水中杂质在加湿过程中产生沉淀、堵塞管道或对试验环境及样品性能造成不良影响，保证试验的准确性和可靠性。纯净的加湿用水可减少因水质问题导致样品表面异常凝露的情况。

3. 操作便利性

- 操作界面：配备直观、人性化的操作面板，方便试验人员快速设置温湿度组合循环参数、试验时间、循环次数等；支持实时查看设备运行状态、温湿度数据、循环进度等信息，并可便捷地导出数据，便于用户监控和调整试验过程中的各项参数。试验人员可通过操作界面及时调整参数，应对样品出现的加速呼吸及表面凝露现象。
- 安装与维护：设备设计便于安装，提供详细的安装指南和技术支持。日常维护和检修操作简单，关键部件易于拆卸和更换，配备完善的配件供应体系，有效降低维护成本和难度，提高设备的使用效率和使用寿命。确保设备稳定运行，为测试样品加速呼吸及表面凝露情况提供可靠保障。

六、样品加速呼吸及表面凝露现象

1. 样品加速呼吸现象

•产生原理：在 GB/T 2423.34 - 2005 温度 - 湿度组合循环试验中，样品随着温湿度的快速变化，其内部和外部环境的气压差、湿度差会发生改变。例如，当温度快速上升时，样品内部的气体受热膨胀，促使内部气体与外界气体交换速度加快，从而出现加速呼吸现象。

•对试验的影响：样品加速呼吸可能导致外界的湿气、腐蚀性气体等更快地进入样品内部，加速样品材料的老化和性能劣化，影响试验结果的准确性和产品可靠性评估。如含有多孔结构的电子元件，加速呼吸会使其内部更快受潮，影响电气性能。

2. 样品表面凝露现象

•产生原理：当试验箱内温度快速下降，而湿度较高时，空气中的水蒸气会在温度较低的样品表面凝结成水珠，即产生凝露现象。例如，从高温高湿阶段快速进入低温阶段时，样品表面温度迅速降低，极易出现凝露。

•对试验的影响：凝露可能会导致样品表面绝缘性能下降，对于电子产品可能引发短路等故障；对于金属材质样品，凝露会加速其腐蚀过程，影响产品的结构强度和使用寿命，干扰对产品真实性能的评估。

七、测试验证目的与其他湿度测试的区别

1. 测试验证目的

GB/T 2423.34 - 2005 试验 Z-AD 温度 - 湿度组合循环测试旨在模拟产品在实际使用中可能遭遇的极端且复杂多变的温湿度环境，通过周期性、交替性的温湿度变化，全面考核产品在不同温湿度组合条件下的综合性能、可靠性以及耐久性。验证产品是否会因温湿度的协同变化出现材料老化、性能劣化、功能失效等问题，同时也关注样品在温湿度变化过程中出现的加速呼吸及表面凝露等现象对产品性能的影响，从而为产品的设计优化、质量改进和风险评估提供科学依据，确保产品能够适应全球不同地域、不同季节的复杂环境条件。

2. 与其它湿热测试的区别

•测试条件：

◦恒定湿热测试：如 GB/T 2423.3 - 2006 试验 Cab 恒定湿热试验，仅维持单一恒定的高温高湿环境，不涉及温湿度的动态变化，难以模拟样品在实际环境中因温湿度波动产生的加速呼吸及表

面凝露现象。而试验 Z-AD 通过多阶段、周期性的温湿度组合循环，模拟的环境条件更为复杂和贴近实际，能检测产品在温湿度交替变化过程中出现的问题，包括加速呼吸及表面凝露对产品性能的影响，恒定湿热测试难以发现产品在温湿度波动环境下潜在的性能隐患。

◦交变湿热测试：像 GB/T 2423.4 - 2008 试验 Db 交变湿热 (12h+12h 循环)，虽有温湿度的交替变化，但温度湿度变化规律相对固定。试验 Z-AD 的温湿度组合循环可根据实际需求进行多样化编程，温度湿度变化范围更广、速率更灵活，能更真实地模拟样品在实际环境中可能遇到的各种温湿度变化情况，更易引发样品的加速呼吸及表面凝露现象，对产品的考验更为严苛。

•测试侧重点:

◦其他湿度测试：多聚焦于产品在单一湿度环境或简单湿度变化下的耐受性，主要考察湿度对产品某方面性能的影响，较少关注温湿度协同变化导致的样品加速呼吸及表面凝露现象及其对产品综合性能的影响。例如评估产品在高湿环境下的防潮性能，或在湿度渐变过程中的电气稳定性。

◦试验 Z-AD：强调温度与湿度协同变化对产品综合性能的影响，不仅关注湿度因素，还着重探究温度和湿度交互作用下，产品材料的物理化学变化、部件间的配合性能变化等，同时重点研究样品在温湿度变化过程中出现的加速呼吸及表面凝露现象对产品性能的影响。如在高温高湿到低温低湿的循环过程中，检测产品因材料热胀冷缩和湿度变化共同作用导致的结构变形、密封失效等问题，以及加速呼吸和表面凝露对这些问题的加剧作用。

•应用场景:

◦其他湿度测试：适用于对环境要求相对单一或仅需评估特定湿度环境适应性的产品，如室内常规使用的电子产品、对湿度敏感但温度变化影响较小的材料等，这些产品在使用过程中较少经历复杂的温湿度变化，因此加速呼吸及表面凝露现象不突出。

◦试验 Z-AD：更适用于航空航天设备、户外通信基站、汽车电子等高可靠性要求产品，这些产品在实际使用中会面临复杂多变的环境，容易出现加速呼吸及表面凝露现象，试验 Z-AD 能更真实地模拟其服役环境，确保产品在极端条件下仍能正常运行。

总结

用于 GB/T 2423.34 - 2005 试验 Z-AD 温度 - 湿度组合循环试验的试验箱，需在温湿度控制、风速调节、结构设计、循环控制、安全防护等多方面达到严格标准，尤其要精准实现温湿度组合循环控制。同时，需充分考虑样品在试验过程中可能出现的加速呼吸及表面凝露现象，通过合理设计和参数调控，降低这些现象对试验结果的干扰，准确评估产品在温度 - 湿度协同变化环境下的性能和可靠性。该测试独特的验证目的和与其他湿度测试的显著区别，使其在产品可靠性验证中具有不可替代的重要作用。

关于“鼎准 TOPS”

鼎准 TOPS 专注于高端环境试验设备研发制造 20 年，针对 GB/T2423.34-2005 标准精心打造的温度-湿度组合循环试验箱，配备先进的高精度温湿度组合控制系统和智能风速调节系统可同时，能

够实现温湿度参数的精准控制和稳定运行。我们拥有专业资深的研发团队，可根据客户的特殊需求定制个性化试验解决方案；完善的售后服务网络提供设备安装调试、操作培训、定期维护等一站式服务。

立即咨询

- 电话: +86-755-26478771
- 邮箱: Jon.zhang@sztops.cn
- 官网: www.sztops.cn
- 地址: 深圳市宝安区燕罗街道罗田社区象山大道 222 号厂房 A 栋

鼎准 TOPS-“您值得信赖的可靠性试验专家”，将竭诚为您的试验工作保驾护航！