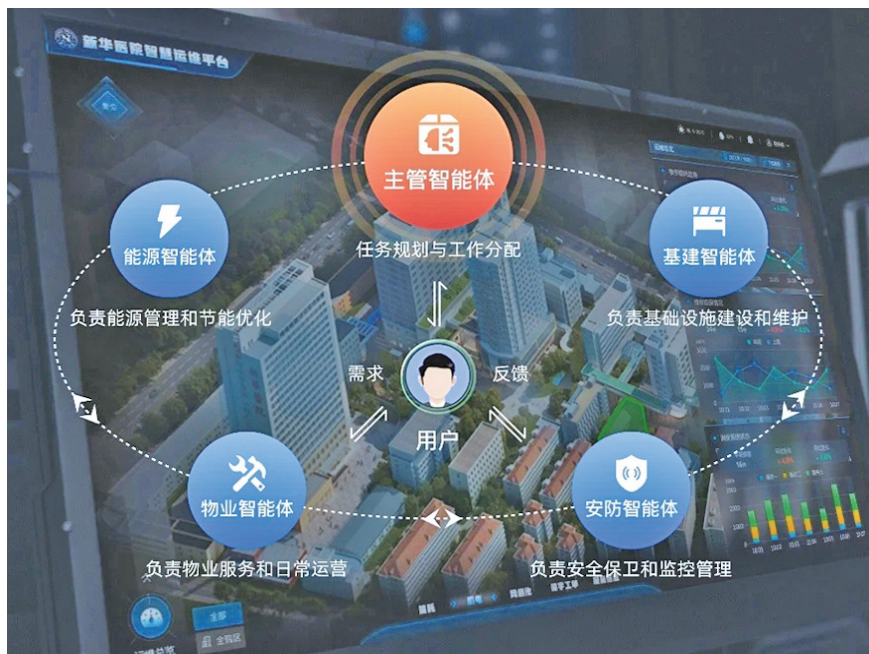


【新·场景】

五位“虚拟专家”协同值守 四大核心能力赋能智控

国内首个“类人”建筑运维智能体集群上线

□首席记者 徐敏



清晨七点半,上海建工四建集团科技大厦(以下简称科技大厦)楼宇负责人准时收到《楼宇智能运维日报》。这份报告不仅精准指出夜间某办公室空调未关导致的电能浪费,还主动发起滤网更换工单,并且为1层展厅新风机组运行提出按时段优化开闭状态的调整方案。

这一幕背后,是国内首个基于多智能体(Multi-Agent)技术的“四维·集智”建筑运维智能体集群协调着一群“虚拟专家”全年无休地守护着建筑的稳定高效运行。在能耗与运维成本双双攀升、建筑系统日益复杂的当下,上海建工四建集团历时两年研发的这套系统已于近日上线,正以“类人化”的智慧破解行业长期痛点。

从系统孤岛到“类人”协作

“传统建筑运维长期受制于数据孤岛

与职责碎片化。”“四维·集智”研发团队负责人、上海建工四建集团工程研究院数字建造研究中心主任许璟琳直言行业“顽疾”:一个中型公共建筑涉及物业、安防、能源等多领域,系统各自为政;即便引入了BIM、IoT等先进技术,沉淀的多模态数据却难以支撑复杂场景下的自动化响应;经验丰富的运维人员一旦流失,系统响应与服务能力便难以保障。“这些问题的底层成因,在于传统的系统缺乏对人类式思考流程与群体化协作的模拟能力,亟需一种新范式,兼具专业判断力,又能实现多角色、多任务、跨系统协同和实时反馈。”

“四维·集智”的破局之道,正是构建一支高度拟人化的“AI专家团队”,模拟真实岗位职责与协作方式。许璟琳介绍,研发团队基于多智能体协同自研框架,将建筑运维智能体集群细分为五个智能体:主管智能体、物业智能体、安

防智能体、基建智能体、能源智能体。“每一个智能体都作为特定专业领域的‘虚拟专家’去分析问题,并负责相关领域的各项事务。”例如,物业智能体是设备维护与空间管理专家;安防智能体是实时监控与应急响应专家;能源智能体是能耗优化策略师;基建智能体是建筑图纸与规范的“记忆库”;主管智能体则负责全局调度与决策中枢。“这些智能体不仅有经验,更懂协作,知道何时该找谁配合,如同一个会思考、有节奏的虚拟运维军团。”许璟琳解释道。

为了训练每一个智能体成为各自领域的专家,研发团队为其配备了四大核心能力:对知识库过目不忘的记忆力,基于大模型的思考能力,基于流程的任务规划能力以及上海四建运维平台赋予的执行能力。

其中,记忆力不只是简单的数据存储,而是建筑全生命周期的“电子病历卡”。它以BIM模型为中枢,融合了设备手册、维保记录、历史工单、IoT数据、现场图片、视频资料等大量的数据。

运用不同大模型则能为各个智能体量身定制“专长”。例如,能源智能体在思考问题时需要分析大量的数据,更注重逻辑推理能力,所以运用了思维链模型;物业智能体要求综合能力达标,就采用性能参数高达2350亿的模型;而注重图像与视频分析的安防智能体则应用了加强图像识别的多模态大模型。“每个大模型都有自己的优势,结合各自特点,为不同的智能体选用不同的模型进行训练,继而为每个项目打造出专属的人工智能应用。”精通大模型应用的研发团队开发总监金武说。

从被动响应到主动治理

“传统运维是人追着问题跑,现在要让问题自己‘开口说话’。”许璟琳比喻道,早期的BIM运维系统像一份“电子

病历卡”,但“医生”还得自己翻找病因。特别是关联了海量数据和复杂管理流程的运维系统,需要在模型上切换楼层、找系统、找设备,这就要求操作人员具备非常专业的知识,并对整个系统有全面的了解。

“当大模型技术爆发,我们意识到建筑需要‘会思考的器官’。”带领团队重构系统架构的欧金武告诉记者,基于多智能体的“四维·集智”能够完成从智能记忆到规划执行的一整套完整的问题解决方案,并且能以人性化的方式提供智能且高效的服务。

在科技大厦运维系统中输入“查看某办公室空调信息”,主管智能体立即自动调取设备参数、维修记录、实时传感器数据;结合主动式运维功能,自动分析设备的运行状态,甚至能预测设备是否即将出现故障,进而提出相关维保需求;随后同步检索库内备件、预约维修工、推送操作视频……“如此一来,运维人员就不需要掌握那么多专业知识,只要会提问,系统就能为其推送相关的处理方案。甚至有时候都不需要用户提问,系统就能主动告知相关信息。”许璟琳称,所以这栋楼现在没有配备专职的机电系统运维人员,而是由研发团队来负责相关工作。

在科技大厦的智慧运维区域,还绑定了一些智能的节能策略。例如,“人数过多时空调智能”策略,当检测到房间人数超过3个人时,就会自动启动区域内的空调;等人们离开后,空调也会慢慢恢复低碳节能场景。“像这样的案例,在整个楼宇内有大量部署,我们针对每个房间都形成了一组完整的低碳策略库。”许璟琳说,这不再是简单的自动化,而是基于建筑生命体征的主动治理。比如,根据会议室预约的信息,在开会半个小时前自动将灯光、空调以及各种视频类设备打开,确保会议期间的舒适性。“这些策略一部分源自建筑运行的工单要求以及人们

提出的一些需求,还有一部分则通过大数据总结,由我们的主动式运维智能体自动生成。”

在科技大厦的实战中,“四维·集智”已展现出颠覆性的运维效能。系统上线三个月至今已部署40余项策略,涵盖空调、照明、窗帘、新风、电视等设备的节能、舒适和智能化管理。这些策略已自动运行1461次,其中节能策略运行了921次。每次节能策略的运行预计可节约1至20度电,累计节约用能约6000度电,占大楼三月总用电量87584度的6.8%。其他策略则主要致力于提升用户舒适度和实现智能化办公。基于实时数据与历史工单分析,主动预警设备故障,同步推送检修方案,使工单处理效率提升20%。

从BIM应用到产业新生态

“四维·集智”的诞生,植根于上海建工四建集团十余年的数字化转型积淀:2010年参与上海中心投标时初次BIM,组建团队攻关三维可视化技术;2013年在上海迪士尼城堡项目实现国内首次BIM正向设计,从设计到施工全流程依托数字模型;2017年在东方医院落地首个将BIM技术深度应用的运维平台,打通施工与运维数据;2022年引入大模型,逐步演化出多智能体集群架构;而今“类人”建筑运维智能体集群上线,也为建筑行业揭示了更具想象力的未来图景。

群体智能协同

许璟琳认为,建筑及基础设施的智慧运维有望借鉴蚂蚁、蜜蜂等群体协作机制,未来将逐步演化为涵盖更多主体的智能系统,包括维修维保人员、具身智能机器人、软件智能体及传感器网络等,通过有效聚集实现跨实体协同调度和超越个体能力的智能涌现。传感器网络实时感知环境(如“工蚁”通过信息素传递环境信息),软件智能体分析数据

并生成指令(如“蜂群”通过舞蹈共识决策),现场机器人则作为“实体智能体”执行配送、巡检等任务(如“工蚁”协作搬运物资),技术解放的人力助力其专注于服务创新与体验优化。“就像图书馆管理员不用再耗时手动调节百叶窗或控制空调温度,技术最终将解放人力,省下时间专注读者服务。”

经验数字化

针对施工阶段工艺数据链的研究是许璟琳团队另一项重要工作。通过数字化手段,对各个分部分项工程的施工工艺进行标准化表达,把老师傅的经验数字化地描述和记录下来,并用以指导深化设计、施工策划、工厂生产、现场管理和培训等关键环节。许璟琳设想,利用施工中的工艺数据链,运维阶段可精准预测设备更换后的系统影响,实现“预防性改造”。

数据资产化

不同于传统施工企业办公楼,在科技大厦地下室有一个数据机房,目前已存储几千亿条数据。“这些数据的数量和质量决定着运维系统内相关分析的质量。”许璟琳指出,未来工程企业不仅是建造者,更是高质量“数据服务商”。因为在人工智能时代,高质量数据是智慧建造的“血液”。目前,上海建工正通过数据交易所探索建筑数据资产化,已挂牌12套数据产品,完成6项数据知识产权登记。

人才结构转型

值得注意的是,该系统的开发团队平均年龄仅26岁,其中70%成员拥有土木与计算机双背景,这支复合型人才战队正是各项前沿技术落地的核心引擎,也暗示着行业人才结构的转型。许璟琳特别欢迎既有建筑背景又精通计算机的人才加入团队,“近年来新开设的智能建造专业和我们需求特别匹配,这也是传统的土木工程行业在需求结构调整与技术迭代中孕育新的发展方向。”

【新·理念】

广联达科技股份有限公司董事长、总裁袁正刚谈转型:

“产业AI”打造建筑业发展新模式

□首席记者 方佩岚

“用‘产业AI’打造‘好房子’是建筑业发展的新模式。”广联达科技股份有限公司董事长、总裁袁正刚日前在采访中指出,当前建筑业发展面临三重困境——建筑施工面积持续下降的“市场困境”、产值利润率持续下降的“效益困境”以及住宅用户满意度低的“客户困境”,“产业AI”是解开这些难题的关键钥匙。

何为“产业AI”?袁正刚认为,将AI与特定产业的领域知识、业务流程、数据特性深度融合,可以解决产业实际问题,提升生产效率、优化资源配置、创造新价值的技术体系和应用范式。在袁正刚看来,“产业AI”并非简单的技术叠加,而是通用AI能力、行业知识与专业软件“三位一体”的深度融合,“通用AI无法直接解决量、项目管理等具体问题,必须与行业场景结合使用。”

“产业AI”的核心在于构建“数据-算

法-算力-场景”的闭环,他将“产业AI”比作一棵树:高质量数据是深埋地下的根系,高价值场景是枝头的累累果实,高稳定模型则是连接二者的树干。数据层面,通过BIM(建筑信息模型)实现建筑全生命周期的数字化表达,借助IoT(物联网)传感器自动生成准确、及时、全面的高质量数据;场景层面,围绕设计一体化、成本精细化、施工精细化,推动“产业AI”从岗位、项目到企业、行管四个层级全面落地,形成系统性应用闭环,打造高价值场景;模型层面,通过“行业大模型+工程软件小模型”构建高稳定模型,行业大模型面向行业级应用,覆盖建筑行业规划、设计、交易、成本、施工、运维及综合管理等全领域,工程软件小模型则基于自有数据训练,确保个性化与安全性。

袁正刚指出,建筑业正迎来全面数

字化转型的最佳时期,建筑企业应转变发展思维,从以项目中标、施工生产为中心的“工程导向”,向以客户需求、客户满意、客户成功为中心的“客户导向”转变。“产业AI”的落地将助力建筑业实现更高层次的安全性、可持续性和盈利能力。

对于建筑企业而言,建设“好房子”是产业转型升级发展的新赛道。谈及“好房子”的标准,袁正刚提到了住房和城乡建设部提出的4项要求:安全、舒适、绿色、智慧。在这一背景下,广联达提出“刚刚好的房子”理念,在购房者“真实需求”与“实际支付能力”之间寻找最优解。正如袁正刚所言,“购房者不是没有预算,而是希望在预算内买到‘好房子’。”过去在房屋设计阶段,成本计算模糊不清;施工阶段对材料和机械缺乏精细化管理,浪费现象严重,不仅增加了建设成本,还影响了房屋质量。袁正刚

认为,“刚刚好的房子”建设必须依靠精细化管理与数字化手段,帮助建筑企业实现从设计到运维的全过程管理。

比如在设计环节,有了AI设计系统,设计师只需要输入建筑面积、预算、功能需求等基本参数,系统就能在几分钟内生成多种不同方案,每个方案会配上详细的成本估算和效果图,购房者可以提前看到房屋的布局和呈现效果并参与到设计过程中,确保最终建成的房子符合自己的预期。同时,在前期对装修材料、设备配置等进行充分的市场调研和成本分析,让每一分钱都花在刀刃上,实现资源的优化配置。袁正刚说:“‘刚刚好的房子’并非降低标准,将就居住,而是通过精准规划、科学设计,让房屋的每一个细节都恰到好处。”

为此,广联达正在利用“AI+精细化管理”数字技术帮助建筑企业实现这一目标。

工地层面,管住“人料机”根基。数字工地解决方案聚焦劳务管理、物料管理及大型设备(如塔式起重机)管理三大核心生产要素。通过数字化手段精准掌握施工人员效率、物料进场与消耗情况、设备运行状态等。“只有管好这些基本的生产要素,才能真正做到精细化管理。”袁正刚表示。

项目层面,为项目经理装上“智慧大脑”。针对以往项目经理对物资、进度、劳务情况了解粗略的痛点,广联达推出项目经理的专属工具——“PMSmart”系统(广联达项目数据决策系统)。该系统以算量为基础,以进度为主线,在不增加岗位工作量情况下,利用AI技术在数据采集、治理、连接、分析决策方面的能力,自动拉通项目的算量、进度、物资、劳务等各类业务数据,帮助项目经理基于实时、动态的数据进行经营分析和决策。



企业层面,数据驱动“开源节流”。广联达打造的“PMLEAD”系统(施工企业综合项目管理系统)融合业务流与数据流,打通了市场、商务、采购、工程、技术与财务六大板块,助力施工企业开源节流、管控风险,让管理从“凭经验”转向“靠数据”。开源方面,辅助企业根据商机来源、竞争力等信息,优化营销管理方式;节流方面,打破项目间信息壁垒,实现资源高效调配,比如将闲置设备及时调配到急需该设备的另一个项目,减少重复采购,降低成本。

【新·技术】



科技筑基“四好”建设 智绘绿色宜居未来

——中国建科院发布多项建筑人居领域创新技术成果

□首席记者 徐敏

在日前举行的“2025上海绿色建筑国际论坛”上,中国建筑科学研究院有限公司党委书记、总经理樊金龙以“科技赋能四好建设,创新营造绿色宜居”为题,系统阐述了我国住房建设从“有没有”迈向“好不好”的新阶段使命,并发布了一系列解决行业痛点的创新技术,勾勒出以科技力量支撑“好房子、好小区、好社区、好城区”建设的清晰路径。

樊金龙指出,当前我国城镇居民人均住房面积已达约40平方米,住房需求的核心已转向品质提升。针对调查中普遍存在的功能布局单一、隔声差、渗漏、串味、运维不足等住宅质量通病,他介绍了部分发达国家在“四好”方面的先进做法。例如,英国通过标准+立法形式推动“终身住宅”建设,其终身住宅设计规范纳入英国建筑

条例,同时通过住宅品质标识开展住宅质量评估;日本注重住宅长寿化发展,提出了优良住宅、百年住宅、200年住宅的建设理念;新加坡提出了住宅户型多样化设计,倡导全龄友好社区建设。这些都为我国住宅品质提升提供了有益借鉴。

自2023年住建部首次提出“好房子”概念以来,我国围绕“四好”的政策、标准、科研及样板工程已全面启动。由中国建科院主编的强制性国家标准《住宅项目规范》及各地“四好”标准体系正加速构建。“好房子”样板间正从构想走向实际落地。在科技创新赋能“四好”建设方面,樊金龙重点介绍了中国建科院取得的多项突破性成果。针对噪声问题,研发出低成本、高隔声性能的轻质隔声墙体系统和纳米柔性GPS保温隔热垫,显著提升隔声

效果并降低成本,首创的“六大宁静住宅评价指标”已应用于超200万平方米项目。对于厨房卫生间串味顽疾,集成油烟机止回阀和防倒灌风帽形成高效防串味系统,房屋渗漏可通过快速无损定位技术和微创原位修复技术及产品实现精准长效解决。针对老旧小区改造难题,新型抗震加固技术可大幅降低成本和缩短工期,已在多个老旧小区成功应用。此外,为防范火灾风险研发了提升外墙防火性能及空腔阻燃预警的技术体系等。

樊金龙还强调低碳与智能化是“好房子”的核心基因。在低碳运行方面,空气源热泵低碳化技术覆盖北方“煤改电”主流建设,创新应用CO₂空气源热泵高效供暖,中深层地热能热泵供暖技术正通过创新联合体推动规模化应用。在舒适健康方面,毛细管和辐射板结合智能新风系统,可集成实现“恒温、恒湿、恒氧、恒静、恒洁”五恒环境。智能化方面,自主研发的全数字化LED灯具与ZDLZ电力线载波技术,有效解决了智能家居控制成本高、响应慢的难题;基于三维图形拟合与数字孪

生技术构建的全链条智慧平台,实现了建筑全生命周期的数字化管理。此外,中国建科院首创的“近零能耗建筑技术体系”全国推广面积已超5000万平方米,并为正在建设的上海首栋近零能耗高层建筑提供技术支撑。

面向未来绿色宜居发展,樊金龙提出核心路径:立足地方特色,以科技筑基、机制创新、本体赋能、区域引领、全生命周期管控为路径,示范“四好”建设,打造具有全球标杆意义的绿色宜居超大城市典范。具体包括:

一是筑牢科技底座,发挥国际科创中心优势,赋能“攻难”而非“聚全”。樊金龙建议,利用产学研用一体化,开展复杂疑难问题攻关,形成破晓方案。例如,超高层、高层住宅节能降碳,湿热地区气候适应性保护结构,建筑光伏一体化(BIPV)规模化应用,建筑垃圾资源化等。同时,依托人工智能集群优势,整合BIM/CIM、物联网(IoT)、AIoT、能源、交通、环境等数据,挖掘全屋智能场景,打造“建筑+社区”智慧孪生平台,推动建立覆盖房

屋全生命周期、社区全要素、城区全尺度的统一数字孪生平台。

二是创新工作机制,激发“四好”建设多元活力。建议设立绿色宜居城市建设创新联盟,政府+央企+龙头企业+金融机构+高校院所,打通“产学研用金”链条,降低创新成本与风险。同时,积极探索绿色信贷、债券、保险、金融产品,撬动社会资本参与“四好”建设。

三是立足建筑本体绿色性能,以物理性能提升赋能绿色低碳发展。建筑本体的绿色性能是建筑基础能耗与碳排放的基础,要立足于建筑本身的性能,通过充分运用自然能量(风、光等),形成物理方面的体系性研究,综合提升建筑自身的节能水平。

四是深化全生命周期理念,以城市更新带动老旧建筑焕新。随着存量时代的到来,既有建筑改造将成为引导绿色发展的新引擎,通过改造将逐步推动更多全生命周期的“低效”建筑的替代、焕新。强化建筑中人的行为感知,研究空间内人的心理需求、生理行为,打造建筑智能终端,将冰冷

的钢筋混凝土建筑变成温暖的、具有感情的“智能体”,将建筑用能大户的“耗能体”转变为绿色低碳的“产能体”。此外,还建议加强高强、高韧、大跨、轻量化、高耐久性的结构材料以及保温、隔声等功能材料的研究,关注气凝胶,零碳、负碳混凝土等前沿材料研究,开展基础理论研究,特别是材料与结构、材料与建筑交叉的应用基础研究。

五是彰显地方特色,场景扩至“四好+”,引领区域发展。例如,针对上海地区的里弄住宅、老工业遗产、滨水空间等实施海派风貌区绿色宜居复兴计划,从住宅到公建和工建,从好房子到好建筑,在严格保护风貌肌理前提下,系统性提升居住品质与环境可持续性。同时,建议共建“长三角绿色宜居城市群协同创新中心”,支撑培育“四好”新增增长点。

“以安全为基石,以舒适为追求,以坚守为准则,以智慧为助力。”樊金龙在结语中呼吁业界携手,共同打造可持续的宜居新环境,让科技之光真正照亮中国“四好”建设的绿色宜居未来。