



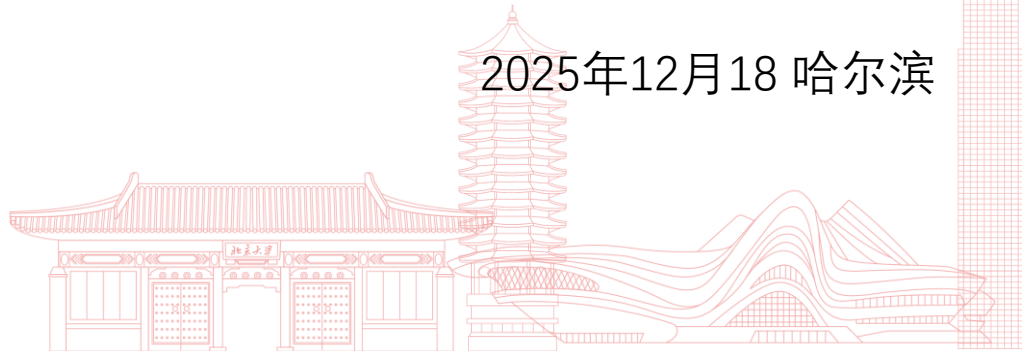
高校算力平台的前沿探索与实践

樊春

北京大学计算中心

北京大学长沙计算与数字经济研究院

2025年12月18 哈尔滨

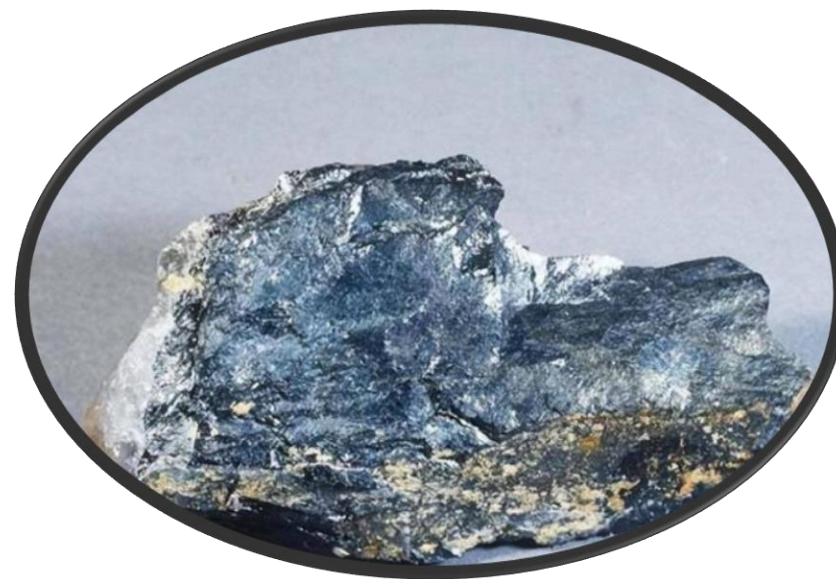


content

目录



- 01** | **算力与战略**
- 02** | **计算与人**
- 03** | **协作与生态建设**
- 04** | **创新、可持续**
- 05** | **挑战、机遇**



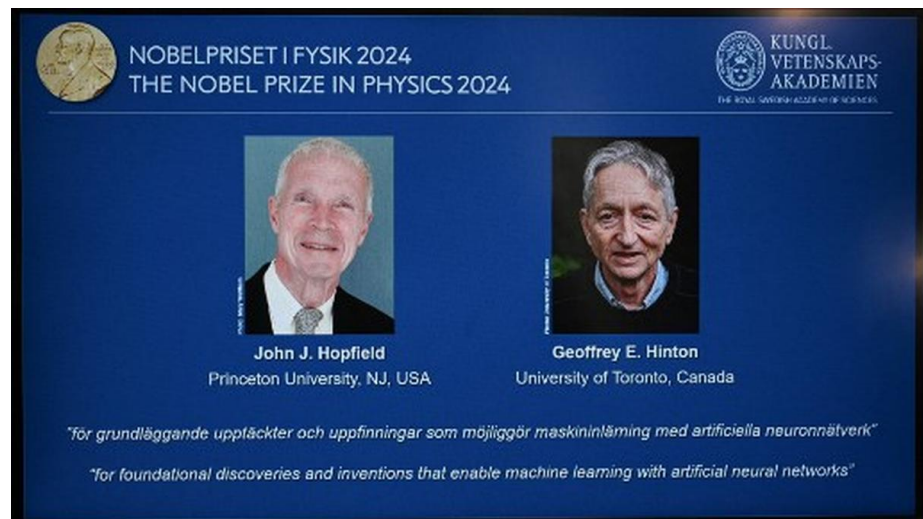


ACM GORDON BELL PRIZE - WINNER
Pushing the limit of molecular dynamics with ab initio accuracy to 100 million atoms with machine learning

University of California Berkeley, Institute of Applied Physics and Computational Mathematics, Peking University, Lawrence Berkeley National Laboratory, Princeton University

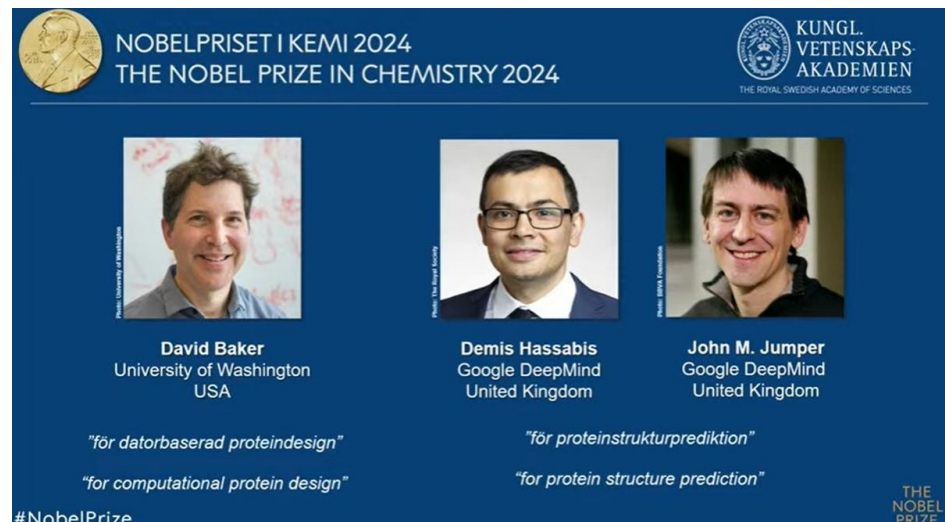


■ 2024年诺贝尔物理奖表彰人工神经网络的发现



2024年诺贝尔物理学奖
物理原理对机器学习方法的基础性贡献，以及神经网络对很多物理统计领域发展的深刻影响

■ 2024年诺贝尔化学奖表彰人工智能破解蛋白质结构的密码：



2024年诺贝尔化学奖
计算蛋白质设计及蛋白质结构预测
AI for Science的重要里程碑

8999人
师生用户

117个
院系单位

20+
两院院士

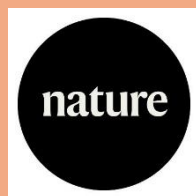


2020年度国家技术发明 **一等奖**
超高清视频多态基元编解码关键技术

2020年 **戈登贝尔奖**
基于深度学习的分子动力学模拟

支持高水平论文

2700+篇 获得用户致谢的论文



28篇



4篇



8篇



54篇



37篇



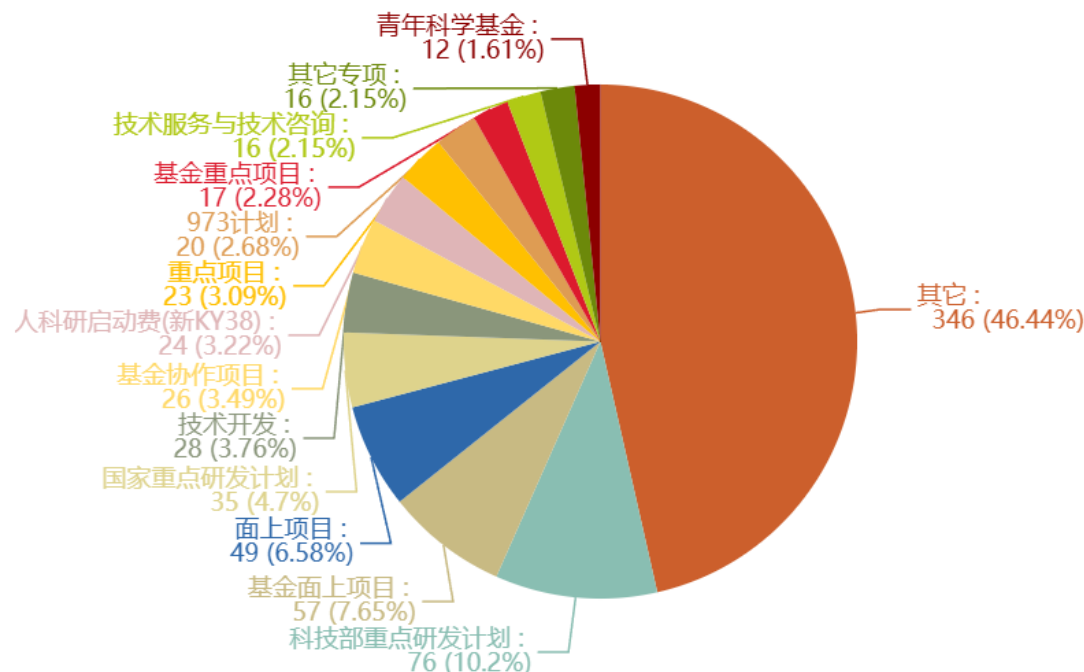
10篇



Nature系列文章**180+篇**

支持科研项目

支持项目超**745个**，总金额达**49.30亿元**



支持科研项目类型分布

content

目录

01 | 算力与国家战略

02 | 计算与人

03 | 协作与生态建设

04 | 创新、可持续

05 | 挑战、机遇



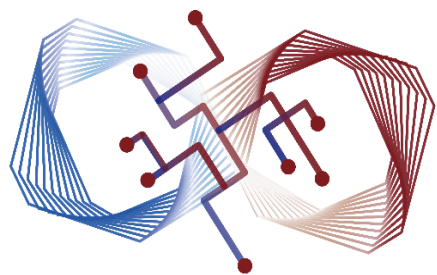


鄂维南



胡懿娟

北京大学高性能计算综合能力竞赛



HPC Game

赛事指标

2023第零届 VS 2024第一届 VS 2025第二届

选手总数 341 558 413

选手来源 61所高校 87所高校 77所高校

算力拔尖人才选拔

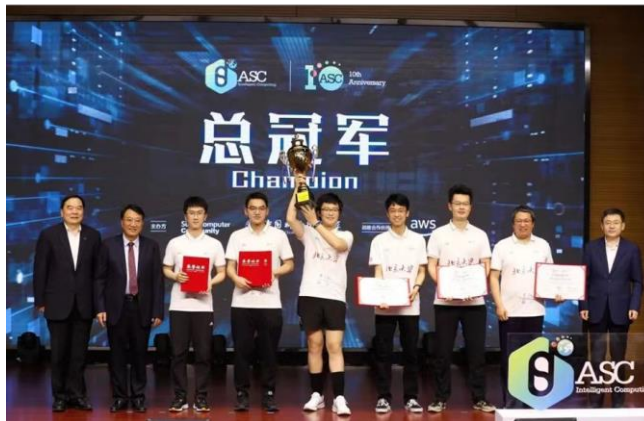
北京大学超算队

ASC第十一届世界大学生超级计算机竞赛总冠军

全球最大规模的超算竞赛、来自国内外300余支队伍参加



ASC第十届世界大学生超级计算机竞赛总冠军



content

目录

01 | 算力与国家战略

02 | 计算与人

03 | 协作与生态建设

04 | 创新、可持续

05 | 挑战、机遇





ITOC

第十届高校高性能计算平台应用交流论坛

CCF HPCChina



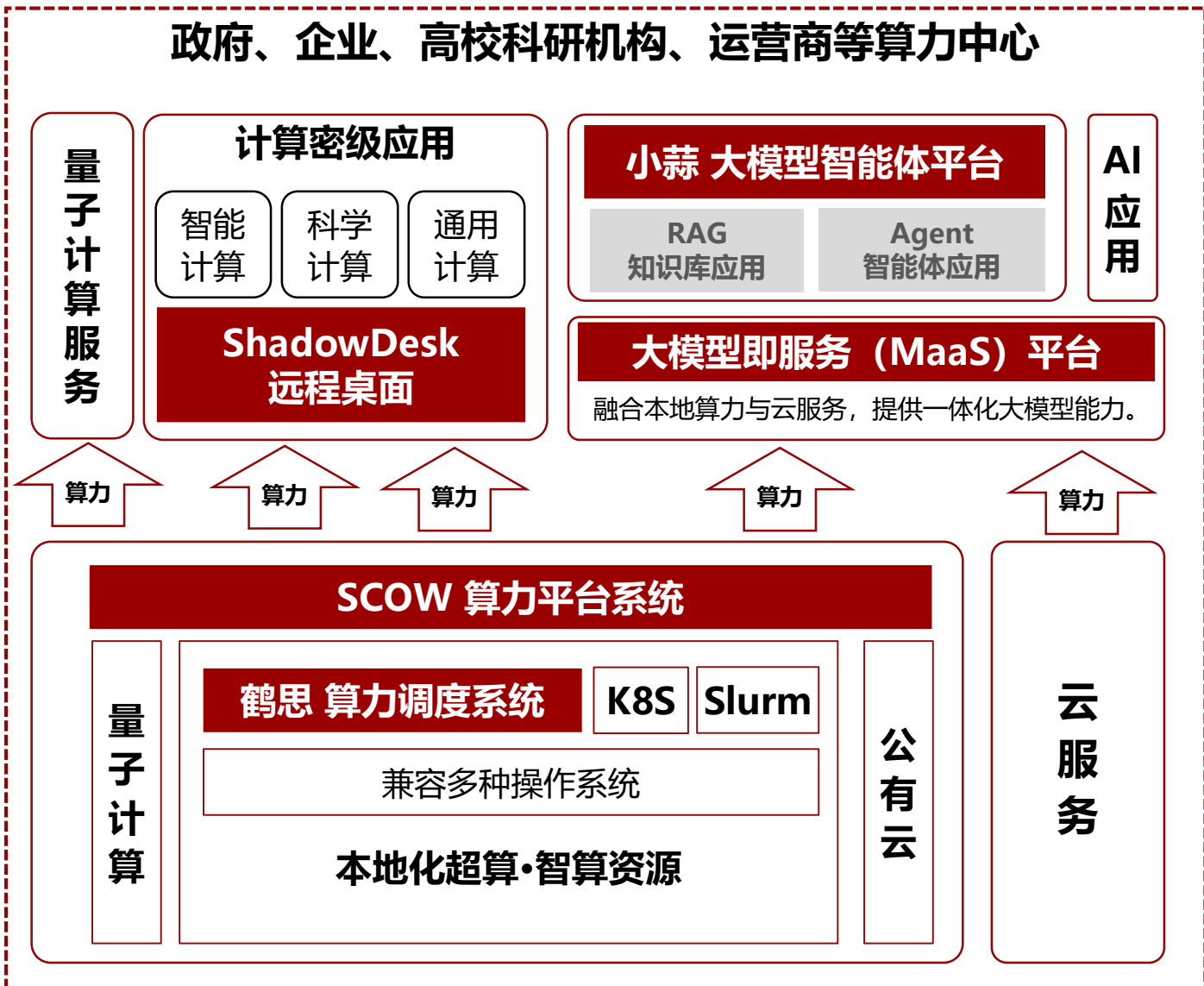
中国算力平台与应用大会

云计算、超算与智算论坛

中国教育和科研计算机网学术年会



一体化算力平台系统架构



“未名卓越一号” 国产超智算集群与应用

2024年11月上线，国内**首个**实现平台化管理的卓越中心项目

- 面向**科研**，集群吸引了全校范围超过**50个课题组**使用，学科领域涵盖人工智能与大模型、化学、材料、物理、经济学等，目前已完成超过1万次计算任务。



 Ascend

80张 昇腾910B
+
40张 Atlas300I

人工智能算力
31PFLOPS

 Kunpeng

10台 鲲鹏920
+
10台 鲲鹏920B

科学计算算力
103TFLOPS

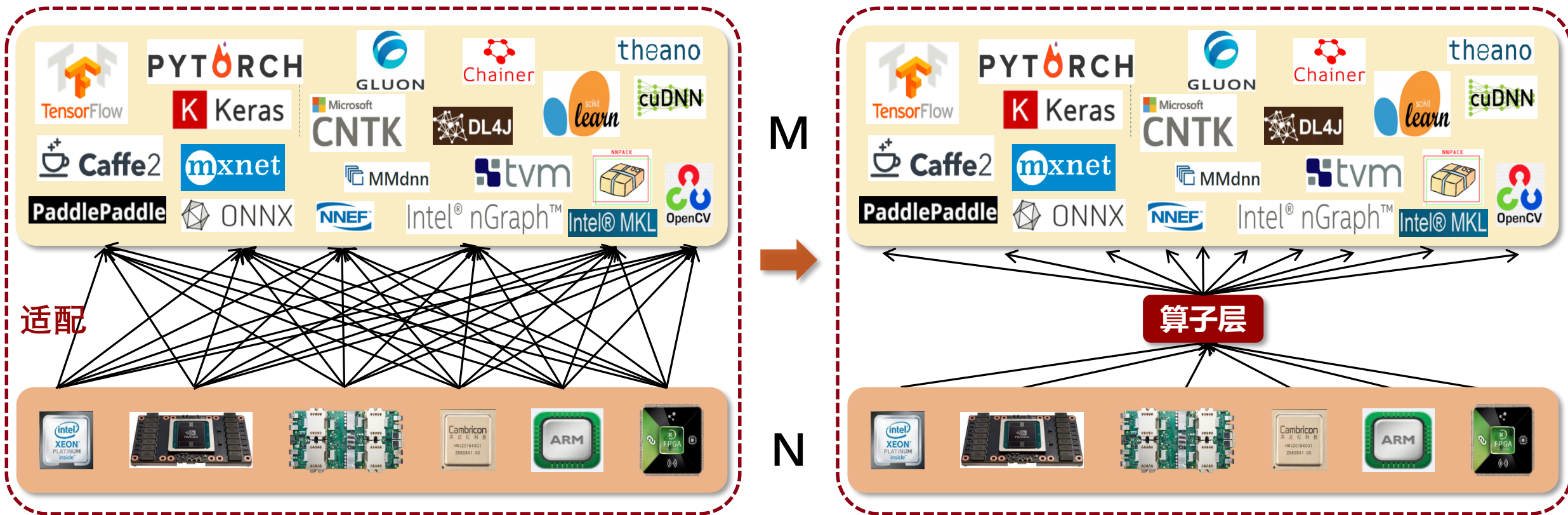


“未名卓越一号” 国产超智算集群与应用



人工智能软硬件生态面临的主要挑战

人工智能软硬件生态面临的主要瓶颈



- 人工智能硬件“多样化”，软件“碎片化”，软硬件呈现“多对多的复杂映射”，软件要适配大量硬件
- 一个标准化的中间算子层来将问题复杂度从 $M*N$ 的降维为 $M+N$

content

目录

01 | 算力与国家战略

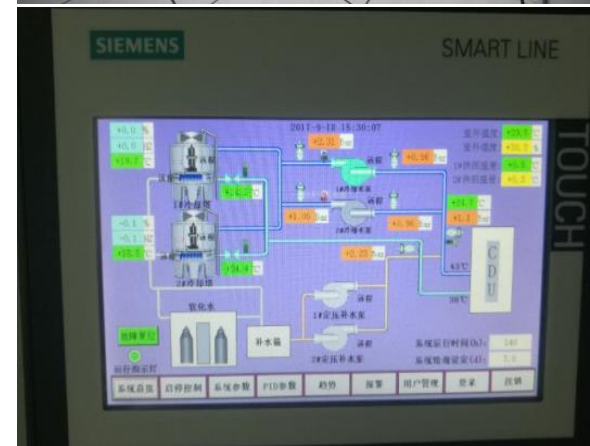
02 | 计算与人

03 | 协作与生态建设

04 | 创新、可持续

05 | 挑战、机遇





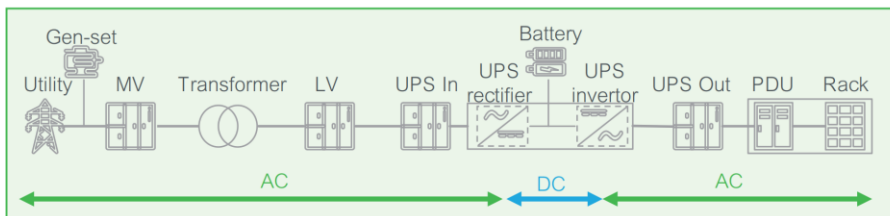
智算中心单机柜功率呈指数级上升



单机柜功率：	40 kW	132 kW	600 kW	1 MW
单建筑功耗：	40-60 MW	100-300 MW	300-500 MW	?

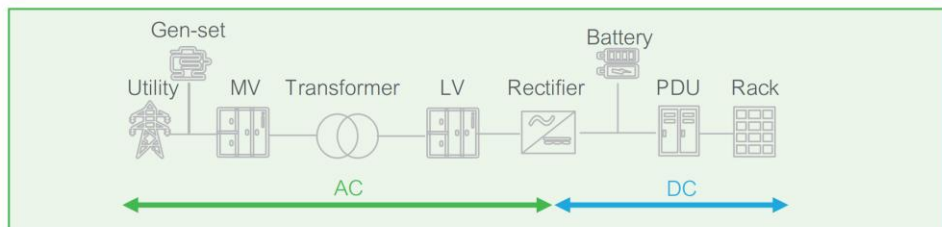
功率密度上升，需要更高效的供电设备或更高的供电电压

交流不间断 电源方案



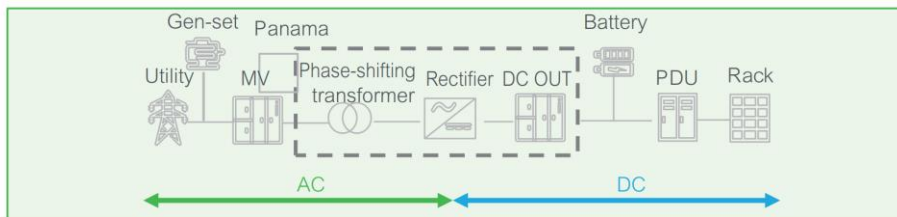
- ◆ **架构介绍**：目前普遍采用的数据中心架构，将市电转换为稳定的交流电
- ◆ **输出电压**：AC400V
- ◆ **适用场景**：运营商、政府、科研、金融机构算力中心，制造企业算力中心

高压直流 方案



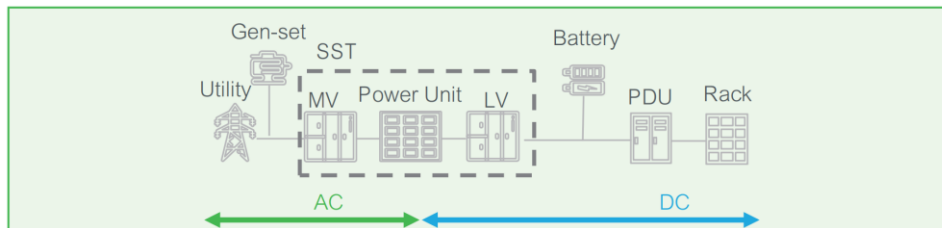
- ◆ **架构介绍**：数据中心直流配电架构，通过HVDC模块，将市电转换为稳定的直流电
- ◆ **输出电压**：DC240V
- ◆ **适用场景**：最早由电信行业推进使用在部分数据中心项目

巴拿马 方案



- ◆ **架构介绍**：基于传统HVDC系统的升级演进，整合了变压器、整流模块和直流输出柜
- ◆ **输出电压**：IT DC240V / 动力 DC540V
- ◆ **适用场景**：可应用于大型互联网数据中心或智算中心的应用

800V直流 方案

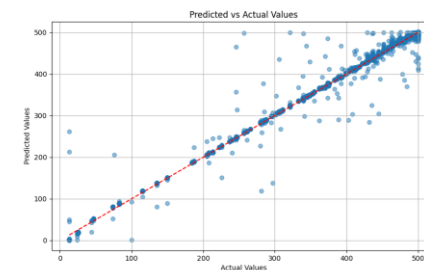


- ◆ **架构介绍**：以新型电力电子变压器（SST）解决方案替代传统变压器的配电方案，实现AC/DC10kV向DC800V（额定）的高效率变换
- ◆ **输出电压**：DC800V
- ◆ **适用场景**：比较适用于AI训练及推理过程，对IT产出率要求高的大型智算中心

■ EcoSched (Eco-Friendly Scheduler) 自动化电源控制算法:

- **总集群能耗降低:** 在未采用优化电源控制算法的情况下, 集群能耗为22,220.29 kWh; EcoSched将总集群能耗降低至4,746.64 kWh, 集群总能耗节省了78.64%
- **电力成本节省:** EcoSched实现了约10,484 RMB的电力成本节省, 大幅降低了运行开销
- **资源利用率提升:** 通过优化调度策略, EcoSched显著提升了集群的资源利用率, 减少了资源闲置时间。

Metric	Value
Root Mean Squared Error (RMSE)	6.7469
Mean Absolute Error (MAE)	2.4389
R ² Score	0.9962
Symmetric Mean Absolute Percentage Error (SMAPE)	2.48
Exact Match (Error 0)	23.89%
Error within ±1 node	47.34%
Error within ±3 nodes	81.63%
Error within ±5 nodes	94.72%



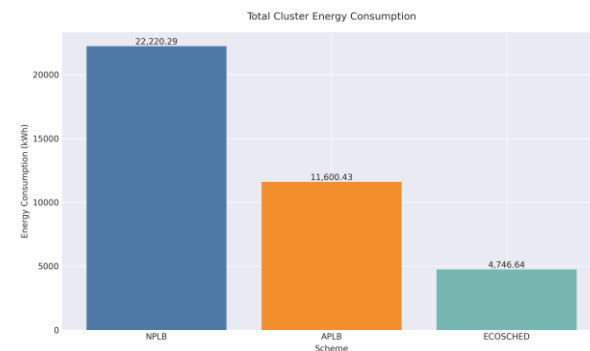
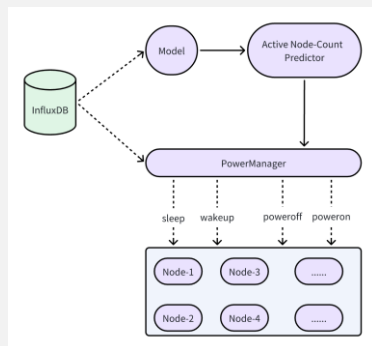
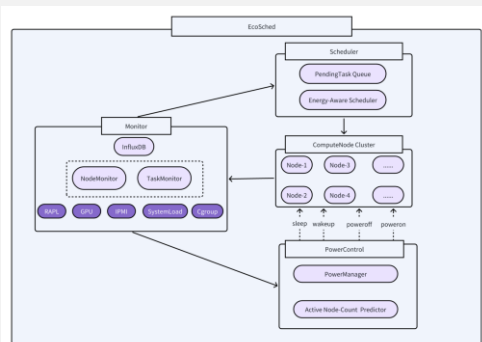
核心算法活跃节点数量预测误差情况

核心算法活跃节点数量模型准确率

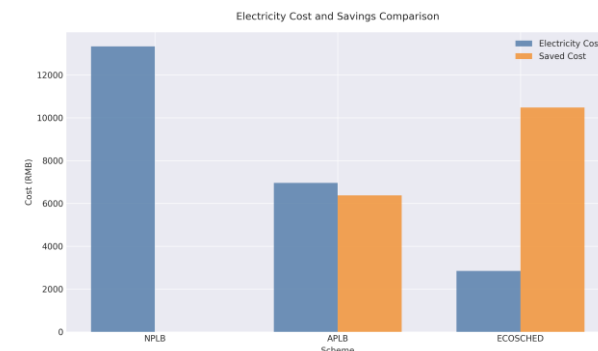
Scheme	Total Cluster Energy Consumption (kWh)	Electricity Cost (RMB)	Saved Electricity Cost (RMB)
NPLB	22,220.29	13,332.17 RMB	-
APLB	11,600.43	6,960.26 RMB	6,371.91 RMB
ECOSCHED	4,746.64	2,847.99 RMB	10,484.18 RMB

能耗与成本节省情况

算法设计



能耗节省直方图



成本节省直方图

自研算法调度高效节能

ORA 接收为 ICS (CCF B) 2025 会议论文

ORA (Online Retrieval Augmented) 作业用时预测算法:

- 在北京大学高性能校级公共平台2个真实集群和2个公开数据集测试
- 首次使用大语言模型 (LLM) 帮助集群作业预测用时
- 创新点1: 使用在线更新的历史作业向量数据库, 缓解作业分布持续变化导致预测准确低的问题
- 创新点2: 使用基于diff的上下文学习, 高亮历史作业与当前作业存在区别的部分, 缓解检索到的历史样本重复内容过高限制预测准确性的问题
- 作业用时预测准确率提升了41%

Table 2: Main Result. MAE and MSE should be minimized, while EA should be maximized. The best values are highlighted for easy reference.

	KTH			SDSC			D1			D2			Average
	MAE	MSE	EA	MAE	MSE	EA	MAE	MSE	EA	MAE	MSE	EA	EA
LightGBM (NeurIPS 17)	0.0367	0.0057	0.4235	0.0134	0.0006	0.3547	0.1044	0.0284	0.2691	0.061	0.0123	0.3701	0.3543
ClusterSVM (SC 22)	0.0379	0.0052	0.4166	0.0151	0.0006	0.2961	0.1056	0.0268	0.3331	0.0659	0.0115	0.2849	0.3326
RandomForest (HP3C 20)	0.0367	0.0054	0.4584	0.0139	0.0006	0.3577	0.1116	0.0288	0.3309	0.1459	0.0428	0.303	0.3625
DNN (Clust Comput 21)	0.0338	0.0056	0.5164	0.0145	0.0008	0.3125	0.1064	0.0354	0.2156	0.0523	0.0141	0.3249	0.3423
Transformer (J Supercomput 23)	0.0342	0.0053	0.5069	0.0145	0.0007	0.3108	0.1082	0.0363	0.1998	0.0519	0.0139	0.3139	0.3328
ORA (Our)	0.0198	0.0039	0.8164	0.0052	0.0003	0.7825	0.0624	0.0239	0.7402	0.0301	0.0102	0.7189	0.7645

自研算法集群作业用时预测准确率提升情况

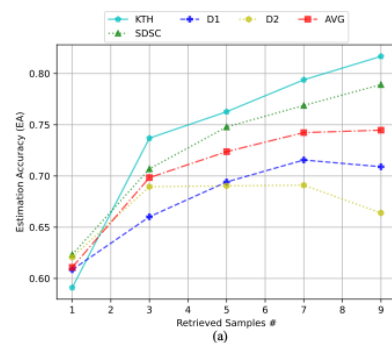
Table 4: Ablation Study on Base Model.

EA	KTH	SDSC	Average	D1	D2	Average
Qwen2.5:14b	0.8164	0.7825	0.7994	0.7402	0.7189	0.7295
Phi3:14b	0.6658	0.5199	0.5928	0.2236	0.6048	0.4142
Llama3.2:3b	0.3321	0.3139	0.3231	0.3639	0.3412	0.3525
GPT-4o	0.8038	0.7807	0.7922	-	-	-

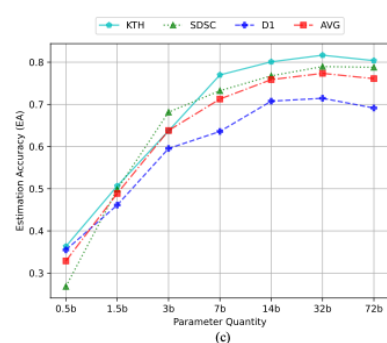
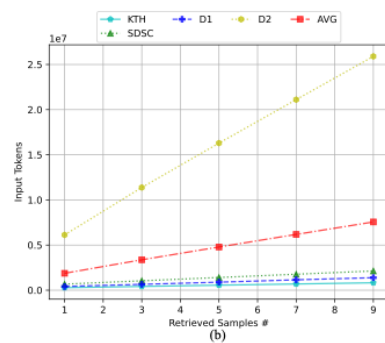
Table 3: Ablation Study on Modules.

EA	KTH	SDSC	D1	D2	Average
ORA (Our)	0.8164	0.7825	0.7402	0.7189	0.7645
wo Update	0.7938	0.7688	0.7156	0.6909	0.7422
wo User	0.7737	0.7401	0.6845	0.7041	0.7256
wo Diff	0.8012	0.7826	0.7036	0.7139	0.7503
wo RAG	0.3255	0.2636	0.1525	0.2686	0.2525
wo LLM	0.5244	0.5298	0.5201	0.6326	0.5517
w BERT	0.5164	0.3125	0.2854	0.3549	0.3673

不同基座 LLM 对预测准确率的影响

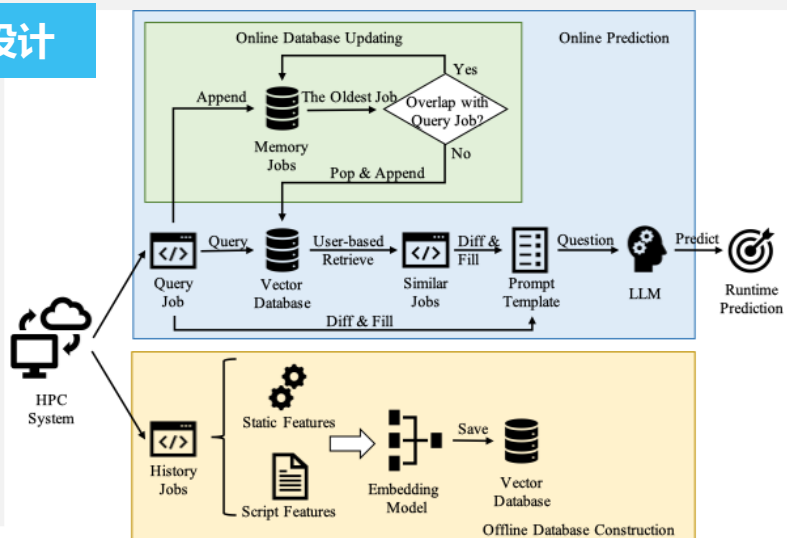


不同模块对预测准确率的提升作用



不同检索历史作业数量、LLM参数量对于预测准确率的影响

算法设计



自研算法调度高效节能

TSMF 获选《计算机科学》(CCF B) 期刊封面文章

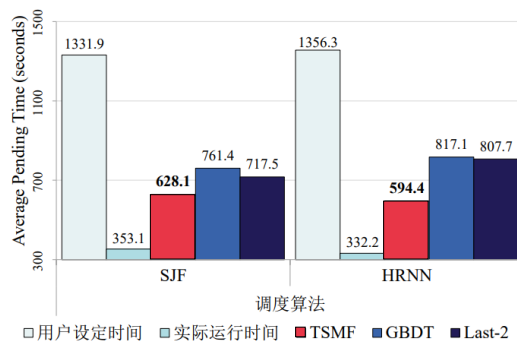
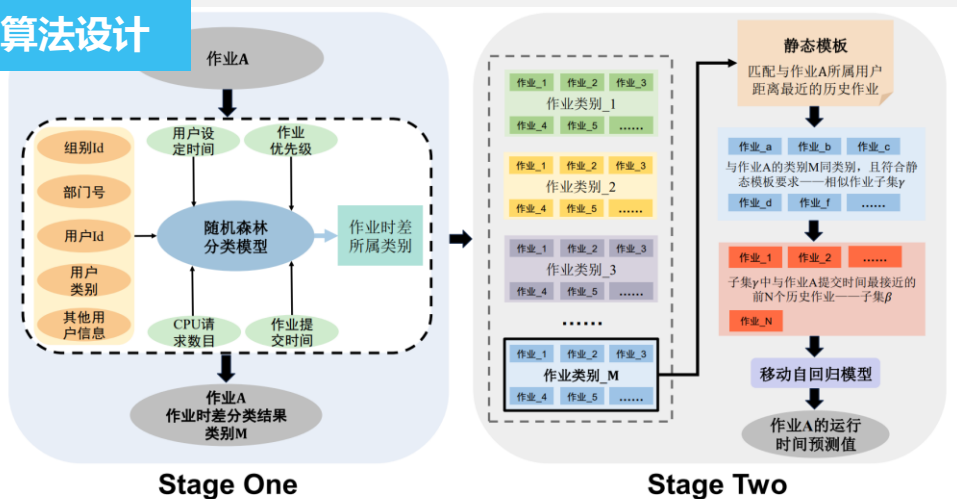
■ TSMF (Two-Stage Multi-Factor) 作业时间预测算法:

- 在北京大学高性能校级公共平台3个真实集群测试
- 作业平均排队时间减少13.6分钟
- 所有集群的资源利用率均明显提升
- 用户排队体验指标 (越小越好) 平均下降50.53%

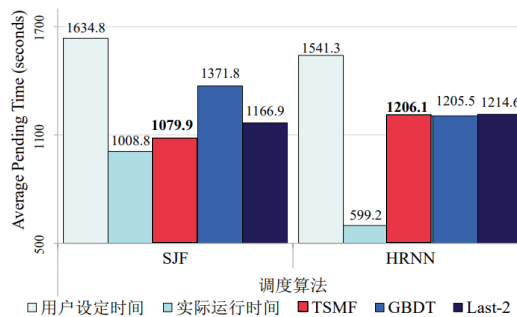
■ 基于GBDT (Gradient Boosting Decision Tree) 的作业时间预测算法:

- 作业平均排队时间下降80%
- 在集群90%高负载情况下, CPU利用率可以提升7.3%

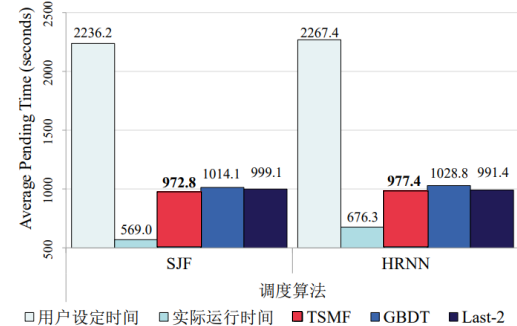
算法设计



未名一号集群上各调度算法的集群资源利用率

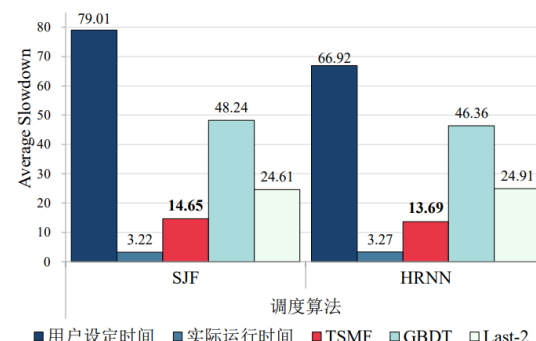


生科一号集群上各调度算法的集群资源利用率

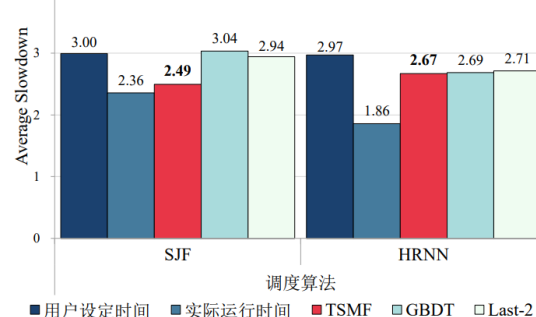


大数据一号集群上各调度算法的集群资源利用率

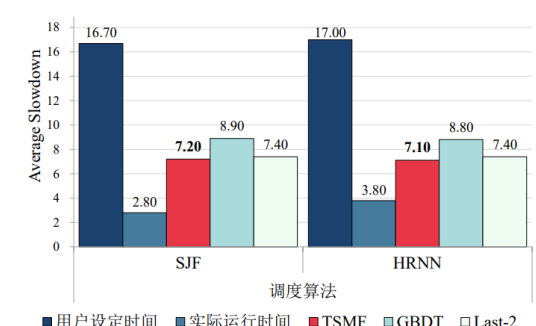
自研算法集群资源利用率提升情况



未名一号集群上各调度算法的用户等待情况



生科一号集群上各调度算法的用户等待情况



大数据一号集群上各调度算法的用户等待情况

自研算法用户等待体验提升情况

content

目录

01 | 算力与国家战略

02 | 计算与人

03 | 协作与生态建设

04 | 创新、可持续

05 | 挑战、机遇



□ 财务的挑战

- 预算
- 审计
- 接口

□ 制度的挑战

- 收、支政策

□ 芯片的挑战

- 国产芯片性能如何
- 国产芯片好用吗？

□ 如何体现集群的价值

- 成果



北京大学
PEKING UNIVERSITY

感谢观看

THANK YOU



樊春

北京 海淀



扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友

