

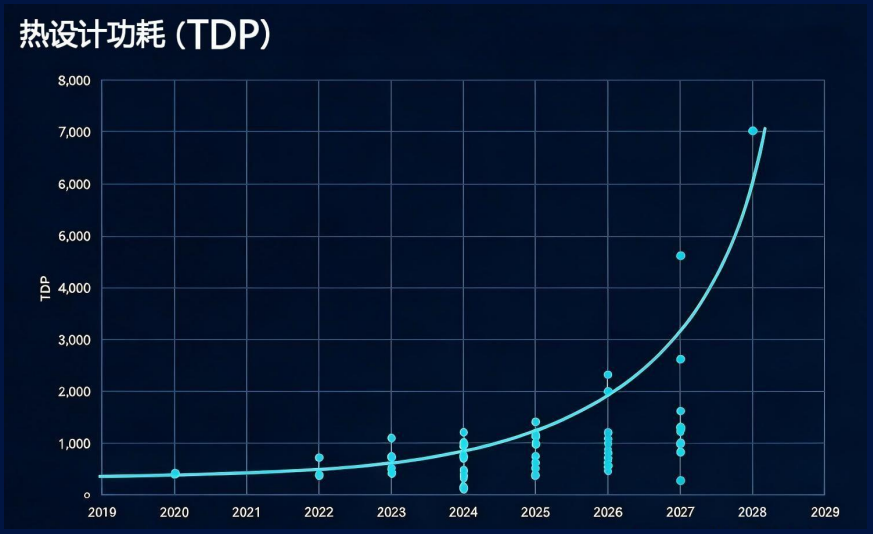
海悟液冷平台化解决方案助力50+MW先进算力落地

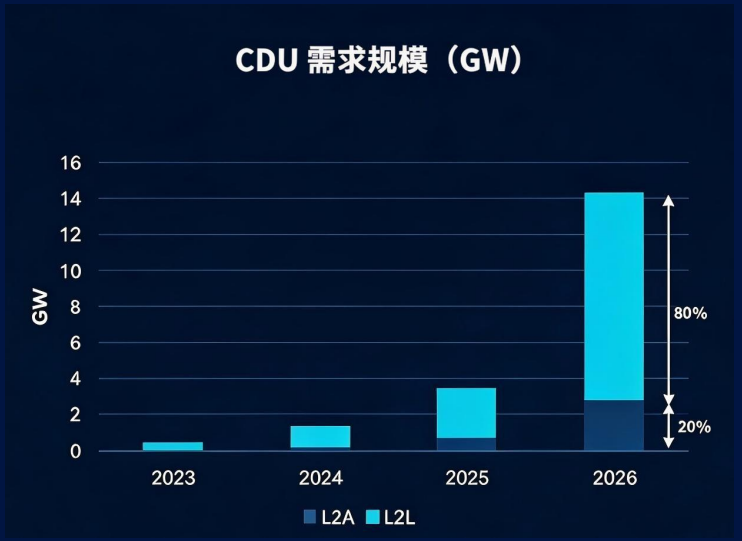
范玉斐

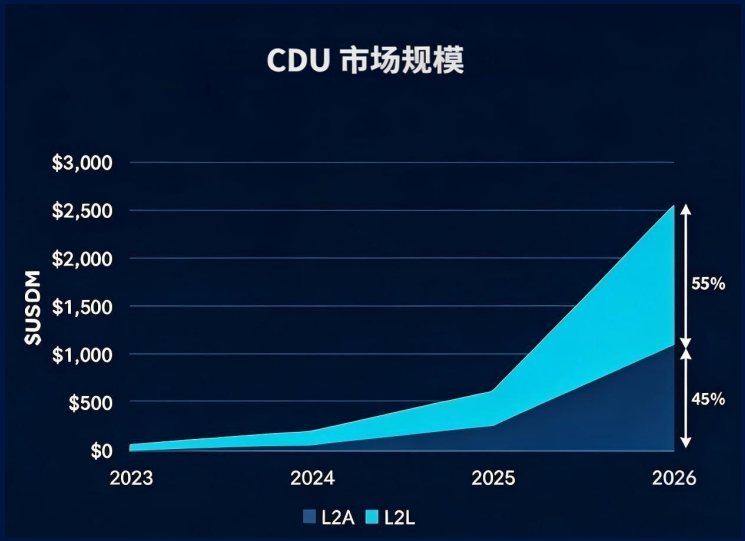
广东海悟科技有限公司 市场营销中心 产品总监

AIDC 液冷已经到来

- 2026后下一代超高算力芯片功耗指数级提升，预计2028年单芯片功耗将突破7000W
- 2023 - 2026 全球CDU 市场高速扩张，散热冷量需求 CAGR 188%，2026 年同比增速突破 300%，进入加速拐点
- 2026年全球CDU市场规模已达到25亿美元，是2025年的5倍，CAGR 176%







国产 AI 芯片功耗飙升，驱动液冷需求提升

	华为昇腾 (Atlas 800T A3)	海光 (scaleX640)	AL平头哥 (磐久AL128)	沐曦科技 (曦云C600)	摩尔线程 (MTT S80)	昆仑芯 （超节点）
单卡功率	~1600W	~1300W	~2500W	~700W	-	~1500W
单柜功率	30kW（风冷降配） 50.5kW（液冷）	860kW	350kW（液冷）	-	-	120kW
单柜GPU	32卡	640卡	128 - 144卡	128卡	64卡	32/64卡
散热方案	液冷优先，风冷支持降配运行	相变浸没液冷	风液混合	风液混合	风液混合	风液混合
组网架构	灵衢总线	ScaleFabric400	Alink正交背板	MetaXLink	MTT Link	OISA技术
超节点集群	384超节点（12+4）	1个算力柜	双柜256卡	10个算力柜	多柜互联	支持万卡集群

Huawei Cloud Matrix 384 Scale Up POD



CloudMatrix384

由384个Ascend 910C芯片组成；较之GB200 NVL72，芯片数量为5.3 倍，功耗大于4倍；系统功耗约560KW、共16个机柜。

“国内智算中心大规模新建，国产 AI 卡装机量持续提升”

安全与供应

安全，是智算中心的生命线

液冷把水与冷却液带进机柜。泄漏、堵塞、腐蚀、水质失控、断电断水……任何一环失守，都可能造成算力中断甚至设备损坏。

容不得半点侥幸

供应，卡住项目交付的节奏

液冷需求井喷，泵、换热器、阀件、传感器“四大部件”供应全面紧张——交期拉长、价格波动、供应链不稳。

一个零部件卡住，全项目延期

海悟的答案：保供应 · 保交付 · 守安全

产品平台化

目标 → 保设计进度

柜体标准化、模块化设计，快速适配，缩短交付周期

零部件国产化替代验证

目标 → 保交付进度

关键部件完成国产化替代与验证，摆脱单一供应来源

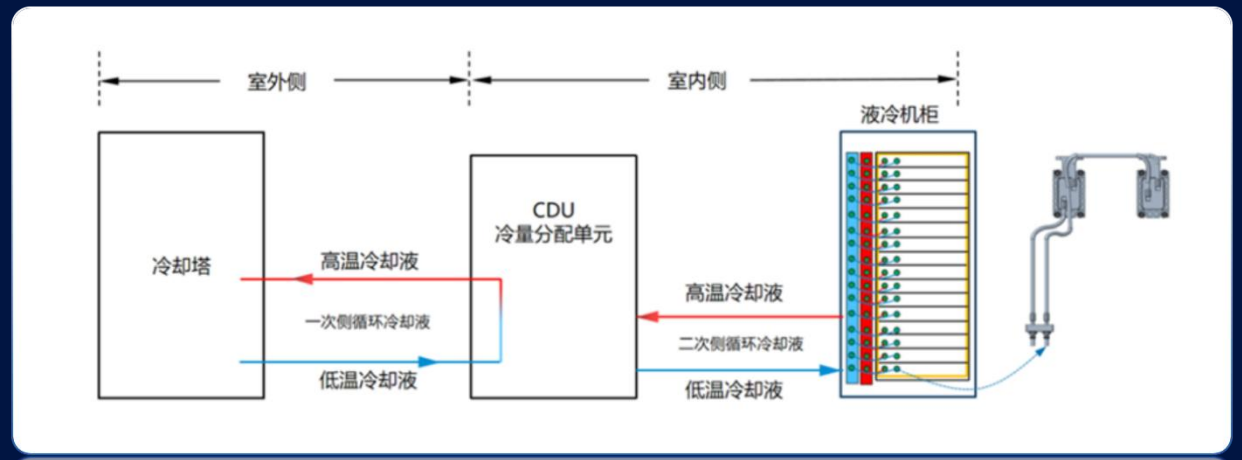
标准化综合测试

目标 → 守安全

测试覆盖液冷全链路，把泄漏等隐患挡在交付之前

冷板式液冷系统架构

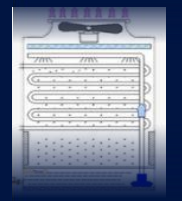
冷板式液冷系统架构包括一次侧冷却系统、二次侧冷却系统、相关设备及其组件，通过一次侧和二次侧实现循环散热。

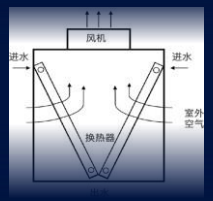


冷板式液冷系统通用架构原理图

■ 基于冷板液冷的一次侧系统

➢ 一次侧冷却系统由室外散热单元（冷却塔/干冷器）、一次侧水泵、定压补水系统和一次侧管路等组成。





冷却塔/干冷器



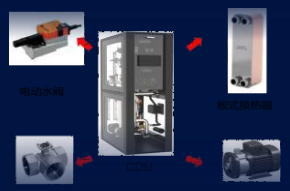
循环水泵



水处理装置

■ 基于冷板液冷的二次侧系统

➢ 液冷二次侧系统主要为液冷分配单元CDU、二次侧环路、液冷机柜、mainfold分集液管、液冷服务器等组成。



冷量分配单元



液冷机柜



分集液管



快速接头



液冷服务器

液冷系统CDU设计要点

入列式 CDU
与服务器机柜并列布置，高度和深度与机柜保持一致，为本列服务器机柜提供散热。

非入列式 CDU
布置在机柜列之外的机房特定区域，尺寸不做严格要求，通常多台 CDU 共同为全机房机柜散热。

八大设计要点

1. **换热器**
铜冷板配铜钎焊换热器；铝冷板配全不锈钢钎焊或可拆式换热器。

2. **水泵**
机封优选碳化硅材质；接液 304 及以上；泵组 2N 冗余，支持在线更换。

3. **管路流速**
CDU 一、二次侧内部管路流速应 ≤ 3 m/s，降低冲刷腐蚀与噪声。

4. **过滤要求**
一次侧 ≥ 50 目，二次侧 ≥ 270 目；一、二次侧过滤器均支持在线清洗。

5. **自动排气**
CDU 最高点及局部高点应设置自动排气阀，避免气阻影响流量。

6. **泄压保护**
配置自动泄压阀，当系统压力大于 5 bar 时应能自动泄压，保障安全。

7. **防凝露**
须具备防凝露控制功能，避免二次侧系统发生凝露风险。

8. **湿材质**
管路 304+ 不锈钢；密封垫及软管宜 EPDM/PTFE/PVDF；禁用不兼容金属。

- **高热流密度**
单台 CDU 已达 2 MW，未来 3 MW+；多模块并联，线性扩容适配分期建设。

- **全链路智能化**
AI 调度动态优化供液温度和流量，节能 20%~30%；全链路仿真预警堵塞、泄漏、水利失衡。

- **高温化 + 余热回收**
供水温度 40~55℃，全年自然冷却 PUE 1.05~1.1；余热用于供暖、热水、除湿。

- **低能耗长寿命**
磁悬浮泵+变频，输送能耗降 40%；耐腐蚀新材料，寿命提升至 15 年以上。

CDU"一项目一开发"模式已成为液冷交付瓶颈

不同客户液冷架构与服务器品牌不同，导致CDU性能规格千差万别，大部分项目需单独定制开发

1 规格差异：每项目需单独定制

CDU性能规格要求随项目变化：

· 功率、工作介质

· 供回液温度、逼近度

· 阻力损失、接口形式

→ 水泵、板式换热器、传感器等部件型号与规格随之不同

2 交付链条：研发与采购双重拉长

前期开发非简单选型，需依次经过：

系统设计 → 结构设计 → 性能测试

部件只能按项目小批量采购

→ 研发周期与整体交付周期被显著拉长，往往无法满足客户端交付需求

核心矛盾：客户端液冷需求快 VS CDU一项目一开发"低效率交付模式

平台化CDU：一个平台、功率覆盖、快速交付

核心理念：用统一稳定的平台架构(柜体、结构、控制)复用到多变的功率与工况需求，把"变化"收敛到少数可替换部件上

一、统一的柜体与结构平台

统一外形尺寸

在一定制冷量区间内，通过增减水泵、板式换热器数量实现性能覆盖，固定柜体外壳、管路主干与接口方位。

CDU单面（正面）维护

面向未来服务器功率提升、CDU并列布置于空调间的场景，左右两面无维护空间，维护通道统一收敛于正面。

快速选型

固定尺寸覆盖一定范围内的服务器制冷需求，帮助客户在土建、机电预留与二次侧管路方面提前标准化设计，从源头消除"每项目改图"。

二、统一的控制与软件平台

统一控制逻辑与控制策略

控制逻辑与策略在平台层统一，不同项目不再单独开发控制程序，降低调试与维护成本。

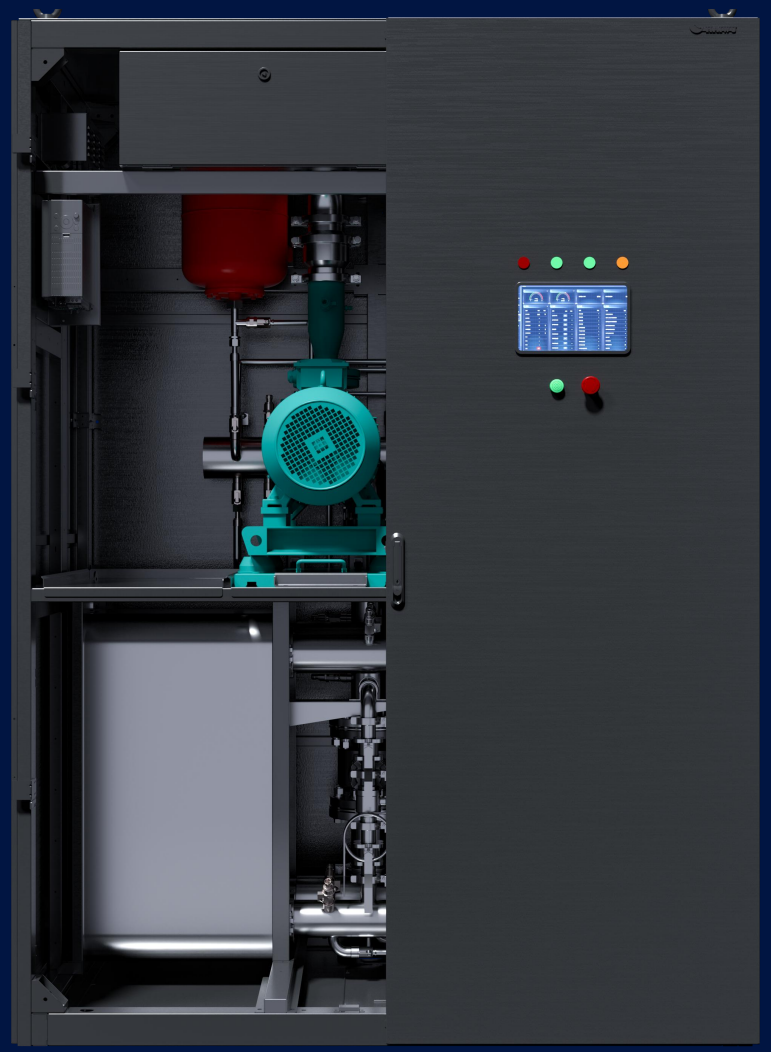
动态控制、按需智能调节

根据实际热负荷动态调节水泵转速、阀门开度与换热能力，匹配多变工况，降低运行能耗。

多CDU统一纳管与集中运维

多台CDU支持统一接入与集中监控，便于Colo与数据中心侧批量运维、故障告警与能耗统计，提升整体运营效率。

产品平台化



方案--平台化CDU

- 统一柜体外形，支持500/1000kW
- 功率调整仅变更板换、水泵模块

价值--交付效率提升

- CDU安装空间固定，快速选型
- 研发周期降低 **50%+**
- 液冷整体交付效率提升 **30%+**

背书

- 互联网客户联合开发，专项优化并通过实测验证，项目实践。

部件接口不统一，是平台化落地的最大制约

1 三类结构接口不统一

① 管路连接接口

法兰口径（DN）、连接方式、方位与间距各异

② 安装与占位

安装形式、固定方式、拆装方向不一致

③ 传感与仪表接口

安装螺纹、插入深度、探杆长度与位置不一

2 带来的瓶颈

- “即插即换”难落地，换件仍需改管、重新调试
- “仅换板换、水泵”设想打折扣，成本与周期上升
- 部件型号多样，备件库存压力大，难建安全库存
- 供应链被单一品牌绑定，面临缺货、涨价、替代受阻
- 平台化在交付与成本上的收益无法充分释放

3 呼吁：接口标准化是生态问题，需以需求端话语权联合推动

管路连接标准化

统一法兰口径、连接方式与方位间距

安装占位标准化

免改管路、免动结构的直接替换

传感仪表标准化

统一螺纹、插入深度与探杆互换性

写入招标规范

以客户需求倒逼上游供应链标准化

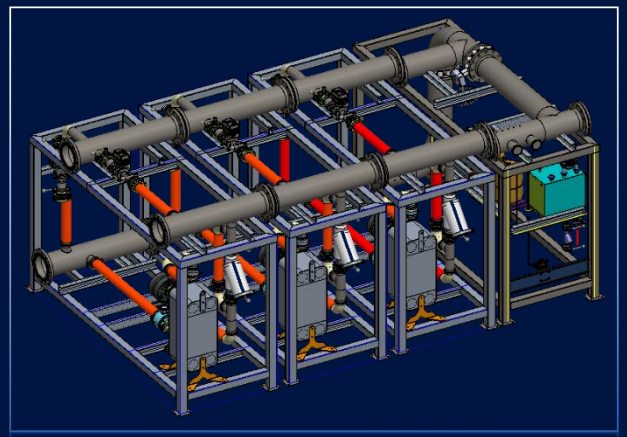
零部件替代验证测试

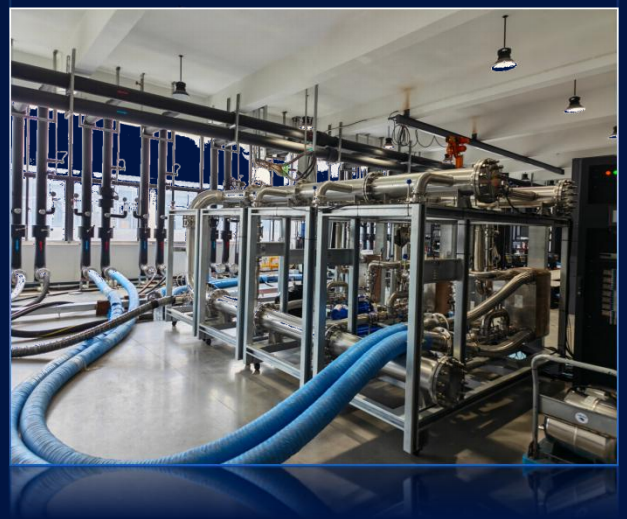
搭建部件级的长运行验证能力

- **液冷部件长运测试平台：**
- 自主模块化设计专利，针对关键部件(泵、换热器、阀件)开展 7×24h 液冷工况耐久试验，验证长期运行稳定性、性能衰减及可靠性，为新品牌应用提供实验支撑。只有通过了严苛的长运验证，部件才能进入海悟的产品型谱。

- **核心测试能力：**
- 全天候连续老化测试
- 执行机构按测试逻辑自动调节
- 启停冲击循环加速老化验证
- 数据自动存储、异常预警，一键输出完整测试报告

- **平台核心价值：**
- 泵磨损、传感器漂移、板换换热衰减等故障预测
- 量化部件使用寿命，提升应用可靠性
- 降低新品牌引入风险，在需求爆发期保供，降低液冷初投资





二次侧管路设计

- 二次侧管路系统指CDU 冷量分配单元出口到液冷机柜分集液器入口的管路。从管路冗余、在线维护等方面考虑，建议液冷 系统二次侧管路采用环管布置方式。
- 二次侧循环管路材质与循环工质直接接触，需具有良好的兼容性，建议二次侧管路系统的材质使用卫生级不锈钢管304或以 上材质，管路连接处采用抗腐蚀的高分子弹性密封材料。



二次侧接口指标要求

项目	指标参数
CDU与二次侧管路接口	管路接口可以采用法兰接口、卡盘快接口等多种形式，推荐采用国标系列规格
二次侧压力要求	根据实际场景确定
CDU到机柜距离	根据实际场景确定
进水水温	最低水温：露点温度加3℃，且不低于5℃；最高水温：根据器件允许温度确定
供回水温差	通常供回水温差在8~10℃

二次侧管径尺寸与流速对应表

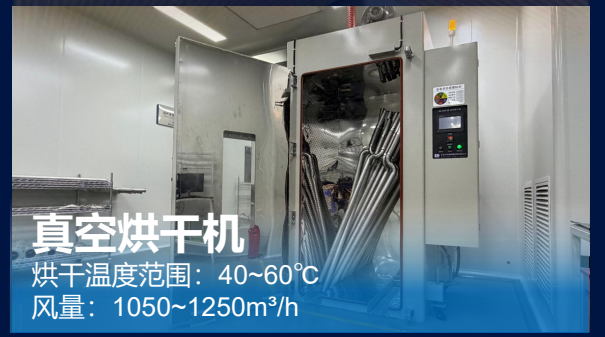
项目	指标参数		
二次侧支路接口	单机柜功率 15kW~40kW	单机柜功率 40kW~60kW	单机柜功率 60kW~150kW
最大流速	DN25~DN32	DN25~DN40	DN32~DN65

二次侧管路生产及工厂预装要点

- 十万级无尘车间环境，清洗-烘干-保压-包装，保障管路洁净度；
- 采用全自动氩弧/激光焊接，确保焊缝成型均匀；
- 超工作压力 2 倍进行耐压测试，验证管路、法兰等结构强度；
- 引入真空氦检箱，将泄漏率严格控制在10^{-7}mbar·L/s级别，实现微米级盲漏点检验，保证焊缝无渗漏；
- 二次环网工厂预装，验证管路密封性、均流性；



酸洗钝化清洗房
酸洗钝化，增强抗氧化能力



真空烘干机
烘干温度范围：40~60℃
风量：1050~1250m³/h



超声波清洗
确保管内、管外浊度小于5

测试标准化

针对典型客户的液冷场景搭建多架构测试验证平台

- 2N组网架构：CDU及管路采用2N备份架构，提高系统稳定性，降低系统运行风险。
- 环网架构：就是液冷机柜通过环网管路连接系统，实现双向供液的一种形式，可以通过阀门实现单节点故障系统隔离。



可靠性验证



兼容性与扩展性



长期稳定性

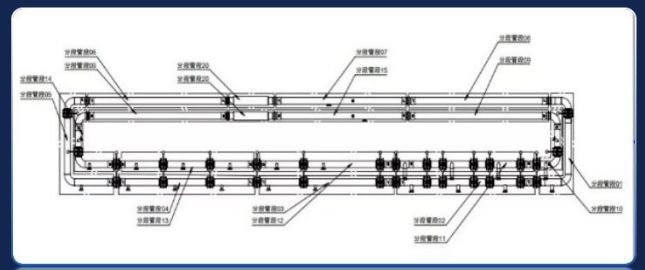
测试标准化 · 预制管路到货 · 三查

一查 · 外观检查

外包装无破损、防雨完好

管身无划痕、凹陷、褶皱

管段编号 / 材质 / 流向标识清晰



三查 · 内部清洁

管口封堵完好、内壁无锈蚀异物

深处清洁、无焊渣残留、酸洗层完好

垫片数量 / 螺栓规格 / 附件齐全



二查 · 接口检查

法兰密封面平整、无锈蚀，螺栓孔对齐

螺纹完整、保护帽齐全、类型匹配

焊口饱满、无焊渣气孔、位置符合图纸



验收标准

内壁光滑无毛刺

无油污、无锈蚀

封堵完好无破损



测试标准化 · 预制管路安装 · 常见问题分析

安装阶段 **接口对不上 / 错位**

现象：法兰孔对不齐、管口错位、螺栓穿不进

原因：支架定位不准、累计误差过大、预制尺寸偏差、未预留伸缩量。处理：复测支架 → 调整位置（严禁硬撬）→ 测量实际尺寸→ 必要时切割并做防腐。预防：工厂预拼装、复核图纸、预留伸缩量。

安装阶段 **螺栓断裂或滑丝**

现象：紧固时螺栓断裂、螺纹损坏　　原因：扭矩过大或使用冲击扳手，螺栓材质不匹配或质量差，螺纹未清理干净

处理：立即停止操作，泄压（如已打压），用断丝取出器或反向钻头取出断螺栓，清理螺纹孔，更换同规格高强度螺栓（8.8级以上），重新按对角顺序、规定扭矩紧固　预防：使用扭矩扳手、检查螺栓等级

安装阶段 **密封泄漏（打压前发现）**

原因：垫片老化或损坏，密封面有划痕、锈蚀，法兰平行度差

处理：更换新垫片（注意材质匹配），轻微划痕可用砂纸打磨平整，严重缺陷需联系厂家更换管段，重新紧固，检查平行度

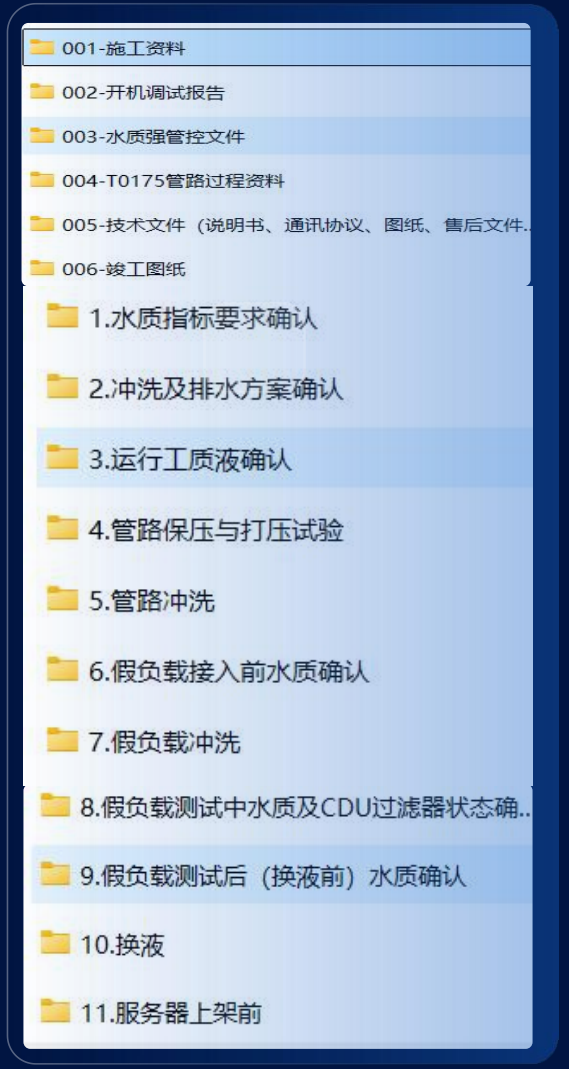
预防：验货时仔细检查密封面、保护垫片

调测阶段 **压力不稳 / 下降快**

现象：压力表指针波动、保压期间压力持续下降　原因：系统泄漏、排气不彻底、压力表或试压泵故障。处理：停止打压泄压 → 肥皂水/检漏液全面检查 → 重点查焊缝/阀门/设备接口 → 重新排气 → 校验仪表。预防：打压前彻底排气、接口全紧固。

调测阶段 **流量不足 / 温度异常**

原因：过滤器堵塞、阀门开度不对、管路气堵/异物。处理：清洗/更换滤芯 → 确认阀门开度 → 分段冲洗/排气。预防：冲洗彻底、定期检查过滤器、充分排气。



国内外项目案例

天津某CSP租用数据中心项目

- 14×500kW 房间级CDU，配套二次侧管路+补液小车
- 5MW IT / 120液冷机柜，单机柜54kW（风液比1:2）
- 适配华为液冷整机柜，极致逼近度 1.5°C

运营商自有数据中心项目

- 8×300kW 列级CDU，2套环网架构，2N冗余
- 服务8套GB300NV72整机柜，丙二醇闭式循环
- 提前BIM建模，复用原机房冷冻水系统，有效压低PUE

重庆某CSP自建数据中心项目（TX）

- 32×450kW CDU + 160套Manifold，一体化冷源26台
- 8MW标准IT机房，160机柜/机房，POD级方案复制
- 风液同源全品类交付，覆盖全生命周期运维与检测

泰国某CSP租用数据中心项目（KS）

- 80×1200kW 列级CDU，N+1冗余
- 50+MW IT，服务GB300整机柜，符合海外标准
- 75天批量供货，国内预制 + 海外整体交付

Global Computing Consortium
全球计算联盟

2026全球计算大会(CGC2026)

COMPUTING GLOBAL CONFERENCE 2026

谢谢！