

中国科学院杭州医学研究所算力中心建设方案

征集说明

1.项目背景

为贯彻落实我所“十五五”发展规划中的重大战略部署,将我所在功能核酸、临床肿瘤、精神疾病等领域的独特数据优势转化为核心竞争力,亟须建设一个统一的、高性能的算力平台,重点提升我所的基础设施支撑能力,规划设计我所算力中心建设。

2.建设目标

本项目旨在建设一套适配中小型业务场景的小型算力中心,实现**算力集中调度、数据安全存储、网络高速传输、运维智能高效、资源弹性扩展**的建设目标,具体目标如下:

- 1.搭建标准化机房基础设施,满足算力设备稳定、持续、安全运行需求;
- 2.构建高性能计算集群,支撑 AI 推理、小规模模型训练、大数据分析、仿真计算等业务;
- 3.配套大容量、高可靠存储系统,实现业务数据、模型数据、日志数据的统一存储与备份;
- 4.搭建高速低延迟网络架构,满足算力集群互联、内外网数据交互需求;
- 5.部署统一算力管理平台,实现资源监控、智能调度、权限管控、故障告警;
- 6.建立完善的安全与运维体系,保障算力中心 7×24 小时稳定运行,具备平滑扩容能力(服务期内,供应商至少提供 1 名专职技术人员驻场,提供系统级运维支持,包括计算节点的操作系统及应用软件运行的支持。并配套提供专业的二线技术支持服务,为现场技术人员或者用户提供系统级运维技术支持,包括但不限于软件部署及运行故障原因分析等)。

3.总统架构设计

算力中心整体分为四大层级,自下而上依次为:机房基础设施层、硬件资源层、网络传输层、软件平台层,配套安全防护体系与运维管理体系,各层级协同联动,实现算力资源统一管控、高效调度、安全运行。

- 1.**基础设施层**:包含机房装修、供配电系统、空调散热系统、安防监控系统、消防系统、环境监控系统;

2.硬件资源层：包含 GPU 计算节点、CPU 通用计算节点、分布式存储集群、备份设备；

3.网络传输层：采用 Spine-Leaf 轻量化架构，包含核心交换机、接入交换机、高速网卡、内外网网关、防火墙等，算力中心需通过医学所互联网接入区域接入互联网并新增互联网专线资源，局域网层面和医学所网络间通过防火墙互联；

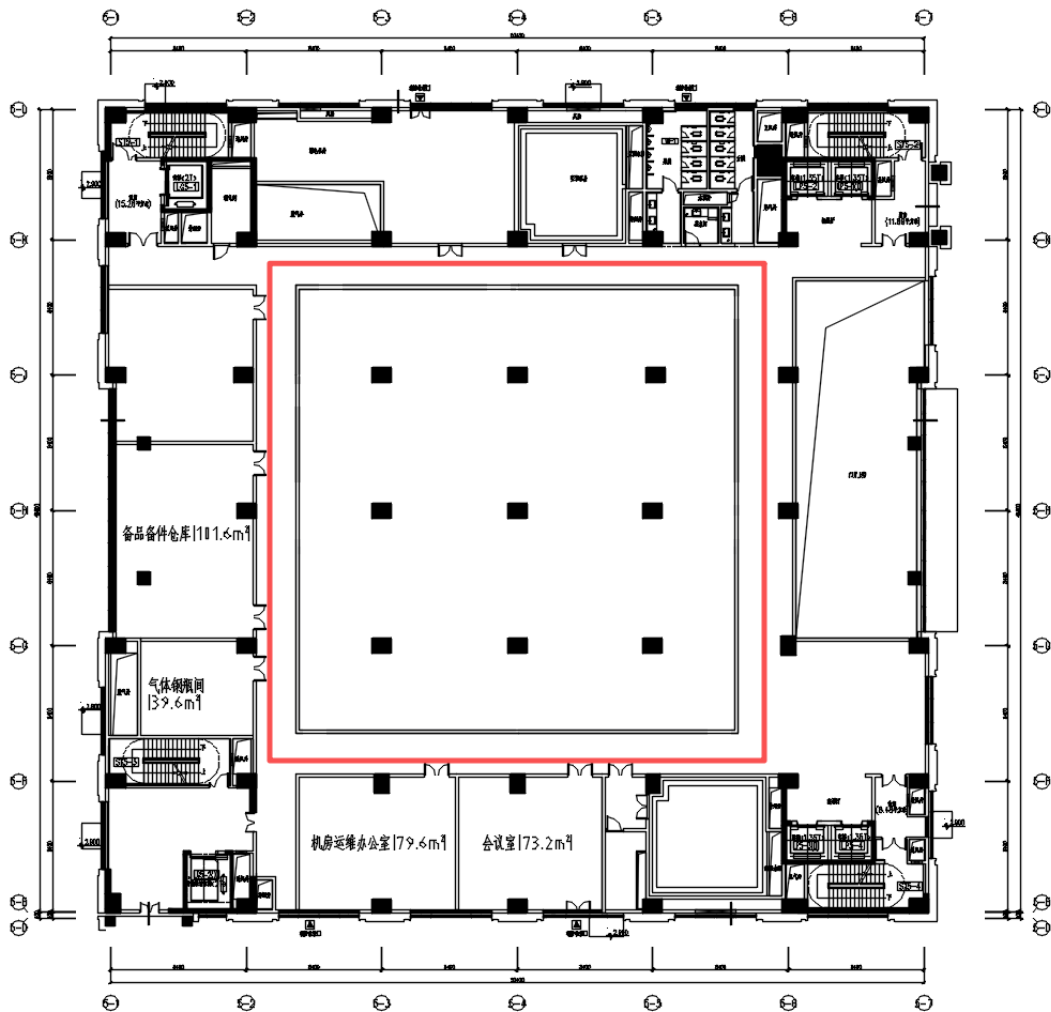
4.软件平台层：包含算力调度平台、资源监控系统、数据管理系统、运维管理系统、运营管理系统、安全审计系统。

4.机房建设需求

中国科学院杭州医学研究所算力中心机房建设要求依据《国家标准数据中心设计规范》GB50174-2017 中 B 级及以上数据中心标准，整体项目建设应满足经济、实用、高安全、高可靠、高可视化、易使用、易管控、易扩容、易维护的绿色低碳节能智算中心机房。本项目需包含设计和实施，供应商须具有数据中心机房相关专业设计资质及能力，所有图纸均须加盖具有数据中心相关专业设计资质的单位盖章。

以下是基本需求：

1.功能分区要求：本次智算中心机房设计包括但不限于一期智算中心、一期配电间、一期电池间、二期智算中心、二期配电间、二期电池间等功能区域。



智算中心建筑平面图

2.设计范围要求：本次智算中心机房包含但不限于以下系统：动环综合管理系统、微模块冷通道系统、制冷系统、配电系统、不间断电源系统、综合布线系统、安防系统、消防系统、新风系统、机房动力照明配电、防雷接地系统、基础装饰系统等。

3.能耗指标要求：采用先进、科学的设计确保本次智算中心机房微模块要求 $PUE < 1.3$ ，测试 PUE 值是在实验室环境基于 4 种负载率（25%，50%，75%，100%）和 5 种外部环境温度（35℃，25℃，15℃，5℃，-5℃）实测，而非基于某个项目、区域、时间点的单点 PUE 指标。供应商需协助建设单位完成机房能效指标的鉴定。

4.机房动环系统要求：为保障智算中心机房运行安全，提升智算中心运维效率，本次动环系统需采用 B/S 架构设计，支持机房配电柜、模块化电源主机、智能母线、精密空调、电池监测系统、温湿度、烟感、水浸、微模块系统等设备接入管理。具有 3D 可视化视图管理，支持生成与微模块现实布置匹配的 3D 视图，包括配电柜、精密空调、机柜、温湿度、微模块图像显示等；具有移动 APP 运维管理功能，支持查看机房的 KPI 信息，如 PUE 、耗电量、当前告警数等，以快速

了解机房运行现状；机房异常具体短信、邮件、语音等多种方式告警通知功能。

5.机柜模组要求：本次智算中心机房设计采用封闭冷/热通道方式，其中一期可用机柜不少于 40 个，平均单机柜功率密度不低于 15kW。二期可用机柜不低于 20 个，单柜平均功率不低于 20kW。微模块配置本地触摸显示屏，可实时本地查看微模块内部运行情况；微模块具有告警指示灯，能够与紧急告警、重要告警、一般告警、提示告警进行联动；微模块具有图像监控、门禁管理、照明管理、温湿度监测、烟雾监测、漏水监测等功能。

6.机房制冷要求：智算中心区域制冷系统需满足 N+1 冗余设计，采用行间级精密空调，满负载工况下精密空调负荷低于 90%；配电间和电池间均需设置制冷系统，采用房间级精密空调，满足 N+1 冗余设计。由于制冷系统外机安装区域距离较远，智算中心和配电间空调需支持 100 米以上冷媒管路。

7.机房配电要求：本次智算中心机房采用统一设计分期建设方案，一期配电总额不低于 800KVA，二期规划配电总额不低于 600KVA。我所算力中心机房所在楼宇一层设有变配电房，双路市电分别有不小于 1200KVA 容量，用于本次智算中心机房项目一期供配电，需结合现有配电变配电设备情况进行合理规划设计及改造，确保市电输入满足一期智算中心机房使用要求。市电输入采用 2N 设计，单路额定容量不低于 800KVA，预留柴油发电机接口，配电系统采用高可靠电力模组方式。一期智算中心 IT 设备总配电不低于 600KW，平均单机柜功率密度不低于 15KW，机柜配电采用智能母线方案，单机柜配置双路三相供电，单路不少于 16 位国标插口，支持定制插口规格及类型。

8.机房不间断电源要求：UPS 采用 2N 设计，配置 2 台不低于 600KVA 模块化 UPS，单机满配热插拔功率模块，系统效率不低于 0.97，不间断电源系统需配置手动维修旁路，便于后续设备维修维护。后备时间满足单系统满载不小于 15 分钟，双系统满足不小于 30 分钟。

9.综合布线要求：本次智算中心机房综合布线系统需包含园区接入、各机柜组之间互联、IT 机柜与列头柜之间的互联等。园区接入需不少于 96 芯多模万兆 OM4 光纤接入，微模块之间互联需不少于 48 芯多模 OM5+48 芯单模 OS2 光缆，IT 机柜与列头柜之间互联需不少于 24 芯 OM5+24 芯单模 OS2+12 条 6A 类铜缆布线，配置一定数量光纤和网络跳线，为保障通信制冷，本次机房内部光纤布线需采用 MPO 或 MTP 预端接布线，所有光纤及铜缆均需采用配线架上架安装，做好标识标记及端口映射。

10.基础建设要求：算力中心支持视频监控、门禁管理。算力中心消防满足《气体灭火系统设计规范》GB50370 及《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 设计，算力中心机房消防系统需和园区原有消防系统进行对接，并统一接入园区消控中心。机房装修部分“现代、大方、美观、适用”的整体形象。

5.硬件资源建设需求

计算节点包含 AI 加速计算节点、高性能通用 CPU 计算节点两大类。所有算力能力以双精度浮点算力（PFLOPS）为核心量化指标，算力节点架构兼容、组网互通，可实现集群统一调度、算力资源池化，满足高密度并行运算、数据预处理、高并发业务承载需求。

超高端 AI 训练节点不低于 1 台：8 卡满配高性能 AI 加速卡，支持多卡高速互联拓扑，单节点双精度总算力 $\geq 12\text{PFLOPS}$ ，支持 7×24 小时满载连续运行，适配千亿级大模型训练、高精度仿真、超大规模并行计算核心场景，兼容主流深度学习框架与分布式训练架构。

高性能 AVX512 通用计算节点不低于 2 台：单节点配置高端多路 CPU 处理器，原生支持 AVX512 指令集，单节点配置 $\geq 2\text{TB}$ DDR5 高速内存，单节点通用计算算力 $\geq 6\text{PFLOPS}$ ，主打高吞吐数据预处理、算力任务调度、仿真计算、高并发业务后台承载，适配高密度通用计算场景。

高端 AI 推理/微调节点不低于 4 台：8 卡满配中端高性能 AI 加速卡，单节点双精度总算力 $\geq 1.2\text{PFLOPS}$ ，单节点显存不低于 768G，能效比优异，主要承载大模型推理、模型微调、轻量化 AI 计算任务，可与超高端训练节点混合组网，实现算力分级调度，提升整体资源利用率与投入产出比。

存储节点包含全 SSD 存储节点和 HDD 存储节点，存储设备，统一采用分布式架构，支持多副本存储、数据分片、故障自愈、定时备份、数据分层管理，单磁盘、单节点故障不丢失数据、不中断业务；支持热数据高速读写、冷数据低成本归档，兼容算力集群高速数据交互需求，保障高并发场景下存储系统稳定无卡顿。

本次新增高性能存储节点，分为全闪高速存储与大容量混闪存储两类，具体参数如下：

高速全闪存储性能指标：部署高性能全闪存储节点，支持 4K/64K 随机读写场景，随机读写 IOPS ≥ 80 万，单节点吞吐带宽 $\geq 80\text{G/s}$ ，新增全闪裸容量 $\geq 2\text{PB}$ ，用于承载模型文件、训练热数据、实时业务数据等高频读写场景，保障 AI 算力业务低延迟、高吞吐存取。

大容量机械存储性能指标：配套部署大容量高速存储节点，支持 4K/64K 随机读写场景，随机读写 IOPS ≥ 18 万，单节点吞吐带宽 $\geq 30\text{G/s}$ ，新增大容量存储裸容量 $\geq 8\text{PB}$ ，用于冷数据归档、训练日志、备份数据、海量中间数据存储，实现冷热数据分层存储优化。

硬件设备还需包括与计算和存储设备相匹配的网络设备。

6.软件管理平台需求

搭建统一算力调度平台，实现计算、存储、网络资源的集中管控与智能调度，核心功能需求如下：

资源统一管理：自动识别、纳管所有算力、存储、网络资源，可视化展示资源总量、已用、剩余状态；

智能算力调度：支持任务排队、自动分配算力资源，根据业务优先级动态调度，提升资源利用率，避免资源闲置与拥堵；需支持 HPC 超算和 AI 智算两种场景。同时需考虑和第三方算力资源对接，在所内算力资源不足的情况下，将计算任务调度到外部，需同步考虑相关数据的上传及下载方案；

任务管理：支持算力任务提交、运行、暂停、终止、回溯，实时监控任务运行状态，展示算力占用、耗时、进度等数据；

资源配额管控：支持多用户、多部门权限划分，设置资源使用配额（含计算资源和存储资源），避免资源滥用；需支持按项目团队进行计费，可设置项目管理员，由管理员自助修改项目组成员；

日志统计分析：自动记录所有算力任务、资源操作日志，支持数据统计、报表导出，为资源优化提供依据。

监控运维平台实现机房环境、硬件设备、软件服务、业务运行的全维度监控，保障故障早发现、早处置，核心需求如下：

硬件监控：实时监测服务器 CPU、GPU、内存、磁盘、温度、风扇、电源运行状态，异常自动告警；

网络监控：监测网络带宽、流量、端口状态、延迟、丢包率，实时排查网络故障；

环境监控：联动机房传感器，实时展示温湿度、电力、水浸、烟感等环境数据；

告警管理：支持弹窗、短信、邮件多渠道告警，可自定义告警阈值、告警级别，留存告警日志；

运维可视化：统一大屏展示整体运行状态，直观呈现算力利用率、设备状态、告警信息。

该软件系统需支持和医学所统一身份认证系统对接，并提供用户管理的开发接口。

7、安全体系建设需求

物理安全：依托机房门禁、监控、消防、环境监控系统，实现机房物理区域全封闭管控，杜绝非法闯入、设备损坏、火情、水浸、温湿度异常等物理风险，

保障硬件设备安全稳定运行。

网络安全：划分安全区域，配置访问控制策略，禁止非法访问；部署防火墙、入侵检测、入侵防御设备，抵御病毒、木马、网络攻击、恶意扫描；支持流量监控与异常流量拦截，杜绝网络拥堵、恶意攻击占用算力资源；定期开展网络安全扫描、漏洞检测，及时修复安全隐患。

数据安全：采用多副本备份，保障数据不丢失、可恢复；支持数据加密存储、传输加密，采用国密算法，保障数据传输与存储安全；支持数据水印、操作溯源、动态脱敏，防止敏感数据泄露、篡改；所有数据操作全程审计，留存操作日志，可追溯、可追责。

权限与运维安全：实行分级分权权限管理，超级管理员、运维人员、普通用户权限隔离，最小权限分配；所有登录、操作、配置修改全程日志记录，支持审计追溯；定期修改系统密码，开启登录防护，防范账号被盗、非法登录；严禁违规外接设备、违规联网，杜绝人为安全风险。