

包钢集团数据中心建设

刘彦旭

(包钢(集团)公司运营改善部, 内蒙古 包头 014010)

摘要: 在“东数西算”国家战略背景下, 包钢集团依托自身能源与区位优势, 积极推进数据中心建设。文章介绍了包钢集团数据中心的技术架构与建设实践, 分析了其在绿色节能、存算一体、信创云平台等方面的技术方案, 总结了数据中心在智能制造、数据治理等领域的应用成效, 并对未来发展面临的挑战与应对策略进行了探讨。包钢集团数据中心建设经验可为同类企业提供参考。

关键词: 数据中心; 绿色节能; 存算一体; 数字化转型

中图分类号: TP308; TP18

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2026)02-0061-03

Construction of Data Center of Baotou Steel Group

Liu Yanxu

(Operational Improvement Dept. of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: Under the background of national strategy of “east data, west computing”, Baotou Steel Group actively promotes the construction of data center relying on its energy and regional advantages. In this paper, it is introduced the technical architecture and construction practices of data center of Baotou Steel Group, analyzed its technical solutions from such aspects as green energy saving, integration of storage and computing and information technology application innovation cloud platform, summarized the application effects of data center in such fields as intelligent manufacturing and data governance as well as discussed the challenges facing and countermeasures for future development. The experiences of constructing data center of Baotou Steel Group could provide references for similar enterprises.

Key words: data center; green energy saving; integration of storage and computing; digital transformation

随着工业互联网与智能制造技术的快速发展, 数据中心作为企业数字化转型的核心基础设施, 正日益受到传统制造业的重视。钢铁行业长期面临产能过剩、环保压力、资源约束等挑战, 亟需通过数字化手段优化生产流程、提升资源利用效率、增强市场竞争力。“东数西算”国家战略的实施, 为钢铁企业数据中心建设提供了重要机遇。包钢集团作为我国

重要的钢铁生产基地, 信息化建设起步较早, 积累了丰富的工业数据与应用场景。2023年4月, 包钢集团数据中心项目正式开工建设, 2025年3月建成投入运营。该项目的实施, 为企业数字化转型注入了新动能, 也为同类企业数据中心建设提供了实践参考。

本文结合包钢集团数据中心建设实践, 从技术架构、应用成效、发展挑战等方面进行系统总结, 以

期为冶金行业数字化转型提供借鉴。

1 包钢集团数据中心建设概况

1.1 项目基本情况

包钢集团数据中心项目位于内蒙古包头市,于 2023 年 4 月开工建设,2025 年 3 月完工并投入运营。项目包含数据中心楼和运维办公楼各一座,总建筑面积约 20 000 m²。设计 IT 负荷 15 MW,可承载约 19 000P 算力规模(基于 FP16 精度测算),达到 A 级数据中心标准。

1.2 建设目标

包钢集团数据中心建设的核心目标包括三个方面。支撑内部数字化转型:为生产制造、经营管理、研发创新等提供算力、存储和网络服务;融入国家算力布局:依托“东数西算”战略,成为连接东西部算力供需的重要节点;探索商业化运营:在满足内部需求基础上,逐步向外输出行业解决方案。

2 数据中心关键技术架构

2.1 绿色节能技术

数据中心是耗能大户,电能利用效率(PUE)是衡量能源效率的核心指标。包钢集团数据中心设计 PUE 低于 1.3,达到国家标准一级能效要求。主要节能措施包括:

(1)自然冷却技术。内蒙古地区年平均气温较低,全年低于 10 ℃ 的天数超过 200 天。数据中心充分利用这一气候优势,冬季及过渡季节直接引入室外冷空气进行冷却,大幅减少制冷机组运行时间。据测算,该技术可使制冷系统能耗降低约 40%。

(2)冷热通道封闭与智能温控。机房采用冷热通道隔离设计,配合变频离心式冷水机组与 EC 风机,实现动态负载匹配。通过楼宇管理系统实时监测机房温度分布,优化气流分布,有效避免局部热点。

(3)余热回收利用。数据中心 IT 设备产生的热量通过热回收系统接入厂区供暖管网,冬季为周边办公区域供暖,实现能源梯级利用。初步测算,余热回收可覆盖约 5 000 m³ 办公面积的供暖需求,年节约标煤约 200 t。

2.2 存算一体架构

传统数据中心计算与存储资源分离,数据迁移延迟较高,难以满足工业实时控制需求。包钢集团数据中心采用存算一体化架构,主要特点如下:

(1)超融合基础设施。采用超融合架构(HCI),

将计算、存储、网络资源整合于同一软件定义平台。通过分布式存储系统与计算虚拟化平台的协同调度,实现数据本地化处理,减少跨节点数据传输。在工业应用场景中,该架构可将数据处理延迟从毫秒级降至微秒级^[1]。

(2)异构计算资源池化。针对工业场景中不同类型的工作负载,构建了包含 CPU(x86/ARM 架构)、GPU(图形处理器)、NPU(神经网络处理器)的异构算力池。根据应用特征动态分配计算资源,实时控制类应用优先分配低时延的 x86 CPU,图像识别类应用调度 GPU/NPU 资源。

(3)云边协同架构。在生产线侧部署边缘计算节点,实现数据就近处理。边缘节点与中心节点通过 SD-WAN 连接,边缘节点负责毫秒级响应的实时控制与数据预处理,中心节点承担历史数据存储、模型训练与跨产线协同分析^[2]。

2.3 信创云平台

为保障供应链安全与技术自主可控,数据中心采用国产化芯片作为算力底座,部署自主研发的信创云平台。

(1)多元算力芯片适配。平台兼容海光、鲲鹏、飞腾等国产 CPU,以及昇腾、寒武纪等国产 AI 芯片,通过虚拟化与容器技术屏蔽底层硬件差异,实现应用的无缝迁移与混合部署。

(2)统一架构设计。系统采用微服务化架构,统一 API 风格,支持容器化的部署与编排。云平台与企业核心应用(ERP、MES 等)实现逻辑一体化管理,物理部署上保持独立,兼顾管理效率与系统隔离性^[3]。

(3)安全可信体系。构建基于可信计算的主动免疫安全架构,从硬件固件到操作系统,云平台逐层建立信任链,采用国密算法实现数据加密存储与传输。

3 数据中心应用成效

3.1 智能制造支撑

数据中心为生产线智能化应用提供算力支撑,取得了显著成效。

(1)表面质量检测。基于深度学习的表面缺陷检测系统,通过 GPU 算力集群实现带钢表面缺陷实时识别。系统采用改进的 YOLOv8 模型,检测速度达 50 帧/s,检测精度达 98.5%,较传统人工检测效率提升 10 倍以上,有效降低了质量漏检率^[4]。

(2)设备预测性维护。利用数据中心存储的振动、温度、电流等时序数据,构建设备健康度评估模

型。采用 LSTM 与 Transformer 架构对轧机、风机等关键设备进行故障预警,预警准确率达 85% 以上,预警时间平均提前约 72 小时,有效减少了非计划停机^[5]。

(3) 能耗优化。基于数字孪生技术构建高炉、转炉等工序能耗模型,通过数据中心算力平台实时优化工艺参数。吨钢综合能耗较改造前降低约 3.5%,年节约标准煤约 1.2 万 t。

3.2 数据治理成效

包钢集团自 2023 年起构建统一数据治理体系,主要成效包括:

(1) 数据标准统一。制定《钢铁行业数据标准规范》,涵盖数据元定义、接口规范、数据质量等维度。通过数据质量管理平台,实现数据完整性、一致性、准确性的自动化监控。

(2) 数据平台建设。构建集团级主数据平台(MDM),统一物料、设备、供应商等核心数据实体。数据湖采用湖仓一体架构,已接入 30 余个业务系统,数据规模达 PB 级,支持结构化数据高性能分析与非结构化数据低成本存储。

(3) 数据服务化。建立数据服务目录与 API 市场,实现数据资产的共享与流通。基于质量检测数据构建的“质量追溯系统”,可实现产品全生命周期的质量溯源。

4 发展面临的挑战与对策

4.1 算力资源调度

数据中心同时承担内部生产应用与外部商业化服务双重任务,在算力资源有限的情况下需构建科学的资源调度机制。

(1) 资源优先级管理。将应用划分为生产实时控制、经营管理、研发创新、外部服务四个优先级等级,通过资源配额保障核心应用资源供给。

(2) 弹性伸缩与资源共享。利用容器化与自动伸缩技术,在业务闲时释放资源供其他应用使用,整体资源利用率提升约 25%。

(3) 渐进式商业化策略。采取“先内后外、由内而外”的发展路径,优先保障内部数字化转型需求,在应用成熟基础上逐步对外输出行业解决方案。

4.2 数据资产化运营

数据作为生产要素的价值释放面临确权、定价、流通等挑战。

(1) 数据分类分级。依据数据敏感性与业务重要性,实施数据分类分级管理,对核心工业数据采取

严格访问控制。

(2) 数据价值评估。从数据规模、质量、应用价值、稀缺性四个维度构建评估指标体系,量化数据资产价值。

(3) 数据流通机制。搭建内部数据交易平台,以“数据沙箱”形式提供数据共享环境,在保障数据安全前提下促进数据价值挖掘。

4.3 组织与人才保障

数字化转型不仅是技术升级,更是组织能力重构。

(1) 明确差异化定位。聚焦钢铁行业优势,打造“工业数字专家”,深度挖掘行业知识,开发具有行业壁垒的数字化解决方案。

(2) 构建数字生态。通过技术合作、平台开放等方式引入软件开发商,丰富应用生态。加强与高校、科研机构合作,开展前沿技术研究。

(3) 培养复合型人才。打通 OT 与 IT 人才双向流动通道,设立首席数字官,组建数字化转型办公室,强化组织保障。

5 结论

(1) 包钢集团数据中心依托区域能源与气候优势,通过自然冷却、余热回收等技术,实现 PUE 低于 1.3 的绿色节能效果,达到 A 级数据中心标准。

(2) 采用了存算一体架构与信创云平台,将计算与存储深度融合,支持异构算力调度,满足工业场景对低时延、高可靠性的要求。

(3) 坚持“先内后外、由内而外”的发展路径,在保障内部数字化转型需求的同时,逐步探索商业化运营。

参 考 文 献

- [1] 田志胜. 大型冶金企业数据中心规划建设和管理问题分析[J]. 中国金属通报, 2021(3): 72-74.
- [2] 李文科, 于全波, 倪玉伟. 数据治理视角下企业数据中心建设与数据资产价值评估研究[J]. 大数据时代, 2025(7): 28-34.
- [3] 孙帅. 谈企业数据中心建设的必要性及效益分析[J]. 科学与信息化, 2021(9): 112-115.
- [4] 叶小川. 基于混合云架构下的企业数据中心建设与应用[J]. 数字化用户, 2021(21): 56-59.
- [5] 吕冠南. 对企业数据中心机房建设的几点问题分析[J]. 科技创新导报, 2017(19): 45-48.