

冷却部件的泄漏测试

如何检测冷却液分配单元(CDU)的泄漏

随着液体冷却对高密度电子产品和数据密集型应用日益重要,冷却液分配装置(CDU)已成为确保稳定热性能的关键组件。通过调节冷却液的温度、压力和流量,CDU直接影响系统的可靠性和效率。任何完整性的丧失——尤其是泄漏——都可能导致设备损坏、运行时间减少或安全风险。

应用

CDU 根据系统要求和冷却能力采用多种机械配置设计。虽然内部结构可能不同,但大多数装置都包含泵、阀门、热交换器、传感器和分配歧管的组合,这些组件必须在受控的压力和温度条件下协同工作。由于这些组件例行处理循环冷却液——通常在较高压力下——任何泄漏风险都会对冷却回路和被保护设备构成严重威胁。本文档说明了 CDU 泄漏测试的典型执行方式,并概述了使用示踪气体嗅探器(如 INFICON 的 Sentrac 或 XL3000flex 泄漏探测器)来验证 CDU 完整性以进行最终验证的优势。

传统泄漏测试方法

每个接头、焊缝或密封件都是潜在的泄漏点。为了满足严格的气密性要求,现代 CDU 需要进行泄漏测试,测试阈值非常低,通常在 $10^{-5} \sim 10^{-7}$ mbarl/s 的范围内。通常应用于 CDU 零件和组件的泄漏测试方法包括:

- **压力衰减:** 用于最终组装前的 CDU 零件。用空气或惰性气体对零件进行加压,然后隔离并监测是否存在随时间的压力下降。压力下降表明存在泄漏。该方法成本高效且易于实施,但对温度变化敏感,且对于大的内部体积的处理不当,缺乏检测小泄漏所需的灵敏度,并且无法指示泄漏位置。
- **真空泄漏测试:** 用于密封零件,如外壳和箱体。相比压力衰减,它对环境变化不太敏感,通过测量真空下的压力上升来提供稳定的结果。然而,它需要抽真空时间(在存在水分的情况下时间更长),投资成本更高,且无法确定泄漏位置。
- **泄漏检测传感器:** 可在功能验证期间集成。它们检测导电冷却液的存在,并确认在主动流量测试期间不发生泄漏。
- **示踪气体嗅探器泄漏测试:** 涉及用示踪气体(通常为氦气或形成气体)对 CDU 零件进行加压,并用手持嗅探探头扫描接头、焊缝和配件。该方法提供高灵敏度,达到现代液体冷却系统所需的低泄漏速率,并且与压力衰减或真空测试不同,允许精确定位单个泄漏。



数据中心机架内的CDU原型。**Sentrac**为组件级和组装系统的验证提供经济型泄漏测试解决方案,确保CDU安装后冷却液回路保持完全密闭。AI生成的图片

泄漏规范 (典型)

mbarl/s	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-7}$
atm cc/s	$\approx 1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-7}$
cm ³ /min	$\approx 6 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-6}$
Pa m ³ /s	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-8}$

如需更多信息 → inficon.com

来自 INFICON 的嗅探器泄漏检测器进行最终泄漏测试

对完全组装的系统进行最终测试是必要的, 以确保 CDU 安装后冷却液保持完全密闭。与 CDU 单个零件的测试类似, 最终的嗅探测试涉及用形成气体 (5% 氢气和 95% 氮气混合) 或氦气示踪气体填充系统。

在用示踪气体填充装置之前, 可以进行简短的预抽真空, 以去除任何“气穴”并确保示踪气体分布均匀。

之后, 对 CDU 进行泄漏检测。INFICON 提供三种经过验证的 CDU 最终验证解决方案:

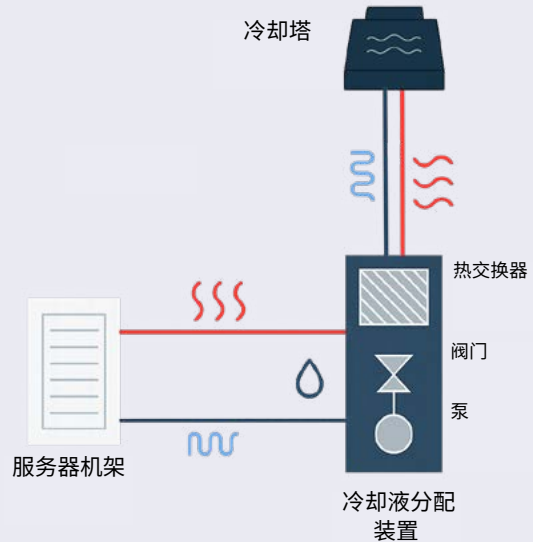
对于成本意识的制造商: **Sentrac 泄漏检测器**是 CDU 测试中最具成本效益的选择。Sentrac 使用形成气体工作, 可检测各种大小范围的泄漏, 无需氦气供应。其简单直观的操作和最少的培训要求使其适用于生产线和现场服务/维护团队, 最大化资产利用率并降低总体拥有成本。

对于最高灵敏度要求: **Protec P3000 泄漏检测器**使用氦气作为示踪气体, 能够实现高达 1×10^{-7} mbarl/s 的高灵敏度测量, 满足最严格的 CDU 规范。

对于最大灵活性: **XL3000flex** 支持氦气和氢气示踪气体, 具有相当的灵敏度, 无需更换设备即可应对最广泛的应用场景。

所有泄漏检测器都使用手持嗅探探头, 沿着密封件、接头、焊缝和其他关键区域手动 (或自动) 移动。逃逸的示踪气体会被立即检测到, 当超过预设的拒收阈值时触发视觉和声学报警。这允许精确定位和量化泄漏。检测到的泄漏位置可以修复, 最终在最终验证前再次测试。

CDU 原理图



液冷数据中心系统中热管理的简化示意图, 显示了服务器机架、CDU 和冷却塔之间的冷却液流动。

观看我们的 嗅探泄漏测试视频!



氦气或合成气体泄漏测试的优势

- 可靠且可重复的测量
- 高灵敏度, 检测甚至最小的泄漏
- 成本高效的示踪气体选择, 形成气体消除了氦气供应成本, 而不牺牲精度
- 适用于不能承受真空的零件的测试, 如软塑料外壳、橡胶垫圈或精密电子组件
- 独立于湿度或温度变化
- 干燥、非腐蚀性测试
- 立即泄漏定位

INFICON公司的高性能嗅探式泄漏检测器专为高精度工业泄漏测试而设计, 包括XL3000flex氦气和氢气泄漏检测器 (用于在苛刻的生产环境中全天候嗅探), 以及经济型Sentrac氢气泄漏检测器, 后者具有处理小泄漏和大泄漏的独特能力, 既可应用于生产线, 也可应用于维修线。



XL3000flex 氦气和氢气泄漏检测器



Sensistor Sentrac 氢气泄漏检测器