

液冷落地，兼容先行

德国莱茵TÜV – 液冷数据中心全栈兼容性评估方案

赵 璇

德国莱茵TÜV大中华区电子电气产品服务项目经理

目录

CATALOGUE

第一部分

行业趋势洞察

液冷数据中心 · 市场渗透率

第二部分

故障与失效归因

分析失效原因 · 直面行业痛点

第三部分

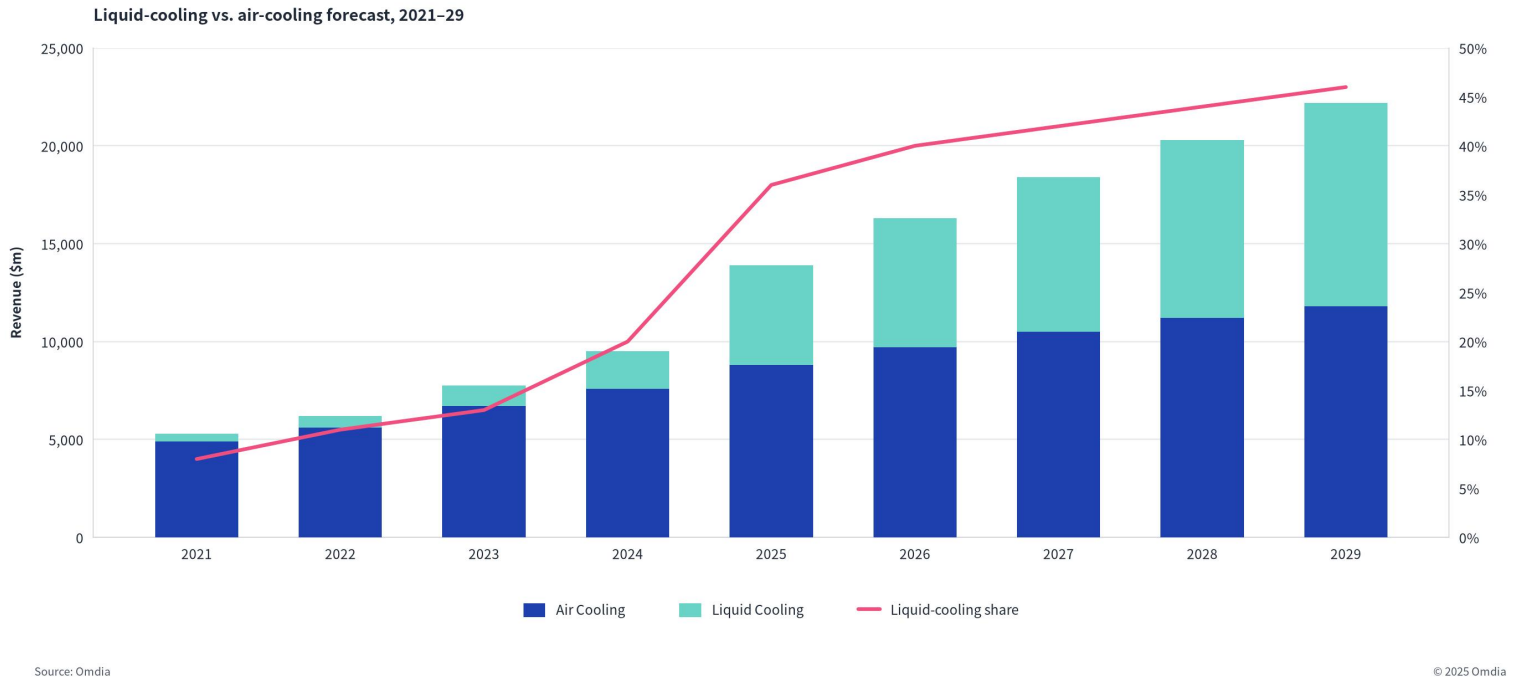
全栈兼容性方案

科学评估体系 · 体现核心价值

行业趋势洞察

液冷数据中心营收占比稳步增长

液冷行业处于高速增长阶段，未来三年仍将保持两位数增速



数据来源：Omdia · 2025

结论

规模翻番
赛道长坡厚雪

46% 2029年占比预测

45% 未来三年平均占比预测

需求与政策双轮驱动，长期空间可观

行业趋势洞察

产业核心指标一览

中国液冷服务器市场规模及预测

产业规模

1300 亿元 (2029E)

液冷服务器市场规模快速扩张

数据来源：中国信通院 · 2025

注册企业

1.92 万家

产业链主体持续集聚壮大

数据来源：企查查 · 2026

研发投入强度

约 8 % 左右

技术投入驱动创新加速升级

数据来源：头部企业财报

三大指标勾勒行业基本面：规模快速扩张、产业链企业众多且研发投入强度高。

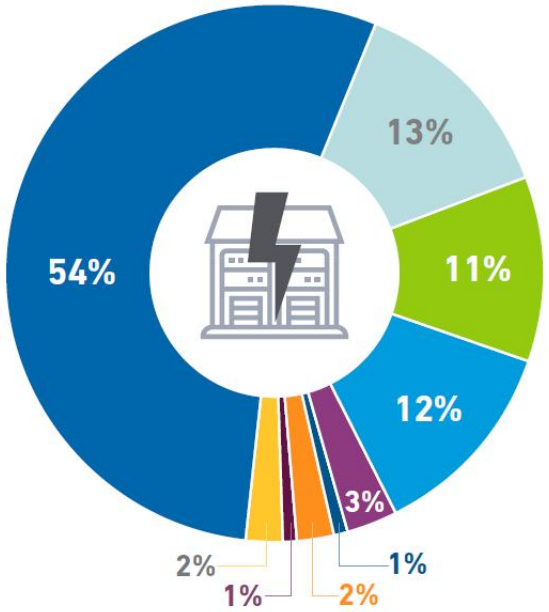
故障与失效归因

失效原因分析



(All figures rounded)

数据来源：Uptime 2025



- 供配电故障是非计划停机首要诱因，占比54%。
- 冷却类故障占13%，液冷带来泄漏、腐蚀等新增风险，失效影响大于传统风冷。

冷却系统位居第二，是仅次于供电系统的重大停机来源。

故障与失效归因

液冷系统失效原因

失效根因全景梳理

锚定风险精准优化，液冷技术落地可靠性稳步提升

42%	22%	15%	10%
泄漏	腐蚀	堵塞	硬件故障
密封件 / 快接头 不兼容	冷却液劣化 化学腐蚀	颗粒物沉积 流道堵塞	CDU异常 泵组 / 传感器失效

数据来源：行业工程复盘统计



全栈兼容性方案

液冷兼容性评估：不至于漏液

针对浸没式补充专项测试，全方位评估材料兼容性

现状与风险

产品与液冷路线差异大，无统一标准

真正的风险不在初装，而在长期运行后逐步暴露

评估思路

不只看单一材料或部件，沿全链路系统识别失效风险

材料 → 部件 → 工质 → 系统

方案目标

标准化测试 + 系统化评价

为液冷系统规模化部署提供可靠性保障

四层含义

材料兼容性

冷却液与材料相容性

功能兼容性

部件功能的长期保持

电气兼容性

电气部件与冷却回路

寿命兼容性

长期老化与性能衰减

全栈兼容性方案

科学评估体系 · 体现核心价值

依托标准化测试评估，为液冷规模化落地保驾护航

金属材料

液冷板及管路
快接头、阀件
传感器、流量计
泵体流道腔体

GPU/CPU散热底座
散热器翅片组件
浸没槽、槽内支架
器件金属外壳

无机非金属材料

陶瓷密封件、阀芯
传感器芯体
玻璃视窗
石墨密封垫片

陶瓷电容本体
陶瓷芯片封装基底
石墨导热垫片
槽体玻璃观察窗

橡胶材料

管路O型密封圈
快接头密封胶圈
泵体密封环
传感器密封垫圈

连接器密封胶圈
板卡缓冲橡胶垫
槽内管路接头O型圈
浸没式传感器密封件

塑料材料

塑料管路
泵体塑料流道外壳
传感器塑料底座
过滤器塑料壳体

连接器绝缘外壳
元器件封装壳体
槽内固定支架
线缆绝缘外皮

全栈兼容性方案

多维度专项验证测试

针对浸没式补充专项测试，全方位评估材料兼容性

针对绝缘部件	针对冷却工质	针对冷却工质
抗电强度、绝缘阻抗	**介电常数**	**介电损耗**
确保绝缘部件始终保持可靠的绝缘性能	保障高速信号完整性，避免干扰和延时	减少介质发热，带来额外热负荷与老化

三大指标：保障浸没系统绝缘安全、高速信号质量，降低介质发热与工质老化风险。

全栈兼容性方案

系统级评价方案

多材质耦合验证，识别液冷系统材料兼容失效风险。

静态浸泡结合动态专项测试，复现机房真实工况。

从部件到工质全链路评估，保障 AIDC 液冷长期可靠运行。

加速老化模型

阿伦尼乌斯模型 - 加速因子 (AF)

$$AF = \exp\left[E_a/k \cdot (1/T_u - 1/T_t) \right]$$

注：E_a为激活能，k为玻尔兹曼常数，T为绝对温度 (K)

测试时间换算公式

$$T_test = L_target / AF$$

注：T_test为实际测试时长，L_target为目标等效寿命

全栈兼容性方案

交付成果

权威检测报告 · 持续跟踪监测

多种合作模式和定制化服务以保障液冷系统可靠运行

成果交付

兼容性检测报告

根据TÜV莱茵 2 PfG 3339 标准
出具检测权威检测报告及证书
初筛液冷失效风险

定期冷却工质品质监测

追踪介质老化、杂质析出、
组分衰减趋势
提前识别材料兼容失效风险

增值服务

定制化联合测试

按需设计测试方案
验证组件兼容性
为液冷项目提供定制化试验数据支撑

长期适配咨询及项目技术支持

提供全周期液冷适配评估
现场技术对接与问题闭环支持
保障系统长期稳定运行

连接全球信任，赋能可持续未来

TÜV 莱茵 —— 全球领先的独立第三方检验、检测、认证与咨询服务机构

以独立、公正、专业的技术服务，助力企业赢得全球市场信任。

150+

年技术积淀

自 1872 年以来
持续守护安全、质量与
可持续发展

50+

个国家和地区

覆盖全球主要市场与产业集群



500+

个分支机构

贴近客户需求，
提供高效响应与专业服务

约 26,000

名专业员工

汇聚检测、认证、工程、数字化
及可持续发展领域专家

- **欧洲**
  全球总部、技术能力中心、工业与交通服务
- **中国及亚太**
  制造业、电子电气、消费品、
  新能源与供应链服务
- **北美**
  产品合规、市场准入、汽车与工业服务
- **中东 · 拉美 · 非洲**
  能源、基础设施、工程项目
  及全球供应链支持

检验、检测与认证 | 工业与基础设施 | 交通与汽车 | 消费品与电子电气 | 可持续发展与绿色转型 | 数字信任与网络安全

Global Computing Consortium
全球计算联盟

2026全球计算大会(CGC2026)

COMPUTING GLOBAL CONFERENCE 2026

谢谢！