



OAI社区-AIDC机房基础设施挑战及规划

蔡治平

OAI社区机房基础设施项目群总监



OAI社区-AIDC机房基础设施挑战及规划

蔡治平

OAI社区机房基础设施项目群总监



1. AIDC机房基础设施面临的挑战及目标

2. AIDC机房基础设施项目规划

AIDC 机房基础设施面临的挑战及目标

①规划难提前

- ① 快速增长的算力需求
- ② 机柜功率路标快速增长
- ③ 各个厂家机柜功率不一致
- ④ 机房“冷”、“电”、“网”、“空间”兼容不同机柜功率及代际演进
- ⑤ 机房高效节能及安全可靠

②设计要素多

- ① 大功率供电如何高效节能?
- ② 供电容量如何兼容多代机柜?
- ③ AI负载波动如何满足?
- ④ CDU/二次管路如何兼容多代机柜?
- ⑤ 风冷末端功率如何选择
- ⑥ 机房承重规格如何确定?
- ⑦ 微模块如何配置? 如何进行冗余设计保障系统可靠性

③交付周期长

- ① CDU如何减少定制, 缩短周期?
- ② 施工如何保障二次管路洁净度?
- ① 材料/工质兼容性如何前置验收?
- ① 液冷设备/系统如何高质量验收?

④维护挑战大

- ① CDU及二次管路如何例行检测?
- ② 液冷工质如何定期检测维护?
- ③ 工质指标异常如何处理?
- ④ 发生“冷板”堵塞如何处理?
- ⑤ 发生工质泄漏如何处理?
- ⑥ 液冷维护人员能力如何提升?

目标:

- ① 定义AIDC基础设施规范, 匹配土建+大机电建设标准, 明确小机电标准化/系列化规格, 形成产业共识, 加快算力基础设施建设; 支持超节点“零等待”部署;
- ② 以团体标准方式发布, 联合产业链, 推动技术升级与产业链协同, 共建开放、可持续发展的产业生态。

业务规划：定义AIDC机房基础设施关键规格及规范，促进液冷部署“零等待、零问题”

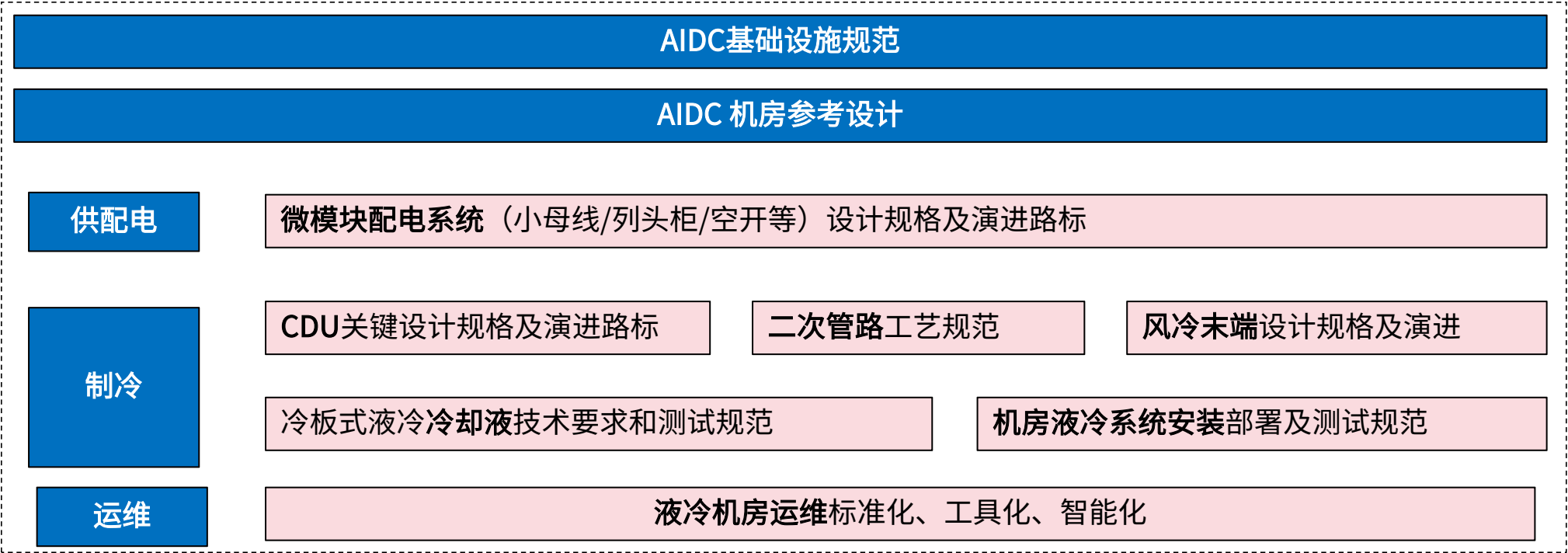


机柜

- 机柜功率
- 供电接口
- 液冷接口
- 流量流阻
- 液冷占比
- 承重
- 工质选型
-

机房

- 安全可靠
- 弹性可扩展
- 开放解耦
- 低PUE



AIDC基础设施规范：适配机柜功率演进，明确机房部署关键规格，机房部署弹性可扩展

Open AI Infra
A Chapter of GCC

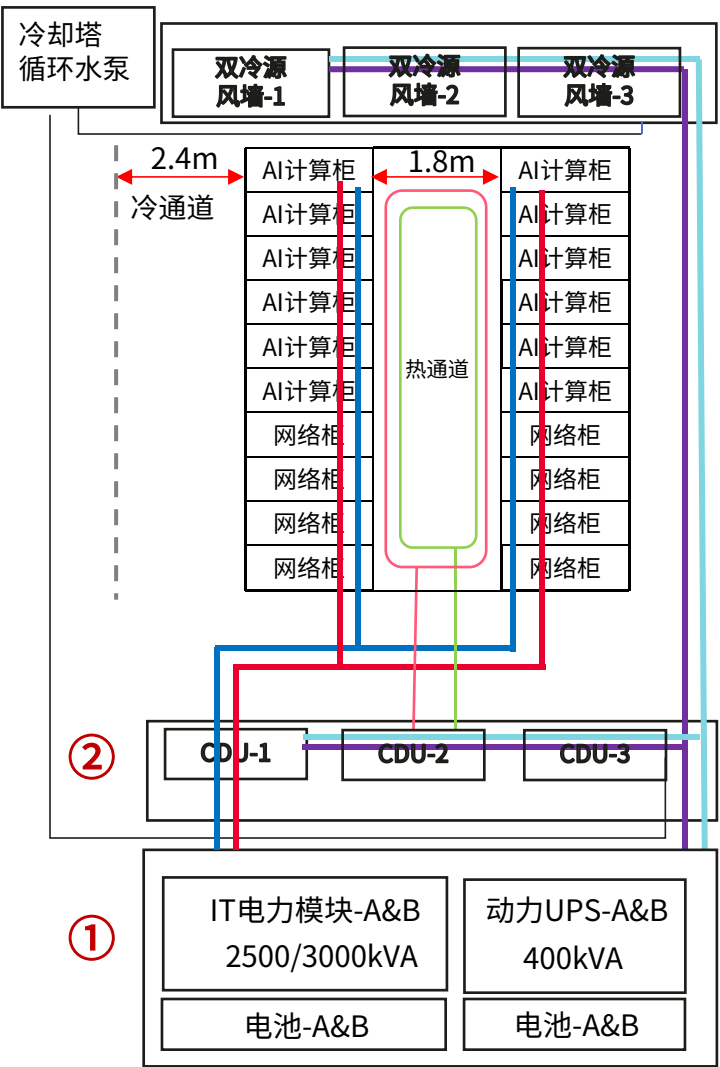
参与单位：中研益企牵头，字节、快手、京东、中移动、百度中通服、电子院、万国、世纪互联、华为、曙光数创、联想润泽、远景能源、小红书、哔哩哔哩、超聚变、新华三、英维克、维谛、普洛斯、皓扬云数据、施耐德、等核心参与贡献。

筹备阶段：25年9~10月完成核心贡献团队组建；
编制阶段：草案v0.1~v0.5（10月2次线下评审会）、v0.5~v0.8（12.12日线下会议，12.25日线上会议），重大意见收敛并闭环，形成v0.8版本
审查阶段：1.9日完成技术指导委员会审核并发布。

等级	等级一	等级二	等级三
机柜功耗	~100kW	~200kW	~300kW
供电接口（AC）	380Vac 32A IEC-60309-2工业连接器（6+6），或选用380Vac 63A（3+3），断路器的综合降额系数不小于0.85	380Vac 63A IEC 60309-2工业连接器公头（6+6），断路器的综合降额系数不小于0.85	380Vac 63A IEC 60309-2工业连接器公头（10+10），断路器的综合降额系数不小于0.85
液冷整机柜流阻	≤100kPa	≤150kPa	宜≤150kPa，应≤180kPa
液冷机柜接口规格	1寸（50.5mm卡盘）或2寸（64mm卡盘）	≥2寸（64mm卡盘）	≥2寸（64mm卡盘）
CDU规格	≥200kPa，逼近度不宜大于3℃，进回水温差宜选择：6~10℃	≥250kPa，逼近度不宜大于3℃，进回水温差宜选择：6~10℃	≥250kPa，逼近度不宜大于3℃，进回水温差宜选择：6~10℃
层高、承重、架高地板	新建机房：净高不宜小于6.0m，荷载不宜小于20kN/m2，架高地板不宜小于1.0m。 改造机房： 10kN/m2，不建议部署， 12kN/m2，通过考虑加固荷载或加大部署间距等方式稀疏部署， 16kN/m2，按需扩容配电、制冷等机电系统或稀疏部署；局部考虑加固荷载措施。		
风冷功率	20~40kW，AHU\近端风墙\远端风墙\列间空调		
冷源系统	宜弹性适配AI液冷整机柜的70%-90%+的液冷占比； 可预留低温供液设计，例如冷冻水、DX补冷等，预留未来服务器低温供液能力； 宜考虑风液同源设计，满足AIDC液冷设备和风冷设备共冷源设计，简化风液规划，适配不同液冷服务器部署；		

微模块设计：复用标准机电设备，构建2.5/3.15MW级微模块，快速高效部署

机房微模块系统架构模型：
“风液同源”、接口归一（63A、2寸卡盘），IT用电和动力用电共变压器



2.5/3.15MW级微模块机房供电/制冷 设备/部件选型
复用现有变压器/UPS/配电、CDU/二次管路模块

变压器功率	2500KVA	3150KVA
微模块总功率	2250kW	2,835kW
IT容量	2000kW (1000kW/列)	2600kW (1300kW/列)
200kW	计算 200kW/柜, 共9柜; 网络 25kW/柜, 共8柜	计算 200kW/柜, 共12柜; 网络25kW/柜, 共8柜
300kW	计算 300kW/柜, 共6柜; 网络 50kW/柜, 共4柜	计算 300kW/柜, 共8柜; 网络50kW/柜, 共4柜
① 供电	1) 制冷用供电: 400kVA UPS; 2) IT用供电: 2500kVA电力模块;	1) 制冷用供电: 400kVA UPS; 2) IT用供电: 3000kVA电力模块;
② 制冷	1) 液侧CDU: 每列微模块配置 CDU-1300kW, 2+1冗余; 2) 风侧: 风墙, 2+1冗余, 单台冷量200kW, 冷通道2.4m 3) 液冷管路: DN150, 热通道1.8m, 架空地板0.8m	1) 液侧CDU: 每列微模块配置 CDU-1300kW, 2+1冗余; 2) 风侧: 风墙, 2+1冗余, 单台冷量200kW, 冷通道2.4m 3) 液冷管路: DN200, 热通道2.4m, 架空地板1m。

问题①：N+X配置方案未形成典配，CDU 规格较多

- ① 每个项目在CDU数量的N+X配置上，呈现1+1、2+1、3+1、4+1、5+1等不同方案，给CDU功率/扬程设计带来多元化选择；
- ② CDU性能规格繁多，整体呈无需增长态势，
- ③ 机房L1建设时无选择参考，往往定制，周期较长；

问题②：CDU 关键制冷规格与高热流散热趋势不适配

- ① 制冷量
- ② 额定工况（逼近度，换热温差），工质类型
- ③ 可用扬程
- ④ 过滤器精度

关键举措

举措①：配置规范化，推荐2+1或者3+1；制冷性能建议演进至850/1300kW

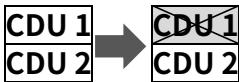
1、N+X配置明确 $2 \leq N \leq 4$ ，推荐2+1、3+1配置：

- 推荐2+1、3+1作为推荐配置，2N配置则建议2+2、3+3；不建议1+1、5+1；
- 单机承担负载率高，故障停机影响大：N=1单机负载率过高，维护焦虑；流量波动50%过高；
- 配置多，投资高：可见配置方案中，N越大成本越高；

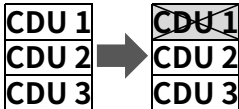
2、制冷性能参数归一化：建议演进至850/1300kW

- 基于N+X配置，使用常用2.5MW变压器核算（OTT客户变压器降额系数90%），并在机柜功率密度逐年趋势下，CDU关键性能归一化演进建议为850/1300kW两款。

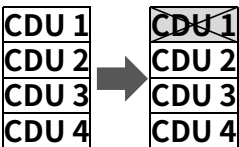
1+1：单机故障带载率50%→100%，系统波动50%



2+1：单机故障带载率33%→50%，系统波动17%



3+1：单机故障带载率25%→33%，系统波动8%

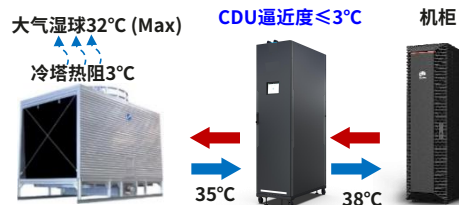


2.5MW变压器CDU匹配核算		单位	数据	
变压器功率		kVA	2500	
变压器降额系数		/	90%	
负载功率		kW	2250	
液冷占比		/	100%	
液冷负载		kW	2250	
冗余系数		/	10%	
液冷冷量需求		kW	2475	建议
单CDU规格--2+1		kW	1238	1300
单CDU规格--3+1		kW	825	850
单CDU规格—2+1&2+1即两个模块		kW	619	650
单CDU规格—3+1&3+1即两个模块		kW	413	425

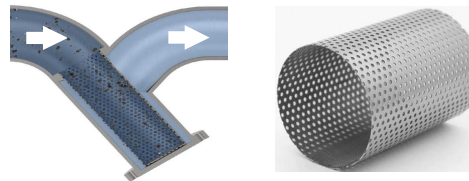
举措② 设计规格收敛：扬程 $\geq 250\text{kPa}$ ，逼近度 $\leq 3^\circ\text{C}$ ，过滤精度推荐 $25\mu\text{m}$



可用扬程： $\geq 250\text{kPa}$ ，适配高功率密度液冷板压降的提升（100→150+kPa）



逼近度：
一次侧冷却水，二次侧25%乙二醇溶液，
建议CDU逼近度 $\leq 3^\circ\text{C}$ ，逐步演进至 2°C



过滤精度：
液冷板铲齿间距 $150\mu\text{m}$ ，3倍桥联效应，
要求过滤精度 $\leq 50\mu\text{m}$
考虑兼容下代高密铲齿，推荐 $25\mu\text{m}$

机房二次管路预制：来料管控、焊接/酸洗钝化等工艺规范化，确保管路高质量

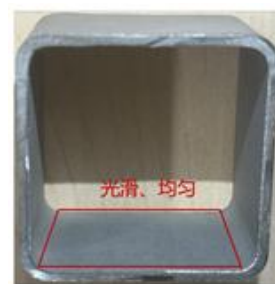


举措①：来料材质宜采用304及以上不锈钢；成品部件来料密封表面平面度 $\leq 0.2\text{mm}$ ，粗糙度 $\leq 1.6\mu\text{m}$

不合格品：表面粗糙、不均匀、有锈迹等

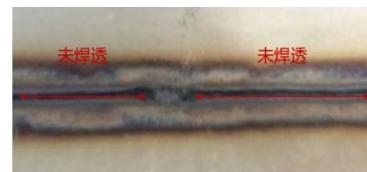
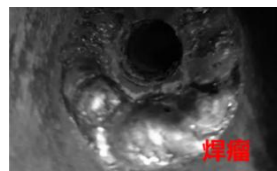


合格品：表面光滑、均匀

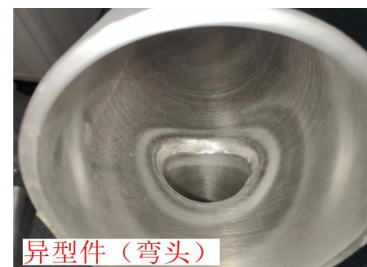
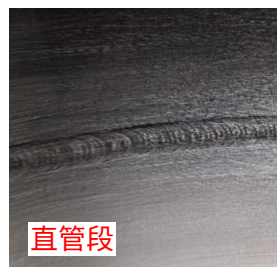


举措②：焊接后外观需成型均匀、致密；所有焊接位置必须熔透；增加射线/超声波/渗透等检测

不合格品：有焊瘤、气孔等；焊接不均、未焊透



合格品：焊缝均匀、致密



举措③：酸洗钝化：去除氧化层和焊渣，形成钝化膜；进行外观检测与蓝点检测

酸洗前



酸洗后



酸洗前

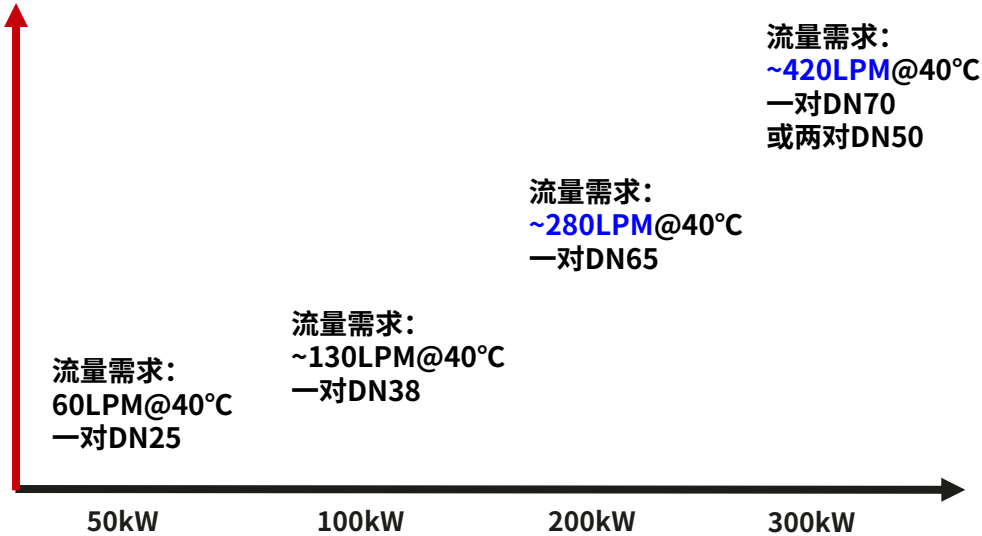


酸洗后



机房二次管路大流量软管：进柜流量需求持续增长，建议导入金属软管提升流量

挑战：机柜流量需求提升需提升软管流量(以乙二醇为例)



- 部署及运维：机柜流量需求提升，进柜软管管径持续增大，给部署及运维带来极大挑战；
- DN70软管折弯半径过大，现有DN50卡盘无法安装，演进受限；
- 设计受限：演进需要采用两对DN50软管，占用更多入柜空间，并且需要抬高架空地板，现有机房不兼容；

举措：导入金属软管（高流速/易部署/可兼容），满足高功率流量需求

软管材质	软管管径	软管外径mm	软管内径mm	流速m/s	200kw 流量需求 (乙二醇@lpm)	200kw 流量需求 (乙二醇@lpm)	流量LPM
EPDM软管 (当前)	1对DN50	62	51	2	270	420	245
	2对DN50	62	51	2	270	420	490
	1对DN65	73	63	2	270	420	398
金属软管提速	1对DN50	72	53.5	3	270	420	404
	2对DN50	72	53.5	3	270	420	808
	1对DN65	86	67	3	270	420	633

导入金属软管，需满足可靠性测试用例要求

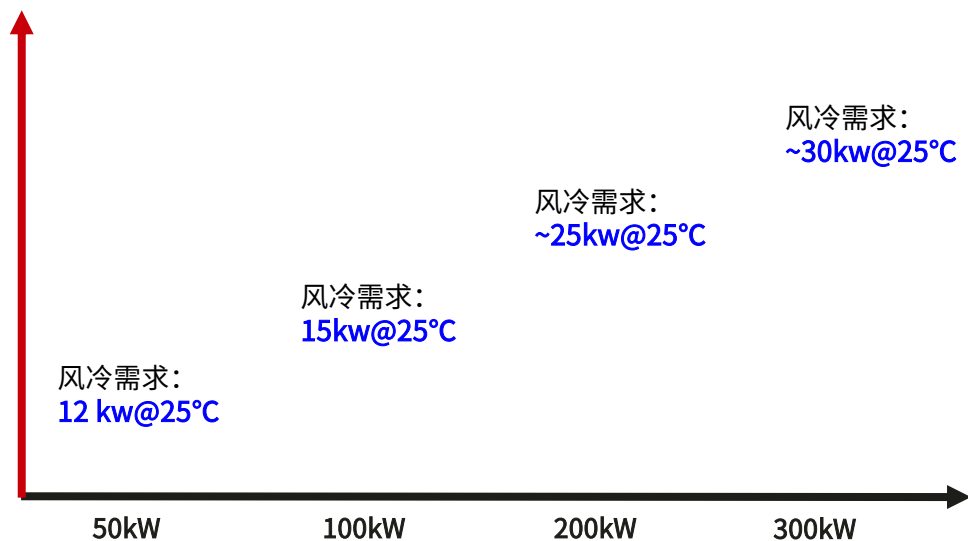
专项测试	测试过程参数	测试判据
耐压测试	试件在1.5mpa下进行水压测试，至少保压1min，无渗漏，无其他形式失效。并要求耐负压≥0.5kpa（绝对压力）	无渗漏，无其他形式失效
伸长率	试件在1.5mpa下进行水压测试，保压1min，泄压后，测试试件长度	永久伸长率不超过初始长度的1%
爆破试验	试件加压至1.5倍设计压力，保压1min，应无渗漏，无破坏；至少10次递增方式加压至4倍的设计压力，保压1min，应无渗漏，无破坏。继续加压直至试件泄漏或破坏，记录试验压力和破坏位置。	4倍设计压力，保压1min，应无渗漏，无破坏
洁净度试验	收集试件500m抽滤后溶液检测铜、铝、铁、硫酸根、钙、镁、锌多种离子含量，并记录微孔滤膜上杂质最大尺寸（需要用到显微镜）；杂质总量M；	检查点应达到的要求指标和预期结果： 1、杂质L≤0.1*0.1mm ² （最大投影直径≤0.1mm，纤维丝≤0.5mm）；杂质含量M≤20mg/m ² S； 2、水样送检，要求离子浓度达到可部署文档要求； 3、测试后pH值绝对值大于7，且pH增加值要求小于10%。
盐雾测试	打开不锈钢软管端口塑料盖，使软管处于最小弯曲状态，进行48H中性盐雾测试	测试后用内窥镜检查无生锈腐蚀现象

金属软管出厂ORT测试：关注洁净度及焊接质量

洁净度	极限折弯	盐雾测试	静态弯曲测试	焊接结构	拉拔测试
极限往复	弯曲测试	小振幅往复	弯曲测试	焊接结构往复	弯曲测试
疲劳测试	压力循环测试	爆破测试	压力与变量	振动测试	抗拉强度

机房风冷仿真：机房风冷末端可支持~30kw/柜位散热（实际散热能力和机柜设计相关）

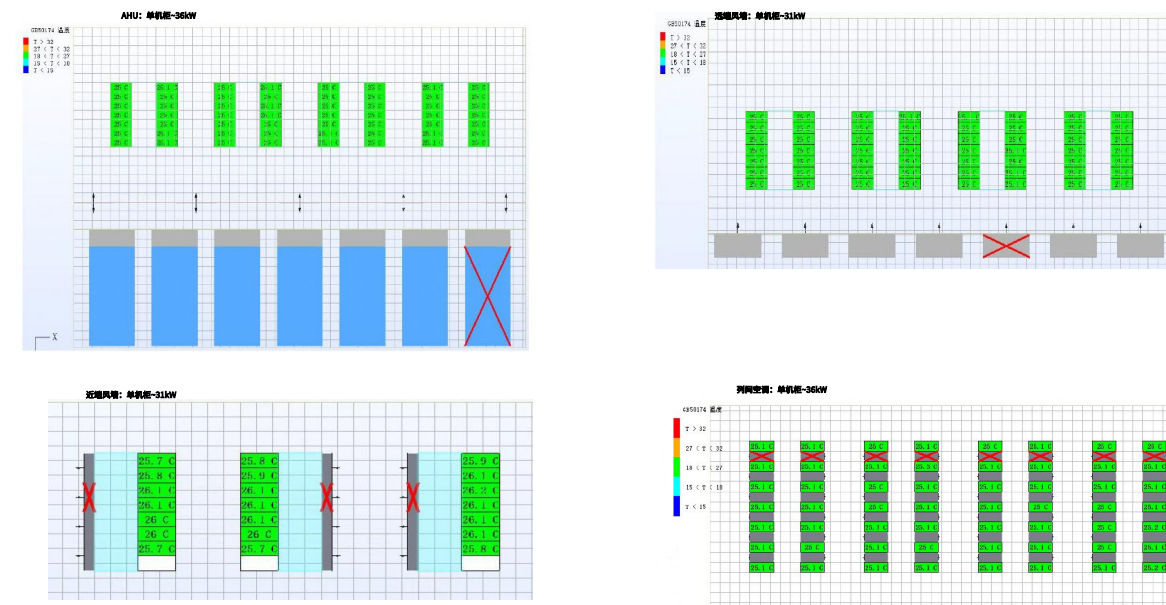
挑战：机柜演进带来的机房风冷散热难题



- ① 全液冷路线，没有充分利用当前成熟风冷产业，性价比不是最高；
- ② 电源、内存等低热部件主要以风冷为主。
- ③ 液冷单柜风冷功耗，成为液冷机房可部署的瓶颈之一。

举措：机房仿真，机房可支持单柜大于30kW散热，实际能力取决于机柜（面积/温差）

仿真条件：冷/热通道2.4m/1.6m，微模块计算柜10个，网络/总线柜4个，计算单柜功率~200kW，漏风率5%。IT采用等效服务器模型：IT进风面积约2*0.6m²，进回风温差~12°C



- AHU：占地面积较大，IT负载密度低，风冷功率可以支持到36kW
- 远端风墙：国内多为2.5m高风墙，支持功率约31kW
- 近端风墙：200~300kW代际下，数量受限（3~4个），单机柜功率仅~31kW
- 列间空调：考虑空调：机柜=1:1配置，可支持单柜风冷功率为36kW

挑战：液冷系统存在多样工质与多种过流材质



举措：建立乙二醇/丙二醇/去离子水规范，建立兼容性测试规范和AVL 资源池

来料要求	
乙二醇/丙二醇浓度	微生物含量
离子含量	储备碱度
pH	冰点
腐蚀性	外观

兼容性要求及测试规范
弹性体测试要求
塑胶测试要求
其他非金属测试要求
金属兼容性要求

长期监测指标及规范	
乙二醇/丙二醇浓度	1次/3个月
外观	1次/3个月
金属含量	1次/12个月
非金属离子含量	1次/12个月
pH	1次/3个月
微生物含量	1次/6个月

冷却液运维要求标准
补液要求：去离子水/冷却液要求，设备洁净度要求
异常工质液回收要求：污染程度、环保性、分类标准、回收要点等
沉淀处理及滤网清洗规范要求
换液：工质离线换液要求
换液：工质在线换液规范及要求

工质液与过流材料兼容性问题突出，需制定标准的兼容性测试标准，对材质进行标准化验证，建立白名单资源池，减少兼容性问题

液冷部署：明确液冷系统冲洗/兼容性/验收规范，推动液冷系统规范化部署

挑战及问题

问题①：CDU/二次管路/冷却液安装部署要求各式各样

包括：

- 1、来料要求
- 2、洁净度要求，液冷管路冲洗规范
- 3、管路保压测试、漏液监控、
- 4、金属/非金属兼容性要求：快速部署遗漏兼容性报告

问题②：测试验收无统一标准

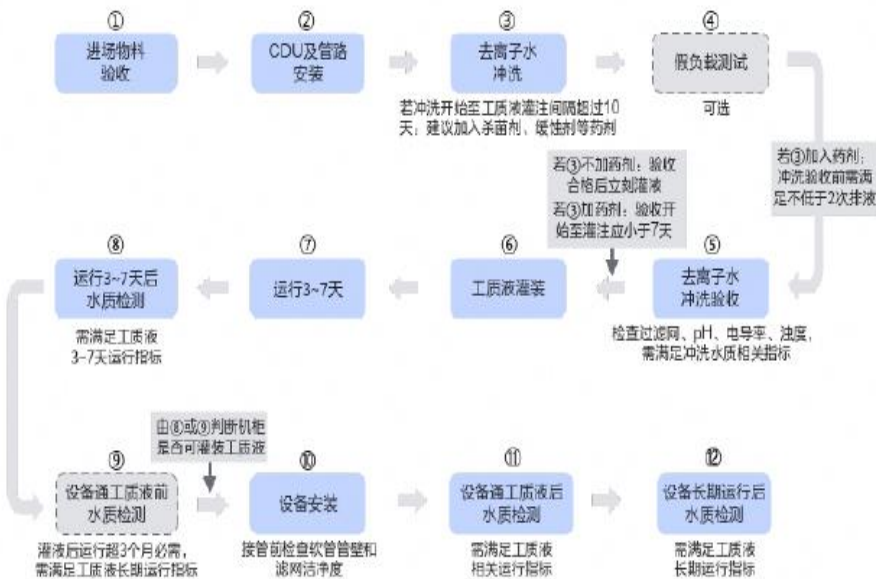
- 1、材料兼容性没有统一标准，具体包括：金属、塑料、橡胶、碳化硅等，验收指标不统一
- 2、冲洗时验收验收涉及范围广，标准难统一：
- ③ 系统验收缺少规范：稳定性测试、功能性测试、故障注入测试等

关键举措

举措①：明确冲洗规范：CDU/环网/假负载均明确冲洗要求;冲洗水在环网超过7天需要添加冲洗药剂包（杀菌剂/缓蚀剂）；

举措②：工质验收及兼容性测试报告要求：机柜上线前检测离子、菌落、pH、浊度、电导率、滤网杂质等

举措③：稳定性测试、功能性测试、故障注入测试



指标名称	指标	单位	测试方法&测试标准
过滤器杂质	过滤器上无可见颗粒物	NA	目测
支路管口内侧杂质	用无尘布擦拭检查无油污、无杂质	NA	目测
浊度	≤ 10	NTU	浊度仪
pH 值	6.5~8	无	pH 计
电导率	≤ 10	μs/cm	电导率仪
微生物	≤ 100	CFU/mL	测试标准：GB/T 5750.12 或 HJ 1000
氯离子	≤ 20	mg/L	测试方法：离子色谱 测试标准：JT/T 1230 或 HJ 84
硫酸根	≤ 10	mg/L	测试方法：离子色谱 测试标准：JT/T 1230 或 HJ 84
总铜	≤ 0.5	mg/L	测试方法：ICP 测试标准：GB/T 37837 或 JY/T 0568
总铁	≤ 0.5	mg/L	测试方法：ICP 测试标准：GB/T 37837 或 JY/T 0568
总铝	≤ 0.5	mg/L	测试方法：ICP 测试标准：GB/T 37837 或 JY/T 0568
总硬度	≤ 3	mg/L	测试方法：EDTA 滴定法 测试标准：GB/T 5750.4 或 GB/T 6909-201839

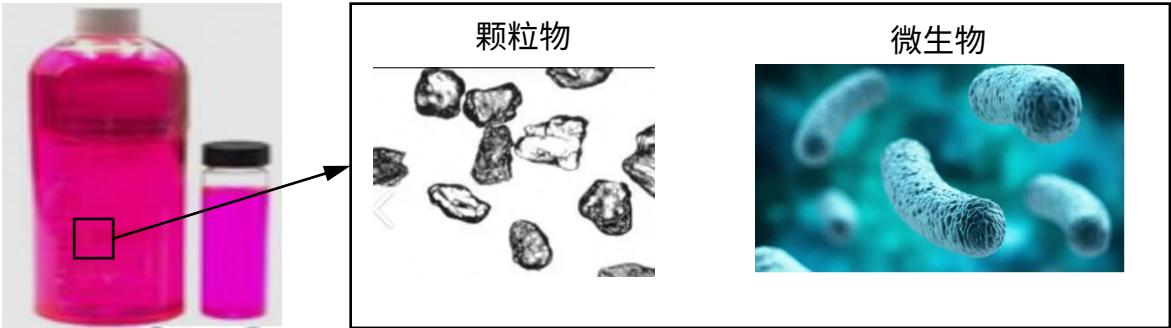
系统稳定性 xx %负载率	合格标准
	1、系统稳定，CDU二次侧供液温度波动≤±1℃。 2、一次侧冷源系统供液压力宜≥2.5bar。
功能测试	补液功能
	储液箱缺液告警 掉电记忆及来电自启功能 CDU双路切换
故障注入测试	温湿度传感器故障
	水阀故障告警
	掉电告警
	漏液传感器告警
	过滤器脏堵告警
	二次侧供液高温告警
	温度传感器故障告警
	压力传感器故障告警
DCIM测试-监控状态核对	

举措①：建立规范工质检测标准，规范化水质问题处理方案

规范化工质液检测标准，建议每年检测金属/非金属，半年检测菌落

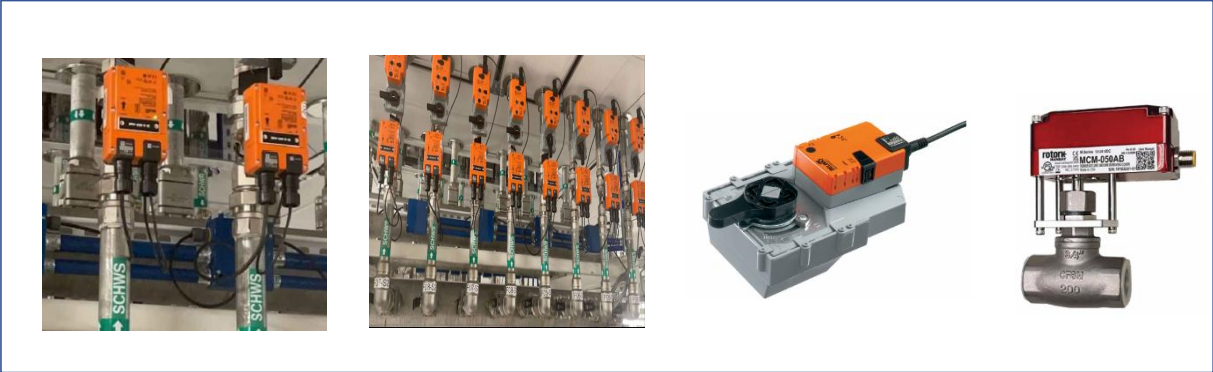
基础特性	pH值	1次/3月
	EG25/PG25 浓度	1次/3月
	电导率	1次/3月
污染物 腐蚀物	外观	1次/3月
	颗粒物 (大小/数量)	1次/1年
	离子指标	1次/1年
微生物	细菌	1次/半年

冷板铲齿间隙加密，需加强对颗粒物/微生物定期运维检测的规范

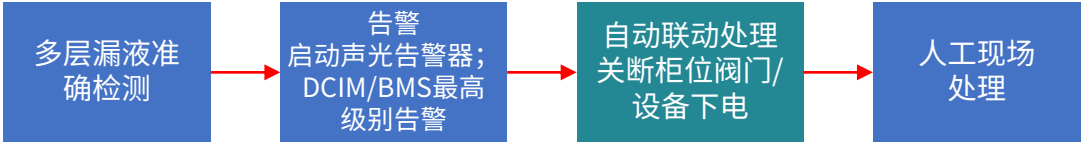


举措② 漏液检测及处理：“预防为主、快速检测、自动阻断、应急隔离”

业界AIDC机房使用关断阀进行机柜流量关断控制



加强机房漏液检测，逐步建立大量漏液自动关断阀门/设备下电的紧急处理机制



- ① 漏液精准检测：能够区分漏液大小，发生“大漏”最高优先级告警
- ② 自动响应机制：检测到大漏后系统立即联动关闭该机柜对应的二次侧电动球阀；同时关断对应机柜电源；
- ③ 人工处理：现场人员收到告警后，携带防护装备（绝缘手套、护目镜）迅速到达现场，根据现场情况积极处理。

1. AIDC基础设施规范：根据产业发展及问题反馈持续优化，发布1.0版本
2. AIDC 机房参考设计：复用标准机电设备，构建2.5/3.15MW级微模块，输出参考设计图纸。
3. CDU：定义关键制冷演进规格，减少项目定制，发布1.0版本
4. 机房二次管路预制化：来料管控、焊接/酸洗钝化等工艺规范化；输出金属软管测试规范，提升流量。
5. 风冷末端：机房+机柜联合仿真，给出可参考的风冷散热能力评估；输出1.0版本
6. 材料/工质兼容性：建设工质及过流材质兼容性测试规范和AVL 资源池，发布1.0版本
7. 液冷部署：明确液冷系统冲洗/兼容性/验收规范，推动液冷系统规范化部署
8. 运维标准化：液冷工质应定期检测，逐步推进漏液自动处理机制

THANK YOU

