



液冷技术

未来的必然选择与普洛斯的硬核集成

高远

普洛斯算力中心产品与解决方案总监



液冷技术

未来的必然选择与普洛斯的硬核集成

高远

普洛斯算力中心产品与解决方案总监



目录 Content

第一章：液冷从“可选”变成“必选”

AI算力爆发驱动液冷需求

第二章：Colo视角-液冷落地痛点分析

需求、安全、标准、运维四大挑战

第三章：“普笈”-普洛斯硬核集成秘笈

液冷全链条架构与关键技术

第四章：未来展望

液冷前沿技术

第一章：液冷从“可选”变成“必选”

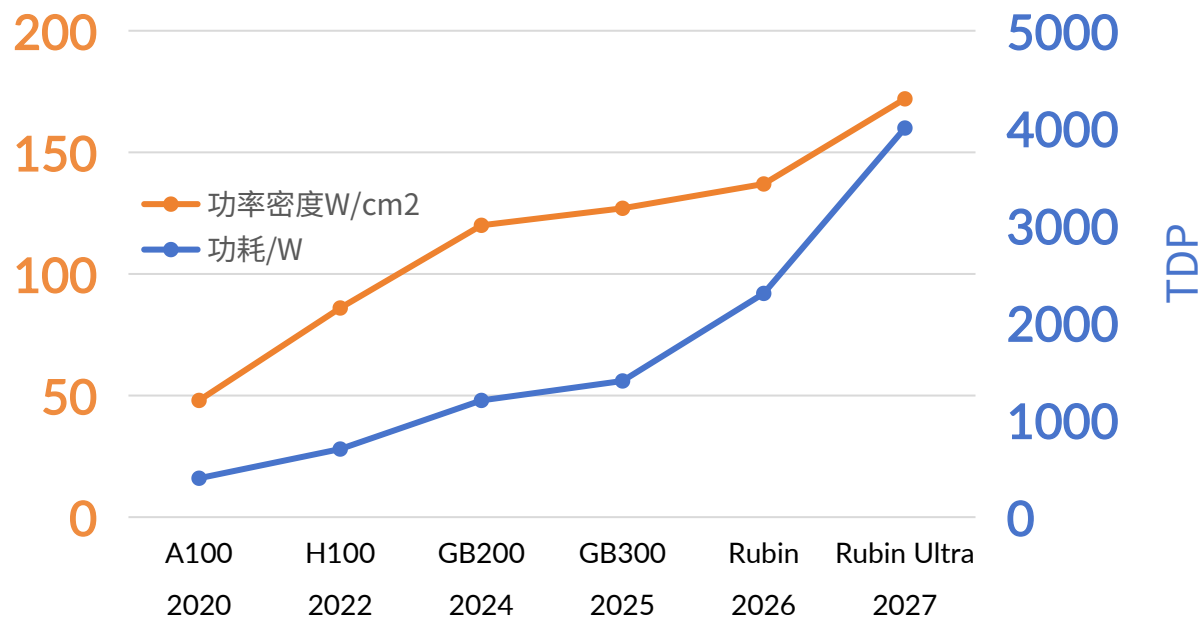
“兆元宴”：液冷从幕后走到台前



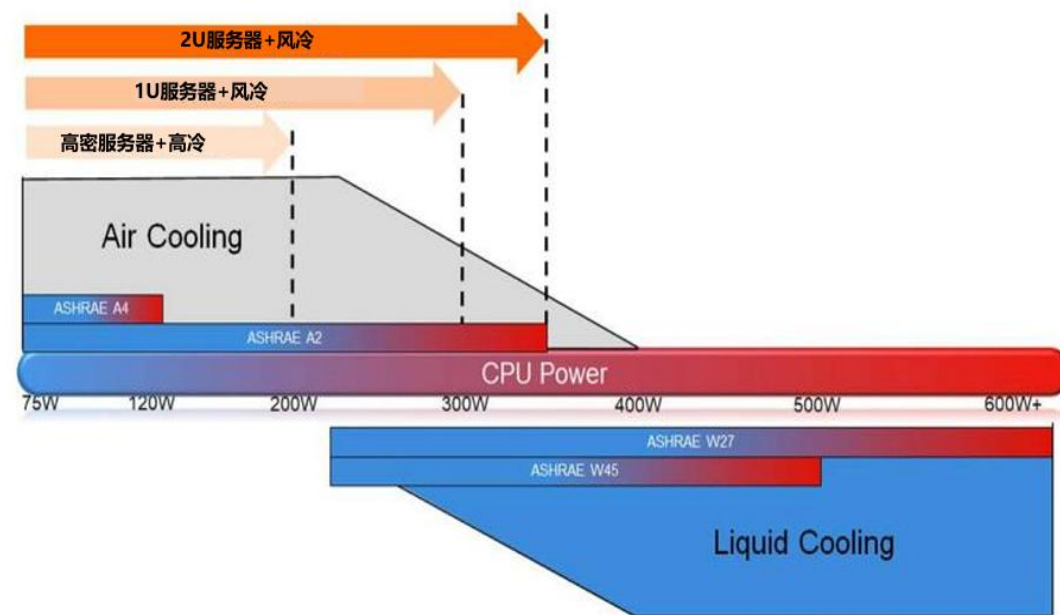
2026年1月，奇鋌科技（AVC）董事长沈庆行首度受邀，与台积电、广达、联发科等巨头掌门人同席“兆元宴”的名单变动直接折射了AI硬件价值链的转移

GPU TDP指数级增长：风冷极限挑战

N卡GPU演变



风液切换推荐



来源于ASHRAE

不止英伟达，ASIC崛起引领液冷第二极

谷歌 (TPUv5p, >2700W)

微软 (Maia 100, 700-900W)

亚马逊Trainium (Trainium 2, >2900W)

Meta MTIA系列 (MTIA 400, >1200zW)

液冷需求已从"节能性选项"切换为"功能性刚需"

100kW+

单机柜功率密度
(液冷专属区)

1.2

国家枢纽节点新建数据中心
PUE上限值

2-3年

液冷投资
回收期

30%+

运营成本
(OPEX) 节省

✓算力密度临界点突破

单机柜从6-8kW 跃升至30-50kW，快速向100kW+演进，
AI训练集群超越风冷物理极限

✓政策与能效硬约束

PUE限制1.2，传统风冷方案难以达标

✓经济性拐点到来

CAPEX差距缩小至10%-15%，OPEX节省可达 30%以上，
投资回收期缩短至2-3年

✓生态重构机遇

从“买设备”向“定标准、保兼容、控风险”转型

TCO模型详细分析

全生命周期成本对比，展现液冷真实价值

💰 初期投资成本

液冷系统部署成本增加约20%

包含CDU、冷板、管路等设备

集成调试成本相对较高

🏢 算力密度提升

算力密度增加300%，总机房面积租赁费下降

液冷(120kW): 75MW, 3.3kW/m², 6.3MW/亩

风冷(40kW): 40MW, 1.7kW/m², 3.514MW/亩

⚡ 运营成本节约

均值PUE从1.3降至1.15

峰值PUE从1.4降至1.28

三年能耗支出显著降低

💰 额外收益

风冷: 规划120MW, 8栋楼

液冷: 150MW, 2栋楼

申请外电增加产出 or 土建只盖2栋

-5%

3年TCO节省

-7%

5年TCO节省

+75%

空间节省

第二章：COLO视角-液冷落地痛点分析

Colo面临的“四座大山”

痛点一：需求不确定性

- 风冷液冷未知
- 风液比未知
- 冷却液的不可预见性

痛点四：运维模式颠覆

- 技能要求转变
- 备件管理升级
- 日常工作内容调整

痛点二：安全焦虑

- 漏液造成重大损失
- 水质不达标
- 分批上架带来的安全隐患

痛点三：标准缺失

- 各厂商快接头接口不统一
- 冷板尺寸规格各异
- 管道连接标准混乱

痛点一深入：需求不确定性

COLO商面临的风液混合部署挑战

客户需求碎片化：不同客户对风冷、液冷需求差异巨大，难以统一规划

风液比例动态变化：初期可能风冷为主，后期液冷占比逐步提升，基础设施如何适配？

容量规划的难题：CDU容量如何预留？环管管径如何设计以应对未来不确定性？

核心矛盾

COLO商需要在需求不确定的情况下，做出可扩展、可兼容的基础设施投资决策

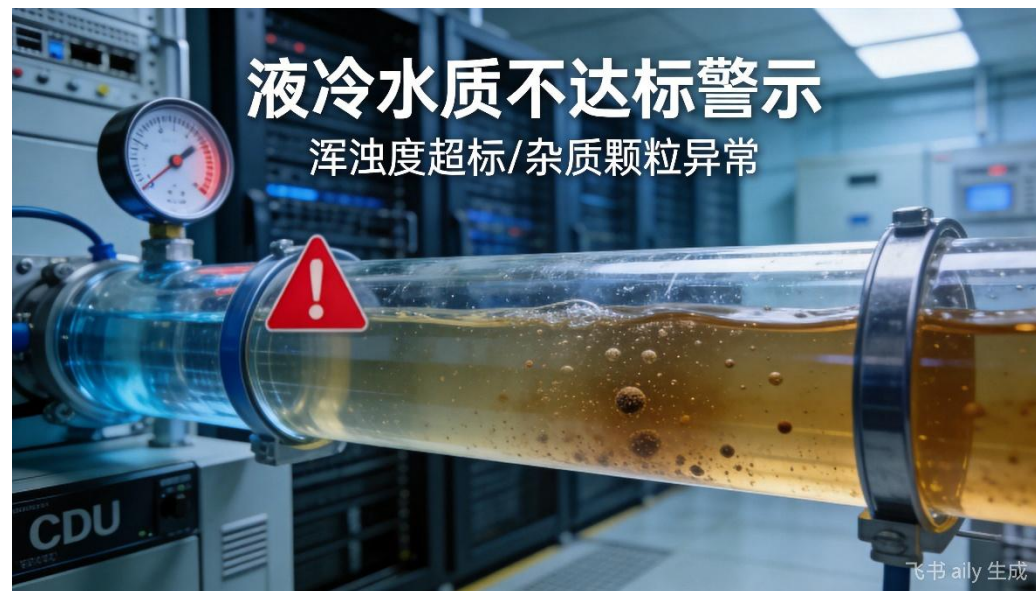
痛点二深入：安全焦虑

漏液风险与水质标准是COLO商最大担忧



漏液风险

- 单点漏液可能导致整柜服务器损坏
- 漏液检测与响应机制不成熟
- 紧急切断方案存在技术难点



水质管理

- 不同冷却液（水、乙二醇、氟化液）标准不一
- 水质指标监控体系不完善
- 长期运行后的水质劣化风险

痛点三深入：标准缺失

接口不统一导致的兼容性噩梦

组件	标准现状	影响
快接头	各厂商私有协议，互不兼容	更换服务器需要更换整套接头
冷板接口	位置、尺寸、螺纹标准各异	无法跨品牌混用冷板
冷却液多样化	矿物油/氟化液/水基类等兼容性复杂	服务器上架困难，易导致水质变差
管道连接	软硬管接口、接头类型不统一	现场定制成本高，交付周期长
通信协议	CDU与服务器监控协议不统一	无法实现集中智能调度

OCP、ODCC、ASHRAE等组织正在推动快接头、接口、数据模型的标准化，预计2-3年内部分组件标准化程度将显著提升

痛点

COLO商被迫"适配"各厂商标准，而非统一标准

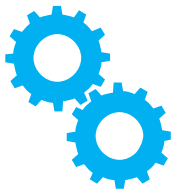
痛点四深入：运维模式颠覆

从“修风机”到“做化学”，运维团队的能力模型和工作重心需要彻底重塑



技能要求转变

运维人员需要从传统的电工、钳工，转变为具备流体力学、化学分析、精密仪器操作等复合型技能的专家



备件管理升级

需要建立针对阀门密封件、过滤器、传感器等关键部件的寿命监测和预防性更换机制，尤其是对易老化部件的管理



日常工作内容调整

运维工作不再只是巡检和更换，而是增加了流体化学分析、微生物监测、水力平衡调优、泄漏检测与定位等高阶任务

痛点

并非简单的工作改变，涉及整个运维体系的转变

第三章：“普笈”-普洛斯硬核集成秘笈

作为领先的第三方数据中心服务商，我们专注于为客户解决液冷落地难题，提供从架构设计、产品集成到智能运维的全栈式、高可靠液冷解决方案。

前期设计

弹性架构
模块化、预制化

过程落地

接口标准化
材料兼容性

交付运维

智能检测
体系重构

角色转变



从“买设备”向“定标准、保兼容、控风险”转型

服务模式创新



探索EMC、LCaaS等新模式，降低客户门槛

能力体系重构



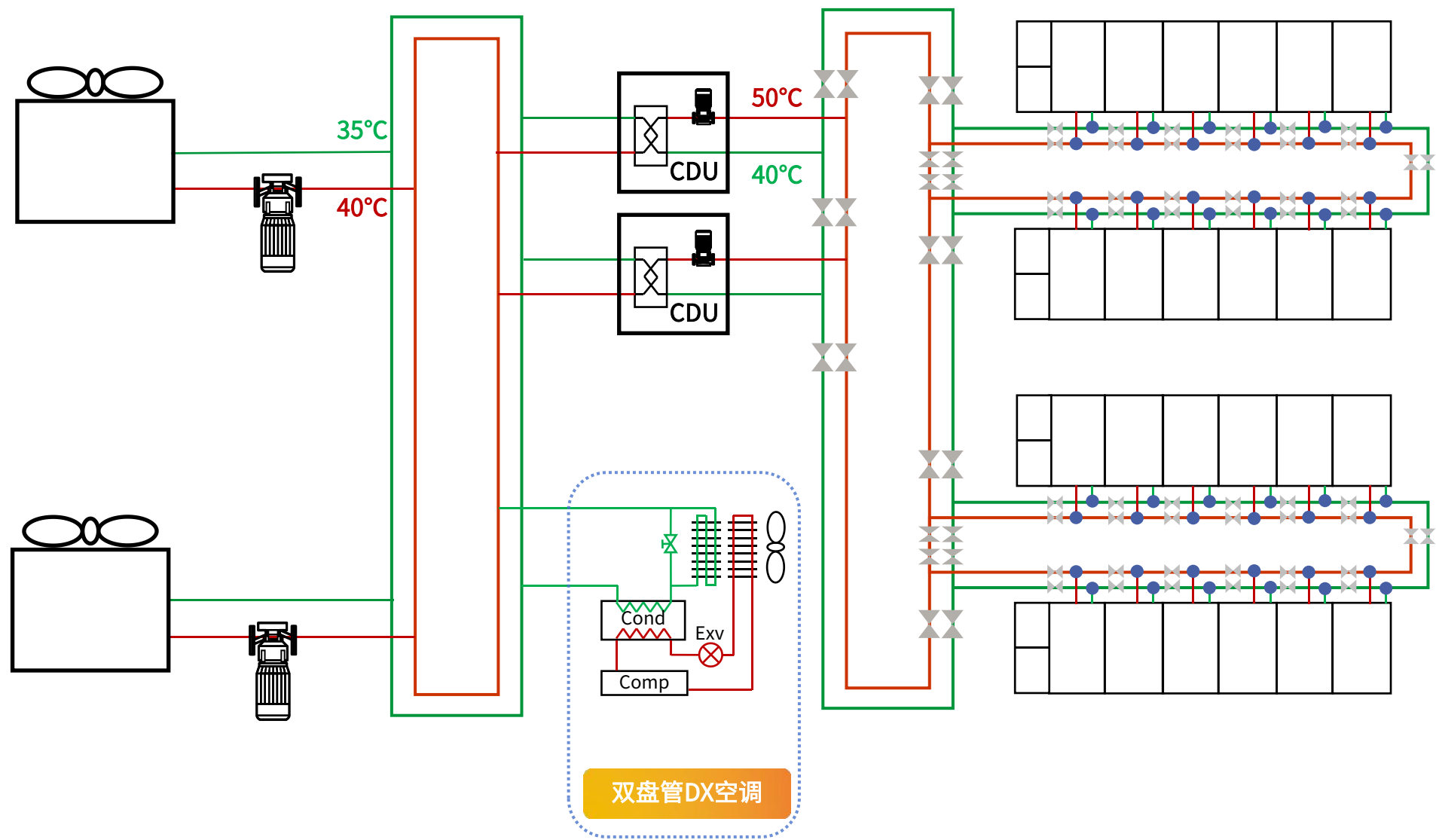
构建全链条能力，打造差异化竞争优势

生态协同发展

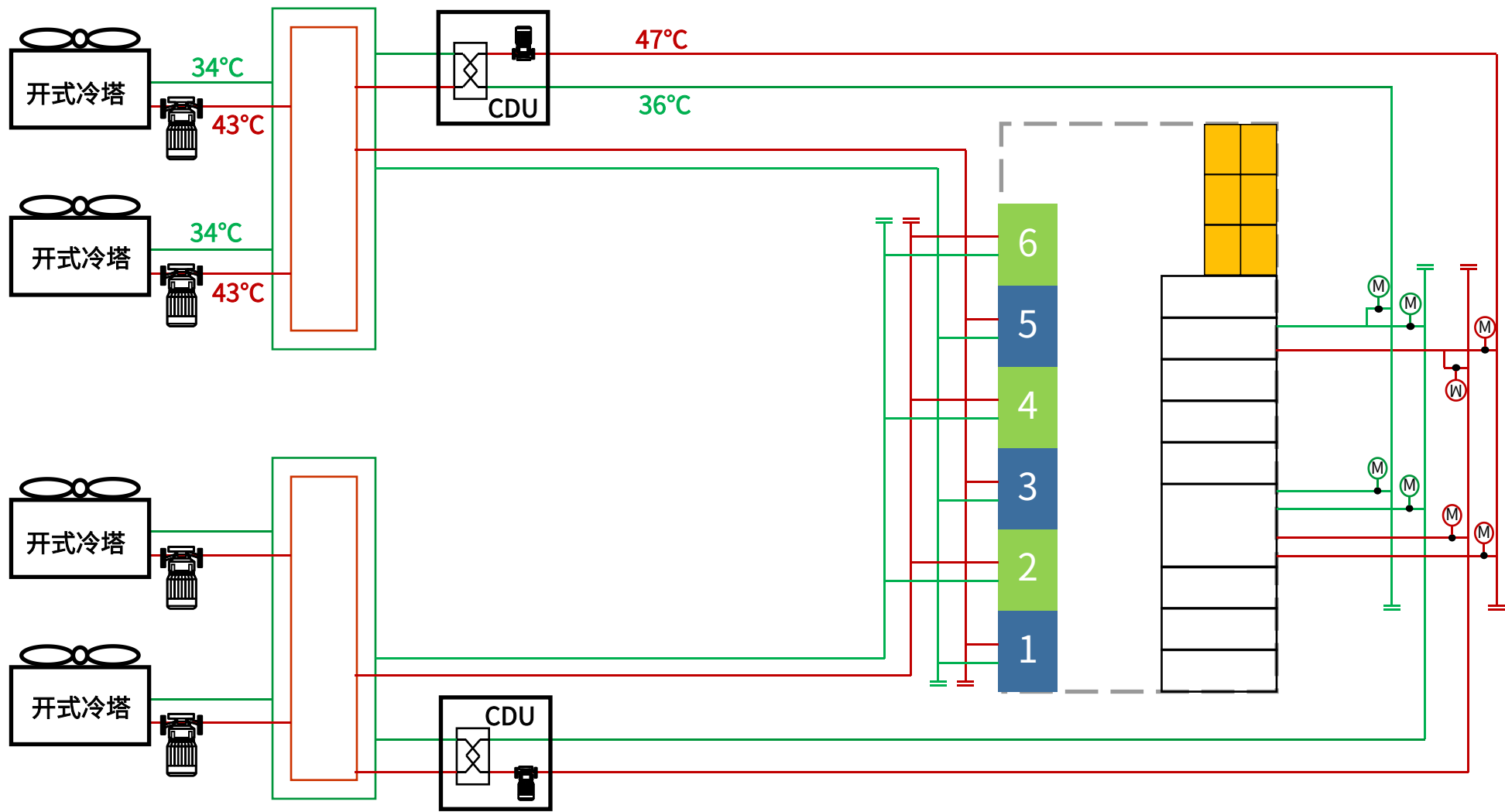


与上下游深度合作，推动标准统一，建立生态开放

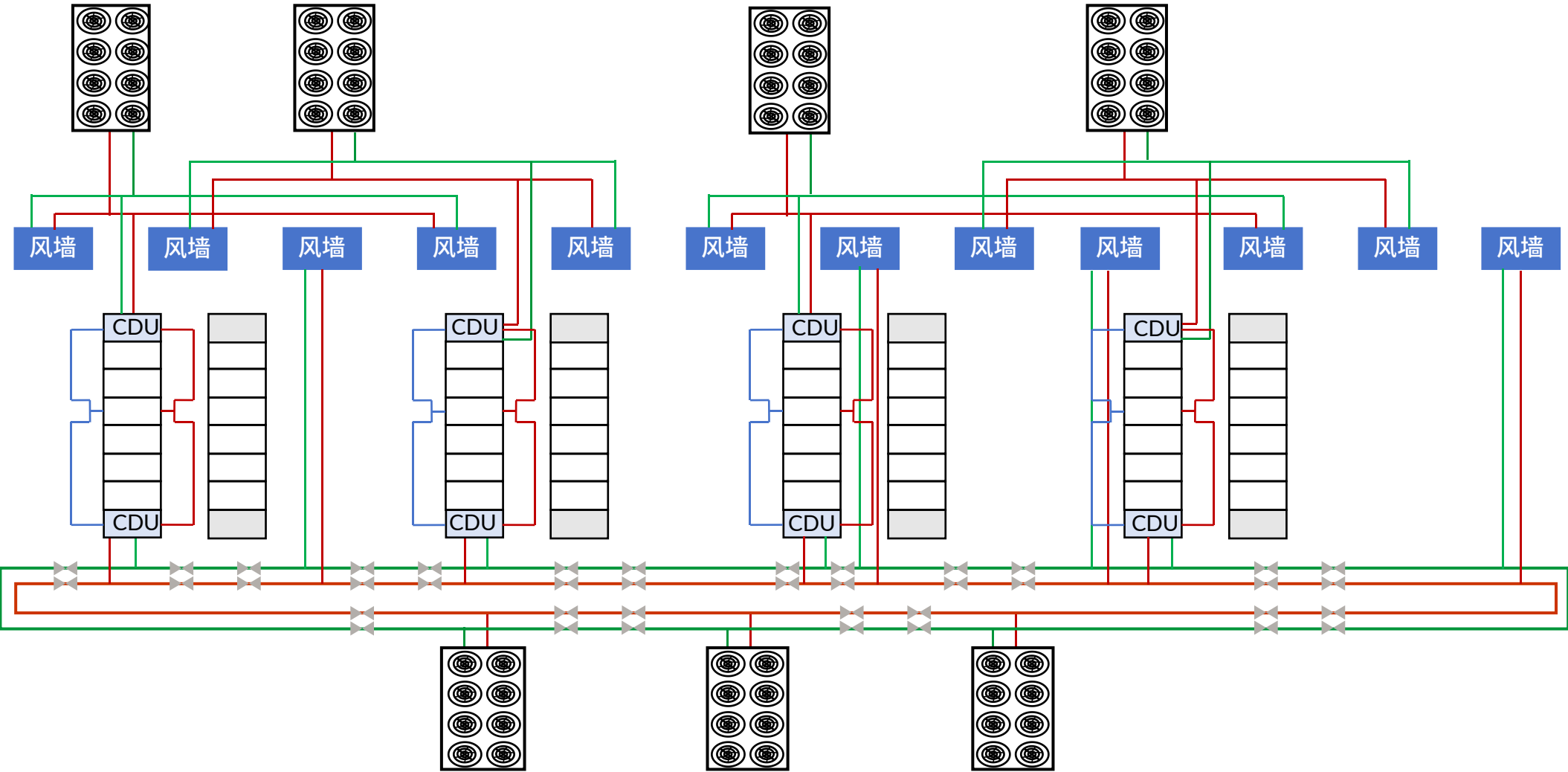
痛点一解决方案：风液同源架构-方向一



痛点一解决方案：风液同源架构-方向二



痛点一解决方案：风液同源架构-方向三



痛点一解决方案：风液同源架构-对比

方向一

方向二

方向三

✦

冷源设计

开式冷却塔,需要两套50%+50%

🔍

低温兼容

兼容,可将CDU替换为同尺寸的小型磁悬浮冷组

✦

二次侧方案

双硬管供水,不做环网

📏

风冷末端

双冷源近端风墙(并联吸风式)

中,规模化效应明显

冷源设计

一体化冷源,公共备份(8+5)

低温兼容

不兼容,待后续开发

二次侧方案

EPDM软管方案,2N管路

风冷末端

双冷源远端风墙

高,EPDM软管方案造价高

冷源设计

开塔/干冷器/高温冷机,需要两套50%+50%

低温兼容

兼容,固定地区采用高温磁悬浮冷机作为冷源

✦

二次侧方案

环管+软管设计

风冷末端

双冷源远端风墙(串联吸风式)

低,标准化降低成本

核心优势

产品化程度最高,实现T+3交付周期;容错能力强,设备各有一半分别接自2套独立的冷源系统

核心优势

主用分布式备用集中式,可靠性最高,产品化程度高,冷源末端CDU均为标准品,可快速部署

核心优势

环管加软管设计便于快速部署,标准化降低成本,架构有地域针对性

痛点一解决方案：模块化设计

灵活适配需求变化，降低投资风险



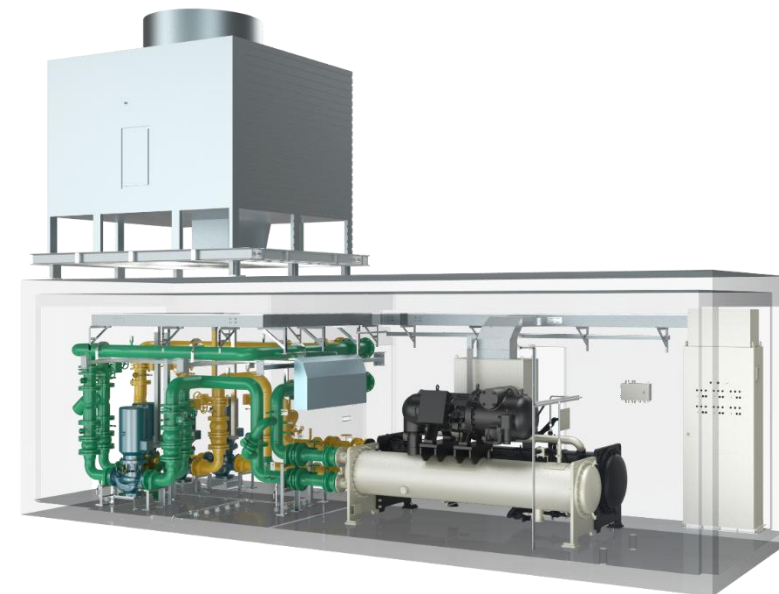
模块化CDU

核心模块自由组合，冷量按需扩容



环网可扩展

预留接口，支持未来扩容，无需大规模改造



集成冷冻站

采用工厂预制、现场拼装模式，大幅缩短建设周期，工期压缩至45天

痛点二解决方案：防泄漏机制

多层次防护体系，确保系统安全运行

🔧 服务器内部泄露

- 服务器内部冷板及管路缠绕漏液检测线
- 控制芯片嵌入服务器主板
- 检测到泄露立即告警联动电源管理断电

模式可自定义设置

🏢 机柜内泄露

- 机柜进回液支管配置电磁阀
- 检测到泄露联动报警并切断电磁阀
- 及时切断故障部分系统运行

避免故障扩散

🔄 CDU泄露

- 系统设置N+1或2N冗余的CDU
- 一台故障或维修时停机
- 切断与主管路连接

其他CDU不间断运行

🔧 管路泄露

- 管路是系统非常可靠的部件
- 投运前做好打压、保压测试
- 实际运行几乎不会发生泄露

成熟技术广泛应用

核心机制

从设计、制造到运维全流程保障系统安全 · 确保服务器长期运行无泄漏

痛点三解决方案：供应链管理

推动上下游生态协同

接口碎片化

快插接口规格超20种,
互不兼容



推动标准化

联合服务器厂商推动接口
标准化,参与行业标准制定

- ✓ 《零碳数据中心评价标准》参编
- ✓ 《中国液冷数据中心发展白皮书》参编
- ✓ 《数据中心液冷系统技术规程》参编
- ✓ 《基于冷板式液冷的智能监控技术报告》
- ✓ 《GCC液冷整机柜接口规范v0.5》

冷却液多样化:

矿物油、氟化液、水基
等,材料兼容性复杂



建立测试实验室

冷却液兼容性测试、密封件腐蚀性
评估、金属管道长期稳定性验证

冷却液	阀体/管件	密封件
去离子水	304及以上	EPDM、PTFE
EG-25	304及以上	FKM、EPDM
氟化液	316或碳钢镀镍	FKM

协议不统一:

Modbus、BACnet、
私有协议各自为政



生态协同

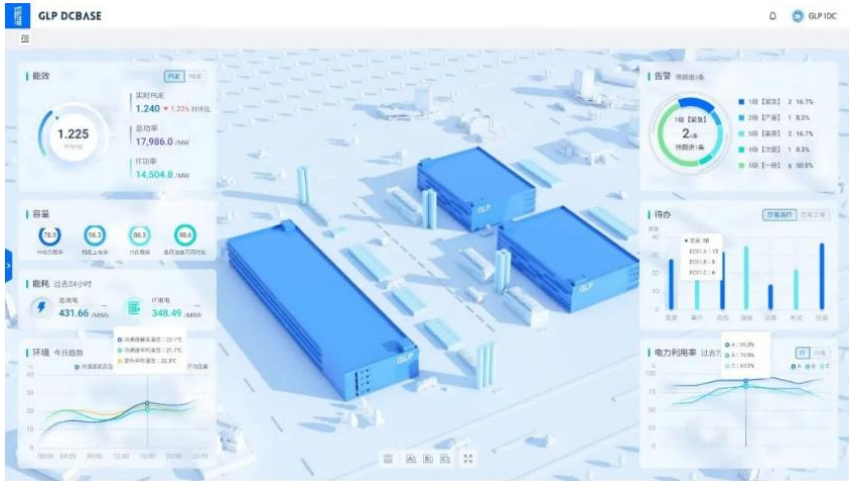
与上游冷却液厂商、服务器厂商、
管件供应商深度合作

痛点四解决方案：GLP DCBASE智慧化运营管理系统

安全高效的智慧化运营

GLP
普洛斯算力中心

Open AI Infra
A Chapter of GCC



GLP DCBASE 3.0 核心能力

- ✓ 行业首创兼容冷板式与浸没式液冷双模式监控能力
- ✓ 本地+中心双系统异地双活能力
- ✓ 设施及运维全场景数字地图功能
- ✓ 液冷监控能力全面覆盖

"灵熵"控制系统

- ✓ 专为GPU液冷场景定制专属监测模块
- ✓ 以GPU服务器实时电量数据为输入参数
- ✓ 实现精密空调秒级响应控制
- ✓ 已申请发明专利并通过预审

第四章：未来展望

下一代液冷技术发展趋势

负压冷板技术

- 防止漏液的主动防护
- 更高的可靠性保障

相变冷板技术

- 利用相变潜热散热
- 散热效率提升50%

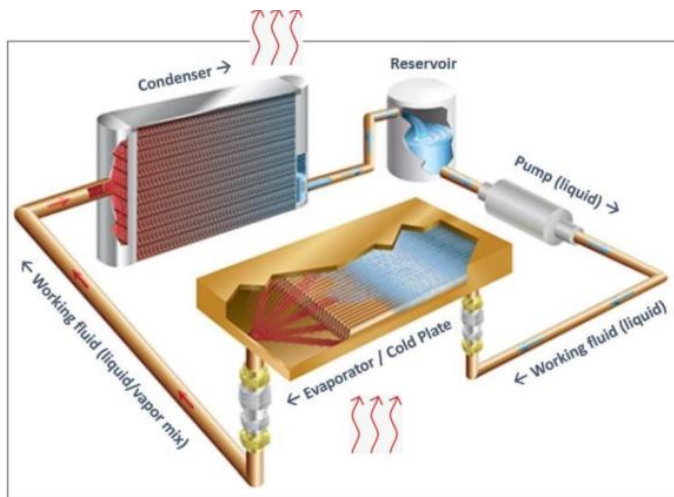
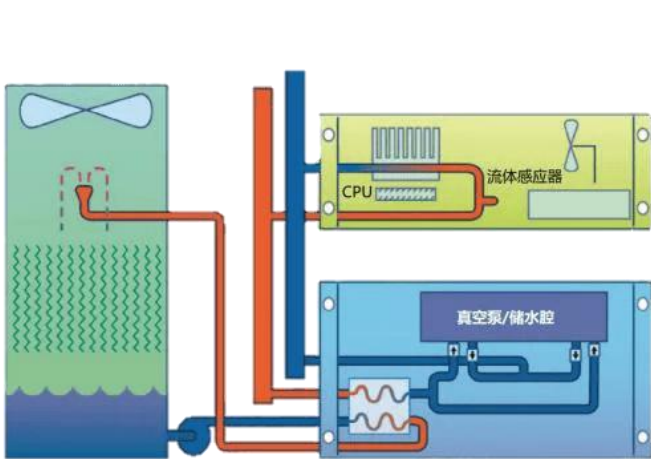
MCCP和MCL技术

- 微通道冷却技术
- 更高密度散热能力

超纯水冷却液

- 环保无污染
- 降低腐蚀风险

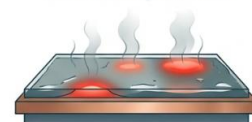
前沿技术：负压冷板与相变技术



归零与解构：相变液冷的“三大魔鬼”

为了驾驭相变液冷，必须回归底层物理定律，而非盲目模仿。

1. 蒸发 (Evaporation)



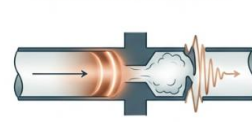
起沸点高，容易干烧 (Dry-out)

2. 传输 (Transmission)



汽液两相混流，违反泊肃叶定律

3. 冷凝 (Condensation)



水锤与蒸汽锁
(Water Hammer/Vapor Lock)

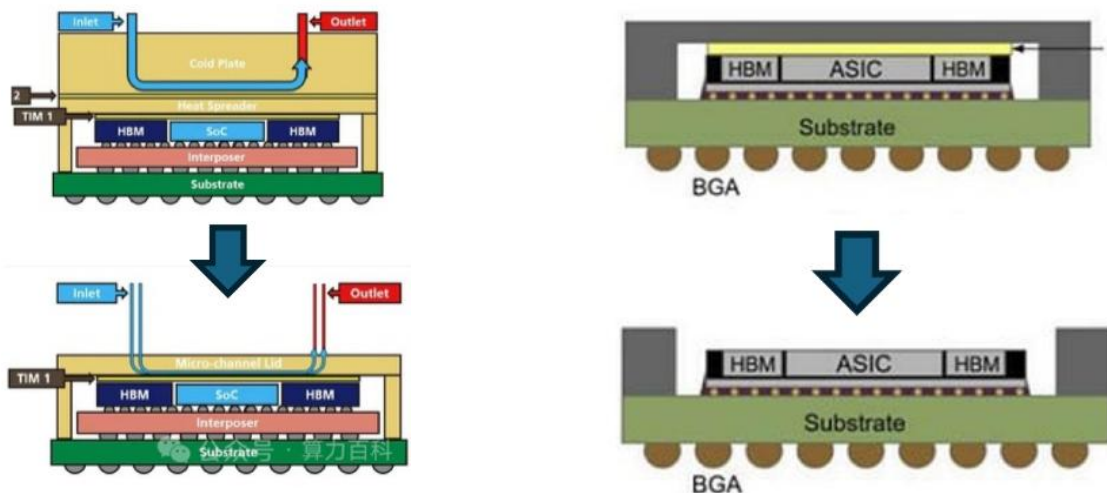
负压冷板技术

- 原理：保持冷板内部压力低于环境
- 优势：泄漏时外部空气流入而非液体流出
- 应用：高可靠性要求的AI训练场景
- 技术难点：负压维持与密封技术

相变冷板技术

- 原理：利用工质相变潜热散热
- 优势：可应对 $700 + \text{W}/\text{cm}^2$ 散热要求
- 贴近现有服务器架构，改造难度低
- 技术难点：控制难度高，慢性泄露隐蔽

前沿技术：MCCP与MCL技术



MCCP：微通道冷板，散热能力 $1000+W/cm^2$

MCL：微通道盖板，省去一层热界面材料，散热能力 $2000+W/cm^2$

技术优势：热阻、流量双减，更小体积实现更高散热能力

技术挑战：微通道堵塞风险、制造成本、可靠性验证



超纯水冷却液

- 技术优势：低电导率、环保无污染、防止腐蚀与结垢
- 技术挑战：旧系统即使仅残留1%-2.5%的乙二醇，会引发严重的微生物爆发

结语与展望

在不确定的市场环境、技术路线、商业模式中，集成商需要找到确定性:功率密度提升是必然趋势，液冷是必选项，服务转型是必经之路。

× 不确定性

市场环境：何时全面爆发？

技术路线：冷板vs浸没，谁胜出？

商业模式：销售vs服务，如何平衡？

标准进程：何时真正统一？

价格战：还会持续多久

✓ 确定性

功率密度：必然提升，不可逆转

液冷需求：从可选到必选

服务转型：从硬件到服务

成本趋势：液冷和风冷价格趋同

标准化：接口统一是必然



集成商应对策略

拥抱不确定性

保持技术路线弹性，冷板、浸没、混合并行

聚焦确定性

围绕功率密度提升，构建核心竞争力

价值定位

从产品供应商向解决方案服务商转型



中国爷们

广东 深圳



扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友。

THANK YOU