



AI Campus



构建万物互联的智能世界

主编单位

华为技术有限公司

参编单位 (按首字笔画排序)

德勤管理咨询(上海)有限公司

北京明树数据科技有限公司

杭州中领未来科技有限公司

山东比特智能科技股份有限公司

软通智慧科技有限公司

上海源控自动化技术有限公司

信华信技术股份有限公司

北京中软国际信息技术有限公司

华海智汇技术有限公司

深圳市微筑科技有限公司

深圳华兆科技有限公司

广东飞企互联科技股份有限公司

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

联发集团有限公司

万洲奇智(青岛)信息科技有限公司

珠海翔翼航空技术有限公司

四川天惠云泽智能科技有限公司

北京数字冰雹信息技术股份有限公司

编写指导 (按姓氏笔画排名)

邓 潇、古 锐、王 刚、王健康、王景吉、王小安、王 忠、韦泽群、
刘加加、刘树清、刘 嵩、刘 玺、刘 岳、苏玉峰、杨 曦、何 霁、
张吉荣、陈永兴、陈志伟、胡延鑫、赵少奇、赵向辉、郭洪福、
郭万洲、徐 波、董少华、麻延冬、喻勋勋、曾尔阳、肖光睿、
薛 龙、易炎高、岳雪峰、韩 兵、谭建新

主编人员

王志明、刘耀耀、牛 琨、郑容健、宋军晶、庄广龙、陈 丹、姜 林、
陈中洲、张家宝、徐 勇、刘志飘、姜印清、潘 峰、张 娟

参编人员 (按姓氏笔画排名)

孙 杨、孙胜柏、王彬彬、王 波、王良生、王海蛟、朱慧章、刘 碧、
刘冠杰、李红刚、陈 飞、陈穗晓、周 扬、贺文喜、胡秀敏、夏 伟、
郭佳妮、葛 峰、雷仕飞、欧阳万如

杨超斌

华为董事、ICT BG CEO

自 2019 年与客户、伙伴及产业相关方共同定义智慧园区以来，华为已为客户建设超过 1500 个智慧园区，有效加速了全球行业数字化转型的进程。

当前，我们正站在行业智能化转型的新节点，AI 的价值必须在应用、数据与 ICT 基础设施深度融合的真实场景中兑现，园区是这些场景的载体，也是 AI 技术价值转化与行业智能化转型的关键实验场。

AI Campus 正是顺应智能化趋势的园区新形态，它以“智能空间”为创新单元，整合算力与数据流，并提供开放、协同、共生的产业生态。我们联合数十家领先客户、伙伴及研究机构持续共创，汇聚全行业智慧，结合园区建设实践，提出了 AI Campus 发展理念，定义了核心关键特征，并给出了 AI Campus 的参考架构和实施路径，这将为各行各业在 AI 时代规划与建设智慧园区提供有益参考，这就是这本白皮书的价值。

蒋颖

德勤中国 主席

当今世界，我们正站在由人工智能引领的第四次工业革命的门槛上，这不仅是一次技术的跃迁，更是一场重塑商业逻辑与社会形态的变革。我们深刻地感受到，在这个瞬息万变的时代唯一的确定性就是拥抱变化。德勤中国在人工智能领域已累计交付超 200 个生成式 AI 项目，助力企业将其 AI 应用从“效率工具”升级为“战略引擎”。

正是基于对这一时代命题的深刻共识，华为联合德勤中国、园区客户及产业伙伴，凝聚各方前沿思考与实践经验共同呈现这份《AI Campus 白皮书》。本白皮书旨在全方位解码以全球数智战略为视野、市场需求为导向、前沿科技为引擎的创新发展范式，预见未来在园区体验、空间、运营、底座上即将发生的深刻变革。

独行快，众行远。园区演进与发展需要广泛的技术共创、商业共研与生态共赢。我们期待以本白皮书为新起点，开启与更广泛生态伙伴的深度对话与协作，共同为中国乃至全球的数字化进程描绘并实现一幅更具包容性与生命力的未来蓝图。

马海旭

华为副总裁、ICT 产品组合管理与解决方案部总裁

智慧园区的每一次跨越，都根植于技术创新与行业实践的深度融合。华为不仅是智慧园区产品和解决方案的提供商，更是园区演进的重要推动者。我们依托云、网、边、端全方位能力，携手伙伴联合创新，持续为客户创造价值。

当前，AI 正驱动园区从“单点智慧”向“全场景智能”的高阶演进。为系统应对这一变革，华为联合数十位客户、伙伴和研究机构专家，组织了超过二十场专题研讨，集业界专家和华为实践，共同编写了《AI Campus》白皮书。该白皮书洞察了十一类业态十七大智能空间，包含智能办公空间、生产作业空间、智能客房空间、商业消费空间等，并首次定义 AI Campus 六大技术特征：人智共生、数智融通、全域联接、多维感知、韧性安全和绿色可持续。同时，白皮书绘制了 AI Campus 的参考架构和“规划 - 建设 - 运营”三位一体的建设建议。

我们深知，AI 技术日新月异，园区场景也会不断迭代发展，这本白皮书是对当前技术创新和行业实践的总结和复盘，面向未来我们还将持续探索和思考，也希望大家给 AI Campus 的发展给出更多参考建议。

邓一鸥

全球固定网络创新联盟（NIDA）秘书长

全球固定网络创新联盟（NIDA）自成立以来，始终致力于定义全球互联网基础设施的演进路径与建网标准，牵引数据通信产业持续升级。当前，人工智能与各行业深度融合，推动固定网络从“连接人”加速走向“连接智能”，网络架构创新已成为释放 AI 算力潜能、支撑智能化应用的关键基石。

园区作为城市与产业发展的核心单元，是 AI 技术价值转化的重要载体，也是新质互联网理念的最佳实践场。《AI Campus》白皮书系统阐述了以“智能空间”为载体的智慧园区未来场景，其所定义的人智共生、全域联接、多维感知等技术特征，与 NIDA 推动的新质互联网（Net5.5G）发展方向高度契合。这为园区网络的演进提供了清晰的架构指引与能力框架。

本白皮书的发布，将进一步凝聚产业共识，为 AI Campus 的规划建设提供清晰的架构指引。面向未来，NIDA 将持续联合产业伙伴，共同推动园区网络向智能化、绿色化、可持续的方向演进，为千行万业的智能化升级筑牢网络底座。

马虹

全国智能建筑及居住区数字化标准化技术委员会（SAC/TC426）副主任委员

当前，我国智慧园区正从单点设备“智能化”，迈向数据与AI驱动的“智慧化”新阶段。这一变革对标准体系提出了与时俱进的要求。为此，全国智标委正联合相关标准化组织积极推进国家标准《智慧园区信息系统基本要求》的编制，旨在为未来园区的智慧化建设提供科学、统一的规范。

《AI Campus白皮书》应运而生。它紧扣上述趋势，构建了以“智能空间”为进化单元、以“云-边-端”协同为基座、以持续运营为价值导向的系统框架。其分层参考架构为系统协同与数据互通提供了范本，提出的建设路径与成熟度模型，更为构建可量化、可评估的智慧园区标准体系提供了方法论参考与实践依据。

期待本白皮书的发布，能有效推动技术创新与标准制定的融合，共同夯实产业智能化基石，迈向更高品质、可持续的智慧未来。

CONTENTS

01

Initiating with AI: Driving Forces and the Evolution of AI Campuses 02

1.1 Four Driving Forces of AI Campuses.....	03
1.2 Four Evolution Directions of AI Campuses.....	10
1.3 AI Campus Evolution: From Traditional Campus to AI Campus.....	22

02

Innovating with AI: Faster Evolution Toward Intelligent Spaces for AI Campuses 26

2.1 Office Campus: AI Enables Higher Quality and Improves Office Experience.....	27
2.2 Manufacturing Campus: Bringing Intelligence to All Links for Fast and Stable Production.....	38
2.3 Industrial Campus: Powering Enterprise Growth and Maturity with Digital and Intelligent Technologies	41
2.4 Sports and Exhibition Campus: Activating Venues for an Immersive Experience.....	43
2.5 Hospital Campus: Intelligent Foundation Streamlines Healthcare, Where Every Second Counts.....	46
2.6 Commercial Campus: Seamless Transactions, Enhanced Immersion.....	49
2.7 Education Campus: Enlightening Minds with AI to Build Personalized and Immersive Intelligent School Campuses	53
2.8 Community Wellness Campus: Intelligent, Inclusive Care for All Ages	55
2.9 Electric Power Campus: Intelligent Electric Power Enables a Zero-Carbon, Safe, and Efficient Power Supply System	59
2.10 Mining Campus: Intelligent Management to Turn High Risk into High Efficiency	61
2.11 Research Labs: Intelligent Support for Breakthroughs Without Burnout.....	63

03

Building with AI: Key Technical Features of AI Campuses 66

3.1 HI-AI Coexistence.....	67
3.2 Data-AI Convergence.....	71
3.3 All-Domain Connectivity	78
3.4 Multi-Dimensional Sensing.....	82
3.5 Resilient Security	85
3.6 Eco-Sustainability.....	92

04

Architecting with AI: Reference Architecture for AI Campuses 100

4.1	Agentic Device: Terminal Agents Featuring Autonomous Sensing, Decision, and Evolution.....	102
4.2	Agentic Network: Future-Proof Campus Networks.....	103
4.3	Agentic Platform: Campus Digital Platform Integrating Data, Knowledge, and Capabilities.....	104
4.4	Agentic Applications: Catalyzing Service Innovation and Unlocking the Digital Economy's Multiplier Effect	105
4.5	Agentic Security: Proactive, Intelligent Defense System for Service Continuity and Core Value Protection	106
4.6	Agentic O&M: Cross-Domain Full-Stack Convergence, Proactive Service Assurance, and Intelligent Fault Self-Healing	107

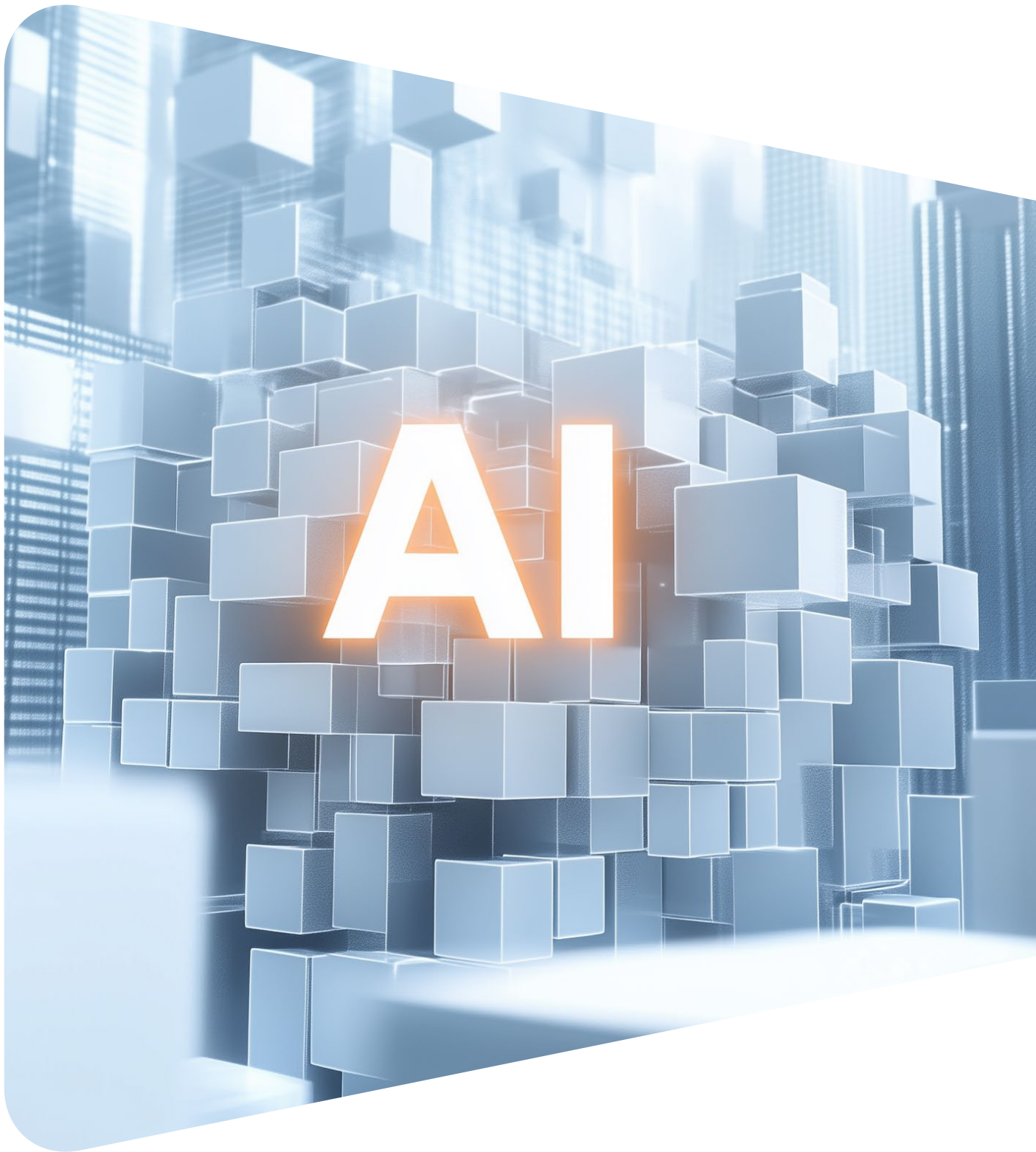
05

Advancing with AI: Paths and Evaluation for Building AI Campuses 110

5.1	AI Campus: Integrated Planning, Construction, and Operations.....	111
5.2	AI Campus Maturity Assessment.....	120

References	125
-------------------	------------

Acronyms or Abbreviations	126
----------------------------------	------------





01

与AI共启， 驱动AI Campus的核心推力与演进

当数字浪潮与物理世界的加速融合，未来数年，园区的智能化建设与发展将迎来关键跃升，为系统勾勒 AI Campus 的未来演进蓝图。本章将聚焦于面向 AI Campus 的四重驱动因素、未来趋势特征，这些趋势相互联动、彼此支撑，共同构成了 AI Campus 向“智慧有机生命体”进阶的核心脉络。

▶ 1.1 AI Campus 的四重推力

| 1.1.1 战略引领：数智化战略浪潮将园区推向国家竞争力前沿

纵观全球，各国的数字化、人工智能战略布局早已全面铺开。从美国的《人工智能行动计划》到欧盟的《2030 数字指南针：欧洲数字十年之路》，从中国的“数字中国”建设到日本的“社会 5.0”愿景，一场围绕数智未来的战略竞速已全面展开。人工智能也早已超越单纯的技术演进轨道，跃升为大国塑造未来生产力的核心战略支点，是全球技术主权与产业话语权博弈的终极战场。

这些遍布全球的数智战略蓝图，最终都需要具象的空间载体来承接与落地，园区恰恰是这些宏大战略从蓝图走向现实的重要前沿阵地。

美国在《人工智能行动计划》将 AI 定位为重塑全球技术主导权的核心抓手，推动技术突破与产业落地；加拿大在《主权 AI 计算战略》中提出“主权算力 + 伦理框架”为基础，在 AI 前沿研究的深耕与数字包容的普及之间寻找平衡，让技术进步惠及更多群体；英国专注算力基建这一“数字底座”，《人工智能机会行动计划》中明确将通过大规模扩容为 AI 创新与数字普惠筑牢根基；韩国更是以立法的形式为 AI 发展保驾护航，《人工智能基本法》的出台，将其提升至国家战略的核心位置（详见图 1）。

在全球数智化转型的时代浪潮中，中国通过顶层规划与落地政策的深度协同，为数字化发展

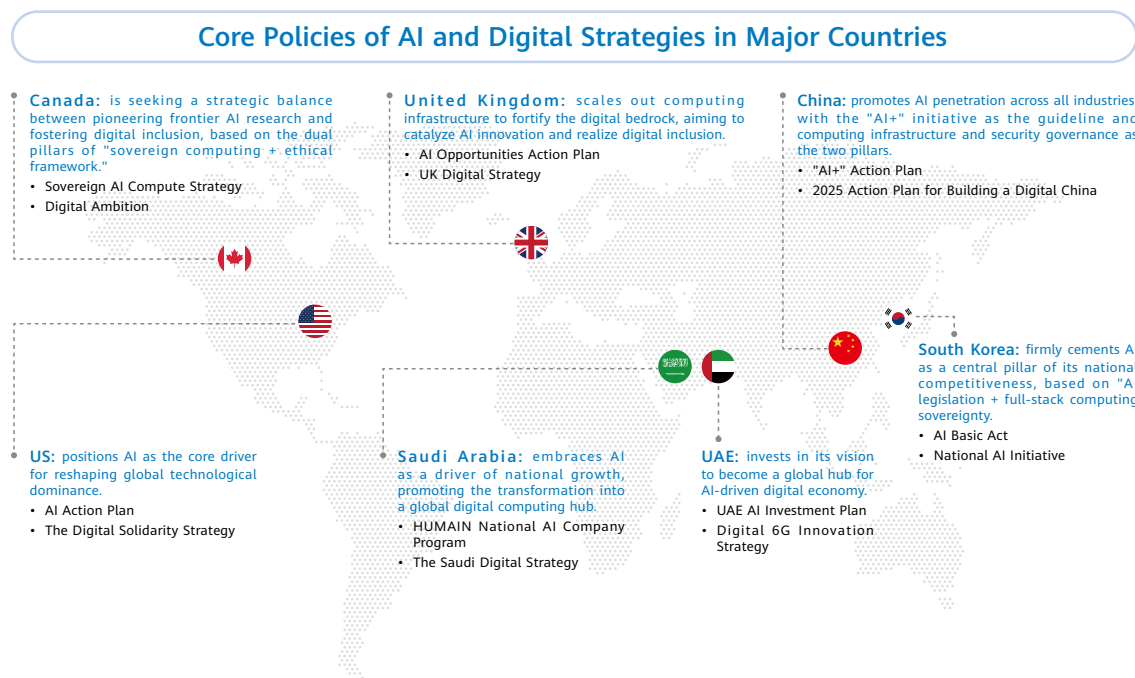
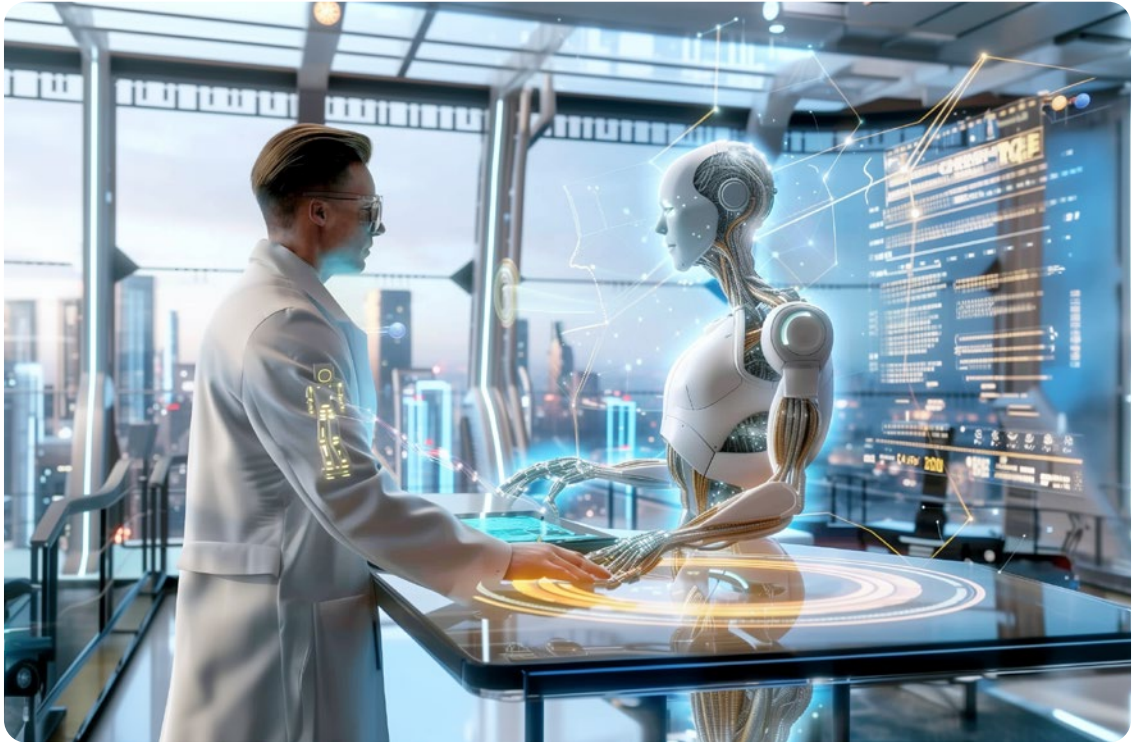


图 1 各国数智化战略与政策布局汇总



提供了清晰的方向指引，为 AI 向千行百业渗透及园区智能化发展提供了清晰的方向指引与坚实保障，为园区智能化发展提供了系统性的政策支持。国务院正式印发《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》标志着“人工智能+”概念正式升级为国家战略行动，我国人工智能发展实现从技术突破向全要素赋能的关键跃升。其政策呈现三个特点：一是以“人工智能+”行动为核心，推动技术从单点应用向全行业深度渗透；二是适度超前布局智能基础设施与可信数据空间，强化算力、数据等核心要素供给与跨域协同；三是坚持创新生态构建与全生命周期安全治理并重，兼顾技术突破、产业转化与风险防控。

所有宏大的数智战略蓝图都需要在具体实践与载体中找到落脚点，园区已不仅是产业集聚的物理空间，更成为承载国家人工智能与数字化战略的核心载体。

它直接肩负着技术转化、生态培育与产业升级的重任，是衡量一国能否将宏观蓝图转化为新质生产力的关键标尺。数智战略的竞争，正日益清晰地体现为园区在创新能级、要素配置与治理水平上的竞争。由此，园区被历史性地推向国家竞争力博弈的前沿，其发展质量与效能，将深刻影响各国在未来全球格局中的位势。

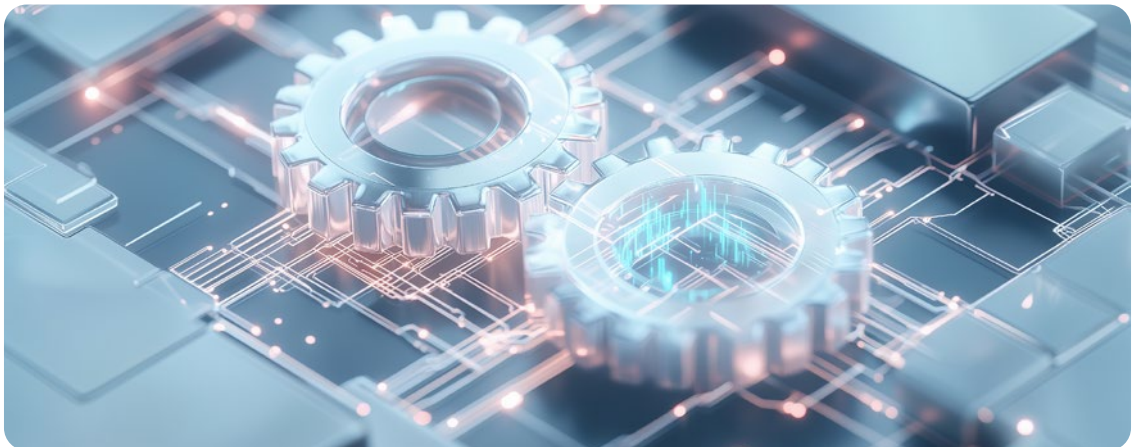
1.1.2 市场驱动：智能体经济开启园区价值重塑与增值收益时代

历史经验表明，任何颠覆性技术在经历初期的非理性繁荣后，终将回归其商业本质，即创造可衡量的价值。在资本热潮退去、市场趋于理性的背景下，人工智能正告别“为技术而技术”的探索阶段，迈入以实际应用和收益交付为核心的深水区。在此关键转折点，一个清晰的行业共识正在形成：智能体经济时代已然到来。正如第三届红杉资本 AI Ascent 峰会发布前瞻性洞察指出，

下一轮 AI，卖的不是工具，而是收益，智能体经济时代即将到来。

从市场厂商维度来看，未来的市场竞争的焦点已从孤立的“单品性能”，转向以园区为载体的“整体空间智能”。未来围绕空间智能的竞赛，将催生了一场深刻的角色跃迁：智能家居等厂商的角色须从硬件供应商，演进为空间价值的构建者，从“实”的物理制造，向“虚”的智能服务与运营延伸，其价值不再局限于产品本身，而在于其构建智慧空间场景的能力。与此同时，AI 技术公司则需下沉到“实”的园区场景中，通过解决具体业务痛点来验证自身价值。最终，基于对空间与人的深度理解，提供持续的空间服务，实现价值的最终变现。这一从“卖产品”到“营空间”再到“供服务”的跃迁，不仅是商业模式的根本性变革，更是厂商在新时代确立核心竞争力的必然选择。

从受众维度来看，以园区为载体的整体空间智能化的演进，正遵循一条从理性到感性、从功能到价值的清晰路径。对于园区企业而言，相较于之前仅局限于物理空间租赁的核心成本控制诉求，数字经济成为增长核心引擎后，企业需求边界持续拓展。对多数企业而言，自主搭建 AI 系统与算力平台成本高昂，中小企业更难以承受，园区的数字化能力由此成为企业核心诉求。调研显示，65% 的科技与制造企业愿为具备 AI 赋能能力的园区支付 20% 及以上租金溢价，意味着企业所购并非单纯办公面积，而是可直接落地的数字化转型支撑。这一诉求的转变底层逻辑在于价值重心的迁移：企业需求已从单纯的“租空间”转向“买成长”，从“降本增效”到“增值服务”。对于园区用户而言，伴随职场代际更替与工作方式革新，园区用户端的需求也完成了从基础“舒适”到情感“共鸣”的升级。空间价值被重新定义的趋势愈发明显：40% 的空间变革引领者通过实时追踪空间使用状态，有效提升员工满意度；远程办公、混合办公的普及，进一步推高了对空间灵活性与服务适配性的需求，76% 的内地企业愿意在办公空间及工作方式上进行人工智能投资。这一变化的核心逻辑在于，空间承载的情绪价值已与生产力深度绑定，当员工身处“情感共鸣、需求适配”的场景中，工作效率与留存率将同步提升，而园区通过智慧化能力，恰好能满足 C 端职场人的情绪价值需求。因此，空间智能化的终极目标，是回归以人为本。



1.1.3 人文内核：温度底色重构智能世界中人与空间的本质联系

当前，全球人工智能浪潮来袭，AI 已成为重塑全球竞争格局、驱动智能经济与智能世界演进的核心力量。面向 2035 年，我国将全面步入智能经济和智能社会发展新阶段。当数智技术的触角延伸至社会每个角落，即见证着其带来的效率革命，也开始审视技术背后的价值命题：

未来的智能世界，不该只有效率刻度，更该有人情味的温度。

从园区的智能安防、无人配送，到企业的协同办公、高效运营，技术正以指数级速度重构着空间价值与运营逻辑。清华润泽智能社会联合研究院苏骏人文“技术是中性的，算法是无辜的，人类不能成为技术的奴隶。”这一论断直指智能发展的核心本质——技术的终极使命并非替代人、支配人，而是成就人、服务人。其倡导以人文精神构建“人、环境、技术和谐共生”的有温度的智能社会。园区更应筑牢此价值底线，在这一承载产业集聚、生活居住、生态协同的核心空间中：园区的智能化升级，绝不能止步于设备的堆砌、数据的流转，而应始终以人的真实需求为出发点，让智能技术成为连接空间与情感、效率与温度的桥梁。

科技向善不是口号，是空间价值落地锚点，是让每一平米空间都服务于人的幸福。如今，“科技向善”已成为全球科技领域的共识，正从宏大命题转化为技术演进的底层逻辑。华为常务董事汪涛“技术本身不是目的，人才是”的论断，

精准诠释了这一共识——“智能普惠、连接无界、绿色”的创新底色，本质是让技术回归人的真实需求。《科技预见与未来愿景 2049》报告更明确指出，人工智能能力提升的最终目的，是更好地满足人的需求，提升人的尊严和幸福感。这意味着技术升级必须同步兼顾灵活性、包容性与人性化，让所有人群都能便捷触摸技术温暖。因此，园区不再仅仅是智能空间的集合，而是这一价值落地的关键锚点。园区其核心功能，将数智技术转化为智能空间里可感知的服务、可触摸的温度。它让每一平米空间都服务于人的成长与幸福，真正成为技术理性与价值理性和谐共生的典范。

然而，在追求温度与效率的同时，必须清醒地认识到，人工智能是一把双刃剑。当技术深度融入空间，其潜在风险也随之而来。从个人隐私数据的泄露，到利用 AI 技术实施的精准诈骗，数字世界的脆弱性正成为新的社会隐忧。因此，构筑坚实的安全空间，是人、环境、技术和谐共生理念不可或缺根基，它呈现出数字与物理安全一体两面的特征。一方面，园区为人构筑数字安全空间，通过建立端到端的隐私保护体系、部署主动式安全防御机制，解决数据滥用与网络攻击的根本问题。另一方面，安全的价值更延伸至物理世界，通过智能传感器与 AI 算法，为独居老人提供 7x24 小时的无感看护与跌倒预警，为园区内的每一个人构筑起一道可靠的物理安全防线。

1.1.4 技术跃迁：园区成为 AI 从数字世界走向物理世界的跃迁核心载体

华为《智能世界 2035》报告提出贯穿人类文明的关键是思维的发展，从经验到科学再到智慧。而工具对人的辅助，从算盘到计算器、计算机、互联网，再到机器智能，不断突破生命系统的约束，带来创造力跃迁，给人类发展带来无限可能。

未来十年，信息科技将会发生重要跃迁。

人工智能、数字孪生等数智化技术的发展正站在一个关键的跃迁节点，核心命题在于：如何为前瞻颠覆性技术找到一个能承接其特性、串联多元需求的核心场景，从而完成从“技术投入”到“价值产出”的关键一跃。园区，正是这样一个锚点，是 AI 实现技术跃迁与价值变现的核心场域。

在此背景下，新一代智慧园区中的“AI”应被广义理解——它不仅指大语言模型与智能体，更涵盖物联网、数字孪生等新一代智能化技术集群。

“ AI Campus 不是仅仅 AI 技术应用的园区，应更广义的理解为包括物联网等新一代信息技术在内的智能化，站在最终用户和业务视角理解的新一代园区

信华信技术国际董事 岳雪峰

其本质在于构建更便利的工作与生活环境、更高效的运行维护体系，即通过技术实现园区内人、物、空间、信息全要素的深度连接与智能协同。

跃迁一，人工智能走进园区，应用至千行百业，加速数字世界和物理世界融合。真正的革命性突破与跃迁在于 AI 正从数字世界走向物理世界。正如华为《智能世界 2035》报告提到，AGI 将是未来十年最具变革性的驱动力量，但仍需克服诸多核心挑战，方能实现 AGI 奇点突破。**只有当 AI 具备对复杂物理现象的深层推理能力，数字世界与物理世界实现深度耦合，AGI 奇点才会真正到来。**AI 教母李飞飞强调“AI 的未来核心在于摆脱纯语言模型的局限，迈向能理解物理世界、与环境交互的全新能力”。这一突破依赖于“世界模型”与“具身智能”两大前沿技术的协同。而园区，凭借其明确的物理边界、丰富的业务场景和量化的运营指标，为这数字世界和物理世界的融合提供了可迭代、可复制、可规模复制的落地环境。根据杭州中领未来科技有限公司的观察与实践，他们认为具身智能的演进，正标志着社会智能化从“信息连接”迈入“实体交互”的新阶段。其核心价值在于作为物理世界与数字智能的关键接口，有望系统性地重塑社会生产与协作的范式。未来，具身智能在园区获得“走进环境、互动做事”的实体能力，世界模型则构建了精准映射园区的动态孪生体系，让 AGI 的物理与数字世界融合在园区场景中得以实践。

跃迁二，AI 将迎来“烧钱训练”到“价值创造”的跃迁，赋能千行百业的价值创造，价值创造的锚点在园区。随着大模型的发展，AI Agent 将主导未来 AI 叙事。未来 10 年 AI Agent 将进一步理解物理世界的客观规律，发展为侧重实践的行动系统，能够自主闭环执行多类任务，从执行工具演进为决策伙伴，最终驱动各个产业发生智能化革命。随着 AI 与园区物理空间的初步融合，一场更深层次的跃迁正在发生 AI 正从辅助工具



升级为主导决策的“智能体”（AI Agent）。而园区正是 AI Agent 实现这一跃迁的关键载体。随着 AI 与园区物理空间的深度融合，AI 已从辅助工具升级为主导决策的“智能体”。未来，园区本身也进化为整合多智能体能力的“超级 Agent”，推动“空间即服务、场景即服务”从理念落地为现实。这一蜕变的核心支撑，是信息科技的协同赋能。作为核心的 AI Agent，升级为“超级 Agent”的自主决策大脑；数字孪生进化为可预判的动态镜像，为空间感知提供精准底座；物联网终端叠加 6G “通感一体”网络，构筑起高效响应的“神经链路”；数据资产化技术则打破壁垒，让数据成为“可用、可管、可增值”的核心生产资料。

园区本身是一个“超级 Agent”，通过链接“人、物、智”各类 Agent，落地“空间即服务、场景即服务”。这些技术在园区形成环环相扣的生态，构建出“人 - 机 - 智”深度共生的运营底座：数据资产化保障信息流动，数字孪生与 AI Agent 动态调配资源，物联网与 6G 确保即时响应。

四重推力协同发力，推动 AI Campus 突破传统园区的功能边界与发展局限，从单点智能迈向全场景智慧，将 AI Campus 的未来形态塑造为：以国家战略为引领、市场需求为导向、人文内核为根基、信息科技为支撑，实现战略、价值、温度与技术的深度融合，最终成为多主体协同、多价值共生的智慧有机生命体。

▶ 1.2 AI Campus 的四大进化方向

| 1.2.1 体验进化 — 极致沉浸、三重进阶的体验范式

AI Campus 告别技术工具的简单叠加，升级为以“人”核心的载体，园区价值的核心标尺，不再局限于技术复杂度，而是使用者的体验感。这一趋势通过“交互、服务、价值”的三重进阶，重塑园区与用户的联结体验。

1.2.1.1 交互方式智能升级

传统园区的交互体验，长期以来受困于流程的繁琐与体验的割裂。用户往往需要通过多个 App、多次验证和复杂操作，才能完成身份核验、服务查询或设施控制，这不仅降低了效率，更在无形中拉开了人与空间的距离。

德勤《技术趋势 2025》指出，空间计算正凭借“C 位出道”之势掀起一场颠覆性的交互革命。它将思维与实体的可视化呈现从二维平面迁移至三维空间，并引入语音识别与手势操作，依托出色的数据语境化能力和沉浸式体验优势，正在重塑人机交互格局。

顺应这一趋势，园区智能化的关键突破在于推动

“交互方式的智能升级”。这一升级并非简单地增加交互通道，而是通过多模态交互技术的体系化融合，构建一个能够理解用户意图、主动适应行为习惯的智能交互体系。系统不再被动等待指令，而是基于对语音、视觉、姿态、位置等多维信号的实时融合分析，预判需求、主动服务。以此为基础，提供最自然、最契合的无碍交互体验。

这种智能升级后的交互模式，能实现全场景、全人群的无感化适配，达成随时随地的交互，每个屏都跟着走（详见图 2）。无论是不熟悉智能设备的老年访客，还是初次入园的合作方，无需学习复杂操作，仅凭日常行为习惯即可触发智能交互——视觉识别自动完成身份核验，语音指令即可获取精准路线指引，全程无需手动干预，让交互融入场景、隐形于无形。同样在园区日常运营中，这种交互方式能够渗透到从公共设施调控到企业服务调用的场景，例如：会议室预约仅需语音指令即可完成时间锁定、基于会议预约时间系统自动提前进行设备调试、公共照明与空调系统能通过视觉识别感知人员动态，自动匹配适宜模式。



图 2 交互方式智能升级



归根结底, 园区交互方式的智能升级, 并非简单的操作简化, 而是通过多模态技术与空间计算的深度融合, 让空间拥有“读懂需求”的智能, 实现人与空间的自然对话与交互。

1.2.1.2 服务触达主动革新

园区服务的核心演进方向, 在于实现从“被动响应需求”到“主动创造价值”的跨越, 本质是颠覆传统“园区用户找服务”的被动逻辑, 完成从满意到惊喜的体验升级。

过往服务模式中, 即便响应效率较高, 仍以用户主动触发需求为前提, 仅能被动满足要求。而 AI Campus 依托数据驱动的精准需求感知能力, 构建“需求预判、主动触达、超预期满足”的全链路服务闭环, 打造“所想即所得”的流畅体验, 实现服务范式的根本性跃迁。

得益于 AI Agent、大数据等技术的深度融合, 共同构成了服务革新的核心技术底座。AI Agent 凭借自主决策与跨系统协同能力, 推动园区服务彻底摆脱被动需求触发的桎梏, 全方位嵌入园区用户全流程体验。此次服务主动革新的价值, 不仅体现为运营效能的量化提升, 更重塑了用户与园区的核心关系。

1.2.1.3 用户旅程价值共创

未来, 园区用户的角色已从被动的服务接受者, 进阶为服务与空间的共创者。传统模式下, 园区的服务内容与空间布局由管理方单向决策, 用户只能被动适配; 而如今, 园区可依托用户的实时反馈, 直接驱动服务优化与空间重构, 让用户真正成为园区服务形态与空间功能的共同定义者。

园区不再是单一的服务供给方, 而是通过智能化手段, 在员工、访客、入驻企业等多元用户入园、使用、离园的全旅程中, 主动邀请并赋能用户深度参与, 实时定制和优化服务体验, 最终共创出超越传统模式的个性化价值。

这种用户角色的根本性转变, 既具备政策层面的顶层设计支撑, 也拥有技术层面的落地实现基础。在 AI 园区的运营实践中, 兼顾资产持有方、入驻企业、员工等多方主体诉求, 已成为核心运营导向; 而以 AI 为代表的智能化技术, 正是这一理念高效落地的关键抓手——它能够将常态化的需求调研与满意度追踪, 转化为精准的数据洞察, 让“以用户体验为核心”的理念贯穿园区规划、运营、迭代的全生命周期, 推动用户从“被动适应者”向“主动参与者”深度蜕变, 最终实现园区服务与用户需求的精准匹配、价值共生。

1.2.2 空间进化 — 人机共融、动态自适应的智能空间

园区的空间进化，并非单纯的设施迭代，而是以技术赋能空间的物理形态、存在逻辑与核心运营能力，迈向主动协同的新形态。正如华东建筑设计研究院所指出的：“人工智能技术的核心作用是赋予现有空间新内涵，如居住空间所具有的舒适与便捷、办公空间适配总部办公与共享办公等多元场景，从而创造出全新的活力空间。”这一进化趋势以数字孪生为技术底座、人工智能为智能中枢，最终达成人、智能机器与空间的深度共融。

1.2.2.1 形态演变，动态孪生的虚实空间

AI Campus 空间形态的演变，核心在于打破物理世界的单一桎梏，构建一个与之实时映射、动态交互的数字孪生智能空间。以数字孪生驱动的空间进化，其本质在于建立了三个层次的能力跃迁（详见图 3）。

- 一是全域感知与精准映射。基于物联网与三维建模技术，园区内所有人、物、场、事的状态被实时数字化，形成一个与物理世界 1:1

同步、动态更新的数字镜像。这使得隐藏的运营逻辑得以全面显化，各类资源浪费、流程瓶颈与潜在风险被精准识别，为后续优化提供明确靶向。

- 二是仿真模拟与智能推演。在数字空间中进行低成本、零风险的模拟与推演，如人流模拟、能耗分析、应急预案演练。
- 三是指令下达与闭环控制。数字空间生成的优化指令（如设备调节、路径规划）可反向精准控制物理设施，形成“状态实时上传、指令精准下达”的双向闭环。空间因此具备了自适应、自优化的初步能力。

这一形态的进化，得益于政策引导与技术实践的双轮驱动。政策层面，数字孪生已成为全球主要经济体的战略布局重点，欧盟“地球数字孪生”计划、美国相关技术创新法案等纷纷将其列为核心方向，而 ISO/IEC 30172《数字孪生概念、术语和用例》国际标准的发布更统一了全球技术应用框架，为园区级虚实融合场景提



图 3 空间“从实到虚”的三大能力跃迁

供了规范化指引。技术实践层面，数字孪生的价值已在各类园区中得到充分验证：在智能制造园区，数字孪生系统实时映射产线全貌，设备参数异常可在虚拟界面中被直接定位与模拟调试。实践表明，此举能将关键设备的故障排查与停机时间减少超过 40%，显著提升资产利用率与生产连续性。

数字孪生所推动的虚实共生，不仅是技术的升级，更是园区空间价值定义的深刻变革。动态孪生赋予空间可感知、可模拟、可调控的关键能力，让园区管理者能够在虚拟空间中进行无限的仿真推演，找到最优解后再作用于物理世界。这不仅是 AI Campus 标志性的形态特征，更是其实现高效、敏捷、智能化运营的核心基石。

1.2.2.2 模式升级，人机共融的协同范式

AI Campus 的物理空间正经历一场深刻的模式升级，重构为“人 + 机器 + 智能体 + 空间”的协同范式。在这个新形态中，人是核心需求主体，机器是高效执行者，AI Agent 是协同决策的中枢，而空间本身则成为承载所有要素、构建人机物环境融合的空间。（详见图 4）。

理念与实践层面，以构建“机器人包容性环境”为代表的前沿设计范式，正从空间源头上为人机深度融合规划蓝图。技术层面，具身智能的成熟与商用化落地，则为这一蓝图提供了实现路径。

正如 AI 专家李飞飞所提出的“机器人即服务”理念，具备多模态感知与 3D 空间交互能力的具身机器人，已在园区安防巡检、设施运维等场景率先落地，真正实现了从“人操作机器”到“人与机器智能共融协作”的模式跃迁（详见图 3）。

1.2.2.3 认知跃迁，具备有机生命体特征

空间进化的终极目标，是赋予园区“感知 - 思考 - 决策 - 行动”的有机生命体特质。这一质的飞跃，其核心支撑在于构建泛在的物联网设备构成感知触角，实时捕获物理世界的多维状态；基于世界模型的多 AI Agent 协同体系承担认知与决策功能，实现对环境的深层理解、因果推理与未来预测；数智平台则作为虚实融合的运行基座，为感知、认知与行动提供统一时空框架与仿真验证环境；而各类多 AI 应用智能体协同体系充当灵活的行动载体，在办公、生产、生活等场景中实现自主执行与反馈。



图 4 人机共融的协同形态



实现这一生命体特质的关键，在于 AI 从感知智能向认知智能的跃迁——即对物理世界“主动理解”能力的根本性突破。当前主流 AI 系统虽能高效识别图像、语音或文本，但缺乏对环境因果关系与动态规律的深层理解与建模。而认知智能（Cognitive Intelligence）作为人工智能发展的高级阶段，强调系统需具备理解、推理、预测与规划的能力，其核心在于构建内在的“世界模型”（World Model），以模拟物理世界的运行机制。

正如图灵奖得主杨立昆所指出：AI 的终极进化方向，不是更大规模的数据拟合，而是通过学习世界模型，预测环境变化与行为后果，从而在开放、动态场景中实现自主适配。AI 园区正是这一理念的最佳实践场。园区其多元的物理空间、复杂的设备交互与高动态的活动，为认知智能模型提供了持续迭代的真实“训练场”；

而进化后的模型，又反过来为园区的智能协同提供更坚实、更具前瞻性的决策基础。

这种从数据驱动、模型进化，再到服务优化的正向循环，使得 AI Campus 的决策能力不再局限于规则响应，而是像生命体一样，在与环境的持续交互中不断精进。例如，通过认知智能驱动的预测性维护，系统不仅能识别设备异常，更能推断故障根因与演化路径，精准降低停机风险；园区服务亦能基于对企业生产节奏、人员流动、能源需求的深层理解，实现动态、自适应的资源调度。

最终，AI Campus 完成到“智慧有机生命体”的本质蜕变。园区具备感知、思考、决策与行动的能力，使其不再是一个被动管理的场所，而是一个能够自主优化、自我演进的有机生命体。

1.2.3 运营进化 — 智能协同、安全可持续的范式跃迁

AI Campus 的范式重构，核心在于突破传统园区空间使用、基础服务的单一运营逻辑。借助 AI 技术对运营范式的深度渗透，园区实现被动管理向主动运营的进阶、空间载体向价值生态的升级。这一变革并非单纯的技术迭代，而是对运营逻辑、运营组织与价值体系的全面重构，为园区高质量发展注入全新动能。

1.2.3.1 运营革新，主动自治的智能运营体系

AI Campus 的运营体系正经历一场深刻变革。其核心目标是利用人工智能技术，突破传统以人力为中心的运营模式，构建一个 AI 赋能下的主动自治运营体系，打破传统运营的主体边界与模式局限，实现运营效率与服务体验的双重飞跃。

运营主体革新，塑造园区新运营主体。 AI Campus 的运营组织正演进为一个全新的“人 + Agent + 机器”的协同共同体，实现了角色与价值的根本性重塑。

- 人：从琐碎执行中解放，聚焦于战略规划、复杂异常处置、规则制定与伦理监督，为运营注入方向性与创造性。
- AI Agent：升级为园区超级智能体，通过 MCP、A2A、A2UI 等新兴协议实现 1-N 的执行架构。凭借数据处理、自主决策能力，它能够承接需求分析、流程调度等系统性任务，它进行任务分解与决策，并协同各类专业 Agent 完成执行与闭环，从而成为运营流程的智能连接器与优化引擎。
- 机器：作为物理世界的“手”与“脚”，精准执行由园区超级智能体派发的巡检、控制、配送等标准化任务，确保指令的毫秒级响应与毫米级精度。

这种组织形态的重构，打破了传统运营中人力主导的单一模式局限，让运营流程摆脱对个体经验的依赖，实现更高效、更精准的自主流转与智能优化，为园区运营体系注入全新活力。

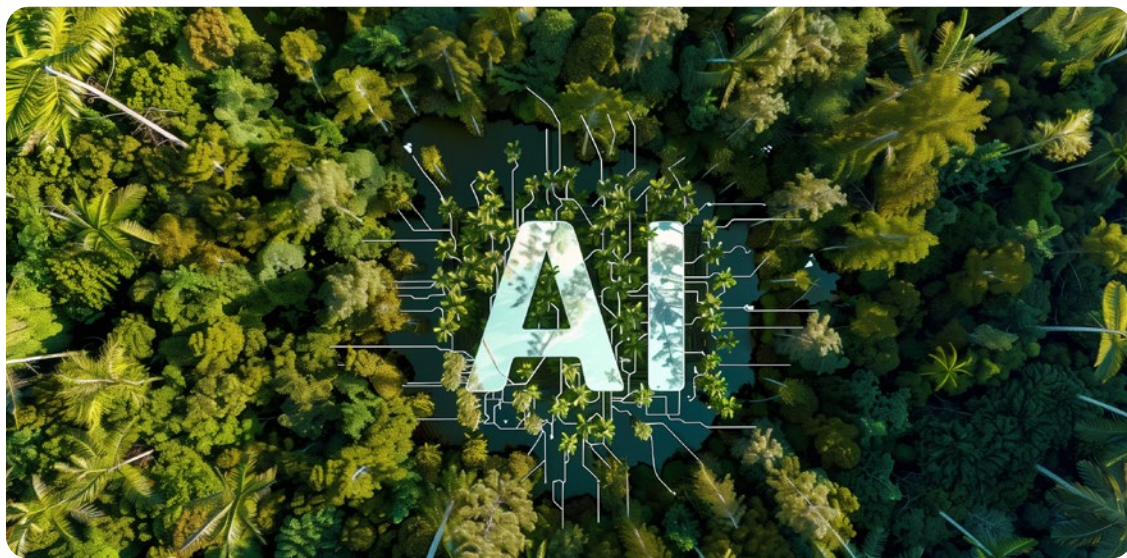
运营模式革新，构建主动自治新运营模式。 在多元协同主体的支撑下，园区的运营模式从传统的“被动响应、事后补救”转向“主动预判、自主决策”的自治形态。传统园区“被动响应需求”的模式也随之改变，未来，随着园区超级智能体及机器能力的持续演进，将催生颠覆式管理模式。正如华海智汇研究提出，“随着超级智能体的能力及技能不断提升，将会出现 OPD(One Person Department) 或者 OPC(One Person Campus) 的模式，一个人与智能体协同管理一个部门或运营一个园区。”

运营革新的本质，其核心是通过 AI 技术赋能，完成主体协同和主动自治的双重转型。

1.2.3.2 绿色转型，数字驱动的低碳韧性发展体系

在全球气候治理纵深推进的背景下，可持续发展已成为国际社会共识，超 130 个国家明确提出碳中和目标，欧盟《绿色协议工业计划》、中国“双碳”战略等政策密集落地，推动低碳发展从理念走向系统性实践，为园区绿色转型提供明确指引。**园区的绿色转型已不再是单纯的成本负担，而是构筑核心竞争力的战略选择。其核心目标，是打造一个绿色低碳、高度韧性的可持续发展体系。**

这一体系的建设，聚焦于两大数字化驱动支柱：一是能源结构绿色化。通过集成分布式光伏、储能、智慧微电网等清洁能源与新型基础设施，从源头优化能源供给，降低碳足迹，实现能源结构的根本性优化。二是能源管理智能化。依托物联网感知与数字孪生平台，对能耗进行全景监测、



动态分析与精准调控。AI 算法能够实现负荷预测、智能调度与系统效率的持续优化，将节能从粗放管理升级为精细化的“数字寻优”过程。

最终，绿色转型的成果远超越节能降耗本身。**通过节能技术的深度应用与零碳、循环等绿色场景的构建，园区将环境绩效转化为可计量、可运营的“新型价值资产”。**通过数字技术驱动能源结构的绿色化与能源管理的智能化，使园区本身进化为一项兼具生态效益与经济价值的复合型资产。

1.2.3.3 全域安全，主动协同的安全治理体系

在人工智能深度赋能的背景下，园区的安全范式正经历根本性重塑。**其目标不再是传统的被动响应与孤立防护，而是构建一个“全域感知、主动防御、智能协同”的全域安全保障体系。**这一体系深度融合物理空间安全、数据安全合规与智能应用风险防控，旨在将安全从一项支撑性成本，转变为保障园区未来自主进化核心能力。

全球范围内，AI 安全治理已形成“发展与安全并重”的共识，未来园区安全范式与治理将成为重要议题。欧盟《人工智能法案》作为全球首部全面 AI 监管框架，通过风险分级制度明确

智能系统的安全底线；美国《Secure A.I. Act of 2024》聚焦 AI 安全漏洞追踪与风险处置，强化技术落地的全流程管控；中国国务院《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》明确提出“发展、应用、安全、治理”同向发力的总体路径，强调通过立法与标准构建动态、协同的治理格局。此共识趋势深刻揭示了 AI 时代安全治理的内在逻辑，安全绝非创新的对立面或事后附加条款，而必须作为内生要素，系统性嵌入 AI Campus 规划、建设与运营的全生命周期。

此外，四川天惠云泽智能科技有限公司提出：随着近年来低空经济发展，低空安全成为了物理空间安全中极为重要的一环通过多模态低空感知与低空活动数据的智能分析，从而实现对低空空间的风险预测与园区低空空间的风险评价，这必将成为 AI Campus 安全智防基座能力中不可或缺的一部分。

综上，AI Campus 的安全治理体系，是在国家政策引领与前沿技术框架支撑下，通过“制度 - 技术 - 运营”的深度融合，构建的一个能够主动感知风险、研判安全威胁、协同响应处置的全域安全保障体系。它不仅是园区稳定运行的基本保障，更是其实现高质量、可持续发展的核心驱动力，为 AI Campus 在未来的演进中注入了源源不断的确定性。

1.2.4 平台进化 — 全域智联、弹性适配的智能底座

平台底座是 AI Campus 落地全场景智慧化的技术支撑, 这一平台既适配当下园区智能化运营的核心诉求, 更提前预留技术升级接口, 为 AI Campus 的长效演进筑牢坚实技术支撑, 助力园区智能能力持续迭代升级。

1.2.4.1 从“数字平台”向“数智平台”演进

“万物互联”解决了园区人、机、物的连接问题, 实现了全域要素的广泛连接, 但此阶段仅完成了“连接层面”的突破: 海量数据虽实现汇聚, 却因缺乏有效的融通机制与智能分析能力, 未能打破系统数据壁垒, 其核心价值远未被充分释放。AI Campus 所推动的“万物智联”技术跃迁, 其核心正是通过 AI 赋能与数据融通, 让连接产生智能、让数据创造价值。这一深刻变革, 在政策与行业的双重引领下, 正从两个维度重塑园区的技术底座。

以智能平台为核心载体, 园区正从“信息孤岛”向空间智能体跃升。平台以统一数字底座和数据治理体系为基础, 打通各业务系统、整合全域数据, 并通过清洗、脱敏与跨域协同实现数据可信流通与资产化, 为园区提供坚实的数据服务支撑。在此基础上, 平台深度融合智能分析、模型调度与协同响应能力, 驱动全域资源智能调度、多场景联动与全链路自主决策, 实现从数据到智能服务的闭环赋能。依托数据与智能的深度融合, 园区数字平台不仅将数据转化为核心生产要素, 更逐步突破物理边界, 实现人、机、物、场的全面互联与智能交互, 最终演进为具备自我感知、优化与迭代能力的有机生命体, 迈向万物智联的新阶段。

从“感知设备连接”升级为“AI 驱动的全域智联底座”。传统园区的设备连接呈“单点接入、分散管理”状态, 仅能实现基础数据采集, 缺乏智能分析与跨场景协同能力。而 AI Campus

构建的全域智联底座, 以 AI 大模型为核心中枢, 打通“连接 - 分析 - 决策 - 执行”的全链路, 形成完整的智能闭环。

本质而言, 万物智联的技术跃迁, 是通过 AI 与数据技术对园区底座的系统性重构。它依托行业实践的积累, 更得到国家政策的精准赋能, 最终驱动园区从被动的“数据采集者”彻底转变为主动的“价值创造者”, 为全场景智慧化的实现提供了源源不断的核心技术动能。

1.2.4.2 从“单一连接”向“智能神经网络”演进

AI Campus 的网络体系正经历一场深刻的变革, 其演进路径清晰地呈现为三个递进的层次。起点是超越“单一连接”, 实现向“多维感知”的能力跃迁。传统网络仅作为数据传输的管道, 而智能网络则通过集成各类传感器, 使其自身成为遍布园区的“神经网络”, 能够实时感知温度、人流、设备状态等多维物理信息, 为上层智能应用提供丰富的情境感知数据。

在此基础上, 网络进一步演进, 首先是高速联接, 基于 Wi-Fi 7、50G PON 等技术, 实现全场景高速、稳定联接。其次是融合物联与感知功能, 支持空间定位、人员态势分析、安防周界监测和能源精细化管理, 释放数字化潜力。结合内置开放容器能力, 可以加载各行业应用 App, 基于 AI 分析, 针对不同场景提供不同的智能空间中控能力, 如会议、酒店、病房康养、门店等, 并从资产、传输、空间、隐私等维度构建全方位安全防护体系, 为各行业客户构建起面向未来的智能联接底座。

最终, 这一演进过程构筑了一个具备感知、决策与执行能力的智能网络体系。它不仅是园区信息流动的高速通道, 更是驱动园区自主运转、实现虚实共生的核心中枢, 为 AI Campus 全场景智慧化提供了坚实的网络基础。

1.2.4.3 从“单一终端接入”向“新型智能终端全域接入”演进

AI Campus 的智能化进程, 正从云端决策向物理世界的精准执行延伸, 其关键载体便是新型智能化终端的加速普及。这标志着园区智能体正经历从“无身”的纯数字形态, 向“有身”的具身智能形态演进, 为智慧化应用提供了前所未有的物理交互能力。

全球范围内, 新型智能化终端规模化部署、具身智能技术落地已形成明确政策共识与产业趋势, 这既为 AI Campus 实现从云端决策到物理世界精准执行的延伸, 更开辟了广阔应用空间。欧盟《Apply AI 战略》明确推动智能终端与 AI 技术深度集成, 助力产业场景智能化升级; 美国《赢得竞赛: AI 行动计划》将智能基础设施部署列为核心支柱, 强化具身智能终端的研发与落地; 新加坡“智慧国 2.0”战略以榜鹅数码区为示范, 规模化部署智能机器人、自动驾驶终端等设备, 构建全域智能交互场景; 中国国务院《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》明确提出, 到 2030 年各行业智能体、智能终端覆盖率需达到 90%。在此背景趋势下, 以具身智能机器人、无人机集群为代表的“有身”

智能体, 正突破传统固定式传感器的局限, 在园区内实现“多领域规模化应用”。它们不再是孤立的设备, 而是能够自主移动、协同作业的智能单元, 成为 AI 在物理世界中执行复杂任务的“手”与“脚”。

具身智能机器人、无人机终端的规模化应用, 将以全域场景渗透、高效协同作业的优势, 从根本上重塑园区的运营模式、升级服务体验。

在工业制造场景, 具身智能机器人可深入产线, 完成高精度的装配、巡检与物料搬运, 实现生产流程的柔性化与自动化。在安防巡检领域, 无人机集群可构建起全天候、无死角的立体巡防网络, 自动识别异常事件并第一时间响应。在商业服务与物流配送中, 自主无人物流机器人则能提供精准的引导、配送服务, 极大提升用户体验与运营效率。

最终, 新型智能化终端作为智能底座的物理延伸, 将云端 AI 的分析决策能力, 转化为物理世界中精准、高效的实际行动。通过这些“有身”智能体的广泛部署, AI Campus 得以构建一个虚实共生、动态协同的有机整体, 真正将智慧化能力渗透到园区的每一个角落。





▶ 1.3 AI Campus 演进：从传统园区到 AI campus 跃迁

AI Campus 的演进，是园区从“物理空间载体”向“智能有机生命体”的进阶过程，其迭代脉络清晰呈现为从传统园区到智慧园区 2.0 的跃升，三者核心定位、技术支撑、服务模式与价值逻辑上形成鲜明代际差异（详见图 5）：

1.3.1 传统园区：园区信息化

核心特征：系统自治、业务割裂、运营低效。
此阶段以完成基础设施信息化为基础，各弱电电子系统（如安防、门禁、能耗）独立建设与管理，实现了单场景的垂直智能，例如人脸识别通行、

视频监控等。然而，系统间缺乏协同，数据无法共享互通，形成“数据烟囱”，园区整体运营依赖于人工协调，效率与体验存在瓶颈。目前，我国多数园区仍处于此阶段。

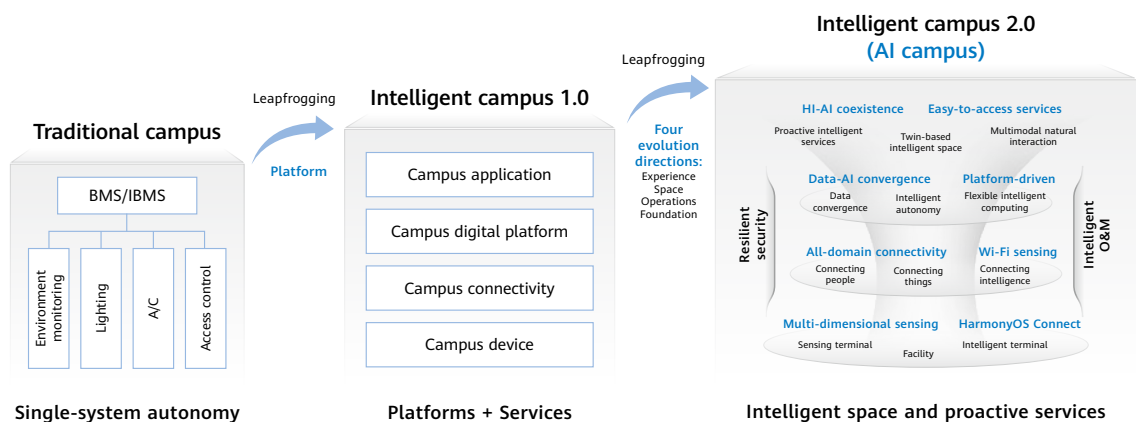


图 5 AI Campus 演进

1.3.2 智慧园区 1.0：园区数字化

核心特征：平台统管、数据融合、场景联动。 此阶段标志着从“系统堆砌”到“平台赋能”的架构性转变。其核心是建设统一的园区数字平台，通过整合 IT（信息技术）与 OT（运营技术）数据，实现对园区业务的可视、可管、可控。

网络层面推动多网融合，形成“一张网”支撑。价值上，初步打破了数据孤岛，实现了跨场景的联动服务（如一卡通联勤联动），并开始挖掘数据资产价值以支持精益运营。

1.3.3 智慧园区 2.0（AI Campus）：园区智能化

核心特征：智能空间、自主服务。 此阶段标志着从“平台赋能”到“智能自主”的范式性跃升，园区正式进化为具备感知、决策、进化能力的“智能有机生命体”。而这一“有机生命体”的核心特质，是依据 wifi 7、多模态感知、数字孪生等技术协同构筑，通过新型智能终端获取人、物、环境动态需求，依托数字孪生同步虚实空间的实时状态，再由 AI 多智能体协作完成需求匹配与场景决策，最终让空间属性根本性转变。它不再是被动承载业务的物理载体，

而是升级为能主动感知需求、适配场景的智能空间，通过立体交互体验，落地空间主动服务人的智能场景。

智慧园区 2.0（AI Campus） 的智能化程度是一个逐步演进、发展进化的过程。为了更好的明确 AI Campus 智能化能力，将其分为五个等级，这一能力分级以“AI 在园区中的角色与自主程度”为核心，从低到高形成五个逐步进阶的层级（详见图 6）：

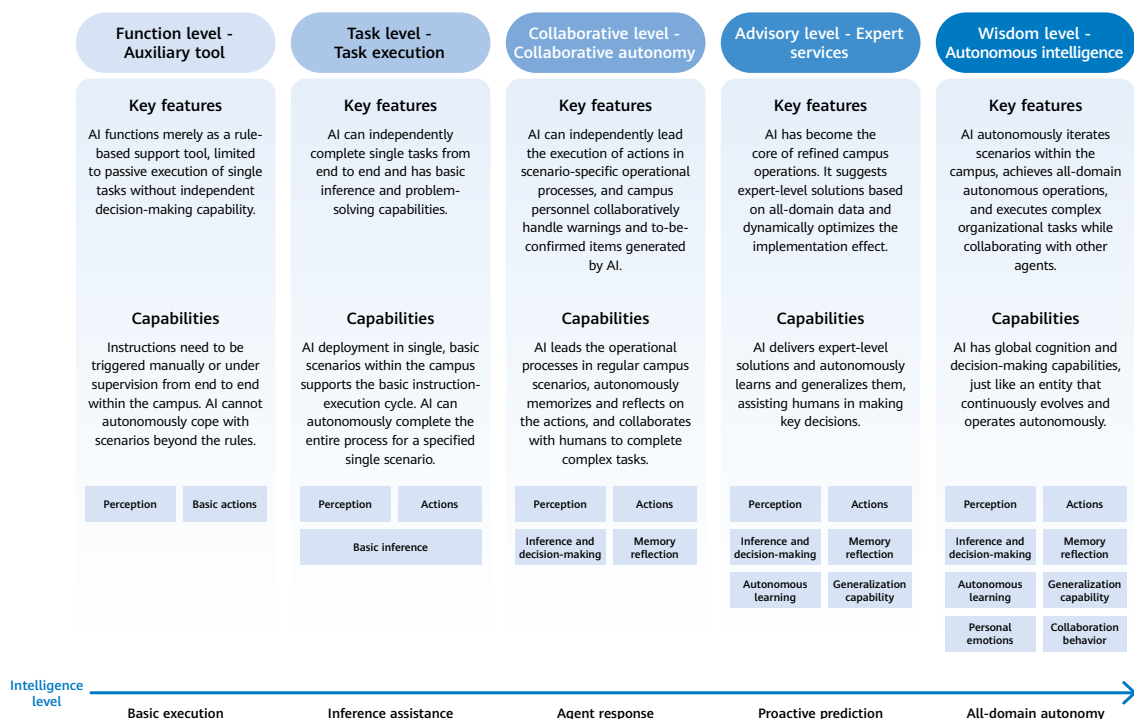


图 6 AI Campus 智能化程度

功能级：辅助工具，基础执行层。AI 仅作为被动工具，执行单一指令。感知层面仅采集预设维度的单一数据并且在行动层面仅触发单一预设动作，无法应对规则外的复杂 / 动态场景，需依赖人工介入处理例外情况。例如，安全场景中，AI 仅对采集数据做基础判断，触发单一报警动作，无风险等级区分或自主联动其它安防设备的能力。

任务级：任务执行，推理辅助层级。AI 可完成单一闭环任务，具备基础感知、行动与推理能力，可支撑园区单一基础场景的部署落地，形成“人类指令 - AI 执行”的固定闭环，无超出任务范畴的自主决策权限。例如，能耗管理中，AI 可独立完成“温度超标 - 开启空调”的调控指令，但无法优化整体策略。

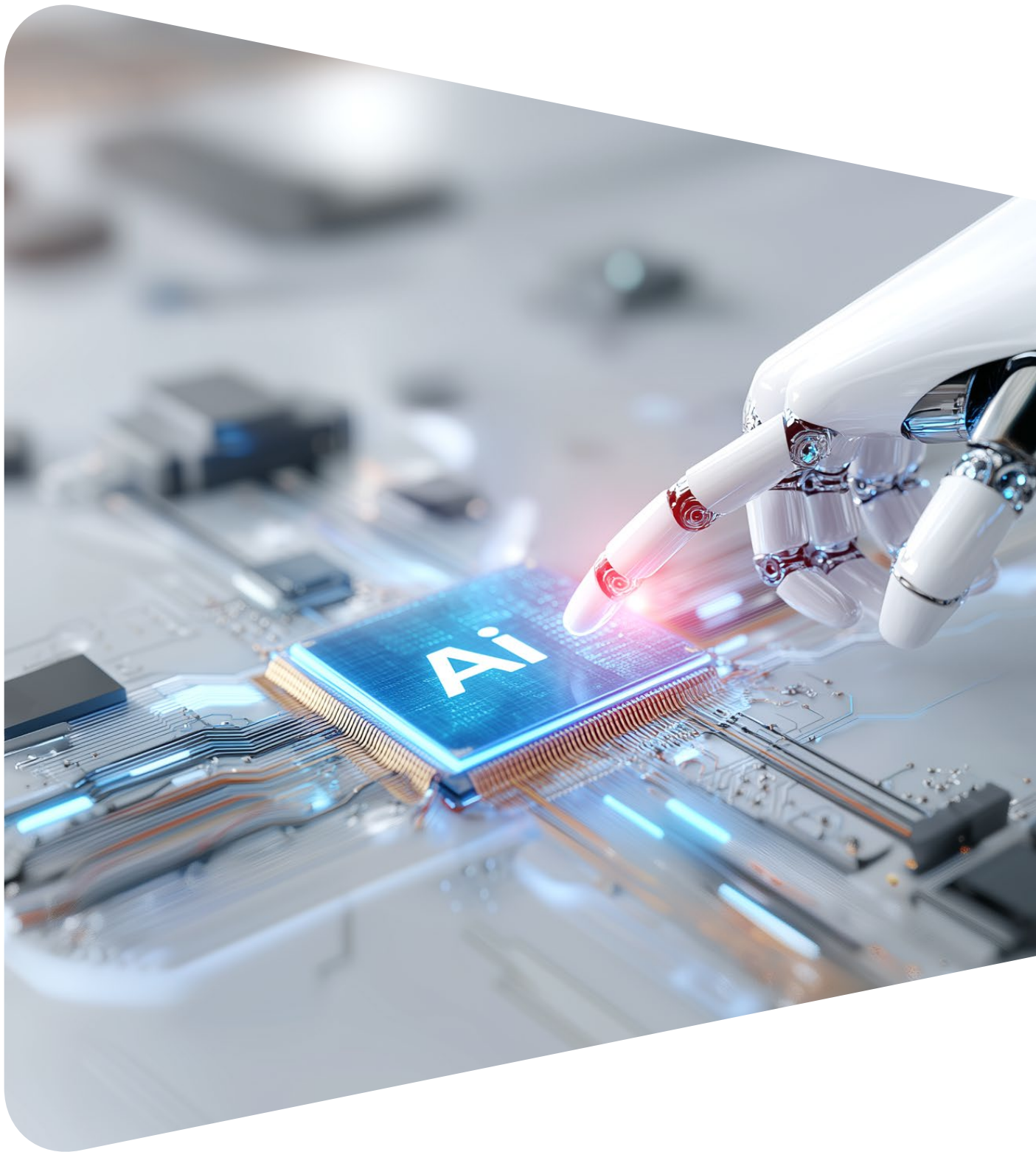
协作级：协作自治，代理响应层级。AI 可自主主导执行场景运营流程的具体操作，同时可自

主记忆反思，与人类协同完成复杂事务，能力覆盖感知、行动、推理 & 决策及记忆反思环节。例如，仓储管理中，AI 自主执行出入库流程，但对库存超量等预警事项需由人工确认。

指导级：专家服务，主动预判层级。AI 输出专家级方案，同时辅助落地效果的动态优化，其具备的能力能够自主学习、迭代优化，辅助人类做出关键决策。例如，能效优化中，AI 基于全域能耗数据生成节能方案，辅助管理者决策并动态优化效果。

智能级 - 自主智能：全域自治层级。AI 可自主迭代园区内所有智能场景，实现全域自主运营，同时能够执行复杂组织任务并协同其他智能体，可持续进化运营体系以适配园区内外部变化。例如，综合运营中，可跨部门调度资源、协同多个智能体处理复杂任务，并持续迭代各场景运营逻辑，实现园区整体运营的自主进化、自主演进。







02

与AI共创， 加速AI Campus的智能空间进化

在数字技术与实体经济深度融合的全球浪潮中，技术正在深度重塑园区的工作、生活与生产方式。未来的智慧园区，将不再仅仅是建筑与设施的物理集合，而是进化为一个由众多“智能空间”有机耦合而成的有机生命体，具备感知、思考、进化与协同能力的有机生命体。

我们认为，AI Campus 的建设，关键在于将宏观愿景落实到一个个具体的“智能空间”的打造上。作为这一演进蓝图的关键载体，围绕十一个园区业态，本章重点聚焦了十七大智能空间

——从激发个体创造力的智能办公空间，到保障全域稳定运行的运营保障智能空间；从守护物理与数字双重安全的安全守护智能空间，到重构出行与能源逻辑的交通停车空间；从驱

动实体制造的生产作业智能空间，到赋能产业生态的产业服务智能空间；再到升华人文体验的会展、医疗、商业、教育与社区智能空间，描绘二十三个典型场景。

它们共同宣告了一个新时代的到来：园区的价值，正从提供基础物理场所，升级为提供深度适配场景、持续赋能成长、主动创造价值的智能空间。

► 2.1 办公园区：AI 赋能提质，升级办公体验

| 2.1.1 智能办公空间：从“静态工位”到生产力倍增的“动态赋能场”

智能办公空间是以 AI、数字孪生、物联网等数字化技术为核心驱动，突破传统办公在效率、协同与决策上的瓶颈，为企业核心决策层、高价值创造者及全体员工打造的，集个人深度工作与团队高效协作于一体的新一代“虚实融合”办公环境，实现从流程执行到价值创造的办公生产力倍增。

“会议全流程 AI 协同是未来 AI 会议空间核心落地场景。”

华海智汇所

典型场景一：全流程智能会议

据微软《2025 年工作趋势指数年度报告》显示，82% 的企业高层计划在未来 12 至 18 个月内，将 AI 智能体纳入核心团队深度参与业务运营。会议，作为组织协作与决策的核心协作模式，正站在变革的临界点，也自然成为 AI Agent 落地的关键场景与载体。随着 AI Agent、大语言模型与物联网技术的逐渐成熟，为重塑高频、高价值的办公协作场景提供了全新可能。由此，会议空间正经历一场根本性的范式重构，

未来的会议，本质上是在虚拟数字空间与物理智能空间深度融合的高效协作，从而实现“会前 - 会中 - 会后”全流程的智能协同。

全流程智能会议它不再是传统会议的简单自动化，它超越了物理会议室的局限，通过多会议 AI Agent 协同联动，覆盖会前、会中、会后全环节，核心在于推动会议从“流程繁琐、低效产出”转向“智能协同、高效决策”（详见图 7）。

在会前阶段, 员工发起或准备会议时, 依托智能算法与 Chatbot 技术明确会议核心目标, 启动全流程智能协作。**一方面, 为员工提供会议资源筹备事项确认清单。**它不仅能够自动协调多方日程、智能预定会议室及所需设备资源, 还能基于会议议题, 主动整合相关背景资料、生成关键会议简报。同时, 能够依托智能算法, 根据会议主题、参会人员角色及业务需求, 梳理核心议题与建议时长, 自动生成结构化的议程框架并同步推送至所有参会者。**另一方面, 在会议室环境调节方面,**根据会议类型和参会人数, 提前调节会议室温度、湿度至舒适区间, 预设灯光亮度与窗帘开合度, 同时自动启动音视频设备并完成调试, 当与会人抵达会议室时直接进入舒适高效的会议状态。

在会中阶段, 为园区员工提供全程智能伴行的实时会议服务。借助智能技术清晰标注每位参会人的身份、时段与内容, 确保不同岗位、不同业务背景的同事都能同步掌握会议信息, 通过高精度的语音识别转写实现多语言实时翻译, 帮助不同语言背景的同事能够无障碍参会研讨。系统会实时提炼发言里的核心观点、关键数据, 还会自动标注讨论中的争议点, 形成直观的实时要点清单推送给在场员工, 让大家随时聚焦

核心议题、避免信息遗漏; AI 助手也会依据会议议程节奏, 实时关注各环节时长, 一旦出现发言超时便会及时提醒, 并温和引导讨论回归主题, 高效推进会议。

会议结束后, 为园区员工提供一体化的成果沉淀与价值复用服务。自动整合会议要点与关键结论, 生成涵盖核心内容、待办事项、责任分工及时间节点的标准化合约, 并第一时间推送至每位参会人; 同时将拆解后的待办事项精准对接至参会人的日常办公与任务管理渠道, 自动推送进度提醒、实时反馈完成状态, 助力园区团队形成“会议决议 - 任务分配 - 进度追踪”的完整闭环; 更会依托知识图谱能力, 将会议纪要、音视频记录与核心观点按主题分类沉淀至企业知识库, 构建系统化的会议知识图谱, 并支持关键词检索、片段回放与内容溯源, 方便园区员工随时查阅调用, 为后续业务复盘与工作推进提供有力支撑。

AI Agent 贯穿会议全流程, 构建智能会议闭环, 显著提升会议效率与决策落地速度和质量。不仅大幅简化会议组织流程、减少行政与参会人员的事务性消耗, 更能让参会者摆脱记录、协调等繁琐工作, 专注于核心讨论与深度思考。

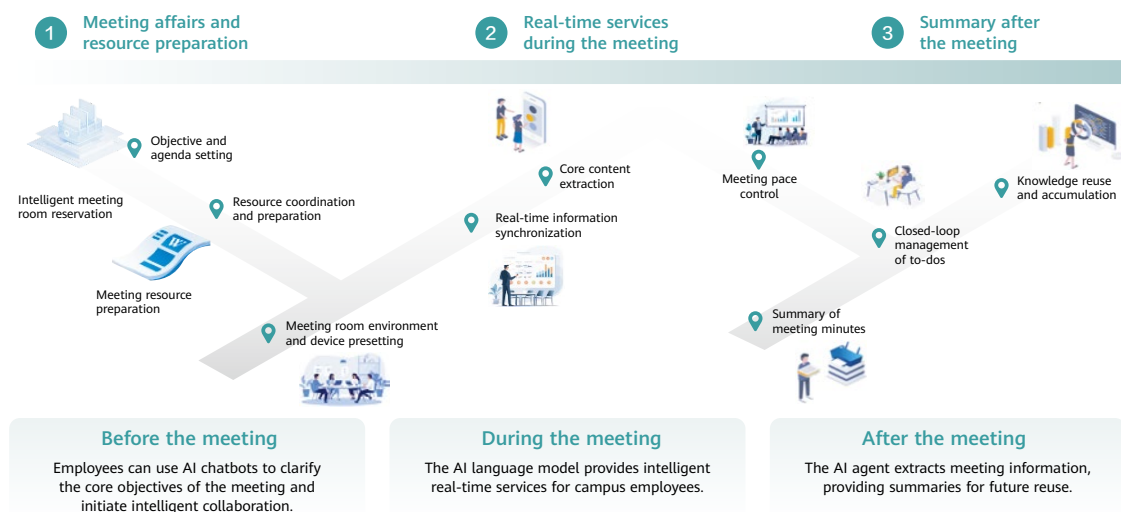


图 7 全流程智能会议场景

典型场景二：全场景协同办公

在 AI 从技术竞赛转向应用落地的关键阶段，办公场景正迎来“操作系统级”的重构。据艾瑞咨询报告显示，2024 年中国 AI 办公软件市场规模已达 308.64 亿元，预计 2028 年将突破 1900 亿元。在 AI 时代的办公赛道上，**未来除了开会这一个场景，员工园区办公的场景中，还有个人事务处理、跨部门协同、移动办公等更多元的办公协作场景。**这一趋势下，未来让园区 AI 助手渗透个人办公、跨部门协作、移动办公等全场景，实现“工作辅助智能化、组织协作高效化、流程对接无缝化”的全新体验。

在未来全场景协同办公场景中，园区全能 AI 助手将覆盖“个人赋能”、“组织协同”两个层面，以既以专属化、智能化的个人办公超级助手，深度适配员工工作习惯，提供知识问答、事务安排、流程办理等全流程个人服务，又以团队协同型 AI 助手为核心载体，全方位支撑个人高效工作与团队协同升级（详见图 8）。

一是面向个人的园区全能 AI 助手，通过 AI 技术为每一位员工打造一个专属、智能、高效的个性化工作伙伴。它不再是简单的任务提醒工具，而是能够深度理解个人工作习惯、主动提供支持、无缝连接各类应用的超级助手。依托

“ 打造集感知、行动、思考三位一体，通过自然语言交互按需构建工作、学习的专属园区助理，同时，搭建知识图谱与企业组织专属语料库，支持个人或组织分级分权管理与查看。

华兆科技有限公司

跨园区系统 API 的数据联动与 AI Agent 的多任务处理能力，提供个人知识问答、事务安排与流程办理服务，协助完成个人考勤、差旅报销、审批等场景的表单填写、流程流转，同时实时反馈办理进度。

二是面向团队的园区全能 AI 助手，聚焦团队与组织层面的效率提升与能力进化，通过 AI 技术构建共享知识库、前瞻性洞察分析、组织 KPI 的目标驱动，促进园区组织运行效率。团队超级 AI 办公助手区别于个人信息管理功能，依托 NLP 技术搭建跨部门全流程知识协同平台，构建结构化组织与团队知识库，支持团队人员便捷上传、智能检索、实时协作及权限化知识推荐共享，推动知识从“个体沉淀”转向“组织复用”。同时整合行业政策、市场趋势等多源数据，通过 AI 算法识别趋势变化与技术方向，

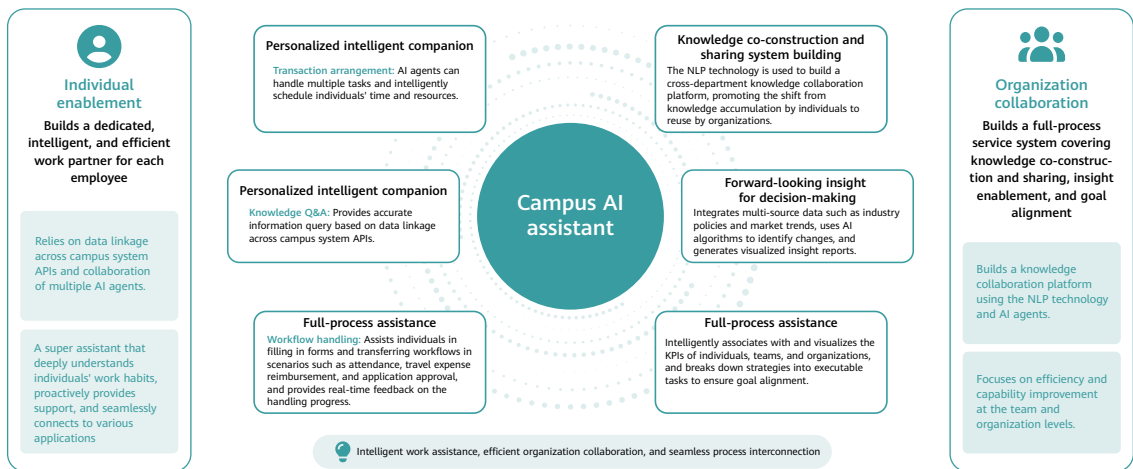


图 8 全场景协同办公场景

生成可视化洞察报告，为决策提供清晰支撑，助力团队预判布局、提升战略敏感度与市场竞争力；此外，该助手实现个人、团队与组织 KPI 的智能关联与可视化，将战略拆解为各层级量化目标，实时追踪进度、预警风险并推送优化方案，分解宏观目标为可执行个人任务，确保组织上下目标一致。

该 AI 办公超级助手的核心价值兼具员工与企业双重维度，全面赋能办公效能提升：对员工而言，减少事务性工作消耗，使其聚焦核心思考与创新；对企业而言，标准化智能流程降低人为错误与延误，提升整体效率与决策速度，积累的办公数据还能为流程优化、制度完善提供数据支撑。

2.1.2 运营保障空间：从“经验驱动”到“Agentic 自治”的智能运行中枢

运营保障空间是支撑园区整体高效运转的智能保障核心，依托智能技术为园区运营提供全方位支撑，覆盖解决传统园区运营中响应滞后、协同不畅、决策被动等痛点，保障园区运行的稳定与高效。Agentic IOC，作为园区运营的智能核心载体，能够精准洞察园区的运行状况，及时发现并解决问题。

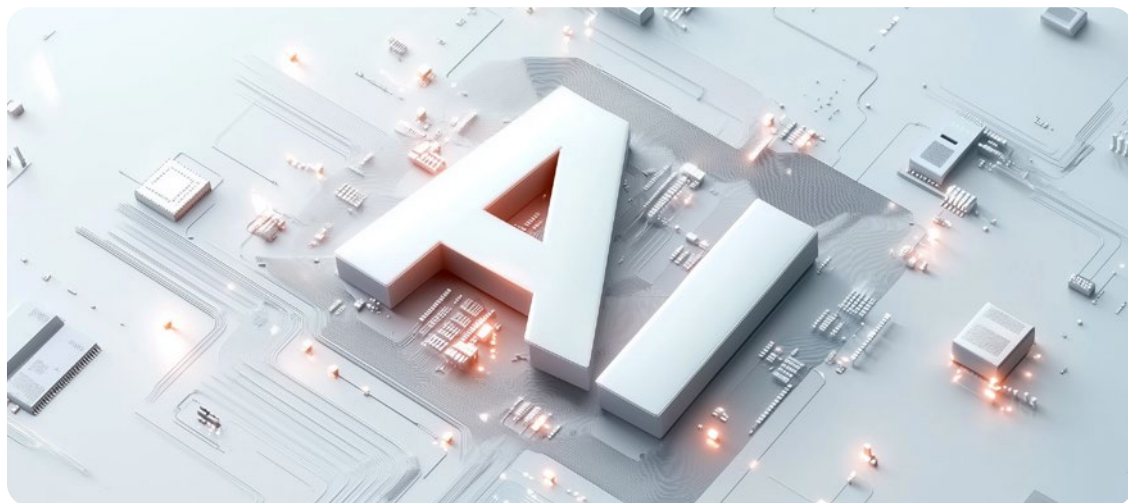
“ Agentic IOC 的有效运行，依赖一个能够统一承载园区运行态势的基础空间。数字孪生正是这一运营保障空间的关键载体。

北京数字冰雹信息技术股份有限公司 ”

典型场景：Agentic IOC

随着 AI 技术从“工具化应用”向“智能体自主协同”的范式迁移，园区运营管理正迎来从“被动响应”到“主动前瞻预判、全域协同治理”的深刻变革。在此背景下，**Agentic IOC 作为园区的“数智大脑”**应运而生。

通过打造覆盖园区建筑、设备、管线、人员与环境要素的数字孪生场景，Agentic IOC 能够将来自物联感知、业务系统和视频分析的数据，映射为统一、直观、可交互的空间态势。园区运行状态不再以分散的数据形式存在，而是在



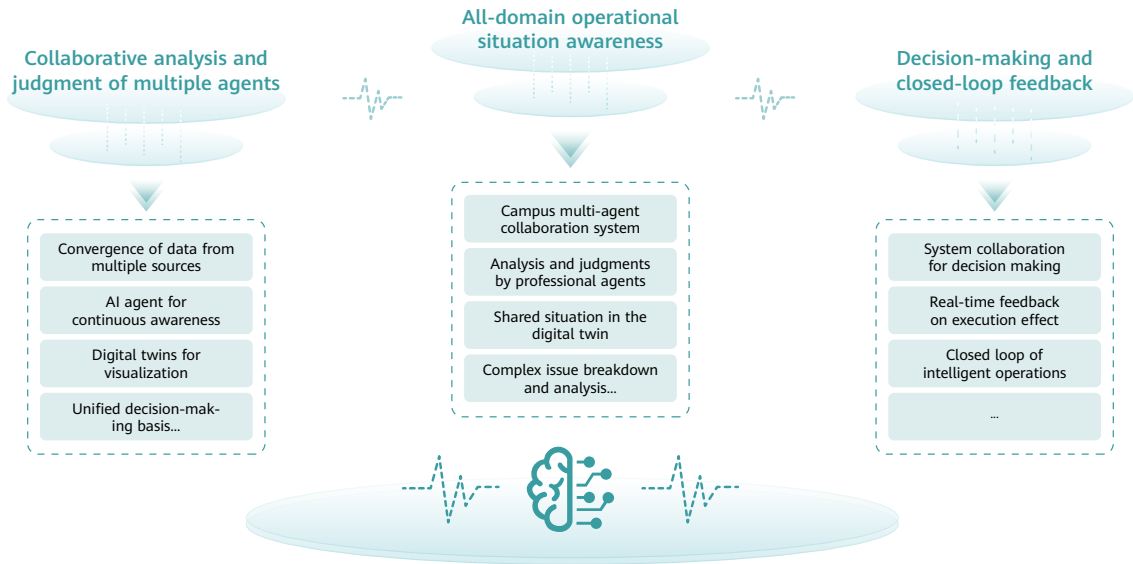


图 9 Agentic IOC

同一时空框架下被持续感知和动态呈现。

在此基础上，数字孪生定义了园区的孪生体数据（台账、时序、事件、模型），更成为 AI Agent 分析、决策和执行结果的可视化承载与校验环境，有效提升智能决策的可解释性和可信度。（详见图 9）。

一是全域运行态势感知。 Agentic IOC 融合园区安防、能耗、设备、环境等多类系统数据，通过 AI Agent 实现对运行态势的持续感知与结构化理解。结合数字孪生空间，关键设备状态、人员活动轨迹、能耗变化趋势和风险点位能够被直观呈现，为后续分析与决策提供统一基础。

二是多智能体协同分析与研判。 围绕园区运行保障目标，Agentic IOC 构建由多个专业 Agent 组成的协同体系，不同 Agent 聚焦各自领域的运行分析与风险判断，并在统一的孪生空间中共享态势认知。通过这种方式，复杂问题可以被拆解为多个子任务，由不同 Agent 协同完成分析和推理，提升跨系统、跨专业场景下的研判效率与准确性。

三是决策执行与闭环反馈。 在完成分析与研判后，Agentic IOC 可联动园区现有管理系统和流

程，辅助完成指令下达、任务派发与资源调度。执行结果通过数字孪生场景实时反馈，形成可视化的处置过程与效果呈现。基于这一反馈机制，AI Agent 能够对决策效果进行评估，为后续运行策略的优化提供依据，逐步形成持续改进的智能运行闭环。

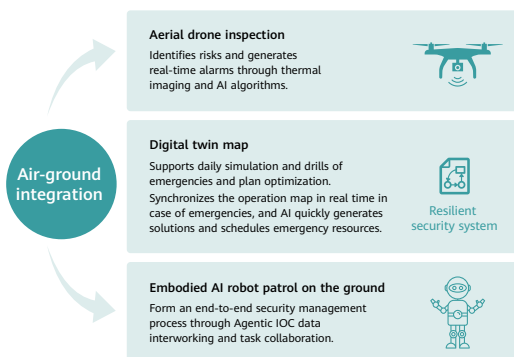
在园区日常运营中，Agentic IOC 发挥着全方位的保障作用。它不仅能通过态势持续分析提前识别潜在风险，降低日常故障概率；还能在空间维度快速定位安防事件，辅助多系统联动与协同响应。同时，系统结合运行数据分析，支持更精细的能耗配置与设备策略调整；在突发状况下，依托数字孪生空间进行态势研判与指挥调度，显著提升应急处置效率，实现园区运营的智能化升级。

通过 Agentic IOC 与数字孪生的融合，园区运营保障正从以人工经验为主的管理模式，逐步转向以智能体协同和空间态势为核心的运行体系。数字孪生为 AI 决策提供直观反馈与持续校正，AI Agent 则为园区运行注入主动分析与协同能力。这种融合为园区实现更加安全、高效、可持续的智能运行奠定了坚实基础，也为 AI Campus 场景下的运营保障能力升级提供了重要支撑。

2.1.3 安全守护空间：从“事后处置”到“主动预防自主应对”的一体化安全

Typical scenario 1: Physical resilient security

The campus builds an air-ground integrated intelligent inspection and security system that combines drones and embodied AI robots, creating a robust security shield for personnel through technology collaboration.



Typical scenario 2: Digital security shield

In the campus-wide security system, data security and network information security are the core foundation for building a solid line of defense.

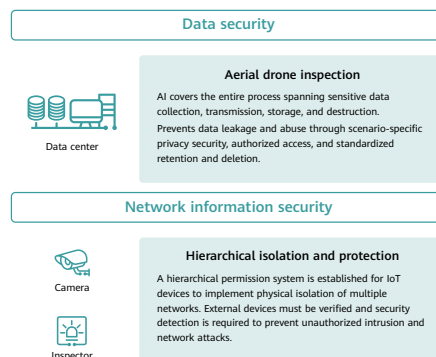


图 10 物理韧性安防与数字安防

安全韧性空间是构建园区 7×24 小时无死角、可持续进化安全防线的核心功能载体。空间通过深度融合“空地一体”智能巡检体系与“平战结合”韧性指挥机制，并筑牢全链路数字安全屏障，实现物理空间防护与数字生态安全的双重覆盖，为园区内人员、设施及数据资产提供全方位、全时段的智能保障，推动园区安全治理从“事后被动防御”向“事前主动防御”的根本跃升（详见图 10）。

典型场景一：物理韧性安防

园区构建无人机 + 具身智能机器人“空地一体”智能巡检安防体系，以技术协同筑牢人身安全防护屏障。该场景依托多智能体协同技术，整合空中巡航与地面巡检能力，打造覆盖园区全域、全时段的立体化安防体系，核心目标是保障人员人身安全。空中，无人机对高空、周界等人工难及区域常态化巡航，通过热成像与 AI 算法识别高空抛物、翻越等风险并实时告警；地面，具身机器人自主巡逻室内外重点区域，检测安全隐患。通过 Agentic IOC 数据互通、

任务联动，遇火情等紧急情况可引导处置、封锁区域、疏散人员，形成全流程安全闭环。

在感知方面，融合了 CSI（信道状态信息）、毫米波雷达、3D 光感知、光谱感知等多维感知技术，构建了全面精准的环境感知能力。通过 CSI 技术可实现对人员移动轨迹的无设备感知，毫米波雷达具备穿透遮挡物的探测优势，3D 光感知技术能够高精度重建空间三维结构，光谱感知则可识别特定物质成分。这些技术协同工作，能够实时感知空间内的人员数量、精确位置分布，同时对环境状态进行全面监控，及时发现火灾隐患、气体泄漏、结构异常等各类危险因素，为物理空间安防提供精准的数据支撑。

此外，为应对园区可能面临的各类突发事件，园区构建了平战结合、虚实互动的韧性安全体系。该体系以数字孪生技术为核心，在日常“平时”状态，在数字空间中高保真复刻园区，支持安全团队进行各类突发事件的沉浸式模拟推演与预案优化，近乎零成本地沉淀实战能力。当紧急“战时”发生，即刻切换至“战时”智



能指挥模式。数字孪生体与现场物联感知数据实时同步，为指挥中心提供全景可视化“作战地图”。AI 基于实时态势与仿真模型，快速生成并推荐最优处置方案，并自动联动应急资源、精准调度救援力量，确保行动高效有序，实现从“经验响应”到“科学处置”的根本转变。

典型场景二：数字安全屏障

在园区全域安防体系中，数据安全与网络信息安全是筑牢安全防线的核心基石。针对园区内摄像头监控数据、门禁出入记录、人员身份信息敏感数据的防护需求，以及物联网设备互联、多系统数据交互带来的网络风险，构建全场景、全链路的安全守护体系，保障园区物理安全与数字生态双重可靠。

在网络层面，聚焦园区海量物联网设备互联与多网络交互风险，构建精准防控、边界清晰的网络安全防护体系。针对摄像头、门禁、巡检机器人等物联网设备，建立分级访问权限体系，实现全域网络访问精准管控；对园区内办公网络、安防网络、设备控制网络实施独立划分和隔离，有效控制风险“爆炸”半径；对个人终端、访客终端等外来设备接入执行严格的准入与安全检测，防范非法入侵与网络攻击；对园区公共 Wi-Fi 等上网行为进行规范，管控不良言论，保障安防系统稳定运行。

在应用层面，以园区办公、运营终端和关键业务系统防护为核心，筑牢应用层面安全屏障。

对员工办公、园区运维等终端加装安全软件，实现全面的安全管控措施防止信息泄露；对门禁、闸机、能源等关键系统进行安全加固，严格落实访问控制机制，确保各类应用系统安全稳定运行，从应用执行环节规避安全风险。

在数据层面，围绕园区敏感数据全生命周期管理，构建闭环防护体系。针对人脸、车牌、出入轨迹等敏感数据，实现从采集、传输、存储到销毁的全流程安全防护；通过监控场景敏感区域自动屏蔽、访客登记数据仅向授权安保人员开放等措施，精准规避隐私风险，保障数据使用合规；严格规范数据留存与清理，按标准留存历史数据并定期清理，从全流程、全场景层面杜绝数据泄露与滥用风险。

在运维层面，以人员与资质管理为核心，夯实运维环节安全基础。对园区办公、运营运维人员进行可信身份识别与资质认证，严格管控账号权限，防范特权滥用；推进证书全生命周期安全管理，实现从证书发放、使用到注销的全流程管控，为运维环节的安全规范开展提供支撑。

2.1.4 交通停车空间：从“低效流动”到“高效无感”的便捷通行

交通停车空间是驱动园区智慧出行、营造高效无感通行与泊车补能一体化生态的智能基础设施，优化园区交通中寻位困难、通行拥堵、充电不便等痛点，为园区人员及车辆提供全流程便捷、高效的出行支撑。此空间以完善智慧交通生态为核心，通过智能充电机器人提供可移动、智能化的充电设备，以此丰富交通停车空间的智慧服务内涵，让高效出行与便捷补能形成闭环，持续优化园区智慧出行体验（详见图 11）。

典型场景一：全域无感智行

依托“人-车-场-物”的全域园区互联，为园区人员打造“无感、自适应、沉浸式”的智慧通行体验，实现从“入园、办公到离园”全流程的无缝衔接与体验跃升。

准备出发前，人员通过手机端同步行程计划后，依托 AI Agent 会自动联动园区外交通数据，预判通勤拥堵并推送“地铁+园区接驳车”“自动驾驶摆渡车”等最优组合方案，接驳车可根据实时候车人数动态调整发车频次。

抵达园区前，车辆通过毫米波雷达与园区路侧单元自动核验身份，无需停车即可无感入园；停车场依托数字孪生底座，实时显示空位分布，自动驾驶车辆可自主完成“寻位-泊车”，人员通过 AR 导航直接步行至办公区，导航路径会根据实时人流动态调整，避开拥堵区域。

进入办公区，“数字身份”将无感关联门禁、电梯、会议室权限。靠近电梯时，系统已提前呼叫目标楼层；会议室签到通过无感人脸识别自动完成，同时同步参会人员的议程。离园前，通过手机端发起离园指令，自动驾驶摆渡车会提前停靠办公区楼下，车辆信息与实时位置将同步至 AR 导航界面，人员抵达后即可无感乘车离园，自驾车辆也可通过远程指令完成“自主出库-园区出口接驳”的全流程操作。

未来，园区通行不再是独立的“流程节点”，而是与办公、出行需求深度融合的自适应服务，通过全域数据协同与智能决策，实现“无需操作、无感适配、体验随行”的未来通行体验。

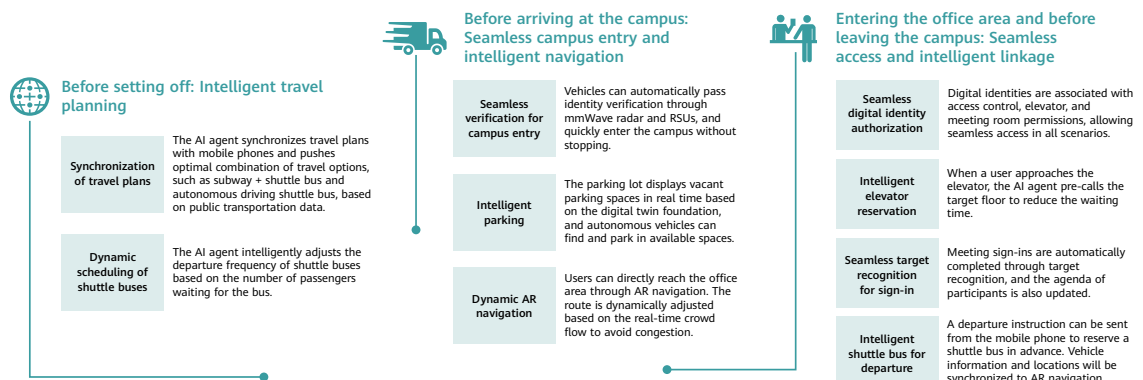


图 11 全域无感智行场景

典型场景二：停充一体能源网络

在能源转型与智能网联汽车快速发展的双重驱动下，“停充一体”结合 V2G (Vehicle-to-Grid) 技术的微电网系统，正成为未来智慧园区能源管理的枢纽、城市交通的核心基础设施。

这一趋势的核心在于，停车场将不再是单纯的车辆停放空间，而是演变为城市能源网络的“毛细血管”和分布式储能节点，实现能源的高效利用与动态平衡。未来园区将构建“停充一体”的微电网生态，通过智能充电机器人的灵活部署与 V2G 技术的双向互动，实现交通流与能源流的深度融合（详见图 12）。

移动充电机器人作为智慧交通与新能源服务深度融合的创新场景，正是这一趋势的关键执行

者。构建灵活高效的移动补能体系，依托系统自动调度充电单元抵达车位完成无感补能，为园区车辆提供全流程自动化充电服务。摆脱固定充电桩对车位的绑定限制，实现充电资源灵活调度与高效复用，达成“停车即充、满电即走”的无感补能体验。

此外，整合光伏顶棚、移动充电机器人与梯次储能单元，光伏顶棚产生的电能优先供给停车设施与充电服务，多余电量存储至储能单元，在用电高峰反向输送至园区能源中心。同时，停车收费与充电消费、绿色出行碳积分挂钩，形成“停车 - 补能 - 节能”的低碳闭环。

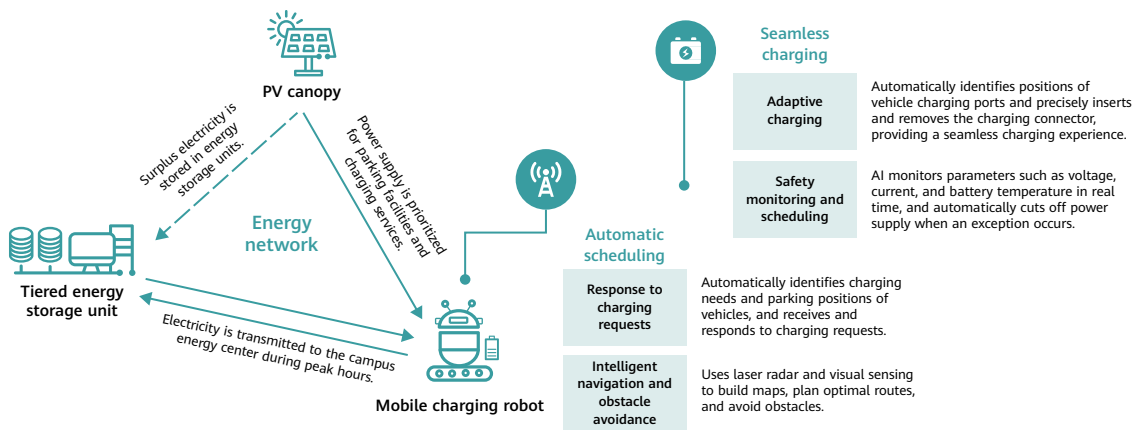


图 12 停充一体能源网络场景



► 2.2 制造园区：智引全链路，让生产又快又稳

2.2.1 生产作业空间：从“离散孤岛”到“确定性互联与机器人协同”的智造中枢

生产作业智能空间是为实现生产效率与作业安全根本性提升，通过智能化技术打通各环节壁垒，构建一体化协同生态的关键生产环境，构建全链路协同、高效可控的现代化生产生态。

典型场景一：可信智能的生产网络

新一轮科技革命下，边缘智能、工业互联网、人工智能等技术发展正在重塑生产制造模式，驱动生产制造走向全面智能化。智慧园区聚集了大量生产企业，是数字经济和实体经济深度融合的重要载体，是推动智能制造高质量发展的主战场。

以“万兆智联 + 边缘智算 + 全域确定性”为核心，构建覆盖“设备 - 产线 - 园区”的一体化生产网络底座。这一底座不仅支撑工业控制、柔性生产与研发创新的全链路智能协同，更通

过“可信生产网 + 设备鸿蒙化改造”实现从通信到控制、从智能终端到老旧设备的端网协同安全，从而推动生产体系从“稳定可靠”向“自适应进化”的全面升级（详见图 13）。

在高性能协同层面，依托万兆级确定性通信，生产设备、AGV、工业机器人等实现“零丢包、微时延”的全域互联，指令传输时延达毫秒级，保障产线高速同步。网络深度融合边缘智算，使 AO 视觉检测可在秒级完成“识别 调整 预警”闭环，AGV 能实时同步生产节拍并动态调优路径，实现“物料按需直达产线”，推动物流效率提升 40% 以上。

在主动安全层面，面对老旧设备（如传统 PLC、手动阀门）缺乏防护、易成攻击跳板的问题，通过鸿蒙化智能终端作为“安全代理”，构建零信任安全防线。



图 13 可信智能的生产网络

- 可信认证与审计：所有操作须经设备证书与用户身份双重认证，杜绝无授权访问；
- 分布式端到端加密：控制指令全程加密，防窃听防篡改；
- AI 行为异常检测：基于边缘 AI 实时分析设备行为，对阀门异常启停、电机非常规运行等风险即时告警并切断链路，实现从被动防护到主动预测的安全跃升。

综上，一体化生产网络通过性能与安全的双轮驱动，既实现了生产流程的实时精准协同与动态优化，也确保了全链路数据的可信可控与设

备行为的可知可防，为园区的生产作业智能从“稳定运行”迈向“自主进化”提供了既高效又可靠的数字基座。

典型场景二：生产机器人协作

随着“具身智能”技术的爆发，园区正成为机器人技术落地的核心“载体”与最佳试验场，尤其在加速智能化转型的生产制造园区。面对日益复杂的工业环境与更高的安全生产标准，传统的人力巡检已难以满足需求。**未来，具备自主感知、决策与执行能力的具身机器人(如物流机器人等)，将深度融合于生产全流程，成为提升高效生产与守护制造安全的第一道防线**（详见图 14）。

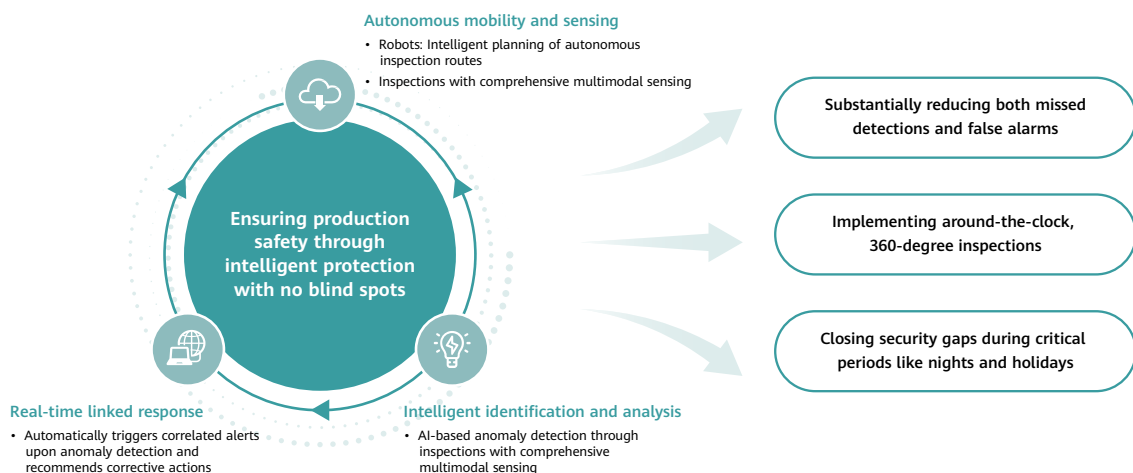


图 14 生产机器人协作

在生产安全巡检方面，以机器人“自主移动感知、智能识别研判、实时联动处置”为核心，开启无死角智能化安防模式，开展自主巡检路径智能规划、多模态全维度巡检感知、AI 智能异常识别与异常联动预警与处置推送等闭环巡检操作，大幅降低漏检率与误判率，实现全天候不间断、无死角巡检，规避夜间、节假日等关键时段的安全管控盲区。

在物流配送方面，AI 园区将构建地面物流机器人、无人机等多类型新型智能终端为一体的物流体系。在装配线、搬运场景中，智能设备（如 AGV、机械臂）与非智能设备（如手动工装台、老式传送带）协同作业。通过鸿蒙智能终端作为“协同中枢”，实现跨设备任务调度、状态同步、动作协调。这一体系的进化，正如华海

智汇所指出的，是从“传统智慧园区中，无人机、无人车按场景规划完成特定领域任务”，迈向“AI Campus 中多种智能终端设备（如具身机器人、无人设备）的自主协同与按需调度”。随着具身智能机器人在巡检与物流场景的深度融合，其高效协同与统一调度的背后，依赖一套层次清晰、能力集中的一体化机器人管理平台作为技术支撑。

该场景通过智能化的任务分配、路径规划和实时监控，确保机器人在复杂环境中高效运行，同时避免相互干扰和冲突，广泛应用于送餐、清扫、物资运输、导览等场景。这些机器人通过高效的调度和任务执行，能够显著提升服务效率和质量，减少人工干预，优化 AI Campus 资源配置。





► 2.3 产业园区：数智赋能，陪企业从成长到成熟

2.3.1 产业服务空间：从“物理集聚”到“产业协同与创新加速”的赋能平台

产业服务智能空间是依托大数据与 AI 技术，构建以企业为中心的智能化、伴随式、全链条产业服务生态载体。通过 AI 算法实现创新资源精准适配、产业载体灵活租赁、企业全生命周期成长赋能。不仅助力激活产业链上下游企业的协同活力，推动产业从“物理集聚”的初级形态，向产业协同与创新加速的高级形态跃迁。

典型场景：智能企业服务

随着数字经济的蓬勃发展，产业园区的竞争已从单纯的“拼政策、拼土地”转向“拼服务、拼生态”。企业对服务的需求日益呈现出个性化、即时化和全周期等特点。传统的企业服务模式往往面临响应滞后、资源割裂、被动等待等痛点。在这一背景下，依托大数据、人工智能、数字孪生等技术，智能企业服务应运而生。

“真正的 AI Campus，应让每一家企业都能低成本、低门槛地享受到“专属智能助理”级的服务体验。这不仅提升企业满意度与粘性，更将园区从“房东”角色升级为“产业赋能者”，构建“企业越用越离不开”的数字生态闭环。”

飞企互联

未来园区不仅是物理空间载体，更是企业成长的“智能合伙人”。

构建以“企业为中心”的智能化、伴随式服务体系，将成为提升园区招商引力与运营活力的关键趋势，也成为产业招商运营智能空间的核心支撑（详见图 15）。

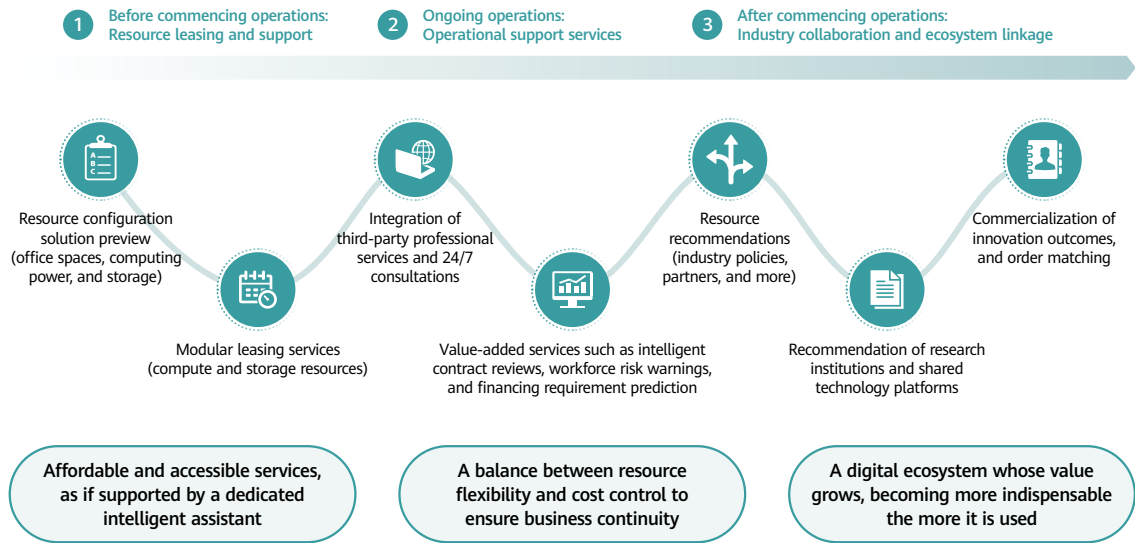


图 15 智能企业服务

智能企业服务为企业提供智能化经营辅助服务、资源支持与产业生态协同等服务。在经营辅助服务方面，集成财税、法务、人力、供应链金融等第三方服务，通过 AI 助手提供 7×24 小时咨询、合同智能审查、用工风险预警、融资需求预判等增值服务，降低中小企业运营成本。在灵活化资源租赁支撑方面，针对企业存储、算力等核心需求，提供模块化租赁服务。初创企业可按需租赁基础算力与存储资源，避免大额投入；成熟企业遇业务峰值时，可快速扩容

高阶算力资源，无需担心设备闲置。同时提供 7×24 小时远程运维支持，实时解决资源使用中的各类问题，保障业务连续运行。在全周期成长赋能与生态协同方面，利用知识图谱识别企业技术需求与供应链缺口，AI 主动推荐园区内潜在合作伙伴、科研机构或共性技术平台，促进“园内循环”，加速创新成果转化与订单对接。



► 2.4 场馆会展园区：聚势焕新，让展馆“活”起来

| 2.4.1 体育赛事空间：从“单向观赛”到“多维沉浸”的互动观赛

典型场景：智能观赛

在人工智能、物联网、大数据等前沿技术不断成熟与深度融合的驱动下，体育场馆正经历着从传统比赛场地向融合竞技、健身、娱乐、社交与数据服务的综合性智能空间的系统性升级。据《全球体育科技生态体系报告（2024）》数据显示，智能观赛技术的商业化渗透率已从 2021 年的 18% 提升至 2024 年的 41%，预计 2027 年将突破 60%。在此背景下，智能观赛场景正以个性化、沉浸式、全参与为核心，深度集成 6G、AI、AR、超高清传输等前沿技术，重构“赛前 - 赛中 - 赛后”全流程观赛体验，成为体育赛事智能空间的核心价值载体（详见图 16）。

赛前，无感通行的极速入场体验。从观众出发前往场馆的那一刻起，服务便开始启动。通过票务数据与交通数据的联动，它能够提供最优

出行建议与车位预约；抵达场馆后，利用人脸识别技术，实现“刷脸”无感通行，无需出示实体票证，大幅缩短排队时间。同时，馆内 AR 导航系统自动规划路线，指引观众快速抵达座位，解决大型场馆“找路难”的问题，开启流畅的观赛序幕。

赛中，多维沉浸的现场观赛视角。针对赛事过程中不同观众的需求，场馆部署多机位自由视角系统与 8K 超高清大屏。观众不再局限于固定座位的单一视野，既可通过手机终端选择“球员视角”、“裁判视角”或“上帝视角”进行 360 度自由观赛。对于远端观众，通过 VR 全景直播技术，可瞬间“穿越”至赛场前排，享受身临其境的视觉冲击。此外，场馆能够提供主动响应的智慧配套服务。这一切的流畅体验，都构建在高速、稳定、全域覆盖的智能网络之上。依托场馆内无缝部署的 5G 专网、Wi-Fi 7 与物

联网，海量数据得以实时传输与处理，智能售货机器人与配送系统基于观众所在区域，自动规划路径，将餐饮与周边商品精准送达观众手中，避免因离场购物而错过精彩瞬间。

赛后，数字观赛记忆留存。AI 自动生成个人专属赛事精华剪辑，包含观众关注球星的高光时刻与自定义视角片段，支持一键分享至社交平台。

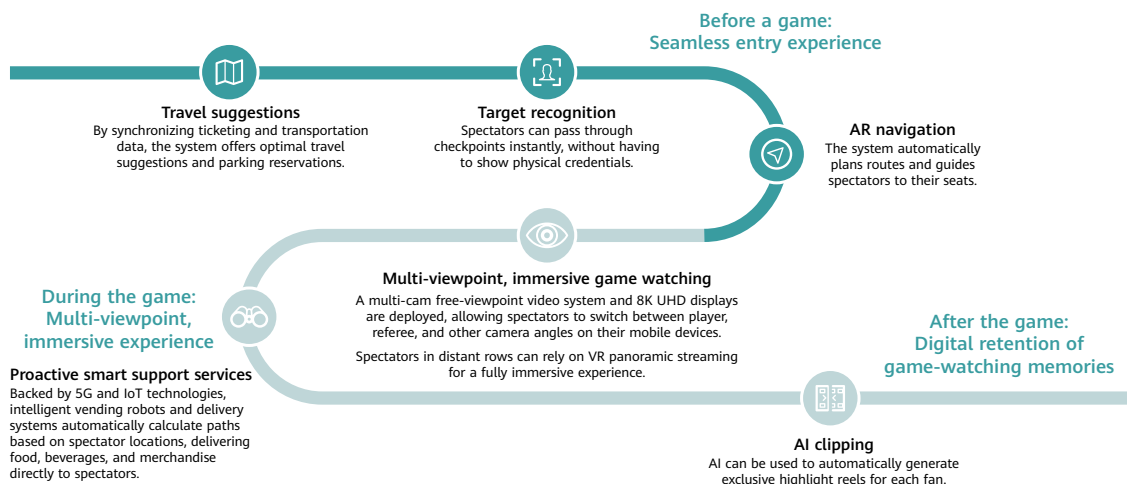


图 16 智能观赛

2.4.2 会展展览空间：从“静态陈列”到“沉浸叙事与交易促成场”

会展展览智能空间是融合绿色低碳与数字科技的新型会展场馆载体，核心是通过技术赋能实现会展体验与可持续发展的双重升级。它以自发电节能、碳流追踪的绿色场馆为基础，搭配数字人随行、AR 实景导航的沉浸式导览服务，既打造低碳环保的会展生态，又提供个性化、互动化的观展体验，重构智慧会展新范式（详见图 17）。

典型场景：沉浸式数字导览

个性化导航导览是以 AI 技术、多模态交互等前沿技术为核心支撑，打造个性化、互动化的专属观展体验，为不同需求观展者构建专属观展，提供全流程个性化、互动化的专属观展服务，不仅大幅提升观展效率与体验感，更助力数字导览从概念走向规模化落地，是未来数字导览在园区领域的核心发展方向之一。

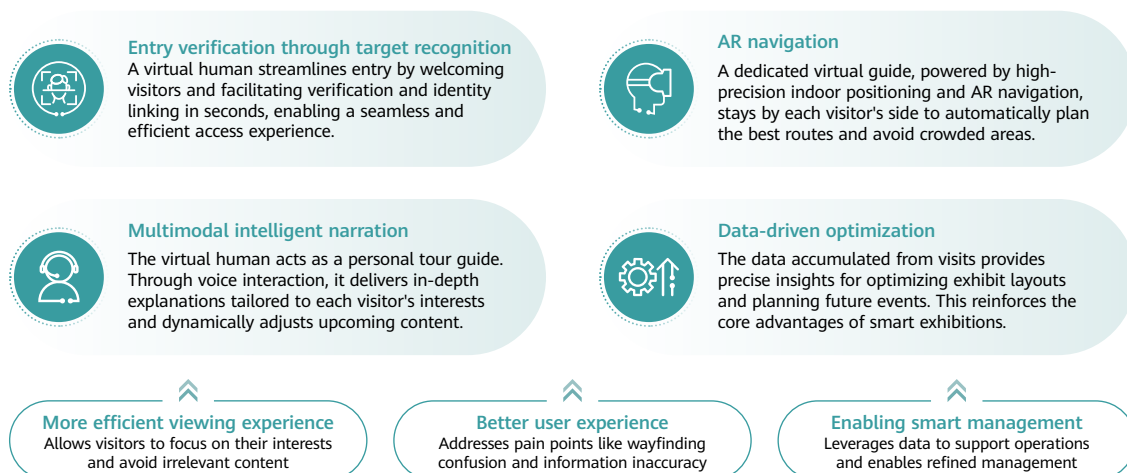


图 17 沉浸式数字导览

园区访客通过数字人进行“刷脸”认证即可快速完成入场核验与身份绑定。依托成熟的人脸识别技术,数字人能秒级识别访客信息,替代繁琐的传统票务繁琐的检票流程,提供无感、高效的通行体验。

观展中,专属数字人讲解员全程随行,依托室内高精定位与 AR 实景导航,系统自动规划最优路线并直观引导,数字人实时指引规避拥堵区域,还能随时响应召唤提供路线问询服务。

在展品解读环节,数字人化身专属向导,结合语音交互与多模态内容引擎,用生动易懂的语言提供贴合用户知识背景与兴趣的深度讲解,

替代传统冰冷的文字或语音播报。更重要的是,服务具备自适应能力,能实时分析观展行为与区域热力,动态调整后续导览内容与路线,确保体验始终流畅而富有吸引力。该体系将传统静态观展,升级为一场持续互动、深度个性化的探索之旅。

沉浸式数字导览将全方位提升观展效率与体验感,让观展者聚焦核心兴趣内容,节省无效耗时。有效解决传统观展中观展者的路线迷茫、展品寻找盲目、信息获取不精准等痛点。同时对园区展览方而言,沉淀的观展数据,为展品布局优化、活动策划提供精准依据,持续强化智慧展览的个性化与互动化优势。



► 2.5 医院园区：智慧打底，把医疗裹上温度

2.5.1 医疗急诊部与病房空间：从“被动救治”到“温情关怀”的生命守护

医疗智能空间，是融合“高效急救”与“温情康养”的生命健康保障平台。它以“零时延协同急救响应”打通院前院中，抢占黄金救治窗口；同时依托“零距离智慧病房”将健康管理延伸至生活场景，共同构建覆盖园区全人群、生命全周期的主动式健康服务体系（详见图 18）。

典型场景一：零时延、智能协同急救响应

院前 - 院中智能协同，抢占急救“黄金 10 分钟”。院前 - 院中智能协同是依托智能技术打破院前急救与院内诊疗流程壁垒，提升急危重症救治

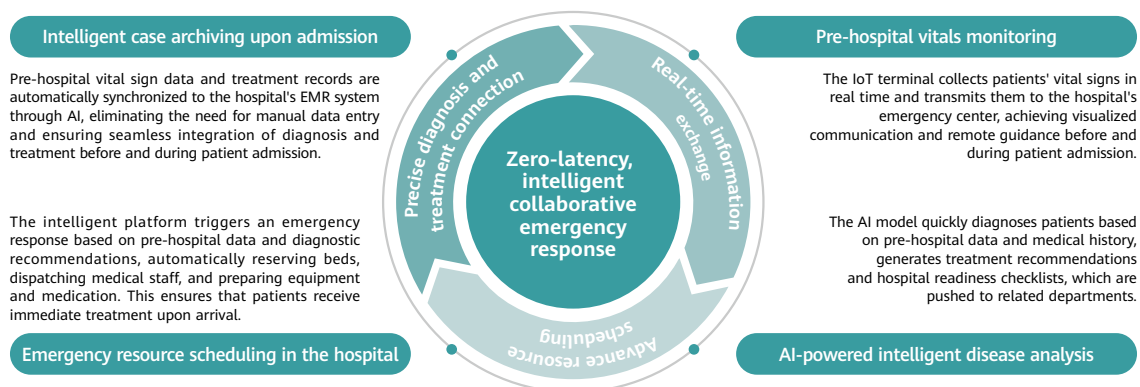


图 18 零时延、智能协同急救响应

效率与精准度的关键医疗协同场景，以“信息实时互通、资源提前调度、诊疗精准衔接”为核心逻辑，抢占急救“黄金 10 分钟”，为患者筑牢全链条生命防线。

院前生命体征采集。通过物联网设备如智能监测终端实时采集患者心率、血压、血氧饱和度、心电图等关键生命体征数据，同步将数据传输至院内急诊中心，同时实现院前急救人员与院内医护团队的实时可视化沟通，为现场紧急处置提供远程指导。

AI 智能病情研判。借助 AI 大模型辅助诊断引擎，基于院前传输的生命体征数据与患者病史，快速诊断病情，智能生成初步诊疗建议及院内准备清单，同步推送至急诊、手术、检验等相关科室，为入院诊疗精准铺垫。

院内急救资源调度。依托智能资源调度平台，基于院前数据与诊疗建议后立即启动应急响应，自动预约抢救床位、精准调配医护团队、提前准备诊疗器械与药品，确保患者抵达医院时，所有抢救资源已完全就绪。

入院智能病例归档。通过电子病历（EMR）实时同步技术，将院前采集的生命体征数据、现场处置记录等全量信息，自动同步至院内电子病历系统，无需人工二次录入，医护人员可直接基于完整数据开展精准救治，实现院前与院内诊疗无缝衔接。

以智能技术衔接院前院中流程，构建“以患者为中心”的体系，显著提升急危重症救治效率、精准度与成功率。此场景通过打破信息孤岛让院内提前预判病情，规避无效耗时，以 AI 赋能与资源前置调度抢占“黄金 10 分钟”关键窗口，为救治赢得先机。

典型场景二：零距离、个性化健康关怀智慧病房

随着公众健康意识的全面觉醒，医疗康养模式正加速从传统的“院内治疗”为主向“院外预防+社区/园区康养”的全周期健康管理转型。在这一背景下，利用物联网、人工智能等前沿技术打破医疗服务时空限制，推动医疗资源下沉至生活与工作场景，实现从“被动就医”到“主动健康守护”的转变，已成为智慧园区建设的重要趋势。这一背景下，智慧病房以零距离实时健康守护、个性化适配康复方案、园区资源联动关怀、精细化运营为核心，构建起全周期的智能化健康服务体系，通过物联网设备、AI 智能模型与园区资源协同，为患者提供精准、高效且有温度的医疗康养体验（详见图 19）。

同时，在运营方面，

“通过摄像头 AI 计算识别窗户开合幅度，基于鸿蒙设备互联互通，直接向现场控制器输出指令，关闭对应房间空调，无需额外安装窗磁传感器与布线。”

上海源控自动化技术有限公司

该案例不仅验证了鸿蒙架构下视觉感知与设备控制系统无缝协同的可行性，更以“以视觉替代传感、以算法简化部署”的方式，为医院病房等场景提供了可复制、易推广的智慧化路径，推动园区运营向轻量化、智能化持续演进。

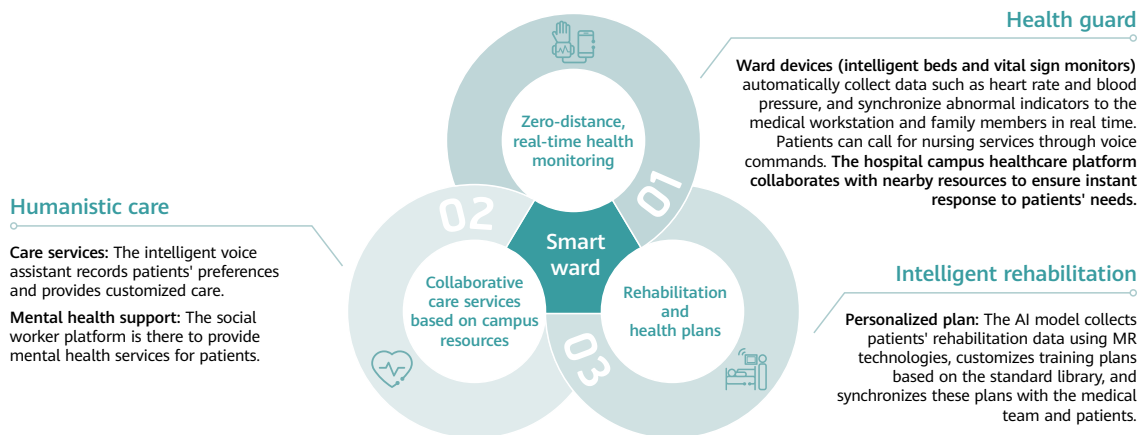


图 19 零距离、个性化健康关怀智慧病房

零距离实时健康守护。病房设备（智能床、体征监测仪）自动采集患者心率、血压等数据，异常指标即时同步医护站与家属端；患者通过语音指令呼叫护理服务，园区医疗平台联动就近医护资源，实现需求响应“零时延”。

个性化、适配化的康复与健康方案。AI 智能模型与 MR 数据采集技术，精准捕捉患者肢体功能、体质状况及康复基础数据，智能匹配康复标准库，生成适配患者病情、适配度高的个性化康复训练方案，并同步推送至医护团队与患者。

园区资源联动的关怀服务。如针对老年患者，

病房依托智能语音助手会记住患者的偏好（如喜欢听京剧、喝温牛奶），在固定时间播放影音节目戏曲、提醒喝水、建议营养配餐，让患者感受到“被重视”的温暖；此外，系统会联动医院园区的“社工平台”，为患者提供心理疏导服务。

这套融合了实时监测、智能康复与人文关怀的智慧医疗服务模式，不仅实现了医疗数据的无缝流转与服务响应的高效触达，更打破了传统医疗服务的场景边界，让技术与关怀深度融合，为智慧园区医疗康养服务的高质量发展提供了可落地的实践范式。



► 2.6 商业园区：无感消费，升级沉浸体验

2.6.1 智能客房空间：从“人工接待”到“无前台、无房卡”的无感畅行

智能客房空间，是以“无接触式按需响应服务”为核心体验，通过物联网、人工智能、移动互联等数字化技术系统集成，打破传统酒店服务流程壁垒的新型住宿空间。它打破了传统客房服务离散、被动的模式，以“预约前置、无感通行、智能响应、自动清算”为内在逻辑，实现对客人从入住前到离店后全生命周期的个性化、自动化、隐形化服务闭环。

典型场景：无前台、免房卡、永在线的智能管家客房服务

无接触式按需响应服务是无前台、免房卡、永在线智能管家客房服务的核心落地场景，以全流程无感体验重构客房服务模式，显著提升入住便捷性与服务效率。其以“预约前置、无感通行、智能响应、自动清算”为核心逻辑，依托数字化技术打破传统酒店服务的流程壁垒，构建覆盖“入住前 - 到店 - 入住中 - 离店”的全链路无感服务闭环，打造高效、私密、便捷的智能入住体验。

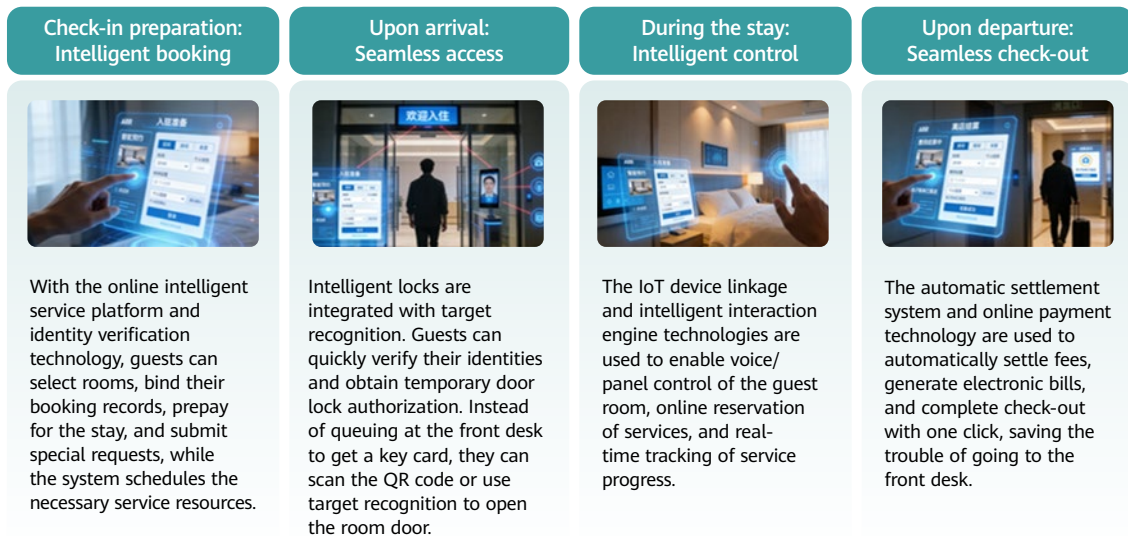


图 20 无前台、免房卡、永在线的智能管家客房服务

该场景以线上智能服务平台、身份核验技术、物联网（IoT）设备联动、智能交互引擎及自动结算系统为核心技术支撑，实现客房服务全流程智能化。入住前，用户可通过线上平台完成预约绑定、房型选择、身份核验与预付款项，系统同步推送入住指引与周边服务信息，支持加床、送餐预约等特殊需求的提前提交，让服务资源提前调度到位。到店后，无需前台排队核验，通过手机或酒店公共区域的设备完成身份确认，即可获取客房智能门锁的临时授权，凭借手机扫码或人脸识别实现无感开门，彻底摆脱房卡依赖。入住期间，客房内搭载的语音助手与智能控制面板可实现全场景智能控制，用户通过自然语音或一键操作即可调节室温、灯光、窗帘等环境参数，同时支持送餐、打扫、维修、洗衣机状态、跑步机状态等便捷服务的在线预约与一键触达，系统接收需求后自动调度服务资源，实时反馈处理进度。离店时，系统自动清算客房消费、押金抵扣等费用，生成明细账单并推送至用户手机，支持一键确认支付，无需到前台办理退房手续，实现无感离店。

无接触式按需响应服务为智能客房提供了全流程无感化服务支撑，全方位优化入住体验与酒店运营效能。它彻底解决了传统酒店入住时排队等待、房卡丢失补办、离店结算繁琐等痛点，以“无需多余操作、全程自主掌控”的闭环服务，让用户从预订到离店的全流程充分感受便捷、高效、私密的体验。对酒店而言，服务过程中沉淀的用户偏好、消费习惯等数据，可反哺服务优化与产品升级，持续强化智慧客房的差异化竞争力，彰显“无感即有感”的智慧服务核心价值。

“融合星闪、WiFi7、CSI 节能与端到端加密等技术，能够同步提升服务体验、运营效率与安全保障，进而推动智慧酒店向标准化、规模化持续演进。

比特智能公司

2.6.2 商业消费空间：从“货架陈列”到“无界沉浸式消费场”

商业消费空间，是集“无感化休憩”与“沉浸式消费”于一体的综合性生活枢纽。它以“无前台智能酒店”重构住宿体验，实现全流程无感服务；同时借力“无界沉浸式消费空间”，通过 AI 导购、互动体验与数据运营，将商业场所从交易节点升级为情感连接与价值共创的目的地。

典型场景：无界沉浸式消费

在数字技术与实体商业深度融合的趋势下，大型商业综合体正向体验型消费生态转型。依托生成式 AI、AR/VR、大数据分析等技术，构建起全域个性化消费体验、沉浸式融合体验、AI + 数据驱动运营三大核心场景，实现从“人找货”到“货找人”、从“经验决策”到“数据决策”的跨越，为消费者、商户、园区运营方打造多方共赢的价值闭环（详见图 21）。

全域个性化消费体验，从“千人千面”到“多维度适配”。生成式 AI 个人购物助手是大语言模型与用户需求深度匹配的智能服务载体，推动零售服务从“被动响应”转向“主动预判”。根据 Gartner 预测，到 2025 年 80% 的销售流程将在数字渠道辅助下完成，同时市场分析机构 Adobe Analytics 发布最新报告指出，预计到 2028 年，随着多模态大模型成熟，由 AI 驱动的购物模式占比将达 56.1%，而 AI 个人购物助手正是衔接数字与实体消费的核心枢纽。该场景深度融合大语言模型（LLM）、多维度用户画像系统及商场数字孪生地图技术，通过三重核心能力实现用户需求理解、智能推荐建议以及场景化导航的商业消费服务升级。

沉浸式与融合式体验，从“买东西”到“度过一段时光”。互动式营销游戏与打卡点是实体商业以“科技 + 娱乐”构建的沉浸式体验生态，

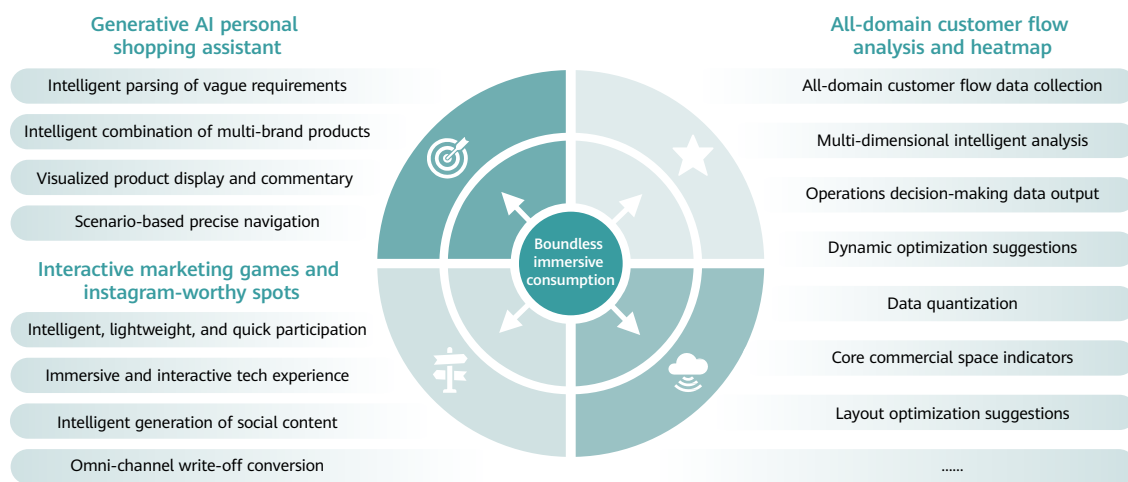


图 21 无界沉浸式消费

通过互动游戏引流获客, 以 AR/VR 深化体验促成转化, 彰显消费从“功能满足”到“情感连接 + 即时决策”的升级。根据 EventMB 研究证实, 强互动体验能使品牌回忆度提升 70%, 而《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划》明确目标至 2026 年虚拟现实总体规模将超过 3500 亿元, 指明了 VR/AR 以及人工智能 AI 必须与实体经济深度融合, 赋能千行百业。这类场景已成为大型商业综合体吸引客流的标配, 使其从单纯的交易场所转型为社交娱乐目的地, 重新定义商业空间的价值主张。该场景集成 AI 视觉识别、AR/VR 引擎、虚拟渲染引擎及全渠道核销系统四大核心技术, 打造消费者在商业空间内“打卡 - 体验 - 分享 - 获客”的传播营销闭环。在硬件端, 商场中庭部署超高清 LED 互动屏及 360° 全景摄像头, 形成无死角的实时动作捕捉区域, 同时技术层面, AI 视觉系统可迅速完成消费者身影识别与轮廓提取, 通过动作捕捉技术将人体姿态实时转化为虚拟形象动作, 融入预设的互动游戏场景 (如 VR 虚拟试衣预览、AR 合影、趣味涂鸦等)。在场景交互设计上,

设置低门槛的游戏规则, 消费者无需额外下载 App, 通过扫码即可参与, 完成游戏后系统自动生成带有商场 LOGO 与活动主题的专属海报及优惠券, 并在最终核销环节, 优惠券可直接同步至消费者终端, 支持在商场内线上线下全渠道通用, 实现“体验 - 福利 - 消费”的无缝衔接。

AI+ 数据驱动运营与招商, 从“经验判断”到“数据决策”。全域客流分析与热力图是 AI 视觉与 IoT 技术驱动的商业空间洞察系统, 对商业空间内顾客行为进行匿名化追踪与智能分析, 推动运营逻辑从“经验感知”彻底迈向“数据量化”。IDC 报告明确指出, 借助数据分析优化运营的零售商, 销售额可实现 3-5% 的提升, 这一系统如今已成为头部商场不可或缺的“运营驾驶舱”, 使商业运营管理从粗放式经验判断迈向精细化数据驱动的新阶段, 重新定义商业地产的运营范式。场景依托于 AI 视觉终端、IoT 定位网络、数据中台构建起全链路多维度分析能力, 输出商业空间核心指标以及优化建议, 使得数据支撑贯穿运营决策始终。



► 2.7 教育园区：AI 启智，构建个性沉浸的智慧校园

2.7.1 教室智能空间：从“单向灌输”到“AI 赋能与个性互动”的教学新范式

典型场景：AI + 智能教室

该场景深度融合 AI 大模型、XR 扩展现实、物联网等技术，构建“数据驱动教学、沉浸感知学习、全域协同互动”的新型教学空间。打破传统课堂的时空限制与统一授课模式，实现教与学的精准适配，让个性化教育、沉浸式探究成为常态，重塑高效、有趣、多元的教学生态（详见图 22）。

课前，AI 可以协助教师进行教学设计，推荐教学内容、重难点、案例、习题，建议选择教学模式和讲课流程，如何组织互动；大模型或专用 AI 助手根据教学大纲和课程目标，为教师生成或润色胶片课件、习题、案例分析等教学材料。AI 也能陪伴学生预习，引导学生思考并提出问题，让学生带着问题进课堂。AI 还能收集学生的问题，统计课前学情数据，判断学生认识程度，并据此提供相应的教学建议，让教师更有针对性地授课。

课中，AI 可以作为助教辅助教师授课。比如统计分析学生的课堂表现（如讨论、提问等），让教师更能了解学生状况，帮助教师及时调整教学策略；又比如 AI 能生成课堂互动问题，增强课堂互动性和趣味性。当教师需要操控教学设备或教室环境时，AI 结合物联网技术能方便的实现教师的意图。AI 也可以作为学生的学伴，及时为非母语学生提供实时翻译，为学有余力的学生提供拓展学习的资料，为有疑问的学生提供个性化的建议。AI 还可以结合 XR 构造与课程相关的虚拟现实环境，还原微观分子结构、历史场景等抽象内容，提升学习体验。

课后，AI 基于学习轨迹构建知识图谱，生成多种难度系数、多种题型的习题和作业，并进行个性化的推送。作业完成后可进行智能批改，并生成学生学习报告，帮助学生了解自己的学习状况；根据学生的学习水平与能力，智能推荐视频、文献等课后材料，包括学术论文、报告、实践案例等高阶学习内容，让学习从课堂延伸至全域。

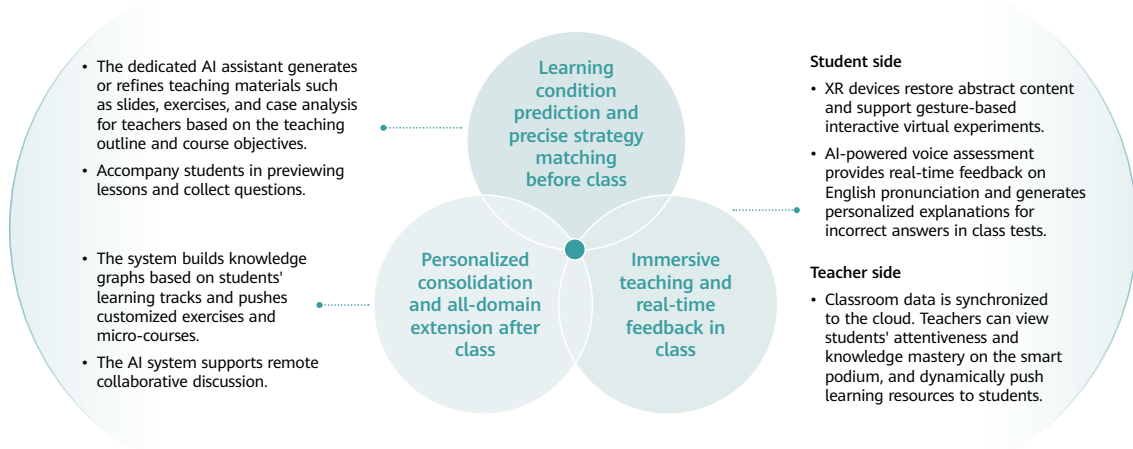
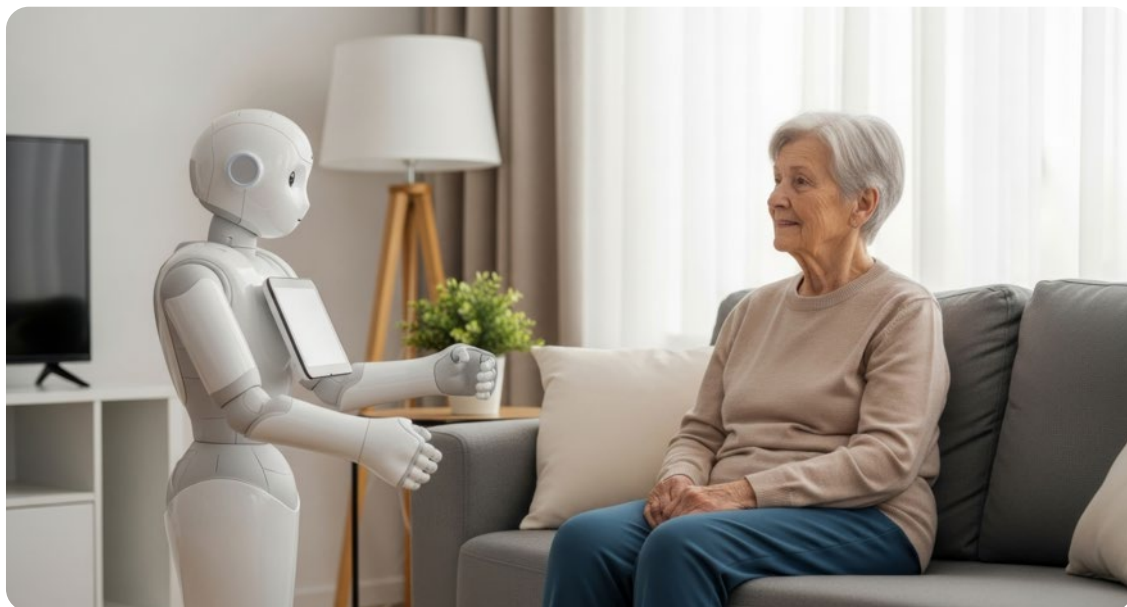


图 22 AI+ 智能教室



► 2.8 社区康养园区：智护全龄，全龄宜居与温情康养社区

2.8.1 社区居住空间：从“被动服务”到“主动关怀”的全龄友好社区

社区智能空间是第五代住宅的核心承载，以“好房子”为基础，通过智能技术与人文关怀的融合，构建全龄友好、智能共生的高品质生活空间，实现居住品质、服务效能与社区温度的系统性升级。

空间以 AI Agent 等数智化技术，打造“主动研判-服务找人”的智慧化社区。核心目标在于成为“预判需求的”隐形生活助手“，比住户更懂自己的日常所需，让居民无需主动呼叫便能精准匹配需求、化解顾虑，让智慧服务渗透生活的每一处细节。基于此，空间将重点落地智能守护、超级社区管家场景，全方位覆盖全龄段核心需求，筑牢第五代住宅智慧宜居与温情守护的双重根基（详见图 23）。

典型场景：无盲区、无疏漏智能守护

儿童活动区域智能看护是 AI 视觉识别技术与社区公共服务结合的场景，聚焦儿童在社区公共空间的安全保障，回应家长对“孩子在户外玩耍无人看护”的核心关切。经调研显示，2025 年我国社区智能看护系统的部署率将达到 62%，其中具备危险行为识别功能的方案占比超 80%，成为新建社区的标配设施。

该场景以“AI 视觉分析 + 移动互联”为技术架构，实现对儿童活动区域的全方位智能守护，让安全保障无死角。在技术应用上，儿童游乐区、社区广场等公共区域部署的 AI 摄像头搭载先进

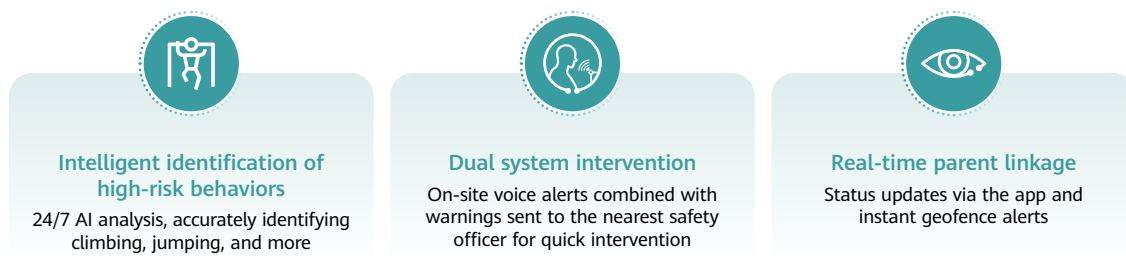


图 23 无盲区、无疏漏智能守护

的目标检测算法与危险行为特征库，能精准识别爬高、翻越护栏、接触尖锐物品、激烈争执等危险行为，为安全预警提供技术支撑。一旦检测到危险行为，系统会在瞬间触发双重干预机制，现场语音播报设备会立即发出“小朋友请不要爬高，注意安全”等温馨提示，同时将包含行为画面与具体位置的预警信息推送至区域安全员的工作终端，确保安全员能快速响应。家长通过社区 App 绑定孩子特征信息后，可随时查看孩子在公共区域的实时状态，系统支持的“电子围栏”功能更能提供双重保障，当孩子离开预设活动范围时，立即向家长手机发送提醒信息。

构建“实时预警 + 家长联动”的双重安全网，既守护儿童户外安全，又缓解家长看护压力。双重安全网实时语音提醒能及时纠正孩子的危

险行为，帮助其建立安全意识，同时弥补了人工看护的疏漏，大幅降低意外受伤风险。对家长来说，无需时刻跟随左右，既给了孩子独立玩耍的空间，又彻底消除了安全顾虑，显著提升对社区公共服务的信任度。社区管理层面也收获明显成效，智能看护系统填补了人工巡逻的时空局限，让安全管理更精准高效；而“儿童友好型”社区环境的打造，更增强了居民的归属感与幸福感。

典型场景：全天候、主动式超级社区管家

主动式 AI 超级社区管家是以全域空间智能体为核心，以“意图洞察、服务先行”为目标，推动社区服务迈入“主动预判”时代，将成为提升居住幸福感的核心配置（详见图 24）。

Basic services

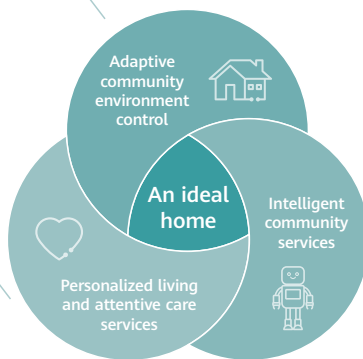
Multimodal sensing technologies, sensors, human body sensing devices, and smart home appliance data interfaces

- Precisely align with residents' daily habits and automatically adjust temperature, humidity, lighting, and other environmental settings in homes and communities, ensuring a comfortable living environment.

Personalized care

Behavior analysis system, health data interface, and voice interaction module

- Intelligently recommend recipes based on health data and available ingredients.
- Offer care services such as medication reminders and device parental controls.



Robot services

Self-service order placement and automatic closure, replacing manual tasks to fulfill personalized intelligent service needs in homes and communities.

- Robots for coffee preparation, cleaning, item delivery, garbage collection, and inspection

图 24 全天候、主动式超级社区管家

场景下围绕居民居住全服务需求，按照社区基础服务、物资保障、个性关怀三大角度构建核心功能。正如联发集团打造的新青年社区标杆实践所示，通过 NewLife OS 为核心，构建全域空间智能体，实现更深层次的体验重塑。该空间智能体结合数字家庭，深度整合全屋智能语音服务，驱动跨域设备语音联控与个性化场景适配，实现更智能的无感交互。**社区基础服务服务方面**，依托多模态感知技术、部署的传感器、人体感应设备及智能家电数据接口，精准调节温湿度与照明，营造舒适环境。机器人 24 小时智能巡检搭配 AI 风险识别，实时数据反馈触发预警，筑牢更安全的防护屏障；AI 智能分析、机器人承接落地执行。**个性化生活与温情关怀服务方面**，AI Agent 智能体 24 小时在线服务，搭建服务闭环，让需求响应更高效。借助用户行为分析系统、健康数据接口及语音

交互模块，深度洞察用户需求，实现个性化服务推送与温情照料。如结合家庭成员健康数据、当日食材储备智能推荐适配食谱，为老人、儿童等提供用药提醒，实时监测食材新鲜度、库存，自动推送补货提醒等关怀服务。**机器人服务生活方面**，通过咖啡制作、清扫、物品配送、垃圾清运、巡查巡检等机器人，用户自助下单，自动闭环，代替人工满足家庭与社区整体个性化智能服务需求。

数据为基、AI 决策、机器人执行，空间智能体与机器人服务协同发力，让社区兼具“智慧大脑”与“执行手脚”，打造安全、绿色、舒适、智慧的“好房子”居住空间，也为社区环境自适应调控从“单一功能”向“全域智能”升级提供了可复制的实践路径。

2.8.2 康养智能空间：从“功能照护”到“温情陪伴”的康养赋能

典型场景：无感守护的主动健康管理

随着老龄化程度加深与健康意识升级，传统的“装摄像头”或“定期打电话”模式已力不从心，前者侵犯隐私让人抵触，后者则存在巨大的监护空白，“科技+温情”的融合康养成为行业核心趋势。未来，真正的康养智能空间，是让科技成为一位“沉默的守护者”，又让技术包

裹人文温度，通过轻量化智能设备与 AI 算法，实现“健康数据自动追、照护服务主动送、精神需求精准接”。

这一场景的核心在于涵盖“安全监测、健康管理、生活陪伴”三大方向，也是未来随着 AI 智能体将应用最广泛的场景之一（详见图 25）。

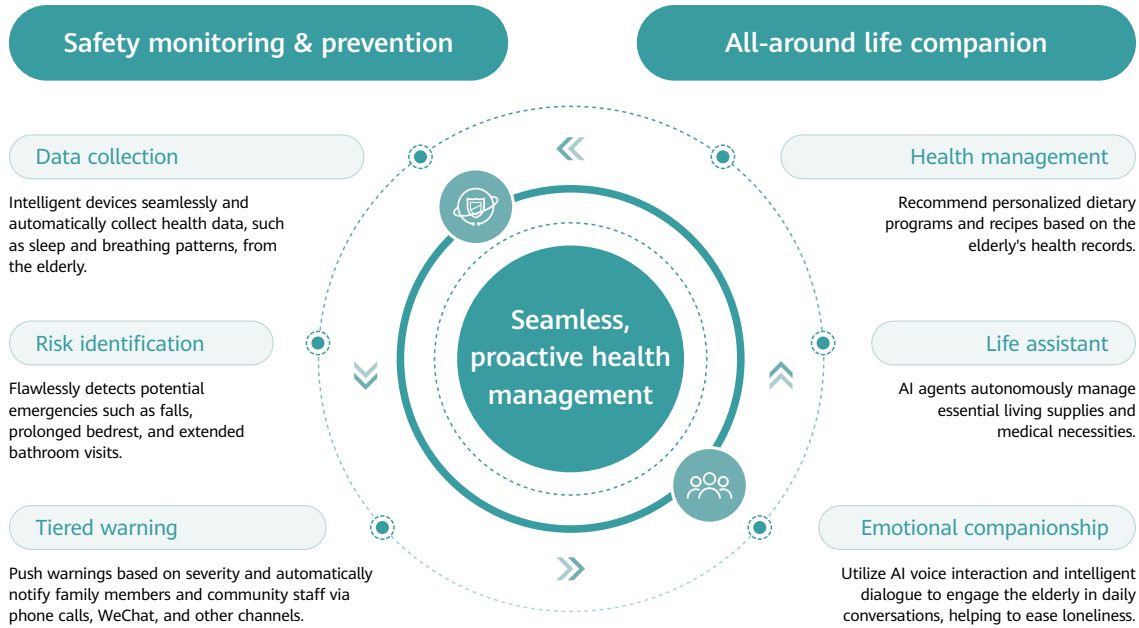


图 25 无感守护的主动健康管理

在安全监测与预防方面，以毫米波雷达为代表的无感智能设备，无需穿戴或装摄像头，能无感识别跌倒、异常卧床风险，同步向家人、社区分级推送预警。设备会自动采集老人睡眠、呼吸数据，既干扰日常作息，又能在异常时如夜间跌倒、呼吸暂停第一时间触发预警推送。卧室里，传感器能识别“卧床过久”，若超过设定时长就推消息给子女；卫生间里，跌倒 1 分钟没起身会触发高等级告警，通过电话、微信多渠道通知家人；起夜时，离床超 30 分钟也会自动提醒。

在生活陪伴与健康管理方面，AI 正从一个简单的语音助手，进化为懂得长者需求的“全能生活伙伴”。在健康管理方面，AI 生活助手会结

合老人健康档案（比如血糖偏高），推荐低糖膳食体验课与食谱，并通过“积分激励”引导老人参与，积分还能兑换社区服务。此外，AI 更是一个情感陪伴的伙伴，通过语音交互和智能对话功能，助手可以与老年人进行日常交流，缓解他们的孤独感。

这一模式从根本上重塑了养老体验。对长者，实现尊严与隐私下的全天候安全守护、个性化健康关怀，提升生活自主性与幸福感；对家庭，提供透明健康数据，缓解照护焦虑；对服务方，推动从被动响应到主动管理的转型，优化资源配置、降低运营成本；对社会，构筑智慧康养产业生态，成为应对老龄化的关键民生基础设施。

► 2.9 电力园区：智电赋能，构建零碳安全高效供电体系

| 2.9.1 输配电网空间：从“单向输配”到“零碳自治”的智能管控

典型场景：自治高效的零碳电网空间

随着“双碳”战略的深入推进，以国网、南网为代表的电力企业及大型发电集团的核心电网资源为支撑，联动园区内分布式发电单元（光伏、储能等），聚焦电力园区全场景输配电需求，构建“源网荷储充”一体化智能输配体系。依托数字孪生、AI 调度等技术，实现园区输配电网全链路可视化管控、能源柔性调配与零碳协同，打造安全高效、绿色低碳的电力园区输配电网示范场景。未来的输配电网空间，不仅是电力传输的节点，更是展示零碳技术、智慧调度与电碳协同交易的示范高地，为构建新型电力系统提供可复制的实战样本（详见图 26）。

园区微电网智能自治。输配电网与园区分布式光伏、储能系统、充电桩深度融合，形成自主可控的微电网系统。通过 AI 调度算法，实时匹配光伏发电量与园区办公、生产用电负荷，余电可储存至储能单元或反向输送至配电网；极端天气下自动切换至“孤岛运行”模式，保障园区核心负荷持续供电，实现电力自给自足与

灵活互动。

输配电网数字孪生运维。构建园区输配电网数字孪生体，1:1 复刻输电线路、配电设备、地下管网等全要素。通过实时数据映射，实现设备运行状态可视化监控、负荷动态模拟与故障溯源；结合虚拟仿真技术，提前预判线路重载、设备老化等风险，自动生成最优运维方案，指导智能机器人精准开展巡检、检修作业，运维效率提升 50% 以上。

电碳协同闭环管控。云端平台实时采集园区输配电网各环节能耗数据，精准核算线损、设备运行等产生的碳排放量。联动电碳交易市场，智能推荐绿电采购清单与碳抵消方案，实现碳排放“算得清、管得住、抵得准”；同时通过动态电价信号引导园区内负荷错峰用电，优化能源消费结构，助力园区实现全流程零碳闭环管理。

安全高效运行。依托智能巡检机器人、数字孪生等技术，实现设备状态远程诊断与故障预判，降低电网损耗，保障供电连续稳定。

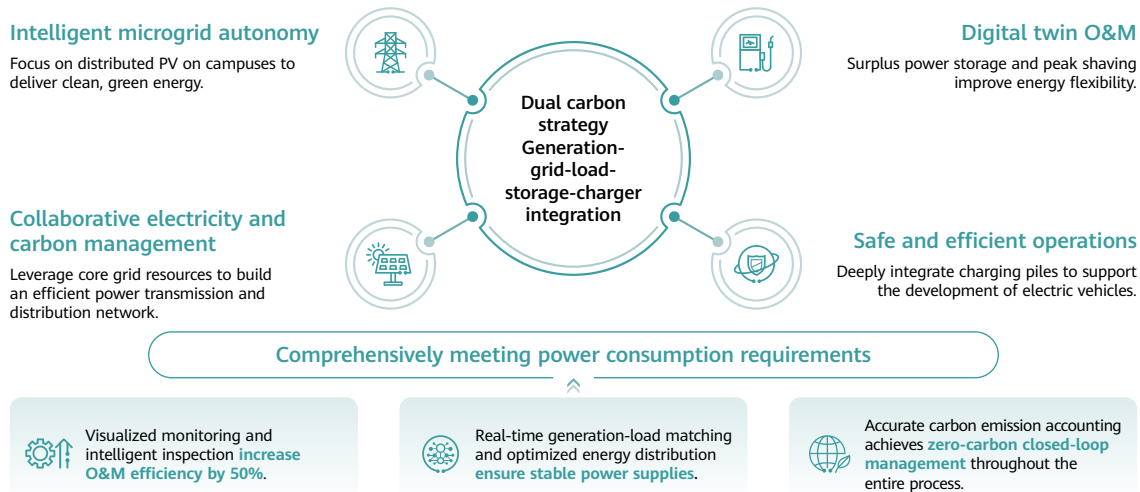
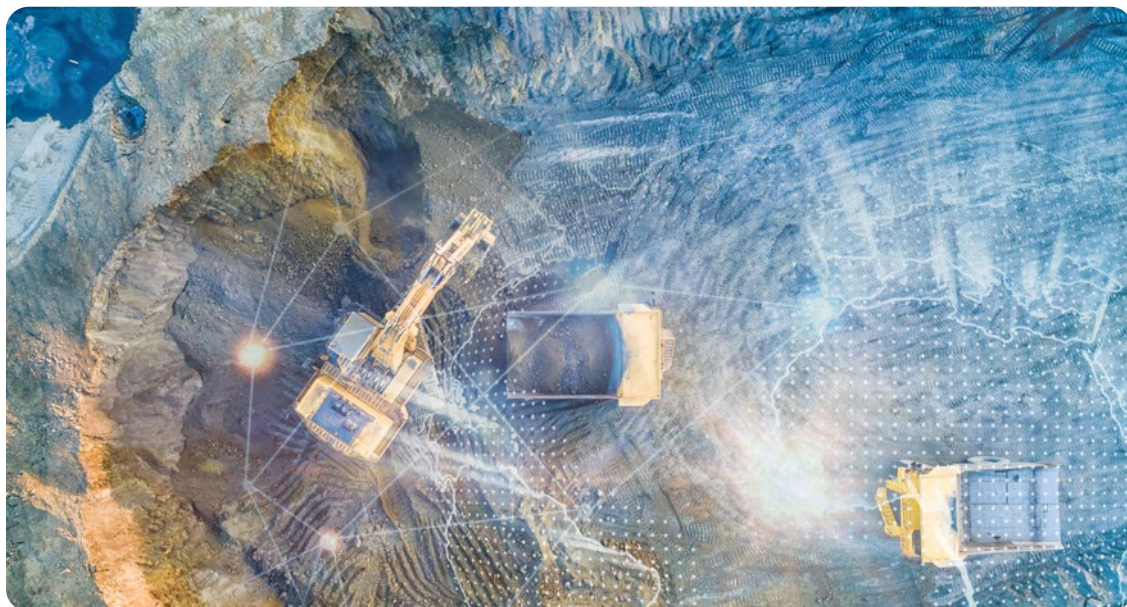


图 26 自治高效的零碳电网空间



► 2.10 矿山园区：智管矿场，把“高危”换成“高效”

2.10.1 矿山作业空间：从“高危作业”到“零盲区安全高效”的智能矿场

典型场景：零盲区、全天候的矿区智能管控

矿山作业环境恶劣、地质条件复杂多变，传统“人盯人”或单一通讯的管理模式，早已难以兼顾安全生产与运营效率的双重需求。在此背景下，数字技术的加速迭代正驱动智能化矿山园区建设全面提速。如何筑牢井下与露天矿区的人员安全防线、提升生产全流程效率、实现矿山运营的精细化管控，已成为矿山园区智能化转型升级的核心攻坚课题（详见图 27）。

“ 通过部署视频智能分析实时预警安全隐患、利用智能运维助手实现设备预测性维护，并依托智能问数平台驱动数据决策，有效应对了复杂环境挑战，实现了从“被动响应”到“主动预测”的跨越，为矿山园区的安全、高效、绿色、可持续发展提供了可复制的先进范式。

万洲嘉智

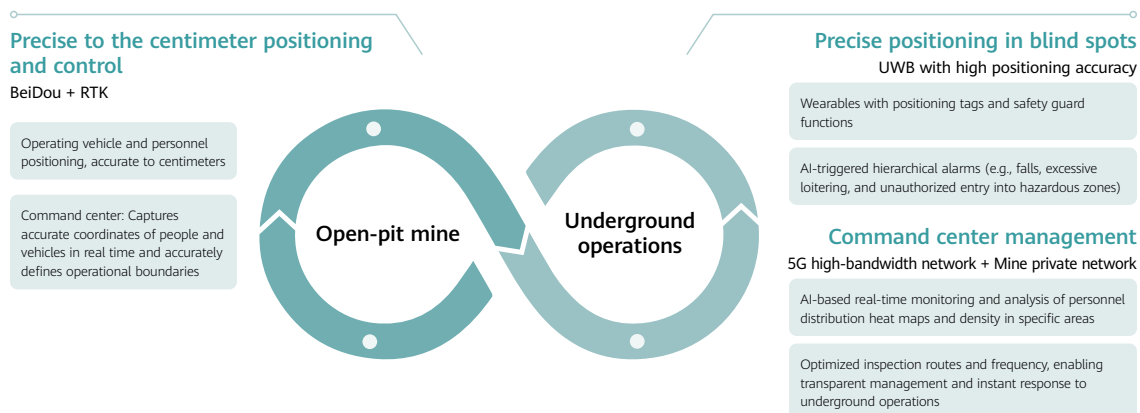


图 27 零盲区、全天候的矿区智能管控

由此, 构建“零盲区、全天候”的人员智能管控体系, 将成为未来智慧矿山园区建设的必答题与核心抓手。随着北斗定位、5G 通信、UWB 精准测距等技术的深度融合与成熟落地, 曾经“看不见、摸不着”的矿山生产场景, 正逐步转变为透明化、可视化、可控化的智能管理平台。这不仅是矿山企业满足安全合规要求的硬性举措, 更是坚守安全生产红线、实现精益化运营的核心基石, 即让每一位矿工的实时位置可查、安全状态可控, 为矿山高质量发展筑牢安全屏障。

在露天采场, 系统集成北斗卫星与 RTK 实时动态差分技术, 为作业车辆与人员提供厘米级的高精度定位。无论是环境复杂的爆破作业面, 还是车流密集运输主干道, 指挥中心均可实时捕捉人车精确坐标, 精准划定作业边界, 杜绝越界违规操作, 保障露天作业全流程的规范与安全。正如四川天惠云泽智能科技有限公司的实践所验证, 采场上空, 智能化无人值守的无人机建立了高效智能的低空动态监测网, 周期性自动化完成开采进度的量化模型采集与对比, 同时对矿山形变、裂纹、垮塌、渗水等生产风险进行常态化自主识别与定位告警, 确保安全生产隐蔽风险的即时发现与态势预判。

视线转入井下, 针对卫星信号无法穿透的盲区, UWB 超宽带技术凭借抗干扰能力强、定位精度高的优势, 实现 30 厘米以内的精准定位。同时, 5G 高带宽网络与矿山专网的协同发力, 支撑人员位置、移动轨迹及巷道内瓦斯浓度、粉尘含量等环境数据毫秒级回传至地面指挥中心。每位矿工佩戴的智能终端, 既是定位标签, 更是安全守护终端: 一旦监测到人员跌倒、长时间静止滞留, 或误入电子围栏划定的危险区域, 系统会立即触发分级报警机制, 并自动联动事发区域视频监控进行快速核实。管理者通过指挥中心大屏, 不仅能查看人员分布热力图, 掌握各区域人员密度, 还能调取历史轨迹回放, 优化巡检路线与频次, 实现对井下作业过程的透明化管理与即时响应。

这一场景将矿山的安全管理从被动事后追责转变为主动事前预防。对一线矿工而言, 智能终端与全域定位网络构筑起坚实的生命防线, 大幅降低意外事故发生概率; 对矿山企业而言, “人、机、环”数据的可视化呈现, 助力管理决策精细化, 通过优化资源配置, 实现作业效率提升 30% 以上, 应急响应时间缩短 50%。最终, 该场景以技术赋能推动矿山运营向本质安全型转型, 为企业可持续发展提供了强有力的支撑。



► 2.11 科研实验室：智研助攻，攻坚不用硬熬

| 2.11.1 科研创新空间：从“人工攻坚”到“人机共融”的科研引擎

典型场景：AI4S (AI for Science) 创新研发

作为突破“卡脖子”技术、培育战略科技力量的核心阵地，国家科研实验室正面临科研数据爆炸式增长、算力需求指数级提升、实验流程精密复杂、跨机构协同壁垒等多重挑战。科学研究正处于范式变革的关键节点。从诺贝尔奖授予基于深度学习的分子动力学研究可以看出，AI 已不再仅仅是辅助工具，而是进化为科学发现的核心引擎（详见图 28）。

此背景下，AI 与实验室的深度融合，以“AI for Science”为方向，构建“智能科研 - 高效管理 - 安全合规 - 开放协同”的一体化体系，推动科研范式从经验驱动向数据与智能驱动跃迁。

未来科研空间将从“人力密集型”向“算力驱动型”转变，这一趋势的核心在于利用 AI 重构科研流程，让计算机承担海量计算与模式识别的任务，而科学家则专注于提出假设与创新突破，实现人脑智慧与机器算力的完美共融。

在高效办公层面，通过 AI+ 全场景协同办公，让科研人员摆脱时空限制，随时随地接入实验数据、文献资源与协作工具。借助 AI 能力和全域感知能力，会议调度、报告生成、流程审批、文档管理等工作实现智能化提速，使办公效率提升 3 倍以上，让科研人员将更多精力聚焦于核心创新任务。例如深圳某脑科学实验室，科研团队通过平台远程协同调整神经元成像参数，实时共享实验进展，大幅缩短了项目攻坚周期。

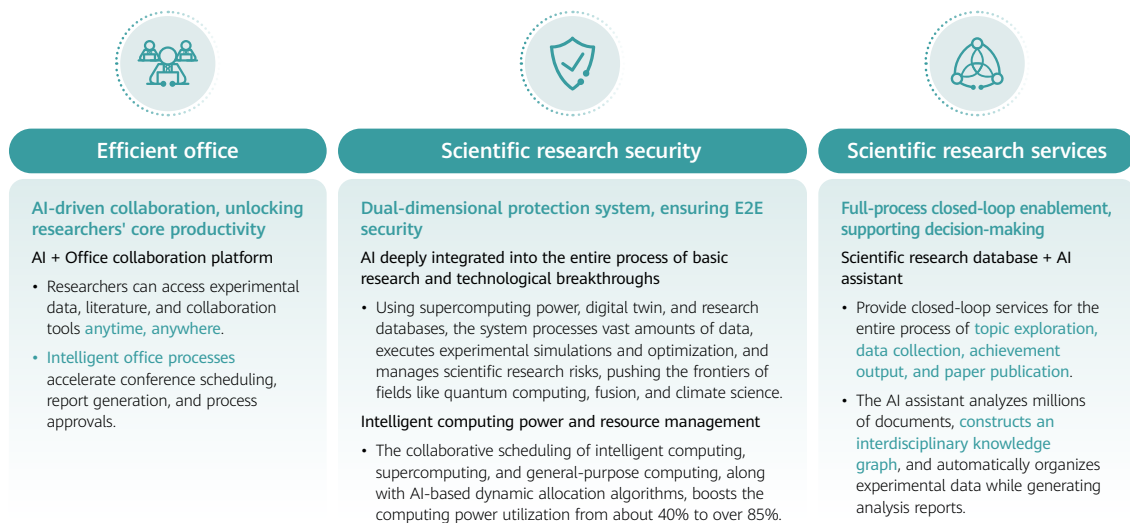


图 28 AI4S (AI for Science) 创新研发

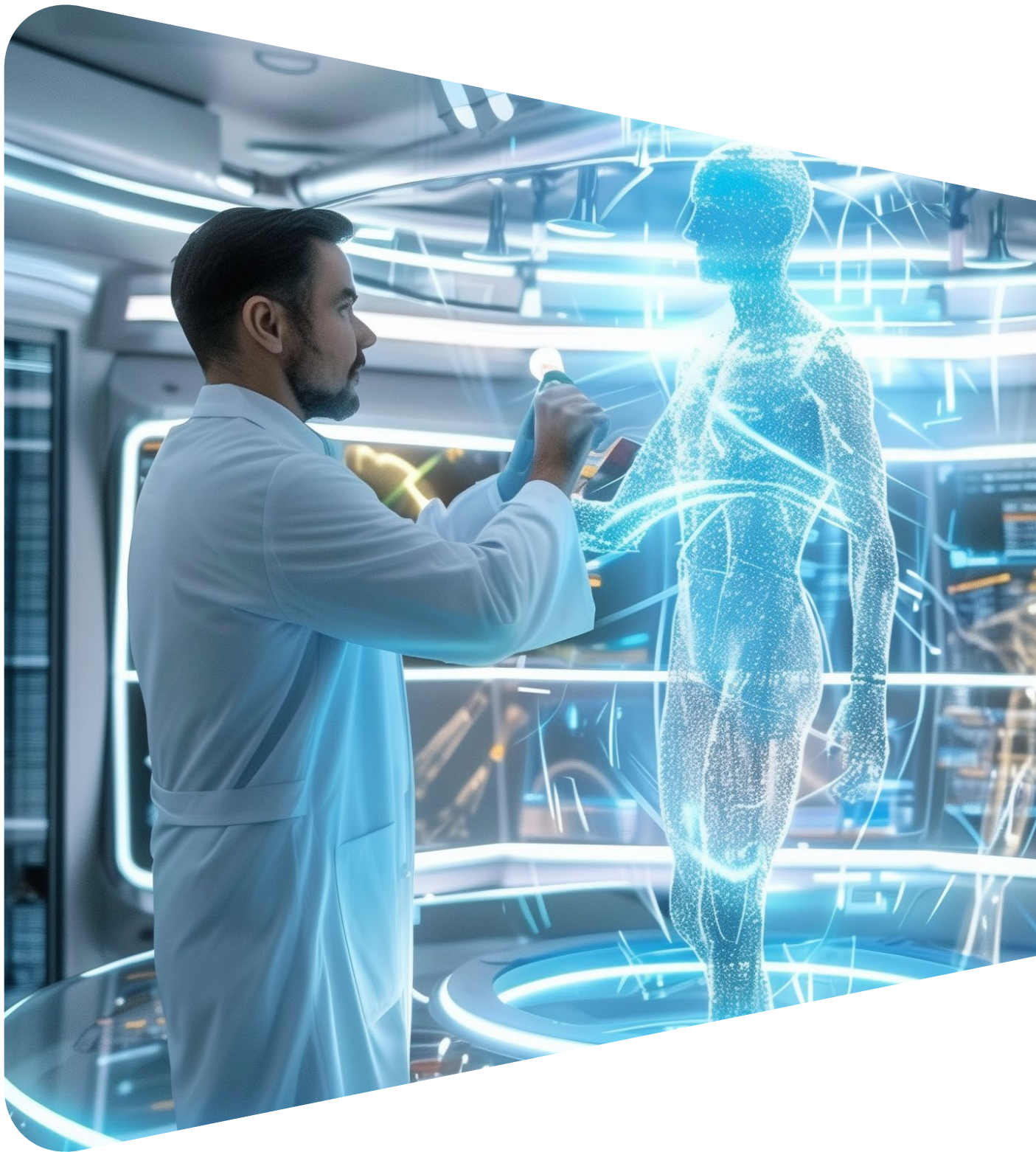
此外, 这一转型在落地中呈现出多层次的系统性赋能。正如软通智慧所总结的实践路径, AI 深度融入基础研究与技术攻关全流程, 依托超级算力与数字孪生技术, 依据科研数据库, 实现海量数据处理、实验模拟优化与科研风险控制, 在量子、聚变、气候等前沿领域拓展认知边界。在智能算力与资源管理层面, 通过“智算 - 超算 - 通算”协同调度与 AI 动态分配算法, 可将算力利用率从传统约 40% 提升至 85% 以上; 同时结合物联网与预测性维护, 实现设备故障率降低 75%、维修成本减少 40%, 并依托数字孪生建立设备全生命周期数字台账, 推动“极简运维”。

在科研安全方面, 全维安全防护, 筑牢合规底线。在科研数据治理方面, 遵循 FAIR 原则构建跨机构共享平台, 通过统一元数据与区块链存证, 打破数据孤岛、确保数据可追溯与安全复用。在实验安全与合规管控中, AI 构建起全流程智能防护体系, 通过图像识别、传感器联动与机

“ 在实验安全与合规管控中, 构建起全流程智能防护体系, 通过图像识别、传感器联动与机器人替代, 实现秒级风险预警与人员风险规避, 并结合区块链存证强化知识产权保护。 ”

器人替代, 实现秒级风险预警与人员风险规避, 并结合区块链存证强化知识产权保护。

这一场景将彻底释放科研机构的新质生产力。由此可见, AI 赋能国家科技实验室的价值, 不仅体现在效率提升与成本优化, 更在于构建了一套可复制、可评估的科研智能化架构, 为实验室的持续升级与生态协同提供清晰路径, 从而真正成为支撑科技自立自强的“超级算力引擎”与“创新加速平台”。





03

与AI共筑，
定义AI Campus的关键技术特征



▶ 3.1 人智共生

在 AI Campus 的演进蓝图中，“人智共生”已超越传统人机交互的辅助范式，迈向人类智能与人工智能深度协同、双向增强、共同进化的新型伙伴关系。它并非简单地将任务分配给机器，而是构建一个人类与 AI 系统在认知、决策与创造

层面无缝融合、相互启发的生态系统。这一特征标志着园区智能从“自动化”向“自主化”最终向“共生化”的深刻转变。下文将从人智交互、智智交互与群体智能三个维度，深度解构这一典型的内涵、实现路径与未来图景。

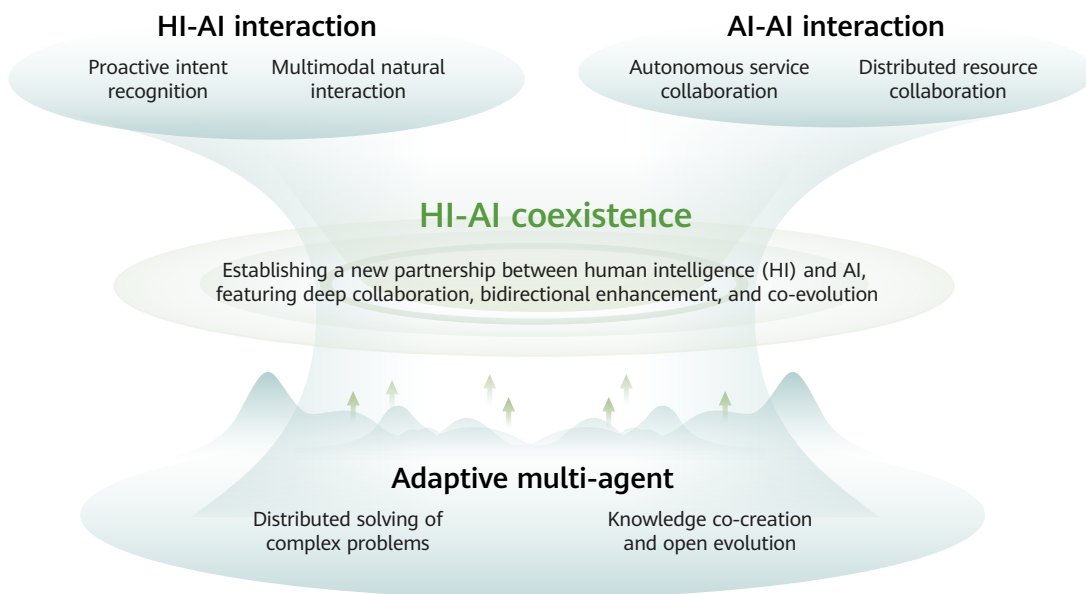


Figure 29 HI-AI coexistence

3.1.1 人智交互：从被动响应到主动共鸣

人智交互是**共生**的起点与感官末梢，其核心目标是从“精确的指令执行”跃升至“深刻的意图共鸣”，关键在于让 AI 深度理解人类需求，实现自然高效的协同协作，构建人机双向赋能的交互新范式。

3.1.1.1 意图识别

AI 正从解析显性指令，逐步迈向理解动态、隐性的用户意图，核心在于构建能持续学习、多维关联的“用户认知模型”，形成从“解析指令”到“理解意图”再到“主动赋能”的完整闭环。通过多模态感知融合、领域知识图谱和时序行为建模技术，将用户角色、历史偏好、实时上下文与多源业务数据进行统一表征与深度分析，实现从被动响应到主动预判的能力跨越。

在办公场景中，这一能力体现为上下文感知的意图推理与决策增强。系统实时解析会议中的语音、文本及非语言行为数据，结合意图分类模型与关联规则挖掘，精准识别参与者潜在决策需求——例如捕捉“增长瓶颈”讨论背后对“破局路径”的深层诉求，随即驱动知识检索引擎与自动化报告生成模块，主动推送结构化行业对标分析及可行解决方案，助力高效决策。

在生产场景中，意图识别聚焦于隐式知识的抽取与系统化沉淀。依托视觉分析、操作序列建模及与 IoT 数据的实时联动，系统可精准解析专家在特定工况下的决策逻辑，通过事件图谱构建与知识固化算法，将个人经验转化为可复用的规则与策略库，实现从个体经验到组织知识资产的转化，为生产环节的实时预警与辅助决策提供坚实支撑。

3.1.1.2 多模态自然交互

多模态自然交互旨在构建物理与数字世界深度融合、信息可自然感知与操作的智能环境，核心在于高保真环境感知与低延迟多通道反馈的协同整合，实现从单向指令传递到双向智能增强的交互范式升级。

在输入层面，系统集成语音、手势、眼动追踪及触觉反馈等多模态感知能力，实现对用户意图的精准、无感捕捉。例如，通过眼动追踪确认用户真实注视焦点，结合手势完成精细化对象操控，借助触觉手套提供虚拟操作的力觉反馈，构建沉浸式交互基础，打破传统输入方式的局限。

在输出层面，通过空间音频、全息投影、AR/VR 设备及可调控环境系统（光、温、声），营造信息环绕、虚实融合的交互空间。典型应用如应急指挥中心场景：指挥官可在 3D 数字沙盘上以手势划定区域，同步语音指令“显示该区域人员分布与结构安全状态”，系统随即在沙盘上叠加呈现实时热力图、建筑应力可视化图层及疏散路径动态模拟，实现高效指令落地与反馈。

以华为智能体“小艺”的为例，其正逐步集成上述多模态交互能力，展现出实用化人智协同特质，具体体现在三方面：

情景化感知与主动适应：小艺能通过识别用户所处空间（如会议室、个人办公室）及当前日历事件（如“产品评审会”），自动切换至相应模式，在会议中主动静音非关键通知，并依据议题关键词，在侧屏推送相关的历史决议或数据看板。

透明化操作与无缝调度：当用户提出“召集项目核心组开会”时，小艺可基于成员实时位置与日程，自动推荐并预定最近可用会议室，协调各终端接入，并生成一条透明说明：“已预定 10 分钟后 A301（因 B 组成员在附近），议程与材料已推送至各位设备。检测到 C 同事远程，已自动开启云会议并共享屏幕权限”。

任务协同与流程辅助：面对用户提出的复合任务，如“整理上周客户反馈并总结主要痛点”，小艺可自动完成跨系统数据（如 CRM、邮件）的收集与初步分类，生成一份结构化摘要草案，并清晰标注出需要用户进一步判断的模糊意见或矛盾点，引导用户高效完成最终审核与决策。

3.1.2 智智交互：异构 AI 系统间的自主协同

智智交互标志着 AI Campus 的智能从单体能力走向群体协作，实质是构建以标准化服务接口和资源动态调度为核心的智能体协作网络。通过这一网络，园区内众多异构专用智能体（如安防、能源、服务机器人 AI）可以像高度组织化的社会网络一样，围绕动态目标自主开展任务协商、资源统筹与知识共享，形成具备弹性、可进化的“智能体生态系统”，实现智能体间的“社会化”协作。

3.1.2.1 自主服务协同

基于语义与意图的自主服务协同是智智交互的“语言”与“社交”基础，核心在于建立通用“协作语言”与“组织规则”。各智能体以标准化数字接口（如基于 OpenAPI 规范）发布功能，形成园区统一“AI 服务目录”，实现智能体间的互相发现与能力理解。当复杂任务触发时（如“保障 VIP 参观路线”），相关智能体通过轻量级分布式协商机制，自动组建临时“虚拟协作小组”。例如，导航机器人 AI、电梯控

制 AI、人群密度分析 AI 和灯光引导 AI，可依据预设规则自主协商最优协同引导方案，摆脱传统中心化系统“牵一发而动全身”的刚性调度局限，提升系统应对突发事件的弹性与灵活性。

3.1.2.2 分布式资源协同

智能体间的有效协作，依赖于计算、数据和网络资源的动态保障，核心是实现园区“云-边-端”算力资源的统一纳管与智能感知。当协作任务需要大量计算（如多路视频实时融合分析）时，系统可自动分解任务，资源动态调度至最近边缘节点或园区云处理，实现“算力向任务流动”。同时，资源调度具备服务质量（QoS）保障能力，可根据任务紧急程度（如日常巡检 vs. 应急响应），动态调整网络带宽与计算优先级，确保关键任务链路稳定可靠。数据层面，通过数据湖与虚拟化技术，将分散数据资源抽象为可被智能体安全、按需调用的服务，参与协作的智能体无需移动原始数据，即可通过标准化接口获取所需信息，兼顾资源高效利用与数据隐私安全。

3.1.3 群体智能：分布式智能的涌现与生态进化

群体智能标志着 AI Campus 从“协同执行”迈向“生态进化”，核心特征在于系统能以去中心化、自组织方式，应对全局性复杂挑战并驱动知识持续迭代，实现超越单体智能的全局能力涌现。

3.1.3.1 复杂问题的分布式求解

系统不依赖单一中央指令，而是通过众多智能体的局部决策与互动，自发形成全局优解。以园区综合能效优化这一多目标、强耦合复杂问题为例，系统可构建动态“资源信号”，各楼宇能源管理 AI 作为自主代理，在追求自身用电成本最优的同时，根据园区微电网实时电价与碳排信号动态博弈调整。运营者仅需设定顶层规则与约束（如总碳排上限），无需干预具体调度，整个园区能源网络即可像生态群落一样，通过分布式决

策自主达成动态平衡，实现高效、弹性的“削峰填谷”与绿电消纳。

3.1.3.2 开放式知识共创与进化

园区将成为“活”的知识创新共同体，实现隐性知识显性化与群体智慧持续积累，其运作依赖开放式人机协同平台。当面临“优化研发环境的人因效率”等开放式挑战时，平台将其分解为微任务，向跨领域人类专家和领域 AI（如空间分析 AI、行为建模 AI）开放。专家贡献核心洞察与价值判断，AI 负责生成海量方案、模拟验证并挖掘潜在关联，通过人机混合评估与融合机制，不仅产出创新方案，更将过程中的决策逻辑、优化参数沉淀为可复用知识资产，注入园区共享知识库，驱动整个系统能力持续进化。



► 3.2 数智融通

在 AI Campus 中, “数智融通”是打通数据价值闭环的核心引擎。它不仅解决“数据能不能用”的问题, 更聚焦“数据好不好用、值不值钱”。通过标准化、融合化、资产化三步走, 园区实现从“数据孤岛”到“智能流动”, 再向“有机智

能生态”的转型。在未来 2-3 年内, 这一特性将依托鸿蒙生态、边缘计算和 AI 自治机制落地, 差异化地体现被动数据管理向主动价值创造的转变, 显著提升运营效率和创新潜力, 最终迈向“数据驱动运营、数据创造收益”的新范式。

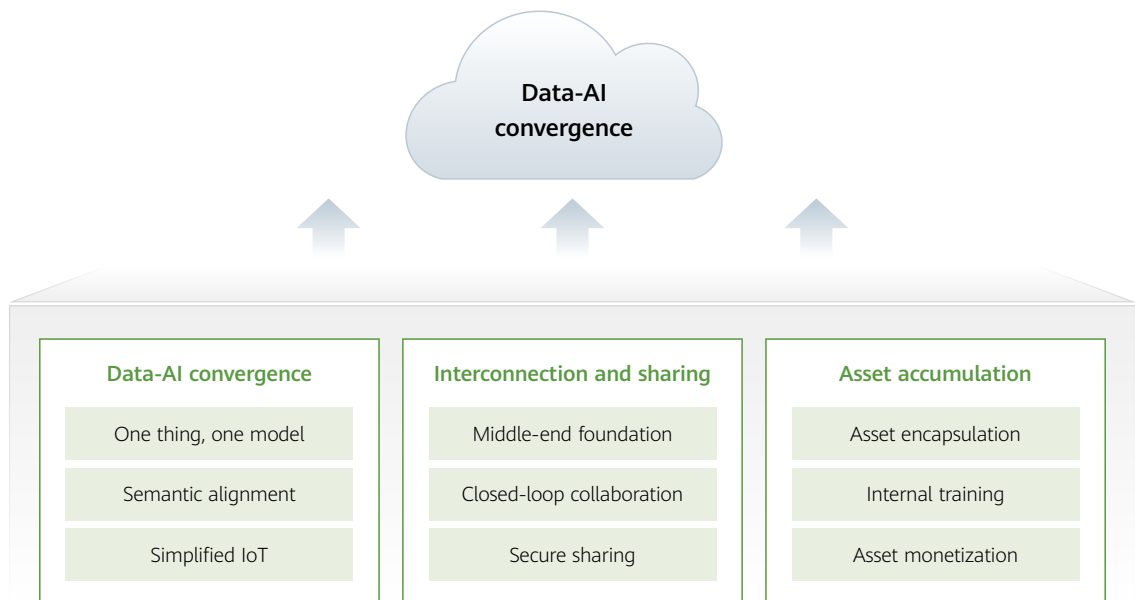


Figure 30 Data-AI convergence

3.2.1 统一物模型

数据标准化是 AI Campus 的语序基石。智慧园区设备异构、协议繁杂, 导致数据如同“巴别塔”般无法互通, 若无统一语义, 数据将沦为“数字废料”。唯有构建一致的物模型体系, 才能让空调、电梯、照明等万千终端“说同一种语言”, 为上层智能应用奠定可信基础。本节重点探讨如何通过底层协议的原生统一与物模型的语义化, 实现数据在产生瞬间即具备全域通用的能力。

3.2.1.1 一物一模

针对园区内各类物理实体(如门禁、电表、摄像头), 抽象其核心属性、状态与行为, 形成结构化数字模板。例如, “智能照明”模型统一定义开关状态、色温、功耗、空间位置等字段, 无论厂商如何, 均映射至同一逻辑结构。此举避免重复建模, 提升系统互操作性。

3.2.1.2 语义对齐

引入面向垂直行业对象的建模(如时下流行的

Ontology 本体论)与行业标准(如 IFC、Brick Schema 等), 对模型中的术语进行语义标注。例如, “能耗”统一指代“kWh”, “区域”关联 GIS 坐标系。通过语义层解耦业务逻辑与数据格式, 支撑跨系统精准查询与推理。

针对存量非标设备, 利用小规模专家模型在边缘侧实时识别私有报文, 并自动转换至统一园区字典。这种物模型数据格式的转换不再依赖人工编写插件, 而是通过 AI 自识别完成, 极大降低了园区数字化转型的工程量, 确保了数据底座的极度规整。

语义对齐还围绕语义进行“空间建模”, 将传统的 KV(键值对)数据升级为具备空间、时间语义的属性集合。物模型不仅记录“空调温度 25℃”, 更自动关联其在 BIM 空间中的坐标、服务的工位编号及其能耗权重。这种“自带身份信息”的数据归整, 为后续 AI 进行室内空间路径规划与精准能效调度提供了开箱即用的原材料。

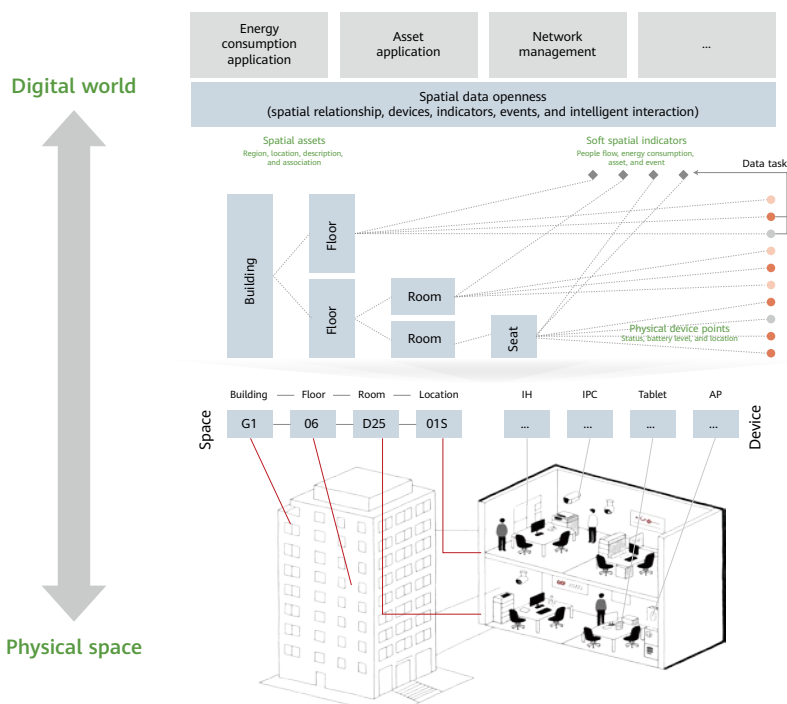


图 31 园区数据的“空间语义对齐”

利用鸿蒙分布式软总线技术, 实现园区设备“发现即连接”。差异化地改变了传统的“先接入、后转换”模式, 通过原生协议支持, 消除 Modbus、BACnet 等传统协议在转换过程中的损耗。设备不再是孤立的硬件, 而是通过软总线形成的虚拟超终端, 在链路层实现数据格式的天然对齐, 实现设备即插即用、自动组网。

基于蓝牙、Wi-Fi 或星闪(NearLink)等近场通信, 设备在接入时自动注册至统一物模型库, 并建立安全通道。软总线屏蔽底层协议差异, 使应

用开发只需关注“调用能力”, 而非“连接方式”。

统一物模型是数智融通的基石。通过“一物一模、语义对齐、极简物联”, 园区构建起可理解、可扩展、可协同的数字孪生底座, 让数据从源头就具备流通价值。

通过从鸿蒙软总线到语义物模型的演进, AI Campus 实现了从“万物互联”到“万物语义对齐”的质变, 为园区智能体的逻辑决策夯实了高质量的数据底座。

3.2.2 互融共享

园区运营涉及安防、能源、物业、交通等十余个子系统, 传统烟囱式架构导致数据割裂、响应迟滞。“互融”的精髓在于打破垂直系统边界, 实现跨域融合, 释放“1+1>2”的协同效应。本节聚焦于如何通过批流结合的中台架构及跨系统 AI 协同机制, 使安防、能源、办公等孤立系统转化为互为因果、协同作战的有机整体。

3.2.2.1 中台筑基

构建“数据中台+AI 中台”双引擎: 数据中台汇聚多源异构数据, 完成清洗、对齐、打标, 形成人、空间、事件三大主题库; AI 中台封装算法能力(如人流预测、设备故障诊断), 以 API 形式开放服务。数据、AI 两大中台成为系统互融的“转换器”与“加速器”。

数据中台采用批流一体的实时湖仓架构, 将安防视频流、人员通行批数据、物联网实时传感数据深度整合。技术核心在于消除系统间的逻辑孤岛, 例如当安防系统触发“人员异常聚集”预警, 该特征会瞬间喂给 AI 中台及电梯与空调控制系统, 由 AI 中台自主发起预调梯与增派新风的任务, 实现跨场景的智能联动。

3.2.2.2 联动闭环

基于共享数据上下文, AI 中台可实现跨系统智能编排。例如, 访客预约触发“门禁放行→电梯呼梯→会议室空调预启→停车位引导”全链路自动化。此类联动非硬编码, 而是通过低代码流程引擎动态配置, 支持快速迭代与个性化定制。

数据与 AI 共享还可实现闭环进化, 通过在线持续学习(Online Continual Learning), 园区空间数据(如 Wi-Fi、蓝牙信标点位、人流量、轨迹等)不仅用于展示, 更可用于 AI 训练、学习。系统根据效果反馈的数据, 自动纠偏算法模型。这种“数据驱动算法, 算法反哺业务”的机制, 让园区数据、AI 具备了自我优化的生命力。

3.2.2.3 安全共享

采用隐私计算(如联邦学习、安全多方计算)与细粒度权限控制, 确保数据“可用不可见、可控可审计”。例如, 能耗平台可获取会议室使用状态用于优化策略, 但无法反推具体人员身份。安全机制保障数据融合共享不等于泄露。

互融共享让园区从“功能叠加”走向“智能共生”。通过“中台筑基、联动闭环、安全共享”, 数据在受控前提下自由流动, 催生高效、敏捷、人性化的服务体验。

3.2.3 数据沉淀

数据不仅是资源, 更是可确权、可定价、可交易的新型生产要素。AI Campus 推动数据从成本中心转向价值中心, 探索可持续的商业模式, 激活园区数字经济潜能。数据资产化是 AI Campus 可持续发展的商业闭环。本节探讨如何将园区沉淀的离散数据转化为可量化、可评估、可交易的资产, 实现从“运营空间”向“运营资产”的模式转型。

3.2.3.1 数据封装

基于 MCP (模型上下文协议)、A2A (Agent to Agent)、Skills 等概念, 可将园区数据、能力以 AI 资产形式封装, 如将设备管理、空间服务、室内导航等垂直能力封装为标准的“AI 能力工具包”。这些工具作为 AI 资产沉淀, 不仅能被内部 Agent 调用, 更可作为标准组件提供给入驻企业。例如, 将高精度定位服务封装为资产提供给入驻物流企业, 实现数据价值的即时服务化。

也可建立园区数据资产目录 (Data Catalog), 对高价值数据集 (如人流热力图、碳排曲线、设备健康指数) 进行元数据管理、权属标注与质量评级。实现数据生成、流转、使用的全链路存证, 为园区数据资产化提供技术依据。

3.2.3.2 数据赋能

数据赋能是数据资产价值释放的核心场景, 旨在将封装后的数字资产反哺园区运营全流程, 通过场景化落地验证资产价值, 同时优化资产迭代, 形成“资产赋能业务、业务反哺资产”的良性循环。依托数据资产与业务场景的深度融合, 实现运营效率提升、成本精准管控、服务体验升级与决策科学优化。在空间运营场景, 空间使用效率、工位占用率、会议室预约数据等资产, 为空间资源优化提供精准依据。通过分析不同时段、不同区域的空间使用数据, 指导会议室改造 (如拆分大型闲置会议室为小型灵活空间、增设协作洽谈区), 优化工位布局 (如推行弹性工位制), 提升空间利用率与租金回报率; 结合员工动线轨迹数据, 优化食堂餐线设置、班车路线与停靠站点, 减少人员通勤成本, 增强租户与员工满意度。

在能源管控场景, 能耗基准数据、碳排曲线、设备能耗效率等资产, 驱动绿色运营升级。基于能耗资产构建 AI 优化模型, 精准定位高能耗环节, 推送针对性节能方案; 将能耗数据与租约管理结合, 推出“绿色租约”条款, 为入驻企业提供个性化能耗分析报告与节能建议, 既

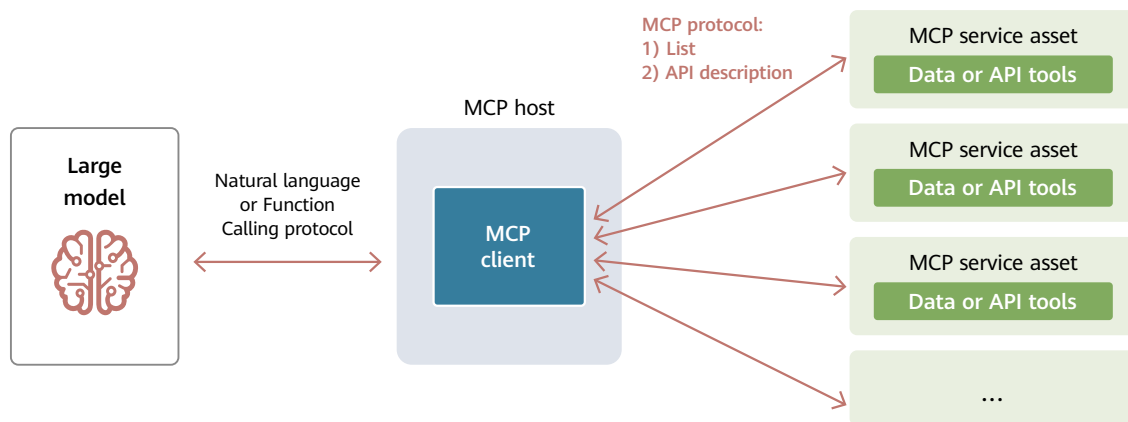


图 32 MCP 协议 - 将数据封装成资产供大模型或 Agent 调用的一种方法

降低园区整体碳排, 又以绿色服务增强租户黏性; 通过设备能耗资产与预测性维护模型联动, 提前预判设备能耗异常, 减少无效耗能与故障损失。

在运维与服务场景, 设备健康数据、服务工单数据、用户反馈数据等资产, 推动运维模式从“被动响应”向“主动预判”转型。基于设备健康资产构建设备预测性维护体系, 提前预警电梯、空调、安防等核心设备故障, 安排精准检修; 通过服务工单与用户反馈资产分析, 优化运维团队排班与服务流程, 提升问题解决效率; 针对入驻企业需求, 基于业务数据资产提供定制化服务, 如为研发企业推送技术资源对接信息, 为商业企业提供客流分析与营销建议。

在决策管理场景, 整合招商数据、租约数据、能耗数据、服务数据等全量资产, 通过 AI 中台进行多维度分析, 为管理层提供全景化运营报告。例如, 基于招商资产数据优化招商策略, 精准定位目标企业; 结合空间使用与能耗资产数据, 制定园区中长期改造规划; 通过资产使用频次、价值贡献等数据, 优化资产迭代与资源分配, 实现决策的科学化与精细化。

3.2.3.2 数据资产化

数据资产化是数智融通的价值出口, 核心在于在合规框架下, 将经过内部验证的优质数据资产, 通过产品化、服务化、合作化等模式实现商业价值, 同时反哺园区基础设施升级与资产体系优化。变现过程严格遵循欧盟 GDPR、中国“数据安全三法”等法律法规, 坚守数据安全和隐私保护底线, 依托隐私计算、权限管控等技术, 实现合规前提下的价值流转。

在产品化变现层面, 将园区高价值数据资产转化为标准化数据产品, 面向外部机构提供服务。例如, 向城市规划部门输出“区域办公活力指数”“空间利用效率分析报告”, 为城市功能布局、交通规划提供数据支撑; 向金融机构提供“绿

色建筑能效评级”“园区企业经营活力画像”, 助力金融机构精准开展绿色信贷、企业融资服务; 向科研机构提供脱敏后的行业数据集, 联合开展智慧园区、低碳运营等领域研究, 共享研究成果与商业收益。

在服务化变现层面, 将封装后的 AI 能力资产以服务订阅模式对外输出。针对同类型园区、企业提供定制化资产服务, 如为新建智慧园区提供“数据资产封装体系搭建”服务, 为中小企业提供“轻量化能耗管理、设备运维”资产工具订阅服务, 通过按次、按月或按场景收费的模式实现持续收益。同时, 依托园区平台搭建资产交易撮合机制, 作为“数据经纪人”对接供需双方, 提供资产定价咨询、合规审核、交易存证等配套服务, 抽取服务佣金。

在合作化变现层面, 与产业链上下游企业、科研机构开展深度合作, 共建数据资产生态。例如, 与新能源企业合作, 共享园区碳排、绿电消纳等资产数据, 联合开发绿色能源管理方案; 与科技企业合作, 基于园区场景数据共同训练 AI 模型, 推动技术产品迭代, 共享模型商业化收益; 与政府部门合作, 参与城市数据要素市场建设, 承接区域性数据资产运营项目, 打造城市级数字资产运营标杆。

资产变现并非终点, 而是形成价值闭环的关键环节。变现收益将反哺园区数据底座升级、资产体系优化与服务能力提升, 进一步强化数据资产的质量与多样性, 推动“封装-赋能-变现-迭代”的持续循环, 使园区成为城市数字经济的微引擎与创新试验田。

综上, 模型统合是数智融通的基础, 实现数据从“不可用”到“可用”; 互融共享是核心过程, 实现数据从“分散”到“聚合”; 资产变现是终极目标, 实现数据从“资源”到“资产”。三者层层递进、环环相扣, 共同构成“数智融通”的完整价值闭环, 为 AI Campus 提供坚实的数据智能底座与可持续的发展动力。



▶ 3.3 全域联接

“全域联接”是 AI Campus 智能运行的神经网络与循环系统，超越传统通信连接概念，旨在构建物理实体(物)、多元角色(人)与全域智能(智)深度融合、自主交互、协同进化的智能连接体。通过构建无边界、高弹性、自适应的融合网络，

确保数据、知识、事件与智能在园区异构要素间内生、无损、意图驱动地流动与聚合，为教育科研、医疗服务、工业生产、商业运营等全场景智慧应用提供统一、敏捷、自进化的连接底座，既是数智融通的血脉，也是人智共生迈向高阶的桥梁。

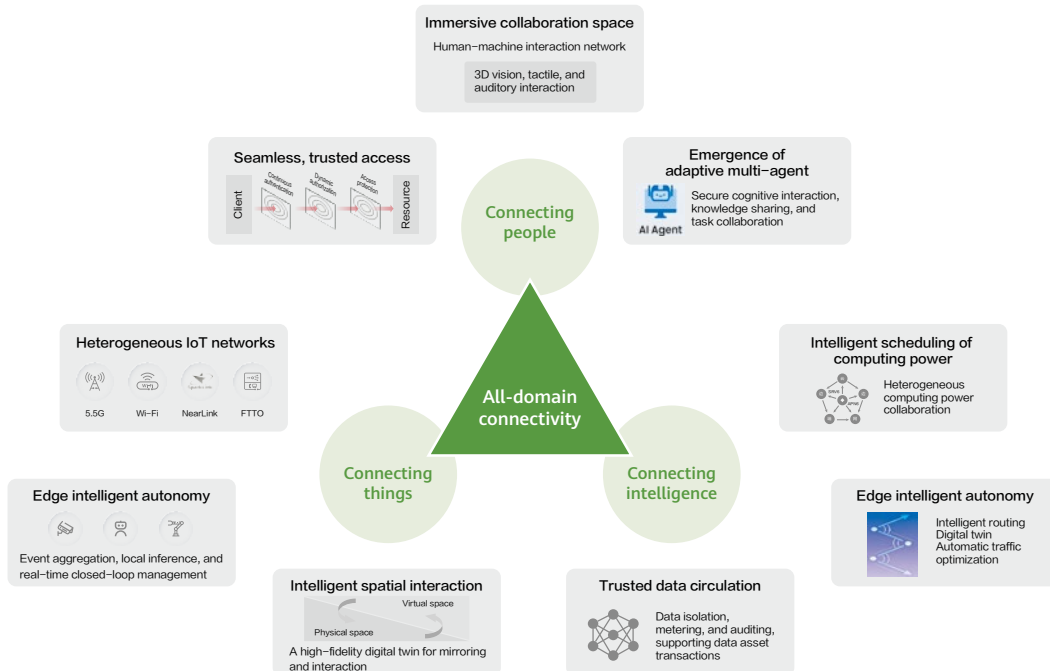


Figure 33 All-domain connectivity

3.3.1 联物：万物智联与空间协同

园区海量物理设施、设备与环境要素，从被动管理对象转化为可感知、可交互、可协同的自主网络节点，构建物理世界的“数字反射神经”，实现物与物、物与环境的智能联动。

3.3.1.1 异构物联网络

以 5G-Advanced/6G “通信 - 感知 - 计算” 一体化网络和星闪 (NearLink) 技术为核心，深度融合 Wi-Fi 7/Advance 及全光网络 FTTO，构建自主可控的确定性物联基座。不仅具备超大带宽、极低时延连接能力，更拥有主动感知空间、识别物体的革命性功能，实现“连接即感知”。星闪技术为机器人集群控制、精密仪器同步等高要求场景提供微秒级时延与微米级同步精度；鸿蒙等分布式操作系统作为“神经协议”，实现跨品牌、跨类型终端复杂环境下的即插即用与能力无缝拼接，破解多业态园区终端碎片化难题，为全域数字孪生提供高保真、实时性数据源泉。同时，依托全光网络架构，实现从园区核心到边缘终端的光纤直达，支撑万兆到楼、千兆到桌面，结合光模块节能技术，大幅降低网络运行能耗。

3.3.1.2 边缘智能自治

在网络边缘部署基于云原生理念和 AI Agent 框架的智能节点，形成分布式边缘智能体。这些智能体可理解本地上下文，对密集设备群产生的实时事件进行聚合、推理与决策，指挥本区域设备集群（如产线机器人、楼宇环境系统）自主完成协同任务，实现从“边缘计算”到“边缘智能”的演进。在局部范围形成高可靠、低时延的业务自治闭环，提升各功能单元运营韧性与响应效率，同时有效减轻核心网络与中心云压力。

3.3.1.3 空间智能交互

构建与物理园区实时镜像、交互共生的高保真数字孪生体，作为连接、控制与仿真的核心平台。全域感知网络持续为孪生体注入实时数据，使其精准模拟、预测甚至预演系统状态。结合意图网络 (IBN) 技术，可将管理者的业务策略（如能效优化、安防联动）自动转化为机器可执行的策略与设备控制指令，动态调度灯光、能源、门禁等原子化服务，实现从“人找服务”到“服务精准适配人与事”的根本性转变，创造安全、舒适、高效的空间体验。



3.3.2 联人：意图驱动与沉浸共生

本维度聚焦消除园区多元角色与数字系统的交互壁垒，构建理解意图、适应习惯、拓展能力的人本化智能环境，促进人机共融式协作，让技术服务于人的需求与体验升级。

3.3.2.1 无感可信接入

基于数字身份网络（DIN）与 AI 驱动的内生安全零信任架构，重塑传统网络访问模式。无论用户身处何地、使用何种终端，网络均对其身份、设备状态及环境风险进行持续动态信任评估与智能认证。结合 Wi-Fi 7 advance 空口感知与无感识别技术，为用户提供跨全域、始终最优、策略随行的无缝安全接入体验，让安全用网如呼吸般自然，大幅简化医护、工程师、访客等不同角色的用网复杂度，筑牢安全基石。

3.3.2.2 沉浸式协作空间

为支撑远程手术示教、全息授课、元宇宙协同研发等极致交互需求，构建面向全息媒体网络的下一代基础设施。利用确定性 IP 网络（DetNet/TSN）切片技术，为 XR 视觉、空间音频、触觉反馈等多模态数据流提供严格时延与抖动保障的专属传输通道；结合多播增强技术，高效支撑大规模、高并发沉浸式交互场景，打造突破物理限制的“面对面”临场感与协同操作能力，重新定义跨地域协作的深度与效率。

3.3.2.3 群体智慧涌现

通过构建知识联邦网络（KFN），为每个用户背后的个人知识代理（AI Agent）提供安全高效的协作通道。在隐私计算技术保障下，这些代理可在不暴露原始数据与隐私的前提下，于网络层面实现安全认知交互、知识共享与任务协同。这种模式能自发连接分散个体智慧，促进跨学科、跨组织认知融合，激发群体智能，更高效应对复杂科研攻关、应急决策与创新设计挑战。

3.3.3 联智：算力泛在与生态共生

构建“智算互联网”，让智能像电力一样随处可获取、可调度、可协同，同时营造开放共生、持续进化的创新生态，赋能园区全场景智能升级。

3.3.3.1 算网智能调度

构建园区级算力网络，基于 SRv6、APN6 等协议实现云、边、端、网多元异构算力资源的统一标识、全局感知与智能调度。用户通过自然语言描述任务意图，算力网络即可智能匹配并组合最优 AI 模型与服务链，自动编排任务流并调度至最合适的计算节点执行，实现“算力随需，智能即服务”，大幅降低高级智能的获取与使用门槛。该调度机制可与“能-算-碳”协同体系联动，优先将算力任务调度至绿电充沛的边缘节点，兼顾效能与绿色目标。

3.3.3.2 数据可信流通

融合确定性网络、TSN 安全隔离通道、隐私计算与区块链技术，打造可信数据价值流通基础设施。该体系确保医疗、研发、运营等敏感数据“可用不可见”，通过区块链实现数据使用过程的可计量、可审计与权益自动结算，为跨院系、跨企业、跨园区联合建模、协同研究及数据资产化交易提供可信赖支撑，激活数据要素价值。

3.3.3.3 网络内生智能

推动网络基础设施向 AI-Native 演进，赋予其原生智能。通过网内计算、智能路由协议及数字孪生网络等技术，实现网络流量自优化、故障秒级自愈、安全威胁主动防御与资源策略意图驱动生成。网络从被动连接管道，转变为主动感知业务、动态调优、支撑上层生态自进化的“活性”智慧生命体，为 AI Campus 持续进化提供底层活力。



► 3.4 多维感知

未来智慧园区的核心前提是具备全方位感知能力。通过光感知、通感一体、空间能力三大维度的技术协同与落地, 构建精准感知、实时可视、高效运营的数字化感知网, 实现对人、机、物、事、空间环境的全维度、多角度感知与识别, 为后续智能决策与服务提供坚实数据支撑, 是 AI Campus 实现高阶智能的基础。

| 3.4.1 光感知：域感知的底层核心基座

光感知以光为核心载体, 作为感知体系的根技术, 涵盖视觉感知、光纤感知、光谱感知三大方向, 凭借连续、分布式、高灵敏的探测特性, 实现对物理世界的深度感知, 为园区多元场景提供底层技术支撑。

3.4.1.1 视觉感知：大模型赋能全维度视觉认知

视觉感知以“端侧采集 - 边缘计算 - 云端协同”为核心架构, 是园区感知体系中最直观、最核心的组成部分。通过大模型赋能打破传统感知

局限, 实现高精度、全维度视觉认知, 核心技术聚焦两大方向。

基于 Transformer 架构的视觉大模型突破传统 CNN 局限, 通过大规模图像数据预训练与场景微调, 在人员密集、光照突变等极端场景中, 目标检测、行为识别与轨迹追踪准确率提升至 95% 以上, 漏检率降低 80%; 依托边缘智算节点部署轻量化 CV 大模型, 可实现毫秒级实时推理, 满足园区安防预警、设备巡检等低延迟需求。同时, 多模态大模型通过跨模态语义对齐技术, 融合视觉 (图像 / 视频)、文本、

音频等多维度数据，构建“视觉理解-语义交互-决策生成”完整链路，既能通过文本指令引导精准识别特定目标，也能将视觉场景转化为结构化文本报告，破解单一视觉模态语义理解不足的问题。

未来，AI Campus 视觉感知将向“全域感知-智能预测-主动服务”升级，CV 大模型与多模态大模型深度融合实现复杂场景认知推理，结合数字孪生技术构建园区虚拟映射，为规划、应急演练提供可视化支撑，推动智慧园区从“被动响应”向“主动预判”转变。

3.4.1.2 光纤感知：光纤通感一体的分布式探测

通过感知光纤拓扑与状态，将普通通信光缆转化为分布式传感载体，检测周界振动、环境变化、物体运动等信息，为园区提供管线运维、安防防护、环境管控等多元服务。

在振动感知方面，基于分布式光纤声学传感（DAS）技术，将园区周界光缆转化为绵延数十公里的无源实时振动传感阵列，融合 AI 模式识别算法精准识别攀爬、切割、挖掘等入侵行为，

与视频监控联动构建“振动触发+视觉复核”立体安防体系；在环境与资源感知方面，依托分布式光纤温湿度传感器、光时域反射（OTDR）技术等，实现管线温湿度连续监测、光功率全程可视管控及米级精度故障定位，快速区分链路中断、劣化与设备故障，保障园区数字“血脉”畅通；在 3D 感知方面，通过 3D 结构光、激光飞行时间（ToF）、激光雷达（LiDAR）等技术，实现近距离高精度扫描、实时深度信息采集、大规模三维点云生成，适配工业检测、机器人避障、实景建模等多场景需求，在医疗康养领域还可实现非接触式跌倒坠床监测。

3.4.1.3 光谱感知：精细化环境与特征探测

依托多元光学传感手段与光谱分析技术，实现对园区环境参数、物质特征的高选择性、精细化测量。其中，激光气体传感器（如 TDLAS 技术）可高选择性监测 CO₂ 等特定气体浓度，分布式光纤声传感捕捉噪声分布，网格化照度传感器绘制光照动态图谱，为园区环境调控、节能优化、污染预警提供精准数据支撑，同时可辅助工业场景中产品微小缺陷的光谱识别，拓展感知应用边界。

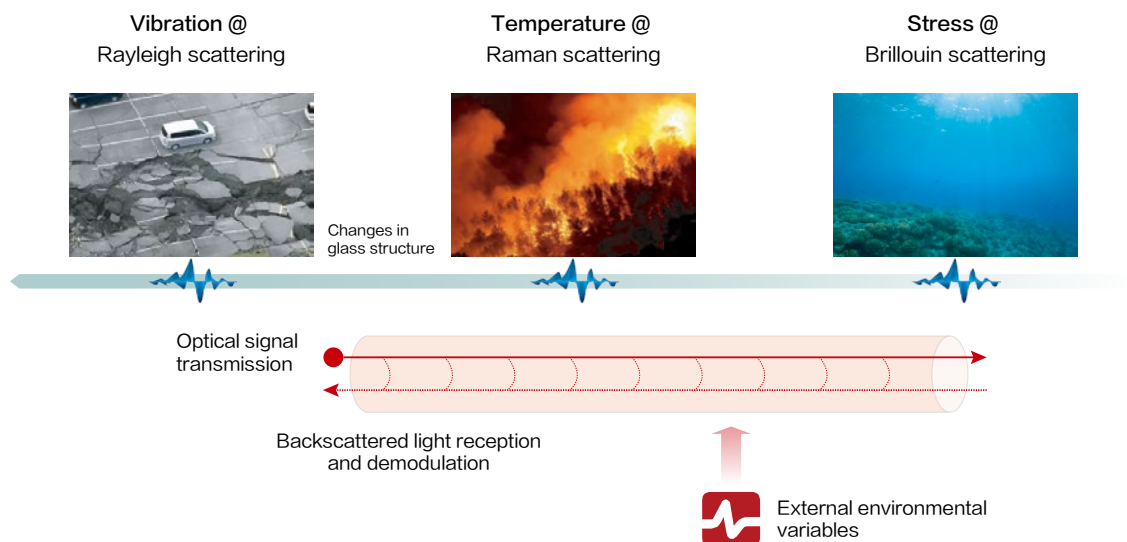


图 34 光纤感知

3.4.2 通感一体：跨场景的能力融合技术

通感一体以“连接+感知”融合为核心理念，打破传统基础设施单一连接属性，整合 WiFi、5.5G 等技术，覆盖室内外全场景，实现通信与感知资源的联合调度，为园区提供一体化智能感知解决方案。

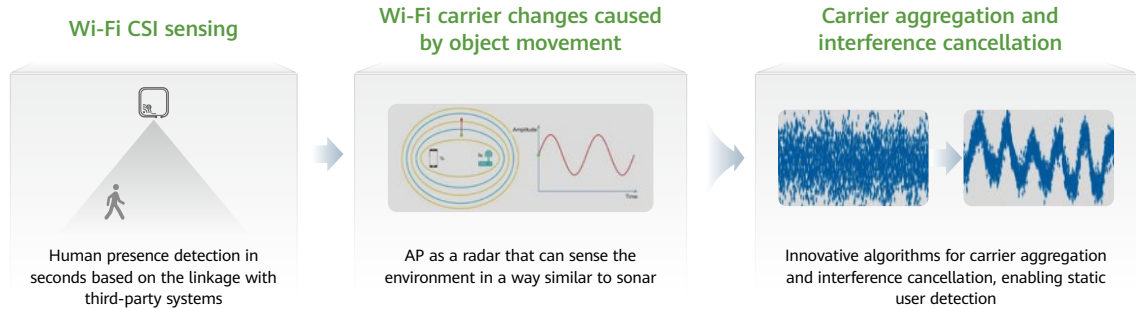


图 35 Wi-Fi 通感一体

3.4.2.1 WiFi 通感一体：室内场景的融合感知底座

以 Wi-Fi 技术为统一底座，原生融合物接入、环境感知、定位追踪能力，构建覆盖连接、感知与空间的室内智能化网络，落地全场景通感一体能力。

在核心感知能力上，超越传统连接功能，将 Wi-Fi 信号作为感知媒介，结合毫米波雷达技术实现从“连接”到“认知”的跨越：基于 Wi-Fi 信道状态信息（CSI）感知空间占用与群体行为，自动调控照明、空调系统实现节能降耗；利用信号特征探测安全风险，完成异常入侵检测、无感电子周界布防及隐藏摄像头探测，构筑双重主动安防体系；融合毫米波技术非接触监测人体呼吸、心率等生命体征，为养老场景提供全天候隐私友好型看护服务。在协议融合与资产管控上，Wi-Fi 7 高效协同蓝牙、星闪、RFID 等协议，实现多协议统一接入管理，简化物联网部署成本，可完成固定资产自动盘点、移动物资轨迹追踪及海量电子价签实时管控，赋能智慧商业与资产管理。

3.4.2.2 5.5G 通感一体：室内外全域的立体感知

进入 5.5G/6G 时代，通信频谱向毫米波、太赫兹、可见光拓展，与传统感知频谱重合，形成覆盖

室内外、适应极端环境的通感一体能力，拓展感知维度与效能。

在空间与目标感知上，可精准捕捉“水陆空”全维度目标的位置、运动状态及分布，对无人机、车辆、船舶等目标实现米级至亚米级轨迹追踪，为低空安防、智慧交通、港口管控提供多目标同步监测服务；在环境与状态感知上，依托无线电波传播优势，在暴雨、大雾、夜间等极端环境下稳定工作，实时采集降雨量、能见度等气象参数，同时监测工业设备振动频率、桥梁及输电线路结构状态，提前预警故障风险；在精细特征感知上，实现从“感知存在”到“精准识别”的进阶，可区分车辆车型、抓取车牌信息、识别工业产品微小缺陷，还能通过非接触技术监测人体生命体征，通过步态识别区分人员身份，适配安防、工业、康养等多元场景。

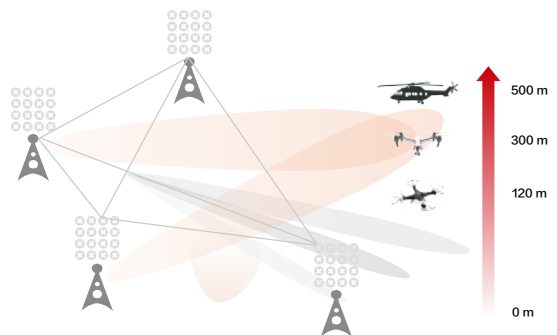


图 36 5.5G-based Wi-Fi sensing

3.4.3 空间服务：感知技术的落地载体

空间能力是光感知、通感一体技术的落地呈现，聚焦身份识别、定位追踪、场景化服务三大核心，为园区人员、资产、空间的精细化运营提供具象化服务支撑。

3.4.3.1 定位服务：分级精准的全场景定位

基于 WiFi、5.5G、光纤等技术，构建从区域统计到厘米级追踪的分级定位体系，适配室内外不同业务需求，最大化基础设施价值。其中，RSSI 定位（5-10 米精度）以低成本满足商超客流热力分析、楼宇人流量统计、高峰时段拥堵预警等宏观需求，为园区动线优化、商户布局调整提供数据支撑；FTM 定位（1-3 米精度）依托国际标准，智能手机原生支持，实现人员 / 资产定位、室内导航、电子围栏管理及访客动线追溯的无缝体验，适配写字楼、园区展馆等场景；UWB 融合 WiFi 定位（厘米级精度）为贵重资产追踪、AGV 机器人导航、精密设备位移监测等高要求场景提供可靠支撑，确保工业生产、仓储物流环节的精准管控；5.5G 定位则实现室外全域多目标同步追踪，结合园区电子地图构建室内外无缝衔接的定位网络，可联动安防系统对越界人员、违规车辆进行实时告警，强化园区全域管控能力。

3.4.3.2 身份识别服务：多维度的精准身份核验

融合视觉、毫米波、5.5G 等感知能力，构建多模态身份识别体系，兼顾精准性与隐私性，覆盖园区人员全场景身份核验需求。通过视觉感知的人脸识别技术，实现智能终端解锁、园区门禁核验、电梯楼层权限管控等基础应用，同时支持戴口罩、逆光等复杂场景下的快速识别，提升通行效率；借助 5.5G 步态识别、毫米波生物特征感知技术，无需接触即可区分家庭成员、监测老人活动状态，适配养老社区、员工宿舍等隐私敏感场景；结合 3D 光感知的立体特征识别与 RFID 身份标签，实现人员与随身资产的绑

定识别，可应用于访客管理、施工人员准入、涉密区域人员追溯等场景，精准核验身份的同时记录关联资产轨迹；针对临时访客，还可实现“人脸采集 - 身份备案 - 权限分配 - 离场注销”的全流程自动化管理，联动定位系统限制活动区域，兼顾便捷性与安全性，为园区安防、康养看护、涉密管控提供全方位身份支撑。

3.4.3.3 资产与场景化服务：全生命周期的智能管控

围绕人员、资产、空间场景，提供全生命周期智能服务，实现园区空间资源的高效利用与服务主动化升级。在资产管理领域，通过 WiFi 7 与 RFID 融合技术，实现固定资产自动盘点、移动物资轨迹管理、库存可视化管控及资产闲置预警，同时联动空间定位系统，快速定位资产存放位置，提升资产利用效率与运维便捷性，适配工厂仓储、写字楼办公设备管理等场景；在人员服务领域，结合 Wi-Fi 毫米波感知、5.5G 生命体征监测技术，为养老场景提供跌倒预警、睡眠质量监测、异常行为告警等看护服务，依托视觉行为分析实现人员聚集、奔跑、徘徊等异常行为预警，联动安保系统快速响应；在空间管控领域，基于光感知、Wi-Fi 感知的环境数据，自动调节园区照明、空调、通风系统，实现空间节能优化，同时支持会议室、展厅等空间的智能预约与环境联动，预约成功后自动调节温湿度、开启设备，离场后自动关闭能耗设备；新增空间动态调度与应急服务，通过定位与感知数据实时掌握各区域空间占用情况，智能分配临时办公区、仓储空间等弹性资源，应急情况下可快速定位被困人员位置、规划最优疏散路线，联动广播、照明系统引导疏散，同时标记危险区域、追溯人员轨迹，为应急救援提供精准支撑；在智慧办公场景，还可实现“人员到岗 - 设备启动 - 环境适配”的自动化联动，基于身份识别自动同步办公权限与个性化设置，提升办公场景的智能化体验，通过多维度感知构建园区环境画像与服务画像，为智能决策、服务优化提供数据支撑。



► 3.5 韧性安全

在全球局势加速演变、“黑天鹅”事件频发的背景下，园区面临的安全威胁从单一的网络安全，扩展至涵盖物理安全、数据安全、自然灾害及新型 AI 攻击的复合型风险。传统安全范式追求的“绝对防御”与“静态边界”已难以为继。韧性安全应运而生，它标志着安全理念的根本性转变：从“避免故障”转向“承受冲击并快

速恢复”，致力于构建一个在遭受干扰、压力甚至破坏时，仍能保持核心功能连续运转，并能从中学习、自适应进化的动态防护体系。该体系融合 AI 智能防御、数字孪生安全与自适应进化三大核心能力，为 AI Campus 构筑全方位、动态化的内生安全屏障。

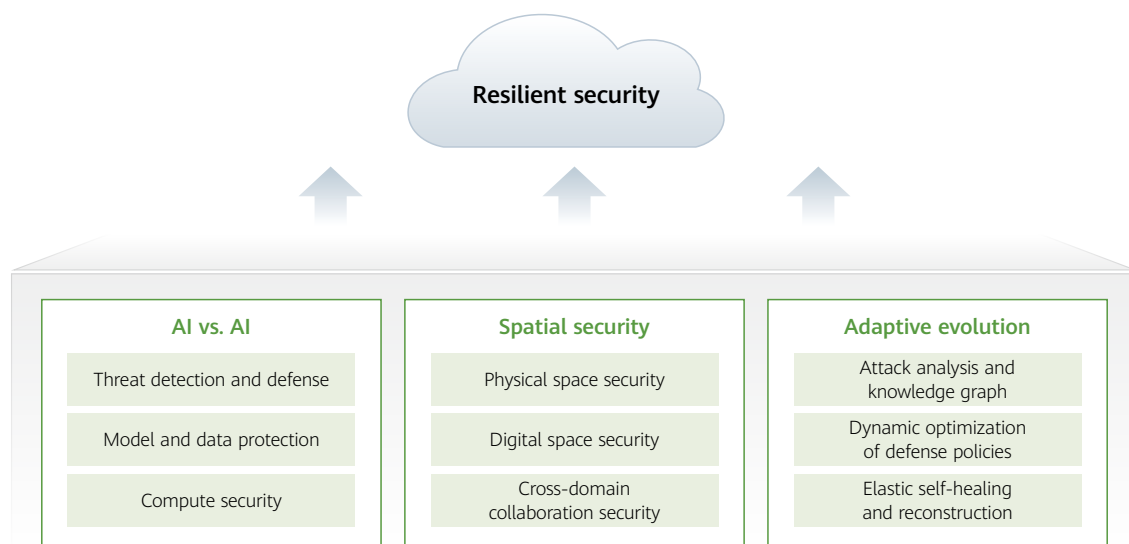


图 37 Resilient security

3.5.1 AI 抵御 AI: 以智能对抗智能的动态防御体系

面对日益高级化、自动化的网络威胁, 特别是由 AI 驱动的攻击(如深度伪造、自动化漏洞挖掘、AI 驱动的 APT 攻击), 防御体系必须升级至“以 AI 对抗 AI”的新阶段。该维度聚焦于利用更先进的 AI 算法, 在模型、数据与基础设施全链路构筑动态、主动的防御能力, 应对未知威胁和保障园区安全。

3.5.1.1 对抗性防御与未知威胁检测

传统规则库难以应对 AI 生成的“零日”攻击或经过对抗性样本精心伪装的恶意输入。AI 智能防御系统采用深度神经网络与异常检测算法, 建立用户、设备、流量的动态行为基线。通过持续分析网络流量、API 调用序列、用户操作日志中的微观模式, 系统能敏锐识别偏离基线的异常行为, 即使其从未在历史攻击样本中出现过。例如, 针对通过 AI 生成的、旨在欺骗视觉识别门禁的深度伪造图像, 防御系统通过集成对抗性检测模型, 可分析图像中像素级的不自然统计特征, 实时拦截此类高级别渗透尝试。

3.5.1.2 模型安全与数据隐私保护

AI Campus 的核心智能依赖于大量模型与数据,

此特征确保 AI 自身不被“投毒”或窃取。一方面, 通过联邦学习确保数据“可用不可见”, 从源头保护隐私; 采用差分隐私、同态加密及可信执行环境(TEE)技术, 在数据使用和流转过程中构建多重安全屏障, 尤其针对敏感数据的计算与存储, 实现硬件级安全隔离。另一方面, 对 AI 模型实施全生命周期防护, 包括训练阶段的数据投毒检测、部署阶段的模型水印与完整性验证, 以及运行时的对抗性样本鲁棒性增强, 防止模型被窃取、篡改或恶意误导。同时, 依托模型蒸馏与轻量化技术, 在保障模型性能的前提下, 降低边缘端部署的算力消耗与安全暴露面, 与边缘智能自治体系形成协同支撑。

3.5.1.3 算力安全与弹性资源调度

算力是 AI Campus 的“动力心脏”, 其安全至关重要。实时监测算力资源状态, 智能识别并缓解旨在耗尽资源的“算力洪水”攻击。通过动态的资源编排与服务质量(QoS)保障, 在遭受攻击时, 优先确保核心安全 AI 任务(如威胁分析、入侵阻断)的算力供给, 将非关键负载弹性迁移或降级, 实现算力层面的“弹性防御”。



3.5.2 空间安全：虚实协同的预见性防御与精准响应

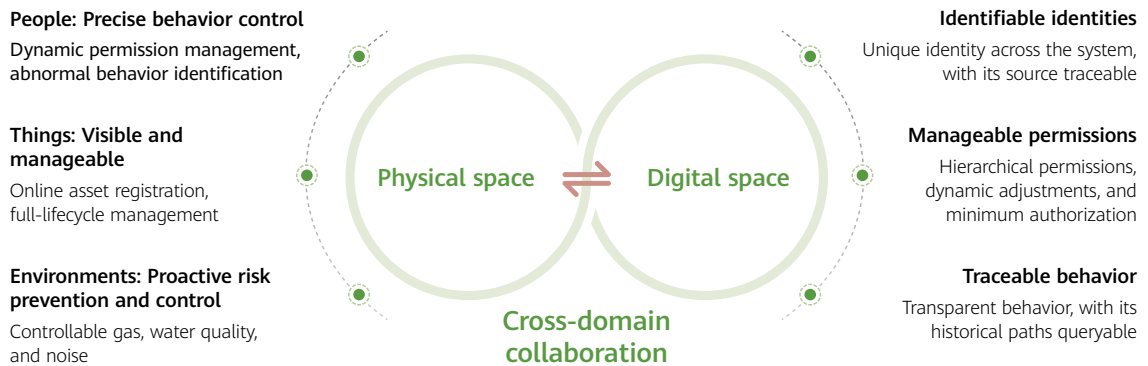


图 38 Spatial security

空间安全是通过构建与物理园区完全镜像、实时同步的虚拟孪生体，在数字空间提前洞察风险、推演对策，并指导物理世界的精准响应，实现从“事后应急”到“事前预警、事中优化”的跨越。

3.5.2.1 物理空间安全

核心在于基于数字孪生的全息感知与主动抑制。通过集成园区内所有物联网设备（摄像头、门禁、传感器、生产设备）的实时状态，构建物理世界的动态数字映像。依托对物理运行规律的深度学习和仿真，系统能够实时识别异常行为与潜在入侵（如非授权区域闯入、设备异常振动），并将其与网络攻击日志进行智能关联，以判断是否为新型物理渗透攻击。同时，通过将实时数据与预设的“健康”数字模型进行比对，可持续监控关键基础设施（如配电柜、服务器机柜）的物理完整性，预警非法篡改。当真实物理事件（如火情、危险品泄漏）发生时，孪生体可瞬间可视化呈现应急资源分布、最优救援路径与动态影响区域，直接指挥机器人或人员实施精准、高效的现场处置。

3.5.2.2 数字空间安全

聚焦于在虚拟环境中进行无风险的攻击模拟与漏洞先控，与物理空间安全形成虚实联动的防御闭环。在完全复刻、与物理世界并行的数字孪生体中，开展高保真的“攻击演练”与“漏洞挖掘”，包括全程模拟高级持续性威胁（APT）攻击，以实战化方式检验现有防御体系的有效性，提前暴露防御盲点和逻辑缺陷。引入网络功能虚拟化（NFV）与安全编排技术，可快速部署虚拟防火墙、入侵检测系统等安全组件，灵活调整防御策略以应对多变威胁。当发现新的软硬件漏洞时，可在孪生体中快速、广泛地验证其影响范围，模拟漏洞被利用后可能引发的业务中断链与数据泄露路径，为制定精准的补丁策略和网络隔离方案提供科学依据。此外，任何新的安全策略（如防火墙规则、访问控制列表）在应用于生产环境前，均可在此虚拟沙盘中进行验证与优化，确保其有效性的同时，避免因策略冲突导致意外的业务中断。

聚焦于在虚拟环境中进行无风险的攻击模拟与漏洞先控。在完全复刻、与物理世界并行的数

字孪生体中，开展高保真的“攻击演练”与“漏洞挖掘”。包括在虚拟环境中全程模拟高级持续性威胁（APT）攻击，以实战化方式检验现有防御体系的有效性，提前暴露防御盲点和逻辑缺陷。引入网络功能虚拟化（NFV）与安全编排技术，可快速部署虚拟防火墙、入侵检测系统等安全组件，灵活调整防御策略以应对多变威胁。当发现新的软硬件漏洞时，可在孪生体中快速、广泛地验证其影响范围，模拟漏洞被利用后可能引发的业务中断链与数据泄露路径，从而为制定精准的补丁策略和网络隔离方案提供科学依据。此外，任何新的安全策略（如防火墙规则、访问控制列表）在应用于生产环境前，均可在此虚拟沙盘中进行验证与优化，确保其有效性的同时，避免因策略冲突导致意外的业务中断。

3.5.3 自适应进化：从经验中学习的动态免疫系统

韧性安全的最高目标，是使安全体系具备类似生物免疫系统的学习与进化能力。自适应进化机制确保每一次安全事件都成为系统增强的“疫苗”，驱动防御策略、架构乃至安全体系持续优化。

攻击链自动化分析与知识图谱构建：任何安全事件的全链路数据（攻击向量、战术、技术、过程）均被自动捕获、分析，并结构化沉淀到统一的“威胁情报知识图谱”中。该系统能自动关联不同事件，揭示攻击者画像和活动模式，将孤立事件转化为可共享的战术情报。

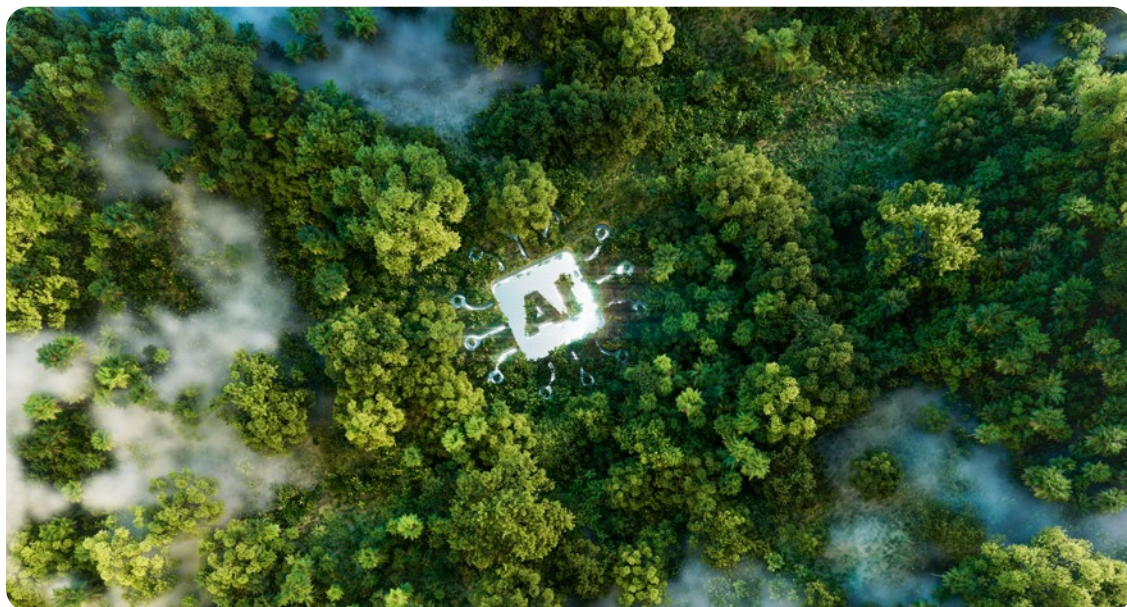
防御策略的动态优化与自动化部署：基于持续输入的威胁情报和攻击复盘知识，系统利用机器学习自动评估现有安全策略的效能。它可以推荐并（经审批后）自动部署更优化的检测规则、调整访问控制策略或更新黑白名单，实现防御策略的“自适应调参”，让防御体系越用越智能。

3.5.2.3 跨域协同安全

是数字孪生价值的终极体现，旨在实现物理与数字空间的智能联动与自动化响应。当数字孪生系统在虚拟空间检测到一次网络攻击，并通过仿真推演出其极可能导致某关键物理设备（如精密机床控制器）宕机时，可自动触发预置的智能响应预案。系统在数字空间同步执行隔离受感染主机、阻断恶意 IP 等操作；同时，向物理空间下发联动指令，调度最近的巡检机器人前往现场核查设备状态，并自动调整相关生产线的工艺参数以规避风险。这种“侦、判、控”一体的秒级闭环，实现了从虚拟空间的“看见”风险到物理世界的“处置”风险的无缝衔接，极大提升了应对跨域复合型威胁的效率和精度。

弹性架构的自愈与重构能力：面对严重破坏，系统具备一定的“自愈”能力。例如，当某个安全分析节点因攻击而瘫痪，系统可自动将其功能切换至备用节点或分布式边缘节点。更进一步，通过软件定义网络（SDN）和软件定义边界（SDP）技术，系统可根据实时威胁态势动态调整网络拓扑和安全边界，使攻击面持续变化，显著增加攻击者的成本与难度，提升整体生存性。

韧性安全体系是 AI Campus 应对不确定未来的“压舱石”。“AI 抵御 AI”在最前线以攻防智能的动态博弈化解尖端威胁；数字孪生安全则在平行时空通过“物理空间全息监控、数字空间无损推演、跨域空间精准协同”实现风险的预见与可控；最终，整个系统通过“自适应进化”获得持续的免疫力与成长力。三者环环相扣，为 AI Campus 的繁荣发展提供可信赖的安全基座。



▶ 3.6 绿色可持续

AI Campus 绿色可持续发展以“低消耗、低污染、高效率”为核心准则，AI 技术深度赋能能源的生产、传输、消费与管控各个环节，构建一个内生、智能、进化的绿色生态系统。零碳可持续的两大核心要素是比特和瓦特，通过比

特与瓦特在智能领域深度的融合，凭借比特节约瓦特、比特管理瓦特、比特增值瓦特的模式，能让园区零碳可持续，进而打造“能自平衡、碳可计量、管能智能”的绿色智慧园区，使经济增长与环境保护和谐共生。



图 39 比特和瓦特融合赋能零碳可持续

3.6.1 比特节约瓦特

园区基础设施（建筑、数据中心、通信网络、物联网终端等）是能源消耗的主体，也是降碳的“主战场”。通过 AI Agent 与智慧大脑共生智能，融合天气数据、AI 大模型等实现用能需求精准预判和实时动态调优，帮助园区从源头降低能耗，实现全生命周期降碳。

3.6.1.1 绿色建筑节能调控

建筑能耗是园区总体能耗的主要构成部分，因此，依托人工智能技术实现对建筑用能系统的精准调控，是降低基础设施碳排放的核心举措。通过构建集成化的 AI 预测与优化体系，综合运用气象、系统运行及历史能耗等多源数据，并结合 AI 大模型的分析推理能力，形成由 AI 智能体与园区智慧大脑协同驱动的决策闭环，对关键能耗系统进行全过程、精细化的管理。

在中央空调制冷站、压缩空气系统等大型高能耗前端设施的调控上，利用 AI 预测模型与寻优算法，基于实时与预测数据进行运行工况仿真，动态生成并执行能效最优的控制策略，从而杜绝系统无效运行，显著提升整体运行效率。在照明、空调末端等分散设备的管控层面，系统深度融合物联网传感数据（如室内温湿度、人员密度、光照度）与 AI 视觉、通感一体等感知信息，借助大模型的情境理解能力，由 AI 智能体与智慧大脑实时协同，精准预测局部空间的用能需求。据此实现跨系统联动与参数动态优化，例如：在人员活动稀疏时段自动降低空调负荷、关闭非必要照明；依据自然光照变化动态调节人工照明亮度，确保能源供应与实际需求精确匹配。实践表明，该技术可使建筑整体能耗降低 15%-30%。

3.6.1.2 绿色数据中心

数据中心作为 AI Campus 的算力核心，其高能耗特性是园区整体降碳目标的关键攻坚方向。

通过深度融合人工智能与绿色制冷技术，可系统性、智能化地降低数据中心能耗。

技术实施上，构建基于 AI 的能效管控平台，实时监测服务器负载、机房温湿度及冷却系统运行状态等多维参数。平台通过算法模型动态优化冷却策略，例如，依据机房实时热力分布图调整空调送风温度与风量，并在气候条件适宜时智能联动自然冷源（如新风、冷却塔），最大限度减少机械制冷的依赖与能耗。同时，依托服务器虚拟化与资源池化技术，AI 调度系统可将低负载计算任务整合至少数物理服务器，使闲置服务器自动进入低功耗休眠状态，有效降低基础运行能耗。

推广全液冷机房技术，结合 AI 精准温控算法，可进一步降低冷却系统能耗，使数据中心 PUE（能源使用效率）从传统 1.5-1.8 降至 1.2 以下，部分高端场景可实现 $PUE \leq 1.1$ ，推动算力设施绿色化升级。

3.6.1.3 全光绿色组网

全光组网作为通信网络的绿色底座，通过介质、架构及业务承载模式的全方位优化，实现链路能耗的显著降低与资源的高效利用。

介质优化方面，采用石英光纤全面替代传统铜缆。光纤在生产阶段每单位长度的碳足迹仅为铜线的三分之一，传输速率可达网线的百倍以上，并具备优异的耐腐蚀性与长期稳定性，可实现 30 年免更换，从而大幅减少因介质更替带来的资源消耗与碳排放。

架构优化方面，部署无源光网络（PON），简化网络层级，直接减少有源汇聚交换设备的数量与功耗。采用点到多点（P2MP）的部署模式，利用无源分光器替代传统有源汇聚设备，可减少约 50% 的光模块用量，实现整网能耗降低 30% 以上。

业务承载优化方面, 创新采用“一纤多业务”综合承载模式。通过硬管道隔离切片技术, 在同一光纤物理链路上为办公、生产、安防等不同业务提供逻辑独立、安全隔离的传输通道, 避免了多张网络重复建设所带来的额外设备能耗与资源浪费, 从源头上降低了网络建设与运营的整体碳足迹。

3.6.1.4 物联网通信适配

面对园区内海量、异构的物联网终端, 通信层面的能耗优化是基础设施降碳体系的重要补充环节。

通过传输层优化, 部署智能数据压缩与边缘过滤技术, 在终端侧或边缘网关对采集数据进行精准

筛选与高效压缩, 有效减少无效或冗余数据的网络传输量, 从而降低终端与网络侧的通信能耗。

通过协同层优化, 依托鸿蒙等分布式操作系统的智能协同能力, 实现感知、计算与控制设备在区域内的就近联动与本地决策。此举大幅减少了需回传至中心云的数据流量, 在降低跨区域传输能耗的同时, 也显著提升了业务实时响应速度。

通过协议层优化, 引入 AI 驱动的通信策略引擎。该引擎能根据终端类型、业务需求及网络状态, 自动匹配并动态调整最优通信协议 (如 NB-IoT, LTE-Cat.1)、发射功率与传输频率, 在保障数据可靠性的前提下, 最小化终端的无线通信开销, 构建起低功耗、高效率的物联网通信生态。

3.6.2 比特管理瓦特

AI 赋能下的园区能源精细化管理, 通过构建覆盖全维度的碳管控体系, 实现数据基线化管理与减排方案智能化寻优, 从而对能源消耗与碳排放进行全局统筹、精准管控与持续优化, 为园区的绿色低碳发展提供科学的顶层决策支持。

3.6.2.1 碳足迹核算管理

构建园区级碳足迹智能监测与管理平台, 全面接入能源消耗、生产运营、交通物流等多源数据, 实现碳排放的可视化、可计量与可溯源性管理。系统依托 AI 技术, 依据 ISO 14064 等国际标准, 自动完成从数据采集、清洗到整合核算的全流程, 精准生成涵盖园区整体及重点企业的动态“碳账本”, 精准识别碳排放热点与关键环节。

基于碳足迹核算体系, 构建“能 - 算 - 碳”一体化数字孪生模型, 实现每度电的来源与流向、每瓦算力的能耗与碳排、每克碳排放的源头与成因的全程追踪与关联分析。以此为基础推行“绿色算力认证”机制, 系统可自动对高碳排

强度的算力任务进行识别、拒绝或智能重调度, 确保计算资源的消耗与绿色能源的供给及整体碳管控目标动态匹配, 推动绿色发展从目标导向转化为可执行、可验证的操作闭环。

3.6.2.2 碳排数据基线管理

以碳足迹核算数据为基础, 构建碳排数据基线化管理体系。实现全园区多维度能耗与碳排数据的在线化、可视化存储与深度分析, 并融合 AI 大模型与领域知识库能力, 自动化完成复杂数据的整合与洞察挖掘, 形成覆盖园区边界总量、人均强度、单位面积强度等多维指标的精细化管控基线。

通过 AI Agent 与园区智慧大脑的协同联动, 对碳排放数据的异常波动进行实时监测、主动根因分析, 并提供定制化的优化建议, 实现从静态数据统计向动态、前瞻性管控的跃升, 为精细化的减排施策与管理考核提供坚实、量化的数据依据。

3.6.2.3 能源损耗智能诊断

能源损耗的有效管控是保障园区能源高效、经济运行的关键，也是比特管理瓦特的核心落地举措——通过比特层面的智能监测与分析，实现瓦特层面的损耗精准管控，减少能源浪费，保障能源传输与使用的高效性。通过 AI 技术构建覆盖全网的损耗实时监测、精准定位与预警体系，最大限度减少能源输配与使用环节的浪费。

在管网损耗诊断方面，利用 AI 算法深度分析供水、供热、供气等能源管网的运行数据（如流量、压力、温度），实时识别管道泄漏、设备失效等异常损耗点，实现故障的秒级感知与分钟级定位，达成“发生即发现、发现即定位”的目标。相比传统人工巡检模式，该技术可将响应与处置效率提升 80% 以上，显著降低因“跑冒滴漏”产生的无谓碳排放。

在设备预防性维护方面，推行基于 AI 的预测性维护策略。通过在关键设备上部署物联网传感器，持续采集电流、电压、振动、温度、噪音等多维度运行参数，并建立设备健康状态的基准 AI 模型。系统通过实时比对与模式识别，可提

前预警轴承磨损、管道淤塞、电机绝缘老化等潜在故障，从而避免因设备性能退化或突发故障导致的能源损耗与安全风险，在延长设备服役寿命的同时，保障园区能源系统的长期稳定运行。

3.6.2.4 减排方案模拟优化

基于园区碳排放基线，AI 技术为减排路径的规划与决策提供强大的模拟推演与优化支撑。通过 AI 模拟不同减排措施（如设备节能改造、可再生能源替代、基础设施绿色升级等）进行多场景、动态化的效果模拟，并量化评估不同方案的投资成本、实施周期与减排效益，构建综合经济 - 环境效益评估模型。

结合园区的战略发展规划与阶段性减碳目标，AI 可输出科学的最优减排实施路径与优先序建议，明确各阶段的关键任务与重点举措，从而实现有限资源约束下的减排效益最大化。实践表明，通过 AI 对“光伏 + 储能 + 智能调度 + 数据中心液冷改造”等综合方案进行模拟优化，其整体减排效果较单一技术改造路径可提升约 15%，为园区的绿色低碳转型提供了高效、可靠的决策指引。



3.6.3 比特增值瓦特

比特增值瓦特是 AI Campus 绿色可持续发展的高阶目标，核心是依托数字技术（比特）挖掘能源（瓦特）的附加价值，打破“节能降碳仅为成本控制”的认知，实现“瓦特”从“能源消耗”向“价值资产”转型。其核心逻辑是“以比特赋能瓦特增值”，通过数字技术与能源技术深度融合，实现“节能有收益、绿电有价值、碳排可变现”的良性循环，推动园区绿色发展从“被动减排”向“主动创效”升级，智能微电网为各维度价值落地提供核心支撑。

3.6.3.1 绿电生产增值

绿电生产增值是比特增值瓦特的基础，核心是依托数字技术赋能绿电生产、调度全流程，提升绿电产量与配置效率，挖掘生产环节价值潜力。

智能微电网作为核心载体，全面部署建筑光伏一体化技术（屋顶 BAPV、立面 BIPV），将园区建筑闲置表面转化为分布式绿色电站，实现绿电就地生产、就地消纳，减少外购火电的成本与碳排。

AI 技术贯穿全生命周期：通过精准预测风光发电曲线与用电负荷，优化光储协同调度，提升绿电消纳率；借助智能跟踪算法，提升光伏组件发电效率；通过充电智能调度，引导新能源车辆在绿电充裕时段充电，延伸绿电价值链条。通过 AI 预测性运维降低人工成本、保障微电网稳定，推动其从“能源供给系统”升级为“绿电价值创造系统”。

3.6.3.2 绿色算力增值

绿色算力增值是核心突破，依托“能-算-碳”协同逻辑，联动绿电与算力资源，通过数字技

术调度优化，实现“绿电赋能算力、算力放大价值”，是比特与瓦特深度融合的核心体现。

二者协同核心是“能-算-碳”协同调度大脑，依托强化学习 AI，实时预测算力需求、光伏发电曲线与储能状态，实现算力与绿电动态匹配。高负载时段，将算力任务调度至绿电充足区域，产出“绿色算力”，通过“绿色算力认证”赋予其更高市场附加值；低负载时段，让冗余算力节点休眠，优化储能充放电策略，避免资源闲置。该模式实现“绿电变算力、算力创价值”的跨越，最大化二者协同增值效应。

3.6.3.3 碳资产增值

碳资产增值是比特增值瓦特的终极体现，核心是依托数字技术，将绿电生产、绿色算力带来的碳减排量，转化为可量化、可交易、可变现的碳资产，实现生态价值向经济价值转型。

依托园区碳足迹核算平台、“能-算-碳”数字孪生模型，可精准计量碳减排量，形成可溯源数据台账，为碳资产认定提供坚实依据。

碳资产变现可通过碳交易市场交易碳配额、碳信用获取直接收益；同时，依托碳资产提升园区绿色品牌影响力，吸引低碳企业入驻，实现间接增值。此外，AI 大模型可挖掘碳资产增值潜力，优化绿电、算力调度策略，形成“绿电生产→碳减排→碳资产→收益反哺”的良性循环，推动绿色发展长效落地。

综上，三者层层递进、相互支撑：绿电生产是基础，绿色算力是核心，碳资产是终极体现，共同构成比特增值瓦特完整体系，推动园区绿色发展实现价值升级。





C4

与AI共构， 绘制AI Campus的参考架构

随着千行万业对智慧园区数智化需求的持续深化，以及在绿色低碳、数字经济、新型基础设施等全球性政策推动下，以人智共生、数智融通、全域联接、多维感知、韧性安全、绿色可持续为代表的核心技术正加速融合与落地，智慧园区进入 AI Campus 时代。

这一深刻变革，对传统园区“终端—网络—平台—应用—安全—运维”的全链路架构提出了系统性挑战：设备孤立、网络承载能力不足、平台数据割裂、应用服务被动、安全防御滞后、运维响应缓慢等问题日益凸显，已难以支撑未来园区“敏捷响应、智能协同、持续进化”的发展需求。

为此，我们提出面向未来的 AI Campus 参考架构。该架构以“Agentic Device、Agentic

Network、Agentic Platform、Agentic Application、Agentic Security、Agentic O&M”六大核心智能体为引擎，构建“感知—数据—知识—能力”四位一体的智能闭环系统。通过多智能体的自主感知、协同决策与动态演进，全面推动园区从“可感知”到“可理解”、从“可管理”到“可进化”的智能跃迁，最终打造一个具备感知、思考、行动与成长能力的智慧生命体。

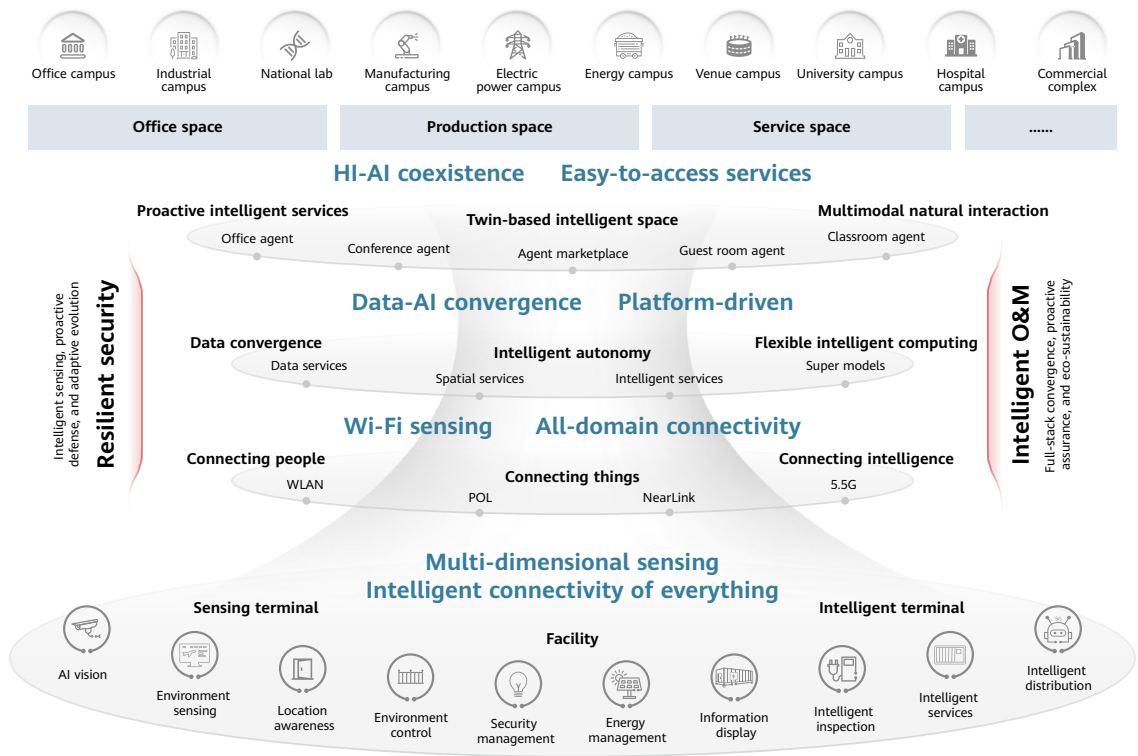


图 40 AI campus reference architecture

▶ 4.1 Agentic Device: 打造自感知、自决策、自演进的终端智能体

未来园区终端，将是一个全连接、全感知、全计算的万物全智能化时代，为实现园区终端从“设备”到“智能体”的全面升级，面临诸多挑战。首先，终端设备繁多，无固定场所，如何降低大量的布线成本，实现终端设备极简部署，随时随地提供服务；其次，海量的终端，如何实

现快速的接入，用统一的标准加速实现不同厂商终端的互联互通；此外，面对海量的终端数据，依赖人工编排已经无法满足体验式交互。因此，我们提出未来园区终端将会向无线化、鸿蒙化、智能化发展。

无线化

面向未来，随着端侧采集数据增大以及对端侧更精细化的控制，端侧将是无线化发展，为解决端侧布线成本和改造困难问题，将通过无线化技术实现快速 IP 化。终端通过无线化实现极简的部署，将减少大量的布线建网和维护成本；通过终端无线化实现上电即联网，提供随时随地服务，无需固定场所；终端通过 Wi-Fi、星闪、蓝牙、无源 RFID、RedCa 等多无线化技术实现无线化，敏捷接入园区网络和园区数字操作系统。

鸿蒙化

园区的终端将鸿蒙化，基于开源鸿蒙加速终端“三统一”，推动不同厂商终端的万物互联。首先，统一系统，基于开源鸿蒙构建统一系统底座，搭建园区终端设备的标准化框架；其次，统一协议，以 CoAP 为基础的统一通信协议，通过鸿蒙软总线，实现不同设备、设备与平台间的互联互通，一套协议满足端端互联、端云互联场景；最后，统一模型，以开源鸿蒙为基

础的统一数据模型，标准化终端设备数据模型，实现终端设备与园区数字操作系统即插即用、应联尽联。

智能化

随着 AI 技术的发展，智能认知等关键技术的攻克，园区终端作为园区空间感知的触点，将加速从“设备”到“智能体”的全面升级。其智能化表现为三个层面：一是 AI 原生智能，终端通过基于开源鸿蒙内置轻量化大模型，加速 AI 原生终端普及，实现本地推理、边缘决策；二是多模态融合感知，终端通过集成视觉（CV）、音频（ASR）、毫米波雷达、热成像等，构建“看得见、听得清、感知全”的智能感知体；三是无感交互与意图识别，通过行为建模与上下文理解，终端能主动识别用户意图（如“我要开会”“今天降温了”），自动触发并提供精准服务。最终，园区终端将通过云边协同、自我监测、自我反馈的自治化能力，实现群组协同自治（如照明、新风、空调联动调节），推动园区整体向自决策、自主协同的方向持续进化。

► 4.2 Agentic Network: 构筑人联智感、泛在物联、智能通信的未来园区网络

园区数智化持续演进，驱动园区网络从“联人”到“联物”再到“联智”的能力跃迁：网络连接从基础与人通信，扩展至“通信 + 感知”融合感知人员状态，实现以人为核心的网络“互联 - 感知”能力进阶；联接方式从单形态、标准化接入的人人互联，迈向多协议、多形态、多接入方式的泛在物联，推动网络具备统一接入与高负荷承载能力；交互模式从人 - 机交互迭代为人 - 智交互、智 - 智交互，重构园区网络流量格局并驱动网络架构持续变革。在多重业务与技术需求的协同驱动下，园区网络向人联智感、泛在物联、智能通信方向持续演进。

人联智感

以人为核心，以通感一体为核心技术方向，将 5.5G 感知、Wi-Fi 感知、光感知等感知能力深度融入网络通信体系，构筑从人员通信到人员状态感知的融合网络架构，实现网络通信与全域感知能力的一体化融合；同时依托边缘计算，融合通感算法、空间定位及数字孪生等技术手段，对多维度、多类型的海量通信、感知数据实时处理、智能仿真与深度分析，形成有效决策依据，全面支撑园区的智能化升级。

泛在物联

打造全域泛在物联接入能力，以高带宽、低时延、高并发 Wi-Fi 7 为核心引擎，融合“Wi-Fi、星闪、蓝牙、Zigbee、RFID”等多元协议，构建全域覆盖、多网协同的物联接入锚点体系，实现园区物联终端的泛在化接入与归一化管理；依托 PON/PEN 超宽全光承载技术，打造“万兆接入、百 G 骨干”的全光网络底座，全面支撑海量终端的规模化部署，为园区智慧运营筑牢物联底座，实现全域空间的数字化升级与价值重构。

智能通信

基于 Full Mesh 全互联架构，构建兼容 A2A、MCP、IOA 等标准智能体通信协议的统一交互体系，保障园区智能体间高效协同通信，全面适配“人 - 智”、“智 - 智”的新型交互模式；依托云端集约化算力优势与边端本地化推理能力的深度协同，构建毫秒级低时延、扁平化的云边端协同网络，高效支撑云边端协同推理与分布式智能决策，满足园区数智化场景的极致时延与算力调度需求。

► 4.3 Agentic Platform: 构建“数据 - 知识 - 能力”三位一体的园区数字平台

AI 的深度应用正推动园区数字平台从传统的“数据底座”向真正的“智能中枢”演进。通过融合前沿技术，平台能够实时汇聚并理解人、物、环境等多源数据，并与数字孪生空间融合，让物理空间成为可感知的智能实体。在此基础上，平台协同各类 AI 智能体，构建起“数据 - 知识 - 能力”三位一体的核心架构，最终形成一个集“感知、认知、决策、行动”于一体的“智能中枢”。

全域采集、数据融合

支持园区全要素数据的采集，涵盖人（位置、行为）、事（事件、工单）、物（设备、资产）、环境（温湿度、光照）、视频流等多维信息。通过对原始数据进行清洗、去重、标准化和标注，确保数据的准确性、一致性和可用性。然后结合实体、规则、行为、关系、时空等价值数据进行时空对齐、融合，构建“人 - 物 - 空间”动态共生的感知生态，为上层应用提供高质量的数据基座。

模型驱动、知识沉淀

利用 AI 大模型的能力，结合园区的特有数据（如

历史运维记录、设施参数、人员行为模式），将结构化和非结构化的知识（如设备手册、应急预案、规章制度）组织成可关联、可追溯的知识图谱，并与规则引擎结合，形成可推理、可解释的知识体系，实现园区特定语境的领域大模型。基于新事件、新工单等数据，自动识别规律、提炼经验；融合多模态信息（文本、图像、视频），实现跨维度知识关联；智能体执行后的结果，反向驱动知识模型的修正与优化；形成“知识—行动—反馈—更新”的闭环进化机制，实现知识的动态生长、持续进化、自我完善。

智能服务、高效协同

通过智能体使能平台，将园区抽象为一个高精度的数字空间模型，结合实时的人、事、物数据，实现对园区环境的精确感知，提供基于空间的服务能力。基于开放架构与统一语义接口，通过全套的智能体工具链，实现智能体的自主感知、上下文理解、任务智能分发与工作流动态调度，确保多智能体间的高效协同与资源弹性伸缩，支撑生态内各角色的即插即用、自主演化与高效共治，打造可感知、可认知、可进化、可共生的智能园区新范式。

► 4.4 Agentic Application: 赋能园区场景业务创新，持续释放数字经济的乘数效应

以智能体为核心的园区应用，将从“单点智能”走向“全域自主”，持续赋能业务创新与生态升级。未来智慧园区的应用将向多模态自然交互、孪生智能空间、主动智慧服务的方向发展，构建自我进化的智能体生态圈，释放数字经济的乘数效应。

多模态自然交互

未来园区将围绕智能体重构业务，打造全开放，强运营的智能体超市，完成从智能模型到在线服务的平滑转化，让创新想法快速落地，形成持续涌现的园区创新生态。语音、手势、AR/全息、裸眼 3D 等多模态交互将成为标配，用户与园区设施“对话即服务”，平均服务响应时间从小时级缩短到秒级。自然交互让技术隐形，体验无感，空间从此“能听、会看、懂你”。

孪生智能空间

智能体不仅是技术工具，更是园区持续创新的“数字新物种”。未来的智慧园区，高保真数字孪生体将成为物理空间的“数字镜像”，实时汇聚物联网传感器、高清视频监控、环境温

湿度、人员流动轨迹等多源异构数据。借助 AR 现实增强技术，管理者可“穿行”于虚拟园区之中，直观洞察设施运行状态、能源消耗分布与人流热力图，实现“所见即所得”的智能管理。这种基于空间，以多智能体融合为载体的智能服务，不仅重构了园区运行的底层逻辑，更将成为千行万业数字化转型的强大引擎，驱动未来城市智慧发展新范式。

主动智慧服务

基于智能体精准的意图识别能力，结合客户的实时时空信息，园区应用正经历一场从“工具”到“伙伴”的深刻变革。过去，园区服务多为被动响应，功能单一，面对不同用户“千人一面”，难以满足个性化需求。而如今，在不同的业态下，智能体通过融合语音、行为、位置、偏好等多维数据，结合用户旅程，能精准捕捉用户潜在需求。更关键的是，依托强化学习机制，智能体在与用户的每一次交互中持续优化判断与推荐策略，实现“越用越聪明”。它不再只是执行指令的工具，而是洞悉用户习惯、预判行为动向的贴身智能助手，让服务无缝嵌入生活场景，真正实现“服务随行，无感而至”。



► 4.5 Agentic Security: 以业务连续性和核心价值保护为目标的主动智能防御体系

以“智能感知、数据驱动、协同响应”为核心理念，构建覆盖“空间、人员、事件、资产、信息”五大维度的主动式安全架构。该体系依托统一的数据平台与 AI 能力，实现多源数据的融合分析与智能决策，推动安全运营从被动响应转向主动预警与自动化处置，从而全面提升园区的安全韧性、运营效率与服务保障能力，为园区的可持续发展提供坚实保障。

同时，整个安全体系具备类似生物免疫系统的学习与进化能力。自适应进化机制确保每一次安全事件都成为系统增强的“疫苗”，驱动防御策略、架构乃至安全体系持续优化。

空间安全

通过部署全域物联网感知网络与三维数字孪生平台，对建筑、道路、管网及公共区域实施立体化监控与可视化管控，实现物理与数字空间的跨域协同、智能联动。空间安全融合 AI 视频分析、智能传感器与电子围栏等技术，自动识别周界入侵、违规停放、区域超员等异常状况，并实现分区分级的动态权限管理，构建“无感通行、有感预警”的智能空间防护体系。

人员安全

基于统一身份认证与多模态生物识别技术，构建涵盖员工、访客的全周期精准管理体系。通过人脸识别门禁、轨迹追踪、异常行为 AI 分析，在保障通行效率的同时，实现人员风险的实时评估与主动干预，并在紧急情况下提供快速定位与疏散引导。

事件安全

建立“监测 - 预警 - 处置 - 复盘”的全流程智能应急响应机制。整合视频、传感器、报警系统等多源数据，利用 AI 算法实现安防、消防、事故等安全事件的智能识别与风险评级。系统自动触发预案、调度资源、协同联动，并全程记录，大幅提升应急响应的效率与标准化水平。

资产安全

运用物联网、RFID/Wi-Fi FTM/ 星闪 /UWB 等定位技术，对园区设施设备、重要物资及车辆进行全生命周期监控。通过预测性维护模型分析设备运行数据，提前预警故障风险；借助电子围栏与轨迹追踪，防止资产非法移动与流失，实现资产状态可视、风险可控、管理可溯。

信息安全

面对日益高级化、自动化的网络威胁，特别是由 AI 驱动的攻击（如深度伪造、自动化漏洞挖掘、AI 驱动的 APT 攻击），防御体系升级至“以 AI 对抗 AI”的新阶段。信息安全构建基于“零信任”架构的纵深防御体系，覆盖网络、终端、应用及数据各层面。通过 AI 驱动的威胁检测、数据加密、访问控制与用户行为分析，实现网络攻击的实时感知、数据泄露的有效防护与内网风险的动态管控，确保园区业务系统稳定运行与核心数据安全合规。

► 4.6 Agentic O&M：跨域融合，业务主动保障，故障智能自愈的极简运维

随着智慧园区向 AI Campus 的深度演进，终端泛在化、业务多元化以及 IT/CT 技术的深度融合，使传统运维模式面临极限挑战。“域间割裂、被动响应、人工依赖、决策滞后”痛点，已成为制约 AI Campus 全场景、高智能业务稳定绿色运行的关键瓶颈。

为此，我们提出 Agentic O&M（智能化运维）参考架构。该架构深度融合大数据、大模型、智能体引擎等前沿 AI 技术，以“极简运维、业务赋能、风险前置”为目标，通过 AI 技术与运维流程的深度重构，打破域间隔离，构建业务视角的跨域可视能力；精准匹配 AI Campus 业务需求，保障智能应用高效运行；并将运维重心前置，借助智能自愈降低人工干预，提升系统韧性；同时该体系内生低碳能力，通过全域感知、竞争调优、智能调度技术，实现园区能源的高效、清洁利用。依托“跨域融合”、“主动保障”、“智能决策”三大核心能力的协同，最终形成 AI 驱动的高度自动化极简运维体系，为 AI Campus 的持续发展提供坚实、可靠、高效的技术底座。

跨域融合

全栈融合是 Agentic O&M 体系的基础支撑，旨在突破传统运维中 IT、网络、物联、业务等领域的运维边界，构建全域统一的 AI 驱动型数据融合与协同分析平台，实现从“设备视角”到“业务视角”的运维升级。通过整合多域运维数据，基于 AI 算法构建“设备 - 链路 - 应用 - 业务”**全栈**依赖关系图谱，融合多领域专家知识形成智能运维知识图谱，借助融合计算引擎实现跨域数据的 AI 联合决策，彻底消除运维盲区。同时集成 AI 自然语言交互接口，智能解析运维意图，大幅降低操作复杂度，为 AI Campus 全域协同运维奠定坚实基础。通过深度融合 IT（信

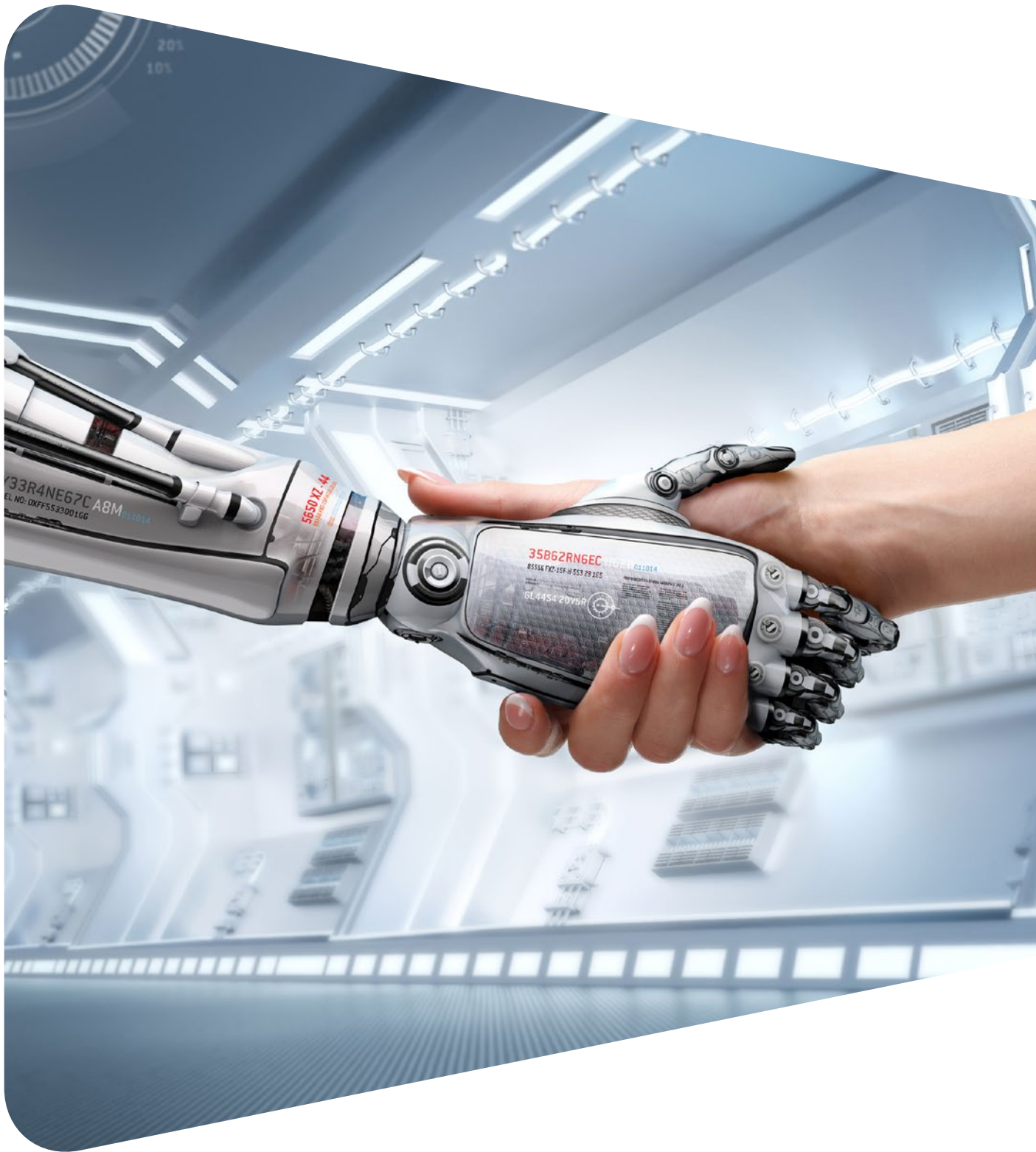
息技术）与 OT（运营技术）设备数据，依托先进的智能调优算法，构建起 IT 与 OT 协同联动的闭环控制机制，从而在保障运营可靠性的前提下，有效达成节能降耗的目标。

主动保障

主动保障是体系的核心赋能方向，以 AI Campus 业务需求为导向，推动运维模式从“被动响应”向“主动保障”转型，保障 AI 驱动型业务（如智能安防、智慧能源管理等）的敏捷部署与稳定运行。依托 AI 运营智能体，实时采集分析业务数据，精准感知核心诉求并形成需求画像，通过 AI 智能调度引擎动态分配算力、存储、网络等资源，弹性匹配业务扩缩需求。同时依托大模型构建端到端 AI Campus 业务体验评估体系，实时监测全链路指标，自动识别体验瓶颈与潜在风险，并输出智能优化策略，实现业务风险的前置识别与化解。

智能决策

智能决策是体系的效率核心，旨在将运维重心前移至“事前预测”，通过“发现 - 定位 - 修复 - 验证”全流程自动化闭环实现故障智能自愈，最大限度减少人工干预，满足 AI Campus 高可靠运行需求。依托 AI 预测模型与智能决策引擎，持续分析全链路运维指标，结合 AI Campus 场景化模型（如业务高峰、大型活动等）提前预警故障趋势。故障发生时，AI 根因分析引擎快速关联跨域数据定位根源，智能处置引擎匹配最优方案并生成标准化流程；修复后通过 AI 验证引擎自动确认效果，未通过则重新触发处置流程，大幅提升处置效率与系统韧性。同时，基于精准的负荷预测模型，对园区的“源 - 网 - 荷 - 储”系统进行综合调度优化，保障系统稳定运行同时实现精细化节能，支持零碳园区建设。





05

与AI共行，

践行AI Campus的建设路径与评估



► 5.1 AI Campus “规划 - 建设 - 运营”一体化

当 AI 技术的浪潮席卷产业数智化转型的每一个角落，AI Campus 的建设已不再是单一技术的堆砌，而是一场需要全周期、系统性思维支撑的变革。在技术迭代与场景需求的双重驱动下，“规划 - 建设 - 运营”一体化的思维框架，成为

AI Campus 落地见效的核心前提，打破了传统园区建设中规划与运营脱节、建设与需求错位的壁垒，让智慧园区的价值从规划之初便有了清晰的锚点，而这一锚点的精准落地，更离不开前沿 AI 技术的深度赋能。

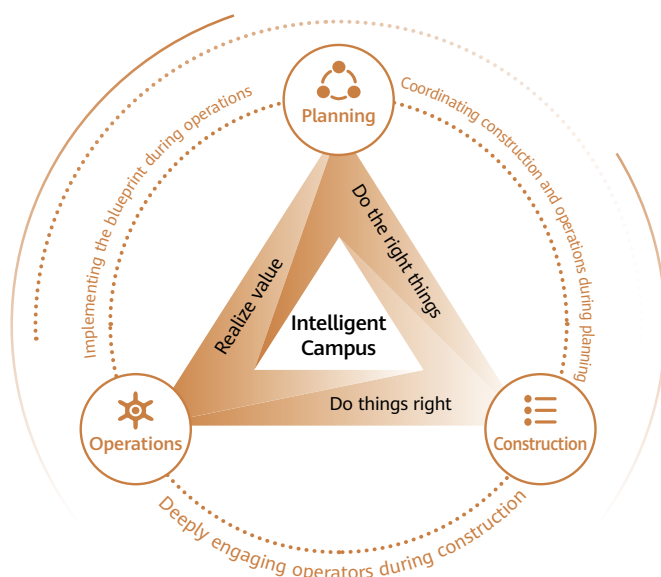


图 41 Intelligent campus construction phases

在此背景下, Agentic AI 的崛起正加速推动园区从 1.0 的“设备联网+数据采集”阶段向 2.0 的“智能交互+价值创造”阶段跃迁。不仅深化了园区“规划-建设-运营”一体化的内涵, 使其不再局限于流程的衔接, 更聚焦于价值空间场景的深度打造——不再是简单满足基础管理需求, 而是

要构建能感知、会思考、可进化的园区生态。更进一步来看, AI 技术与生俱来的迭代性与关联性, 更将“规划-建设-运营”一体化从传统的运营前置升级为全链路闭环: 规划锚定价值愿景, 建设承载技术落地, 运营沉淀价值数据, 数据反哺规划优化, 形成循环递进的完整逻辑体系。

5.1.1 规划: AI Campus 是一项系统工程, 愿景驱动, 统筹规划, 顶设先行

“顶层设计”本是工程学术语, 是从全局视角统筹项目各层面、要素的系统规划方法; 而智慧园区顶层设计, 是将这一方法应用于园区发展, 以智慧化愿景为驱动, 以数字化技术为手段, 结合园区业务、生态、角色等要素, 从战略高度对园区智慧化进行全面、具象的规划, 是园区从理念走向落地的行动纲领。作为“规划-建设-运营”一体化的起点, 规划环节的核心逻辑在于“愿景驱动, 统筹规划, 顶设先行”, AI Campus 的建设绝非零散项目的拼凑, 而是一项关乎长期价值的系统工程。

当前, 技术演进让智慧园区从概念走向现实, 而顶层设计正是指引其建设与运营的背后之手。它以高屋建瓴的发展理念、一以贯之的举措体系, 明确园区智慧化的方向与路径。正如“凡事预则立, 不预则废”, 智慧园区的顶层设计, 是园区信息化、智慧化建设的“指南针”, 决定了项目的价值高度与落地成效。

顶层设计的价值与必要性: 解答智慧园区的“灵魂三问”。园区智慧化是复杂的系统性工程, 需将不确定性转化为确定性, 而顶层设计的核心价值, 是从园区实际需求出发, 解答“在哪里、去哪里、怎么去”的“灵魂三问”, 实现园区智慧化的统筹布局:

- “在哪里”: 行业洞察与需求理解——立足园区业务现状与核心客群需求, 结合外部政策、技术趋势, 梳理园区智慧化的痛点与诉求, 明确建设起点;
- “去哪里”: 愿景目标与蓝图架构——锚定园区未来的智慧化发展目标, 描绘涵盖业务、技术、体验的愿景蓝图, 统一建设方向;
- “怎么去”: 业务场景设计与实施策略——规划从现状到愿景的落地路径, 明确业务场景、技术架构与实施步骤, 保障建设可落地。

智慧园区顶层设计具有三大核心特征。顶层决定性, 是“自上而下”的设计, 以业务需求与核心目标为导向, 所有方案、资源均需服务于目标实现, “顶层决定底层”; 数字技术赋能性, 以数字平台融合 ICT 技术, 向上支撑应用快速开发, 向下实现云、管、端协同, 打通物理与数字世界, 支撑智慧化服务与运营。实际可操作性, 强调“面向场景”的设计, 需理论与实践结合, 在愿景与现实间绘制可落地的“蓝图”, 让智慧化从概念变为现实。通过这一设计, 智慧园区可实现“统筹布局一盘棋”, 自上而下推进建设与运营, 最终完成智慧化的“珠峰之旅”。

顶层设计的方法：“三步走”实现从洞察到落地。华为基于实践经验，总结出智慧园区顶层设计的“三步走”方法，环环相扣推进规划落地：

- 第一步：洞察与现状分析，明确“建设起点”。通过内外部视角的深度分析，识别园区智慧化的痛点与需求，确定建设起点。内部视角方面，调研园区各业务部门的战略、痛点与需求，明确契合园区方向的智慧化重心。外部视角方面，分析上位政策、行业趋势、技术应用、全球最佳实践，并通过问卷、观察等方法调研核心客群需求，提炼如“简捷访客体验”“高速网络覆盖”等智慧化诉求。最终，结合内外部分析，提炼与客户需求匹配的智慧化建设建议，明确园区的智慧化愿景与目标，为后续规划定调。
- 第二步：蓝图框架设计，绘制“智慧化蓝图”。以愿景目标为基础，以用户体验为中心，以数字技术为手段，完成业务与系统的框架设计。业务场景与用户旅程设计，面向园区业务部门、入驻企业、居民等客群，遵循“人本设计、绿色低碳”等原则，运用 Design Thinking 等方法设计“体验型”用户旅程，识别如“智慧办公”“无感通行”等核心场景。系统架构设计，从技术落地视角，明确支撑场景所需的智慧化能力、核心技术、软硬件系统，构建“应用系统 + 数字平台 + 智能基础设施”的架构体系，让系统与业务需求高度匹配。
- 第三步：实施路径规划，明确“落地节奏”。基于蓝图框架，结合紧迫性、可行性等维度，规划分阶段的实施路径。明确实施项目清单，将愿景架构拆解为具体的智慧化应用、平台及基础设施项目，确保建设内容与规划一致；划分实施阶段，依据“业务紧迫性 + 实施难度”的维度，将项目分为“优先、次优先、远期”等阶段（如数字平台、网络为一期优

先项，智慧办公为二期次优先项）；制定实施计划与预算，结合业务优先级、客户诉求、资金情况，明确近、中、远期的实施节点、建设内容与投资概算，保障规划可落地、可执行。

顶层设计的核心要点：保障规划的“落地有效性”。顶层设计不是“必然成功”的逻辑链，而是“最有可能成功”的逻辑链，需把握三大核心要点。

- 要点一，顶层设计的“一把手工程”。一把手对智慧园区的认知与态度，决定了建设的范围与深度。一把手需参与顶层设计的过程与评审，决策项目立项、资金投入，并将智慧园区纳入企业发展规划；一把手需统筹“规划 - 建设 - 运营”全周期的利益与资源，协调组织、流程调整。
- 要点二，顶层设计需锚定国家战略，承载业务战略。承载业务战略，以园区业务战略为导向，梳理业务全景图，结合需求、价值、技术成熟度设计方案，指导业务落地；响应国家战略，如对接“双碳”“数字中国”等战略，将绿色低碳、数字治理等理念融入顶层设计，规划园区碳排放管理、数字化治理等场景，让智慧化与国家导向同频。
- 要点三，顶层设计需专业团队协同推进。智慧园区顶层设计是跨领域工程，需“甲乙双方 + 专业机构”深度协同，核心团队包括顶层设计咨询团队、智慧园区解决方案团队、专业技术团队、甲方项目管理团队。

综上，智慧园区顶层设计是从“理念”到“落地”的系统工程：它以“灵魂三问”明确价值，以“三步走”方法推进规划，以三大要点保障落地，最终让园区智慧化从“空中楼阁”变为可感知、可运营的价值载体。

5.1.2 建设：架构先行，数智融合，构筑园区智能化建设体系

AI Campus 建设是一项系统工程，需以顶层设计为蓝本、以可运营为目标，同时也是园区的数字化转型实践，核心是打破数据孤岛、实现技术融合与业务协同。

在建设内容方面，可概括为以下四个维度。

- 一是应用层，AI 赋能，繁荣园区应用赋能全场景智能体落地。

“围绕园区管理和服务等场景的核心业务，构建由多类型 AI 智能体组成的园区智能体协同体系。各智能体具备自主感知、语义理解、任务决策、联动执行与自我学习能力，形成“人机协同、自主决策”的园区运行治理新格局。

微筑科技

为以园区多智能体承接智能空间能力，覆盖园区运营全流程。办公智能体通过 AI 会议助手、流程自动化工具提升办公效率；生活智能体聚焦智慧出行、通勤规划等场景优化体验；生产智能体落地预测维护、AI 质检功能赋能产业生产；运营智能体围绕能耗管控、安防管理实现降本增效；安全与运维智能体则保障园区网络、设备与物理安全并减少人工干预。

- 二是平台层，“可视、可管、可控”的智能平台。

“高保真数据是 AI 推理的关键，需完整映射物理世界的操作条件与环境，且满足统一、动态、可互操作要求。

中软国际

其中，基于鸿蒙的物联网设备数据及园区各类核心业务数据作为高保真数据的典型代表，能够数字化还原园区全业务流程。为充分释放数据价值，平台层打造智能平台，依据其承载数据处理、分析与调度的关键职能，通过四大核心服务能力构建智能底座：超级软总线打通不同系统与设备的通信接口，实现跨平台数据交互；空间服务对园区物理空间进行数字建模，提供空间定位与资源调度基础能力；AI 智能服务集成机器学习、深度学习算法，完成对海量数据的智能分析与决策输出；数据服务提供数据存储、清洗、脱敏、共享全流程支撑，最终实现园区运营的“可视”、“可管”、“可控”。

- 三是园区网络。网络层是连接终端感知层与智能平台层的关键桥梁，构筑起低时延、高带宽、广连接的全场景网络架构。该层融合星闪、Wi-Fi 7、POL（无源光网络）、5G、ETH（以太网）等核心技术，针对不同业务场景精准匹配网络需求，技术适配低功耗物联网设备，5G 技术支撑高移动性业务，凭借“泛在覆盖、无感切换、确定性传输”的特性，保障终端感知层海量数据的高效上传，以及智能平台层调度指令的实时下发。
- 四是终端。终端层是 AI Campus 的数据源头，基于多模态感知技术与鸿蒙开放物联体系，打通物理空间与数字空间的信息壁垒。该层覆盖 5.5G 无线感知、Wi-Fi 感知、无源物联感知、光感知、视觉感知五大类感知技术，接入视频监控、智慧屏、门禁、光伏储能、VR/AR、机器人、无人机等全品类终端设备，实现对园区人、物、环境状态的全方位监测与数字化转化；同时依托鸿蒙系统的开放性，打破不同品牌、不同协议设备的互联互通壁垒，从源头消除“数据孤岛”。

在建设路径上，智慧园区以“数字平台”为核心，采用“解耦、重构”的数字化转型思路，替代

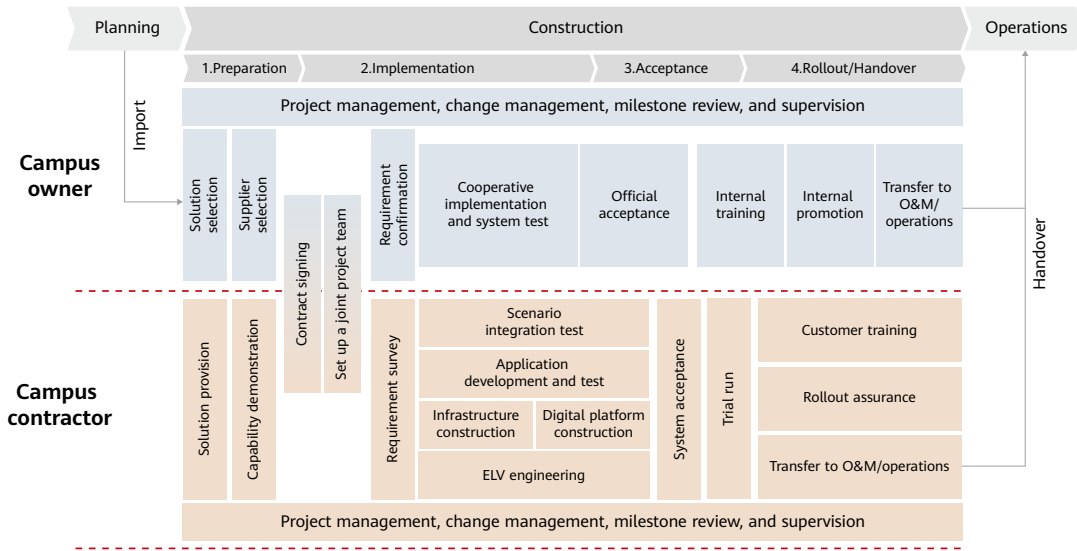


图 42 智慧园区建设阶段

传统弱电系统的网状集成模式，通过“易集成、服务化、场景化”三大能力支撑建设。建设阶段分为筹备、实施、验收、上线移交四个阶段（详见图 29）。筹备阶段需依据顶层设计进行方案招标，选择具备集成验证能力的承建方；实施阶段需成立联合项目组，明确功能需求说明（FRS），开展弱电施工、平台搭建与业务集成；验收阶段需对照 FRS 及业务价值点验证效果；上线移交阶段需完成培训与推广，保障系统可运营。

在建设保障方面，智慧园区建设需统筹风险与资源，从组织、资金、技术、工期、生态资源五大维度构建保障体系。

- 组织保障。将建设定位为数字化转型，组建“企业决策者 + IT / 项目建设者 + 业务 / 运营者”三位一体团队。决策者定目标、控资源；IT / 项目建设者落规划、保落地；业务 / 运营者参与可运营设计，统筹风险与成本。
- 资金保障。单独设立智慧化专项预算（如场馆类占比 10%-15%），从全生命周期评估回报，兼顾投入产出、运营营收与长期收益。从园区全生命周期视角开展回报评估，不仅估算建设阶段的投入产出比，更统筹考量搭建价值效益评估模型，用来衡量园区智慧化

建设对鹏鼎主营业务的价值贡献，确保资金投入可持续支撑智慧化迭代。

- 技术保障。通过选强供应商（开发能力优、集成经验足）、第三方评估控风险，同时要求实施方贴合顶层设计思路。如引入第三方专业机构开展全流程技术风控，覆盖方案评审、技术验证等关键节点，同时要求实施方深度契合顶层设计，建立常态化沟通机制，保障技术架构与园区战略匹配。
- 工期保障。依业务需求与系统依赖关系制定实施排期，并行推进无前置约束的系统；提前全面评估建设全周期，预留充足的智慧化招标、方案优化及交付验收时间，同时制定应急预案应对突发状况，保障项目按期落地。
- 生态资源保障。秉持“平台 + 生态”建设理念，以园区智能平台为核心载体，整合建筑设计院、硬件服务商、运维运营商等多方资源。通过建立协同合作机制实现优势互补，构建开放共享的生态资源池，为园区智慧化功能迭代、场景拓展提供稳定资源供给，支撑长期发展。

这些保障措施可有效应对建设中的进度、需求、技术等风险，确保智慧园区有序落地。

5.1.3 运营：以价值为纲，数据驱动智慧园区持续进化

运营是围绕业务流程开展的持续性、周期性管理活动，而智慧园区运营是园区全生命周期的落地阶段，是园区服务提供、价值创造与智慧化赋能的核心环节。AI 赋能智慧园区，已成为运营价值重构的核心引擎。

“通过深度分析全维度数据，AI 不仅能支撑园区的全生命周期管理与精准决策，更能优化服务流程，在实现节能降耗的同时，双向提升服务与管理效率。

珠海翔翼航空技术有限公司 徐波经理”

其依托智慧园区解决方案，聚焦园区智慧安防、设施管理、综合能效等场景的日常运营，需融合园区大数据开展持续运营，实现建设目标的价值显化；同时通过运营积累持续迭代场景、创新模式，最大化园区智慧化价值。

AI Campus 运营的理念及价值。传统园区运营以物理空间、基础运维为核心，存在数据孤岛、人工依赖强、运维成本高等痛点；新一代智慧园区运营，以“数据智能为血液、AI 代理(Agent)

为神经、数字平台为骨架、应用服务为肌体”，深度融合云、物联网、大模型与智能体(Agent)技术，重新定义运营模式。

其核心价值体现在三个维度。一是数据要素化，数据资产从“资源堆砌”向“价值资本”的范式跃迁。依托 AI 与数字平台，园区运营由传统成本中心转化为数据价值中心。通过构建全域感知、实时交互的数字底座，实现设施、能源、服务等各系统数据互联互通，驱动管理决策从经验判断迈向智能预测，沉淀数据可变为交易资产，实现价值变现。这一趋势特征得到了数据企业决策者的认同。北京明树数据科技有限公司董事长肖光睿提出：数据资产的“二次开发”价值。园区不再仅仅是数据的采集者，而是价值的创造者。通过对能耗、人流、产业协同数据的深度加工，园区可以将沉淀的数据转化为可度量、可交易的数据资产。此外，依托 AI 技术持续深化应用于安防、巡检、客服等场景，实现“自动预警 + 智能调度”，在提升运营效率的同时降低人力依赖，达成价值变现与运营增效的双重目标。**二是治理数字化，从分散管控到一体协同，筑牢园区安全与韧性基石。**以数字化基础设施为支撑，融合人员、设备、环境等多维动态数据，构建园区数字孪



生体系。AI 能力赋予治理系统实时监测、模拟推演与智能响应功能, 实现对安全风险、公共卫生、交通动线等复杂场景的精准管控与应急指挥。这不仅提升了治理响应的及时性与精准度, 更推动园区从被动处置向主动预防、从单点管理向系统协同的治理模式转型。**三是发展低碳化, 从能源耗用到可持续发展, 拓展园区可持续运营路径。**借助 AI 与大数据分析, 园区可实现能源消费与人员活动、生产节奏的精准映射与动态优化。通过整合分布式能源、储能设施与微电网, 构建智慧能源管理平台, 实现“源-网-荷-储”一体化调度与碳排实时监测。未来, 更可通过参与绿电交易、碳资产运营等模式, 将节能行为转化为可持续经济收益, 赋能园区绿色低碳与经济效益协同发展。

AI Campus 运营体系以“战略协同 + 技术支撑”为双支柱, 通过“场景适配、持续运营、模式创新”三大阶段落地, 依托数字平台实现园区整体智慧化。

以“战略协同 + 技术支撑”为双支柱保障方面:

- 战略协同: 将智慧园区运营作为数智化转型的一部分, 需企业高层明确战略目标, 营造数字化运营文化(如宣传智慧场景价值), 同时明确组织责任与业务绩效目标, 保障运营落地;
- 技术支撑: 依托数字平台提供统一运维服务,

通过云边协同解决多应用集成的运维难题, 降低运维技能要求, 支撑解决方案的端到端运维。

通过“场景适配、持续运营、模式创新”三大阶段落地方面:

- 场景适配: 作为运营开展的前提, 需围绕核心业务选择试点场景(如安防巡逻), 梳理业务流程、组织与岗位角色, 匹配解决方案功能; 同时规范作业流程、重构生产工具, 优化作业方式, 并收集用户反馈持续迭代, 最终固化作业方法。
- 持续运营: 依托数字平台开展“运营规划 - 执行 - 评估 - 持续改进”的闭环管理。运营规划中明确目标与策略, 制定业务流程、绩效标准; 运营执行在试点基础上推广工具与流程, 加强过程审核运营评估通过收集数据、分析痛点(如功能不足), 输出改进建议; 运营持续改进, 基于落地改进方案, 通过激励 / 问责推动优化, 实现业务目标闭环。
- 模式创新: 传统园区以“分专业、分区域”的现场作业为主, 智慧园区运营依托数字平台重构作业模式, 实现“集中运营 + 现场服务”的创新。打造 Agentic IOC, 打破专业与区域边界, 实现多专业、跨区域的综合运营, 提升人员复用率与管理效率。



► 5.2 AI Campus 成熟度评估

随着 AI 技术在园区场景的深度渗透与融合，原有评估体系已难以精准匹配 AI 驱动下园区的新特征、新价值。为此，在本白皮书中，我们基于前期实践沉淀与 AI 驱动下未来场景的应用需求，升级并推出 AI Campus 专属成熟度评估模型，以更贴合 AI 园区的建设逻辑与价值导向。

如何精准评估 AI 园区的建设阶段与落地成效？如何在园区规划初期就以明确指标指引 AI 能力的融入？如何通过评估定位 AI 园区的智慧化差距并持续优化？这些是 AI 园区管理者与运营者重点关注的核心问题。

目前，业界针对 AI 园区的评估标准尚未形成统一体系。我们遵循“统筹兼顾、重点突出、动态调整、注重实操”的原则，参考智慧园区领域的先进实践，并聚焦 AI 技术在园区场景的深度应用需求，设计了这套全新的 AI Campus 成熟度评估模型，供业界参考应用。

AI Campus 成熟度评估模型共设置 6 个一级维度，分别对应战略定力、智慧业务、服务体验、运营高效、技术领先、基础设施。这 6 个维度相互支撑、有机融合，既锚定 AI 园区的战略方向，也聚焦 AI 在业务落地、体验升级、效率提升等环节的实际价值，为 AI 园区的智慧化进阶明确路径。

5.2.1 成熟度评估模型原则

在华为智慧园区代际版本的实践基础上，AI Campus 成熟度评估模型的搭建围绕明确目标、精准定位、实用导向与清晰架构展开。其核心目的在于明确 AI 在园区中的演进程度，既推动 AI 园区领域的市场标准制定，也为客户自评需求提供清晰指引；而在定位上，它是传统智慧园区评估模型的 AI Campus 升级版，承接既有框架的同时，强化 AI 能力的适配性。

从使用维度，该模型聚焦“园区自评”的需求，具备轻量化、易操作的特性；在构成逻辑上，它既清晰定义 AI 在园区智慧化进阶中的渗透程度，也在传统智慧园区能力维度基础上，叠加 AI 专属能力维度，并拆解出“易懂、便利”的指标链，助力客户快速“对号入座”完成阶段定位。

5.2.2 成熟度评估模型体系框架

在 AI 技术深度融入园区场景的背景下，我们构建了 AI Campus 成熟度评估体系，以“AI 为赋能引擎”为核心特色，从战略、业务、服务等维度，明确 AI 园区的智慧化进阶路径。

AI Campus 成熟度评估体系共设置 6 个一级维度，各维度围绕“AI 融合度”展开核心能力定义：

- **战略定力：**聚焦主观战略意识与执行能力，评估 AI 园区战略规划清晰度的组织保障的完备性，以及战略落地的管控力；
- **业务创新：**衡量 AI 驱动的业务变革能力，包括新业务的 AI 渗透率、业务流程的 AI 自动化水平，以及跨业务的 AI 数据协同效率；
- **服务体验：**以“极致体验”为导向，评估 AI 在个性化服务、场景体验升级中的支撑作用，关注用户需求识别的精准度与服务响应的及时性；
- **运营高效：**评估园区运营的 AI 赋能成效，涵盖运营流程的 AI 自动化覆盖率、资源调度的 AI 优化效率，以及安全风险的 AI 识别

响应速度；

- **技术领先：**衡量前沿技术的整体应用能力，重点关注 AI 与多技术的融合度、AI 模型的自主迭代能力，以及算力基础设施的 AI 支撑弹性；
- **基础设施：**聚焦 AI 适配的基础设施构建能力，包括算力资源的 AI 占比、网络对 AI 数据传输的支撑度，以及数据采集的 AI 场景覆盖度。

评估模型框架与规则。该体系以“5 级评分”为核心框架，具体规则如下：

- **成熟度等级：**采用 1-5 分的评分制，总体成熟度为各一级维度得分的平均值（可增加 AI 相关指标 20%-30% 的权重），对应等级区间为：1.0-2.0（传统园区）、2.1-3.0（智慧园区 1.0）、3.1-5.0（智慧园区 2.0/AI Campus）。

每个三级指标按 5 级评分，加权计算上级指标得分。重点考核 AI 技术的渗透率（应用范围）、成熟度（技术深度）和价值贡献（业务影响）

评分计算：

该评分以园区类型匹配对应权重为核心逻辑，采用“一级维度得分 × 对应权重”的加权求和方式，计算园区成熟度总分（1-5 分制），具体步骤如下：

- **对各三级维度进行 1-5 分评分：**针对每个三级指标，对照表格 1 的 L1-L5 描述（如 L1=“无”、L5=“AI 全量覆盖”），结合具体评估细则对其打分。
- **计算二级指标得分：**一个二级指标下包含多个三级指标，将这些三级指标的得分取平均

分，即为该二级指标的得分。

- **计算一级指标得分：**一个一级维度下包含多个二级指标，将这些二级指标的得分取平均分，即为该一级维度的得分。
- **加权求和得成熟度总分：**选择园区所属类别，对应园区类型的一级维度权重，用“一级维度得分 × 对应权重（小数）”，再将所有一级维度的加权得分相加，即为最终总分（详见图 30）。
- **总体成熟度分 = 各一级维度加权得分**

智慧园区成熟度评估模型整体框架体系 —— 一级维度按园区类别建议占比权重

成熟度一级维度	自用类园区		服务外部企业类园区	
	单一园区	跨城市 / 国家多园区	单一园区	跨城市 / 国家多园区
【战略定力】 主观战略意识及战略执行能力	0%	10%	0%	15%
【业务创新】 智慧场景业务变革延伸能力	5%	10%	5%	15%
【服务体验】 极致体验服务场景能力	20%	15%	25%	20%
【运营高效】 园区高效运营管理能力	20%	30%	40%	20%
【技术领先】 前沿技术整体应用能力	30%	15%	20%	10%
【基础设施】 前瞻基础设施构建能力	25%	20%	10%	20%

图 43 智慧园区成熟度等级评分权重说明

基于评分结果, AI Campus 的智慧化水平可划分为对应等级, 各等级的核心能力要求如下:

- **传统园区 (1.0-2.0 分) :** 园区具备基础数字化能力, 部分业务场景引入 AI 单点应用, 初步搭建智慧运营平台, 但 AI 融合度与价值贡献较浅;
- **智慧园区 1.0 (2.1-3.0 分) :** AI 在核心业务场景的渗透率提升, 业务流程实现部分 AI 自动化, 运营效率与服务体验通过 AI 得到明显优化, 具备基础的 AI 技术支撑能力;
- **AI Campus (3.1-5.0 分) :** AI 深度融入全业务链路, 实现业务创新与流程全自动化, 具备 AI 模型自主迭代、算力 / 网络等基础设施全适配 AI 的能力, 客户体验极致, 形成成熟的 AI 智慧化运营体系。

本评估体系适用于各类园区的智慧化建设成熟度评估, 既可指导园区的规划设计, 也能支撑实际建设与运营的优化调整。随着 AI 园区内涵的拓展, 该模型也将持续迭代升级。

为更直观、清晰地呈现 AI Campus 各成熟度等级在不同维度的能力差异, 我们特附以下《AI Campus 成熟度评估指标分级对照表》(详见附表)。该表基于“战略定力、业务创新、服务体验、运营高效、技术领先、基础设施”六大一级维度, 细化各二级、三级指标在不同等级下的具体能力要求, 可助力园区快速“对号入座”定位当前阶段, 并明确向更高等级进阶的核心方向。

一级维度	二级指标	三级指标	L1~1分	L2~2分	L3~3分	L4~4分	L5~5分
【战略定力】 战略规划及 战略执行力	1.1 智慧化战略规划	1.1.1 智慧园区愿景与目标明确性	有明确的智慧园区愿景目标	→	有短期 AI 项目但未系统化	→	AI 与园区战略深度融合, 设定量化的长期目标 (如 AI 驱动效率提升 30%)
		1.1.2 智慧园区路线图与实施路径	无实施计划	→	有技术试点路线	→	涵盖技术、数据、人才的全景路线图, 动态调整机制完善
	1.2 智慧化组织与治理	1.2.1 智慧园区专职团队建设	无专人负责	→	跨部门虚拟团队	→	设立 AI 创新中心, 与业务部门协同高效
		1.2.2 智慧园区投资与资源分配	智慧园区资源投入占年收入 <1%	→	资源投入占年收入 1%~3%	→	资源投入占年收入 >3%
		1.2.3 AI 伦理与风险管理	无伦理规范	→	基础数据隐私保护	→	建立 AI 伦理委员会, 定期审计算法公平
	1.3 智慧化战略执行监控	1.3.1 智慧园区绩效评估机制	并未纳入任何部门绩效评估	→	定期检查项目进度	→	基于 KPIs 的实时仪表盘, 自动优化战略
	【业务创新】 业务变革和场景 创新能力	2.1 智慧化场景持续创新能力	2.1.1 年度新场景创新数量	创新场景及场景优化率 <10%	→	占比 >20%	→
2.1.2 场景创新价值度量准确性			不可量化	→	可衡量成本降低	→	可 AI 自主衡量定性及定量价值
2.2 园区业务变革创新能力		2.2.1 业务变革架构体系完善度	无业务架构体系	→	形成完整的流程架构体系	→	构建完整的智慧园区流程架构体系及运营体系
		2.2.2 业务变革 KPI 考核指标	无量化效果	→	局部效率提升 10%~20%	→	全园区运营成本降低 ≥25%

一级维度	二级指标	三级指标	L1~1分	L2~2分	L3~3分	L4~4分	L5~5分
【服务体验】 极致体验服务 场景能力	3.1 智慧化个性化服务	3.1.1 智能服务覆盖率	单点信息化服务	→	稚嫩挂覆盖 50% 高频业务	→	全场景覆盖, 情感识别准确率 >90%
		3.1.2 个性化服务应用深入度	无推荐	→	基于规则推荐	→	AI 动态推荐, 用户满意度 >4.5/5
	3.2 交互体验	3.2.1 多模态交互应用	传统界面	→	支持语音 / 图像交互	→	融合 VR/AR 的沉浸式体验
		3.2.2 实时响应能力	响应时间 >5 分钟	→	1~5 分钟	→	秒级响应, 自学习优化机制
	3.3 智慧化空间场景创新	3.3.1 智慧场景服务覆盖度	基础数字化	→	实现 AI 多场景联动	→	AI 预测需求, 主动提供服务
		3.3.2 用户满意度	满意度 <3/5	→	3.5~4/5	→	>4.5/5, 且 AI 服务投诉率 <1%
【运营高效】 园区高效运营 管理能力	4.1 智慧化运营自动化	4.1.1 流程自动化率	关键流程自动化率 <20%	→	50%~70%	→	>90%, AI 自决策处理异常
		4.1.2 智能运营管理自动化	信息化系统发现, 人工执行	→	无人设备按指令执行	→	AI 预测设备故障, 准确率 >95%, 并由 AI 无人设备自主执行
	4.2 AI 决策支持	4.2.1 数据驱动决策占比	依赖经验	→	部分业务用数据分析	→	AI 实时生成决策建议, 采纳率 >80%
		4.2.2 资源优化调度	静态分配	→	动态调度基础资源	→	AI 实现能源、空间等多资源协同优化
	4.3 园区安全应急管理	4.3.1 园区安全管理智慧化	人机配合安全管理	→	AI 识别异常行为	→	全园区主动预警, 误报率 <5%
		4.3.2 应急响应智能化	人工应急预案	→	AI 辅助模拟	→	自动触发应急闭环, 响应时间缩短 50%
【技术领先】 前沿技术整体 应用能力	5.1 智慧化技术深度	5.1.1 技术成熟度	应用传统智能化技术	→	IoT、大数据等领先技术	→	深度学习 / 大模型, 支持跨技术领域迁移学习
		5.1.2 技术自主可控性	完全外包、外采	→	核心部分自开发自运维	→	核心算法自研, 国产化率 >80%
	5.2 智慧化技术广度	5.2.1 技术融合应用	无技术融合应用	→	AI 与 IoT/ 大数据融合	→	AI 与边缘计算、数字孪生全栈集成
		5.2.2 技术更新迭代速度	无更新	→	年更新 1~2 次	→	季度迭代, 基于反馈自动优化
	5.3 AI 创新能力	5.3.1 研发投入占比	研发在智慧园区投入中占比 <3%	→	占比 5%~8%	→	占比 >10%, 专注前沿探索
		5.3.2 创新成果转化	无转化	→	年转化 1~2 项	→	建立中试平台, 转化周期 <6 个月
【基础设施】 前瞻基础设施 构建能力	6.1 AI 算力基础设施	6.1.1 算力规模与弹性	无专用算力	→	基础云算力	→	智能算力集群, 支持千亿级参数模型训练
		6.1.2 绿色算力水平	PUE>2.0	→	PUE 1.5~1.8	→	PUE<1.3, 余热回收利用 >50%
	6.2 网络基础设施	6.2.1 网络覆盖与延迟	有线网络为主	→	5G 覆盖部分区域	→	5G-A/6G 全域覆盖, 端到端延迟 <10ms
		6.2.2 物联网感知密度	传感器覆盖率 <30%	→	50%~70%	→	>90%, 多维数据实时采集
	6.3 数据基础设施	6.3.1 数据质量与治理	数据孤岛	→	部分整合	→	全域数据湖, AI 自动标注质量 >95%
		6.3.2 数据安全性与合规	无加密措施	→	基础防护	→	区块链存证, 符合 GDPR 等国际标准

附表 AI Campus 成熟度评估指标分级对照表

参考文献

1. 中国国务院. 关于深入实施“人工智能+”行动的意见 [Z]. 2025.
2. 工业和信息化部, 教育部, 文化和旅游部, 国家广播电视总局, 国家体育总局. 虚拟现实与行业应用融合发展行动计划(2022—2026年) [Z]. 工信部联电子〔2022〕148号, 2022.
3. 腾冲科学家论坛编委会(杨玉良 牵头). 科技预见与未来愿景 2049[R]. 2025.
4. 华为. 智能世界 2035[R]. 2025.
5. 德勤. 技术趋势 2025[R]. 2026.
6. 微软. 2025年工作趋势指数年度报告 [R]. 2025.
7. 斯坦福大学(Stanford University). 2025年人工智能指数报告(AI Index Report 2025) [R]. 美国: 斯坦福大学, 2025.
8. SportsTechX. 全球体育科技生态体系报告 2024[R]. 德国: SportsTechX 研究机构, 2024.
9. ISO/IEC 30172:2022. 数字孪生 概念、术语和用例(Digital twins—Concepts, terminology and use cases) [S]. 2022.
10. European Union. Artificial Intelligence Act[Z]. 2024.
11. European Union. Apply AI Strategy[Z]. 2025.
12. United States of America. Secure A.I. Act of 2024[Z]. 2024.
13. United States of America. 赢得竞赛: AI 行动计划(Winning the Race: AI Action Plan) [Z]. 2025.
14. Gartner. The Future of Sales in 2025: A Gartner Trend Insight Report[R]. 2020.

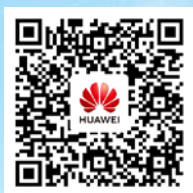
缩略语

缩略语	英文全称	中文全称
5G	5th Generation of Mobile Communication	第 5 代移动通信
5.5G	5.5th Generation Fixed Network	第 5.5 代移动通信
5G NR	5G New Radio	5G 新空口
6G	6th Generation of mobile communication	第 6 代移动通信
AGV	automated guided vehicle	自动导引运输车
AND	Autonomous Driving Network	自动驾驶网络
AI	Artificial Intelligence	人工智能
AIGC	AI-Generated Content	AI 生成内容
AP	Access Point	接入点
AR	Augmented Reality	增强现实
ASIC	Application-Specific Integrated Circuit	专用集成电路
BIM	building information modeling	建筑信息模型
BLE	Bluetooth Low Energy	蓝牙低功耗
BOS	business operations support	业务运营支撑
CPU	Central Processing Unit	中央处理单元
DetNet	Deterministic Networking	确定性网络
DMRS	demodulation reference signal	解调参考信号
DoF	Degrees of Freedom	自由度
EDR	endpoint detection and response	终端检测响应
eMBB	enhanced Mobile Broadband	增强移动宽带
F5.5G	5.5th Generation Fixed Network	第 5.5 代固网
FDMA	Frequency Division Multiple Access	频分多址
FlexE	Flexible Ethernet	灵活以太
FPGA	field programmable gate array	现场可编程门阵列
FPS	Frames Per Second	视频帧率
HCS	Harmonized Communication and Sensing	通信感知融合
ICT	Information and Communications Technology	信息与通信技术
IMT	International Mobile Telecommunications	国际移动通信
MAC	Media Access Control	媒体接入控制
Mbps	megabits per second	兆比特每秒
mMTC	Massive Machine-Type Communications	海量物联网通信
MR	Mixed Reality	混合现实
NPU	Neural Processing Unit	神经处理单元
ONT	Optical Network Terminal	光网络终端



缩略语	英文全称	中文全称
OT	Operational Technology	运营技术
PCS	power conversion system	储能变流器
PHY	Physical Layer	物理层
PLC	Programmable Logic Controller	可编程逻辑控制器
PON	Passive Optical Network	无源光网络
PPD	Pixel Per Degree	角度像素密度
PUE	Power Usage Effectiveness	能源利用效率
QoS	Quality of Service	服务质量
RAM	Random Access Memory	随机存取存储器
RFID	radio frequency identification	射频识别
RLC	Radio Link Control	无线链路控制
SDK	software development kit	软件开发工具包
SDN	Software-Defined Network	软件定义网络
SLA	Service Level Agreement	服务水平协议
SLM	Spatial Light Modulator	空间光调制器
SPE	speech encoder	语音编码器
SQL	Structured Query Language	结构化查询语言
TDD	Time division duplex	时分双工
TDM	Time Division Multiplexing	时分复用
TDMA	time division multiple access	时分多址
TEE	Trusted Execution Environment	可信执行环境
THZ	THZ	太赫兹
TIM	thermal interface material	热界面材料
TSN	Time Sensitive Networking	时延敏感网络
URLLC	Ultra-Reliable Low-Latency Communication	超高可靠性超低时延通信
UWB	ultra-wideband	超宽带
VLEO	Very Low-Earth Orbit	超低轨
VPN	Virtual Private Network	虚拟专用网络
VR	Virtual Reality	虚拟现实
W2W	WafertoWafer	晶圆片对晶圆片
WDM	Wavelength Division Multiplexing	波分复用
WDMA	wavelength-division multiple access	波分多址
Wi-Fi 7	Wireless Fidelity 7	无线保真 7
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网
XR	eXtended Reality	扩展现实

华为技术有限公司

深圳龙岗区坂田华为基地
电话: +86 755 28780808
邮编: 518129
www.huawei.com



商标声明

 HUAWEI, HUAWEI,  是华为技术有限公司商标或者注册商标, 在本手册中以及本手册描述的产品中, 出现的其它商标, 产品名称, 服务名称以及公司名称, 由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息, 包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素, 可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此, 本文档信息仅供参考, 不构成任何要约或承诺, 华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息, 恕不另行通知。

版权所有 © 华为技术有限公司 2026。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。