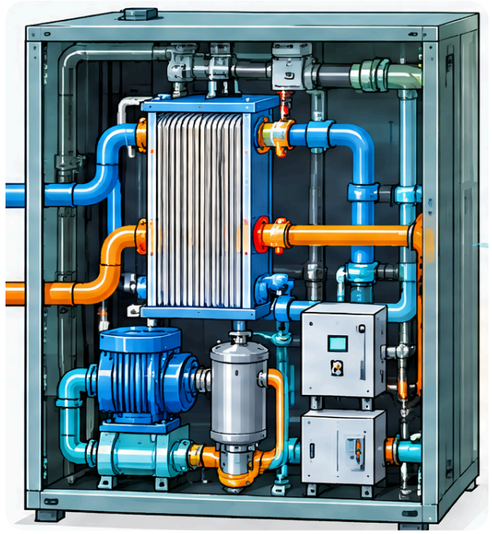
液冷总原理：热量如何离开芯片

先看共同原理，再按接触结构、相态和热量出口分类。



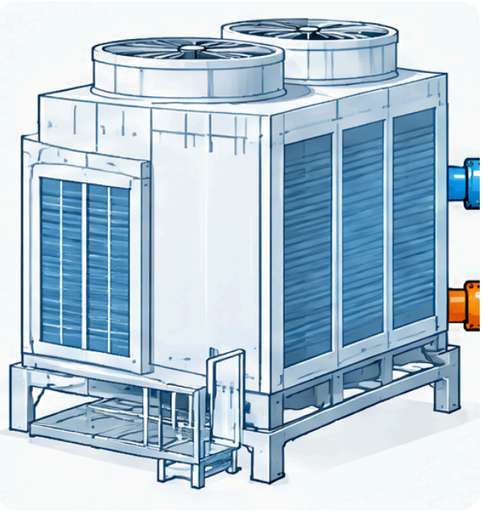
热源 / 芯片

通过接触结构转移热量



热量转移单元

把热量交给下一侧回路



设施散热端 / 室外

通过液体或空气排热

这页只讲共同原理，不代表某一种液冷路线；后续页面按路线和设备展开。

资料核验 2026-10-24 · S01 · S02

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

技术分类先看比例，再看路线

公开资料没有全球统一的路线份额；先把可比口径和三条分类轴画清楚.

全球统一可比份额

未公开

公开资料没有同一分母，不能把路线直接排成全球百分比。

中国 2025 · 公开采访口径

冷板液冷 149.4 / 159.8 亿元

M04：149.4 ÷ 159.8 = 93.5%；余数是推导值，不是独立公开份额。

分类要看三条轴，百分比不能替代路线图。

接触结构

- 冷板 / 封闭流道
- 浸没 / 介电液
- 喷流、微射流 / 机箱
- 后门换热 / 液气CDU

相态

- 单相：液体升温带热
- 两相：蒸发 + 冷凝
- 喷流方案按产品确认
- 不是"喷"就一定两相

热量出口

- 液体 → 液体
- 液体 → 空气
- 空气 → 液体
- 最终 → 室外散热

研究边界：全球市场公开资料以估值/预测为主；技术路线的统一全球份额暂缺。

怎么读：中国 2025 的 93.5% 来自同一公开采访口径；全球统一比例暂缺。接下来用"接触结构 × 相态 × 热量出口"拆分设备，不把推导余数当成独立市场份额。

查看市场口径与路线分类 ↗

> 先看证据边界，再看技术路线；没有公开统一分母的地方，保留"未公开"。

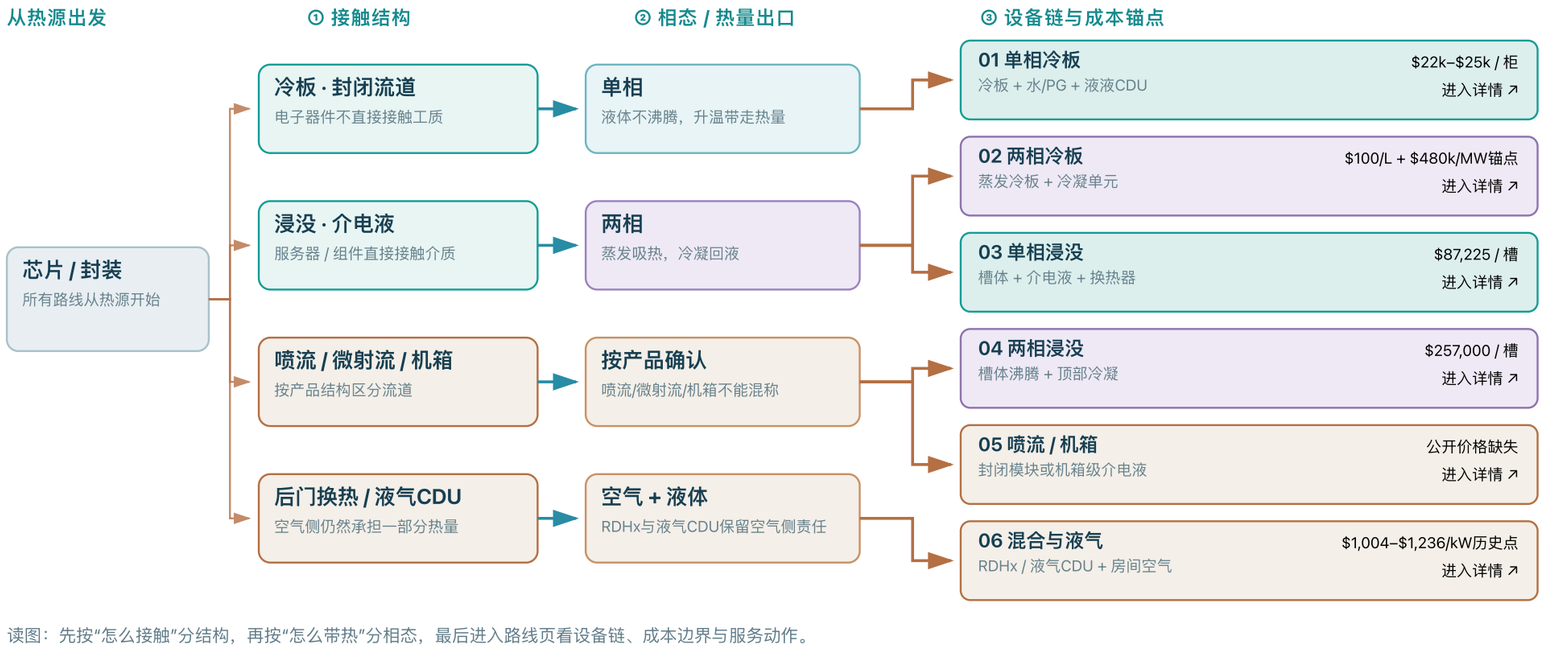
资料核验 2026-10-24 · M01 · M04 · T06 · T07 · T11 · T12

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

六种液冷路线，先看它们怎么分叉

先看接触结构，再看单相 / 两相，最后看热量交给液体还是空气。每条路线的安装、介质和故障责任都不同。



读图：先按“怎么接触”分结构，再按“怎么带热”分相态，最后进入路线页看设备链、成本边界与服务动作。

冷板　浸没　喷流 / 机箱　后门 / 液气

查看详细研究 ↗

> 这张图是路线地图；第04—09页逐条展开结构、部件、风险与服务动作。不要把“单相/两相”和“冷板/浸没”当成同一个分类轴。

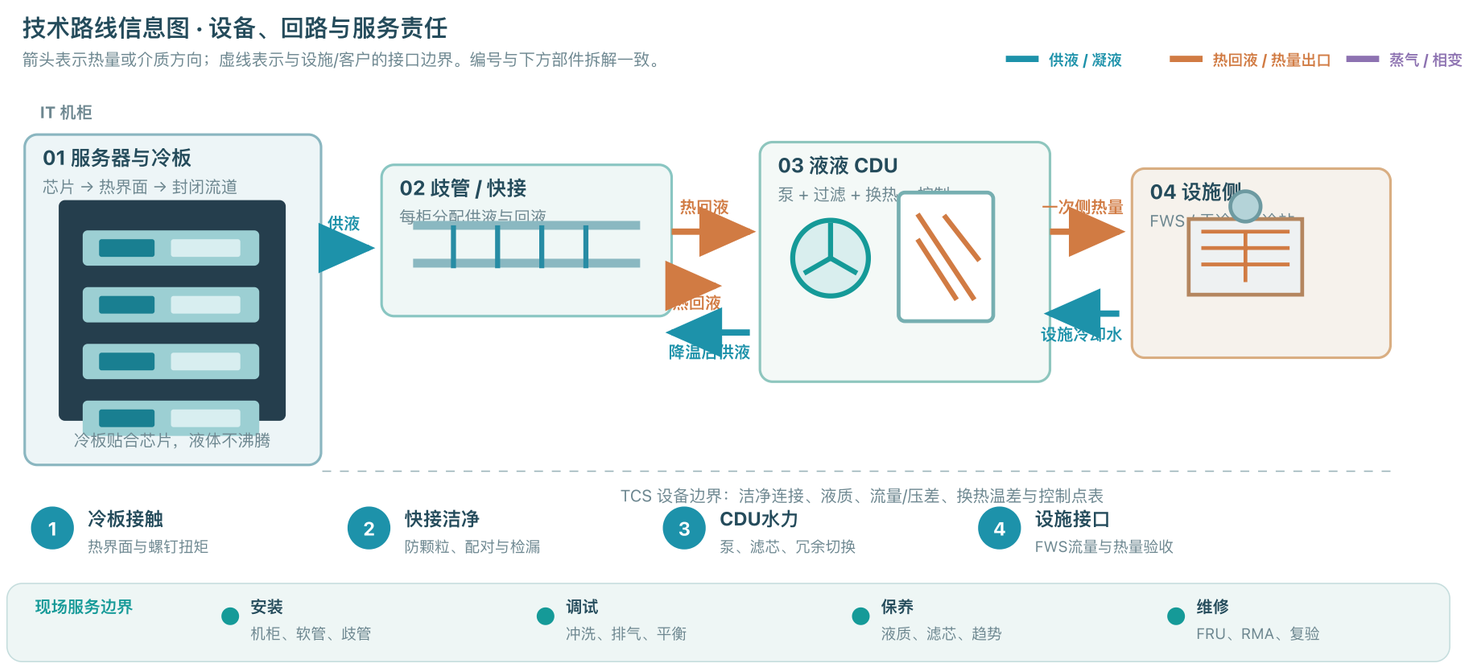
资料核验 2026-10-24 · T06 · T07 · T08 · T09 · T10 · T11 · T12 · T16

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

单相冷板液冷

大规模商业部署 · Single-phase direct-to-chip



洁净与水力

不沸腾，靠显热升温带走热量

充液排气、水力平衡、泵冗余切换、液侧与残余空气侧带载验证。

查看原理、优劣与服务任务 ↗

> 服务器是否需要残余风冷取决于具体平台；100%液冷是型号属性。

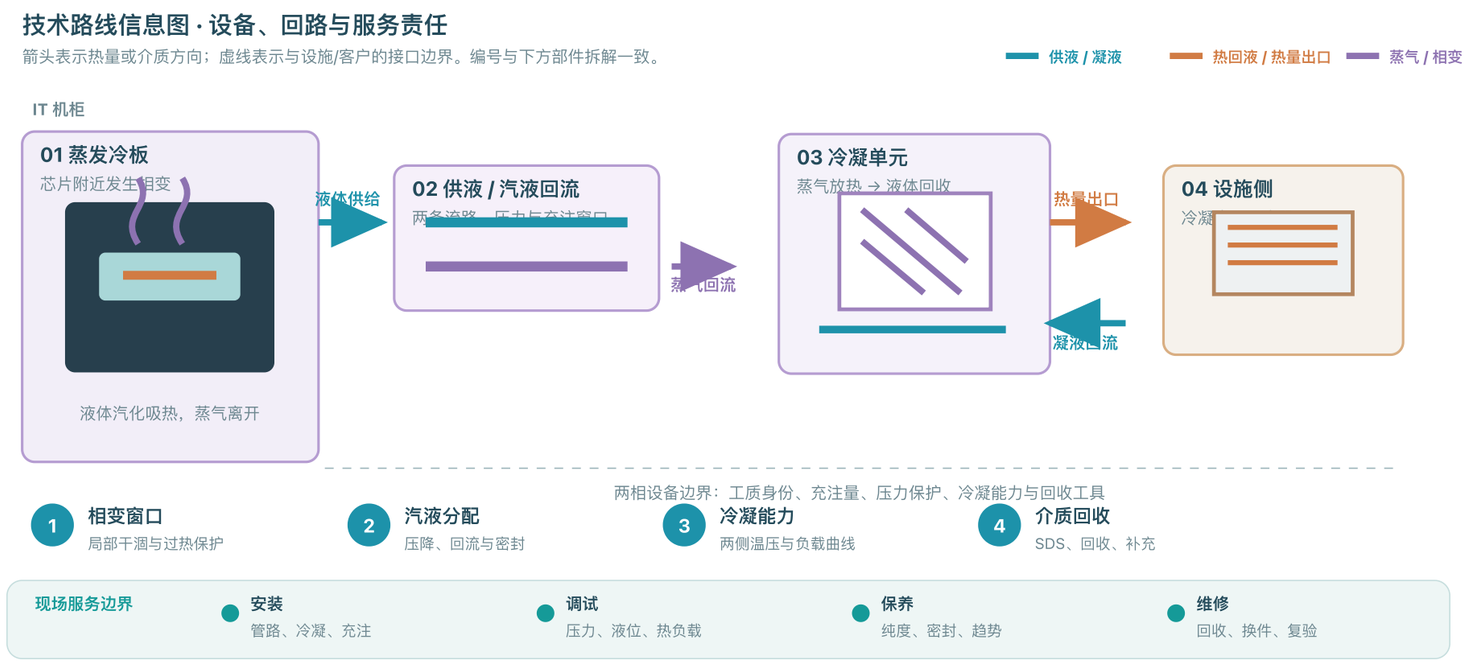
资料核验 2026-10-24 · S01 · S02 · S03

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

两相冷板液冷

商业产品与早期规模项目并存 · Two-phase direct-to-chip



工质与压力

蒸发吸热，冷凝放热；并非所有两相系统都有压缩机

按OEM程序完成密封、充注、压力温度及多支路热负载验证。

查看原理、优劣与服务任务 ↗

> 关注充注量、压力、汽液分配、启动与干涸裕量，不能套用水系统排气方法。

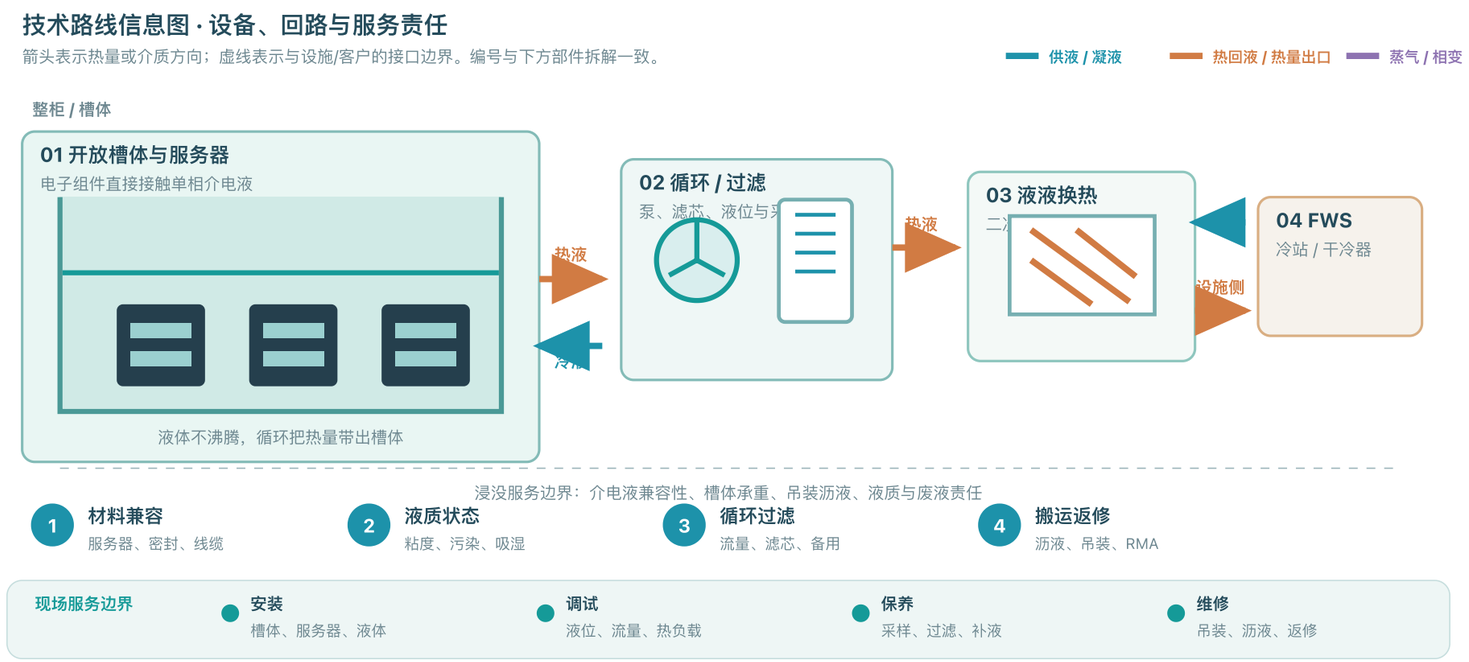
资料核验 2026-10-24 · T08 · M01 · S23

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

单相浸没液冷

已商业部署，适用场景有选择 · Single-phase immersion



材料与搬运

液体保持液态，靠自然或强制循环移热

测试液位、流动均匀性、热点温度和设施侧换热。

查看原理、优劣与服务任务 ↗

> TIM、标签、线缆、密封、光学接口和存储介质需要兼容确认。

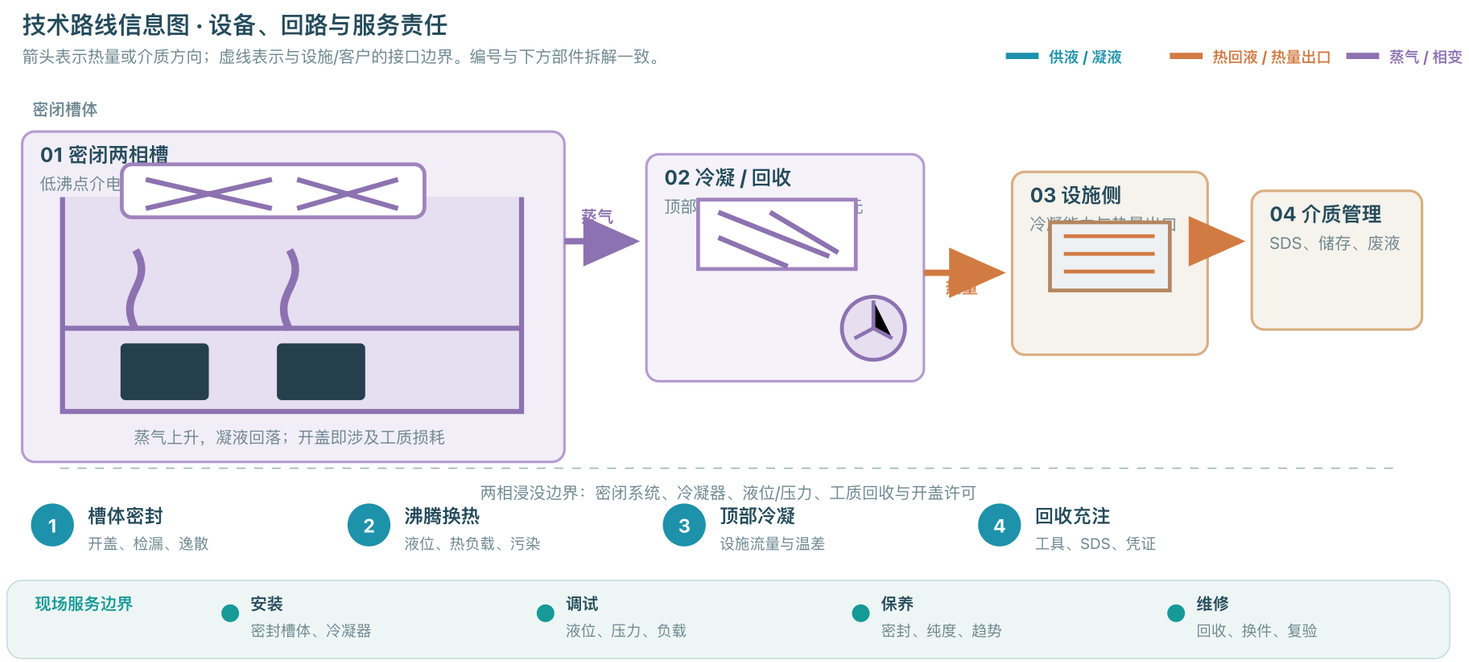
资料核验 2026-10-24 · T07 · T09 · S10

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

两相浸没液冷

特定场景商业化，非所有AIDC默认路线 · Two-phase immersion



密闭与回收

槽内蒸发→顶部冷凝→液体回落

按OEM测试沸腾与冷凝稳定性、液位保护和冷源丢失恢复。

查看原理、优劣与服务任务 ↗

关注气密性、冷凝能力、液位、非凝性气体与维护时工质逸散。

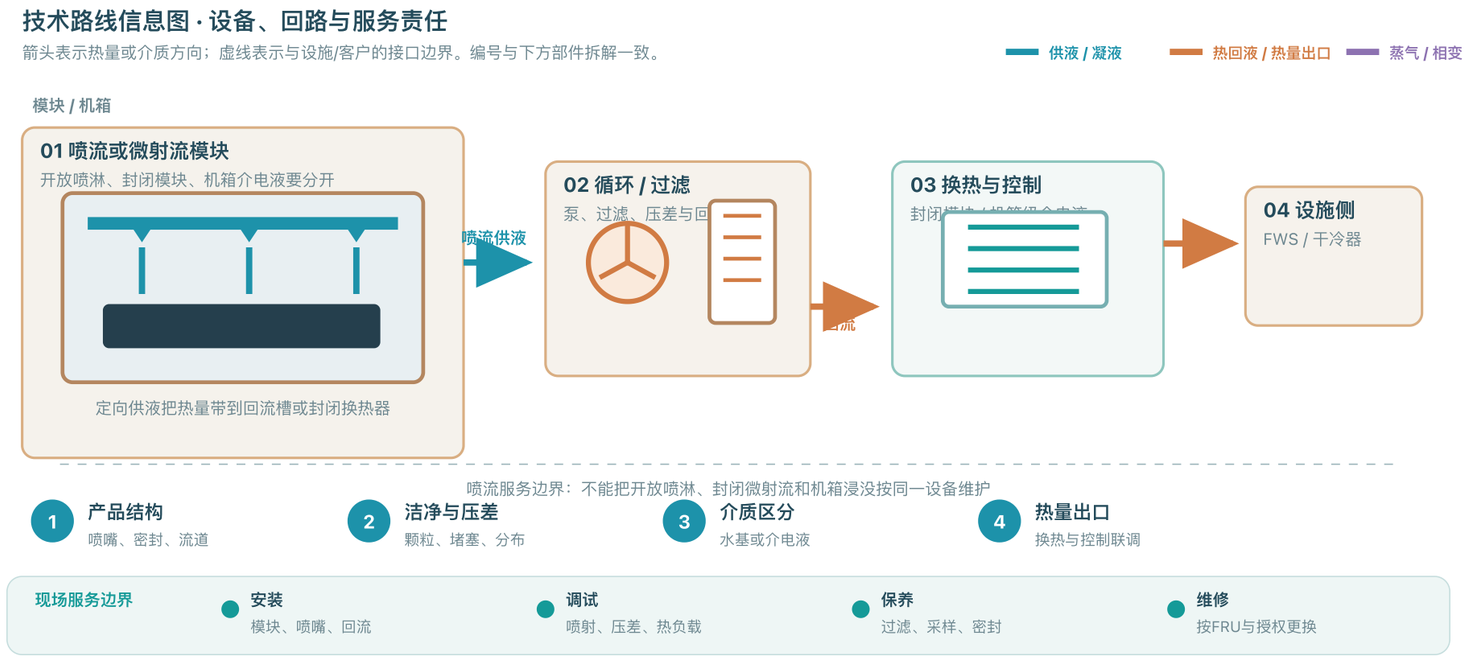
资料核验 2026-10-24 · T07 · T10 · S10

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

喷淋、微射流与机箱级液冷

细分产品与验证项目并存 · Spray / microjets / chassis-level cooling



按产品授权

可单相，也可两相；“喷”不自动意味着相变

检查供液分布、热点温度、喷嘴/流道压差与回流。

查看原理、优劣与服务任务 ↗

喷嘴堵塞、润湿分布、过滤等级和供液压差成为重点。

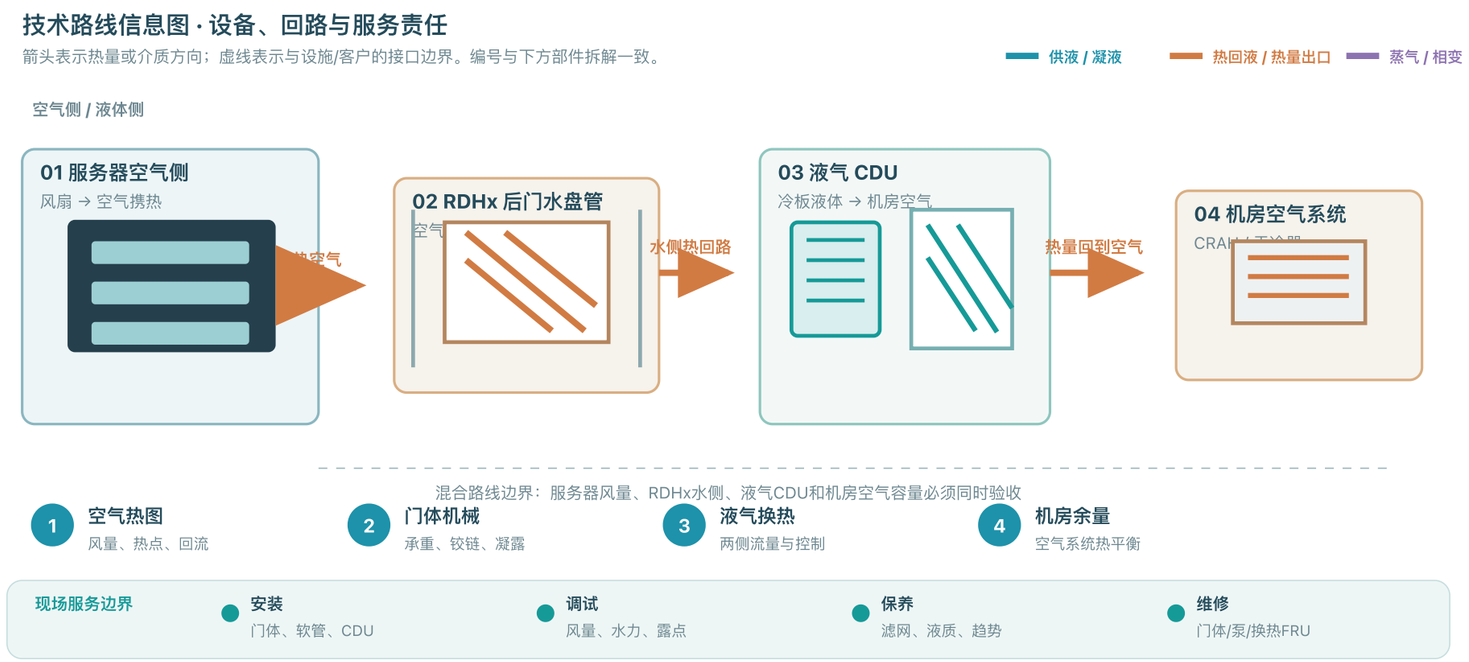
资料核验 2026-10-24 · T11 · T12 · T15

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

后门换热与液气CDU

成熟商业方案，受现场条件约束 · Rear-door heat exchanger / liquid-to-air CDU



空气侧仍有责任

通常为单相换热，具体机型另查

同步测试空气与液体性能，观察开门/风机故障影响。

查看原理、优劣与服务任务 ↗

> RDHx仍依赖芯片至空气的散热路径，不能解决所有GPU热点限制。

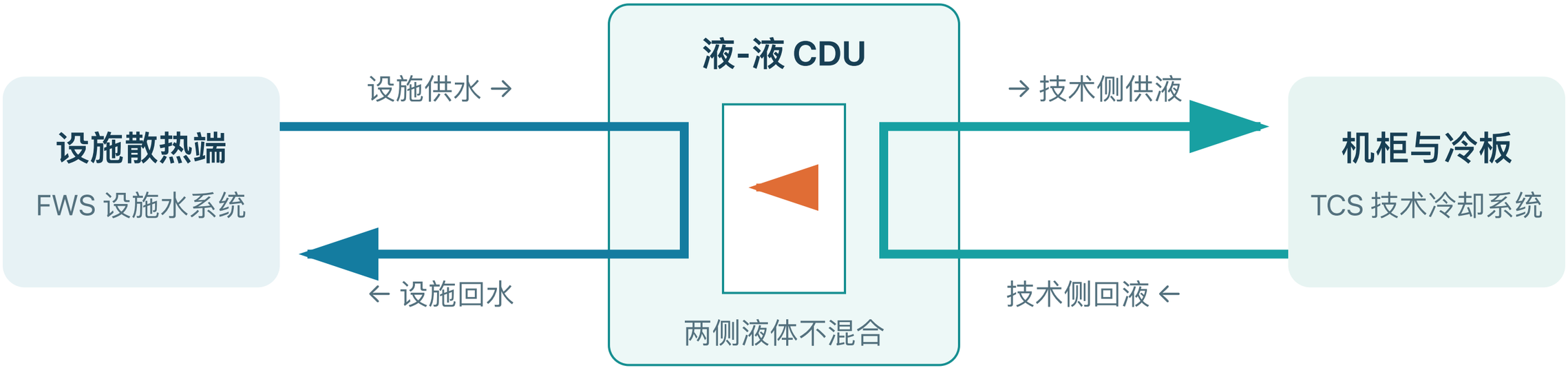
资料核验 2026-10-24 · S09 · S31 · T16

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

液体分成两个回路，热量跨过换热器

FWS 管设施侧，TCS 管技术侧；不要把两者接成同一条水路。



换热器传递热量，隔离两侧介质

这里展示常见液-液 CDU；液-气 CDU 把热量交给机房空气。

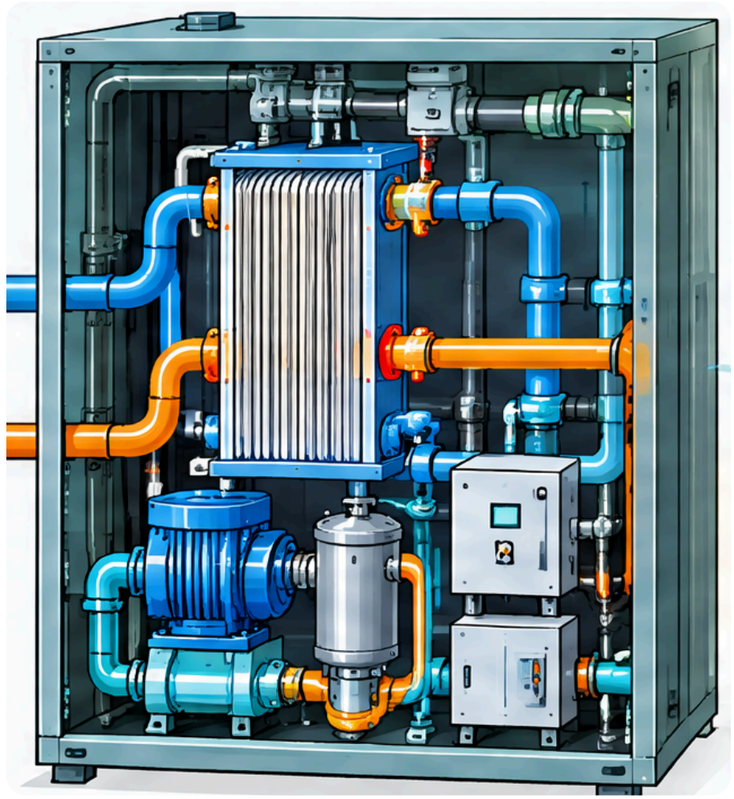
资料核验 2026-10-24 · S02 · S09

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

CDU 的工作，可以归为三件事

检查、保养和故障诊断都可以沿着这三条线展开。



- **隔离与换热**

  换热器连接两侧热量路径，保持介质隔离。

- **循环与液体管理**

  泵、过滤器、补液及排气装置维持回路状态。

- **监测与保护**

  温度、压力、流量传感器配合控制器、告警与联锁。

> 维修前先确认具体型号的结构与授权范围，不能套用统一拆修流程。

资料核验 2026-10-24 · S02 · S35

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

冷板系统是否保留风冷，要看平台

冷板优先处理高热流密度部件，其他元件仍可能依赖风冷。



教学算例 · 100 kW 机柜



液侧占 80%，不代表空气侧消失

若纯水温升为 10°C，理论液侧流量约为

114.7 L/min

仅用于理解原理；含醇配方须按物性重算。
不能把算例直接设为项目运行参数。

混合冷却平台须同时验收液体侧与空气侧；100%液冷新平台按型号文件验证。

资料核验 2026-10-24 · S01 · S06
教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

2026更新：温水与冷板性能继续推进

把商业平台、实验验证与普遍适用条件分开。

NVIDIA

45°C温水路线

平台级全液冷架构；
具体散热与用水表现
取决于气候及系统。

CoolIT

15 kW 冷板测试

2026厂商验证结果，
不是15 kW GPU已部署，
也不是所有冷板通用值。

OCP / 中国标准

接口和规范更新

区分接受版本与草案；
GB/T 48023-2026
于2027年2月实施。

查看英文新资料与逐项变化 ↗

2023文章适合入门；项目参数要回到更新的OEM型号资料与适用规范。

资料核验 2026-10-24 · T01 · T04 · T06 · T14
教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

全球新增销售，先统一统计口径

下列是设备市场估计与预测，不是服务市场收入。

Dell'Oro · 2025估计

约30亿美元

覆盖直接液冷、浸没
及后门换热等。
公开稿未提供完整份额表。

Dell'Oro · 2029预测

约70亿美元

相同机构的未来预测，
不能标作已实现收入。

不同机构

数字不可直接拼接

GMI的2025估值为48亿$；
边界不同，不能平均，
也不能混成年度实绩。

查看详细研究 ↗

2026年尚未结束；本版不编造2026全年实际销售或缺失的年度数据。

资料核验 2026-10-24 · M01 · M02 · M03
教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

服务费用：首年交付，后续运维

按人时、频次、差旅、备件逐项核算；成本、报价和毛利分别呈报。

	第1年	第2年	第3年	第4年	第5年
安装	一次性交付	—	—	—	—
调试	一次性交付	—	—	—	—
保养维护	计划PM	计划PM	计划PM	计划PM	计划PM
维修	按故障事件	按故障事件	按故障事件	按故障事件	按故障事件

色块表示工作发生在哪一年，不代表固定金额；无新增工程时，后续年份不重复计安装调试。

打开五年费用图与核价参数 ↗

> 设备销售额不能直接换算服务成本；在保资产与付费服务合同仍须分别建账。

资料核验 2026-10-24 · P01 · P10

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

全球重点五家：集团与品牌一起看

同一口径份额原表未公开；本页不宣称已经核实前五名。

Vertiv / 维谛	电源、冷源、CDU与生命周期服务一体化
Ecolab / CoolIT	冷板到CDU，叠加水化学与全球服务
Eaton / Boyd Thermal	从芯片热管理到供配电的集团平台
Schneider Electric / Motivair	数据中心基础设施、液冷与服务生态
nVent	机柜、歧管、CDU及配套服务

打开厂商对比与10家公司研究 ↗

> Boyd Thermal已并入Eaton，CoolIT已并入Ecolab；比较时避免重复计算集团与品牌。

资料核验 2026-10-24 · M01 · F01 · F03 · F05

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

中国重点五家：看业务分部，不看总营收

有的披露液冷产品收入，有的只披露数据中心温控或集团总额。

英维克 Envicool	60.68亿元｜2025集团口径
曙光数创	7.57亿元｜2025浸没+冷板收入合计
申菱环境	23.43亿元｜2025数据服务混合口径
高澜股份	9.89亿元｜2025集团口径
依米康 YMK	10.47亿元｜2025温控设备混合口径

查看详细研究 ↗

> 这是服务合作重点样本；依米康公开采访口径为第八，不将其包装为中国前五。

资料核验 2026-10-24 · F06 · F07 · F08 · F09 · F11

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

五类服务，对应五种交付证据

先定义完成标准，才能报价、验收和衡量服务质量。

01	安装	设备、管路与接口正确就位	安装检查记录
02	调试	证明系统在约定工况下可用	测试与交接报告
03	维护	监测趋势，处理异常与变更	运行与工单记录
04	保养	按批准周期与状态执行预防作业	PM与液质记录
05	维修	恢复安全、热工状态与IT业务	维修、复测与RCA

> 安装完成、调试通过、IT业务恢复，是三个不同的验收结论。

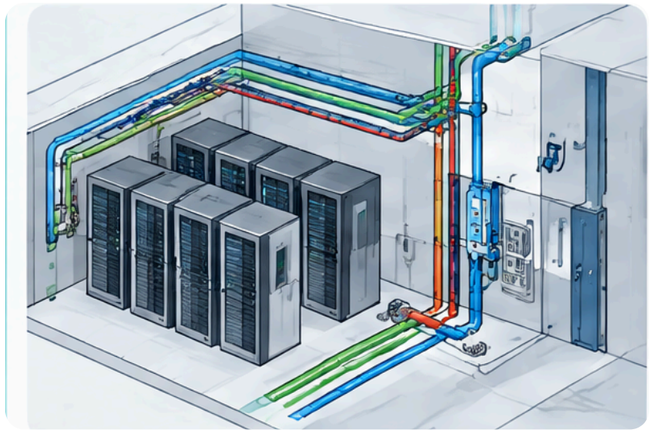
资料核验 2026-10-24 · S07 · S08 · S38

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

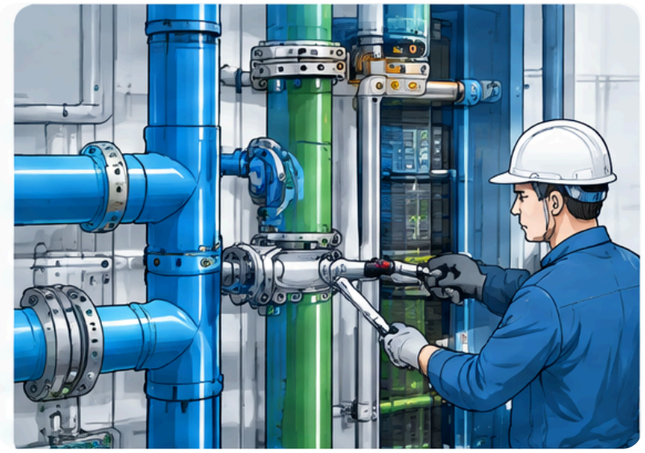
安装阶段，先守住三个接口

接口条件不清楚，后续调试很难弥补。



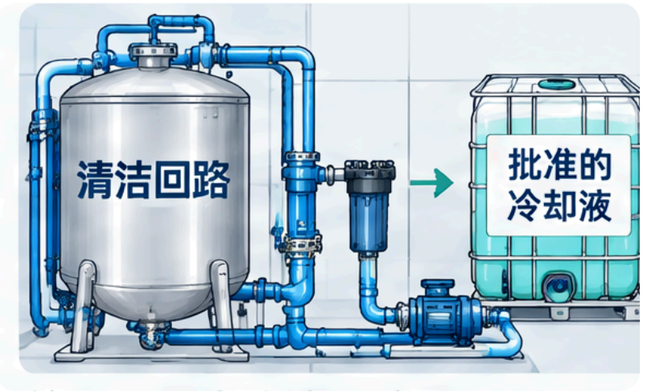
现场条件

空间、承重、电源、供回液接口与维护通道先确认。



机械与电气

连接、支撑、标识、接地及传感器安装留记录。



清洁与介质

按批准程序检漏、清洁、充液和排气，追溯介质批次。

> 建筑管路杂质不得冲入冷板；压力试验须按边界隔离相关设备。

资料核验 2026-10-24 · S03 · S07 · S32

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

调试要证明：能运行，也能受控恢复

把八道关口归成四组，每组保留可签字的测试记录。

01

准备合格

文件与作业许可

机械、电气检查

02

回路合格

清洁与检漏

批准介质充注与排气

03

性能合格

控制、告警与联锁

液路及空气侧分阶段带载

04

交接合格

经批准的失效/恢复试验

客户与OEM交接签字

只用空气负载箱，不能证明液冷回路已完成验证。

测试工况、允许偏差和中止条件，应在调试前由项目相关方批准。

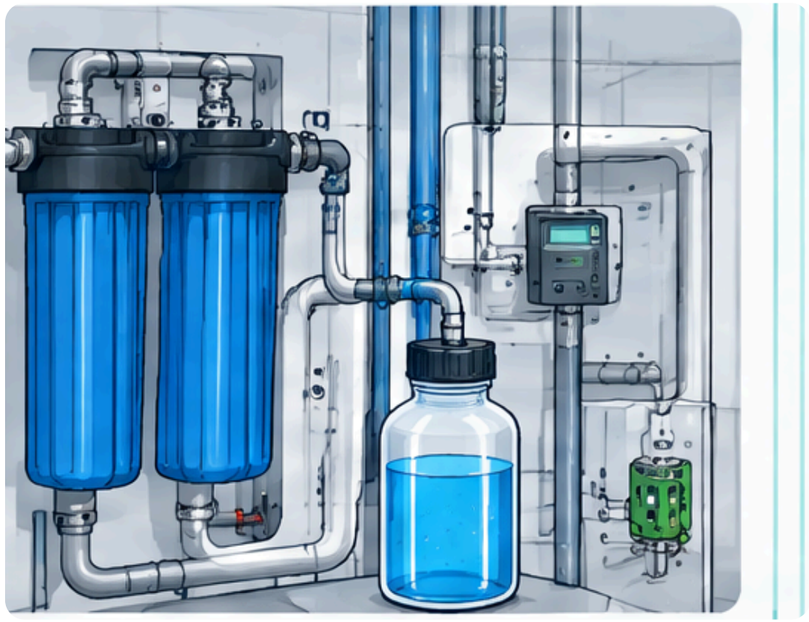
资料核验 2026-10-24 · S02 · S03 · S07

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

保养重点：看趋势、看液体、看连接

周期与阈值来自具体OEM及项目要求，不设通用换液日历。



- **看趋势**

  温度、流量、压差与泵状态，异常变化比单点数字更有意义。

- **看液体**

  按批准配方、批次和采样程序管理液质，必要时送检。

- **看连接**

  检查接头渗漏、软管与密封状态、过滤器及传感器。

> 不得擅自混兑介质或使用汽车冷却液；也不要默认每年全量换液。

资料核验 2026-10-24 · S04 · S05 · S38

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

维修的终点是恢复业务，不只是换件

先控制风险，再分清设备、管路、控制与设施侧原因。

1 **隔离诊断**
按批准EOP控制风险

→ 2 **授权维修**
使用批准工具与备件

→ 3 **热工复测**
检查参数及告警状态

→ 4 **业务确认**
由IT侧确认业务恢复

→ 5 **原因闭环**
RCA、RMA与改进记录

出现漏液时

结合IT降载或停机、局部隔离、冗余与电气安全执行预案。
不可把“一律停掉所有泵”当成通用处理办法。

> 维修记录应能回答：哪里出问题、做了什么、如何证明恢复、怎样避免复发。

资料核验 2026-10-24 · S02 · S07 · S08
教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

准入要分五层，不能用一张证替代

企业、人员、设备、工作范围和现场条件需要分别核对。

A	**当地法定资格**	企业承包资格、人员作业资格	随国家与作业变化
B	**OEM书面授权**	品牌、型号、地区、任务、保修边界	培训不等于授权
C	**客户现场许可**	准入、作业票、变更窗口与操作程序	持证仍须现场批准
D	**管理体系**	ISO质量、安全、环境与信息安全体系	按客户与业务配置
E	**产品合规与技术依据**	CE / UL及适用法规；OCP / ASHRAE指导	产品认证不是服务执照

建立“国家资格 × OEM授权 × 客户准入”矩阵，逐项目验证。

资料核验 2026-10-24 · S08 · S23 · S24 · S30

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

中国与北美：先按作业类型判断

不要把“做液冷服务”直接等同于某一种制冷资格。

中国

使用2026年新目录

电气等作业按目录核验；
涉氨制冷按新目录判断。

施工企业、安全许可与压力管道要求，
按具体工作范围和参数核定。

美国 / 加拿大

美国逐州，加拿大逐省

美国核验州/地方承包与电气许可；
EPA 608针对适用制冷剂作业。

加拿大核验省级要求；
Red Seal不等于全国通用经营许可。

中国相关新规自2026-06-01起施行。普通水/丙二醇回路不能直接套用旧通用制冷证要求。

> 纯水/丙二醇闭环，不自动触发制冷剂作业资格；仍须检查电气与施工等其他要求。

资料核验 2026-10-24 · S11 · S12 · S14 · S16 · S18 · S21 · S22

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

欧盟与英国：企业和个人分别核验

先确认设备与制冷剂，再确认承担的活动是否受监管。

欧盟

认证范围不限于F-gas

相关制冷、空调与热泵活动，
核验人员与企业认证。

条例(EU) 2024/2215也涉及
部分替代制冷剂的技能要求。

英国

资格不自动跨境互认

适用F-gas作业，核验
企业认证与个人资格。

英国证书不能直接视为欧盟有效；
电气、建设和现场要求另行核验。

PED涉及适用压力设备的合规要求，不能当成维修人员证书。

> 水/丙二醇闭环不自动等于F-gas作业，最终结论落到具体设备和工作范围。

资料核验 2026-10-24 · S23 · S24 · S25 · S26
教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

东南亚：先落到国家与工作接口

新加坡和马来西亚可作为首批筛查示例，不能代表整个东南亚。

新加坡

电气与水务分别判断

固定电气装置作业，核验
EMA持牌电气人员要求。

PUB受监管水务作业，核验
Licensed Plumber要求。

封闭工业TCS管路，不自动等于生活给排水工程。

马来西亚

建设与专业作业分开核验

属于建筑工程的工作，
核验CIDB注册及适用豁免。

电气等专业作业资格另行检查，
不能用CIDB替代全部许可。

> 合同签署前，用设备清单、工作包和施工地点形成当地适用性结论。

资料核验 2026-10-24 · S27 · S28 · S29
教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

按国家进入，查看具体准入资料

先查工作触发条件，再查企业、人员、OEM与客户的四层证据。

中国
中国
许可 · 资料 · 核验入口 ↗

北美
美国
许可 · 资料 · 核验入口 ↗

北美
加拿大
许可 · 资料 · 核验入口 ↗

欧洲
德国
许可 · 资料 · 核验入口 ↗

欧洲
法国
许可 · 资料 · 核验入口 ↗

欧洲
荷兰
许可 · 资料 · 核验入口 ↗

欧洲
英国
许可 · 资料 · 核验入口 ↗

东南亚
新加坡
许可 · 资料 · 核验入口 ↗

东南亚
马来西亚
许可 · 资料 · 核验入口 ↗

查看详细研究 ↗

首批覆盖9国及代表州省；每个国家详情页明确研究范围，不能当作全球一证通。

资料核验 2026-10-24 · S11 · S18 · S23 · S27 · S29

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

服务准入，要提交可审核的资料包

法定资格、原厂授权、客户条件和建议体系，分别归档。

企业与人员

谁有权做

注册与承包许可、
人员证书、合法用工、
保险与分包责任。

产品与现场

允许做什么

型号任务授权、工具、
工质SDS、SOP/MOP、
隔离与变更批准。

交付与保障

怎样证明做对

安装与调试记录、
液质趋势、IT验收、
备件RMA与SLA实测。

查看资料清单与下载模板 ↗

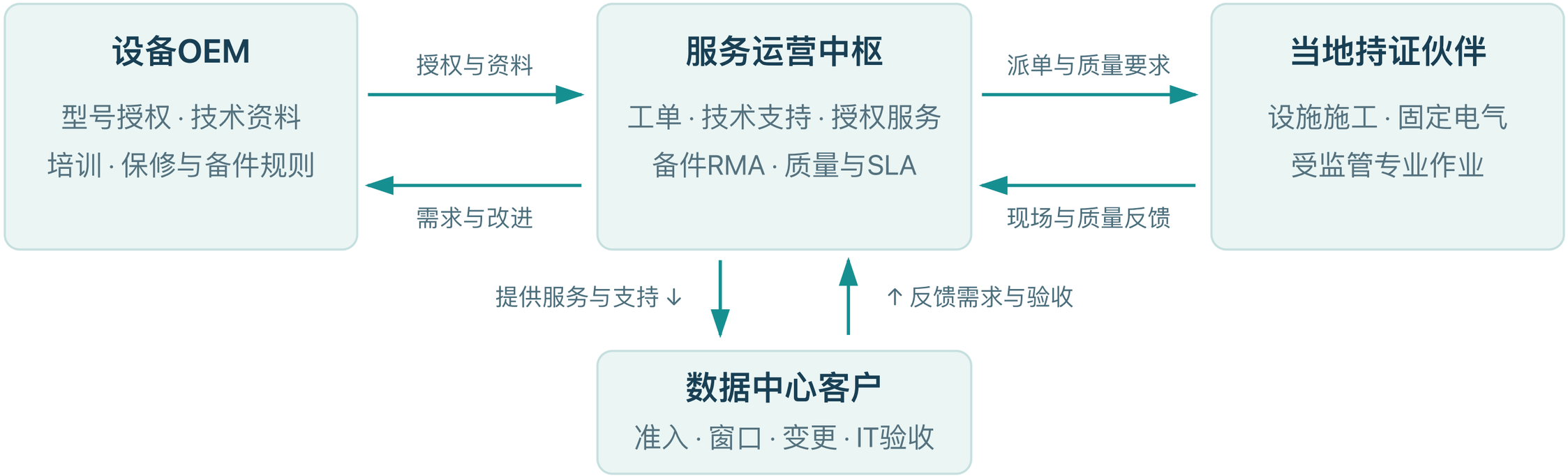
详情页列出12套文件夹、工具与岗位能力，并提供可下载的审核台账。

资料核验 2026-10-24 · S02 · S03 · S07 · S32
教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

把四方责任写清楚，再承诺服务

跨系统故障最容易发生在责任交界处，合同与流程必须对应。



服务商向客户提供服务；客户向服务商反馈需求并确认验收。

资料核验 2026-10-24 · S07 · S08 · S31

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

十项能力，分成技术与运营两组

每一项都要有人员、程序、工具和现场证据，不能只列证书。

技术能力

01 系统与热工

02 水力与管路

03 电气与控制

04 液体与洁净度

05 调试与验收

交付能力

06 故障诊断与维修

07 安全与变更管理

08 备件与RMA

09 远程支持与数据

10 全球伙伴质量管理

> 先盘点已有证据，再确定需补培训、补工具、补授权或寻找当地伙伴的项目。

资料核验 2026-10-24 · S02 · S07 · S08

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

全球服务商，先分清三类角色

产品OEM、第三方服务商和设施运营商，会在不同合同层级相遇。

OEM体系

技术与质保主责

Vertiv / Schneider
CoolIT / Eaton-Boyd
nVent

独立多品牌

跨品牌服务合同

Park Place已公开
液冷安装、维护
与合作生态。

设施与调试

站点运营和验收

CBRE / JLL
掌握设施与客户流程，
产品任务常需OEM协作。

查看8家服务商深度研究 ↗

> 不能将全球网点数、集团工程师数或累计GW直接等同液冷服务份额。

资料核验 2026-10-24 · P01 · P03 · P05 · P06 · P08
教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

与迈创比较：优势要落到可证明的任务

全球后市场网络可复用，液冷专业能力仍要独立建立。

可复用基础

跨国履约与供应链

中国OEM出海协同，
备件仓配、逆向与返修，
统一工单与交付回执。

必须补齐

产品与工程证据

OEM型号授权、
热工/水力/控制能力、
液质与调试实验台。

先验证再复制

一个设备族、少数城市

联合试点、实际到场、
备件与故障恢复测试，
获得OEM及客户验收。

查看详细研究 ↗

本轮未取得迈创液冷授权与现场实绩，不宣称已具备全球液冷交付资格。

资料核验 2026-10-24 · P11 · P12 · P01 · P03

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX

先做一个能验收的试点，再复制

以下是建议阶段，不是取得许可、完成授权或全球覆盖的时间承诺。

0–30天

界定范围

选择一个设备族与1–2个地区。
盘点资格、授权与工具，
写清工作范围和责任。

31–90天

完成受控试点

完成OEM培训与考核。
搭建演练台、联合安装调试，
留下验收与维修记录。

91–180天

达到门槛后复制

评审独立交付能力。
验证备件、响应和伙伴质量，
再进入下一地区。

首单前逐项核实：授权、当地资格、人员、工具、程序、备件、责任保险、验收与SLA。

> 优先切入OEM授权的CDU/TCS/机柜服务，设施建设与当地持证伙伴协作。

资料核验 2026-10-24 · S07 · S08

教学示意；项目参数与作业要求以适用文件为准

MAITROX