



ZOMI

AI计算集群 系统架构

Content



Content

- L0/L1 机房 (风、火、水、电)
- L2 算力底座 (计算、组网、存储)
- L3 智算使能 (容器&虚拟化、分布式并行计算、运维&运营)

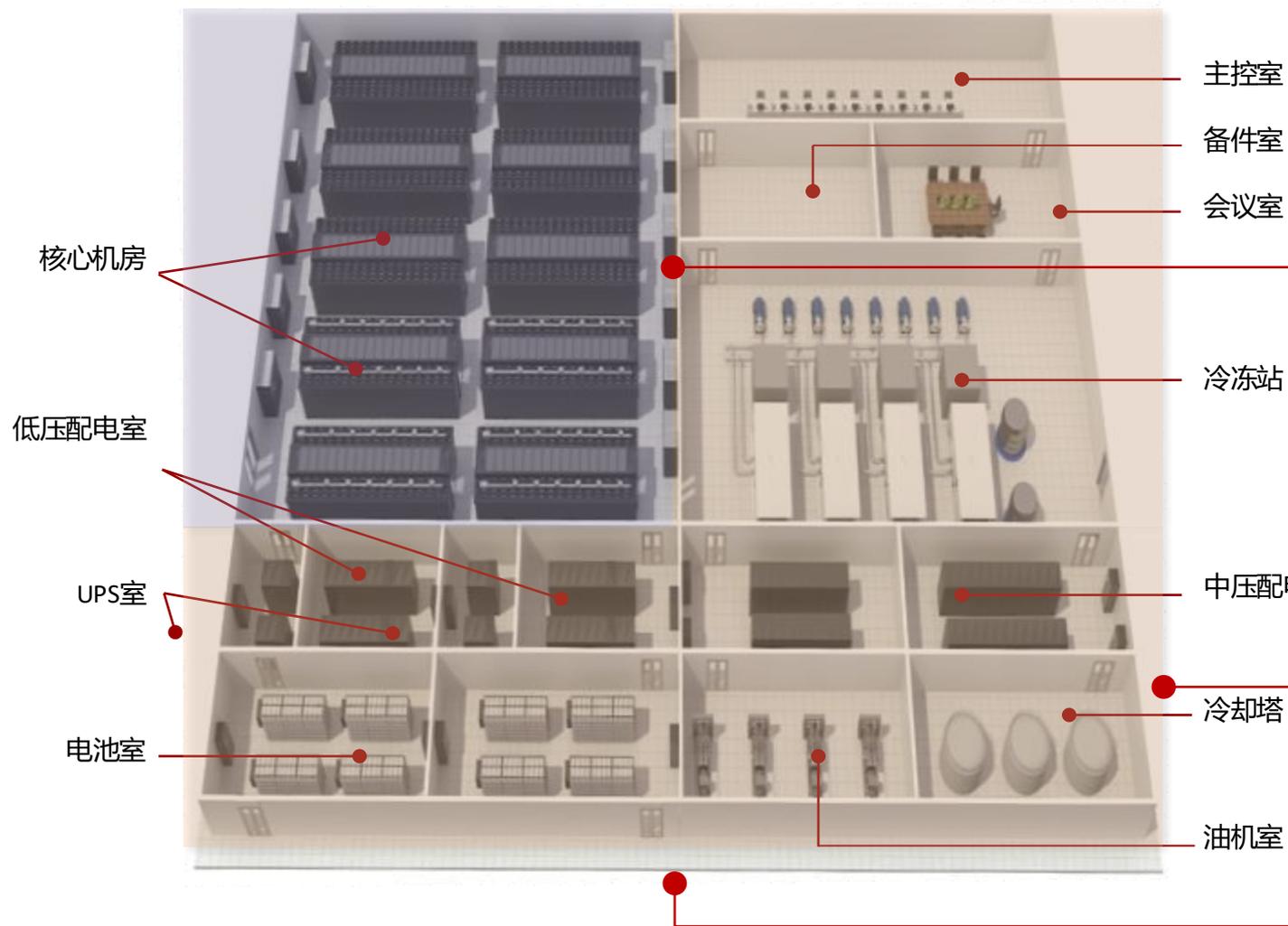


00

计算集群总览



集群解决方案概览



集群系统架构分层

- L4 应用与服务**
数据业务及应用（大数据、互联网、HPC、AI等）
- L3 算力使能平台**
多租户、虚拟化、分布式并行计算、运维&运营等
- L2 算力底座**
服务器、存储系统、网络系统及组网等
- L1 物理基础设施**
供电/备电、制冷、布线、机柜、安防等
- L0 基建楼宇系统**
机房、配套楼宇土建、风火水电等

集群系统软件平台与应用



集群系统架构分层



01

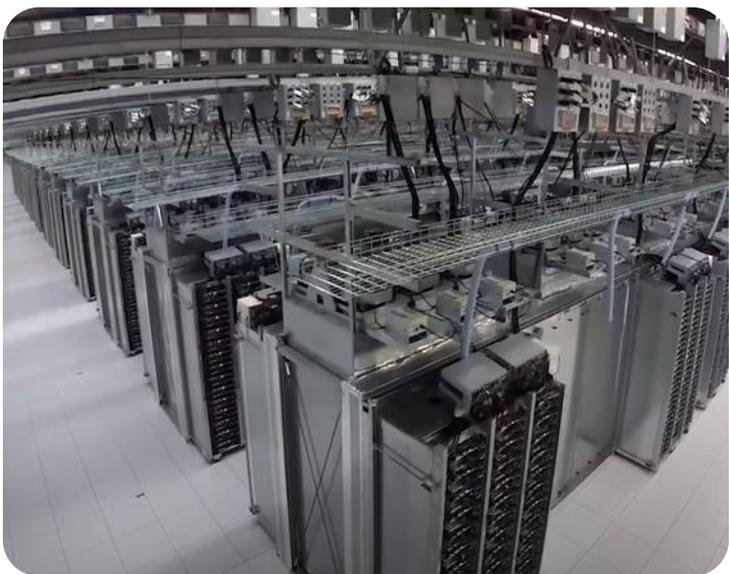
L0/L1 机房



L0/L1 机房配套

- L0、L1 机房配套重视布局 | 供电 | 制冷 | 承重
- 重算力高密高功率，机房从风冷走向液冷是趋势

通用云数据中心



VS



新型智算中心



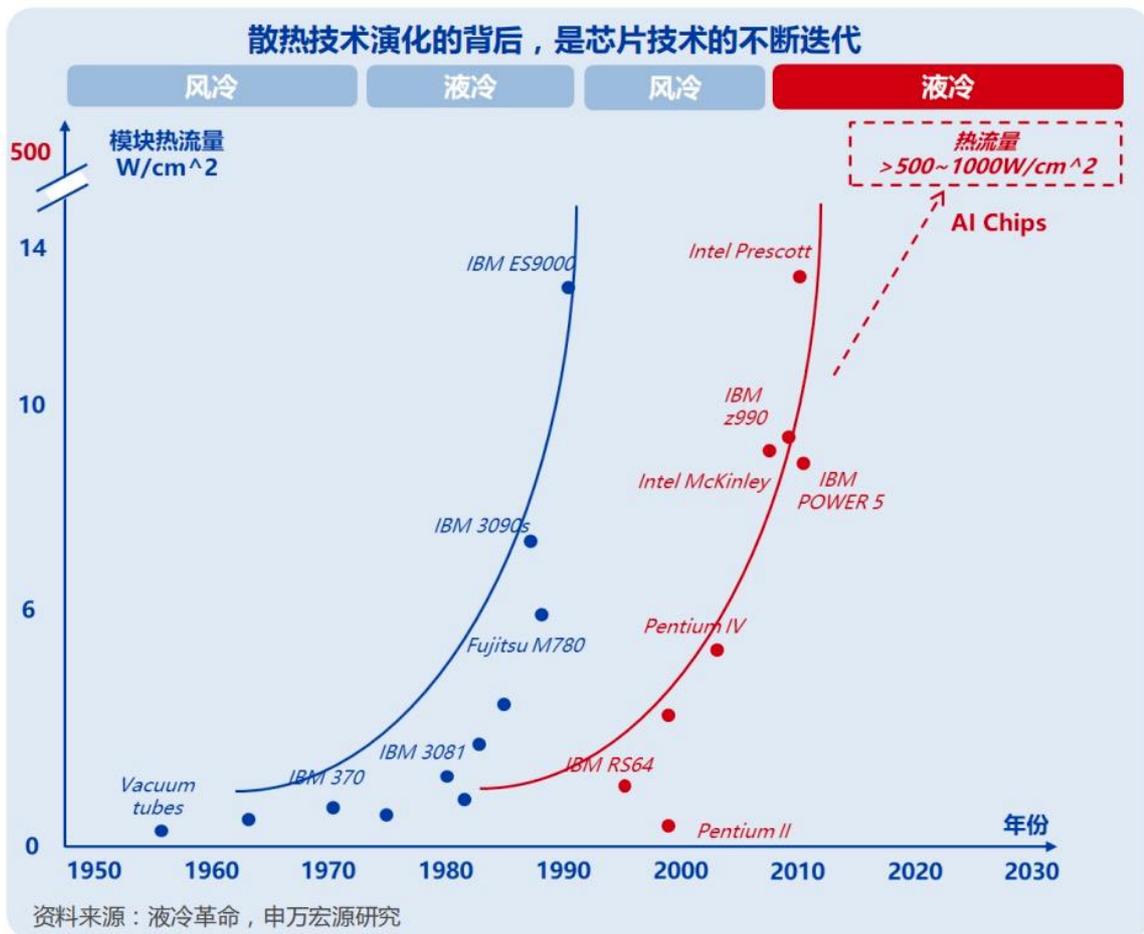
L0/L1 机房配套

	通用云数据中心	新型 AI 智算中心
机房供电	8KW~12kW/柜	xxKW~xxxKW/柜
机房制冷	风冷 + 列间空调	液冷 + 风液混合部署
机房承重	$\geq \text{xxxxkg/m}^2$	$\text{xxxxkg/m}^2 \sim \text{xxxxkg/m}^2$ (如承重不满足, 需散力架辅助)
网络部署	管理 + 业务 + 数据 三平面 布线规模小	管理 + 业务 + 参数 + 数据 四平面 布线复杂度提升数倍, 万卡需 xW 根光纤
运维管理	分散管理 	智能统一管理 



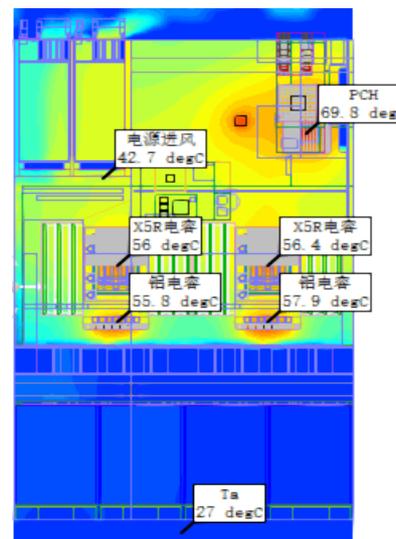
液冷关键价值

液冷使能通用算力和算力芯片性能充分释放

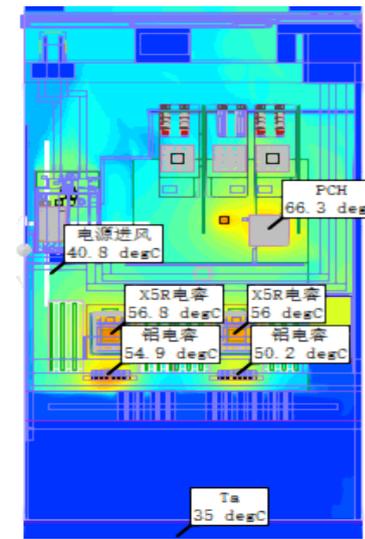


液冷可显著提升系统可靠性

风冷服务器



液冷服务器



相同环境温度，液冷器件温度较风冷低5~10°C，失效率下降~xx%

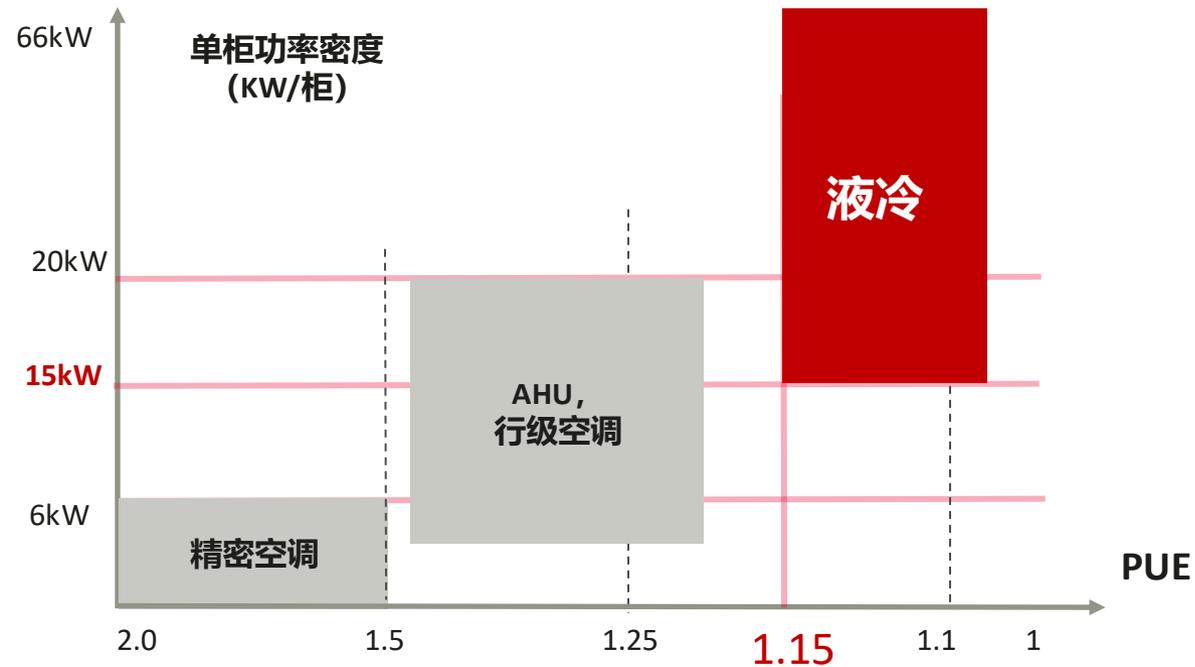
注：风冷和液冷服务器可靠性均满足质量出口要求，液冷相对风冷可靠性进一步提升



液冷关键价值

- 有效降低 xPU 功耗，液冷大幅降低机房 PUE，提升机房市电利用率 xx%+

项目	风冷	液冷	对比
服务器功耗 (w)	A	$\sim 0.xA$	$\sim xx\%$
PUE	≤ 1.5	≤ 1.15	$\sim 20\%+$
市电利用率 (服务器台数/MW)	B	$\sim 1.xx B$	$\sim xx\%+$



- 基于通用计算鲲鹏服务器数据测算



02

L2 算力底座



L2 算力底座：计算 | 网络 | 存储

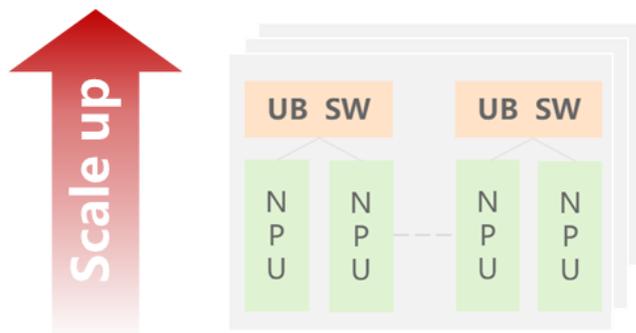
更多模型并行技术的应用

计算

- **算力密度&精度**: 单柜算力密度持续上升, 不同精度格式支持 (BF16/FP8)
- **超大规模单体集群**: 千亿稠密/千亿稀疏需要万卡集群; TP&EP规模扩大, 需要更大规模超节点集群, 提升MOE模型训练效率;

Scale up:

通过超节点规格提升单位算力



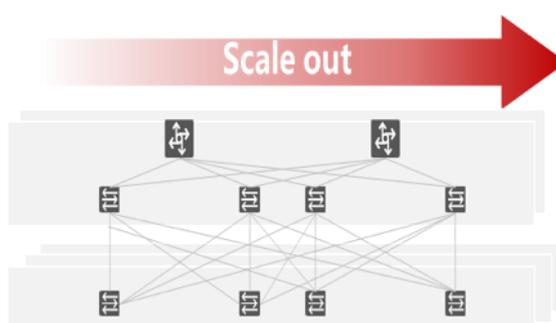
更大规模/更复杂的组网

网络

- **超大组网规模**: 2层1:1无收敛的AI网络架构, 支持xxxK集群规模组网, 千卡到万卡平滑演进
- **网络级负载均衡**: 算网协同调度, 优化AI训练参数面HASH冲突

Scale out:

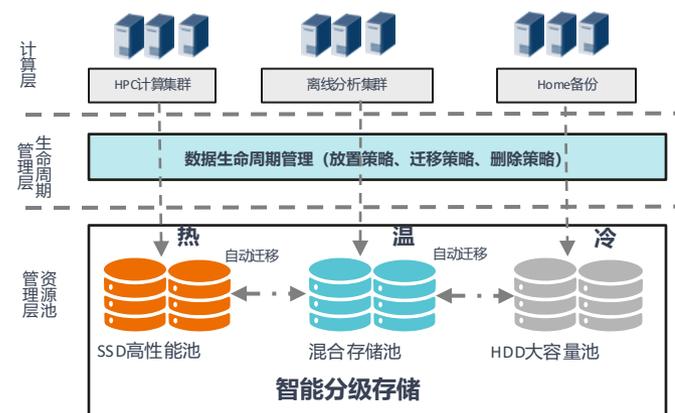
通过组网能力提升规模算力



更大数据量存储和读写

存储

- **极致读写性能**: 高IOPS和并行大带宽, 大小I/O自适应, 混合负载高效, 提升训练效率
- **智能分级存储**: 全闪+混闪的智能分级存储, PB级存取+TB级带宽, 综合效率更高



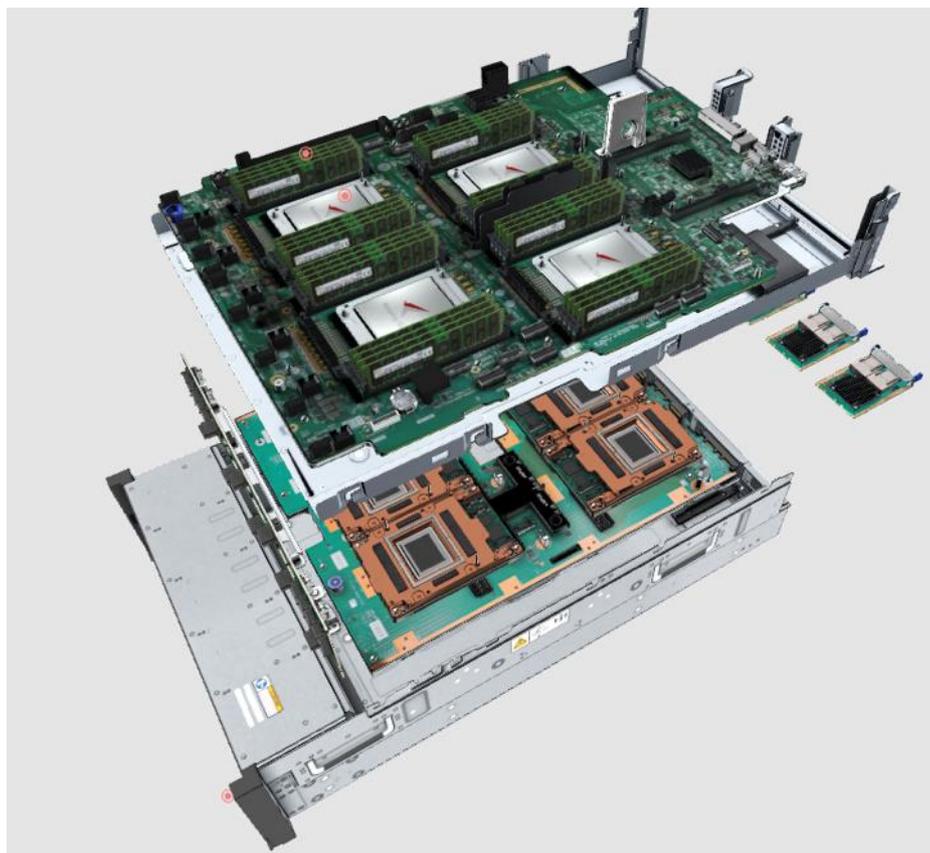
L2 算力底座：计算

- **卡间互连**：大带宽互连，大模型 Tensor 并行高速通信
- **RoCE网口带宽**：芯片直出 X00Gbps
- **X00Gbps大带宽RoCE参数面网络**：模型参数在参数面网络持续快速交换

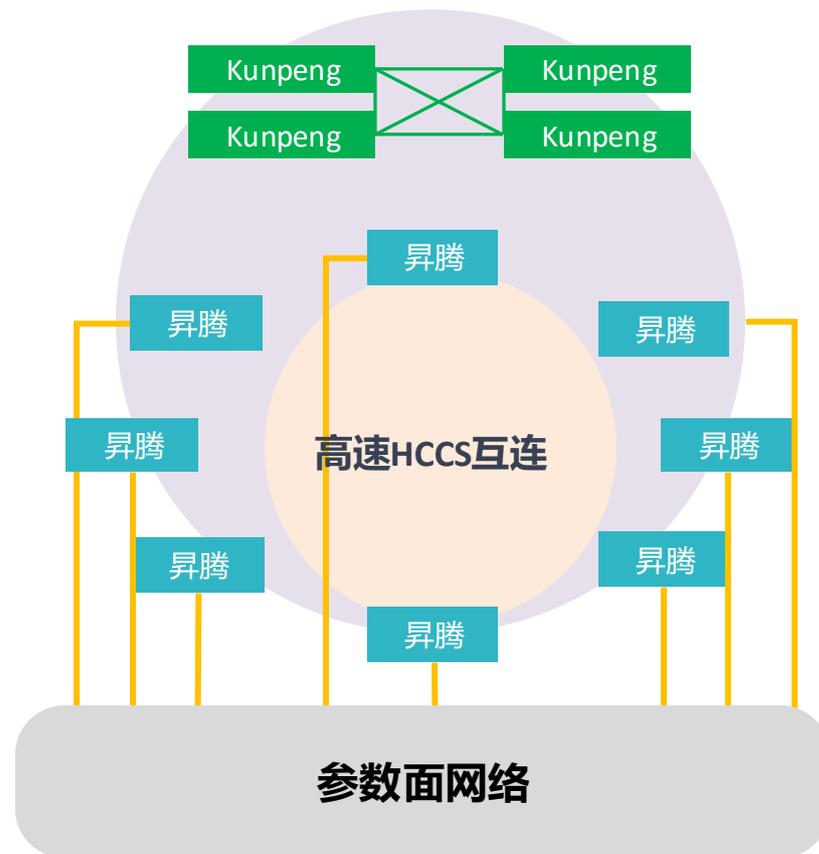


L2 算力底座：计算

- AI计算节点硬件架构：优先瞄准大带宽参数面匹配对接



物理硬件视图



逻辑架构视图

L2 算力底座：计算

- AI计算节点硬件架构：优先瞄准大带宽参数面匹配对接



物理硬件视图

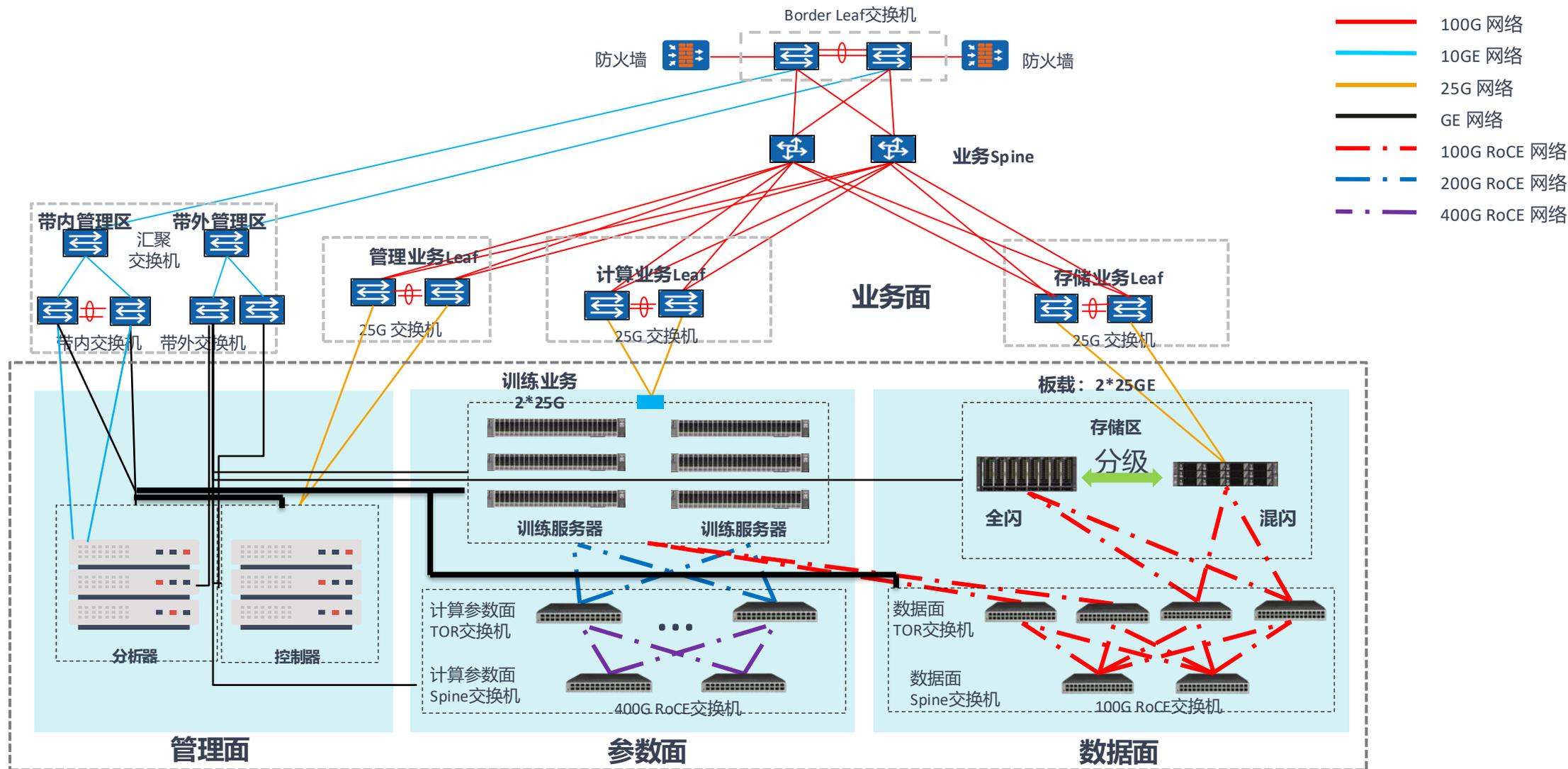


L2 算力底座：网络

- 智算集群网络方案设计：四平面独立组网，参数面/数据面采用大带宽RoCE满足大象流
- 四个独立网络平面：AI参数面、数据面、业务面、运维管理面
- 高性能AI参数面：200G，高带宽无收敛胖树拓扑，用于AI大模型训练中的参数交换
- 高性能数据面：100G，高带宽无收敛胖树拓扑，用于计算节点访问高性能存储
- 关键特性：参数面/数据面支持多租安全隔离、参数面网络负载均衡NSLB



L2 算力底座：网络

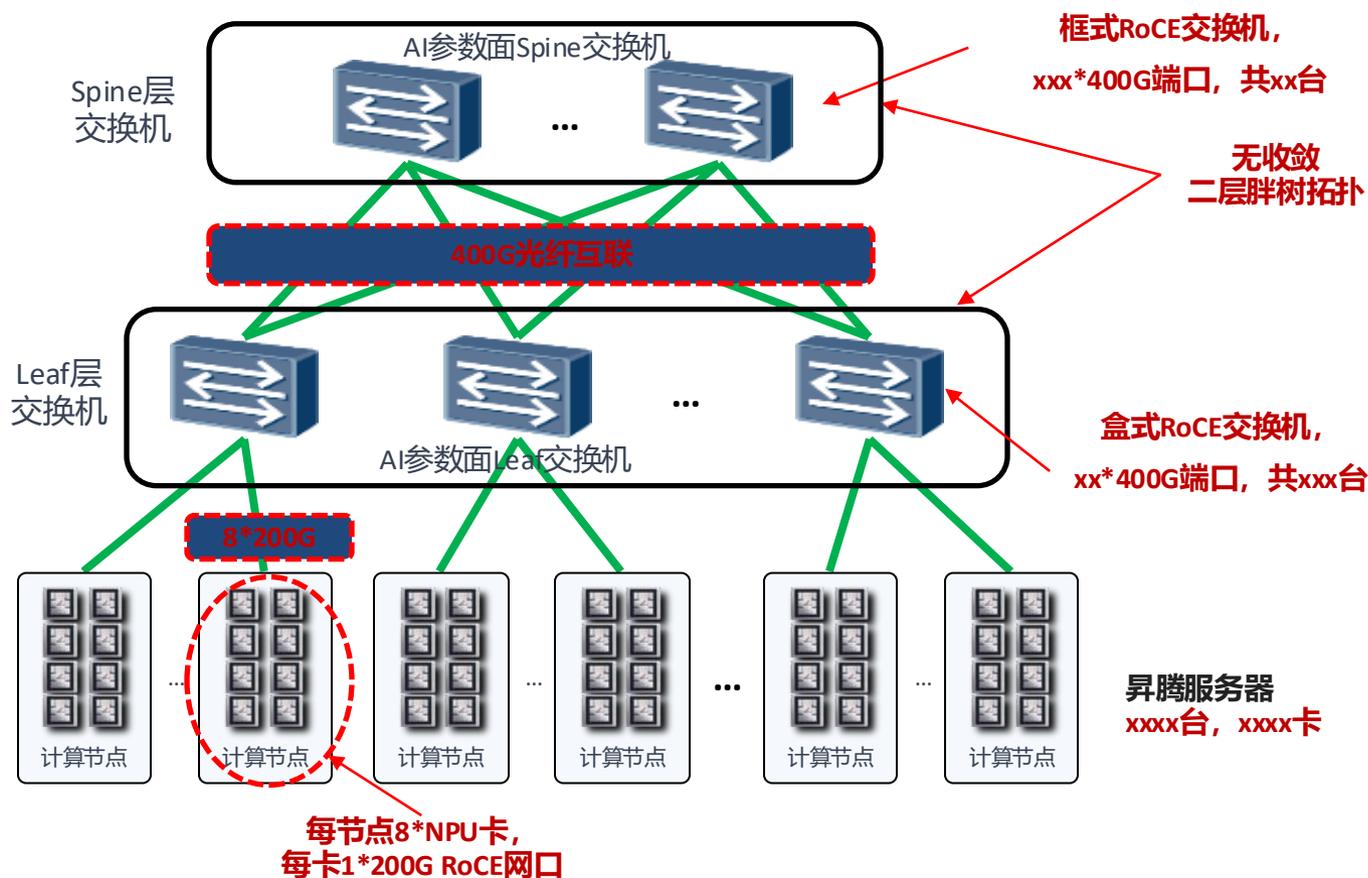


参数面组网设计案例：大带宽网络、无收敛二层胖树拓扑

AI 参数面网络设计方案

- 基于RoCE协议的RDMA无损网络
- 200G高带宽、无收敛二层胖树拓扑
- 每NPU卡直出1*200G RoCE网口，每台训练服务器8*NPU卡
- Spine&Leaf交换机之间采用400G光纤互联，减少光模块数量

AI 参数面组网拓扑图

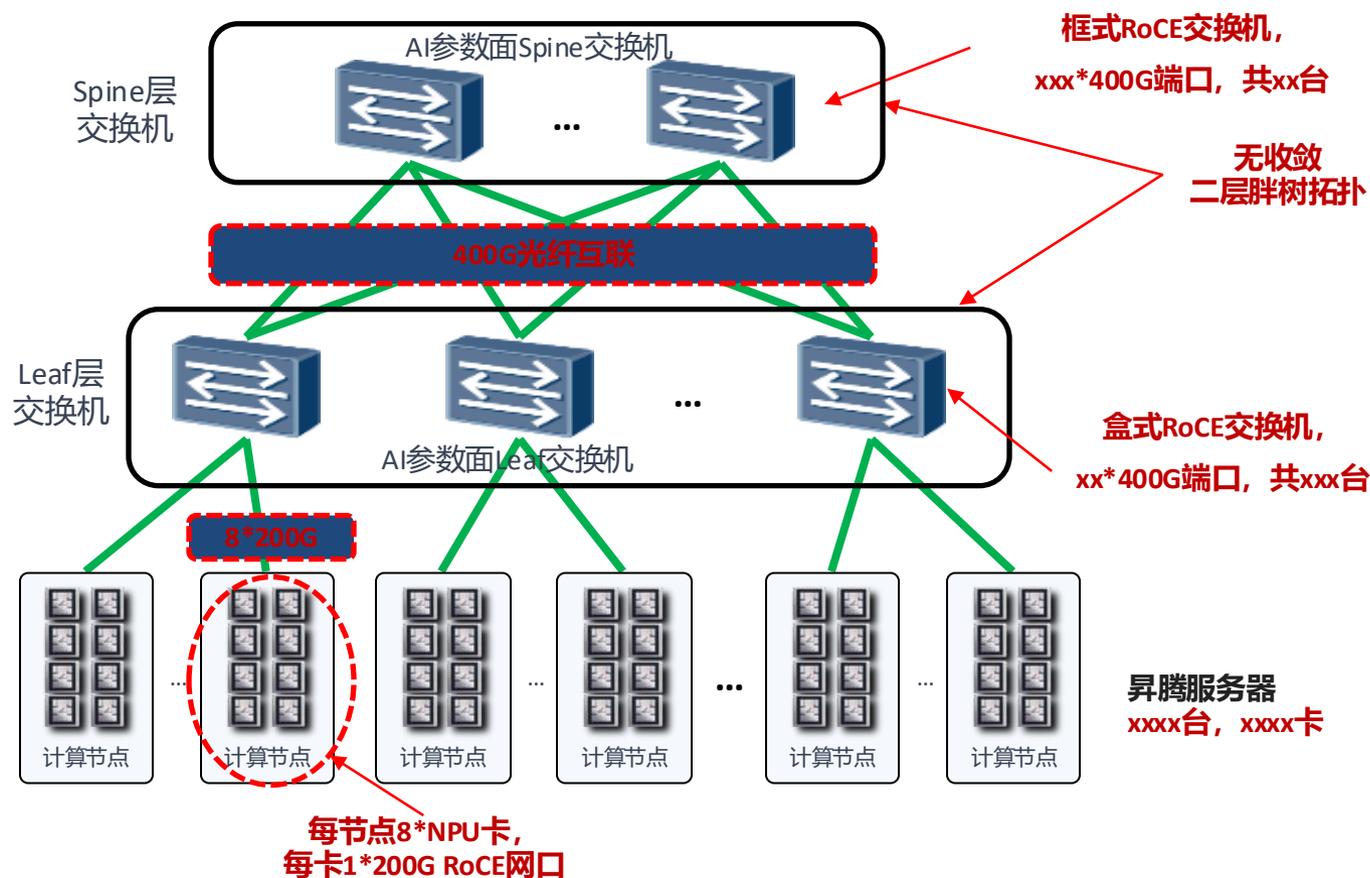


参数面组网案例：大带宽网络、无收敛二层胖树拓扑

AI 参数面网络设计方案

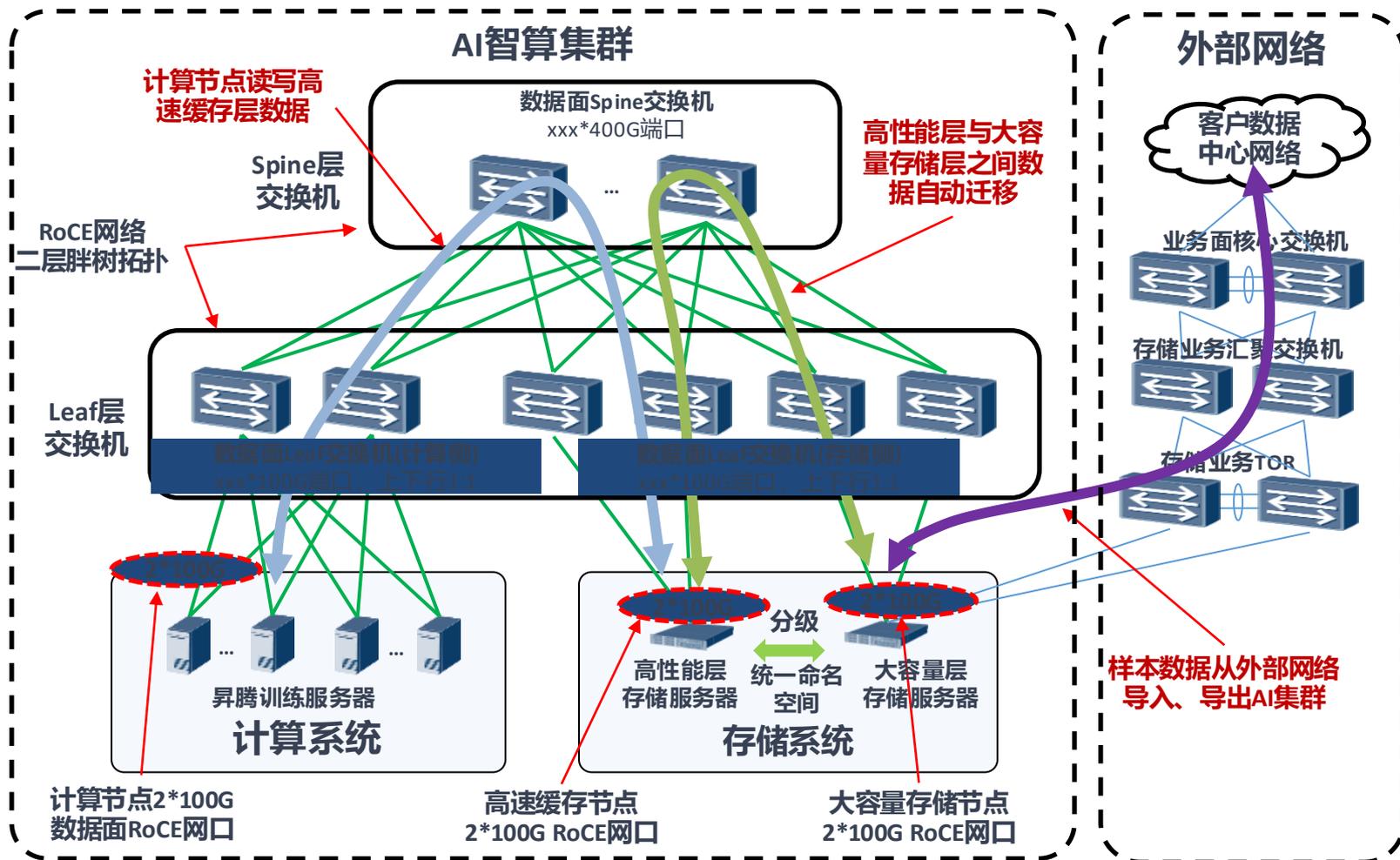
- 以xxxx卡为例，采用框+盒交换机组网
- Leaf交换机上下行1:1无收敛
- Spine预留扩容空间
- 通过新增Leaf交换机
- 支持xxxx台昇腾服务器，xxxxx卡扩容

AI 参数面组网拓扑图



数据面组网案例：二层无收敛胖树，支持大模型训练存储

数据面组网拓扑图



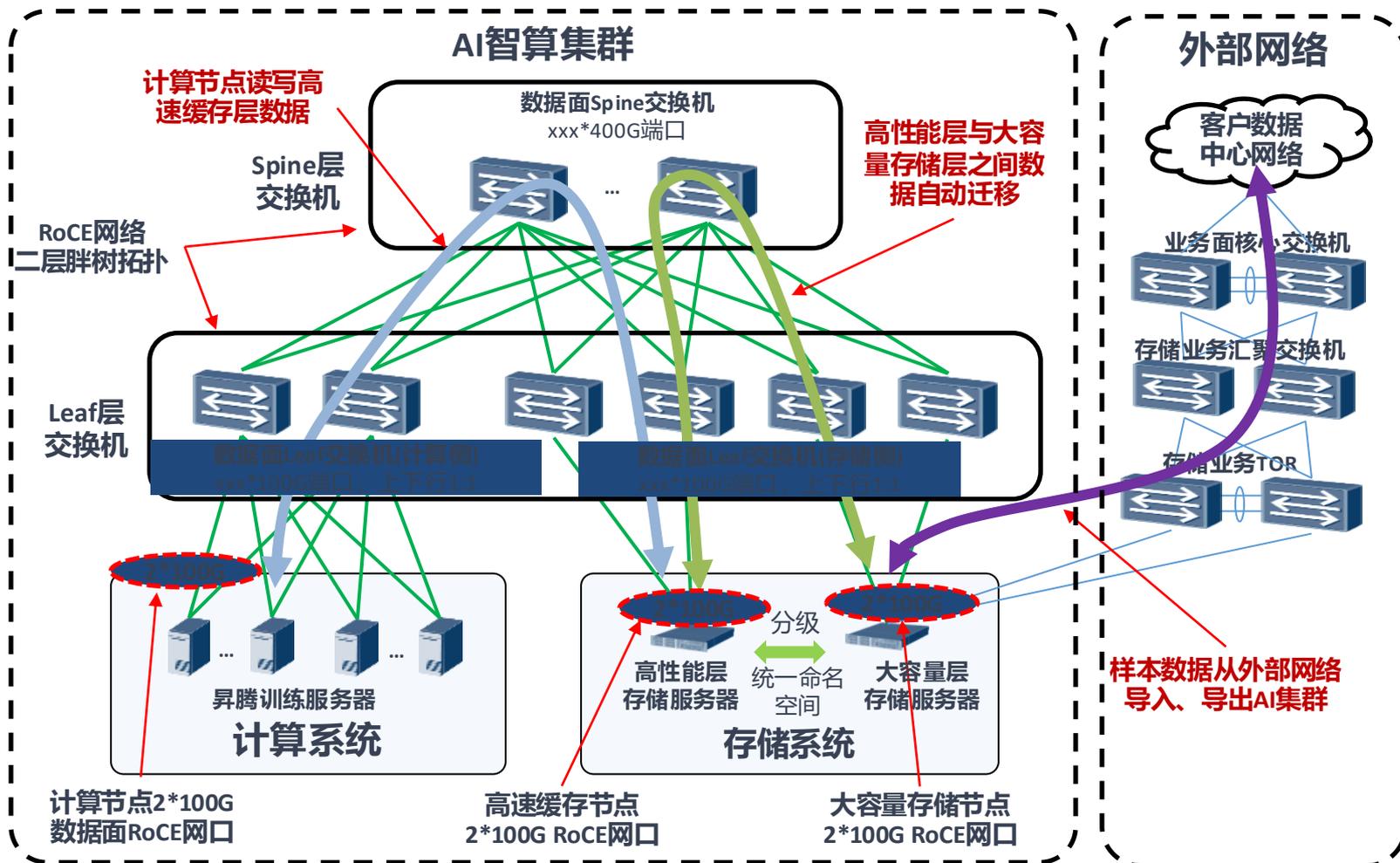
数据面网络设计方案

- 采用100G RoCE网络，二层胖树无收敛组网
- 训练服务器支持2*100G数据面网口（独立于AI参数面网络）
- 高速缓存层存储服务器支持2*100G网口
- 大容量层存储服务器支持2*100G网口



数据面组网案例：二层无收敛胖树，支持大模型训练存储

数据面组网拓扑图



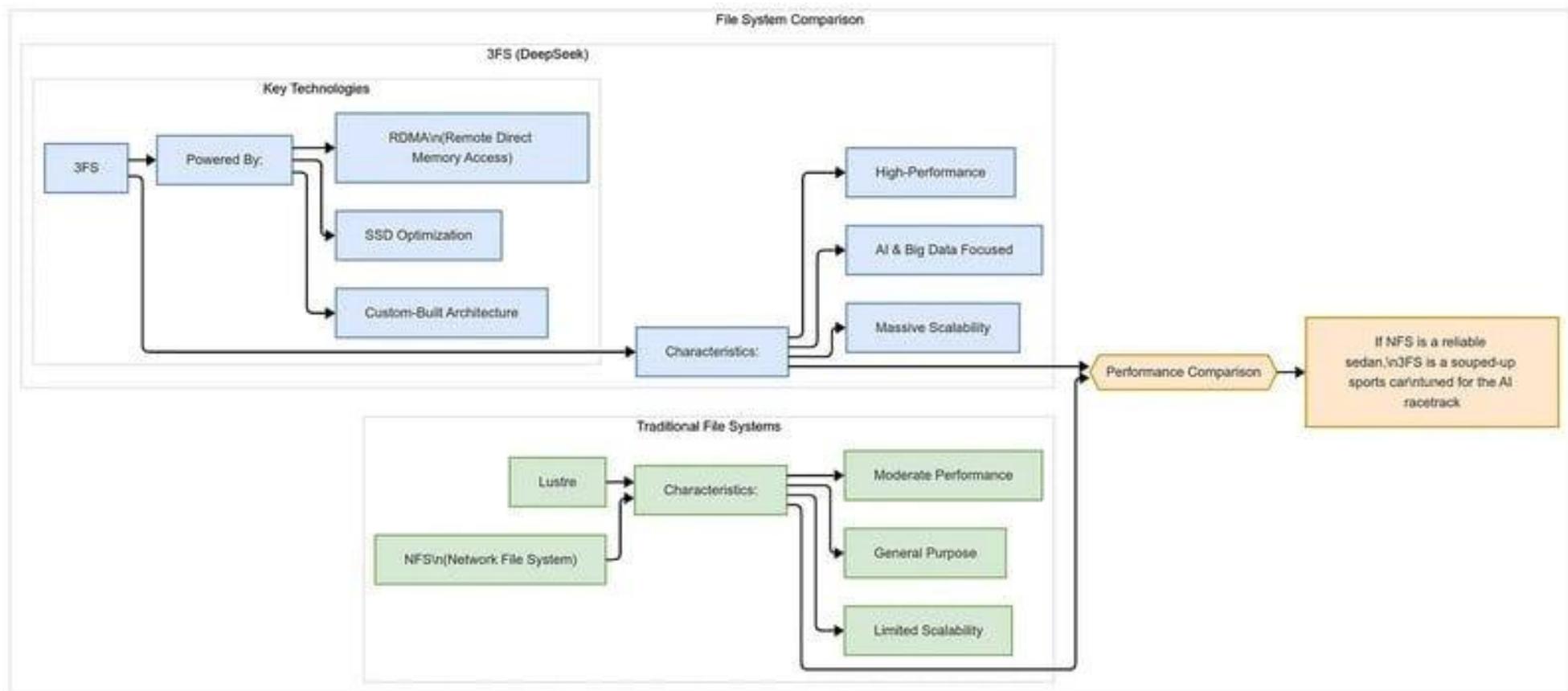
数据面网络设计方案

- 数据面组网建议采用2*100G RoCE高速网络
- 匹配万亿参数大模型及复杂AI业务场景数据搬迁需求



高性能存储：多协议融合互通，支撑大模型IO高效访问需求

- 采用分离式架构和 CRAQ 技术，通过 Direct I/O 和 RDMA 优化，结合无状态元数据服务和用户态零拷贝设计的客户端，实现高性能的数据访问和强一致性保障



03

L3 智算使能

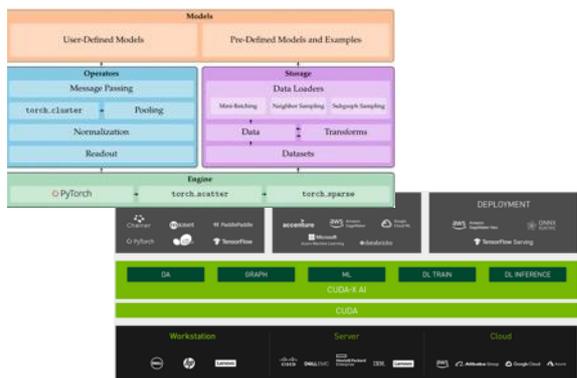


L3 智算使能：基础使能 & 智算平台

训练效率 = 单机执行最优 & 集群并行最优 & 中断时间最短

单机计算效率

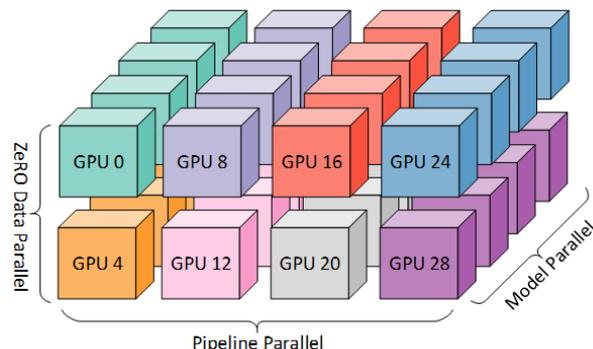
- 自适应动态索引
- 整图编译计算
- 近似自然梯度优化
- 选择性重计算
- 全局内存复用



单机执行最优

万卡集群线性度

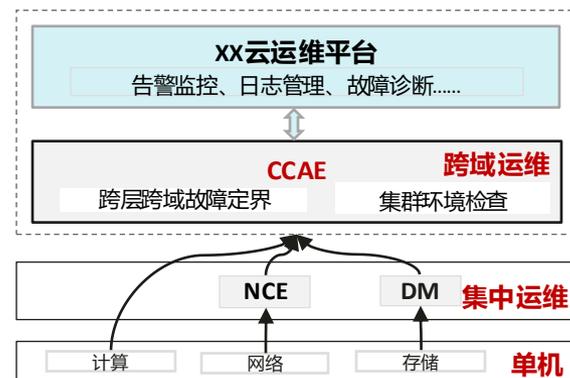
- 多流水并行
- 子图并行
- MoE并行
- 多副本并行
- 数据并行
- 长序列并行
- 优化器并行
- 层内模型并行
- 自动并行



集群并行最优

故障恢复时间 (MTTR)

- 断点续训
- 跨产品故障定界
- 故障统一管理
- 健康检查



中断时间最短

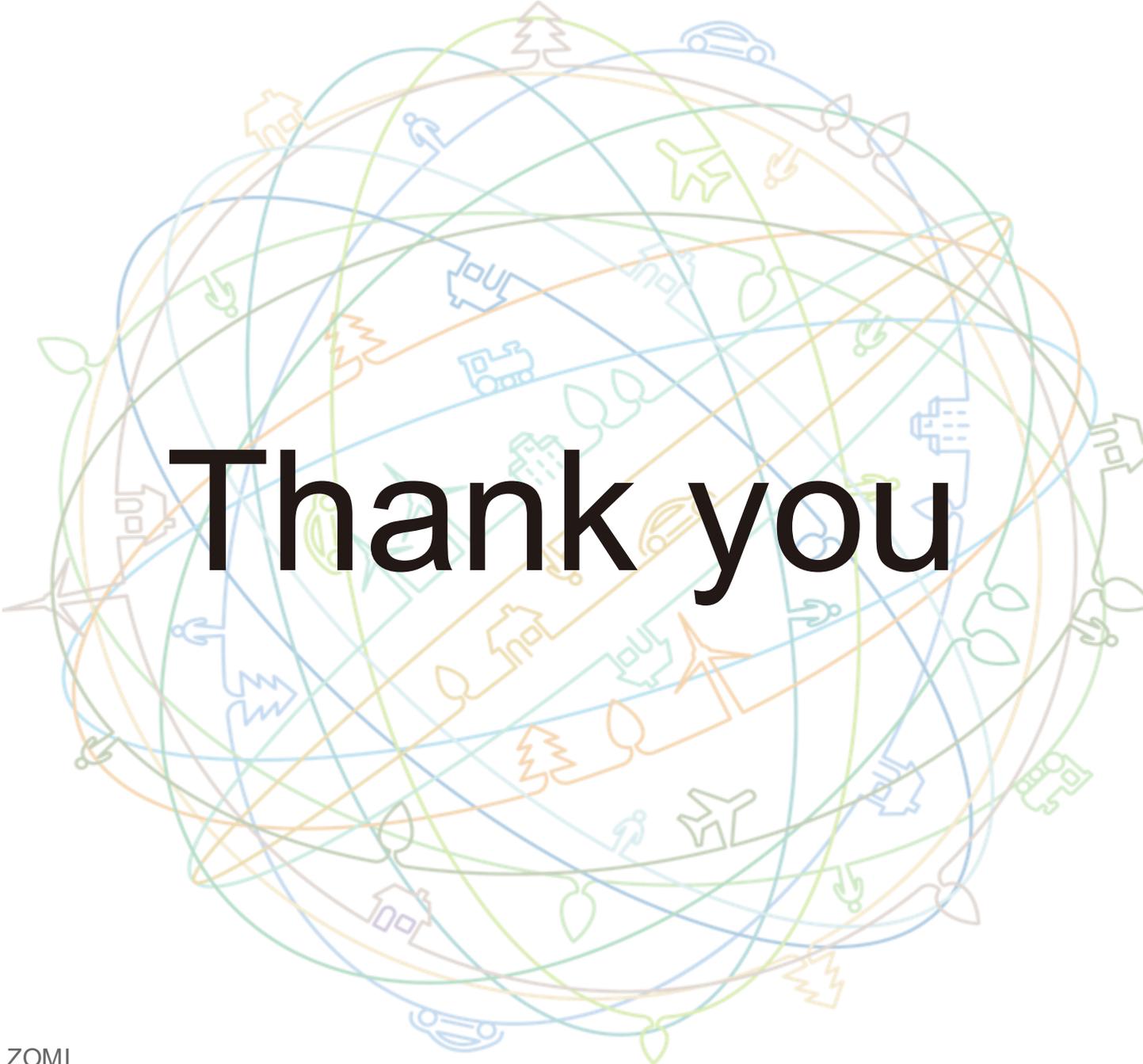
总结与思考



Summary

- 大模型训练负载呈现出 高并行&网络化 的特征，集群成为最佳算力平台
- 集群建设关键：基础设施先进性、超大规模互连、极致算力效率、集群高可用&易运维
- 围绕集群规模、计算效率、长稳运行发力，打造应用亲和的集群架构，最大化使能有效算力





Thank you

把AI系统带入每个开发者、每个家庭、
每个组织，构建万物互联的智能世界

Bring AI System to every person, home and
organization for a fully connected,
intelligent world.

Copyright © 2024 XXX Technologies Co., Ltd.
All Rights Reserved.

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. XXX may change the information at any time without notice.



GitHub <https://github.com/chenzomi12/AllInfra>

引用与参考

- <https://zhuanlan.zhihu.com/p/683671511>
- <https://www.hiascend.com/>
- PPT 开源在: <https://github.com/chenzomi12/AllInfra>

