



中通服咨询设计研究院有限公司

CHINA INFORMATION CONSULTING & DESIGNING INSTITUTE CO., LTD.

智算背景下冷板式液冷技术应用研究

数据中心（双碳）行业中心 郭聪

2025年06月



中通服咨询设计研究院有限公司

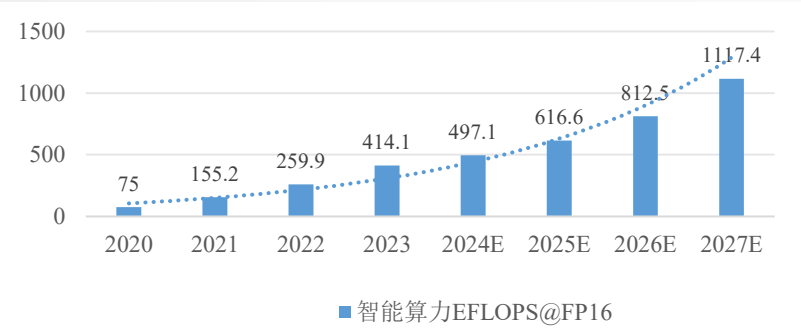
CHINA INFORMATION CONSULTING & DESIGNING INSTITUTE CO., LTD.

01

液冷产业背景及现状

产业现状

- 目前国内正处于智算产业快速发展时期，据预测，2025年，中国智能算力规模为616.6 EFLOPS，到2027年将达到1117.4 EFLOPS，2024年-2027年复合增长率为22.45%，智算将成为推动技术创新和经济增长的重要力量。



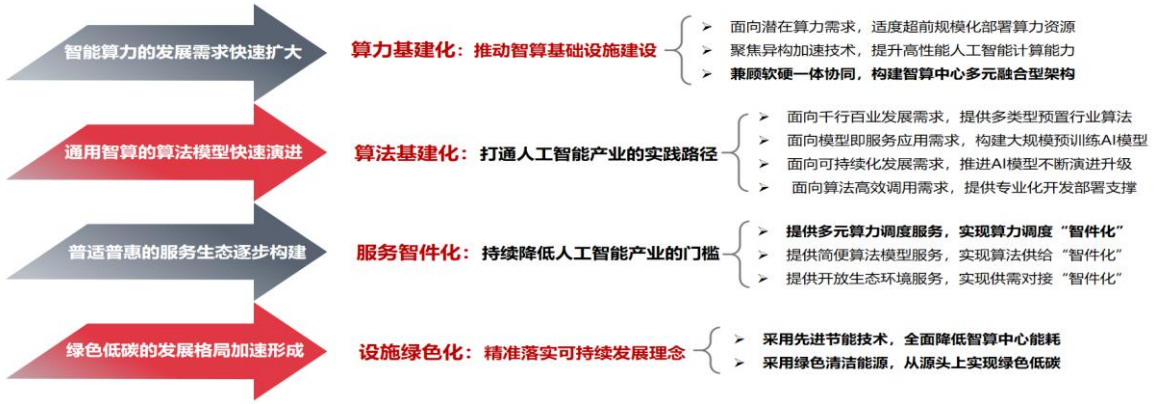
技术迭代

- 智能算力中心作为提供智能算力服务的关键基础设施，正在实现“开放、融合、高效、灵活、绿色、普惠”的高质量发展，从原来提供传统租赁服务的数据中心迭代升级为提供“算力+算法+数据”一体化服务的智能算力中心。



发展方向

- 未来智算中心将持续以算力基建化为主体，算法基建化为引领，服务智件化为依托，设施绿色化为支撑，推动智算中心一体化协同服务、算法服务普适普惠供给、基础设施绿色低碳发展；
- 面对未来业务的不确定性，智算中心的基础设施建设需更具弹性。

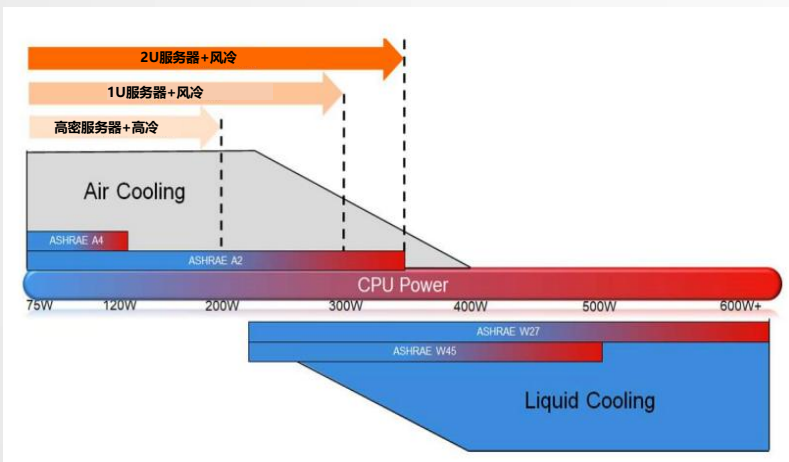


高功耗算力机柜推动风冷冷却向风冷+液冷模式转变

■ 高功耗设备增加带来液冷技术应用，数据中心设备散热方式已从全风冷逐步转变为风冷+液冷模式

- 服务器：以冷板式液冷方案为主，方案包含液冷风冷两套冷却部件，冷板结构多数仅覆盖CPU、GPU等高功耗发热部件，其余以风冷辅助冷却
- 网络设备：业内已分别对浸没式和冷板式液冷交换机的尝试，集中在接入盒式交换机。冷板结构主要针对交换芯片和端口光模块进行覆盖，其余以风冷辅助冷却

目前芯片TDP已接近风冷/液冷切换临界点



来源：美国采暖、制冷与空调工程师学会ASHRAE

- 风冷和液冷支持的芯片功耗取决于服务器外形（例如U数及单服务器点数）及其他配置
- 风冷的风机转速超过4000转/分后，流速增加对流换热系数改善不明显，只能改善与空气的导热传热，散热效果降低，一般认为最大支持400W
- 液冷中水的热导率是空气的 23 倍以上，可延伸至更高的TDP范围。
- **GREEN GRID认为每机柜 15-25 kW 的功率密度作为“未使用背板换热器等其他制冷设备”的风冷解决方案的上限**

典型GPU卡TDP功耗情况

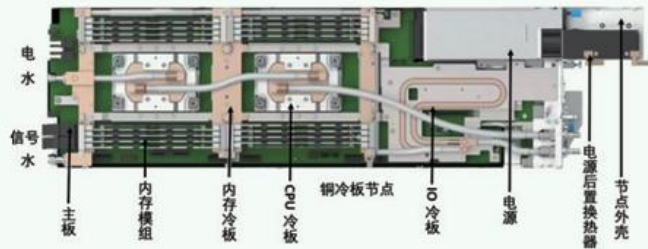
类型	厂商	型号	TDP功耗 (W)	散热方式
训练卡	Nvidia	H800	700	风冷/液冷
训练卡	HUAWEI	昇腾910B	500	风冷/液冷
推理卡	Nvidia	A10	150	风冷
推理卡	HUAWEI	Atlas 300I Duo	150	风冷
推理卡	寒武纪	MLU370-S4	75	风冷
推理卡	壁砺100P	BR100P	450	风冷

液冷产业生态尚的不成熟亟需推进产业链相关整合

- 数字经济蓬勃发展，AI、智算需求高速增长，推动液冷新需求，网络主设备液冷化趋势愈加凸显。

网络主设备液冷化

2024年1月，浪潮发布《全液冷冷板系统参考设计及验证白皮书》，提出全液冷冷板式服务器解决方案，除CPU外，内存、硬盘、电源等服务器其余发热器件，均采用冷板散热方案。



浪潮全液冷服务器节点

- 当前液冷产业生态尚不成熟，各家产品形态各异，产品规范化程度较低，业内无服务器与机柜统一接口规范标准，不同厂家产品无法兼容，限制竞争，影响产业发展。

液冷产业链

上游：主要为产品零部件及液冷设备（包括快速接头、CDU、电磁阀、manifold、冷却液等组件或产品）供应商。

中游：主要为液冷服务器、芯片以及液冷集成设施、模块与机柜等厂商。

下游：主要包括三家电信运营商以及互联网企业等

注：产业链定义参照《电信运营商液冷技术白皮书》

当前液冷系统集成方式

集成方式：上游、中游企业实施集成，中游企业集成上游企业液冷设备，即液冷服务厂商可以对应多家零部件厂商输出定制化应用。存在**一对多耦合、小范围适配**的问题。

亟需推进产业链相关整合，形成企业标准，建立符合企业利益的行业生态。

- 积极推动全面解耦，下游企业与中、上游企业标准化对接，实现**大范围匹配**，促进产业高质量发展。



中通服咨询设计研究院有限公司

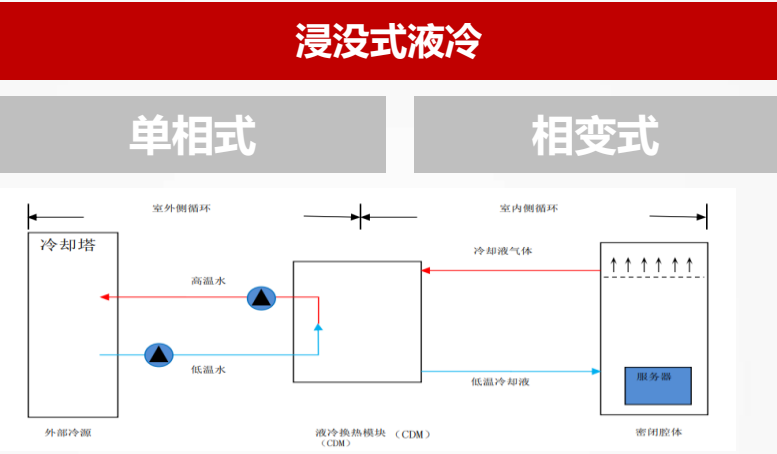
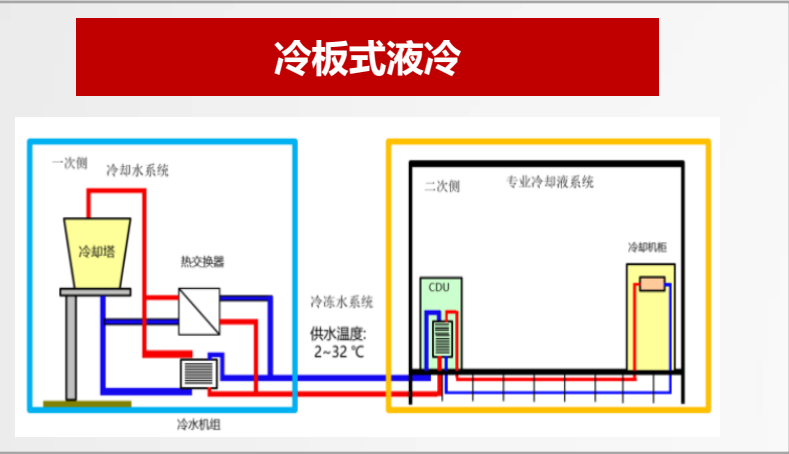
CHINA INFORMATION CONSULTING & DESIGNING INSTITUTE CO., LTD.

02

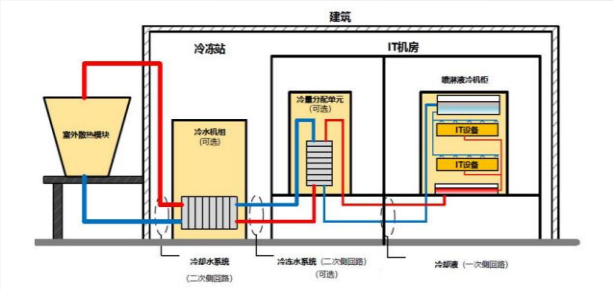
液冷系统关键部件分析

高密度场景采用冷板式液冷技术方案

■ 液冷分为冷板式液冷、浸没式液冷和喷淋式液冷，其中冷板式液冷产业链成熟、兼容现网、满足未来演进要求，是业界主流液冷路径。

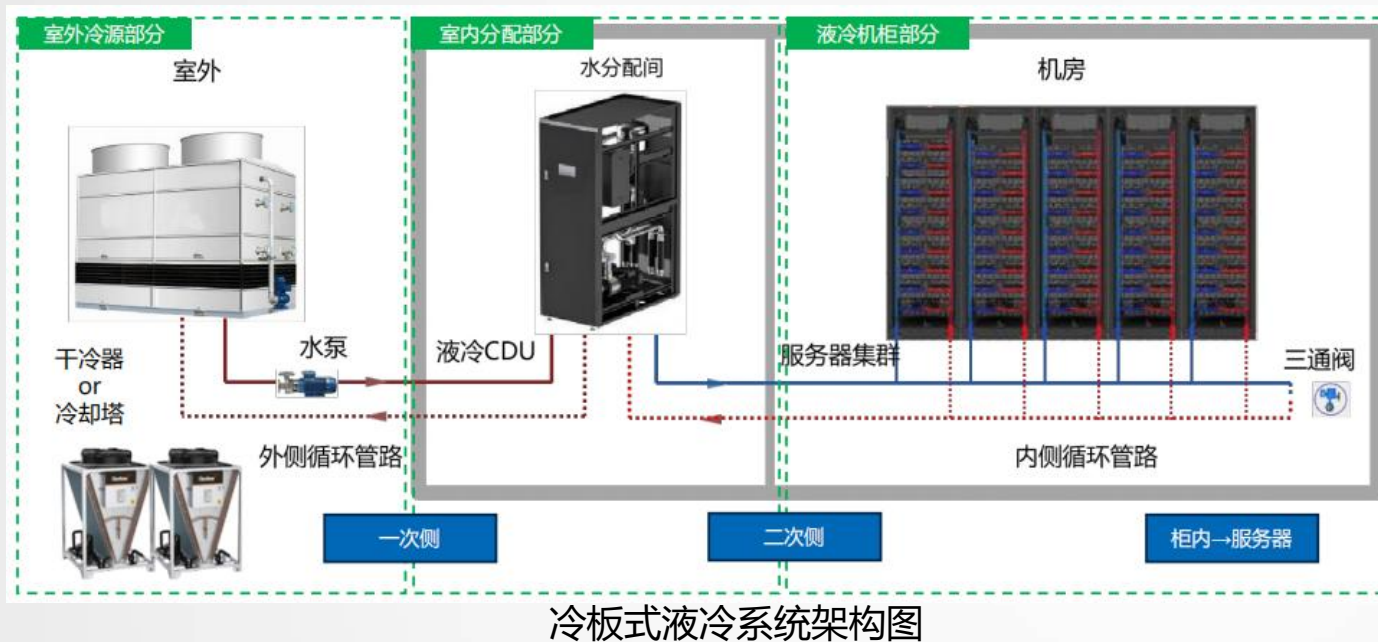


喷淋式液冷



液冷方案	冷板式液冷	浸没式液冷	喷淋式液冷
冷却工质	去离子水，乙二醇、丙二醇水溶液； 存在凝露/泄漏/腐蚀风险	氟化液、矿物油、合成油； 存在少量挥发性、微毒性等，缺少验证的安全替代产品	矿物油、合成油； 存在少量挥发性、微毒性等，缺少验证的安全替代产品
产品成熟度	具备“自主”+外包的模式； 厂商一对多耦合，小范围内适配	冷却工质国产化供应仍不成熟； IT设备器件需定制，所有器件要与工质做长期兼容性、老化测试	冷却工质国产化供应仍不成熟；IT设备器件需定制，
现网兼容性	机房承重16KN/m ² （IDC机楼可满足） 微模块集中部署，服务器支持冷、电、网盲插，维护简单	机房承重≥16KN/m ² （部分机房需特殊加固） 与传统风冷机房差异大，维护需机械吊装节点、清理液体，部件拆卸更换困难	机房承重16KN/m ² （IDC机楼可满足） 对系统改造大，液体兼容性要求高，不支持机械硬盘，流量控制不精准
建设成本	冷板式液冷技术工艺相对成熟，加工难度低，成本优势明显	冷却液工质要求高，部署成本偏高 液体与服务器器件接触，安全性要求高	结构改造及液体消耗成本大，液冷系统成本低
节能效果	需要其他形式补冷，节能效果相对较低	不需要其他形式补冷，节能效果好	不需要其他形式补冷，节能效果较好

❑ 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。

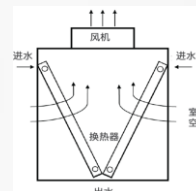


■ 基于冷板液冷的一次侧系统

- 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



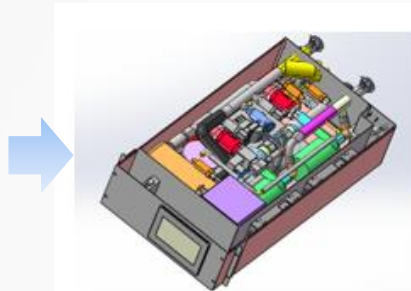
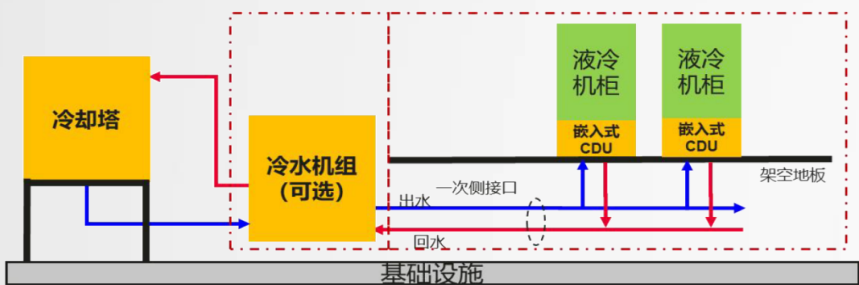
液冷服务器

液冷系统关键部件-CDU液冷分配单元

■ 目前行业内的应用分为集中式CDU和分布式CDU两种形式。从可维护性，可靠性，使用场景、技术成熟度等方面综合考虑，建议采用 集中式CDU，从一二次侧管路布设及设备维护的便利性角度考虑，建议集中式CDU布置在空调管道间或者空调区。

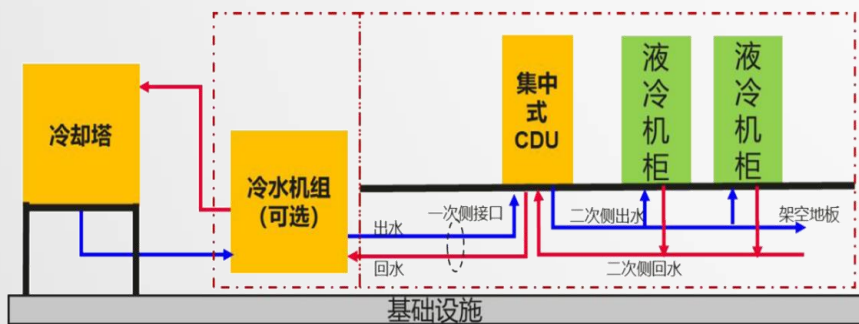
分布式CDU

- 集成在单个液冷机柜中，为该机柜中的节点进行冷量分配，高度通常不超过5U，且一般布置于机柜底部。



集中式CDU

- 连接多个液冷机柜，为多个机柜中的节点进行冷量分配，一般与机柜尺寸相当。



集中式CDU与分布式CDU比较

类型	集中式CDU	分布式CDU
布局	CDU布置在机柜外，每列机柜布置两个CDU，一主一备	CDU布置在机柜内部，每个机柜对应一个CDU
系统管路连接	较多，需二次侧管路部署，需考虑二次侧流量分配	一次侧管路直接延伸至液冷机柜
空间利用率	集中布置在空调管道间或空调区，不占用机房空间	集成于机柜内部，占用机柜U位
可维护性	相对简单，出现故障可集中诊断和维护	相对复杂，需多点诊断和维护。
可靠性	N+X备份，可靠性高	与机柜一一对应，通常水泵1+1备份，可靠性较低
适用场景	对于中大型、超大型数据中心，机柜总数多，应用集中式 CDU 可减少设备维护量。	适用小型数据中心，不适用大型，超大型数据中心，会增加维护负担
技术成熟度	较高，起步较早，应用相对较多	起步较晚，正在创新应用
故障影响范围	影响范围大，多个机柜同时受影响	影响范围小，局限在单个机柜内

- 液冷机柜用于放置服务器，并提供其运行所需的供电、冷却等环境。目前业内应用包括两种形态，一种是盲插液冷整机柜，另一种是常规液冷机柜。



尺寸要求:

- 机柜尺寸:2200~2500mm(H)*600mm(W)*1200~1400mm(D)

功能要求:

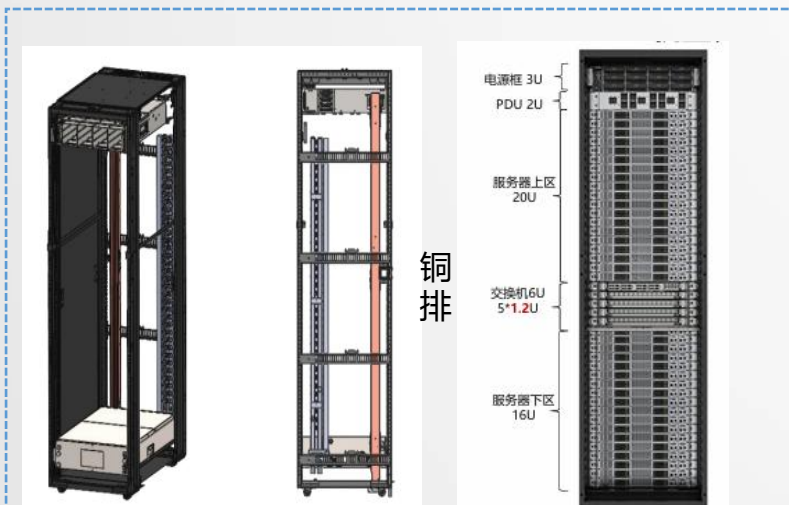
- 内部空间结构需充分考虑服务器及其他IT设备的上下架操作。
- 支持服务器后维护，不影响服务器前后窗外设接口/线缆或可插拔器件。（如电源、可插拔PCIE卡等）的正常插拔维护。

Manifold放置位置:

- 通算与智算服务器都放置到机柜左侧。（从后方视角观察）

PDU放置位置:

- 通算服务器和智算服务器都放置到右侧。（从后方视角观察）

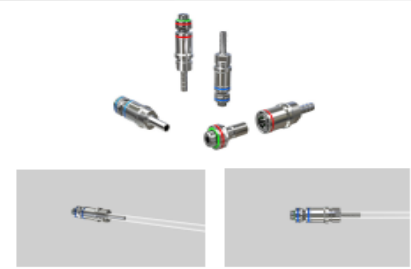


- 左水右电的布局原则，与主流液冷服务器厂商水电接口设计保持一致。

目前液冷快接头分为手插快接头、盲插快接头两种形式。

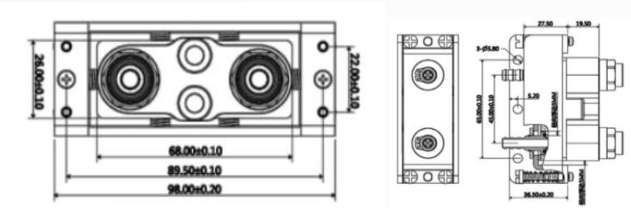
手插快接头

手插快接头是指需要人为手动握住快接头，进行插拔连接操作的接头设计。



盲插快接头

盲插快接头是一种可通过压力将公母头插入导通或拔开断开，无需手动操作的接头设计，需要通过精确的滑轨设计或定位销来辅助定位连接。

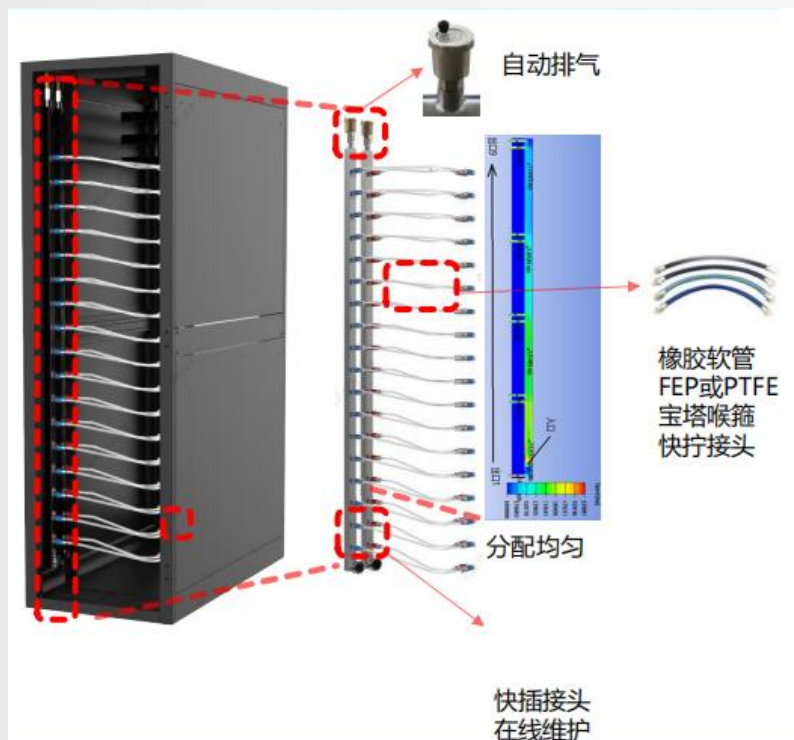


- 手插接头配套一定长度软管，灵活性较好，服务器和机柜解耦比较容易。
- 盲插快接头通过导轨和定位鞘连接，服务器和机柜耦合度高，解耦难度较大。
- 盲插快接头未形成标准化，可作为液冷机柜解耦的演进发展方向。

手插快接头与盲插快接头对比

类型	方案A 手插快接头	方案B 盲插快接头
可靠性	市场化应用多，技术成熟，产业链成熟，生产厂家众多。	新兴技术，目前市场化应用不多，技术成熟度相对较低。
灵活性	配套一定长度软管，对操作空间和角度的要求相对较低，灵活性较好。	一般通过导轨和定位鞘连接，对安装的精度要求高，灵活性较差。
解耦性	服务器和机柜之间的连接相对灵活，服务器和机柜解耦容易。	服务器和机柜之间的连接的定位固定，相对紧密，解耦难度较大。
成本	结构相对简单，生产难度较小，成本相对盲插快接头较小。	制造工艺和技术要求较高，结构相对复杂，成本相比手插快接头高。
可维护性	维护较灵活便利	维护较复杂

- ❑ Manifold (分集液管)实现液体在冷却回路中循环，有一进一回两个接头，通过接头与CDU连接，带走冷却设备中热量。
- ❑ Manifold 整体采用304不锈钢或以上材质的无缝方管焊接而成， 外径规格推荐有30mm*30mm、40*40mm等。



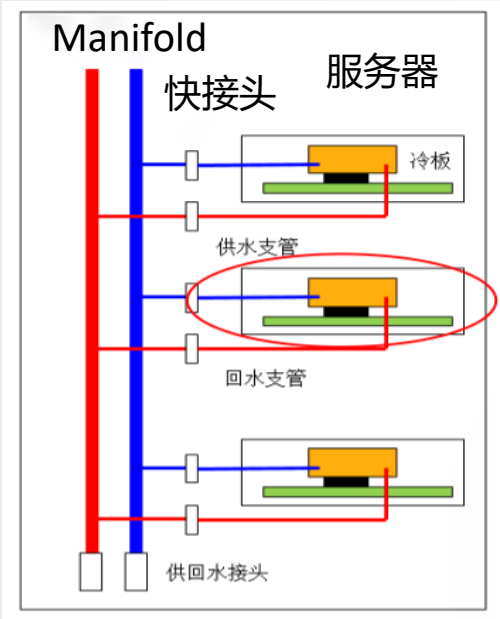
两种常用规格Manifold对比

	外径尺寸	最大流量	最大换热量
数值	30mm*30mm	81LPM	26kW
	40mm*40mm	144LPM	46kW

注：最大换热量是在25%乙二醇冷却液，进出水温差8℃条件下测算。

目前业内服务器和Manifold之间手插快接头的连接方式主要包括以下三种，综合对比，建议优先选择方案A：Manifold+快接公头，服务器软管直出+快接母头。

三种手插快接头连接方式比较



服务器方案	方案描述	服务器示意图	分液单元连接示意图	漏点和成本分析
手插快接头方案A	服务器：软管直出+快接母头 分液单元：快接公头			1个软管连接到快接母头， 1个快接公母头连接
手插快接头方案B	服务器：快接公头 分液单元：软管+快接母头			1个软管连接到快接公头； 1个软管连接到快接母头， 1个快接公母头连接，1 个宝塔头连接
手插快接头方案C	服务器：快接公头 分液单元：快接公头软管， 两端母头			1个软管连接到快接公头， 1个软管连接到快接母头， 2个快接公母头连接

三种手插快接头连接方式优缺点比较

手插快接头方案A		手插快接头方案B		手插快接头方案C	
优点	缺点	优点	缺点	优点	缺点
1：与manifold接口处远离服务器，少一层对接界面，可靠性好； 2：Manifold接头外观简洁。	服务器甩管需要对产品运输包装特殊开发	服务器端外观简介，不需要特殊设计运输包装。	增加一个连接界面，漏液几率升高。	服务器和manifold外观简洁，对运输包装要求低。	对接接口界面过多， 增加漏液风险； 成本过高（需要使用两对快速接头）

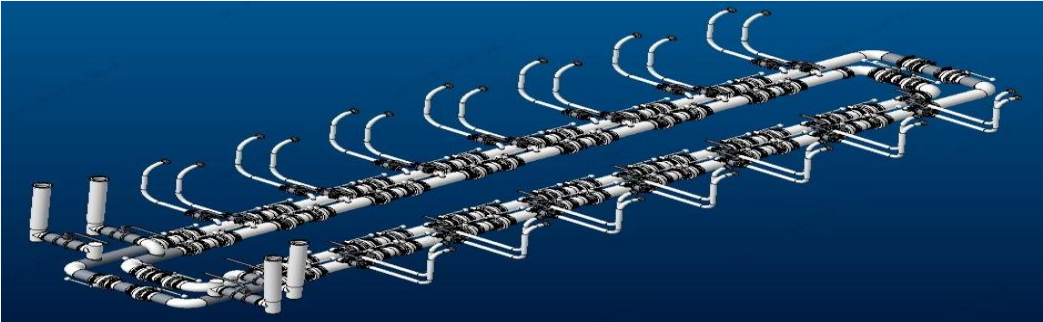
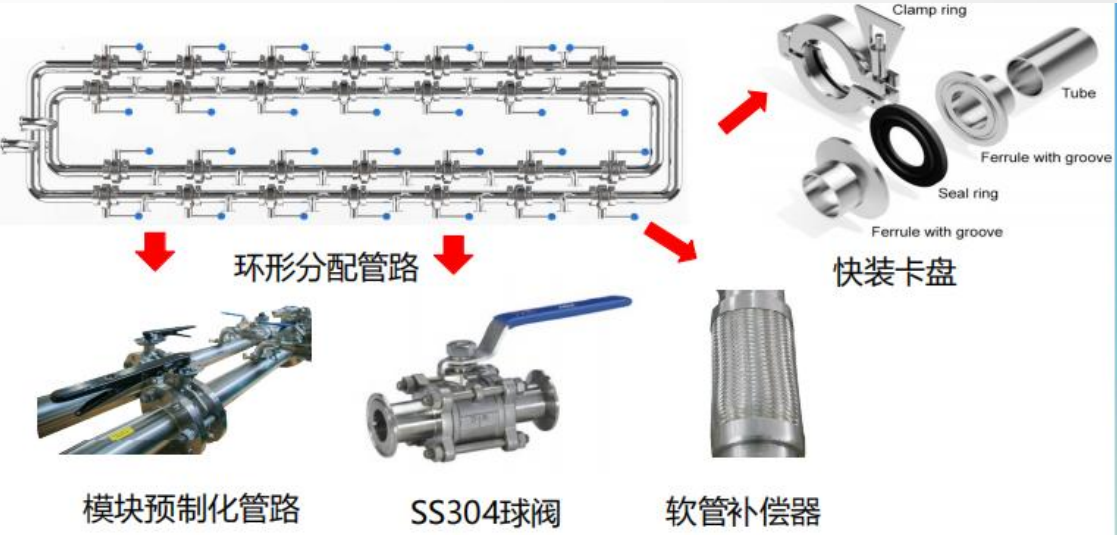
- ❑ 二次侧管路系统指CDU 冷量分配单元出口到液冷机柜分集液器入口的管路。从管路冗余、在线维护等方面考虑，建议液冷系统二次侧管路采用环管布置方式。
- ❑ 二次侧循环管路材质与循环工质直接接触，需具有良好的兼容性，建议二次侧管路系统的材质使用卫生级不锈钢管304或以上材质，管路连接处采用抗腐蚀的高分子弹性密封材料。

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	单机柜功率 (15kW~40kW)	单机柜功率 (40kW~60kW)	单机柜功率 (60kW~150kW)
二次侧支路接口	DN25~DN32	DN25~DN40	DN32~DN65
最大流速	≤1.5m/s	≤1.5m/s	≤1.8m/s



- ❑ 冷却液选择：《数据中心液冷系统冷却液体技术要求和测试方法》规定了液体的总体性质、应用性能、毒性参数、环境参数等方面。
- ❑ 目前业内常用的冷却液有乙二醇溶液、丙二醇溶液、去离子水等。

冷板式液冷主要冷却液性能对比

冷却液	25%乙二醇	25%丙二醇	去离子水	冷却液行标要求
沸点/°C	198	187	100	-
凝固点/°C	-12.7	-10.2	0	-
导热系数/(W/m*K)	0.51	0.49	0.63	参考值，具体根据供应商配方调整
比热容/(KJ/kg*K)	2.347	2.481	4.2	参考值，具体根据供应商配方调整
密度/(kg/m³)	1027	1014	992	-
运动黏度/(mm²/s)	1.1685	1.3708	0.6552	在最低使用温度下液体运动黏度<50mm²/s
散热性能对比	0.942A	0.962A	A	满足系统额定液体循环功率下除热要求
导电性	混合杂质后导电	混合杂质后导电	混合杂质后导电	初始液体体电阻系数<300μS/cm
毒性	有一定毒性，乙二醇原液口服致死量1.6g/kg	有一定毒性，丙二醇原液口服致死量22g/kg	无	液体允许接触浓度>100ppm；使用液体要求无皮肤接触，无眼接触刺激，无细胞变异影响，对水生毒害无影响
环保性	设置集液装置或者加水稀释后排放到污水管道	设置集液装置或者加水稀释后排放到污水管道	环保,直接排放	臭氧破坏潜能ODP=0
产业链及成本	与汽车防冻液共用产业链，大量应用，产业链成熟、成本低	多用于食品、饮料等有低毒性要求的产业链，应用范围小，成本高	去离子水制备产业较成熟，但运维要求高，局限在特殊行业应用，应用范围较小	-



中通服咨询设计研究院有限公司

CHINA INFORMATION CONSULTING & DESIGNING INSTITUTE CO., LTD.

03

液冷技术应用研究

随着智算中心行业的发展，一直有新的空调系统架构出现，并得到大量的应用。当前供冷架构呈现出多元化的局面，主要原因有以下几方面：

地域差异

不同的地区有不同的气候特点、水资源情况，不同架构有不同方面的优势。

芯片、服务器的发展

芯片、服务器功耗的提升，尤其是高功率智算GPU芯片的应用（GB200、300），对供冷提出了新的需求，促进了近端空调、液冷的应用。

大厂的引领

以百度、阿里、腾讯、华为、字节为代表的大厂走不同的技术路线，引领行业的发展。

厂家产品策略

空调厂家根据自身技术方向、产品优势推动新型空调末端的应用。



空调系统供冷方案的选择都是综合考虑各种因素的结果，在实际工程选用时，需因地制宜。液冷冷源可采用开式冷却塔，闭式冷却塔，干冷器3种模式，其中闭式冷却塔节能最佳，开式冷却塔成本最低，干冷器适用于无水地区。

液冷系统架构分析



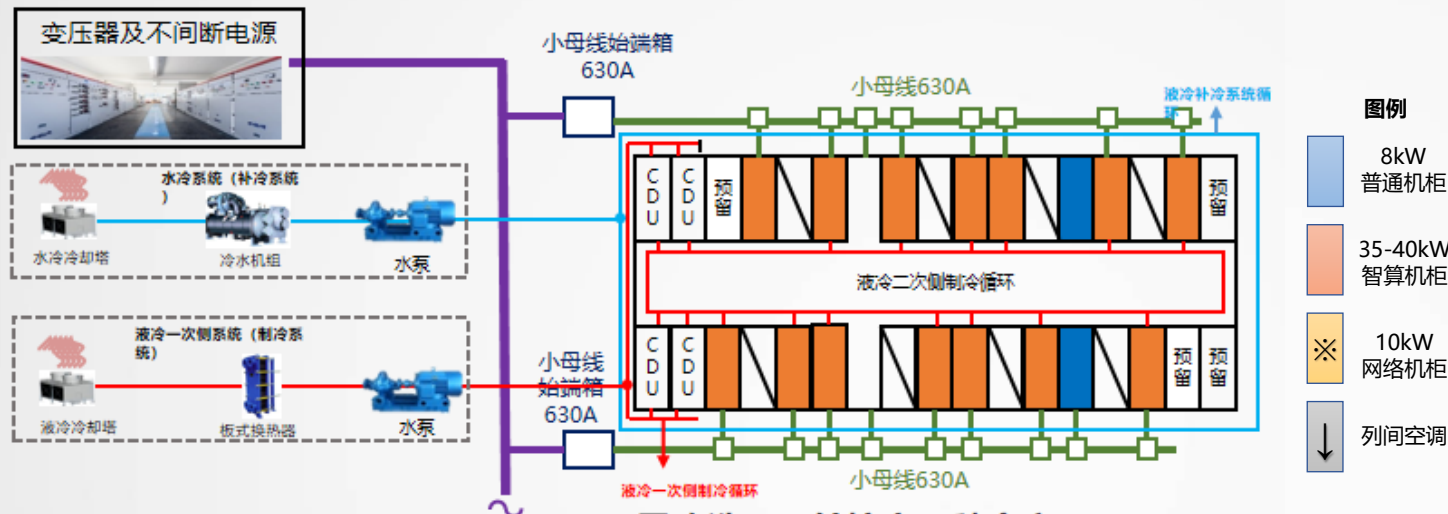
中通服设计
CID INSTITUTE

客户类型	机柜类型	机柜功耗	机柜尺寸 (mm)	制冷形式	空调冷源形式/配置	空调末端形式/配置	系统架构图
Y	冷板机柜	48kw	600*1200*2200mm	冷板液冷+冷冻水补冷；风液融合	(1) 形式：闭式冷却塔 / 冷水主机+开式冷却塔 (2) 颗粒度划分：液冷系统独立设置 补冷系统独立设置冷水系统 (3) 备份冗余：N+1备份, N≤5。	(1) 形式：“CDU+manifold+快速接头” (2) 颗粒度划分：CDU: ≤500kW; (3) 备份冗余：N+1备份。 (4) 补冷：列间空调：50-60kW; N+1备份, N≤5	
Z	冷板机柜	21kW	600*1400*2800	冷板式液冷+风液同源	(1) 形式：“开式冷却塔+板换” / “闭式冷却塔” (2) 颗粒度划分： ① IT容量 < 10MW, 1组冷源; ② 10MW ≤ IT容量 < 30MW, 2组冷源; ③ 30MW ≤ IT容量 < 45MW, 3组冷源; 以此类推。 (3) 备份冗余：N+X备份, N≤4。	(1) 形式：“CDU+manifold+快速接头” (2) 颗粒度划分：CDU: ≤650kW; (3) 备份冗余：3+1备份/2N备份。 (4) 补冷：双盘管风墙：150~220kW; N+X备份, N≤6	
T	冷板机柜	60kW (峰值 不低于 70kW)	600*1400*2500	冷板式液冷+风液同源	(1) 形式：“一体化冷源（风液同源）”。 (2) 颗粒度划分：最小单元包含2台一体冷源 (650kW), 2~4台风墙, 2台CDU, 2台分配柜, 以及对应的管路系统和Manifold、快接头等末端配置, 选用自研设备。 (3) 备份冗余：1+1备份。	(1) 形式：风冷部分：“水冷双盘管DX空调+弥漫送风+封闭通道”，冷板部分：“CDU+Manifold”。 (2) 颗粒度划分：机房采用水冷双盘管DX风墙：110kW; CDU: 450kW (3) 备份冗余：双盘管风墙：N+X备份	
A	风冷机柜 (兼容冷板液冷)	10kW	600*1400*2550	风液同源	(1) 形式：“开式冷却塔+冷却水泵+水冷双盘管DX空调”。 (2) 颗粒度划分：冷却塔流量230m3/h (3) 备份冗余：2+1备份。	(1) 形式：风冷部分：“水冷双盘管DX空调+弥漫送风+封闭热通道”，冷板部分：“CDU++Manifold”。 (2) 颗粒度划分：机房采用水冷双盘管DX风墙：140kW; CDU: ≤180kW; (3) 备份冗余：双盘管风墙：N+X备份, N≤5; CDU: 2+2备份。	

结论：1、基于当前智算中心冷板液冷的主流应用形式，风液混合部署在一定周期内是主要应用业态，冷板式液冷散热系统和补冷系统多为独立的两套系统；2、风液同源的系统架构被一些互联网客户普遍应用，同时系统的颗粒度在不断划小，安全性被提升到新的高度。

风液融合：实现风液混合部署

风液融合：冷板式液+列间空调补冷



图例

- 8kW 普通机柜
- 35-40kW 智算机柜
- ※ 10kW 网络机柜
- ↓ 列间空调

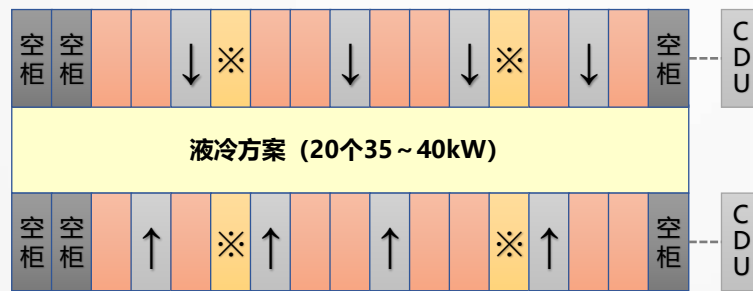


全风冷基础配置方案 (全部34个8kW)

全风冷方案

列间空调

普通服务商, 需求8kW以下



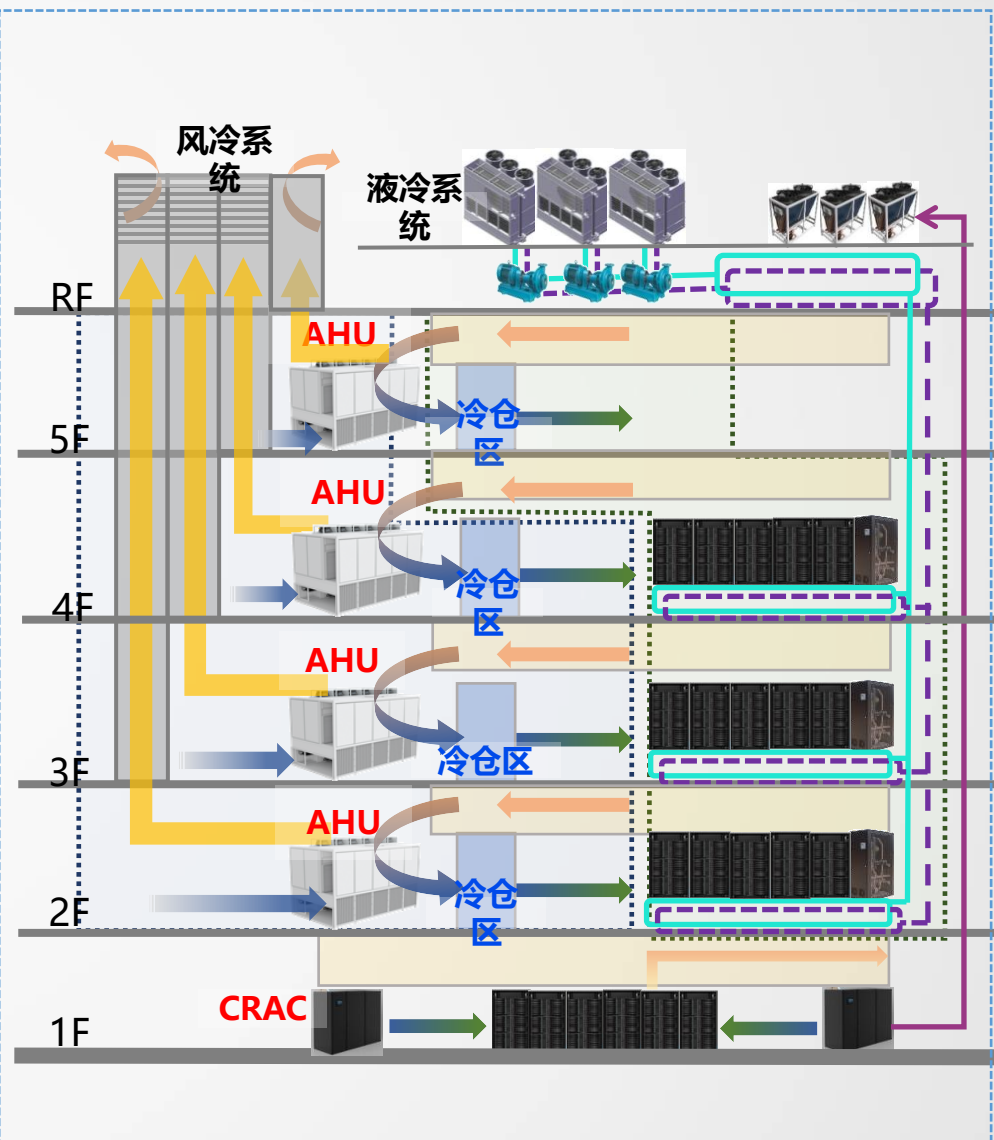
液冷方案 (20个35~40kW)

风液混合方案

冷板式液冷+列间空调 (补冷)

智算服务商, 全液冷及智算需求

风液融合：冷板式液+AHU补冷

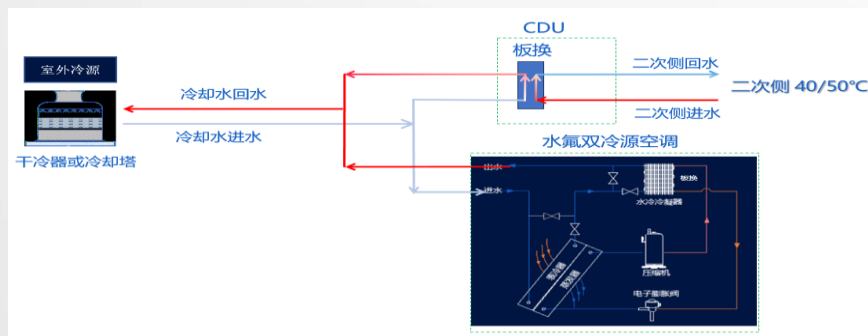
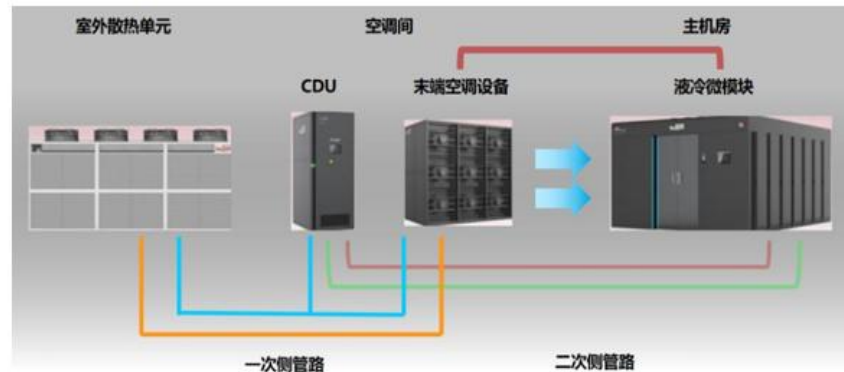


风液同源：实现智算中心敏捷交付

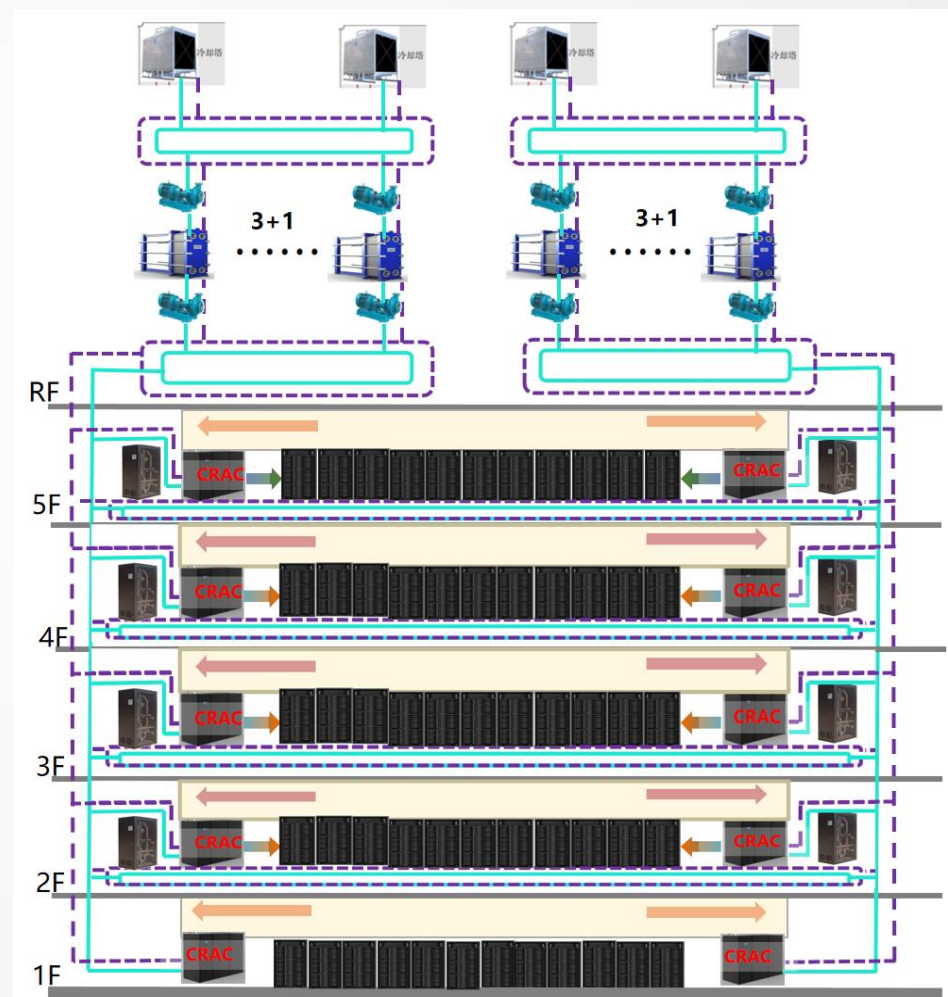
风液同源系统室外冷源统一规划部署，补冷系统的风冷末端空调设备与液冷系统CDU共用一套一次侧管路和自然冷却室外散热冷源，一体化解决风冷、液冷所有冷却需求。**业务未明确时风冷液冷比例动态可调**，针对风液散热比不同的服务器，以及服务器更新换代后液风比可能进一步提升的情况，**弹性部署满足风冷、液冷配置比例，灵活扩容需求。**

风液同源系统架构图

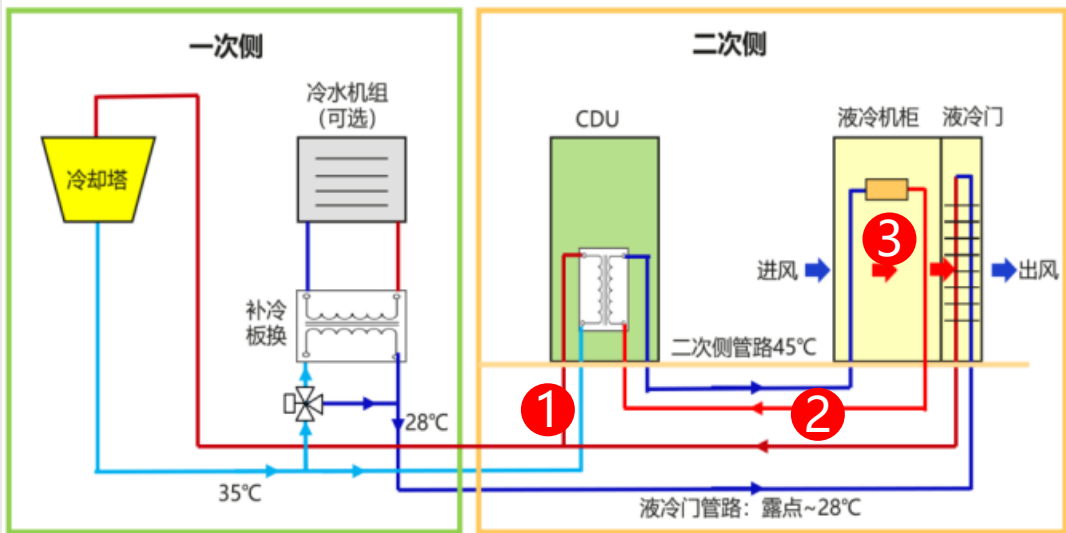
室外侧统一冷却散热单元，提供冷却工质至液冷CDU和末端空调，冷板液冷组件冷却服务器，末端空调提供所需补冷部



风液同源：冷板式液冷+风墙补冷



❑ 冷板式液冷交付可定义为DC舱级、机柜级解耦、服务器级解耦模式：



解耦的价值和意义：

- ❑ 通过统一技术要求、标准化接口等，积极推动冷量分配单元、液冷机柜、分集液器、液冷接头、服务器等全面解耦，实现上游企业与中、下游企业标准化对接，大范围匹配。
- ❑ 推进产业生态成熟，形成统一标准及规范，易于推广、灵活部署、促进竞争、降低TCO。
- ❑ 保持采购的多供应性，工程和运维责任界面清晰，简化建设和运维工作。

三种解耦模式的比较

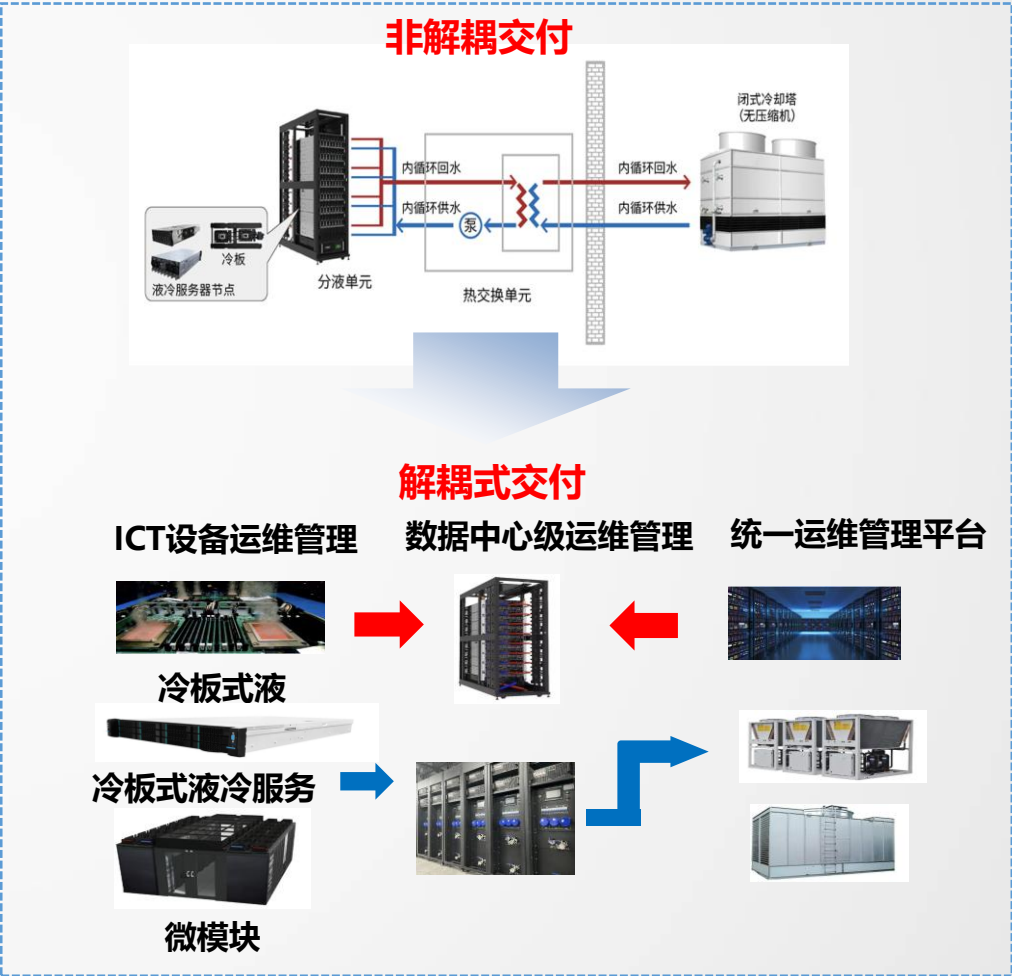
交付模式	交付界面	交付内容	优缺点分析
1 DC舱级	以CDU二次侧接口为界面，一次侧冷源系统标准化建设，二次侧整体模块化建设；同一机房内，可安装多个厂家的液冷系统。	二次侧环路由单一服务器厂家集成供应，包含CDU分配单元-二次侧管路-液冷机柜以及液冷服务器。	优点：集成交付，建设界面清晰，责任主体明确；缺点：存在客户壁垒，在升级或者更换液冷系统组件时灵活性较差。
2 整机柜级解耦	以机柜分集液器输入输出总接口为界面，一次侧冷源系统、CDU分配单元、二次侧管网标准化建设，二次侧的液冷机柜服务器整体模块化建设。	CDU分配单元、二次侧管网标准化单独采购，二次侧的液冷机柜服务器整体模块化建设。	优点：机柜和服务器整体交付，责任界面较清晰；缺点：原厂机柜只能与原厂服务器适配，采购受原厂家限制较多。
3 服务器级解耦	以服务器液冷接口为界面，一次侧冷源系统、CDU分配单元、二次侧管网、液冷机柜、manifold标准化建设，二次侧液冷服务器单独采购。	以服务器为界面，一次侧冷源系统、CDU分配单元、二次侧管网标准化建设、液冷机柜、manifold标准化建设，二次侧液冷服务器单独采购。	优点：全面解耦，标准化集采，避免设备与设施绑定，适配不同需求；缺点：液冷服务器升级迭代较快，标准化的定义面临不确定因素。

- ❑ 解耦交付模式可分为整机柜解耦交付和服务器解耦交付两种，综合冷板式液冷技术路线，后续进一步采用解耦交付模式。
- ❑ 受限于液冷服务器等兼容性要求，整机柜解耦交付模式具备先行性。

解耦与非解耦交付模式的比较

交付模式	解耦交付	非解耦交付
业务形态部署	避免设备与设施绑定，用户灵活部署，适配不同客户需求	不同厂商的产品之间兼容性差，易形成客户壁垒，存在客户单一性
建设成本	供应商多样化，有助于控制成本，能够让各供应商发挥自身优势	设备更新速度快，大概率只能保持固定供应商，客户迁移成本增加
业务接应市场	既有基础设施弹性，业务接应快	既有基础设施改造存在较长周期

- ❑ 解耦交付模式有利于**促进竞争、实现多厂家适配**，便于后续灵活部署，推进产业生态成熟，形成统一标准及规范。
- ❑ 从易于推广、灵活部署、促进竞争、降低TCO等角度出发，液冷技术路线建议采用**解耦交付模式**。





中通服咨询设计研究院有限公司
CHINA INFORMATION CONSULTING & DESIGNING INSTITUTE CO., LTD.

谢谢！