

智慧园区整体架构研究与探索

李杰, 王莹

(中冶赛迪信息技术(重庆)有限公司)

【摘要】本文围绕智慧园区的整体架构展开研究, 着眼于实现园区的数字化、智能化转型。通过构建数据资源体系、支撑平台、能力组件和园区运营治理中心, 以及智慧运营和智慧建造两大业务应用板块, 实现数据在项目全生命周期的贯穿与整合, 以及园区的数字化、智能化治理, 形成智慧园区的全面解决方案。本文结合城市信息模型(CIM)、物联网、人工智能等新一代信息技术, 提出“一个底盘、双向驱动、全息洞察”的总体思路, 构建覆盖“规、建、管、运”全过程的智慧园区数字孪生体系, 推动园区向集约化、绿色化、智能化方向发展。

【关键词】智慧园区; 数据资源体系; CIM; 能力组件; 智慧运营; 智慧建造

中图分类号: TP301.1; TU984.13

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.12.036

Research and Exploration on the Overall Architecture of Smart Park

LI Jie, WANG Ying

(CISDI Information Technology(Chongqing)Co., Ltd.)

【Abstract】This article conducts research focusing on the overall architecture of smart parks, aiming to achieve the digital and intelligent transformation of the parks. Through the construction of a data resource system, a supporting platform, capability components, and a park operation and governance center, as well as two major business application sectors of smart operation and smart construction, it realizes the integration of data throughout the entire lifecycle of projects and the digital and intelligent governance of the parks, forming a comprehensive solution for smart parks. This paper integrates new-generation information technologies such as CIM, IoT, and AI, proposes an overall approach of "one digital base, dual-driven, and holistic insight," and constructs a digital twin system covering the entire process of "planning, construction, management, and operation" to promote the intensive, green, and intelligent development of smart parks.

【Keywords】smart park; data resource system; CIM; capability components; smart operation; smart construction

1 引言

随着信息技术的快速发展, 智慧园区作为城市发展的重要组成部分, 已成为推动产业园区和产业集群数字化转型的关键力量。本文旨在构建一套全面、系统的数字化解决方案, 实现园区全过程的数字化、智能化管理。通过分析智慧园区的架构图, 探讨了数据资源体系、支撑平台、能力组件以及园区运营治理中心等核心组成部分, 并详细介绍了在数字化设计、工业化生产、智能化施工、信息化管理等方面的具体应用。同时, 结合CIM平台、边云协同、碳效闭环管控等前沿技术, 为智慧园区的建设与发展提供理论支持和实践指导。

2 智慧园区整体架构

智慧园区整体架构以区域标准规范、建设管理规范、安全防护体系、工作推进体系为支撑, 注重上下贯通、横向协同、系统集成, 从数据资源体系、平台大脑、能力组件及“智慧运营”“智慧建造”两大业务

应用板块出发, 构建完整架构体系。架构实现数据贯穿项目规划、设计、建造、运营全生命周期, 融合卫星影像、倾斜摄影等园区全量数据, 形成全域覆盖的数字底板, 达成园区核心元素的多元汇聚、标准叠加与场景化应用。

2.1 数据资源体系

按住房和城乡建设部相关标准, 对园区数据实施统一管理, 涵盖基础数据库、空间地理库、自然人库、法人库、信用库、业务数据库、时序数据库等。同时提供数据可视化、处理、质检、更新及数据库管理等功能, 整合园区规划、建设、管理、运营各环节数据并实现共享, 达成数据全流程穿透。通过统一编码与时空数据库技术, 形成“一物一码、全链追溯”的数据资产化体系, 支撑历史节点回溯与动态管理。

2.2 支撑平台

联动园区全空间、全场景、全用户, 具备未来范围拓展与需求升级的兼容性, 构建新一代信息技术

在智慧园区“云—边—端”架构下的融合应用体系,建立管理调度与协同应用的策略机制,涵盖数据传输同步、任务调度协同、资源利用优化、安全隐私保护、性能监控调优。制定智慧园区人员、设备、空间等全要素信息的数据标准规范,统一数据编码,实现人员信息标准化管理、设备信息标准化互通、空间信息标准化一体管控;制定“云—边—端”数据集成应用标准,包括集成规范、传输规范、安全机制及数据全生命周期治理规范。平台同时具备三维可视化表达、模拟仿真、数据交换共享与统一运营管理能力,提升园区数字化与智能化治理效能。

2.3 能力组件

面向园区各类智慧化应用,提供多元能力组件:一方面涵盖组件、数据、感知、云、网络等资源管理,以及应用发布、编目、共享等平台综合能力;另一方面为招商、服务、运营、应急、低碳及设计、生产、施工、管理等场景,提供AI算法、模型及数字孪生能力集,全面支撑园区智慧化应用落地。

2.4 园区运营治理中心

聚焦园区“规、建、管、运”全流程数字化贯通,深化数据融合应用,释放数据价值,实现统一调度、跨空间与跨场景的融合精准赋能,支撑各业务数字化敏捷创新与价值提升,并依托新AIoT能力持续迭代延展。依托边云协同与微服务架构,实现“感知—分析—预警—决策”的即时响应,提升园区运营效能与安全保障水平。

3 主要智慧应用

聚焦园区运营与建造全流程需求,构建多元化智慧应用体系:智慧建造领域形成数字化设计、工业化生产、智能化施工、信息化管理四大应用方向;智慧运营领域打造数字党建、数字运营、数字惠企、数字感知、数字安全、数字低碳六大应用板块。采用“V模型”思路拆解园区运营核心业务,依托数据资源体系构建多跨场景,最终形成多个“一件事”应用场景,全面覆盖园区规划、建设、管理、运营各环节。

3.1 数字化设计

园区采用BIM参数化正向设计,实现源头数据全流程传递,保障设计、加工、施工、运营“一模到底”。依托二三维联动协同设计提前规避冲突,提升设计效率与质量;通过扫码看模型实现现场分区管

控,确保设计落地;利用模型算量与造价清单映射实现造价源头控制。借助无纸化数字化交付技术,所有核心信息集成于模型,使施工任务直观清晰,实现“按图搭积木”式建造,减少下游人员(加工、制造、施工及运维等)对设计的理解时间与偏差^[1]。

3.2 工业化生产

园区建设采用预制空心柱、预制梁及原创装配式混凝土预应力空心楼盖技术,建成高装配率装配式示范楼栋,在质量、工期、环保等方面成效显著。针对园区钢构件与幕墙构件数量多、管理要求高的特点,依托整合供应链数据的构件管控系统,通过唯一构件编码实现“一码到底”管控,实时感知构件状态,对比计划提前识别风险隐患,实现事前防控。项目进度通过全景计划管控智慧应用统筹,系统覆盖多业务管理部门,明确项目各阶段四十余个节点的职责分工,各节点完成情况及相关资料全程留痕、可追溯^[1]。

3.3 智能化施工

施工阶段推广建筑机器人与智能设备应用,针对性替代“危、难、脏、重”场景人工操作,精准实现提质增效。如钢筋扫描爬壁检测机器人可实现检测点位全覆盖,结果更精准,同时降低高处作业安全风险;采用三维激光扫描实现构件精细化加工与安装管理,通过视觉位移计完成桥梁结构动态位移监测。施工管理智慧化应用支撑施工总承包深度项目管理:基于设计BIM模型挂接施工任务与质量检验批,现场移动端完成质量验收后,系统自动抓取实际进度并同步上报工程量及进度产值;通过计划人材机与现场实际数据对比,实现资源调度预警^[1]。

3.4 信息化管理

通过采集现场360°全景图并与设计BIM模型比对,以3D可视化方式精准远程追踪项目进展,线上查看现场IoT数据并开展分析。云端记录需协调问题,实现表单、BIM模型与现实全景联动,推动建筑各方协同参与,打破行业壁垒,达成项目数据、分析、设计、规划、记录、监管、交付全在线,减少现场到访、预防纠纷、避免返工及高效追踪进度。平台集成的项目设计、加工、施工全流程信息可同步移交至运维阶段,提升可视化管控价值。

碳排放管理方面,基于计价文件自动计算碳排

放预算值,实现文件读取、碳排因子匹配、计量换算、分部分项碳排放划分全自动化;通过非侵入式 AIoT 机械碳采集模块自动获取建造机械碳排放数据。结合碳排放预算值、实际材料用量、机械台班、运输距离等数据,构建项目级碳排放现状驾驶舱,实时展示排放情况;通过对比实时与预估排放量,采取精准减碳措施实现碳排放总量动态管控^[1]。

3.5 数字党建

作为智慧园区建设的基础保障内容,通过运用现代信息技术实现党建工作数字化、智能化升级,全面提升党建工作效率与管理效能,推动党建工作高质量发展。

3.6 数字运营

1)构建园区资产管理系统,厘清核心物资资产,采用数字化管理模式可视化呈现楼宇房源多维度信息,将房源与租约绑定,实现租约从新建到退租的全流程电子化管理,达成园区空间资产高效管控目标。

2)搭建财务管理系统,整合园区数字化平台内所有财务相关数据形成账单并统一沉淀,如合同账单、物业账单、线上抄表水电费账单等。系统智能匹配账单与银行流水,减少手动核销,多维度分析资金数据,精准反映财务状况,提供及时准确的决策支撑。

3)开发园区智慧物业系统,实现物业工单线上闭环、人行访客在线管理、停车缴费手机操作、物业考核绑定评分、设备巡检信息精准对应,提升服务效率与管理水平。

4)融合信息化系统与智能化设施,数字运营板块实现:

①“园区生活一码通”,整合多类繁杂功能模块,通过单一二维码或设备联动运营平台,覆盖车行、人行、场地预约、支付等多场景;

②“业务财务一体化”,汇总各业务系统账单协同管理,银行到账自动匹配,规范流程推进线上管理;

③“工单服务全闭环”,实现工单全生命周期管理与持续优化;

④“信息多端一键发”,支持一键发布、多模板应用、统一管理及多终端展示,提升园区形象;

⑤“环保监测一手抓”,实时采集污染源、环境质量等信息,构建全方位生态环境监测网络,以精细化

动态方式实现环境管理与决策智慧化^[2]。

3.7 数字惠企

1)建设企业服务系统,采集企业基本信息、财务数据、经营状况等进行挖掘分析,精准研判企业发展动向,助力园区筛选目标行业与企业、挖掘招商线索,实现园区与企业、人才的信息快速匹配,筑牢产业发展软支撑。

2)开发招商管理系统,规范客户资源分配、管理及回流流程,充分挖掘客户价值,多维度分析招商成效并生成可视化报表,辅助管理人员精准把控招商情况。

3)搭建园企协同系统,打造园区与企业的“沟通高速路”,入驻企业可通过移动端或企业门户便捷申请服务,园区运营方通过配置事项模板高效收集企业信息,降低人力成本,高效办理票据申请、税收申报、产值上报等事务。

4)构建三方服务系统,整合区域优质服务提供商补充园区服务能力,企业可通过平台享受财税代办、政策申报等实惠服务,园区运营方参与服务费用分润提升运营效益。

5)融合信息化系统与智能化设施,数字惠企板块实现:

①“招商引资一网通”,集中管理意向客户资源与招商人员行为,多维度分析成效生成报表;

②“一站式客商入驻”,要素智能匹配,实现企业“一键入园”;

③“一企一档精准画像”,为每家企业独立建档生成画像,支撑精准服务与考核评级,营造企业良性竞争环境;

④“园企协同高速路”,保障企业便捷办事与园区高效服务;

⑤“精准赋能三件事”,聚焦低效整改、培大育强、精准服企。

3.8 数字感知

1)构建智能感知系统,接入园区所有智能物联设备实现统一上云管理,打破设备间信息孤岛,集中管控园区信息与硬件数据。可视化呈现园区建设信息与设备部署情况,实时监控园区状态,通过物联中心接入各类传感器数据,全方位监控建筑环境、消防、安防等情况,实现设备联动与异常实时响应,便于快速定位处置。

2)融合信息化系统与智能化设施,数字感知板块实现:

①“智慧感知一张网”,设备统一上云、异常线上预警、数据可视分析,精准赋能决策;

②“物联场景三联动”,实现设备间、设备与运营系统间联动及系统深化应用;

③“建筑一键智控”,实时监测机电设备状态并预警,节约能源、降低成本、延长设备寿命,提升建筑管理效率与安全保障水平。

3.9 数字安全

1)建设安全生产管理系统,对园区安全问题及相关台账分类管理分析,建立权重体系生成安全生产风险四色预警图,提升安全风险预防与处置能力。

2)融合信息化系统与智能化设施,数字安全板块实现:

①“安全三维一盘棋”,集成安全巡检、台账管理、人员管控等功能,构建综合安全保障体系;

②“安全风险四色图”,精准识别安全风险,强化预防处置能力;

③“应急指挥一体化”,为指挥人员提供决策信息,保障指令精准传达,提升现场应急指挥效率。

3.10 数字低碳

1)建设园区能耗结算系统,通过智能水电表获取实时数据并展示,方便园区快速掌握近期及全年水电能耗态势。系统提供多元能耗结算设置,以表为单位开展结算管理,替代线下繁琐计费;建立表与用户及表与表的关联关系,结算周期结束后自动计算用量及金额,大幅提升费用核算效率。

2)融合信息化系统与智能化设施,数字低碳板块实现:

①“能耗费用智能计算”,以表为核心开展结算管理,自动完成用量及金额核算;

②“账单收缴灵活省心”,灵活配置自动收缴告警机制;

③“用能策略自动优化”,依托智能水电表实时采集数据,动态展示用户用能情况,为用能策略自动优化提供支撑。

4 结语

本文通过对智慧园区架构图的研究为智慧园区的建设和管理带来了新的思路和方法,智慧园区建

设应以建筑信息模型(BIM)、地理信息系统(GIS)、物联网(IoT)等技术为基础,整合园区地上地下、室内室外、历史现状未来多维度多尺度空间数据、感知数据和应用数据,构建三维数字空间的园区信息有机综合体^[3]。并以此为基础在数字空间同步建立一个与实体园区匹配对应、虚实交融的“数字孪生园区”,实现从规划、建设、管理、运营的全过程,全要素,全方位地数字化和智能化,推动产业园区和产业集群数字化转型^[4]。本文的研究对于智慧园区建设的探索和发展具有重要意义,为深入推进数字新兴技术在智慧园区领域应用提供了有益的参考和借鉴。

参考文献

- [1] 陈谋.建筑智造 创新未来——团结湖数字经济产业园项目应用案例[J].中国建设信息化, 2024 (8): 23-25.
- [2] 刘旭, 张海东, 张佳新, 张栩, 王国辉.基于“天地空”一体化监测与综合管控的“智慧环保”项目[J].创新世界周刊, 2020 (2): 23-25.
- [3] 曹馨元, 刘照, 郭立波, 李寅超.基于GIS的“网格化+”管理及应用——以哈尔滨市平房区为例[J].测绘通报, 2021 (S2): 227-230+240.
- [4] 吕晓飞, 向春雪, 李一聪, 卢映熹, 付倩恺, 毛正江.基于CIM的智慧综合能源研究与应用[J].科技管理研究, 2023, 43 (9): 177-182.