DTC冷却部件泄漏检测

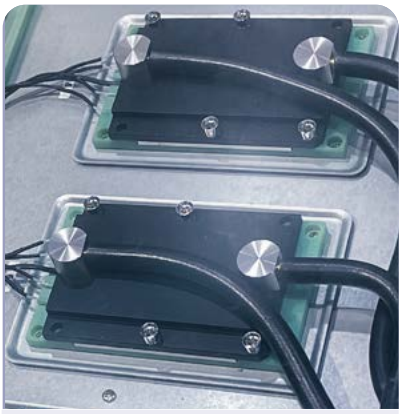
如何检测数据中心直触芯片冷却系统（DTC）的泄漏

随着人工智能工作负载将机架功耗密度推至远超传统风冷极限的水平，直接芯片冷却（DTC或D2C）技术已成为现代数据中心的关键解决方案。由于该方法在机架等关键区域引入液体或制冷剂回路，任何泄漏都可能破坏散热性能、影响运行时间并损坏高价值硬件设备。

应用

在直接接触冷却（DTC）技术中，热量从芯片传递至循环流体，从而降低对风冷系统的依赖。这类冷源直连芯片的系统设计中，冷却液直接输送至安装在CPU、GPU和加速器等高功率组件上的冷板，实现源头高效散热。冷却液分配单元（CDU）通过歧管和软管将冷却液输送至每个服务器机架，同时调节其流量、压力和温度，确保系统运行稳定。

冷板技术采用两种方案：单相DTC通过密封回路循环液态冷却剂，而更高效的双相DTC则利用在处理器冷板内沸腾的制冷剂。单相系统中，热量通过冷却液流经冷板表面时产生的温度升高被吸收。在双相系统中，热量通过冷板内制冷剂的部分蒸发移除，利用潜热实现更高热效率。吸收热量后，升温的冷却液返回CDU，在冷却液循环前将热量从IT回路中移除。本应用说明介绍了传统泄漏检测方法，以及INFICON解决方案在泄漏检测方面的优势。



直触芯片冷却设计的原型。需检测泄漏的组件包括冷板、管道和快速接头等。

更多信息 → inficon.com

传统方法

由于DTC系统依赖众多相互连接的组件，每个连接点和回路都必须保持严密密封以防止冷却液泄漏。针对直接接触芯片的液冷组件（如冷板、歧管和快速断开接头），其典型泄漏率要求范围为10^{-5}至10^{-6} mbar•l/s。

检测冷却部件泄漏的常用方法是压力衰减法。该方法通过向部件充入空气并加压，随后监测随时间变化的压力降。然而，该方法易受温度波动影响，可能导致测量精度下降。虽然压力衰减法能反映系统整体密封性，却无法精确定位泄漏点。为定位较大泄漏，有时会在测试后使用肥皂水；但这种方法存在问题，因为部件本应保持清洁干燥。

对于数据中心冷却应用而言，这些方法往往灵敏度不足。在已安装的系统中，铺设于架空地板下方、管道沿线、冷却单元下方及分流器周围的传感电缆可检测导电液体泄漏。然而，这些传感器易受灰尘、腐蚀或湿度影响而产生误报。

典型组件与泄漏风险

典型组件与泄漏风险	潜在泄漏位置	泄漏风险
冷板	焊缝、接缝、配件	存在高风险的短路、电路板损坏、过热及腐蚀现象
快速断开接头	O形圈，密封件	机柜内部液体泄漏风险高，可能导致氧气置换，压力波动
歧管/分配块	接缝、密封件、端口	存在高风险的泄漏可能性、过热、腐蚀及不安全操作条件

INFICON的解决方案

一种无损且高灵敏度的检测方法是示踪气体泄漏检测，该方法能让用户在不损坏部件的情况下识别极其微小的泄漏。根据部件特性，可采用真空法或嗅探法进行检测。

典型组件泄漏率及测试方法

	泄漏率要求	推荐泄漏测试
冷板 （单相液体） （含制冷剂的两相）	10^{-5}…10^{-6} mbar•l/s ⩽10^{-6} mbar•l/s	真空测试
热交换器	10^{-4}…10^{-5} mbar•l/s	真空测试 嗅探测试
分配器/分配块 （机架级）	10^{-5} mbar•l/s	真空测试 嗅探返工
快速断开接头	10^{-5}…10^{-6} mbar•l/s	嗅探测试

LDS3000泄漏检测仪可同时使用氦气和氢气示踪气，是进行真空泄漏测试的理想选择 。

LDS3000泄漏检测仪及配件

真空泄漏测试

真空测试包括将部件置于真空室中，抽空空气后注入氦气等示踪气体，并使用LDS3000氦气和氢气泄漏检测仪等高灵敏度探测器来识别泄漏点。该设备可同时使用氦气或氢气示踪气体，并能够检测低至10^{-11} mbarl/s范围内的泄漏。若存在泄漏，氦气将从部件逸出进入腔室，被检测器捕捉后触发警报信号。该设备采用紧凑型设计，确保无缝集成，安装简便且占用空间极小。

INFICON的高性能工业嗅探仪专为高精度泄漏检测而设计，产品线包括：适用于严苛生产环境中全天候嗅探的**XL3000flex**氦气与氢气泄漏检测仪，以及具备独特检测能力、可同时应对生产与维修线中小型泄漏的**Sentrac**氦气泄漏检测仪。

嗅探泄漏测试

当需要在生产或返工过程中精确定位接头、密封件及类似区域的泄漏时，嗅探式泄漏检测是首选方案。该方法通过向部件注入示踪气体（如氦气或氢氦合成气体）加压，再将嗅探探头沿接缝、焊缝、管件及连接处移动（可手动或由机器人操作）。通过检测逸出的示踪气体，可精确定位并量化泄漏点。
INFICON产品系列提供氦气与氢气双重嗅探解决方案。Protec® P3000(XL)氦气泄漏检测仪与XL3000flex氦气/氢气泄漏检测仪专为高吞吐量严苛生产环境的全时嗅探应用设计。Sentrac®氦气泄漏检测仪采用紧凑型设计，经济高效，可检测低至10-5 mbarl/s的液体泄漏，适用于生产及维修生产线。

XL3000flex 氦气与氢气泄漏检测仪

Sentrac氦气泄漏检测仪

示踪气体泄漏检测的优势

- 显著提升的灵敏度，可检测最微小的泄漏
- 准确的测试结果，具有高重复性
- 精确定位泄漏点
- 清洁、无损检测方法
- 快速结果，停机时间极短

reach.china@inficon.com | inficon.com

由于我们持续推进产品改进计划，规格如有变更恕不另行通知。