



迈向智能世界白皮书2025

智能体@AEI

Agentic AI，开启企业融合智简运维新范式



构建万物互联的智能世界

序言

我们正处在一个 AI 技术飞速发展的时代。企业运维已经从信息时代的效率提升与自动化，经过数字时代的数据驱动与智能运维（AIOps）崛起，正大步迈向 Agentic AI 时代。在这一新阶段，智能体的协同作用将推动运维向更高层次的自主化迈进。华为基于自身多年的运维实践和经验积累，结合对行业发展趋势的深刻洞察，正积极推动这一变革的实现。

华为的智能运维理念源于 20 年的 ICT 运维数智化转型实践。从 1998 年开始引入 ITIL 等业界成熟的管理方法，到 2012 年启动运维运营的数字化转型，再到今天引入大模型等 AI 能力，华为一直在运维领域持续创新和突破。过去几年，自动驾驶网络是华为在电信领域面向 2030 的核心战略，目标是通过数据与知识驱动，实现网络自动、自愈、自优、自治，使能新业务并实现极致客户体验、全自动运维、最高效的资源 and 能源利用。在技术创新上，我们重点开展多智能体架构和自治系统研究，目标是围绕网络控制和知识学习两大闭环，构建单域自治的智能系统。通过突破网络环境感知、态势分析、多目标决策、行动规划和自学习、自演进等五大关键技术，我们致力解决网络复杂性的同时增强适应性，已在运营商领域取得了阶段性成果。

围绕智能体创新的 Agentic AI 技术演进，将为企业 ICT 运维领域带来革命性的变化。今年 7 月，全球固定网络创新联盟（NIDA）联合信通院、华为、清华大学等面向 2035 智能世界，提出了 AEI（Agentic 企业 ICT 基础设施），以极高可用、极优体验、极简运营为目标，具备智能原生、自智运维、群体智能三大特征。通过智能体的应用，数据中心能够实现故障快速处理与资源高效利用，确保运行稳定；智慧园区则在用户体验

与网络感知方面取得显著提升，智能化水平跃上新台阶。这些变革不仅提升了运维效率，也从根本上改变了运维人员的角色和价值定位。

华为始终相信，实践是检验真理的唯一标准。过去一年，我们与清华大学合作，构建园区网络智能体实现“自动驾驶”运维；与交通银行携手打造金融网络智能体，重构网络运维新范式；与科大讯飞等企业通过智能体技术提升运维效率；今年，华为基于智能体的融合智简运维方案在上海科技大学、头部保险公司、徐工机械、杭州亮通等客户及伙伴进一步得以落地和推广，越来越多的企业实现了高效运维和极优体验。这些实践充分证明了 Agentic AI 在企业运维中的实际价值。未来，华为将继续深化与伙伴的合作，以技术创新为核心、以生态协同为支撑，持续提升云管服务能力，致力于成为“Agentic AI 运维时代”的标杆服务伙伴，助力更多企业加速数智化转型，实现业务增长与可持续发展。

数智化转型不能一蹴而就。Agentic AI 时代的企业运维需要新技术、新理念、新架构的支持。华为将继续与业界伙伴携手共进，共同推动智能运维技术的发展和应用，为企业数智化转型提供强有力的支撑。本白皮书旨在分享华为在企业 Agentic AI 运维的理论与实践，希望能为业界同仁提供参考和借鉴。

让我们一起迈向智能运维的新纪元，共同开创企业数智化转型的美好未来！

陆海鸥
华为公共开发部总裁

目录

序言	
01	趋势与 AEI 概览 1
1.1	Agentic AI 加速企业数智化跃升 1
1.2	AI+ 新型 ICT 基础设施是企业数智化转型的基石 2
1.3	Agentic AI 时代的企业 ICT 基础设施运维 2
02	愿景、目标架构和总体规划 4
2.1	华为 AEI 愿景 4
2.2	华为 AEI 目标架构 4
2.3	华为 AEI 总体规划 7
03	价值场景与解决方案 9
3.1	数据中心 9
3.1.1	AEI@DC 解决方案 10
3.1.2	AEI@DC 运维价值场景 12
3.2	智慧园区 18
3.2.1	AEI@Campus 大中型园区解决方案 20
3.2.2	AEI@Campus 分支小型园区解决方案 21
3.2.3	AEI@Campus 运维价值场景 22
04	创新案例 28
4.1	DC 金融通算：某大型国有银行携手华为，打造“1+1+N”多 Agent 智能运维与韧性架构 28
4.2	DC 金融智算：某头部保险公司联合华为打造智能运维样板，加速“保险数字劳动力”落地 31
4.3	园区教育网络：上科大携手华为，打造“AI+ 教育”自智网络，助力运维新体验 33
4.4	园区制造网络：徐工机械携手华为，构建 NeoSight 智能统一运维 35
4.5	园区伙伴：杭州亮通基于 iMasterCloud 智能云管平台降本增效，扩大营收 38
05	未来展望 39

01 趋势与AEI概览

1.1 Agentic AI 加速企业数智化跃升

社会生产力的变革浪潮，在信息技术的催化下不断奔涌向前：

信息化时代，计算机和互联网的普及如同铺设了信息的“高速公路”，核心是解决信息的记录、存储、传递和初步处理问题，让数据得以电子化、网络化，显著提升信息流通的效率，如早期的办公自动化、门户网站和电子邮件系统。然而，此时的数据更多是静态记录（基于 GUI、任务编排等），价值挖掘有限。

随着技术深入，社会迈入数字化阶段。这不仅是信息的电子化，更是物理世界与数字世界的深度融合与重构。传感器、物联网、移动互联网、云计算等技术爆发式发展，使得现实世界的人、物、流程、场景得以全方位、实时地被“数字化映射”。数据从孤岛走向互联互通，成为驱动业务的核心要素。在线支付、智慧物流、远程办公、O2O 服务等成为常态，数据开始驱动流程优化、模式创新和用户体验提升。然而，这个阶段的数据分析主要依赖预设规则和统计模型，智能化程度相对初级（SDN、AIOps 等出现）。

数智化的跃升，则标志着 AI 技术从辅助工具跃升为变革的核心引擎。以机器学习、深度学习、自然语言处理、计算机视觉等为代表的人工智能技术，赋予系统感知、理解、推理、学习、预测乃至自主决策的能力。数智化的核心在于“智能涌现”和“价值创造”（自智网络、AEI 提出）。

AI 是推动社会从信息化（数据记录）到数字化（数据驱动）再到数智化（智能涌现）的核心驱动力，企业也从数字化战略快速向数智化战略升级。

自 2022 年 OpenAI 发布 ChatGPT 以来，AI Agent 快速成为了数智化时代的主流技术，2025 年 Agentic AI（代理式人工智能）的提出和引爆，正式将自主决策定格为人工智能技术未来 5-10 年的主要发展方向。以 Agentic AI 为代表的未来 AI 技术将驱动企业数智化转型聚焦价值呈现，从体验提升、效率提升、模式创新等维度促进企业数智化转型的战略目标达成。根据 Gartner《2025 年新兴技术影响雷达：生成式人工智能》报告，Agentic AI 将在 3 至 6 年内达到早期多数采用阶段（目标市场采用率超过 16%），并预测到 2028 年，60% 的 IT 运维工具将实现 AI 代理功能，这一比例较 2024 年底不到 5% 的水平将有显著提升。

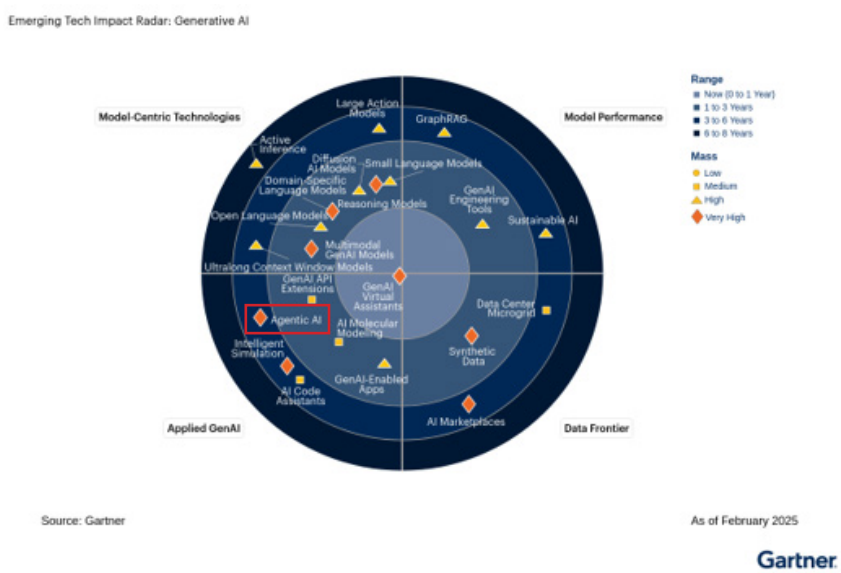


图 1-1: 图片源自: Gartner《2025 年新兴技术影响雷达：生成式人工智能》

■ 1.2 AI+ 新型 ICT 基础设施是企业数智化转型的基石

根据麦肯锡的统计报告，从 2016 年到 2022 年期间，各行业的数智化成熟度上的差距在不断加大，领先者和落后者之间的数字和 AI 成熟度差距增加了 60%。

数据表明，通过数智化转型在各行各业已经产生实实在在、可量化的价值。例如，在金融保险、消费品和零售、能源与材料等领域，数字化领导者五年的 TSR（总股东回报）复合增长率是落后公司的 2~6 倍。

企业数智化领先的原因有两点：首先是对准价值目标，持续投资数智基础设施，用技术创造价值；其次在于构建能力，能够不断通过数智化技术的使用，对其业务进行创新和改进。

在智能化时代，企业数智化转型需构建坚实的数智基础设施。AI+ICT 基础设施的技术创新是企业数智化转型的根基，通过加速普及和加速变现实现企业业务创新和价值创造。

- **加速普及：**通过降低 ICT 基础设施的建设和使用门槛。让伙伴和更多企业能够轻松集成、获取、使用 ICT 基础设施，并随着业务的发展不断演进。

- **加速变现：**加速数智技术使能业务创新和价值创造。通过深入场景，实现业务和场景的融合，并且共同构建繁荣的伙伴生态，支持企业持续的业务创新与发展。

华为在《迈向智能世界 2030》系列中提到，面向未来，数智化转型将推动企业的进一步升级。利用人工智能、传感器、物联网、云计算、5G-A、AR/VR 等技术来构建新型 ICT 基础设施，为企业打造新质生产力，弥补劳动力缺口，帮助企业把握新的业务商机，拓展企业边界。华为预测：到 2030 年，每万名制造业员工将与 1000 个机器人共同工作，VR&AR 用户数达 10 亿。有 100 万家企业会建设自己的 5G-A 专用网络（含虚拟专网）；云服务占企业应用支出比例达 87%；AI 计算占企业 IT 投资比例达 7%。

■ 1.3 Agentic AI 时代的企业 ICT 基础设施运维

1.3.1 AEI 的提出

随着智能世界的到来，各行各业的业务应用正在发生根本性变化：

- **制造业：**从自动化产线迈向“智能工厂”。通过物联网（IoT）传感器实时采集设备数据，利用 AI 进行预测性维护、质量缺陷检测、能耗优化和柔性生产调度。

- **金融业：**从传统风控和柜台服务迈向“智慧金融”。实时欺诈交易识别、个性化财富管理推荐、智能客服和自动化信贷审批成为标配。

- **零售业：**从线上线下的简单融合迈向“智慧零售”。基于用户行为的千人千面推荐、无人店铺的计算机视觉应用、智能供应链预测和全域营销自动化。

- **医疗健康：**从信息化管理迈向“智慧医疗”。AI 辅助影像诊断、基于大数据的精准医疗、远程实时健康监测和药物研发加速。

这些应用的共同特点是：实时化、智能化、场景化、个性化。它们不再是过去“按月、周、日”生成报表的 T+1 模式，而是要求“毫秒级”响应的 T+0 智能交互。这一根本变化，对承载这些应用的基础设施和运维体系提出了前所未有的挑战。

企业数智化转型的本质是用数据和智能重构业务模式，这一过程使得业务应用变得实时、智能、弹性、复杂。这直接要求底层基础设施从静态、孤立的硬件资源，演变为全局弹性、高性能、云原生、云边协同、安全内生、数据与智能就绪的融合系统。同时，它也迫使运维体系发生根本性变革：从手动、被动、面向硬件的传统运维，升级为高度自动化、主动预测、面向服务、融合 DevOps/SRE/AIOps 理念的现代化工程实践。

随着 AI 技术的蓬勃发展，Agentic AI 正推动企业运维、生产与服务的全价值链进入“感知 - 预测 - 执行”自主闭环时代。未来，新型 ICT 基础设施和自主、智能运维不再仅仅是后台支撑部门，它们本身就成为企业核心竞争力的关键组成部分，是业务创新与增长的数智基石。

在中国信通院发布的《2025 年 AI+ 运维：构建智能化运维新范式》中，提出 AIOps2.0 未来 10 年将进入大模型运维时代，通过多模态大模型和数字孪生技术，实现了全域感知和自主决策能力，不仅能进行端到端诊断和预测性维护，还能自动生成解决方案，将运维响应速度提升至毫秒级。在 2025 年 WAIC 世界人工智能大会上，NIDA（全球固定网络创新联盟）联合中国信通院、华为、清华大学、交通银行等 9 家伙伴面向产业界发布了《Agentic 时代的企业运维 - 新型 ICT 基础设施 O&M 蓝图》白皮书。

该白皮书分析了 Agentic AI 时代下的企业运维 2035 发展趋势，提出了 AEI（Agentic Enterprise ICT-infrastructure），即 Agentic AI 时代的企业新型 ICT 基础设施。AEI 具备三个 A 特征：Adaptive Multi-Agent（群体智能）、Autonomous O&M（自智运维）和 AI Native Infrastructure（智能原生）。AEI 愿景为：打造 Agentic 新型 ICT 基础设施，提升企业数智生产力，使能企业业务极高可用、极优体验、极简运营。

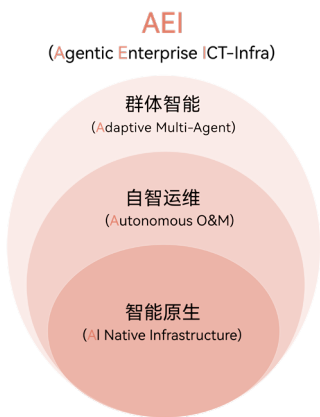


图 1-2: AEI"三个 A"的特征（源自：NIDA-《Agentic 时代的企业运维 - 新型 ICT 基础设施 O&M 蓝图》）

1.3.2 Agentic AI 开启企业运维新范式

Agentic AI 将重构企业运维模式，华为致力于构建面向智能时代的新型 ICT 基础设施，持续推动企业运维从传统自动化、AIOps 向“自主（Agentic AI 代理式）运维”跃迁：

- **运维范式转型：**从自动化到自主化，Agentic AI 具备“感知 - 决策 - 执行”闭环能力，通过环境感知、目标制定、动态调优实现自主运维
- **多智能体协同（Multi-Agent）成关键技术底座：**复杂任务被拆解由专业化 Agent 协同处理，Agentic AI 系统采用多 Agent 分工协作机制
- **行业落地聚焦效率与体验双提升：**算网存故障处理和资源动态调度为典型价值场景的数据中心运维，用户体验保障和通感一体为典型价值场景的智慧园区运维
- **技术架构与生态创新：**架构从传统烟囱式、分层调度演进为分布式、群体智能协同与闭环，开源生态与标准化推进

本白皮书将聚焦 Agentic AI 运维技术，从规划、架构实现到场景化解决方案、创新实践及技术研究等五个方面阐述华为融合智简的企业运维系统演进方案，为产业各方提供参考。

02 愿景、目标架构和总体规划

2.1 华为 AEI 愿景

华为 AEI 愿景：围绕企业数据中心和智慧园区的新型 ICT 基础设施，构建融合智简的 Agentic AI 运维解决方案，助力行业伙伴易集成、易部署、易运维，使能企业业务极高可用、极优体验、极简运营。

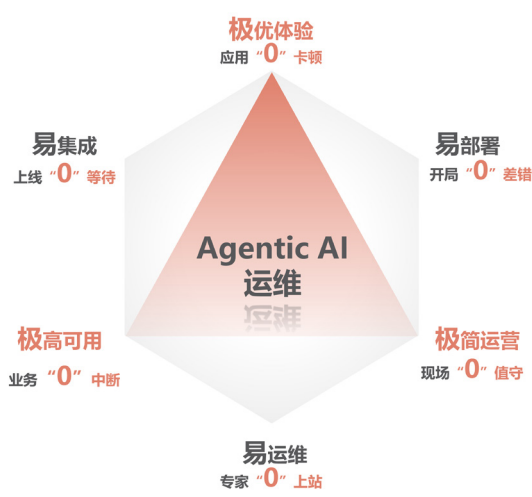


图 2-1：华为 AEI “三极三易” 愿景

一、业务视角，通过“三极”支撑业务高质量发展：

- 极高可用：业务 0 故障，可向用户承诺更高的 SLA
- 极优体验：应用 0 卡顿，可使用户终端体验更流畅
- 极简运营：现场 0 值守，面向用户业务保障更高效

二、运维视角，通过“三易”使能伙伴能力提升：

- 易集成：上线 0 等待，使能伙伴交付周期短
- 易部署：开局 0 差错，使能伙伴交付质量高
- 易运维：专家 0 上站，使能伙伴交付成本低

2.2 华为 AEI 目标架构

企业数字化转型的加速，使得传统人工运维已难以应对日益复杂的园区、数据中心等系统规模与金融级 SLA 的高连续性要求。在降本增效需求与 AI 技术成熟的双重推动下，运维模式正由自动化向自主化跃迁。在这一背景下，Agentic AI（智能体 AI）逐渐成为构建下一代无人化运维体系的核心动力，其通过多智能体协同、意图驱动与持续学习，为实现真正意义上的“自治运维”提供技术架构支撑。

从行业趋势看，Gartner 所提出的“自治运维”作为 AIOps 的终极阶段，正逐步落地为基于 LLM 与知识图

谱的认知自动化，而 IDC 也预测到 2026 年，30% 的企业将采用“零接触运维”模式——这一目标亟需以智能体为基本单元的运维架构实现。标准层面，ITIL 4 新增“自动化与 AI”实践，ISO/IEC 30134 为自治系统可观测性奠定基础，信通院《AIOps 能力成熟度模型》则进一步强调了意图理解与动态编排等关键能力，这些都在推动企业构建以 Agentic AI 为核心、具备可信决策与自我优化、多智能体协同的智能体运维体系。

要达成 AEI 的目标，企业要对基础设施、数据中台、业务应用和运维系统几个方面进行智能化改造 -> 升级。华为对于基于 Agentic AI 支撑未来企业实现 AEI，提出如下参考架构：

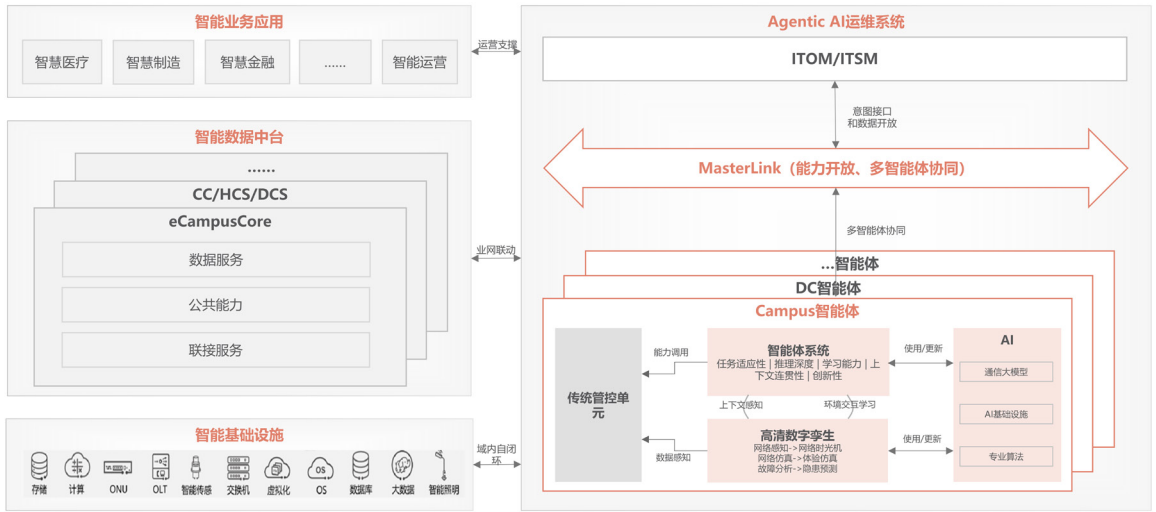


图 2-2：华为 AEI 目标架构

2.2.1 智能基础设施

智能基础设施的智能化是实现自主运维目标的关键路径。基础设施智能化，包括传统的网络、IT、终端、能源系统等硬件资源监控，进而延伸到对其状态、业务承载及外部环境的多维感知与智能响应。为实现这一目标，需广泛部署各类实时感知器件，例如温度、振动、图像和声音传感器等，实现对设备运行状态、资源利用率、业务流量乃至周边环境变化的全面数字化采集。在此基础上，再引入嵌入式 AI 推理能力，使基础设施本身具备在数据产生源头进行实时处理和分析的边缘智能。这意味着基础设施不再仅仅是被动被管理的客体，而是能够主动进行异常识别、故障预测、能效优化和资源调度的智能实体。例如，可通过本地 AI 模型实时判断设备健康状态，预测潜在故障并在边缘节点自主触发维护流程；也可根据业务负载动态调整资源分配策略，实现高效自我管理。这种高度智能化的基础设施，配合运维智能体，能更好地实现场景自闭环，真正推动运维模式从“人为干预”向“无人自主”演进。

2.2.2 智能数据中台

智能数据中台作为企业数字化转型的核心平台层，是高效支撑客户上层业务应用稳定运行和敏捷创新的关键载体。华为在园区提供了 eCampusCore，在数据中心场景提供了 CC/HCS/DCS 解决方案，能够在基础设施之上提供连接、大数据、算力调度等公共能力，面向企业应用发挥其最大效能。数据中台深度集成 AI 能

力，通过与运维智能体的无缝对接，实时获取并处理来自底层基础设施（如服务器、网络、数据库等）的海量状态数据。这不仅使其能够“看见”资源的实时健康状况与性能瓶颈，更能“理解”业务负载的动态变化，从而做出更精准的资源编排与更灵活的调度决策，实现智能化资源供给。与此同时，数据中台并非单向获取信息，它还会将自身的运行状态、数据服务性能及资源消耗等关键指标实时上报至运维智能体。这种双向交互使得运维系统能够构建起从基础设施、中台服务到上层业务的“全栈式可视化”能力。基于这些全域数据，运维智能体可运用智能算法进行关联分析与深度挖掘，实现从被动响应到主动预测、从局部优化到全局自治的演进，最终形成一个闭环自优化的智能平台体系，为客户关键业务应用的连续性、可靠性及高效性提供坚实支撑。

2.2.3 智能业务应用

客户业务应用通过深度依托底层智能基础设施与智能数据中台的能力，实现从开发部署到持续运营的全生命周期提质增效。在开发阶段，应用可充分利用中台提供的标准化数据服务、AI 模型及可复用组件，结合基础设施的弹性资源供给，大幅减少重复开发工作，显著提升创新迭代速度，实现新业务的快速上线和验证。在运行阶段，智能基础设施实时感知资源状态并提供高度稳定的底层支持，保障业务应用的高可用与高性能；数据中台则通过智能调度和数据分析，为业务提供实时、准确的数据决策支持，增强业务的适应

性和响应能力。与此同时，客户可借助运维智能体的能力，实现对资源使用的精细化管理。例如，依托动态扩缩容和能效优化策略，有效提升资源利用率，降低无效能耗，实现绿色低碳目标；一旦发生异常，运维智能体可快速定位故障根因，并联动中台与基础设施层执行自恢复操作，极大缩短业务中断时间，提升系统韧性。最终，客户可更专注于业务逻辑与用户体验的提升，构建持续优化、节能高效、稳定可靠的现代化应用体系。

2.2.4 Agentic AI 运维系统

1、运维智能体：运维智能体系统是以 AI 智能体为核心、融合多维技术能力的综合运维决策与执行中枢。其核心组成部分包括 AI 能力引擎、高清数字孪生、AI Agent 及传统管控单元，各模块协同运作，形成闭环智能运维体系。AI 能力引擎为智能体提供核心智能支撑，包括大模型推理实现自然语言交互与决策生成，RAG（检索增强生成）机制访问专业知识库确保响应准确性，专业算法赋能异常检测与根因分析，并通过记忆管理保持会话连续性，模型安全机制保障输出可靠。高清数字孪生依托专业算法与实时数据，构建高保真网络仿真环境，实现“网络时光机”回溯历史状态、“体验仿真”验证策略效果、“隐患预测”前瞻风险，为智能体提供动态、可视的上下文感知基础。AI Agent 作为统一任务入口与调度中枢，集成界面与北向接口，自适应解析运维任务，维护上下文连贯性，并协同调用其余组件：一方面通过数字孪生感知网络实时状态与预测信息，另一方面调用 AI 能力进行推理决策，最终下发指令至传统管控单元执行具体设备操作。传统管控单元作为执行末端，接收智能体系统指令，实现对网络设备、服务器等基础设施的实际管控，同时将采集的运行数据反馈至数字孪生，形成数据闭环。整体上，系统以智能体为调度核心，融合 AI 智能、数字孪生仿真与传统控制能力，实现了从感知、决策到执行的运维自动化闭环，显著提升运维智能化水平与响应效率。

2、智联总线（MasterLink）：未来 Agentic AI 运维，是一个个智能体之间的协同，对外体现的是意图接口。为实现多运维智能体协同，包括三方运维智能体的协同，华为公司定义了 MasterLink 标准，其核心

设计理念在于实现智能体之间的高效协作与能力共享。MasterLink 包括多智能体协同框架和意图开放标准，涵盖多种能力：智能体能力协商机制确保各智能体能够动态识别并匹配彼此的可用能力；用户目标任务分解模块将复杂任务自动拆解为可执行的子任务单元；流程编排引擎负责协调任务执行顺序与资源调度，保障整体流程的顺畅与高效；智能体协作反思机制，使得智能体能够在协同过程中持续评估执行效果，动态调整策略以提升任务完成的准确性与鲁棒性；标准化的智能体通信接口和统一的消息模型，实现不同智能体之间的互操作与语义互通，有效降低系统集成的复杂度。MasterLink 强调能力开放，支持通过意图接口接收高层任务描述，自动映射到内部智能体能力，并以数据开放方式对外提供结构化结果，使第三方系统也能够便捷接入并利用智能体群体的协同能力。该平台不仅适用于封闭环境中的多智能体协作，更可在开放生态中推动智能体服务的广泛复用与价值释放。依托 MasterLink 总线，可以更好地支撑如下关键能力的实现：

- **意图接口：**面向未来的智能化运维，智能体将能够通过类人类语言的交互接口，深度理解客户以自然语言表达的业务意图和运维目标。用户无需关注底层具体指令或技术细节，只需直接提出如“确保电商大促期间系统延迟低于 100 毫秒”或“下季度将存储成本降低 20%”等高层诉求。智能体将自动解析该意图，将其转化为可执行的操作逻辑，并动态编排和调用已有的监控、调度、资源管理等底层接口，形成端到端的自动化响应链路。这一过程将大幅降低运维操作的门槛，使客户更专注于业务价值实现，而非技术执行细节，真正构建起以意图驱动为核心的新一代人机协同运维范式。

- **业网智联：**智能数据中台和运维智能体在职能上相互独立，同时又可形成良好的协同机制：智能数据中台可将处理后的业务数据、资源状态等信息以服务形式发布，运维智能体可根据实际需要获取这些信息，辅助其做出更全面的运维决策；另一方面，运维智能体采集的实时运行数据也可反馈至数据中台，用于优化数据模型和服务质量。通过这种松耦合的协作方式，既保障了运维自主性与数据服务专业性，也共同增强了对客户业务应用的支撑能力。

• **跨域智联：**面向园区、数据中心、物联网、广域互联、数字站点及能源等多个关键领域，华为构建覆盖不同垂直场景的专用智能体。这些智能体深度融合智能基础设施的感知与边缘计算能力，在各自自治域内实现了高度自主的智能运维闭环。例如，数据中心智能体可实时预测制冷效率并动态调整供电策略，而物联网智能体能够主动识别终端设备异常并实施自愈操作，显著提升了域内运维的精准性与响应效率。更重要的是，未来这些智能体不仅局限于域内自治，还将实现跨域协同与信息联动。通过标准化的接口与智能交互机制，多个智能体之间可共享状态信息、协调资源调度，并共同应对跨基础设施的复杂故障。由此，客户能够从最终业务体验的视角出发，构建真正端到端（E2E）的运维闭环——从底层资源异常自动发现、根因分析、智能决策，到自动触发用户侧流程通知或变更工单，实现以业务连续性和用户体验为中心的全局智能运维保障。

故障，极易产生“蝴蝶效应”，数据中心故障成为常态。数据中心智算系统故障时，每万卡停机一小时，客户可能损失上百万。华为从专业角度将未来数据中心划分为智算、超算、通算三大场景，实现计算、网络、存储海量基础设施统一管理，通过 CCAE、NCE、DME 单域运维系统域内自智，再与业务系统联动，形成跨域智能体，Agentic 智能强算。

• **面向大中型园区：**随着新技术日益发展，使能园区基础设施承担着企业的创新命脉。智慧办公决定企业沟通效率，智慧生产是企业发展核心引擎，智慧安防是企业基石。华为智慧园区通过基础设施的超强联接能力，将园区的人、机、物、事智能连接起来，实现园区联接安全、便捷、可靠，体验最优。通过 NCE、eCampusCore、NeoSight 等系统实现域内自智，结合园区办公、生产、安防业务系统，形成跨域智能体，Agentic 智能助维。

• **面向多分支、小型园区：**面向数以百万计的中小企业，规模小、分支多，难以派驻专业人员建设和维护复杂的基础设施。中小型园区基础设施的特点是“麻雀虽小、五脏俱全”，涵盖 Wi-Fi 网络、摄像头、防火墙、边缘计算、存储、边缘接入等多种多样的组网。中小企业主聚焦于业务运营，期望基础设施运行和维护无感。通过 iMasterCloud 云上远端智能化可视可管，与地端 NeoSight、NCE 等系统智能联动，形成云地一体的有机智能体，Agentic 智能互联。

2.3 华为 AEI 总体规划

Agentic AI 运维是华为企业数智化演进的核心战略方向，华为 AEI 面向数据中心和智慧园区，华为打造算网存 -Agentic 智能强算、业网端 -Agentic 智能助维、ICT 智能云管 -Agentic 智能互联三大解决方案能力：

• **面向数据中心：**现代数据中心由海量硬件、复杂软件及动态外部环境交织组成，单点故障可能导致系统级



图 2-3：华为 AEI 三大解决方案

AEI 以业务场景的商业价值匹配落地节奏，通过基础设施硬件迭代更新以及 Agentic AI 技术的逐步成熟双轮驱动，经过域内自智、跨域自智阶段，最终达成群体智能。根据业务场景的价值，总体规划如下：

- 第一阶段（2025-2027 年）：由于数据中心智算蓬勃发展，算力的释放需高稳的基础设施作为保障，在智算领域需要通过计算、网络、存储、能源等多技术域的协同，形成跨域智能；而园区分支连锁的基础设施的特点是更新速度快，通过云端的跨域智能体可与业务应用协同，最大价值的使能应用。它将率先进入跨域自智阶段，其他传统场景完成域内自智。
- 第二阶段（2028-2030 年）：从发展趋势来看，数据

中心智算、超算和通算将会逐步的融合，为了更大程度的发挥多样算力，数据中心将进一步打破系统壁垒，多个专业智能体（Agent）之间能协同工作，共享信息，共同进行更复杂的决策和问题解决，数据中心智算部分将率先达到群体智能。同时，由于园区基础设施的复杂性和超广的涵盖面，企业办公网、服务网和生产网也将逐步进行更新迭代，越来越多的应用层将智能化升级，与基础设施智能协同才能发挥更大的业务价值，这些网络将迈入跨域自智阶段。

- 第三阶段（2031-2035 年）：由于基础设施智能化可自愈，Agentic AI 智能体间可群体决策，多种异构智能体在开放生态环境中通过自主交互与协同，基础设施可使能业务永远在线、体验持续最佳、运营持续最优。

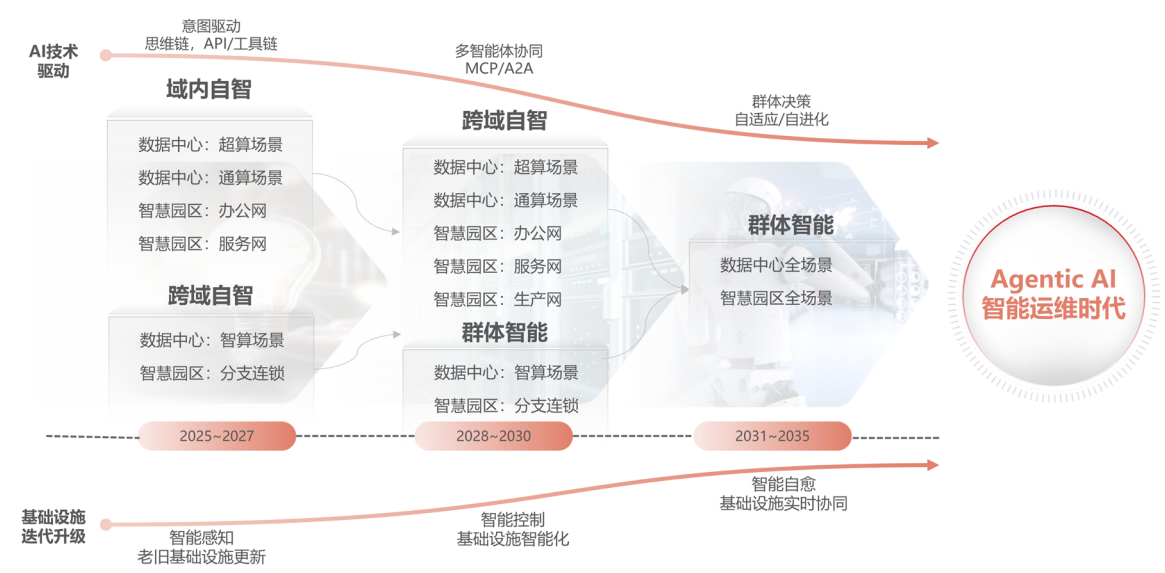


图 2-4：华为 AEI 分阶段演进规划

■ 3.1 数据中心

人工智能的迅猛发展正加速人类向 Agentic AI 时代迈进。在这一进程中，算力已成为 AI 时代最核心的需求，而数据中心则是支撑这一需求的最关键基础设施。据预测，到 2030 年，通用算力将较 2020 年增长 10 倍，人工智能算力更将实现 500 倍的跨越式增长。为应对算力供给的挑战，作为“数字经济发动机”的数据中心正在经历深刻变革，朝着智能原生基础设施、多元异构算力协同发展、以数据为中心的计算架构以及追求极致的绿色低碳等方向演进。在此背景下，数据中心的运维也迎来前所未有的挑战：

智算中心

智算中心故障频发，集群稳定运行难保障

头部互联网公司、通信运营商以及大模型厂商等，纷纷建设超大型 AI DC，用于基础模型的训练以及承担面向海量消费者用户的推理业务，其数据中心器件规模可达千万级。智算硬件（GPU/NPU/光模块等），由于训练任务的同步性质使其对故障容忍度很低，任何单点故障都可能导致作业中断，造成巨大损失。据统计，业界超万卡集群持续稳定运行仅数天，故障几乎是常态。根据公开信息显示，Meta 在训练 LLaMA3(4050 亿参数)过程中，使用了 16384 张 H100 卡，平均 3 小时发生一次故障，54 天内经历 419 次故障，其中 55.4% 的中断是因为硬件问题。关键器件故障频发，使得集群的稳定运行无法得到保障。

智算故障复杂多样，故障定位修复时间长

智算中心的复杂性导致了故障模式的复杂多样，故障链路长，跨层跨域定位难。故障恢复常常需要数小时乃至数天，严重影响业务连续性和可用性。例如，某大型 AI DC，训练任务在运行 6 小时后发生中断，日志报 AI 算子错误，中断根因最终定位为片上内存多比

特 ECC 错误。但从日志定位到确定故障节点总耗时约 24H——其中日志分析耗时 6H、算子分析耗时 12H、NPU 日志分析耗时 6H。故障难恢复极大影响了训练任务的正常开展。

算力资源利用率普遍偏低，“宝贵”的 AI 资源在浪费

从当前业界的数据来看，千卡智算集群其算力利用率不超过 60%，万卡集群不超过 55%，而十万卡集群更低，不超过 40%。甚至一些行业 AI 客户，由于企业自身对智算集群的运营缺乏经验，导致集群算力利用率只有 20%~30%。相比传统通算数据中心而言，智算中心的建设往往需要企业投入更多的资金支持，而偏低的资源利用率意味着企业购买的“宝贵”AI 资源在白白浪费。另外，对于一些成本敏感的小型 DC 而言，如何在有限的 AI 资源上发展更多的业务应用是其更关心的事情。

绿色低碳可持续发展面临压力

数据中心耗电量随着规模的增大也在持续攀升，有数据显示数据中心总耗电量在 ICT 行业占比超 80%，而超大型智算中心的能耗更是惊人。据悉，一个拥有 10 万张智算卡的超大型 AI DC，其核心 IT 设备的电力需求超过 1 亿瓦（100MW），相当于 7.5 万户普通美国家庭的用电量，或是每小时熔化 150 多吨钢铁所需的电力。巨大的能耗使得提升能源效率成为未来数据中心的竞争所在，加上各国陆续出台节能减排相关政策，数据中心面临能效优化、绿色低碳发展的压力。

超算中心

超算中心聚焦高性能计算场景（HPC），是专门用于处理那些普通计算机根本无法胜任的超大规模、超复杂度计算问题的特殊数据中心，是解决重大科学问题和工程难题、推动前沿技术创新、促进产业升级的“国之重器”。

超算中心追求极致性能，复杂系统极易出现瓶颈点

超算中心作为尖端计算的载体，始终以追求极致性能为目标。一个完整的超算中心不仅仅是堆砌起来的强大硬件，更是一个复杂的系统工程，需要大量计算节点、高性能海量存储系统、高速互联网络等基础设施以及作业调度平台等进行高效紧密的协同，才能发挥出极致性能。无论是内存带宽不足、存储 I/O 延迟、通信同步开销还是任务调度与负载不均衡等，任何单点滞后都可能成为制约整体效率的瓶颈点，导致系统性能下降。

超算中心面临海量数据研究与分析，数据难治理

超算中心通常承担数据密集型科学研究工作，数据规模可达 PB 级甚至更高，面临海量数据的高效治理难题。例如：气象预报与气候模拟，每年每颗气象卫星采集的气象数据超过 1PB，存量数据可达几十 PB；自动驾驶车辆每天产生数十 TB 数据用于训练视觉识别算法；天文研究专家需要从数十 PB 海量数据中分析发现新天体。这些科学数据是科学研究的重要战略性资源，需要高效的存储、管理和共享。如何将离散存储的数据高效协同起来，做到按需可信流通和共享，提升数据质量，发挥数据价值，是未来数据中心需要重点考虑的问题。未来数据中心面临的重大问题不是缺少数据，而是面对太多数据，却不知道如何处理。

此外，超算中心同样面临绿色低碳与能耗压力，能耗虚高，运维成本负担重，用户实际可得算力低。

通算中心

传统数据中心的运维模式以人为核心，人的能力将成为未来数据中心的运维瓶颈。根据某咨询机构调查结果，有 39% 的 DC 因人为错误经历过严重故障，其中 50% 是由于未能遵循准确程序。随着各行各业应用系统越来越复杂、发布变更频率越来越频繁、用户体验至上表现为对故障的容忍度越来越低，传统运维模式

将难以为继，各行业也都面临数据中心智能化运维的转型诉求。

以金融行业来看，尤其强调高可用与快速恢复能力。2024 年，头部金融机构在行业内率先提出“业务 1-5-10”的故障处理目标，即 1 分钟发现故障、5 分钟定位问题、10 分钟完成恢复。随后其他大行纷纷响应和跟进，逐渐成为金融行业运维能力的新基准。教育医疗等行业，IT 系统涉及大量异构设备，对数据安全和隐私保护要求高，同时又要考量 IT 系统的投资回报率，平衡成本，然而现实中在运维环节的投入又相对有限，导致运维运营管理难度巨大。

总结

这些新变化和行业诉求，都在迫使传统运维向智能化运维转变。未来数据中心将是多种算力融合共同发展的局面，多种类型的数据中心协同一体，共同提供算力服务。传统以人为主导的运维模式已显得力不从心，新型 Agentic AI 技术将重新赋能数据中心智能化运维，逐步从传统的被动响应式运维转向主动协同的“多智能体运维”体系，从而更好的应对新形势下复杂运维场景的种种挑战。Agentic AI 将开启企业运维新范式，致力于构建极高可用、极优体验和极简运营的运维能力，助推数据中心迈入无人化运维新时代。

3.1.1 AEI@DC 解决方案

面向未来，数据中心运维需要从“人力密集型”向“技术密集型”演进，借助 Agentic AI 技术打造全新的智能运维体系。实现全栈数据采集、全局统一可视，更早的发现风险、更快的解决问题、更极致的算效和能效、更精准的运营决策，最终实现更深层次的高度智能化数据中心。

华为公司依托其在 ICT 领域多年的深厚积累，基于 AEI 理念，构建面向数据中心场景的 AEI@DC 解决方案，围绕数据中心三大算力场景提出六大场景化运维解决方案，助力行业客户高效推进数智化转型。



图 3-1：华为 AEI@DC 解决方案

AEI@DC 解决方案整体分三层：

- **智能基础设施层：**面向智算中心、超算中心、通算中心，打造 Agentic 新型数据中心基础设施，具备智能原生能力，提升企业数智生产力。
- **Agentic AI 运维系统层：**基于华为 iMaster CCAE/DME/NCE 等数据中心运维产品，通过多领域智能体群体协作，提供数据中心全域智能化自智运维能力，从

隐患预防、自主调优、智感自愈、高效运营等多个维度使能数据中心走向 Agentic AI 运维，是整个 AEI 解决方案的大脑。

- **业务平台及应用层：**结合数据中心行业应用和业务平台，通过意图交互、业网智联将 Agentic AI 运维层与业务紧密结合，意图驱动运维层多智能体群体协作完成业务目标的自主决策与闭环。

3.1.2 AEI@DC 运维价值场景

基于 AEI@DC 整体解决方案，我们提出六大运维价值场景如下图：

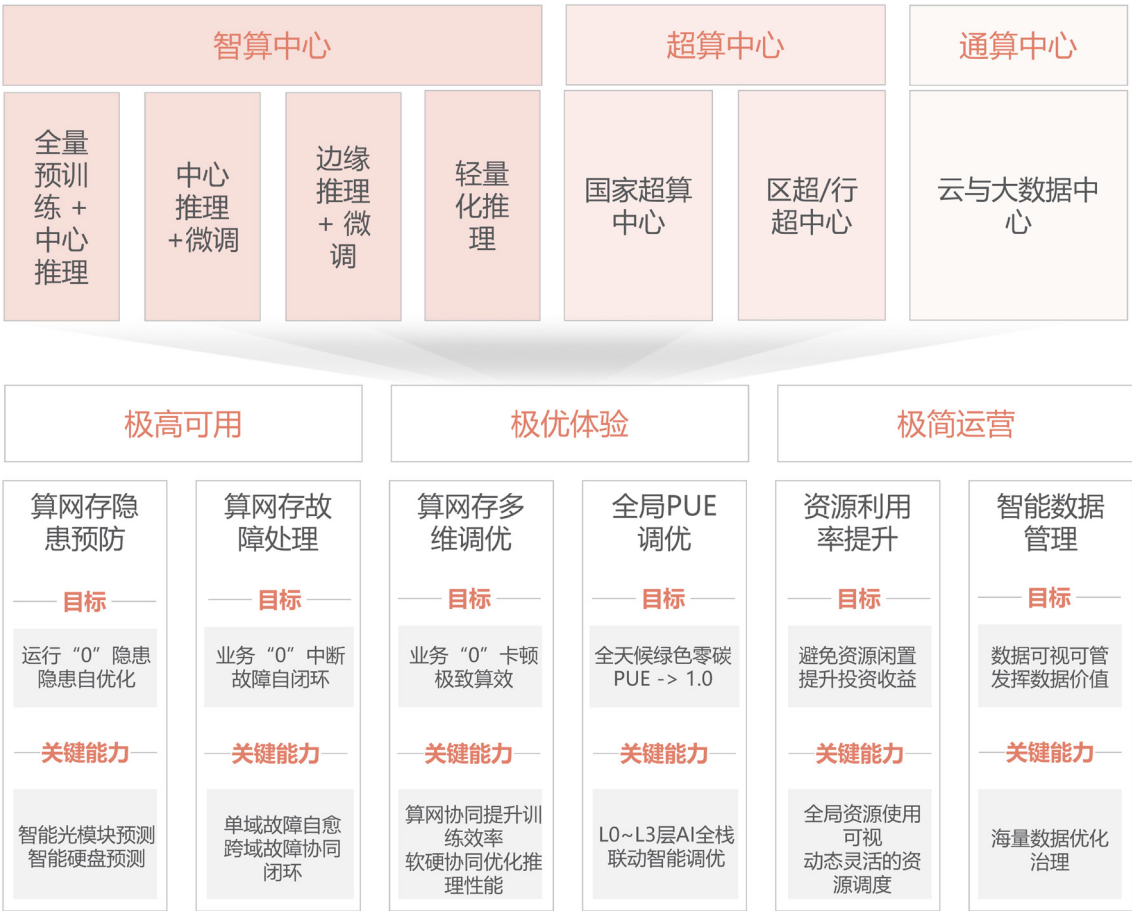


图 3-2：华为 AEI@DC 运维价值场景

- 面向算网存故障处理场景，围绕故障全生命周期构建端到端闭环能力，显著降低故障发生概率和处理难度，从而有效减少业务中断损失，保障集群稳定运行，助力数据中心极高可用。
- 面向体验优化场景，通过算网存协同调优和能效调优，驱动数据中心全栈资源紧密协同，跨层跨域联动，多维协作与优势互补，兼顾数据中心极致算效和极致能效，系统级解决传统数据中心业务体验不佳、算力分布不均、能耗过高等一系列问题，保障业务的极优体验，支撑数据中心绿色可持续发展。
- 面向高效运营场景，依托对算力与数据双重核心资产的高效管理，赋能企业实现精细化资源使用、敏捷调度与智能化数据管理，从而最大化算力资源利用，最大化发挥数据价值，推动数据中心极简高效运营。

3.1.2.1 构建端到端故障闭环能力，使能数据中心极高可用

数据中心是一个大规模复杂的系统，而大规模系统唯一可以确定的就是失败，不可避免的故障一定会发生。传统被动式运维往往在故障发生后再去寻求解决方案，不仅响应滞后、处理效率低下，还常常伴随较高的业务中断风险和修复成本。这种“事后补救”的模式难以满足 AI 时代对数据中心高可用、高效率的运维要求。而基于 Agentic AI 构筑运维新范式，围绕故障全生命周期构建端到端闭环能力，将是数据中心长期稳定运行的关键保障。

数据中心稳定运行需要从两个方面来牵引和评估，一是提升集群稳定运行时间（MTBF：Mean Time Between Failures），一是降低故障恢复时间（MTTR：Mean Time To Repair）。对数据中心关键器件、设备等进行故障预测预防，对处于亚健康状态的器件 / 模块 / 设备等提前进行隔离或优化，可以有效降低故障的发生，提升 MTBF；通过实时感知故障，自动分析诊断故障根因并实施修复，快速完成故障闭环，可以大幅缩短故障处理时间，降低 MTTR。

场景一：算网存隐患预防

隐患预防解决方案基于 AEI 新型基础设施的感知原生能力，基于更精细的基础设施海量监控数据（状态、性能等）构建多层数字孪生，结合智能故障预测技术实现隐患预防智能体，针对数据中心算网存高频故障部件（如光模块、xPU、磁盘、HBM、内存等）是否处于亚健康临界状态进行实时感知分析，准确预判，提前进行监控和预警，先于故障发现隐患。再结合 Agent 自身学习到的运维知识生成优化方案并主动进行调优，通过跨域协同主动完成对隐患的消减，避免隐患进一步劣化为故障，有效提升集群 MTBF。

智能光模块预测：传统光模块的年失效率高达 4%，数据中心万卡集群拥有数万光模块、数万光纤，仅单模块失效就可能导致业务中断，因此光模块故障是集群 TOP 硬件故障。华为 iMaster CCAE 构建计算域故障智能体（Agent），提供业界独有的光模块分析预测能力。通过构建失效预测模型，基于对光模块在临近

失效前的多维 KPI 数据进行特征分析和特性提取，结合专家经验 / 长期历史数据统计特征等进行失效预测，预测准确率可达 75%；同时对判定为亚健康状态的光模块主动实施优雅隔离，支持光模块更换清洗等操作业务不中断，有效降低了光模块故障对训练任务的影响。

智能硬盘预测：硬盘作为存储数据的核心介质，是存储系统中的关键组件。硬盘的平均年故障率（以 4 年为统计周期）约为：HDD 在 1.4% 至 2.3% 之间，SSD 在 0.8% 至 1% 之间。随着在网硬盘数量的规模增加，故障率还会随使用时间延长而逐步上升。据统计，硬盘故障在存储系统硬件故障中的占比超过 60%。尽管单盘故障通常不会直接造成数据丢失，但会引起存储 I/O 性能下降，因此硬盘故障预测也成为系统运维中的 TOP 问题。华为 iMaster DME 通过构建存储域故障智能体（Agent），构建硬盘失效预测模型，通过 Transformer 时序算法基于大量现网硬盘故障特征数据集进行持续调优，对硬盘故障进行智能预测，准确率可达 95% 以上，有效防范潜在硬盘故障的发生。

场景二：算网存故障处理

故障处理解决方案围绕故障全生命周期构建端到端闭环能力，构建故障智能体（Agent）具备算网存跨域故障的智能感知、协同诊断以及故障隔离与自闭环等能力，做到无人干预业务自愈，提升故障处理效率，简化运维人员日常操作、降低运维难度，有效降低 MTTR。具体能力包括：

- **跨域故障主动感知：**故障感知的滞后性会显著影响故障的恢复效率。依托故障 Agent 能力，通过对多维海量运维数据及业务端到端信息流进行主动协同分析，匹配典型故障特征，对系统发生故障做到分钟级主动感知与及时预警响应。
- **跨域故障实时诊断：**跨域故障通常涉及冗长的链路和复杂的依赖关系。面向算、网、存全域，基于先进的故障诊断技术（如海量日志分析、分钟级网络流量分析、存储故障和性能分析等），构建算、网、存多域智能体进行故障协同时诊断，精准定位故障点并确定根因。

• **故障快速恢复闭环**：基于多智能体联合诊断与决策，联动智能原生设备和业务平台，实现单域故障自愈，跨域故障协同闭环。确保在故障发生且根因明确后，能够快速执行故障隔离、复位、重启等修复操作，迅速恢复系统正常运行，最大限度减少业务中断时间。

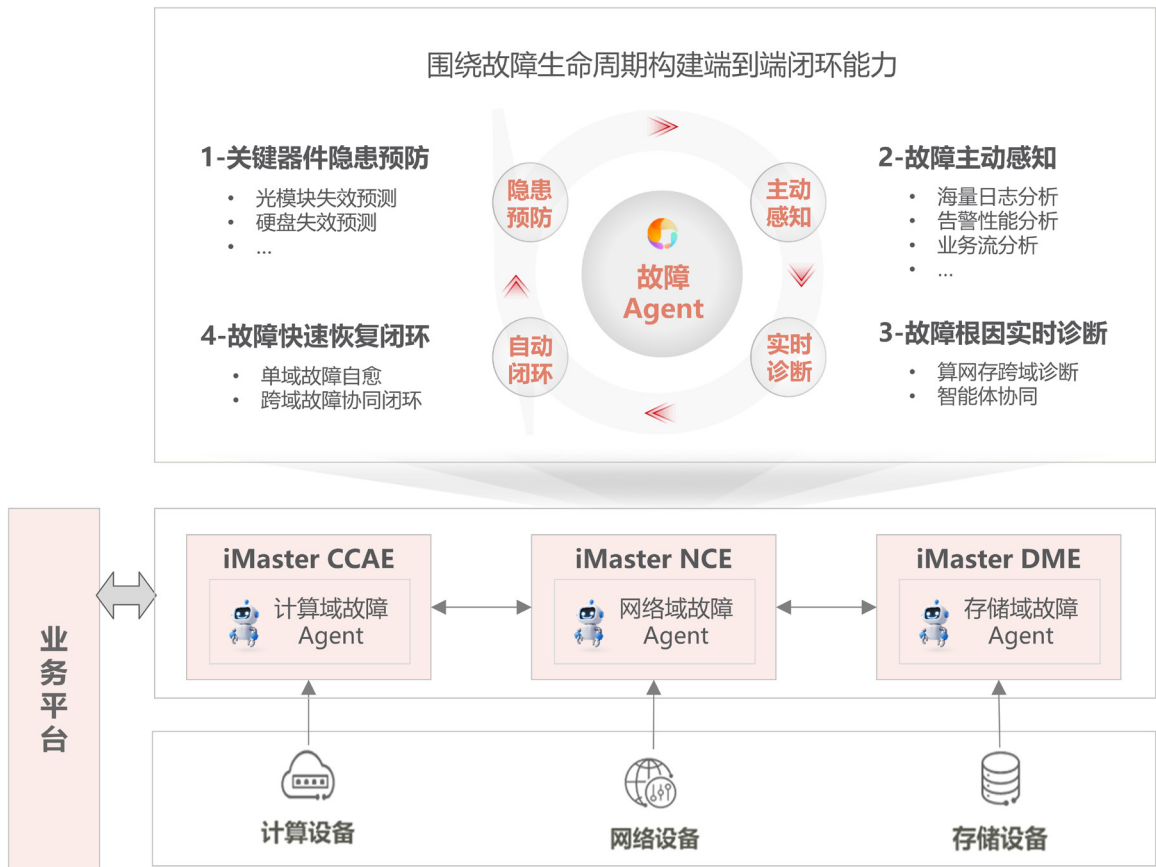


图 3-3：Agentic AI 运维故障闭环系统

华为 iMaster 运维产品系列充分发挥自身产品优势，通过构建多域协同的故障智能体，围绕故障全生命周期实现了故障自感知、自诊断与自闭环。首先，构建单域故障 Agent，聚焦算网存单域范围内的故障预测、感知和闭环。基于 LogGPT 日志大模型，对海量日志进行全面感知与分析，快速识别关键异常日志，感知故障发生；再融合日志、告警、Issue 事件及专家知识等多源数据辅助诊断，实现对未知故障的精准分析与定位；此外，结合实际故障案例，构建故障思维链和故障树自生成能力，快速建立和更新故障知识库，进一步提升诊断精度；最后，面对跨域故障诊断和闭环场景，协同多领域智能体群体协作，形成综合决策能力，并生成下发处置流程，最终实现故障的自动隔离与闭环修复。

方案价值

通过智能体技术，对海量器件的运行隐患实时预测，对已发生故障进行端到端闭环处置，不仅延长了集群的平均无故障时间（MTBF），也缩短了平均故障修复时间（MTTR），极大的提升了故障处理效率。Agentic AI 运维技术为数据中心的高可用提供了坚实的技术保障，真正赋能数据中心实现运行“0”隐患、业务“0”中断，隐患自优化、故障自闭环，实现数据中心无人 / 少人化运维。

3.1.2.2 驱动 DC 全栈联动协同调优，使能数据中心极优体验

数据中心包含机房、环境、基础设施硬件、软件平台以及安全等诸多子系统，这些系统并非孤立运行，而是相互关联、高效协同的有机整体。任何一个环节的性能劣化或失效都可能影响整个数据中心业务的波动甚至中断，导致数据中心无法持续处于最佳运行状态，不能发挥极致算效。同时，随着数据中心规模的扩大，其能耗也在急剧上升，数据中心面临绿色低碳可持续发展的压力。基于 Agentic AI 运维技术，驱动数据中心全栈资源联动协同调优，在保证发挥极致算效的基础上，实现全局 PUE 动态最优，使能数据中心极优体验。

极优体验需要同时兼顾极致算效和极致能效：一方面驱动算网存等基础设施及业务平台协同工作，自动识别系统性能劣化和瓶颈点并主动调优，使数据中心持续处于最佳运行状态，充分发挥算力，提供极致算效；另一方面系统级挖掘数据中心节能减排潜力，实现数据中心全局 PUE 最优，提供极致能效。

场景一：算网存多维协同调优

多维协同调优解决方案以系统整体运行最优为目标，协同算网存等多领域智能原生基础设施、业务平台及 Agentic AI 运维系统，主动识别系统中各类隐性劣化与瓶颈点，综合运用算网调优、算存调优、网存调优、软硬协同调优等多种方式，结合 Auto Tuning 主动参

数寻优、NSLB（全局负载均衡）、专家负载均衡、PD 节点动态分配等关键技术，依托智能体自主执行能力，实现端到端的系统调优闭环，充分释放算力，使能业务体验最佳。

算网协同提升训练效率：AI 算力网络的吞吐直接影响模型的训练效率，成为提升训练效率的关键。传统 Hash 算法无法根据实际业务负载动态调整流量路径，导致网络运力无法充分利用，进而制约 AI 训练性能。华为 iMaster NCE 构建网络智能体（Agent），并基于独创的 NSLB（Network Scale Load Balance）负载均衡技术，实现计算和网络的深度协同，支持计算和网络交互训练任务信息，网络路由亲和训练负载。基于全域通信信息，通过独家算法动态计算最优流量转发路径，并下发配置到交换机，实现整网流量均衡，网络吞吐率达到 95% 以上，显著提升训练效率。

软硬协同优化推理性能：大模型推理场景下，推理服务的性能往往受多重因素影响，服务的请求时延和吞吐等关键指标的劣化直接影响最终业务体验。华为 iMaster CCAE 构建优化智能体（Agent），面向大规模专家并行推理场景，实时守护推理集群核心成效指标，基于推理时延、吞吐量以及资源性能指标，综合感知推理服务性能，在性能劣化时主动进行调优。通过联合训推平台，基于请求任务的负载特征变化，自动进行 BatchSize 动态寻优、PD（Prefill/Decode）节点资源分配动态调整、专家均衡动态调优等优化操作，避免 PD 任务瓶颈导致的性能下降，实现吞吐量、延迟及资源的最佳平衡。



图 3-4：数据中心全栈协同调优

场景二：全局 PUE 调优

全局 PUE 智能调优解决方案，面向数据中心极致能效场景，系统级挖掘节能潜力，通过 AI 联动 L0 ~ L3 层全栈资源动态调优，进而降低能耗。AI 调优智能体采集 L0 ~ L1 层环境参数（包括温湿度、制冷设备、供电设备等）、L2 层基础设施参数（包括 IT 设备运行状态、电源模式、实时功率等）、L3 层平台参数（业务负载、任务状态等），通过构建能耗优化模型实时预测最佳工作参数，并下发调优策略，实时调整冷却塔、水泵、CDU（Coolant Distribution Unit，冷液分配装置）等输出状态，调整 IT 设备的电源工作模式等参数，实现数据中心综合能耗最优。

智能能耗管理：调优智能体与数据中心 IT 系统、供电、制冷等系统结合能显著优化数据中心能耗，降低 PUE。智能体可基于历史数据和实时数据，预测不同负载、不同室外天气条件下的最佳 PUE 值，并推荐调整运行参数；可学习机房内热负载的分布和变化规律，自动调整制冷系统的运行策略（如冷水温度、风量风速），确保在需要的地方提供恰好的冷量，避免过度制冷；可预测未来的业务负载，并智能地将任务进行调度整合，将闲置 IT 设备置于低功耗模式或关机，实现动态节能。

方案价值

数据中心是一个虽然高度复杂却可被精细化管控和调优的系统。借助 Agentic AI 智能运维，使能数据中心极优体验：既保障最佳的业务体验，又达成资源的最优配置与极致的能效表现。在 Agentic AI 的驱动下，数据中心有望真正实现业务“0”卡顿，全天候绿色低碳运行，全局 PUE 趋近于 1.0x，数据中心真正步入绿色低碳可持续发展阶段。

3.1.2.3 赋能企业精细化资源配置，最大化数据价值，使能数据中心极简运营

激增的算力需求在推动计算密度与电力供应规模不断扩大的同时，也显著推高了数据中心的运营成本。数据中心算力规模大，却普遍存在资源利用率偏低的问题，大量基础设施资源闲置，造成企业投入资金的浪费。

同时，全球数据中心迎来数据爆发式增长，到 2030 年将进入数据 YB 时代。企业面临海量数据治理、跨界数据共享、多领域数据汇聚、隐私保护和交易化等众多数据运营难题。此外，层出不穷的网络攻击与日益严格的数据隐私法规（如 GDPR、数据安全法）也进一步加剧了数据运营过程中的安全与合规风险。未来数据中心的**核心资产是算力和数据**。数据中心运营人员需要借助 Agentic AI 能力突破传统运营技能瓶颈，做好算力和数据的高效运营，全面提升数据中心运营韧性和释放数据价值。

做好基础设施算力和数据的高效运营需要考虑：一是精细化资源管理与分配，提升资源利用率。要从传统粗放式资源管理转向为各类应用提供更精细更高效的算力供给，全面提升数据中心资源利用率，支撑企业管好、用好算力，支撑业务决策。二是智能数据管理，最大化数据价值。要从传统数据孤岛到实现大规模数据的跨域安全可信流通、全局可视可管，突破人工处理瓶颈，深度挖掘数据价值，使能数据高效安全运营。

场景一：资源利用率提升

基于 Agentic AI 能力，从全局资源监控可视和动态灵活调度两个方面入手，有效帮助企业进行精细化资源运营，实现算力资源高效利用。

全局资源监控可视：企业运营人员面临的首要问题是无法有效掌握全局资源的使用情况，缺乏资源的总量、分配、使用、空闲等直观有效的运营数据，缺失资源数据与业务应用的有效对应，人工统计费时费力；同时，对资源的有效使用没有统一的评估标准，缺乏体系化的度量指标，难以支撑运营决策。通过引入智能体（Agent）技术，自动从不同系统收集汇聚 xPU、内存、存储 I/O、网络 I/O、设备、资源池、业务应用等各项运营指标数据，实现从基础设施到业务应用的全景可观测性，“看清家底”。然后基于汇聚数据进行多维度深度建模分析，如资源配置过低/过载分析、资源分配溯源分析、业务预测与资源规划等等，基于分析结果自动生成可视化的运营报告，给出运营优化建议，支撑运营人员找到“优化点”。

动态灵活的资源调度：基于智能体对全局资源的监控

可视和多维分析，与任务调度平台协作，根据负载情况，动态横向伸缩应用实例数量或纵向伸缩单个实例的资源配置，满足资源与业务的最佳匹配；采用智能调度算法，实现资源的时分复用，按需将资源分配到合适的业务节点，实现极致弹性，从而提高整体资源利用率。

华为 iMaster CCAE 产品，通过构建优化智能体（Agent），面向智算中心训推场景实现资源的全局可视和利用率提升。通过构建运维运营黄金指标体系，

建立从业务、作业 / 服务、平台、硬件的端到端 AI 全栈资源评估体系，面向基础设施运维人员、AI 平台运营人员、模型开发人员以及应用开发人员等关键角色，提供系统化的算力运行水平度量与评估标准。通过提供统一运营看板，从部件、设备、集群、推理服务实例等多个维度实现资源和业务指标实时可视。通过优化智能体与训推平台之间的相互协作，实时感知训推业务潮汐特征，灵活切换训推资源，将白天用于推理的资源在晚上切换到微调训练，将闲置的训练算力切换到推理服务等，实现资源高效利用。

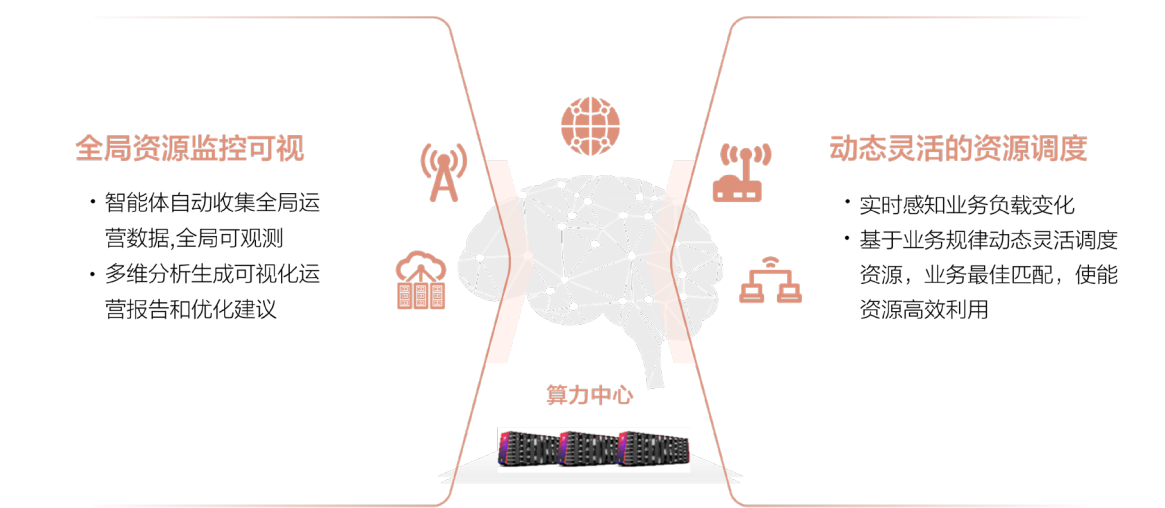


图 3-5：全局资源监控可视和动态灵活调度

场景二：智能数据管理

Agentic AI 技术应用于数据治理全流程，提供高效的数据管理能力。首先，针对于海量、异构数据源的数据产生及处理，进行统一元数据管理，提供统一数据目录和全局数据视图，消除数据孤岛；然后对基础数据进行元数据增强，多维分析潜在数据特征和数据规律，分类分级，提升数据质量，优化存储成本，为数据分析和风险评估等业务奠定基础；同时，助力实现可信、精准的数据跨域共享和流通，同时严格保护隐私和数据安全，实现数据“可用不可见”。最后，基于全域数据进行深度分析和预测，发现更多、更复杂的规律，最大化数据价值，支撑业务成功。

海量数据优化治理：AI 时代全网数据量急剧增长，90% 的闲置归档数据被激活。数据质量是众多数据密集型计算的关键保障，需要海量数据治理能力。基于

数据智能体（Data Agents），围绕数据全生命周期使能数据价值。基于智能体，可自动生成数据描述和数据画像、自动对数据分类分级、自动识别数据相似性和相关性等，对元数据进行增强生成，支撑数据管理业务功能；可对数据质量进行优化，识别安全隐私数据主动进行数据保护；可对热温冷数据进行识别和分级存储，有效降低数据存储成本；可对重复冗余数据或过期数据进行主动识别和清理，优化存储空间等。

方案价值

Agentic AI 技术赋能企业高效运营核心资产，通过精细化资源管理提高算力资源利用率，避免资源闲置，提升投资收益；通过智能数据管理实现全局数据可视可管，数据价值得以充分发挥，从而使企业能够在复杂多变的业务环境中保持敏捷性和灵活性，更好地应对未来的挑战。

■ 3.2 智慧园区

园区是城市的基本单元，是人类生产生活的主要场所，是企业创新与运营的核心载体，其稳定、敏捷、智能的 ICT 基础设施是保障高效生产、无缝办公与卓越服务的基石。随着各行各业园区业务的不断发展，园区网络的运维也面临更大的挑战：

教育行业

现代教育正在经历前所未有的变革，传统课堂模式正在被智慧教室、在线教学、VR 沉浸式课堂等先进教学方式所取代。校园网络的稳定性和实时性将直接影响教学的质量和体验。随着物联网技术的发展，建设智慧数字校园成为趋势，越来越多的智能物联网设备正在接入网络，门禁、照明、空调、温控等设施，通过网络进行智能化管理和控制，一旦网络不稳定，学校的整体运转都会受到极大的影响。

同时，学校也是一个大型的能源消耗场所。众多的教室、实验室等空间，每天都在消耗大量的电能。尤其是网络设备、空调和灯光，往往在无人使用的情况下仍然持续运行，造成了极大的能源浪费，也给学校带来了高额的运营成本。传统的能源管理方式需要人工巡查各个教室，不仅耗时耗力，而且容易出现疏漏。为了建设绿色校园，降低运营成本，学校迫切需要一套智能的节能方案。

随着高校教育和学生生活需求的不断变化，大学宿舍的业务需求也呈现出多样化和智能化的发展趋势。现代大学宿舍不仅仅是提供住宿的场所，更成为学生学习、娱乐和社交的综合空间。学生在宿舍内进行在线学习、远程课堂、视频会议等教学活动，同时也需要稳定的网络环境来支持流媒体观看、游戏娱乐和社交应用的使用。接入宿舍网络的终端数量、网络的流量都呈现巨大的增长趋势，学生对宿舍的网络质量的要求也越来越高。

医疗行业

2024 年中国医院普通门急诊就诊人次超 23.8 亿，住院人次超 2.0 亿，手术台次超 8000 万。面对巨大的医疗服务需求，提升门诊服务效率、病区管理效率、保障患者就诊体验成为当务之急，加速医院智慧化建设迫在眉睫。典型的医疗园区网包含门诊、病房和手术

室等场景。

门诊是医院服务的窗口，是患者到医院的第一站，门诊服务的优劣直接影响医院的形象。2024 年，中国门急诊就诊超 23.8 亿人次，但全国医生和护士数量不到 1000 万，极低的医患比使得门诊就医：挂号时间长、缴费时间长、等待时间长，看医时间短的“三长一短”的问题长期存在。为了改善“三长一短”的问题，提升患者门诊体验，构建一张高品质的智慧门诊网络是必备条件。更多的智能设备需要被引入，智能导诊、智能分诊、智能问诊、智能采血、智能发药、自助挂号缴费等等，都依赖大量的智能终端和物联网设备来实现。门诊网络的重要性不断攀升，保障门诊业务不中断，是门诊网络运维的核心目标。

2024 年，中国 500 张床位以上医院人床比为 1.2~1.5，而美国梅奥诊所人床比为 28.2，二者相差接近二十倍。极低的人床比导致医护人员工作繁重，患者的就医体验也很难得到保证。建设智慧病房，减轻医护人员工作压力，提升医护人员工作效率十分重要。在病房，主要业务包括医生查房、护士作业、患者服务等。目前查房主要使用无线 PDA 设备，完成患者病历查看，记录患者诊疗数据以及下达医嘱，但是由于医生查房时需要在不同病房穿梭，PDA 跨 AP 漫游可能会发生丢包，从而导致 PDA 反复登陆，严重影响医生查房效率。漫游不掉线，零漫游成为查房的刚需。护士作业越来越多地依赖数字化设备，腕带扫描、输液袋扫描、可视对讲呼叫等，都依赖无线网络的稳定性。通过智能床旁终端，患者能够实时呼叫，与护士工作站联动，避免护士在病房间来回穿梭，提升互动效率。能够实时查询住院费用，主动获取医疗服务信息，提升住院的便利性和体验感。这些服务，也都依赖病房网络的稳定性。病房网络的运维也变得越来越复杂。

金融行业

银行正加速向智能化、以客户为中心的全面升级。银

行广泛部署视频会议、智能客服和企业协同平台，实现总部与分支机构间的实时沟通与高效决策。智能终端、远程柜员、无感排队与线上线下一体化服务正成为标配，为客户带来更便捷、高效、个性化的服务体验。保障业务系统的稳定运行、海量终端的高密接入、远程视频与数据流的低时延传输，以及安全隔离，是金融园区网络的核心要求。典型的金融园区网包含智慧办公和智慧网点场景。

随着远程办公和移动设备的广泛应用，金融行业 IT 终端的数量和种类快速增长，随之而来的是管理的复杂度的提升，终端私接和仿冒时有发生，给银行业务带来了安全风险。随着疫情后混合办公模式的常态化，以及全球化运营的推进，视频会议成为金融行业跨区域沟通的核心工具。视频会议、云桌面和协同办公等核心工具的体验，直接影响了员工的工作效率。保障关键应用的确定性体验，保障有线无线网络立体安全，是办公网络运维的核心目标。

银行网点正加速从传统服务窗口向智能化、数字化、自助化的综合服务平台演进。智能客服、智能柜员机（VTM）、智能迎宾机器人的引入，提供了高效自助服务接口，减少客户等待时间，提升了客户的体验。银行网点的网络的要求也随着网点业务的不断发展，而变得越来越重要。网络的运维从过去保障网点在线，逐步演进到用户体验的保障。同时银行网点分散，一旦发生故障，上站耗时耗力，故障修复的时间难以得到保障。如何保障网点业务体验，故障修复少上站或不上站，是银行网点网络运维面临的挑战。

为了应对未来各行各业在园区网络的运维上面面临的挑战，华为依托长期依赖在园区网络的深厚积累，推出了智慧园区两大解决方案：AEI@Campus 大中型园区解决方案 和 AEI@Campus 分支小型园区解决方案。

零售行业

零售行业的数字化转型与全渠道战略的深度融合，正在从根本上重塑其网络运维的格局与要求。智慧门店通过物联网设备、人工智能、大数据分析与自动化技术的系统集成，构建了“人、货、场”全要素实时智能互联的复杂生态。这一变革在为消费者带来无缝化、个性化体验并提升运营效率的同时，也为背后的网络基础设施运维带来了多维度的全新挑战。

传统零售网络多以 POS 终端和监控设备为主，结构相对简单。而数字化门店环境中，接入设备呈指数级增长——智能货架、电子价签、AI 摄像头、移动支付终端、VR 试衣镜等大量物联网终端接入网络。海量终端的纳管和监控，以及故障的排查和修复，极大地增加了运维的工作量。

大量物联网设备接入扩大了网络攻击面，且设备类型繁杂、安全能力弱，极易成为攻击跳板。同时，支付数据、顾客人脸信息、行为轨迹等敏感数据在网络中传输，对安全合规性要求极高。运维团队需构建端到端的安全架构，实现终端准入控制、网络安全防护、数据隐私保护、异常行为监测等。

市场竞争白热化要求新门店能快速开业，业务上线周期被极度压缩。网络运维需支持“门店即插即用”，通过高度标准化与自动化实现远程零接触部署。传统逐店人工配置的方式已无法满足敏捷性要求，运维团队必须构建可复制、可批量交付的网络架构与自动化流程，以支撑业务的快速扩张与迭代。

3.2.1 AEI@Campus 大中型园区解决方案

在大中型园区中，由于网络规模较大、设备数量较多，且出于数据安全、性能保障、合规要求和成本等多方面因素的考虑，运维系统通常采用本地部署的模式。华为 AEI@Campus 大中型园区解决方案以华为本地部署的系统为核心，包括 iMaster NCE-Campus、iMaster NeoSight、HisecInsight、eCampusCore 等产品组成的园区网络智能体、园区安全智能体、园区 IoT 智能体。整体解决方案分为三层：

- **智能基础设施层：**智能基础设施具备原生智能的能力，能够与智能体协同，实现单领域内的智能闭环；
- **Agentic AI 运维系统层：**智能体是整个运维体系的核心，单个智能体能够与智能基础设施协同实现域内自智，同时智能体之间、智能体与上层系统形成协同，形成群体智能；
- **园区智能业务层：**由园区数字平台（eCampusCore）作为业务使能平台，使能园区业务智能化；



图 3-6：华为 AEI@Campus 大中型园区解决方案

3.2.2 AEI@Campus 分支小型园区解决方案

分支中小园区，每个园区的网络规模较小，例如：连锁咖啡店、连锁小型超市、连锁快餐门店等，园区内的设备数量较少，也基本无本地运维人员。通常这些园区内的业务通过广域网络与总部互联，非常适合云管理模式。

AEI@Campus 分支小型园区解决方案，以华为 iMasterCloud 智能云管平台为核心，融合华为在数据通信、数据存储、政企光网络、智能终端等领域的深厚积累，打造了“一站式组合方案、一站式作业平台、一站式智能加持”解决方案，使能企业数智化转型。



图 3-7：华为 AEI@Campus 分支小型园区解决方案

3.2.3 AEI@Campus 运维价值场景

各行各业在园区网络运维面临的挑战，可以总结为三个方面，即园区网络运维需要朝着极优体验、极高可用、极简运营三个方向持续演进。



图 3-8：华为 AEI@Campus 运维价值场景

华为在智慧园区推出的两大解决方案的核心在于引入 Agentic AI，构建具备自主感知、分析、决策与行动能力的企业 ICT 基础设施智能运维中枢。通过 Agentic AI 技术的运用，园区运维将被动响应变为主动预防，在用户无感中闭环问题，实现极高可靠；将复杂的运营

活动交给智能体，释放人力聚焦创新，实现极简运营；并精准洞察与优化业务体验，保障生产、办公、服务网络的流畅运行，实现极优体验。这不仅是技术的革新，更是华为对智慧园区未来运维模式的实践，旨在携手客户共同开启运维新范式。

3.2.3.1 构建 AI 网络优化能力，使能园区极优体验

园区是人们生活与工作的主要场所，智慧教育、智慧医疗等各行业都在致力于为园区用户提供极致的体验，园区运维也需要为构建园区用户的极致体验提供强有力的支撑。

价值场景一：用户体验保障

VIP 用户体验保障

对于以提供服务为主的园区来说，服务好 VIP 客户，提升 VIP 客户的体验，能够为企业创造更大的价值。以智慧场馆为例，在传统的方案中，场馆活动期间的通信保障主要依靠电信运营商。例如：演唱会或者大型赛事期间，电信运营商通常会在场馆周围或内部部署应急通信车，来保障活动期间全体用户的通信质量。但是，仍然没有办法避免当业务流量突发时，VIP 用户能够顺畅地使用网络。例如：在球赛的精彩瞬间，大量的用户会拍摄照片、视频来记录，并在好友之间进行传播，这个时候带宽将会被迅速占用。这时，势必会影响 VIP 用户的用网体验。华为园区数字平台和园区网络智能体（iMaster-NCE）联合提供了 VIP 体验保障的解决方案。园区数字平台通过与票务系统的联动，获取 VIP 信息，并将 VIP 信息下发给网络罗智能体。网络智能体在赛事开始时，将 VIP 保障策略下发到网络设备中，为 VIP 提供高优先级的网络通道，并实时监测 VIP 的用户体验，及时发现导致 VIP 体验受损的事件并进行处置，保障 VIP 用户的用网体验。

AI WiFi 网络漫游

传统的 WiFi 无线漫游主要由终端进行判断和决策，当 WiFi 网络信号较弱时，终端会将无线连接切换到信号更好的 AP 上。但是，不同终端的漫游行为是不一样的，漫游切换的时机选择的好坏，决定了漫游时用户的业务是否会受损。我们常常会发现，在漫游时，语音、视频等业务会发生卡顿，这和漫游切换过晚、漫游后 AP 选择不恰当有极大的关系。华为园区网络智能体，提供了 AI 漫游的能力，能够基于海量的漫游行为数据，学习不同终端款型的漫游行为，为每类终端的漫游行

为进行画像，针对不同的终端使用不同的漫游引导策略，并基于强化学习算法不断调优，真正做到提升漫游的成功率，降低漫游期间的丢包，减少业务中断。

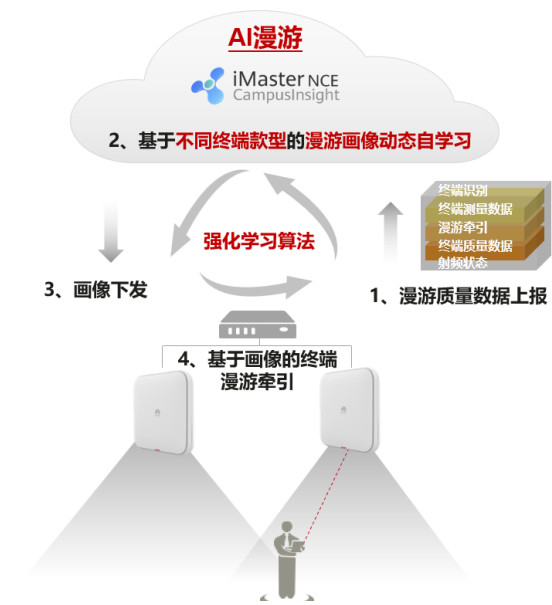


图 3-9：AI WiFi 网络漫游方案

AI WiFi 网络调优

WiFi 网络的问题，大部分和网络覆盖没有调优好有关系。而 WiFi 网络的调优是一件需要专业知识、专业工具，进行反复实验和调整才能完成的工作。目前业界通用的基于 AP 部署密度进行调优的方案，仅根据 AP 部署的位置进行调优，导致调优后网络仍然会存在覆盖问题。

问题场景一：未充分考虑到每个 AP 长期的网络使用规律，导致业务负载较高的 AP 被调整到了相同的信道，当业务负载上来后，两个 AP 相互严重干扰，用户上网被严重影响。

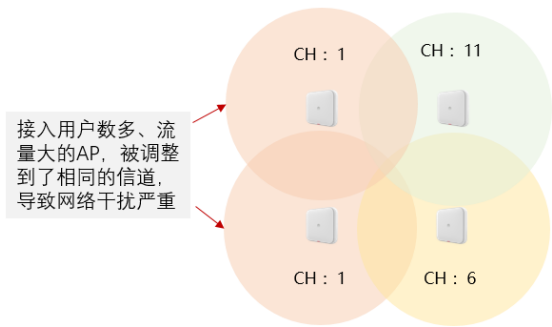


图 3-10：网络干扰问题场景

问题场景二：WiFi 频宽是一个关键的指标参数，高频宽通常意味着更快的上网速度，但是同时也意味着与周边 AP 形成更严重的干扰。在传统场景中，频宽常常统一设置为相同的固定值。然而，由于 AP 的部署通常对建筑结构有一定要求，所以 AP 的部署并不是均匀的，有的地方 AP 部署密度高，有的地方 AP 部署密度低一些。如果当密度低的区域恰巧属于业务量大的区域时，大量用户共享带宽，导致每个用户的上网速度都受到影响。

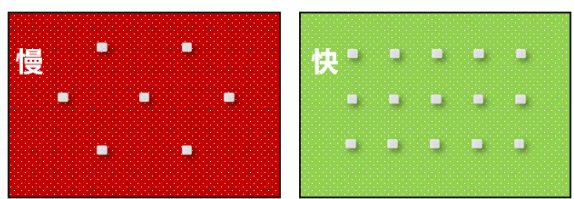


图 3-11：网络频宽分布问题场景

问题场景三：WiFi 的功率大小，决定着 AP 信号覆盖的范围的大小。但是，如果功率过大，虽然 AP 的覆盖范围更大了，但是 AP 间信号覆盖的重叠区域也变大了，这使得 AP 间的干扰区域变大了。所以，在传统场景中，WiFi 的功率的设置将会设置成一个统一的固定值。然而，室内的场景是非常复杂的。首先室内层高并不是一成不变，办公楼大厅、商场中庭等场景 AP 通常安装位置很高。其次，室内通常会有很多不规则的障碍物，这会导致某个方向的信号被严重遮挡。这些特殊场景，通常需要根据实际情况，手工做一些调整。但是，这种调整的工作量巨大，一旦调整不到位，这些特殊区域的用户上网体验将很难得到保证。

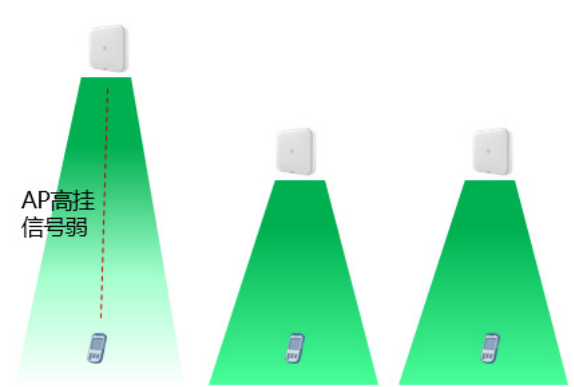


图 3-12：网络信号覆盖问题场景

华为园区网络智能体，提供了基于 AI 的 WiFi 网络调优能力。园区网络智能体运用数字孪生技术，实时感知网络中真实的终端信号强度数据，识别弱覆盖、高干扰等多种网络覆盖问题。同时，结合网络的用量等数据，为每个 AP 制定合理的功率、信道、频宽等参数数据。并运用强化学习技术，不断进行调整优化，始终保持园区内 WiFi 信号最佳。

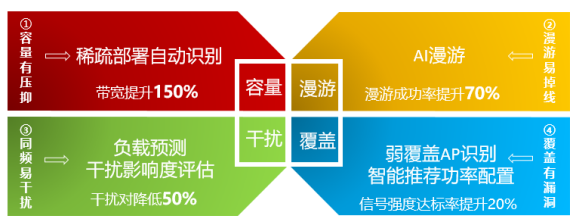


图 3-13：AI WiFi 网络调优

3.2.3.2 构建故障智感自愈、立体安全防护能力，使能园区极高可用

价值场景一：故障智感自愈

园区网络的架构正日趋复杂，园区设备从传统的有线设备为主，演进到了以无线接入为核心，并深度融合了种类繁多的物联网（IoT）终端，这一演变对运维团队提出了更高要求，处理故障也需要运维人员具备广博的跨领域知识。华为园区网络智能体，提供故障 Copilot 和故障 Agent，帮助运维人员更方便地完成故障的处理，保障园区业务实现 0 中断。

故障 Copilot 辅助处理用户报障

园区内总是会发生用户的报障，例如：WiFi 连不上、用户无法上网、门禁刷不开、会议卡顿等等，传统纯人工处理报障效率较低，需要运维人员结合各种工具获取数据进行综合分析、逐步排查，当多个用户同时报障时，故障很难得到及时解决，容易引起用户的投诉。故障 Copilot 能够辅助运维人员实现高效的报障处理，运维人员只需将故障现象描述输入到故障 Copilot 中，故障 Copilot 将自动代替运维人员调用各种工具，最终给出故障根因和处理建议。让报障处理的时间从若干小时降低到分钟级别。

故障 Agent 实现故障感知、故障定位、业务恢复

当园区网络的规模越来越大，运维工作将变得越来越繁重。以某高校为例，全网一共 2 万个 AP，学生和老师每周产生数十个无线网络报障，故障闭环时长通常 1-4 天，且大量的故障需要依赖上门复现才能定位。园区网络智能体，可以提供故障 Agent 能力，内置了华为几十年的故障处理经验，通过数字孪生技术，园区网络智能体能够实时感知网络的状态，实时发现网络中的异常，随即自动分析网络异常原因，自动决策故障修复方案，保障园区业务。

价值场景二：立体安全防护

在园区场景下，全域立体安全防护旨在打造一个动态、智能的综合防护体系。它以园区安全智能体为核心，整合各类安全能力，对园区全域（涵盖物理与虚拟资产、用户、业务流、数据及应用）实施闭环防护，切实保障业务连续性与数据安全。

接入安全

接入安全，即要确保只有合法合规的终端才允许接入园区网络，并根据身份和合规状态分配不同网络权限。这就要求网络智能体、安全智能体之间紧密配合。网络智能体能够根据网络侧终端识别能力，通过协议报文的摘要字段对终端特征进行分析提炼，识别出终端

的类型、型号、厂商等信息。终端识别的方法主要包括被动指纹采集、主动扫描和人工智能聚类。安全智能体能够根据终端 EDR 采集数据、网络智能体的终端识别数据进行综合分析，判断终端是否具有安全威胁，并与网络智能体联动，阻断风险终端的接入。

网络安全

华为提供了三层网安融合架构，打造融合安全解决方案。智能网元：具备全网风险感知能力，包括私接、仿冒、内网风险感知，具备 6000+ 应用、Top 哑终端的识别；园区网络智能体与安全智能体融合，通过数字孪生技术，实现全网风险实时检测，攻击路径秒级溯源，安全威胁分钟级协同处置；并提供云地协同模式，能够将云端长期积累的专家经验更新到地端，保障地端智能体能够持续应对新的网络安全威胁。

空间安全

园区是人们日常工作生活的主要场所，确保人身安全，防止发生安全事故是园区运营的重要目标。园区网络智能体可以与智能网元紧密配合，通过 Wi-Fi 7、毫米波雷达等技术，实现空间人 / 物感知，可用于人员入侵研判、特殊事件监控，以及室内异常设备检测等场景。同时随着技术成熟和行业深入，未来还会产生越来越多场景化解决方案。



图 3-14：办公、酒店立体安全防护

3.2.3.3 赋能企业精细化管理，使能园区极简运营

在 Agentic AI 时代，园区的运营方式也正在发生着改变。网络不仅仅承担了为园区用户提供数据连接的作用，还能够为园区的运营提供了全域实时感知的能力，组成智慧园区智能决策的“神经中枢”，为园区的智慧化运营带来了革命性的升级。

价值场景一：智慧资产管理

现代企业资产管理已从传统的静态台账，迈向动态化、智能化的新模式。通过园区网络智能体，能够实时感知园区内所有接入的终端资产，为核心资产的精细化管理和空间类共享资源的高效利用提供强大支撑。

通过实时监控 IP 地址分配、终端识别、在线感知等方式，网络智能体能够自动发现、识别接入网络的各类资产（如笔记本电脑、IP 电话、物联网设备），并精准绘制其分布地图。能够为上层资产管理系统提供资产的使用率、资产位置、活跃时间等详细信息，这不仅能够有效杜绝资产流失，提高资产盘点的效率，更能帮助资产管理评估其利用率，为资产采购、报废和调配提供数据依据，避免闲置浪费。

结合 Wi-Fi 通感技术、蓝牙信标等室内定位技术，网络的感知能力从“物”延伸至“人”与“空间”。在共享办公场景中，系统可智能分析会议室、自习室、流动工位的人员实际占用情况。例如，当系统检测到预定时间结束后会议室仍无人状态，可自动释放资源并通知下一批使用者；通过追踪工位占用情况，管理者能优化空间布局与能源控制，实现“按需供给”。

价值场景二：智能绿色节能

园区是一个巨大的能源消耗场所，如何高效、合理地使用能源，以达成零碳园区的目标，是园区运营的重要任务之一。从网络的角度出发，园区网络的节能可以分为两个部分，即网络自身的节能以及通过网络使能整个园区的节能。

网络智能节能

随着园区业务的越来越多，园区内的网络设备也越来越多。某国内高校总计 2 万 +AP，一年电费超过 240 万元。网络自身的能耗管理变得非常迫切。通过对网络使用的分析，大部分的网络使用具有潮汐性，例如：学校在上課期间宿舍的网络使用率极低，但是教学楼的网络使用率很高。食堂的网络仅在就餐时间使用率高。同样，企业办公网络，在工作时间使用率高，在非工作时间利用率较低。华为园区网络智能体，能够长期统计网络的使用规律，对每台设备的使用规律做到精细化管理，识别网络的空闲时间，自动关闭一些 AP 的业务，降低网络的能耗，避免电力的浪费。同时，具备哑终端识别能力，通过全局的分析，在确保哑终端不掉线的情况下，最大程度节约能耗。

网络使能园区节能

网络的数据，对使能整体园区节能也具有非常关键的辅助作用。通过网络通感一体技术，能够实时感知园区内人员存在情况，来辅助实现园区内照明、暖通等设施的智能节能。



图 3-15：酒店、办公智能节能

价值场景三：网络通感一体使能园区智慧运营

医疗康养管理

传统的基于视频的医疗康养监护，具有隐私泄漏的风险。基于 WLAN 通感一体特性，在规避监控目标隐私泄露风险的前提下，能够实现全天候的用户行为模式监控，包括：人员是否存在、跌倒报警、生命体征检测等等。在医院看护、养老看护、婴幼儿看护方面能够发挥巨大作用。



图 3-16：医疗康养管理

智能会议室

在大型企业中，会议室需求量较大，而会议室资源有限，所以通常采用会议预定系统来对会议室资源进行管理和分配。然而，这也导致了会议资源的浪费。会议时间变更、会议提前结束没有及时释放会议室资源常有发生。为了避免会议资源的浪费，需要会议室的管理员进行巡逻，人工处置。同时，会议的准备和服务也依赖人工。会议开始前，需要人工提前到会议现场检查会议设备、会议网络是否正常，提前开启照明和空调，会议结束后需要人工关闭会议大屏、投影、照明和空调。在 Agentic 运维时代，网络智能体能够与会议系统、会议终端管理系统进行联动，在会议前自动对会议室内的终端、网络进行检查，确保会议能够正常召开。能够利用 WiFi 通感一体技术，实时感知会议室内的人员存在情况，实现会议室环境的联动，人来自动开启会议室灯光、窗帘等环境设备以及会议白板、拾音放音等会议音视频设备，提升会议体验。人走自动关闭会议设备，绿色节能。同时，能够提升会议室资源利用率，在感知到会议室内的参会人员离开后，自动释放会议室资源。真正实现会议室管理的无人化，提升企业园区的运营效率。



图 3-17：智能会议室

04 创新案例

4.1 DC 金融通算：某大型国有银行携手华为，打造“1+1+N”多 Agent 智能运维与韧性架构

随着银行业务数字化进程加速，数据中心运维面临三大关键挑战：运维对象复杂度高（多种类、多型号设备并存）、业务连续性要求高（7×24 小时全周期稳定运行）及人工依赖风险高（传统运维效率低、误操作率高）。

AI Agent 凭借环境感知、自主决策及类人交互能力，成为大模型赋能下的新型运维形态。传统单 Agent 系统受限于模型认知边界与跨领域协同能力，难以应对高并发、多模态场景。

为突破上述挑战，某大型国有银行创新构建“1+1+N”多 Agent 智能体系，推动运维模式从“单点智能”向“群体智能”跨越升级，包含：



图 4-1：某大型国有银行 "1+1+N" 多 Agent 智能体系

- 1. 1 个中枢决策层：基于知识图谱 +RAG 的 Agent 任务决策引擎，实现任务动态分配。系统能够动态解析运维需求并分配任务至不同智能体。例如，当存储设备出现异常时，系统可联动计算 Agent 调整负载，并通过知识图谱关联历史故障案例，实现跨域协同决策。
- 2. 1 个核心调度层：基于流程编排的调度引擎，实现任务调度执行与状态同步。包含：流程编排、任务规划、任务调度、状态管理、结果反馈等模块，解决了传统运维中工具孤岛和人工干预过多的问题。

3. N 个场景化智能体：覆盖计算、存储、基础设施等设备运维，形成覆盖全场景的专业化智能体集群。例如存储 Agent，基于华为 DME 存储数据管理平台，Agent 围绕资源查找、数据查询、健康诊断、健康评估及资源关联五大核心场景，构建多维度智能运维能力。基于大模型技术实现排障任务智能规划与 NL2API，构建自然语言交互的智能运维体系，支持存储设备全生命周期的自动化诊断与修复。

典型应用：

1. 存储智能运维助手：从“人操作工具”升级为“AI 指挥工具”，实现存储设备全生命周期的自动化诊断与修复

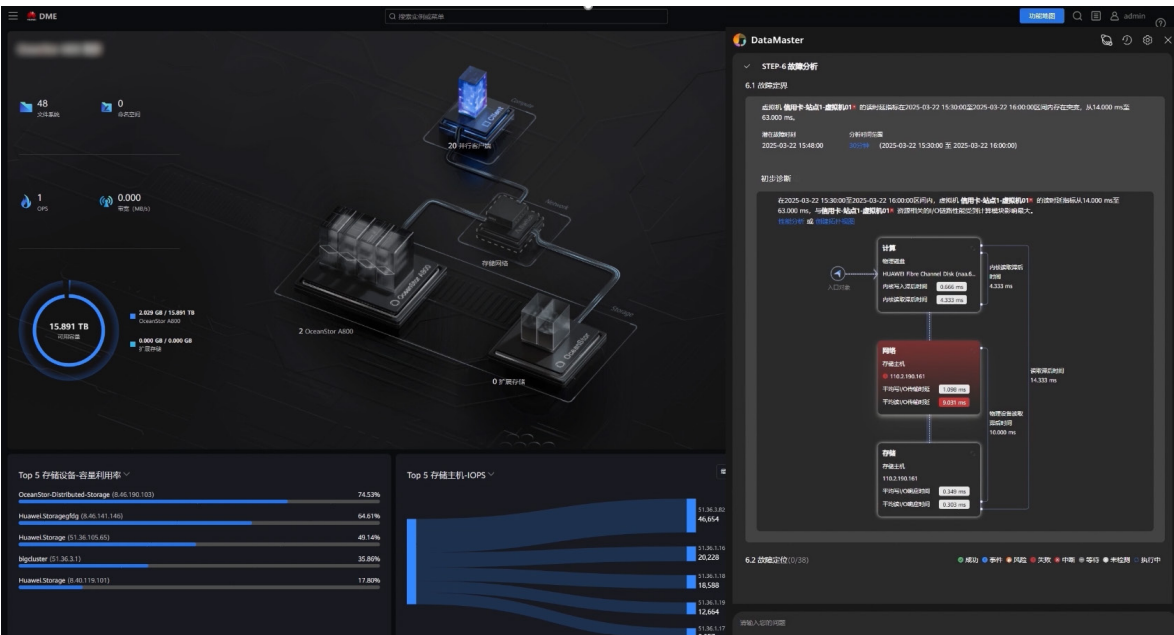


图 4-2：存储智能运维助手

采用 NL2API 技术，降低运维复杂度，基于运维大模型，辅助运维人员高效完成复杂运维操作，实现运维体验从界面式到对话式的转变。利用 RAG 知识引擎

+Prompt 工程，提升模型意图理解准确率，支持单轮问答 90%+，多轮融合 85%+。

2. 设备知识问答助手：构建企业专属的运维知识库，消除大模型幻觉

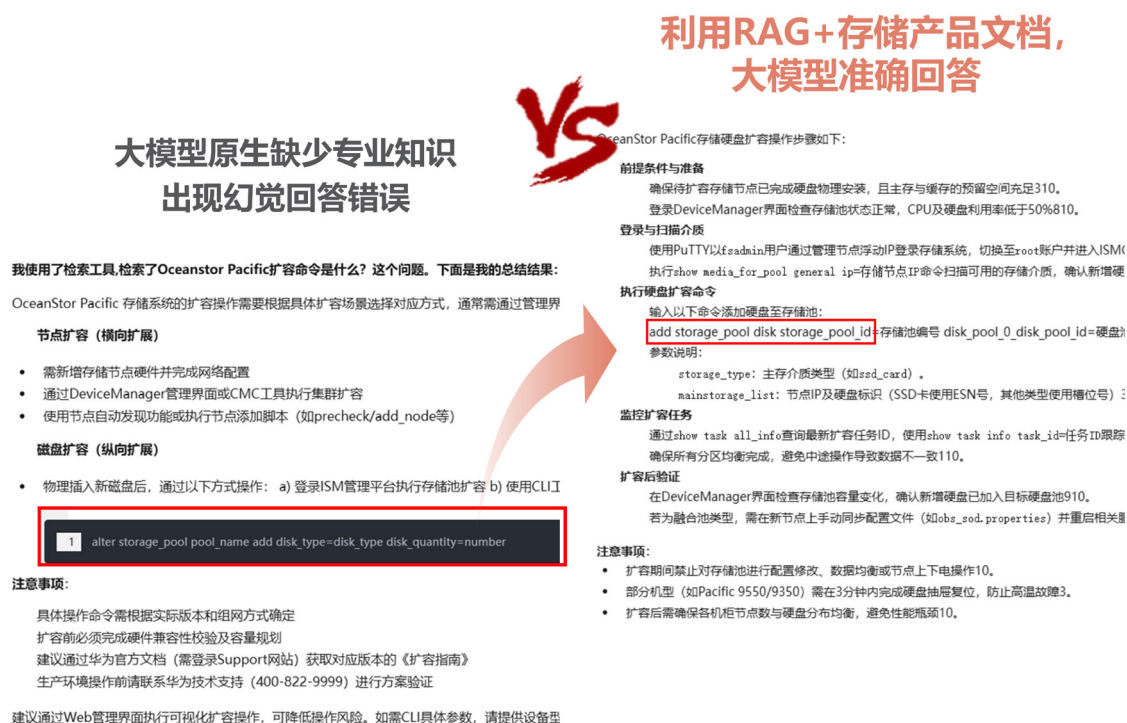


图 4-3: 知识问答助手

通过整合 3000+ 高质量知识专业文档，涵盖产品文档、命令手册、维护指导、故障处理等，支持 PDF、DOC、TXT、HDX、Excel 等多种格式，构建统一知识入口。利用“词频检索 + 向量检索”混合检索机制、可配置化分片策略、系统化调优方法指导，大幅提升复杂场景问答准确率。并且，平台可便捷上传行内私有文档知识，持续丰富行内运维知识库。

总结：通过“大模型 + 多 Agent”，实现某大型国有银行数据中心运维的四大突破：

- a.推动运维模式升级: 从“被动响应”转向“主动预防”, 自然语言交互的智能运维体系, “AI+ 机器视觉 + 数字孪生”沉浸式协同运维模式;

- b. 技术跨代次升级：实现从“单点智能”到“群体智能”的跨越，整合知识图谱、大模型、流程编排等前沿技术，完成“信息孤岛”到“全息数据”的整合；
- c. 领航业务新范式：融合运维场景与大模型 / 智能体技术助力存算网融合智能运维，首创机器人联动巡检机制，7×24h 在线运维；
- d. 降本增效和提升可靠性：释放重复性工作提升人均效能，多模态智能机器人助力机房运维与园区安防，硬件设备全生命周期自动化管理。

- c. 领航业务新范式：融合运维场景与大模型 / 智能体技术助力存算网融合智能运维，首创机器人联动巡检机制，7×24h 在线运维；

- d. 降本增效和提升可靠性：释放重复性工作提升人均效能，多模态智能机器人助力机房运维与园区安防，硬件设备全生命周期自动化管理。

■ 4.2 DC 金融智算：某头部保险公司联合华为打造智能运维样板，加速“保险数字劳动力”落地

随着移动互联网的发展以及大众在支付、消费习惯上的改变，保险的线上业务出现爆发式的增长，对公司服务人力的需求与日俱增，“数字劳动力”应运而生。

“保险数字劳动力”代表了保险行业的未来，传统的保险行业需要营销员来支持大量的运营工作，费时费力。如果能在数字劳动力方面取得突破，将改变保险行业的未来。该保险公司以“保险数字劳动力”作为突破口，积极开展保险领域 AI 大模型的建设应用，引领新质生产力突破。

依托 AI 大模型打造具备服务闭环和领域专家能力的保险数字劳动力，助力保险业成本结构优化。首先，大模型可以提供等效劳动力，承担重复性脑力劳动，拉齐服务标准，更好地服务客户；其次，通过大模型技术和传统数字化技术的结合，能够提升人员服务能力，具备更多复合型专家能力。

在此背景下，该保险公司完成了行业首个支撑千亿级大模型调优的全栈自主创新基础设施建设，当前已部署百卡规模算力，具备向千卡平滑演进的能力。为保障大规模智算集群的高效稳定运行，推进数字劳动力

渗透率持续提升，数据中心的运维工作面临前所未有的挑战。

挑战一：如何保障业务的高可靠性。AI 训练过程服务器负载高，易出错，平均单次训练时长不超过 1 天，如何最大程度延长单次训练时长，减少业务中断时间，保障集群极高可用，传统运维方式已显得力不从心，需要借助智能化的运维能力。

挑战二：如何激发算力效率。AI 训练数据流的数量少，但单个流的流量大，采用传统 Hash 算法容易造成网络负载不均，通常情况下吞吐仅有 50%，网络运力无法充分利用，进而制约 AI 训练效率；同时，训推资源分布不均也进一步导致集群整体算力利用率不高。亟需更加有效的机制全面激发算力效能。

挑战三：如何运维大流量智算网络。AI 训练场景流量大，常规流量采集分析和运维手段失效，网络黑盒，传统网管无法辅助排查故障。

面对以上挑战，该保险公司联合华为打造智算数据中心智能运维解决方案，该方案具有如下亮点：

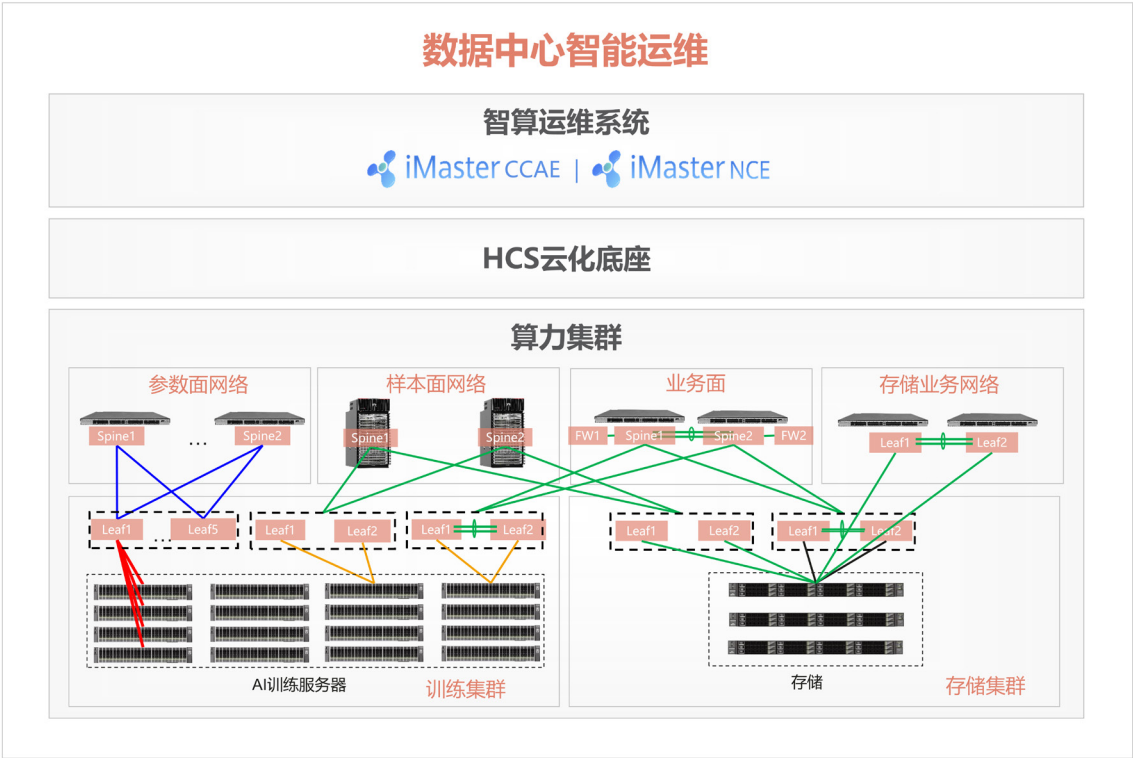


图 4-4：某头部保险公司数据中心智能运维系统

• 高可靠，网络可靠性提升 15 倍

实现光模块通道抗损、光模块脏污、虚插等自动化检测，在光模块单通道故障场景，保障光模块可继续正常使用，使光模块故障率降低到万分之四，可靠性提升了 15 倍。

• 高性能，训练效率提升 10%

支持高密 200GE/400GE 系列交换机组网，并基于业界首创网络级负载均衡 NSLB 算法，针对流数少、流量大的场景，实现整网负载均衡，网络吞吐从 50% 提升至 95%，推动 AI 训练效率提升 10% 以上；同时，借助全栈资源可观测能力，多维指标分析支撑训推资源调度调优，持续提升集群算力利用率。

• 易运维，分钟级故障定界定位

通过 iMaster CCAE 和 iMaster NCE 平台实现算网存全栈一体化管理，跨层跨域运维，缩短故障定位和恢复时间，提升训练效率。支持 5 大维度 65 项全量训前自检，保障集群 100% 健康；训中卡间路径路况逐跳可视，网络故障分钟级定界定位。引入 AI Agent，围绕故障全生命周期端到端构建自闭环能力，覆盖算网存全域。最终实现训前自检、训中保障、Agent 增强，协同作业平台故障快速恢复，极大提升运维效率。

数据中心智能运维解决方案，支撑该保险公司智算数据中心的运维更加智能化，有力支撑了业务极高可用、极优体验、极简运营，为该保险公司日新月异、蓬勃发展的业务打下了坚实的基础。

4.3 园区教育网络：上科大携手华为，打造“AI+ 教育”自智网络，助力运维新体验

在国家“教育新基建”战略引领下，作为“双一流”建设高校的上海科技大学，持续领航智慧校园建设。目前，学校已成功建成覆盖全校的无线网络，支撑随时随地的学习、科研数据的高速传输和线上流程的及时办理。在教室中，学生可通过无线网络高效完成小组分享、课件共享、作业下发、随堂检测等互动教学环节。校园网为学校的教学、科研及管理服务构建了高效稳定的数字基座。

面向未来发展，上科大已将智慧校园建设确立为高等教育数字化转型的核心议题。校园网络的升级不仅是带宽的提升，更是智能化转型，需通过先进算法保障用户体验。为此，上海科技大学携手华为，依托华为网络分析器 iMaster NCE-CampusInsight 和网络智能体 NetMaster，实现了数字化管理、智能化运维与网络自管理，逐步迈向“L4 自智网络”阶段，而人工智能技术的快速发展，将加速这一进程。

校园网从服务型转变成生产型，运维运营压力增大

随着 AI 辅助的教学模式和科研范式的转变，校园网已从服务型网络转变为生产型网络，运维工作面临新的挑战。

- ① 网络规模与场景复杂度加大：设备数量庞大（AP 超万台，交换机逾千台）且部署场景多样，AP 体验优及日常运维难度大。
- ② 终端与业务需求多样：师生的无线终端型号繁杂，需支撑各类业务场景，包括随时随地学习、高密度互动教学、海量科研数据传输等，对网络体验提出了极高要求。
- ③ “潮汐式”漫游挑战突出：师生日常在宿舍、教室、食堂等区域间大范围移动，形成了显著的“潮汐式”Wi-Fi 漫游现象，进一步加剧了网络保障的难度。

网络数字地图 + 网络智能体，驱动网络加速迈向 L4 高阶自智

上海科技大学信息中心秉持“师生体验是衡量网络质量的核心标准”这一理念，携手华为，共同构建了以“网络数字地图+网络智能体”为核心的智能网络中枢——“一图一脑”，从而打造出 AI 赋能的“自动驾驶”式校园网络。



图 4-5：上海科技大学信息中心智能网络中枢

• 网络数字地图，从网络监测到全景分析

上海科技大学通过部署华为网络分析器 iMaster NCE-CampusInsight，推动了网络运维的智能化升级。它基于数字孪生技术构建网络数字地图，融合网络、用户与应用三大维度数据，具备强大的全景可视与分析能力。在时间与空间维度上完整记录学生网络体验，可精准追溯用户连接的 AP 设备、真实信号强度、下载速率及网络时延等关键指标。无论师生何时何地遇到网络问题，该地图均能回溯定位原因，显著提升问题解决的效率，让运维工作从基础设备监测迈入了智能全景分析的阶段。

• 网络智能体，从被动响应到自动优化

网络智能体 NetMaster 彻底颠覆了传统运维模式，其核心“Wi-Fi 优化 Agent”实现了从被动响应到主动优化的跃迁。它是业界首个能自主闭环网络问题的智能 Agent，基于华为 AP 感知下的 200 多个体验指标，能精准感知终端位置、AP 布局、网络体验等，相当于建了一个“高精地图”，再也不用像“盲人摸象式”的去优化网络问题。加上依托 100 多项专利打造的多目标均衡决策算法，能像一个全天在线的网络专家，可以自己决策和优化，80% 以上的无线问题可以无需人

工介入，就能自动修复。

应用实例 1：多媒体教室部署若干台 AP，部分座位出现无线信号弱的情况。虽然尚未影响教学，但智能体已及时感知隐患，并自主计算出每台 AP 的最佳发射功率区间——在提升本教室信号强度的同时，避免了对相邻教室的信号干扰。经此精准调控，信号强度恢复“满格”，速率提升 20% 以上，保障了智慧教学的顺畅进行。

应用实例 2：图书馆部署了数百台 AP，但因建筑结构复杂，导致严重的同频干扰。网络智能体自动感知到该问题，结合网络数字地图的布局信息，清晰构建出所有 AP 的相对位置关系，分析出最优的信道分布方案，并在检测到无人用网时自主执行。优化后，图书馆杜绝了信道冲突问题，用户体验显著提升。

未来，上海科技大学将加速升级至 L4 自智网络，构建更高效的“网络自动驾驶”模式：在此模式下，复杂的优化分析与决策执行均由系统自主完成，即使是硬件类故障，也可以通过系统的分析和决策辅助运维人员处理，更好地支撑智慧校园发展。

■ 4.4 园区制造网络：徐工机械携手华为，构建 NeoSight 智能统一运维

徐工集团位于江苏徐州中国工程机械之都，是中国工程机械产业的奠基者、开创者和引领者。起源于 1943 年创建的华兴铁工厂，1989 年成立国内行业首家集团公司，是江苏徐州市属国有企业。2024 年全球工程机械行业排名第四，国内第一。集团正在迈向高端化、智能化、绿色化、服务化、国际化的五化转型。23 年启动智改数转网联董事长“一号工程”以来，围绕六经六纬战略转型蓝图，徐工数字化战略深入发展，全球数字化中心成为徐工业务数字变革新引擎。

在徐工数字化变革中，基础设施运维面临运维信息割裂、频繁操作耗时、故障排查困难、问题发现被动等关键痛点。

（1）运维信息割裂：IT 基础设施与运维部多套网管平台同时运行，平台之间信息不互通，难以了解整网运行全貌。

（2）频繁操作耗时：以农机厂为例，仅因工位搬迁涉及的 Vlan 切换操作 100+ 次 / 月，操作步骤繁琐耗时。

（3）故障排查困难：网络故障依赖专家经验现场排查，故障恢复时间长对安全生产带来风险。

（4）问题发现被动：故障发现依赖被动报障，主动巡检无手段，通过网管排查故障涉及 30+ 页面，问题难以发现。

徐工机械携手华为 NeoSight 打造智能统一运维的制造网络，通过部署 iMaster NeoSight 的大模型加持，推动运维模式向智能化转型。

大模型深度赋能，运维效率大幅提升：

传统网管面临运维数据分散在多个页面，一个操作可能涉及多个界面，运维知识盲区依赖查阅手册指导操作等。运维效率亟待提升。通过 iMaster NeoSight 大模型深度赋能，关键数据：一问即答；常用功能：一

触即达；联机帮助：一查便知。极大提升运维效率。

场景价值体现在：

- 智能问数：AI 加持异常数据分析。
- 效率提升：智能意图识别，常用操作简单高效。
- 随身助手：不懂就问，运维专家随身携带。

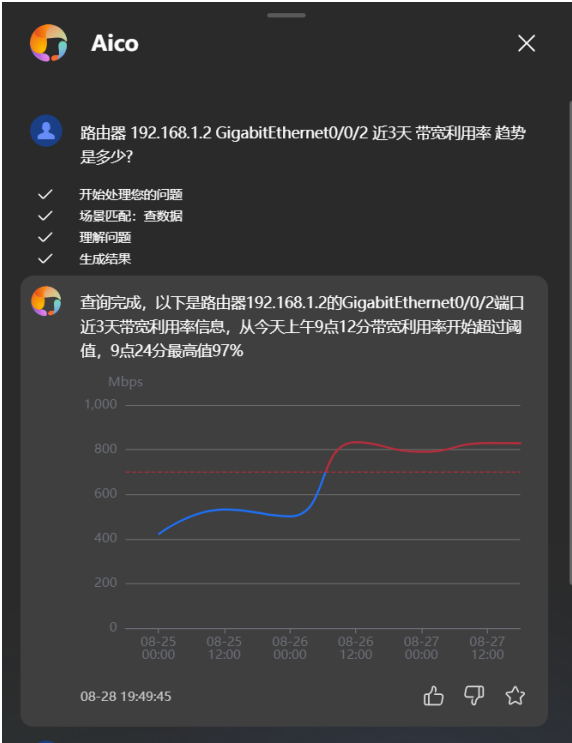


图 4-6：典型故障对话式运维

典型故障对话式运维，降低运维门槛：

传统运维网络故障依赖专家经验现场排查，故障恢复时间长，对安全生产带来风险。通过 iMaster NeoSight 大模型 Aico 入口，输入故障现象，自动还原链路，诊断故障点，生成总结并通过专家经验提供处理建议。大模型加持故障诊断，简化故障定位步骤，降低定位时长。

场景价值体现在：

- 轻松运维：通过故障现象直达故障根因，提供修复建议，运维小白也能轻松运维。

• **快速排障：**一键诊断大幅减少问题定位时间，减少故障恢复时间，保障安全生产。

巡检报告一键生成，运维由被动到主动：

原先故障发现依赖员工报障。主动巡检困难，依赖多个网管平台，50+ 界面获取数据。通过 NeoSight 大模型 Aico 入口，场景化巡检报告，资产报告、运行状态报告一键生成。

场景价值体现在：

• **一键巡检：**Aico 意图识别触发生成巡检报告，巡检效率提升 10+ 倍，故障主动识别。

• **决策支撑：**巡检报告能够帮助厂区制定网络优化方案，支撑总部信息化投资决策。

全球数字化中心引领徐工业务数字变革新引擎，制造企业网管将会聚焦平台归一、简单高效、自动排障、主动运维，以提升运维效率为目标，iMaster NeoSight 将会为徐工基础设施运维注入新活力。

■ 4.5 园区伙伴：杭州亮通基于 iMasterCloud 智能云管平台降本增效，扩大营收

杭州亮通网络工程有限公司（以下简称“杭州亮通”）致力于成为数字化转型的践行者，为党政机关、企事业单位等提供专业、先进、科学的 ICT 综合解决方案。杭州亮通积极探索应用新技术、新模式，用自身的成功经验给客户树立典型，将自己的能力赋能于合作伙伴，帮助更多的客户进行数字化的转型，而数字化转型过程中 ICT 基础设施运营运维也面临三大核心挑战：

挑战一：管理效率低。运维多烟囱式系统，全景缺失，人工处置效率低。

挑战二：运维成本高。客户设备跨域、分散，上站协助客户运维成本高。

挑战三：存量经营难。难以及时获取存量设备信息，存量经营机会难获取，客户资产沉睡。

面对以上挑战，杭州亮通联合华为 iMasterCloud 团队开展联合创新，打造了“一站式管理”、“大模型加持”、“体系化存量经营”解决方案。

一站式融合管理，提效显著：多领域融合运维，统一纳管云上云下资源，整体运维效率提升 50%。

大模型加持，上站成本降低：利用 AI 大模型技术，实现问题分钟级智能响应，大幅减少对现场专家的依赖，专家上站率有效降低 40%。

体系化盘活存量，价值转化：通过精准的设备洞察与运营分析，成功梳理出 600+ 存量设备经营线索，并实现 XXX 万的商业价值转化。



图 4-7：杭州亮通基于华为智能云管平台集中管理

以某制造工厂的远程运维为例，杭州亮通采用设备直连云 + 网管连云混合纳管模式，成功实现某制造工厂 300+ 设备的远程运维管理。iMasterCloud 与 NeoSight

协同联动，构建了云上云下一体化运维体系，实现了远程运维、智能运维与移动运维，风险即时可视，故障自闭环，现场运维次数降至一季度每次。



图 4-8：杭州亮通基于华为智能云管平台存量经营

面向未来，杭州亮通将携手华为，通过技术创新与生态合作，带来更高效、更智能的云管解决方案，打造

“Agentic AI 运维时代”新标杆，共同推动企业数智化转型，助力业务增长与可持续发展。

国务院在关于深入实施“人工智能+”的意见中给出了未来 10 年我国全面步入智能化的目标：到 2027 年，实现新一代智能终端、智能体等应用普及率超 70%，智能经济核心产业规模快速增长，人工智能在公共治理中的作用明显增强，人工智能开放合作体系不断完善。到 2030 年，实现新一代智能终端、智能体等应用普及率超 90%，智能经济成为我国经济发展的重要增长极。到 2035 年，全面步入智能经济和智能社会发展新阶段，为基本实现社会主义现代化提供有力支撑。

实现我国在企业运维领域智能化目标既充满想象空间，也存在很多挑战，在迈向企业 AEI 智能运维的道路上，需要标准和产业组织、运营商、供应商、科研院所、行业管理部门等全产业共同努力，共同探索：

1. 聚焦产业各方商业目标，持续开展应用创新：建议全产业伙伴，各展其能，聚焦各专业网络规建维优营生产场景，如 5G to B、企业上云、家庭宽带等高价值场景，持续开展应用创新，贡献丰富的、产业成熟的 AEI 运维商用解决方案。打造 Agentic AI 新型 ICT 基础设施，提升企业数智生产力，使能企业业务极高可用、极优体验、极简运营。
2. 鼓励企业用户加速智能化运维的规模部署，以商业正循环促进产业繁荣：建议企业领域加快引入、实验智能化运维的新技术、新产品、新方案，成熟之后加

快复制和推广，并加快推动自智能能力提升想商业价值和运营成效的转化，把握行业智能化转型新机遇，并以商业正循环促进产业繁荣。

3. 建议构建产业协作平台，推动标准共建互认、产学研用高效协同：建议多标准组织进一步深化合作，通过顶层设计和高效沟通，加快各个专业领域标准之间的协同，建立标准共建互认机制；同时加快产业标准向商业和技术实现方案的转化，实现产学研用高效协同，推动上下游产业伙伴联合创新。

4. 共同定义 AEI 目标画像，提前布局基础理论研究和攻关：企业 Agentic AI 运维将带来巨大的飞跃，价值极高，同时挑战极大，建议产业各方聚焦“商业和业务需求、目标架构、关键技术和核心能力、演进路径、产品和方案创新”等方面，共同定义 AEI 目标画像，持续提升复杂场景的精确实时感知、基于数字孪生的实时仿真、数据驱动用户体验分析决策等能力，支撑 AEI 愿景目标达成。

企业智能运维的规模部署，离不开全行业的紧密合作，华为愿与产业伙伴携手共进，持续加大基础理论和技术研究的投入，发挥自身在 ICT 领域的技术优势积极贡献标准、技术和商业创新，与产业伙伴共推网络高质量发展，共同迈向 AEI 的智能世界。