

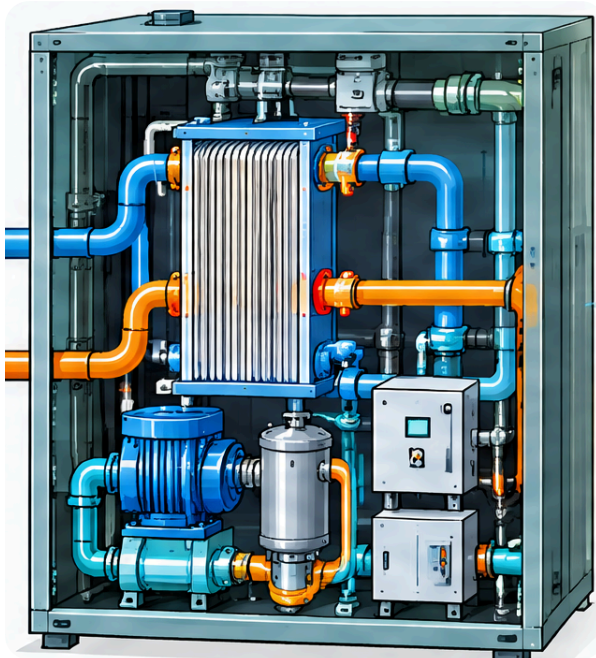
热量从芯片出发，最终交给室外

先把热量路径看懂，再判断设备与服务边界。



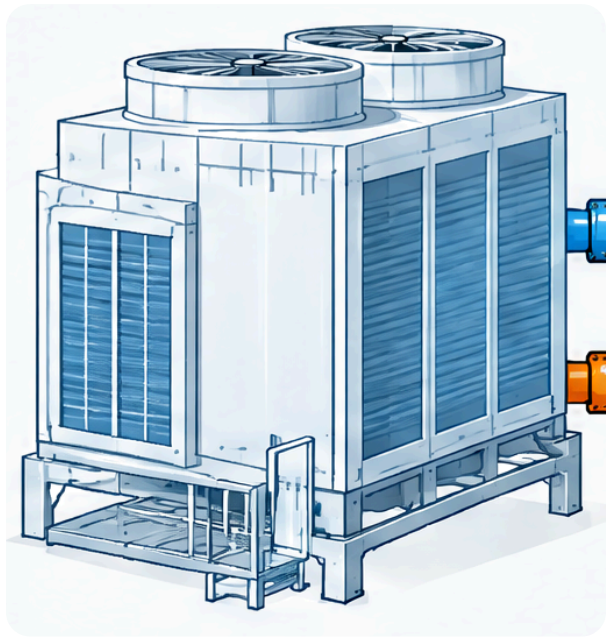
芯片与冷板

把芯片热量交给冷却液



CDU

将热量传给设施侧



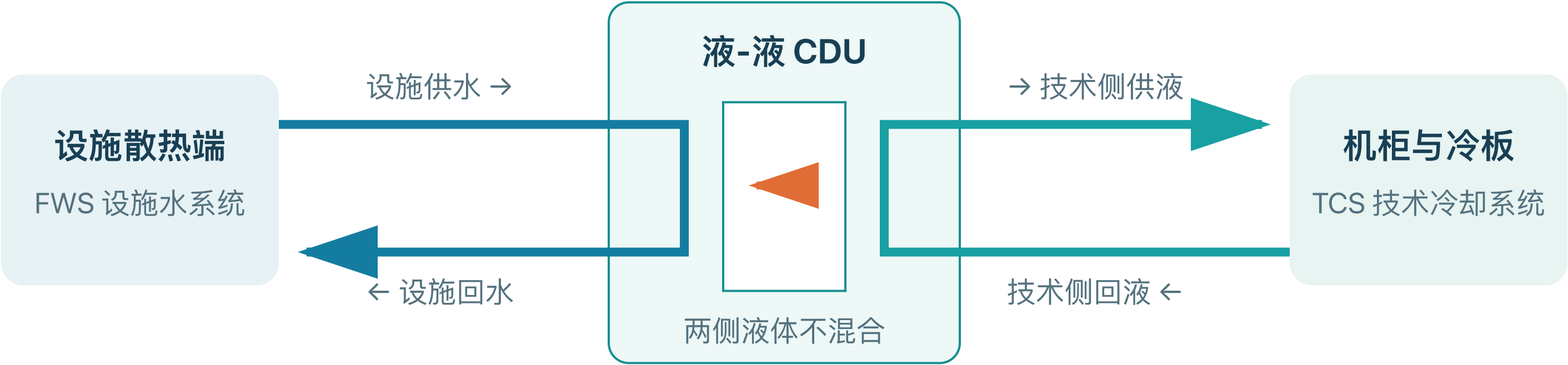
设施散热端

将热量排向室外

服务对象既有设备，也有连接设备的管路、介质和控制系统。

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。

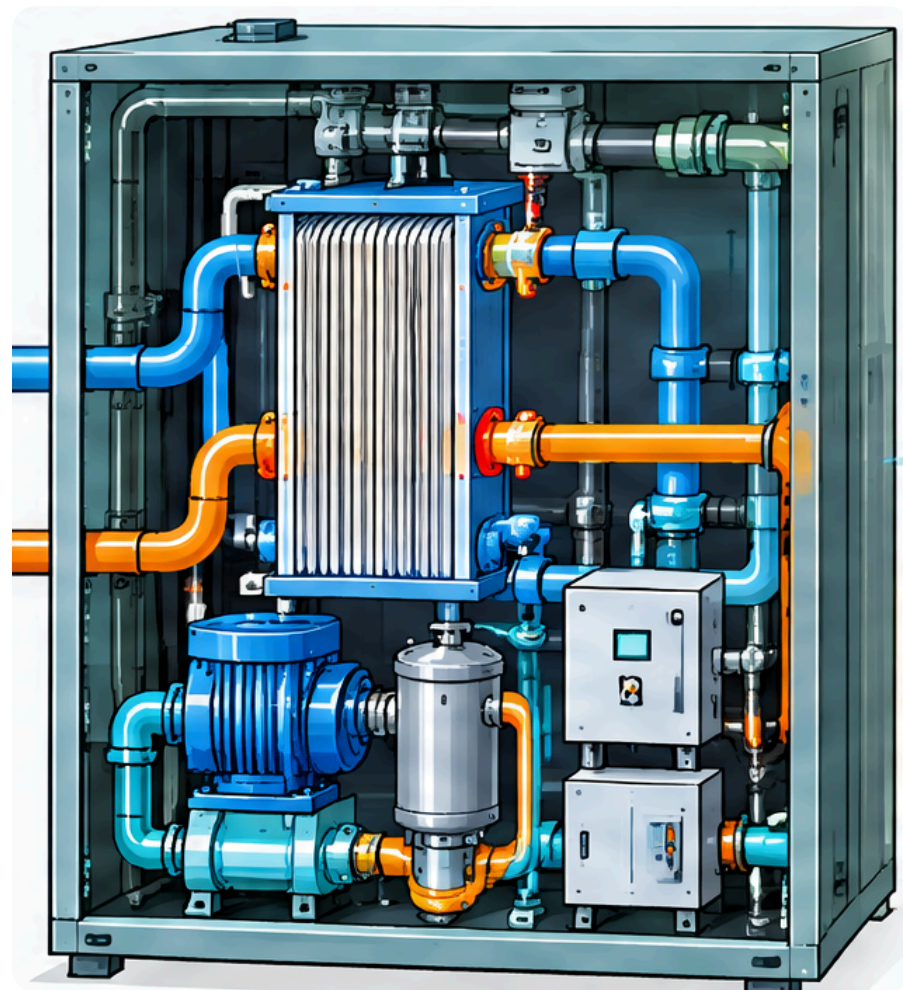


换热器传递热量，隔离两侧介质

这里展示常见液-液 CDU；液-气 CDU 把热量交给机房空气。

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。

液冷带走部分热量，空气侧仍要保留

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 80 kW	空气侧 20 kW
----------	-----------

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。

调试必须同时检查液体侧和空气侧的散热能力。

五类服务，对应五种交付证据

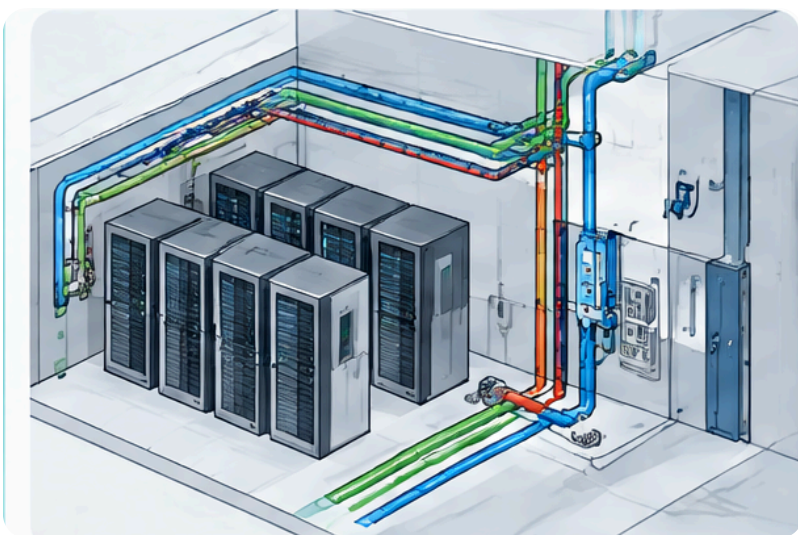
先定义完成标准，才能报价、验收和衡量服务质量。

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。

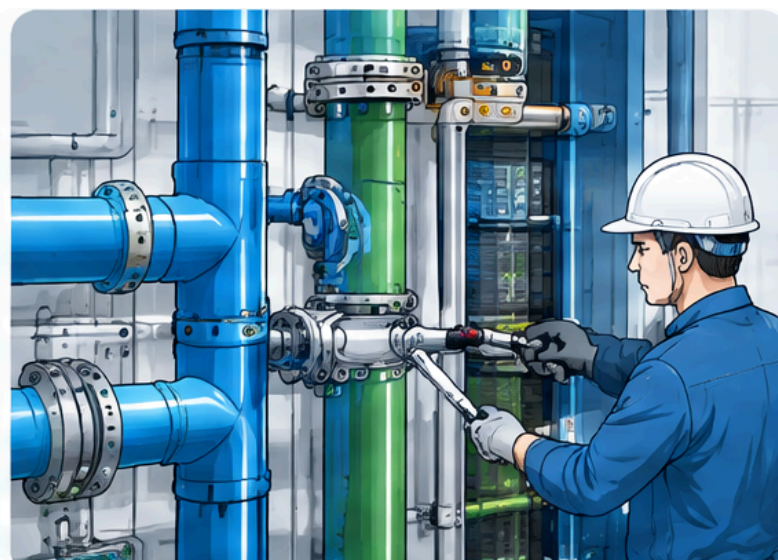
安装阶段，先守住三个接口

接口条件不清楚，后续调试很难弥补。



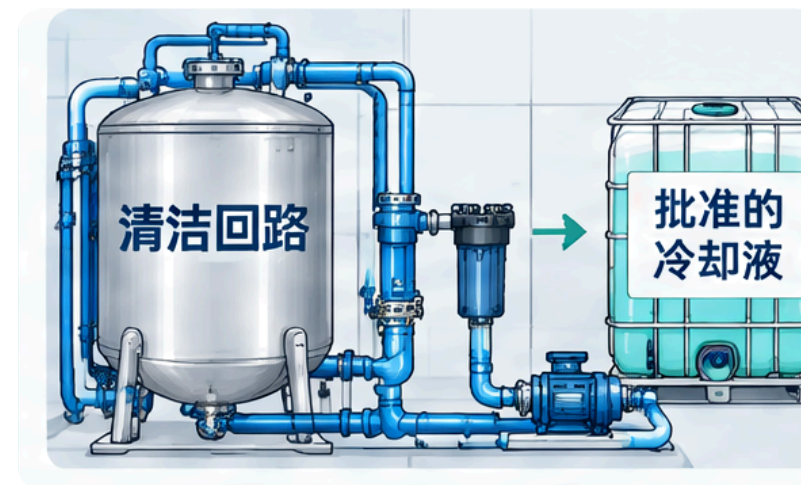
现场条件

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。

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。

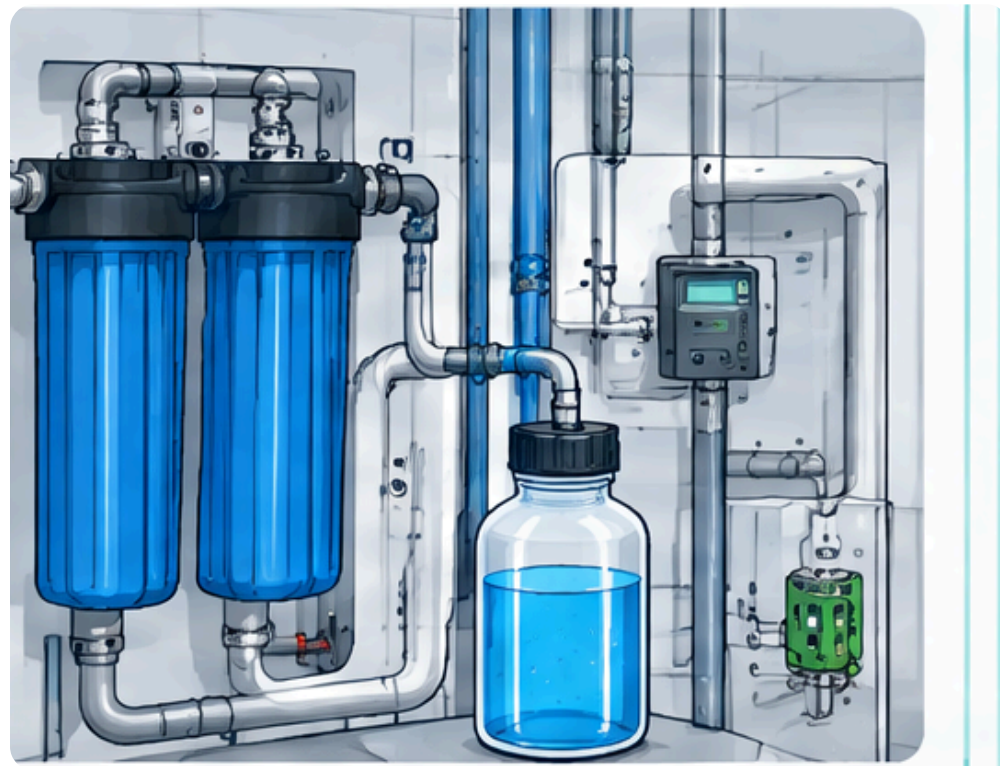
01 准备合格 文件与作业许可 机械、电气检查	02 回路合格 清洁与检漏 批准介质充注与排气	03 性能合格 控制、告警与联锁 液路及空气侧分阶段带载	04 交接合格 经批准的失效/恢复试验 客户与OEM交接签字
--	--	---	---

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。

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。

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。



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”当成通用处理方法。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

PED涉及适用压力设备的合规要求，不能当成维修人员证书。

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。

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。

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

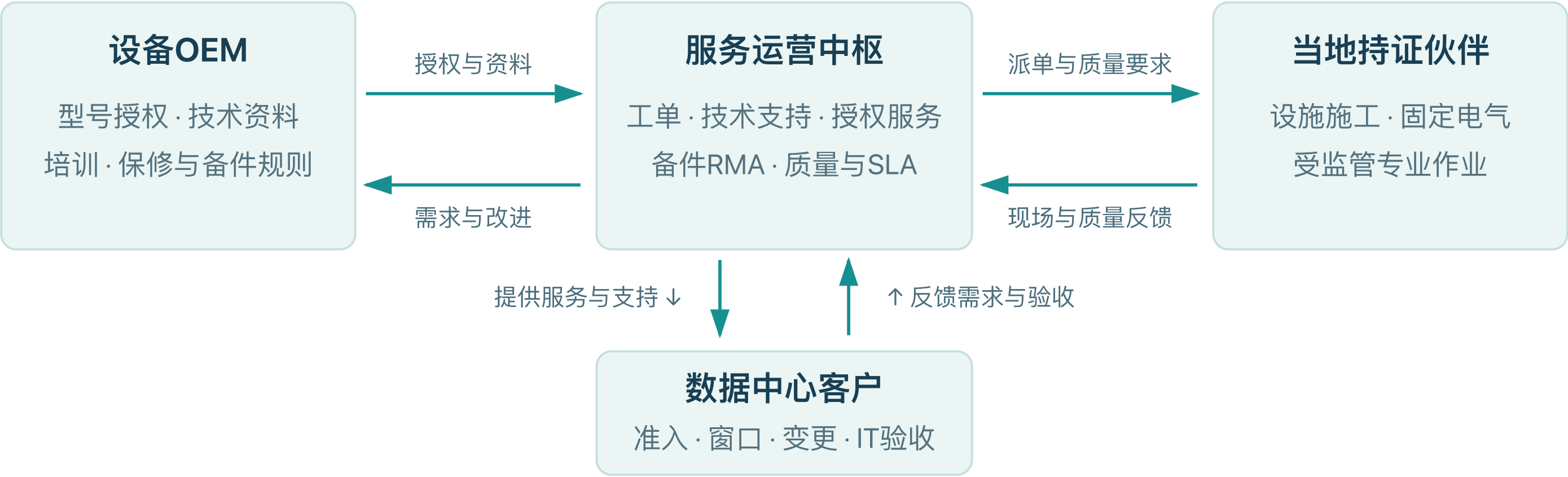
属于建筑工程的工作，核验CIDB注册及适用豁免。

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。

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。

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。

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。