基于智算网络的数据中心AI运维策略探讨

秦臻
中通服咨询设计研究院有限公司 江苏 南京 210000

摘 要 在算力需求快速增长与数据中心结构持续复杂化的背景下，传统运维模式已难以支撑大规模的智能算力运行。智算网络的引入使数据中心具备全面感知、智能分析与自主调控能力，为构建可靠高效的AI运维体系提供了技术基础。本文围绕智算网络架构下的数据中心运维关键技术，探讨具体的AI运维策略，旨在提升数据中心的运行稳定性，为未来超大规模算力设施的智能化管理提供坚实支撑。

关键词 智算网络；数据中心；AI运维

Discussion on AI Operation and Maintenance Strategies for Data Centers Based on Intelligent Computing Networks

Qin Zhen
China Information Consulting & Designing Institute Co., Ltd., Nanjing 210000, Jiangsu Province, China

Abstract Amid rapidly growing demand for computing power and the increasing complexity of data center structures, traditional operation and maintenance (O&M) models struggle to support large-scale intelligent computing operations. The introduction of intelligent computing networks endows data centers with capabilities for comprehensive perception, intelligent analysis, and autonomous regulation, providing a technological foundation for building reliable and efficient AI-driven O&M systems. This paper focuses on the key O&M technologies for data centers within the intelligent computing network architecture, discusses specific AI O&M strategies, aims to enhance operational stability, and provides solid support for the intelligent management of future ultra-large-scale computing facilities.

Key words Intelligent Computing Network; Data Center; AI Operation and Maintenance

随着人工智能、大模型推理及海量数据处理成为基础性需求，数据中心运维正从传统的静态管理走向智能化、动态化。传统运维依赖人工经验，面对设备类型多样、业务负载波动、环境条件复杂等问题时往往响应滞后，难以满足新型算力基础设施对高可靠性的要求。智算网络则可使运维活动逐步具备自适应性，从而重塑数据中心的运行逻辑。基于此，构建一套适应智算场景的AI运维策略，既是提升资源利用效率的关键举措，也是保障算力连续输出的重要抓手。

1 智算网络分析

智算网络是新一代数据中心在算力协同、资源调配和智能调度上的核心底座，通过将计算节点、存储系统、网络链路和管理平台基于统一的智能调控体系连接，使算力成为能够自感知、自优化的整体网络。智算网络的运行逻辑不再依赖固定配置，而是通过模型分析实时掌握任务规模、数据流量变化、能耗分布及各区域设备的健康状态，并根据业务需求动态编排最优资源路径。其同时兼具高带宽、低时延、多并发的传输能力，可在大型模型训练、海量数据处理和多场景推理中保持平稳输出[1]。此外，智算网络还能在资源使用不均时启动自适应调节机制，将压力集中区的算力负载自动向稳定区迁移，从而避免能源浪费。随着数据中心呈多层化、异构化趋势，智算网络也在承担更复杂的空间协调任务，将算力布局、能源供给和环境稳定性联动起来，使整个系统在高强度运行下仍能保持安全有序运转。

2 基于智算网络的数据中心AI运维关键技术

2.1 多维感知技术

多维感知技术是智算网络实现智能化运维的前提，可为系统提供实时、细粒度的运行状态信息，使AI可全面感知数据中心的动态环境。该技术的核心是在服务器、机柜、供配电设备等布设多类型感知装置，使温度变化、湿度波动、功率趋势、气流方向等信息持续被捕获。不同于传统监控依赖单点指标，多维感知强调对空间、时间和设备行为的整体观察。例如机柜前后通道的温差能够帮助判断散热是否均衡，设备风扇的声音变化可以提示机械磨损，光线反射形态变化则意味着连接部件发生位移[2]。为了避免数据孤立，感知层需将采集信息结构化后传入智算网络的数据面，使后端模型能够理解变化的逻辑关系。随着数据量不断累积，多维感知技术不断修正自身判断阈

值，可使监控体系对环境变化保持敏感，从而为数据中心构建持续在线的感知层，支持预测、诊断和自动化决策运转。

2.2 智能分析技术

智能分析技术承担着将感知数据转化为可推演状态的任务，也是智算网络中最能体现智能属性的关键环节。该技术通过对成千上万条运行指标进行比对、聚类和推断，找出数据背后隐藏的运行规律，使系统提前识别设备行为变化。智能分析并不依赖固定阈值，而是通过模型学习设备在不同负载、不同温控条件及不同交互压力下的正常模式，从而判断某项指标是否偏离合理范围。例如，某交换节点延迟略有升高但未达到告警线，模型可根据其长期运行曲线判断其存在异常发展趋势，从而提前标记风险[3]；又如某一区域温度出现轻微抬升，模型可根据历史气流数据发现局部循环已开始失衡，从而推断存在冷却不足的问题。智能分析的关键在于反复学习、不断调整，让系统理解复杂环境下的多因子耦合关系，从而使数据中心获得直觉式的判断能力，以便及早识别潜在风险，支撑自动化调控技术运行。

2.3 自主控制技术

自主控制技术是智算网络实现高自治运维的核心，通过自动执行层将分析结果迅速转化为可操作行为，让系统具备自我修复、自我调节等能力。在实际运行中，自主控制模块会持续监听分析层的判断，当检测到负载不均、局部温升、链路拥堵、功率异常或冷却压力上升等情况时，能在极短时间内生成最适合当前场景的处置动作。例如，当节点进入高负荷区间，系统可主动降低任务密度或将计算主动迁移到其他节点。当环境温度开始偏移，系统可选择提高送风强度或调整冷源策略[4]。为了确保每一步动作都不会产生新的不稳定因素，自主控制技术会对执行结果进行即时验证，根据回传指标决定动作是否成功，并在必要时自动切换备用方案。随着运行经验积累，自主控制模块会不断更新自身策略，使系统处理速度和判断能力持续增强。最终让数据中心具备较强的抗扰动能力，实现真正意义上的自治调控。

3 基于智算网络的数据中心AI运维策略

3.1 构建智能调度体系

在智算中心规模快速增长、算力密度不断提升的背景下，要想让庞大节点群在长周期运行中保持稳定，必须建立一套可以主动识别压力、预测趋势、自动分散负载的智能调度体系。该体系将所有服务器节点、交换链路、冷却单元、传感接口纳入统一的数据平面，通过AI模型对其运行行为进行连续学习，让系统具有提前调整资源分布的能力[5]。在实际运维中，相关单位应首先对所有设备建立运行画像，将CPU曲线、功耗波动、温升速度、风扇效率等指标作为训练参数，使模型具备判断设备即将超载或进入不稳定区间的能力。当模型预测节点可能在未来一段时间出现高温或高负载状态时，应立即执行自动迁移策略，将训练任务分摊到压力较小的区域，避免局部设备因长时间贴近极限而降低可靠性。为了让调度体系真正具备实效性，还需引入建筑空间因素作为约束条件。随着算力规模的提升，智算中心平面规模也在不断扩大，运维人员疏散距离也相对增加，引入智能调度模块可以提前识别位于深区、可能引发风险的节点，将这些节点的负载降级，并尽可能在无人进入之前完成故障规避，减轻运维人员安全疏散压力。同时，调度系统还需与温控模型联动，当某区域逐步形成热点、导致冷却效率衰减时，应主动转移算力压力，使运行环境维持在可控范围内，让算力在空间受限、疏散困难的条件下仍能维持长期可靠运行。

3.2 强化智能巡检

为了减少人工在数据中心内部的活动量，运维体系必须以智能巡检作为主力，依托机器人、固定视觉基座、声纹识别单元、红外热成像阵列等多类型感知设备，构成持续运行的自动巡察链，由巡检机器人承担高风险路线[6]。机器人可沿既定路径在机柜前通道、后通道、高低压间、冷源房等各关键区域进行多轮巡查；通过视觉模型自动识别机柜门是否开启、光纤是否松动、U位是否异常、指示灯是否失常；通过红外模块判断是否存在局部发热点、线缆温升、空调送风不均等问题。巡检过程中还需特别强调深区替代，巡检模型应能够完成数据采集，默认由机器人优先进入，人工不得在无必要情况下踏入。机器人应当具备识别空气中微粒变化、烟雾初生阶段光散射特征、异常噪声等环境感知能力，以便在极早期火灾探测条件下替代人工完成前置判断。此外，巡检体系还需建立高频数据回传机制，使后台AI可以从连续的图像片段、热图序列、声纹样本中学习异常模式，将巡检从“看见问题”升级到“预判问题”，从根本上改变数据中心的人员组织方式，彻底化解疏散距离无法满足的矛盾。

3.3 实施智能诊断

为了让故障在发生之前或刚发生时就被识别，数据中心的AI运维需建立一套独立思考、自动推理、动态更新的智能诊断体系，让所有来自服务器、交换机、配电设备、冷却单元、环境传感器的数据流进入统一的分析引擎，通过模式识别、序

列分析和关联推理构建设备健康模型。在实际操作中，诊断引擎应从海量日志中自动筛选链路瞬断、功率跳变、温控响应迟滞、IO延迟不对称等异常事件，并将这些事件组合成风险链，通过逐级推断识别潜在故障源头。当系统识别到多项指标出现协同异常时，即可自动推断设备进入衰退阶段，并生成处理方案[7]。因此，诊断体系应设置深区禁入策略，即当故障等级未达到必须人工介入的级别时，应由系统自动执行隔离链路、重设配置、降载运行、自动重启关键进程等远程处置措施，避免人员直接进入风险区域。此外，诊断体系还需具备自我成长能力，将每次故障的触发因素、发展轨迹、最终解决方式纳入知识图谱中，使系统对类似事件拥有更快的识别速度、更高的判断准确率。最终形成持续学习的模型，使多层数据中心即便结构复杂，也能在高风险位置保持可控性。

3.4 优化能源治理

能源治理是维持数据中心长期可靠运行的关键，而在高密度智算环境中，能耗控制更关系到设备寿命、安全极限及人员可达性。为了让能源系统具备预测、调节、自平衡能力，运维过程应以AI驱动的能源管理模型为核心，通过持续收集功率曲线、送风量、回风温度、热负荷分布、湿度变化等参数，构建完整的三维能耗映射。该模型应当能自动发现热点形成趋势，例如当某区域温升速度超过标准曲线时，系统应主动降低高功率节点的负载，并根据冷却能力自动匹配最佳算力分布。冷源系统也需纳入治理范围，通过分析压缩机运行曲线、冷冻水温差、阀门响应速度等指标，让模型自动决定何时增加制冷量、何时关闭部分冷源以节能。能源治理还应特别关注人员可达性的安全限制，当某一区域温度长期偏高、空气交换效率不足时，会在深层机房内形成高热风险带，人工进入会面临散热不良、烟雾扩散速度快等问题。为避免这些情况，单位应让系统自动预设深区降温优先策略，即一旦检测到深区温升，系统优先强化该处的送风能力，同时自动迁移算力，使其最大限度降低人工到场概率，在保持高算力输出的同时减少安全隐患。

3.5 完善智能决策

数据中心AI运维的最终目标，是让所有信息、告警、状态、策略在统一的智能决策中心实现汇聚，对所有技术对象建立评价权重，并将故障等级、能耗水平、温控状况、人员可达性、安全距离等参数统一纳入决策矩阵，让系统自主生成最优处理方案。当某一区域出现异常，无论是设备性能下降还是环境指标恶化，决策中心应立即从知识库中调取相似事件的最佳方案，并根据当前条件实时调整，使方案更有针对性。为适应多层建筑带来的疏散限制，智能决策必须具备风险隔离指令能力。系统应自动禁止人员直接进入，转由机器人或远程脚本完成第一轮处置。只有当决策系统判断远程与自动方式无法完全解决时，才会允许人工介入，并在工单中明确最佳路线、最短停留时间、允许进入时段等信息，降低人工暴露风险。同时，系统还应具备策略验证功能，每项自动处理指令执行后，系统需分析执行前后的数据变化，判断策略是否达到目标；如果没有，应立即从备用策略中选取次优方案，确保智能决策在无监督环境中保持自我进化，始终维持高响应速度。

4 结束语

智算网络推动数据中心从传统基础设施向智能化算力枢纽加速转型，使运维工作不再局限于被动响应，而是逐步迈向预测驱动。通过构建科学的调度、巡检、诊断、能源管理和决策体系，数据中心能够在复杂的运行环境中保持稳定运行。未来，相关单位应进一步优化智算网络在数据中心AI运维中的应用，持续提升运行效率，也为自动化运行奠定坚实基础。

参考文献

[1]冯涛.数据中心机房运维安全管理策略研究[J].网络安全技术与应用,2025(8):128-136.

[2]贺含悦.基于人工智能的数据中心运维实践改造[J].网络安全和信息化,2025(7):96-97.

[3]周喜春.人工智能赋能数据中心运维——智能巡检机器人的应用[J].中国科技论文在线精品论文,2025,18(2):28-33.

[4]欧阳金福.人工智能视角下数据中心的网络运维与安全防护策略[J].中国宽带,2025,21(6):46-48.

[5]谢岩.数据中心设备及机房的智能化运维管理研究[J].数字通信世界,2025(5):247-249.

[6]张堃.基于数据中心的信息通信运维管理创新模式分析[J].集成电路应用,2025,42(4):268-269.

[7]胡燕妮,丁赟,蔡幸波.“双碳”目标下智慧金融数据中心的能效优化与智能运维策略[J].智能建筑电气技术,2025,19(1):5-9.

（本文编辑　杜宇琪）

