

瑞再论坛2026:
能源转型背景下的风险再思考

超大规模数据中心增长：电力需求与可 再生能源整合



胡湘溥

瑞士再保险
高级风险工程师

AI计算时代：AI数据中心结合可再生能源

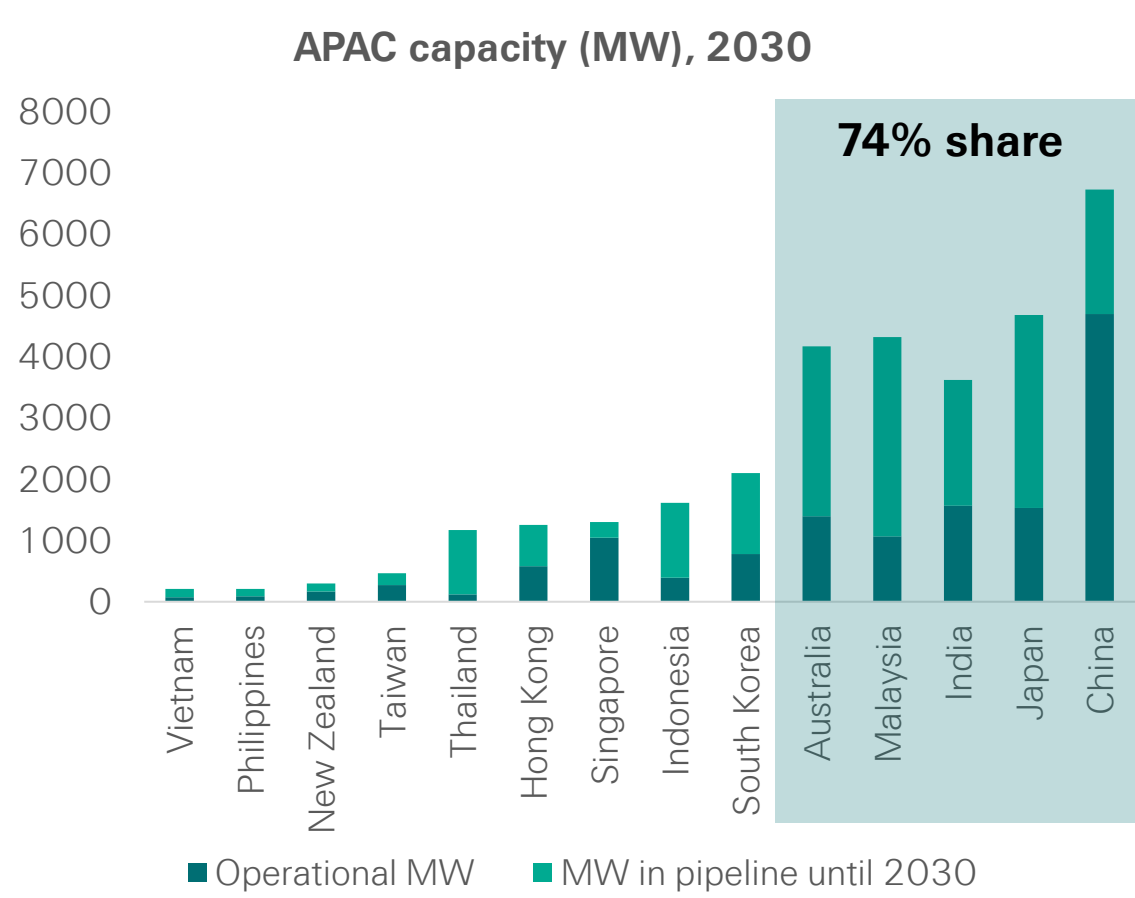
AI算力基建 × 绿色能源 × 新兴险

传统数据中心 vs 超大规模数据中心（AI 数据中心或 AI 工厂）

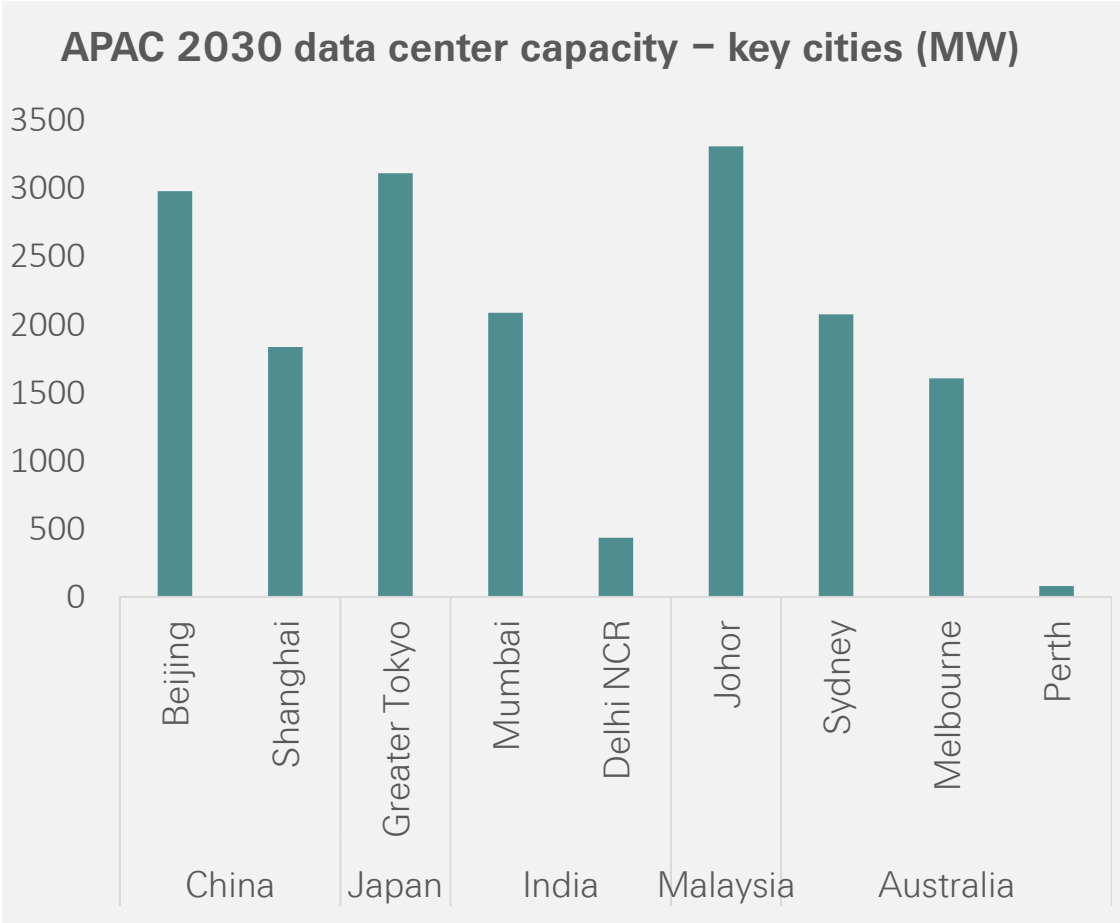
工程参数	传统企业级数据中心	AI 数据中心（可再生能源）
功率/热负荷	10-15 kW/机柜	50-200 kW/机柜：过热概率暴增
计算重点	通用 IT 工作负载（CPU）	AI 训练与推理（GPU）
理赔评判	物理损毁简单折旧	污染、数据恢复及重置期漫长
冷却技术	风冷散溢（HVAC/CRAC）	芯片直冷 / 浸没冷却：水浸/漏液腐蚀
能源稳定性	双路市电稳定	不连续绿能并网 + UPS/BESS 冲击
总保险价值（TIV）	分散式（每站点约 5 亿美元）	集中式（每站点约 50亿 - 200亿美元以上）

结论：数据中心已从办公室租赁性质演变为“电能加工厂”

亚太地区数据中心建设将在各大市场迎来巨大增长



Source: Cushman & Wakefield, [Asia Pacific Data Centre Construction Cost Guide](#), March 2026.



Note: Overall stock of markets shown on this graph include Operational, Under Construction & Planned capacities

机柜功率密度突破100 kW后，液冷成为必需，并带来新的热管理与运营风险

阶段	机柜功率密度	冷却设计重点
2028以后	1 MW以上	需新型供电架构与先进液冷
2026 - 2027	187 - 600 kW	全液冷/浸没式热设计加速
2024 - 2025	80 - 140 kW	直接芯片液冷与液冷机柜成为主流
2021 - 2023	20 - 50 kW	风冷仍可满足需求

核心结论：功率密度越过100 kW/机柜后，冷却方案从风冷转向液冷，需同步管理漏液、维护、供电与冗余风险。

功率规模

等效设备/基础设施

相当于家庭用电

150 kW（基础AI机柜）

每小时可充满2 - 3块电动车电池

约150户家庭

300 kW（下一代AI机柜）

1台特斯拉超级充电桩峰值功率

约300户家庭

500 kW（超高密度AI机柜）

1架波音737飞机电气系统

约500户家庭

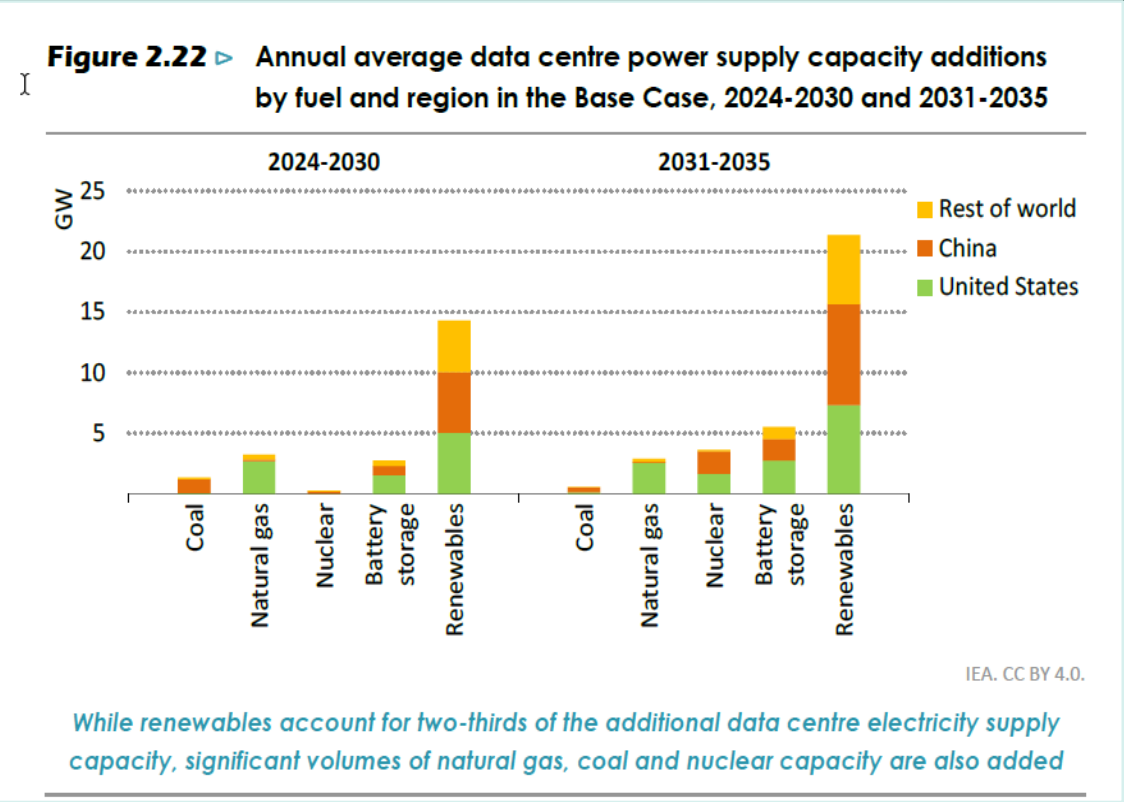
1.5 MW（超大型AI机柜）

1台柴电货运机车（2,000马力）

约1,000 - 1,500户

新增供电以可再生能源为主，但仍需多元电源支撑

IEA基准情景显示：2024 - 2035年，数据中心新增供电容量中可再生能源占主导，同时天然气、煤电、核电与储能共同补位



图示：2024 - 2035年各地区按燃料划分的数据中心新增供电容量（年均，基准情景）

图片来源：国际能源署（IEA）《Energy and AI: World Energy Outlook Special Report》，2025年4月，CC BY 4.0。

关键信息

- 01 可再生能源是主力：新增供电容量中，可再生能源贡献约三分之二，是长期扩容核心。
- 02 天然气提供短期支撑：在需求快速上升阶段，天然气仍承担重要的灵活调峰与备用角色。
- 03 核电与储能价值提升：核电提供稳定基荷，储能平滑波动，提升高负载数据中心供电韧性。
- 04 区域电源结构分化：美国、中国与其他市场的新增电源组合不同，选址与采购策略需因地制宜。

启示：数据中心电力策略应从“买电”转向“组合式供电规划”：绿电、稳定基荷、储能和电网接入缺一不可。

AI数据中心扩张：电力瓶颈正在前置

IEA指出，数据中心用电将快速增长；可再生能源增长最快，但近期仍需气电、煤电和电网能力共同支撑。

945 TWh IEA预计到2030年，全球数据中心用电将较2024年翻倍以上。

经核验的关键结论

- 01 需求增长可量化：到2030年约945 TWh，AI是主要增量来源。
- 02 低碳供给仍需爬坡：可再生能源增速最快，但气电与煤电仍承担近期新增需求。
- 03 设施压力同步上升：服务器与冷却是主要耗电环节，高密度机柜放大配电与散热压力。
- 04 落地瓶颈在电网：并网、传输容量和审批节奏将直接影响项目速度与选址。

结论：算力扩张必须与电网接入、低碳电力采购、储能和冷却方案同步规划。

内容核验：IEA《Energy and AI》，2025；IEA关于数据中心用电与电网瓶颈的后续分析。



宏观格局：东数西算与东部沿海绿电双轨并行

西部枢纽：集中式绿能大基地

- 西部枢纽：集中式绿能大基地（风电、光伏、水电）
- 承接离线 AI 训练，依托特高压（UHV）向东部输电

东部沿海：本地分布式与核电

- 东部沿海：本地分布式与先进核电厂
- 承接低时延 AI 推理，依托海上风电与核能直供

算力布局地理分化（训练与推理分离）： 数据中心选址已演变为“能源优先”策略。能耗极高但对时延不敏感的AI 模型训练被转移至绿电丰富且廉价的偏远地区；而对响应速度要求极高的AI 推理集群则保留在靠近用户的城市附近。

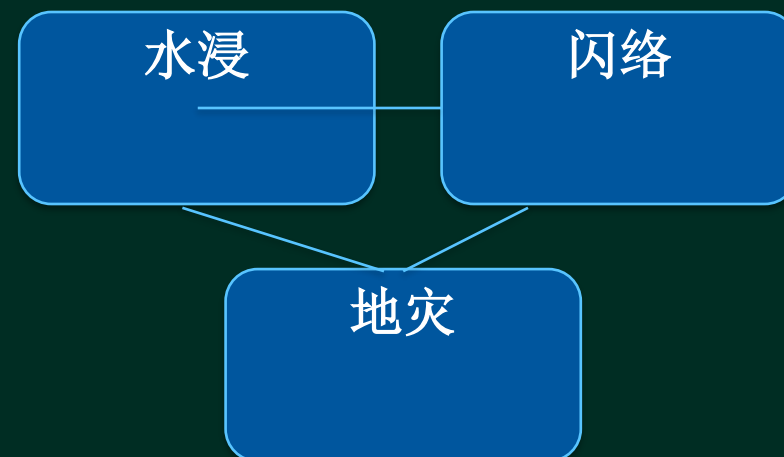
再生能源落地案例

- | | | |
|----|----------|---------------------------|
| 01 | 腾讯贵州七星 | 天然溶洞防爆，水风电消纳，PUE 1.15 |
| 02 | 阿里张北中心 | 风光储一体化，低温自然风冷散溢热量 |
| 03 | 微软与三里岛核电 | 重启 1 号机组，20年买断 835MW 稳定基荷 |
| 04 | 台积电与离岸风电 | 与沃旭能源签署 20年 920MW 独家售电协议 |

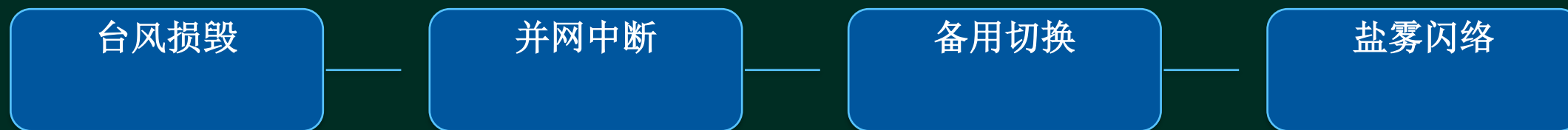
核保启示：再生能源架构降低碳排，但把物理风险转移到地质、海况、冷却与电力链路

水电双刃剑：靠近水源数据中心的物理威胁

- 洪涝与淹没：靠近河流、大坝下游极易发生暴洪灭顶灾害
- 湿度结露：高湿度空气降低空气介电常数，诱发高压闪络
- 次生灾害：山区直冷中心面临滑坡、泥石流地质威胁



沿海绿电新威胁：海上风电台风损毁与高浓度盐雾



- 强台风摧毁：海上风电机组、升压站设备遭台风物理破坏
- 供电瞬时中断：绿电并网链路切断，数据中心被迫切换备用电源
- 盐雾沉积：空气中高浓度氯离子（Cl⁻）导致室外绝缘击穿闪络

液冷技术革命

高热 GPU
风冷退出

快速接头
疲劳漏液

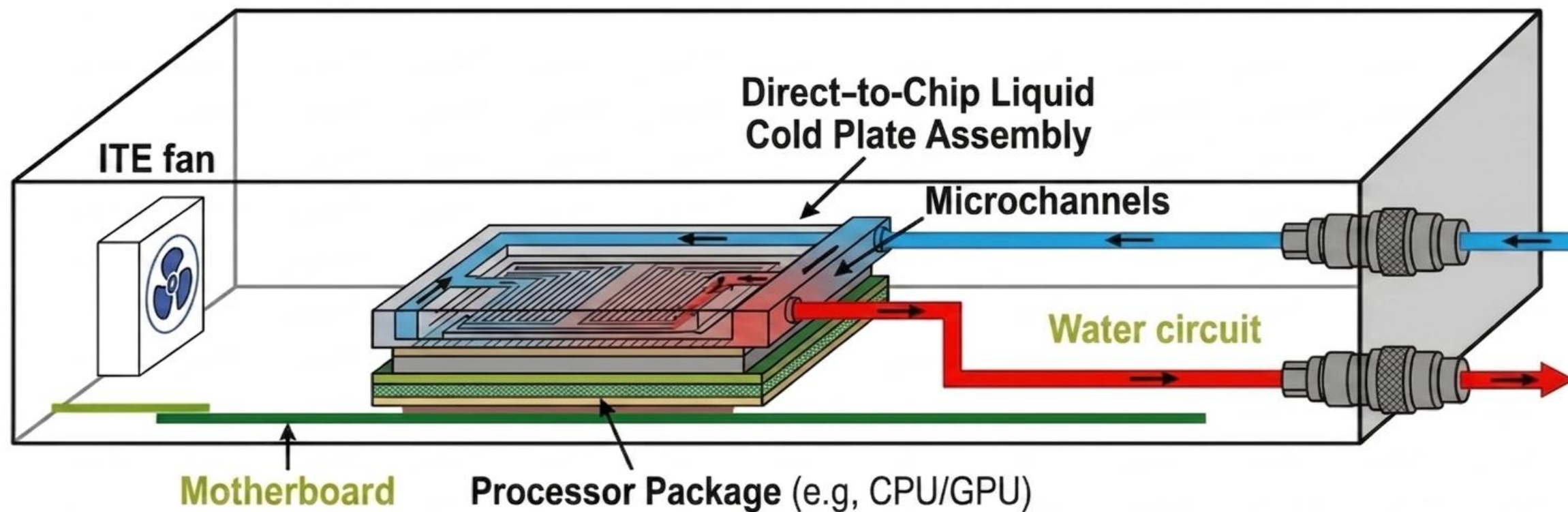
密封舱
冷质挥发

GPU
过热/水浸

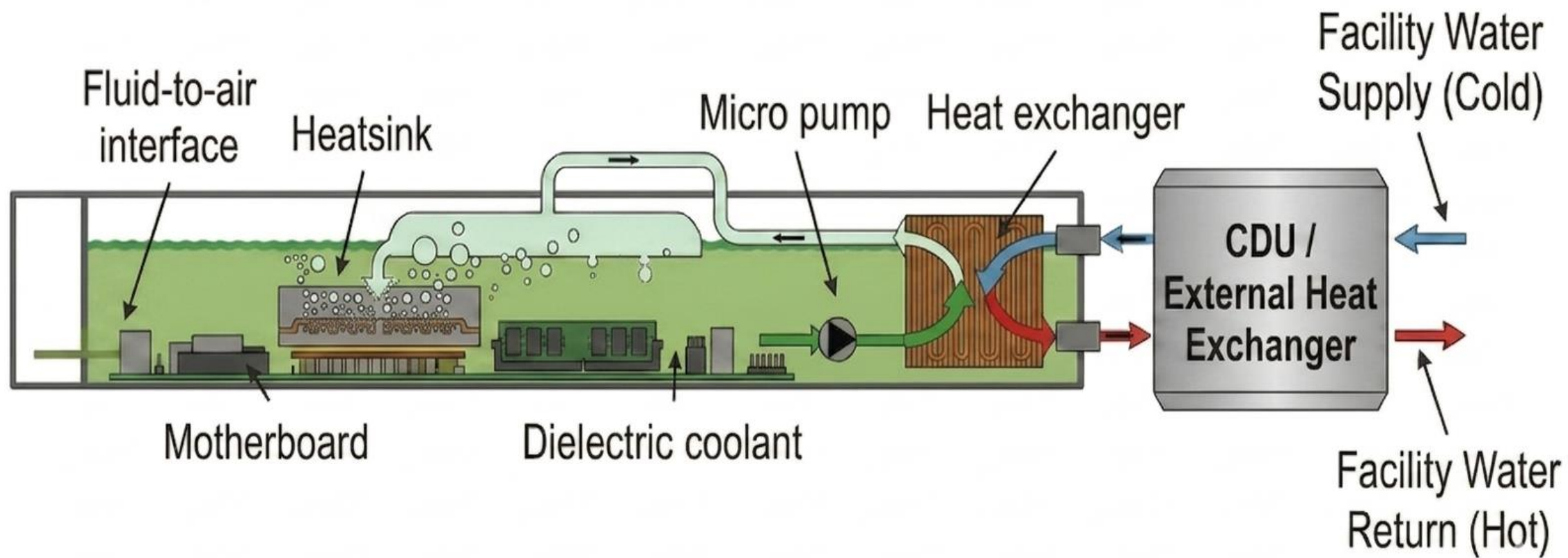
- 风冷退出历史：高热量 GPU 使得风冷技术无法满足能效达标
- 冷板式水浸风险：分水器及接头在长期温差高压下易发生疲劳漏液
- 浸没式氟化液蒸发：密封舱老化导致冷质挥发，GPU 过热烧毁
- 风控对策：无损探伤证明（NDT）+ 液漏电导率定位绳
+ 联动自动切断阀



直达芯片液冷 (Direct-to-Chip Liquid Cooling)

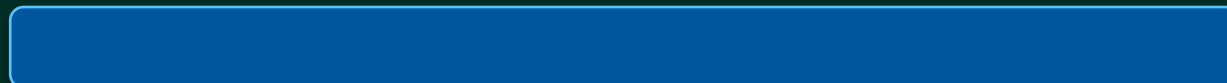


浸沒式液冷 (Immersion Cooling)



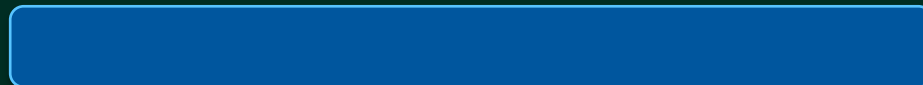
供应链断裂与利损/延迟完工保险危机

主变压器



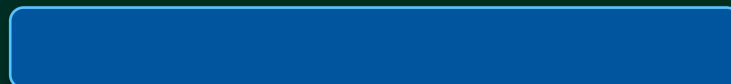
18 - 24个月

AI芯片



超12个月

大容量柴机



组装测试拉长

工程期间任一长周期设备损毁，项目将停工待料数年



Legal notice

©2026 Swiss Re. All rights reserved.

You may use this document and the information contained herein for private or internal purposes only, and any copyright or other proprietary notices must not be removed. You are not permitted to modify, reproduce, create any derivative works of this document, or distribute or use it for commercial or other public purposes, without the prior written permission of Swiss Re.

This document is for informational purposes only and is not advice or a recommendation to engage in any transaction with or use services provided by Swiss Re or any other person. The information and opinions contained herein are provided as of the date of the presentation and may be subject to change at any time without notice. Although the information is taken from reliable sources, Swiss Re shall not be liable for any loss or damage arising in connection with its use, or from any inaccuracy or incompleteness, nor is it under any obligation to update it. Swiss Re further undertakes no obligation to publicly revise or update any forward-looking statements, whether as a result of new information, future events or otherwise.

This document and its contents are not directed to, or intended for use by, any person or entity in any jurisdiction where such distribution, publication or use would be unlawful or where it would require licences or authorisations that have not been obtained.

This document does not constitute or form part of an offer, solicitation, or invitation to buy or sell any securities, derivatives or (re)insurance or transact with, or use services provided by, any member of the Swiss Re Group. It is not an invitation or inducement to participate in investment activities described in any applicable financial promotion regime.