

# 智慧林带: 智慧城市运营管控平台<sup>①</sup>



范明月<sup>1</sup>, 于皖豫<sup>2</sup>, 马慧勇<sup>1</sup>, 周世强<sup>3</sup>, 张亮<sup>1</sup>, 席瑞<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(中建西安幸福林带建设投资有限公司, 西安 710075)

<sup>2</sup>(清华大学 软件学院, 北京 100084)

<sup>3</sup>(西安睿博智能股份有限公司, 西安 710018)

通信作者: 席瑞, E-mail: [ruix.ryan@gmail.com](mailto:ruix.ryan@gmail.com)

**摘要:** 新一代科学技术的发展和跨学科跨领域的融合, 极大的提高了园区、交通、能源、安防等领域的智慧化程度。但是, 由于数据壁垒的存在和缺乏跨业务、跨系统的协同协作, 城市运营管理的智慧化程度仍较低。以幸福林带为例, 为了充分高效地利用林带内日常监管监测数据以满足服务、运营、管理、可视化展示与应急指挥辅助决策等基本的城市运营管理需求, 本文自上而下, 从顶层设计了系统架构、功能体系, 进而构建智慧化运营管控平台, 为城市的智慧化建设起到参考示范作用。

**关键词:** 智慧建筑; 运营管控平台; 系统架构; 功能体系; 数字化转型; 数字孪生

引用格式: 范明月, 于皖豫, 马慧勇, 周世强, 张亮, 席瑞. 智慧林带: 智慧城市运营管控平台. 计算机系统应用. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/8665.html>

## Smart Forest Belt: Smart City Management and Control Platform

FAN Ming-Yue<sup>1</sup>, YU Wan-Yu<sup>2</sup>, MA Hui-Yong<sup>1</sup>, ZHOU Shi-Qiang<sup>3</sup>, ZHANG Liang<sup>1</sup>, XI Rui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Xi'an XingFu Lindai Construction & Investment Co. Ltd., Xi'an 710075, China)

<sup>2</sup>(School of Software, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

<sup>3</sup>(Xi'an Rainbow Intelligent Co. Ltd., Xi'an 710018, China)

**Abstract:** The development of the new-generation science and technology and interdisciplinary and cross-field integration have greatly improved the smartness of fields such as parks, transportation, energy, and security. However, due to the data barriers and lack of cross-business and cross-system collaboration, the smartness of city operation and management is still low. Taking the Happiness Forest Belt (XingFu LinDai) Project as an example, this study aims to fully and efficiently use the daily supervision and monitoring data on this forest belt to meet basic city operation and management requirements such as service, operation, management, visual display, and auxiliary emergency command decision-making. For this purpose, it designs a system architecture and a function system from the top down and then builds a smart operation and management platform that is expected to serve as a reference for smart city construction.

**Key words:** smart buildings; operation management and control platform; system architecture; function system; digital transformation; digital twin

2008年, IBM公司首次提出“智慧地球”的概念<sup>[1]</sup>, 勾勒出信息技术在未来深度融入全球生产、生活方方面面的智慧图景。近些年, 在物联网、大数据、人工智能等领域科学技术发展和跨学科跨领域融合的推动下,

实现数字化、网络化、智能化成为各行各业寻求创新发展机遇的共同主题。

智慧城市是在新一代技术支撑下, 物理世界、人类社会和信息系统“三元空间”有机融合的城市智慧化转型

<sup>①</sup> 基金项目: 国家自然科学基金 (61772306); 中建股份科技研发基金 (CSCEC-2020-Z-19-2)

收稿时间: 2021-11-10; 修改时间: 2021-12-13; 采用时间: 2022-01-05; csa 在线出版时间: 2022-06-16

的新型态. 基于全面透彻的感知、宽带泛在的互联、智能融合的应用, 实现管理上科技智能信息化、生活上和谐安全更舒适和经济上健康合理可持续. 智慧城市也是开放的复杂巨型系统, 具有复杂的数据和业务, 是一个体系化的信息系统生态, 各个系统基于共同的设施和数据资源, 具有大量的共性化操作和系统级协同操作.

遗憾的是, 目前我国智慧化建设主要集中在智慧园区<sup>[2-4]</sup>、智慧建筑<sup>[5-7]</sup>、智慧交通<sup>[8,9]</sup>、智慧安防<sup>[10]</sup>等垂直领域, 而在智慧城市建设中却存在的以下问题: 缺乏长期有效规划、信息孤岛林立、业务缺乏协同、缺乏统一的标准体系、缺乏合适的投资运营模式. 这也使得我国智慧城市建设发展缓慢、智慧化程度低. 除此之外, 信息化水平良莠不齐、风险辨识与应急管控敏锐度较低、园区综合服务与管理效能有待提升、信息透明度和时效性不高等问题, 无法满足城市实际发展需求, 进一步抑制着智慧化水平的提高. 因此, 亟需从顶层出发、自上而下的设计一个智慧城市运营管控平台, 满足日常管理、服务、应急安全、城市规划决策等需求, 能够有效提升城市建设实效, 提高市民满意度和获得感, 真正实现城市的智慧化转型和可持续发展.

近年来, 数字孪生技术逐渐被人们提起以解决解决城市运营管理中遇到的问题. 与此同时世界上的一些地区和城市已逐渐开展了数字孪生城市的规划设计和探索实践, 比如我国雄安新区数字孪生城市<sup>[11]</sup>、虚

拟新加坡平台<sup>[12]</sup>等, 数字孪生城市的建设理念和模式正在被越来越多地采用, 已经成为得到认可的未来城市发展方向<sup>[13]</sup>.

本文将以幸福林带<sup>[14]</sup>为蓝本, 分析总结智慧化建设过程中存在的通病和难点, 针对这些问题, 提出构建用于支持资源设备集成管理、应用服务融合扩展的通用平台, 通过物联网技术实现设备横向互联协作, 并利用中台思想完成数据融合和智能应用, 以期对智慧城市的规划、建设起到一定的参考示范作用. 幸福林带被誉为“世纪工程”, 位于西安市东二环外, 规划长度 5.85 km, 平均宽度 200 m, 集地上景观、市政道路、地下空间、综合管理和地铁配套 5 大业态, 是西安市最大的市政、绿化和生态工程, 也是全国最大的城市林带建设项目、全球目前最大的地下空间综合体.

## 1 现状思考

目前, 主流的智慧化运营系统是依据实际运营需求, 围绕具体工作场景开展平台系统设计. 例如华为智慧园区是基于自有园区传统运营模式, 提出平台设计构想; 万达慧云则是因为存在大量自有机电系统, 基于标准化管理难、运营风险大成本高的特点开展了慧云系统的精细化管理路线. 尽管这些系统表现出了一定的智慧化应用, 但系统之间无法耦合在一个平台、相互之间无法协作仍是目前存在的严重阻碍智慧城市的建设发展的因素. 表 1 为已有智慧化平台对比表.

表 1 已有智慧化平台对比表

项目名称	华为智慧产业园	华润万象天地	万达慧云	智慧林带
集成模式	全部集成	部分集成	部分集成	集成 + 自建
各子系统关系	相互独立, 未打通	相互独立, 未打通	相互独立, 未打通	互相打通
平台控制权	只监控控	部分控制	部分控制	部分控制
运营管理人数	10人左右	10人左右	10人左右	4-5人左右
运维方式	被动响应	被动响应	被动响应	主动式
开发模式	逐步深入, 迭代开发	逐步深入, 迭代开发	一次规划, 迭代开发	一次规划, 迭代开发

导致上述结果的原因, 同时也是智慧城市建设所面临的挑战, 可概述为以下几个方面: (1) 缺乏长期有效的规划和稳定持续的发展思路, 导致存在大量的重复建设; (2) 信息孤岛林立, 不同部门、不同行业之间各自建设, 信息不共享, 系统之间缺乏业务协同, 无法发挥出综合效应; (3) 我国智慧化建设缺乏完整、统一的标准体系, 不同部门、行业组织对智慧化程度需求不同, 导致各自发展水平层次不齐, 制定的标准之间也

不协调; (4) 缺乏合适的投资运营管理模式, 这是由于长期的只重视建设而忽视运营导致的.

通过对行业现状的调研不难发现, 已有智慧化平台最大的价值体现在数据资产积累和可视化管理应用, 对于如何实现智慧化管控还都处于摸索阶段, 尚未完全打破“信息孤岛”, 实现利用数据和人工智能技术指导生产的模式. 综合分析现有方案的局限性并加以归纳, 导致目前现状的核心问题是用于支持资源设备集

成管理、应用服务融合扩展的通用平台缺失!正是因为这个问题,导致上层应用与底层设备紧耦合,智慧平台并未发挥信息化系统集成、共享、融合的优势,而系统复杂度随着应用的拓展和用户群体的增长呈指数级上升,规模越大,投资越多,成效越低,可持续可扩展的运营管理成为无法克服的难题。

针对上述这些问题,企业界、学术界近几年也在不断探索解决方案.数字孪生(digital twin)这一技术因其能够充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据,将物理实体在虚拟空间中完成实时映射,具备该实体的全生命周期过程仿真的能力<sup>[15]</sup>,受到了广泛关注.同时,随着物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术的发展,该技术已在电力、船舶、制造等行业领域落地应用,并受到了波音、西门子等企业和德勤、中国科协智能制造协会等组织的高度重视,以探索基于数字孪生的新型智能生产模式.数字孪生技术的广泛应用和研究给城市智慧化转型建设提供了极有意义且可行的参考方案和技术路线<sup>[16]</sup>.

基于数字孪生的智慧城市需要基于物理城市的信息模型(city information model, CIM),融合泛在感知、高速传输、智能处理、协作互联等技术,到达一种社会世界、物理世界与信息系统的有机融合和相互作用,并最终形成孪生互动的城市发展新形态<sup>[17]</sup>.例如,文献[18,19]利用通过构建一个仿真平台展示了数字孪生技术在城市治理中的作用.与此同时,Fan等人提出将数字孪生技术用于解决城市灾难响应和应急处理问题<sup>[20]</sup>,研究如何利用信息通信技术、AI技术从灾难评估、决策调度以及动态可视化等多个维度提高灾难应急过程的管理.文献[21]则提出构建数字孪生人模型,解决信息源个体差异导致的认知超载问题,减轻系统负荷.相较于上述方法,智慧林带则要从市民服务、城市管理、发展规划等多个维度考虑,其需要考量的问题也是较为复杂。

## 2 智慧运营管控平台需求分析

以智慧林带为例,对运营管控平台的需求主要表现为3个层面:用户需求,价值需求,系统需求.下面将逐一简介其分析思路和方法。

用户需求体现幸福林带3类用户群体(业主、管理人员、终端顾客)对林带建筑的使用需求,例如业主需要持续了解建筑结构安全、能耗、环境状态需要全

面管控各类功能设备,管理需要了解运营发展态势和顾客人流分布,顾客则期待在林带中有持续贴心的智能服务和极致体验.这些需求是可直接体验的、可确定描述的.为此,用户需求的分析拆解为4个子类(指面向市民游客、面向公共安全、面向林带管理和面向建筑设备的智慧应用,在第4.2节中将其分别介绍),他们各有侧重,又需要统一地、融合地体现在智慧林带提供的功能服务当中。

价值需求反映建设智慧林带项目的价值,典型的价值需求包括依靠智慧林带实现高效管理、安全便捷、节能减排,借助智慧林带深度开采数据资产,进一步挖掘用户端价值,通过建设智慧林带,提升林带项目的整体品质、社会和经济效益.这类需求是间接的、复合的,以数据的挖掘和利用为中心,由期望产生的价值量来决定取舍。

系统需求是为了匹配用户需求、价值需求,在系统架构和实施方案层面必须考虑的要害,典型的例子包括:系统安全性的要求,通信网络基础设施建设的需求,数据存储和防灾备份机制的需求等等.这些需求虽然不和任何用户群体直接相关,却是系统持续稳定高效运行不可或缺的前提。

智慧运营管控平台旨在打破行业中各子系统分散管理、被动响应、过度依赖人员的现状,建设以用户为中心,充分运用物联网、人工智能等技术,实现各分子系统互联互通,系统智能预测,各业务闭环管理,打破各系统之间的数据孤岛,保证系统统一运营。

## 3 智慧化运营管控平台建设方案

### 3.1 建设目标

在幸福林带智慧化平台规划设计中,提出了“数字孪生可信可管、智能服务无缝覆盖、知识发现智慧运营”的核心理念,借鉴数字孪生思想,综合运用物联网、大数据、人工智能等前沿信息技术,旨在面向不同应用场景、多种角色用户研制智慧化运营平台,打造“数字林带、智慧林带”的建设目标,表现为如下几个具体方面。

#### (1) 全天候运维

应用与服务的鲁棒性、稳定性、持续性是系统成功运维的关键.智慧林带项目将部署“万”数量级的物联网设备,这些设备以及构建其上的数据中心、应用服务平台共同支撑智慧林带的所有功能运转.须确保让这些设备、设施在高度复杂和多样化的运行环境下

正确工作,尽可能持久地工作以保证服务的连续性,以及在出现局部异常和故障时仍保障全局的有序运转。

(2) 泛在感知

智慧林带项目业态丰富,各种智慧应用普遍需要底层物联网数据的有效供给,感知技术成为平台系统的支撑技术之一。智慧林带项目部署规模大,且覆盖了林地(室外)、地下商业空间(室内)、停车场(半开放)、综合管廊(封闭)等多种环境和应用场景,客观上要求物联网设备在复杂多变的环境中部署运行;突破传统感知技术对运行环境、部署条件的依赖以及在感知方式上的局限,实现随时、随处、按需感知。

(3) 异构互联互通

实现海量异构设备及系统之间的互联互通,通过联接和感知技术,将人、物的相关信息进行全面的感知与互联,实现信息之间的无缝联接,协同联动。其中物联网系统的异构性主要体现在3个层面:功能异构,即系统包含了种类繁多功能特性各异的设备,拥有不同的硬件资源,运行不同的软件程序;网络异构,即这些设备可能采用互不兼容的网络通信标准,如基于光纤的有线局域网、基于WLAN、ZigBee、蓝牙等组建的短距离无线网络,基于NB-IoT或者LoRa构建的长距离无线网络,或者基于4G以至5G的运营商网络,等等;数据异构,指的是不同设备上传的数据结构和格式多样,存储和调用接口不一。在异构的系统中实现数据的充分共享交换和融合分析利用。

(4) 知识发现

基于物联网大数据的知识生成是智慧林带项目之所以最终能够创造商业价值和社会效益的根本源泉。我们需要哪些知识?这些知识蕴藏着哪些数据中?怎样获得我们需要的知识?如何辨别获得的知识的真伪和质量,做到去粗取精、去伪存真?这客观上要求将物管、商管、安防、环保等领域的已有知识经验和运营需求,与数据科学技术紧密结合,以应用为导向,以数据为基石,以实践检验为标准,获得我们需要的知识,进而支持科学决策、科学判断、创新运营等。

(5) 智慧一体化

基于物联网泛在感知、互联互通,利用云计算、人工智能等技术,完成从底层设备到智能决策之间的全过程、全方位互联,形成“人、机、物、法、环”的一体化智慧平台,实现管理、服务、运营的数字化、网络化、个性化和智慧化。

3.2 建设思路

智慧林带运营管控平台提供统一的平台底座,上层各种不同的垂直场景应用就像是手机的APP,通过平台提供底层能力、标准化中间件支撑,迅速构建各领域应用。有效避免了底层硬件的重复建设、信息和数据规格符合平台规范,打破了信息孤岛,使得数据得到有效打通。信息孤岛问题、重复建设冗余投入问题、缺乏联动和标准问题以及不可持续更新问题,本质上都源于智慧城市顶层设计。这些问题看似难解,却都是来自于各个功能子系统(能源系统、电梯系统、弱电系统等)独立、割裂这一源头。

参考如图1所示,物联网系统框架示意图,从“感”“联”“知”“用”4个层面设计智慧林带平台。其中,“感”,即感知层,包括林带部署的智能终端设备和功能子系统硬件设备,完成对异构的设备、信道、场景、人员等感知对象,进行全场景、富媒体、精确、高效的数据感知与采集,实现场景的数据化。“联”,即网络互联层,主要通过统一标识大规模联网实体,并提供通用、安全的通信协议标准和接口规范,利用互联网、物联网、局部以太网等对应的异构网络融合技术,底层大规模异构实体与局部以太网的高效安全自适应的互联,完成异质网络上数据的实时安全传输和信息的高度共享,实现感知层异构功能系统横向的互联互通,为互相协作提供支撑。“知”,即平台层,包含数据服务、决策控制、业务等多个中台,完成对网络层汇聚的数据进行低延迟、高可靠、高效的分析与挖掘、决策以及闭环控制反馈等,打破各个功能子系统之间的“信息壁垒”,实现信息融合。“用”,即智慧应用层,基于底层硬件和平台,呈现智慧能源管理、公共安全、智慧停车等等不同垂直场景的应用落地。

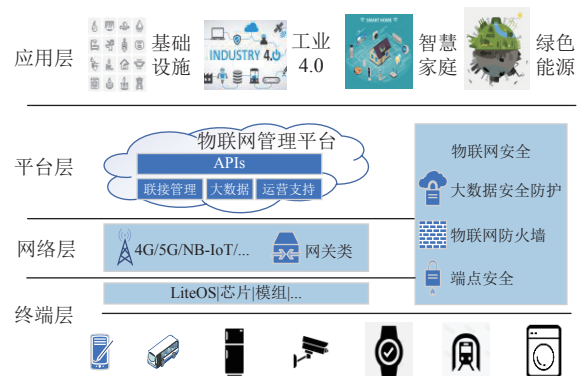


图1 物联网系统框架示意图

### 3.3 运营管控平台建设

如上所述,借鉴物联网系统“感”“联”“知”“用”的思想设计总体框架,平台具体设计和实现自下向上分成9层和2个体系,图2为智慧林带平台总体架构图。

弱电基础层:提供保证系统运行所必备的软硬件环境,为数据采集、管理、业务系统运行等提供基础支撑。

感知感知层:对接服务器端、接口端的外部数据,并按照协议规范对数据进行处理,完成对各子系统的控制和管理。

三维支持层:利用BIM数据提供可视化展示功能支持,为平台实现可视化管理和展现提供核心支撑。

中台数据层:对接收到的数据进行整合存储、分析处理和安全校验,保证数据的完整性和准确性。

中台管理层:将分散、异构的应用需求和信息资源进行聚合,建立一个支持信息访问、传递以及协作的集成化环境,为上层应用提供统一的资源管理平台。

中台业务层:从具体的应用出发,通过系统建设和系统集成,建立直具体业务的应用功能模块。

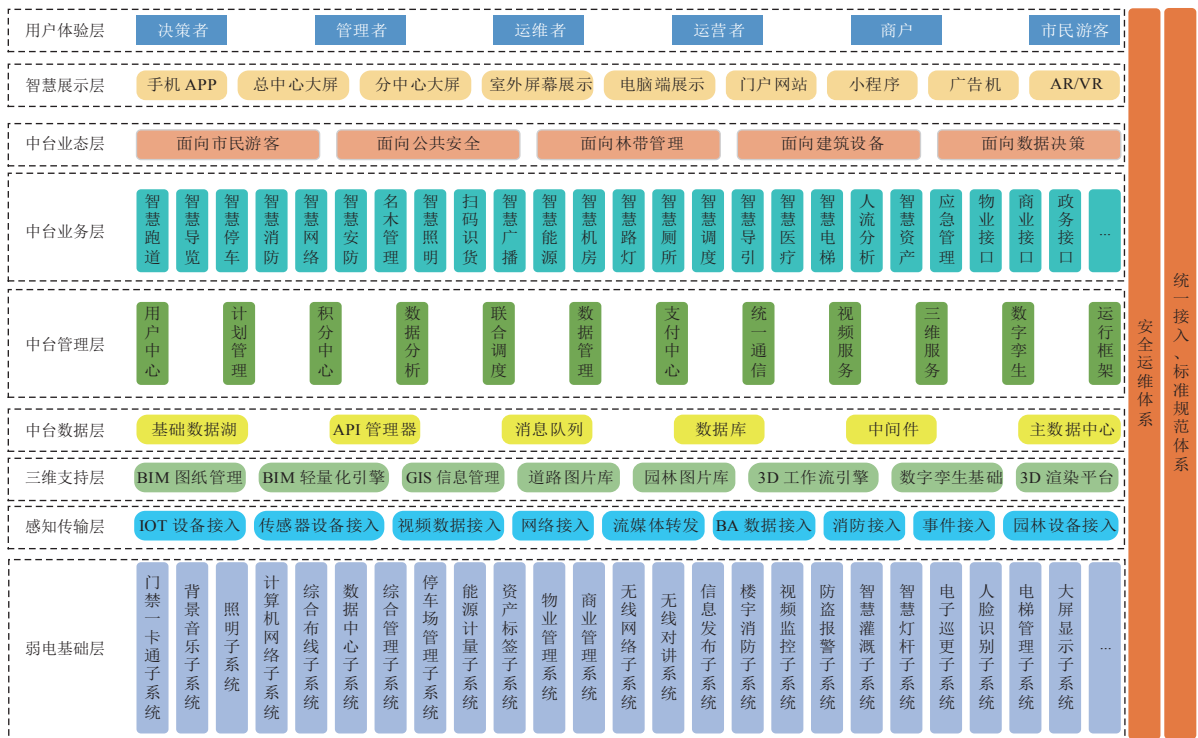
中台业态层:将中台业务层的不同应用功能模块进行组织,在三维支持层的三维加载下,打造面向市民游客、公共安全、林带管理和建筑设备的智慧应用。

智慧展示层:建立基于中台业态层的多端呈现体系,结合语音、手势、触屏和传统控制方式,提供大屏幕、PC端、APP端等多种应用展示场景。

用户体验层:针对不同的用户,完成不同展示场景的多业态界面和流程体验的设计与定制开发。

标准规范体系:遵循国家电子政务有关标准、行业要求等各类信息化标准规范,为各平台内部数据采集管理,平台之间及系统外部数据信息交换和共享提供技术规范。

安全运维保障体系:为保证平台运行提供统一的安全认证、运行管理、维护管理等服务。



## 4 智慧运营管控平台总体应用建设

正如平台需求分析以及提出的核心设计理念,总体应用主要分为两大核心功能和5大功能体系。

### 4.1 平台核心功能

面对需求各异的市民游客、海量的弱电设备以及

长期运行产生的数据信息,如何在用户服务、设备管理过程中体现平台的智慧化将是平台的亮点和核心价值体现.为此,本平台综合运用大数据、智能感知和人工智能技术,基于用户的位置信息提供智慧化服务体系.同时,利用物联网泛在感知和AI技术,构建基于数

字孪生的智能化运维管理体系,充分展现幸福林带“智慧化”的发展理念。

### (1) 基于位置的智慧化服务体系

位置信息是平台众多功能子系统正常运转的基础,基于位置信息提供智慧化服务,是串联各子系统的智慧化功能、强化用户科技体验的关键。平台在提供基于位置的智慧化服务过程中,充分挖掘位置信息背后的丰富语义,帮助积累用户历史数据,构建全面集成场内场外、线上线下不同场景用户信息的用户画像系统,同时基于用户画像信息,进一步构建智慧推荐系统,分析得到顾客的潜在需求,推荐合适的服务和信息,提高游客购物效率和体验。

#### 1) 信息物理融合系统的用户画像

智慧林带运营管控平台是一个典型的信息物理融合系统。该系统服务于业主、商管、物管、顾客等多种用户群体。更重要的是,系统包含了物理(环境)监测数据、商业数据、用户行为(体验)数据、服务数据等多种类型的数据,覆盖了用户与林带系统交互的全过程,能够全面刻画用户特征,是个性化服务和精准商业管理运营的前提。幸福林带的用户画像,全面集成了线上线下不同场景的信息,数据来源丰富,潜在价值高。对此进行研发和开采利用,不仅为面向用户提供智能服务奠定基础,还有可能打造出高价值数据产品和信息服务(例如林带用户画像,可以反映不同消费水平市民的出行方式、购物意愿和消费热点,为整个城市的商业布局、基础设施和交通规划提供极具针对性的信息依据,还可以为单个门店或连锁店的选址、精准经营、定价提供数据参考),开辟林带运营的新业态新方向。

#### 2) 跨域重识别

幸福林带区域空间大,环境类型多样,不能依靠单一技术,而必须联合多种监测技术手段、因地制宜部署不同监测系统,实现全域范围内的环境、设备、用户行为监测。跨域重识别,指的是在不同地域空间和不同类型的监测系统共同工作的场景中,如何保持对同一移动的目标对象实现一致性识别。跨域重识别,使得用户在任何时间、任何地方都能被系统准确识别,系统对用户的追踪不会因为用户移动范围的扩大、所处场景或者行为状态的变化而中断,从而满足智能服务无缝覆盖的前提条件。

#### 3) 边缘互联与互操作

智慧林带运营管控平台内各子系统及各式设备终

端,除了在数据层面统一接入数据中台外,还应具备一定程度的互联与互操作能力。特别是具备较强计算能力的边缘设备,应在保障系统安全性前提下,面向平台内信息空间提供开放的互操作服务。在边缘到中心的双向信息流动之外,进一步支持信息和指令的横向交换。边缘互联与互操作的意义有两层:充分利用边缘计算能力,降低中心端的计算负载和运维开销,提升系统的可扩展性;降低端到端传输时延,支持实时互操作和智能协同,保障复杂场景下的用户体验。

### (2) 基于数字孪生的智能化运维管理体系

平台利用数字孪生技术,构建智能化运维管理系统,实现面向物管的全林带数字孪生,完成林带内所有设备的全生命周期智能化管理运维,同时基于物联网泛在感知、大数据、深度学习技术和AI技术,构建智能化运营管控模型,实现林带故障智能化诊断与处理、预测性运维、智能工单派发等智慧化运维功能,降低物管的运维成本,提升管理效率。

#### 1) 故障预测

幸福林带运营过程中,不同子系统和设备产生了大量的运行数据和记录,例如故障记录、维修记录、运行状态、异常信息等,且数据包含的特征与故障存在某种隐藏的相关性。结合大数据和机器学习技术,发现设备故障出现的规律,构建故障与时间相关模型,预测故障出现的可能性和位置,有助于协助物管进行部署预测性维修,延长设备使用寿命。

#### 2) 智能诊断

幸福林带中,数10万子系统设备运行,且相互之间关联复杂。利用机器学习技术分析持续积累的监测数据,发现系统和设备中存在的异常值,并能够迅速判断异常类型和定位异常设备,指导物管人员排除故障,提高维护效率。

#### 3) 寿命预测

构建系统设备全寿命周期模型,通过持续的实时监测数据、历史故障数据、累计的维修记录等,评估设备健康程度和置信阈值,模拟系统设备的退化模式,预测设备剩余使用寿命,指导人员进行提前替换,避免潜在的不必要事故发生,提高系统健壮性。

#### 4) 事件模拟与推演

幸福林带区域空间大、设备种类多且关联复杂,对某些故障事件需多系统联动处理,如何有效合理的协同调动工作是智慧化物管能力的重要体现,也是幸

福林带安全重要保证. 目前在做应急决策时完全依赖于人为决策, 缺乏各种可供参考信息辅助决策, 通过事件模拟、演示与推演技术、交互式会商与协同技术有机集成, 构建可视化决策环境, 为专家提供决策分析与决策可视化工具, 提高应急决策方案的可行性、准确性与快速反应能力.

#### 4.2 5大功能体系

如图3所示, 本平台的智慧应用分为面向市民游客、面向公共安全、面向林带管理、面向建筑设备以及面向决策的5大类智能应用, 每一个具体的智慧系统应用功能对应的都是一系列管理、运维、服务的系统功能.

智慧应用体系											
面向市民游客的智慧应用		面向公共安全的智慧应用		面向林带管理的智慧应用		面向建筑设备的智慧应用		面向数据决策的智慧应用		平台核心功能	
序号	智慧应用	序号	智慧应用	序号	智慧应用	序号	智慧应用	序号	智慧应用	序号	智慧应用
1	用户平台	1	智慧安防	1	智慧网络	1	智慧楼宇	1	智能预警	1	目标定位
2	智慧步道	2	智慧消防	2	智慧资产	2	智慧能源	2	决策评估	2	用户画像系统
3	林带导览	3	智慧医疗	3	智慧停车	3	智慧机房	3	数据决策分析	3	推荐系统
4	智慧储物	4	应急管理	4	名木管理	4	智慧照明	4		4	跨时空域追踪识别
5	智慧厕所	5	智慧广播	5	环境监测	5		5		5	故障诊断与处理
6	扫码识货	6	智慧调度	6	智慧灌溉	6		6		6	预测性运维
7	一键求助	7	智慧导引	7	智慧防汛	7		7		7	智能工单派发
8	智慧垃圾箱	8	人流分析	8	林带知识库	8		8		8	
9	综合服务	9	智慧发布	9	政务接口	9		9		9	
10		10		10	物业系统接口	10		10		10	
11		11		11	商业系统接口	11		11		11	
12		12		12	招商系统接口	12		12		12	

图3 智慧林带应用体系示意图

##### (1) 面向市民游客的智慧应用

综合运用大数据、人工智能、物联网技术, 为市民游客提供跨时空域全方位的服务. 例如用户平台将林带内景观、交通、服务、商户、个人信息与运动交互等方面资源进行整合, 协助用户制定最优出行线路, 并事先安排好整条线路的交通、居住、用餐、休闲娱乐等事项, 减少用户等待时间. 在地上公园区域, 以公共绿道活动空间为载体, 采用先进的物联网技术, 汇聚成包含多参数多用户的大数据平台, 并根据用户的运动信息, 结合现代医学、AI技术, 为用户健康提供私人定制式的健康指导. 利用林带范围内WiFi、蓝牙、摄像头等基础设施, 实现多粒度多场景的无缝定位和实时路线规划, 规避人群拥挤区域.

##### (2) 面向公共安全的智慧应用

作为人员密集的公共场所, 幸福林带要对公共安全时刻保持警惕, 平台通过多系统之间互联互通协操作保障区域内的公共安全. 例如, 在智慧安防方面, 通过视频监控系统、安保巡更系统、入侵报警系统、门禁出入口控制系统、无线对讲系统, 以及BIM+GIS可

视化系统、门禁消防系统、防爆安全检查系统等多系统安防联动, 实现安防体系和应急指挥体系, 提高应急响应和处理效率. 智慧消防, 采用只监不控, 协助联动防控的策略. 根据起火位置设置合理的疏散路线并开启疏散指示灯, 引导顾客疏散至安全位置, 同时自动通知消防值班人员并启动消防设备进行灭火处理. 为避免人群聚集, 智慧导引通过视频网络、WiFi探针、5G智能感知等技术, 对进入林带的顾客进行跨区域、跨业态不间断的身份识别、位置信息和行为数据收集, 精准推送顾客感兴趣的周边商铺、商品等, 实时优化调整方案, 在降低安全隐患的同时, 为林带内各商户合理引流, 并提高顾客体验.

##### (3) 面向林带管理的智慧应用

林带管理体系庞杂, 需要通过智慧化应用对其进行梳理, 建立针对林带管理的应用体系, 协助实现智慧化运维. 幸福林带智慧运营管控平台基于物联网、大数据、人工智能等信息技术, 旨在解决数据共享不及时、信息管理封闭、人工监管低效的问题, 实现林带日常管理的数字化、网络化、智能化和精细化, 优化

管理流程,提高管理效率.例如,利用RFID技术管理林带区域内的固定资产,实现物资的监管、使用、置换等工作的自动化、数字化,并根据数据对整体项目进行资产结构分析和资产评估,以实现智慧资产管理.在智慧停车方面,将停车与人活动意图相结合,智能合理制定路线,避免车流拥堵,通过接入城市智能交通有助于城市交通疏导.在环境监测管理中,建立全方位的环境传感网络,依托BIM+GIS的三维可视化平台和人工智能技术建立环境传感监测系统和环保监测指挥调度智慧环境应用系统,完成环境质量状况客观、准确、智能分析监测,环保资源智慧、科学、有效分配调度,实现智能互联、零接触收集、精准化管理.

#### (4) 面向建筑设备的智慧应用

作为我国最大的单体地下综合林带项目,幸福林带需要对整体的建筑设备进行智慧化运营管控,实现对楼宇、能源、机房、照明等至关重要环节的综合管控.智慧林带运营管控平台践行数字孪生理念,实现物理世界和虚拟计算空间的无缝联接,利用物联网技术持续采集所有设备的运行状态数据,基于机器学习技术,智能评估设备及系统健康状况;及时发现设备隐患,提前作出故障预警,或者在发生故障时实时定位异常所在,为物业管理人员提供准确的诊断建议和维修方案,以提高了设备的可用性、稳定性和安全性,同时支持物业工单智能派发、巡更人性化管理,做到有的放矢,实时响应.例如,在智慧能源方面,利用物联网感知设备实时监测水、电、气等能源的消耗量,通过能源可视化模块将能源消耗状态、能耗构成情况和能耗目标等清晰呈现.随着数据的积累,利用人工智能技术逐步建立林带自己的能源管控模型,自主学习优化.

#### (5) 面向决策的数据智能应用

通过将项目中各个业务子集、服务子集、管理子集的各类海量数据进行挖掘分析,实现以数据流引领服务流、业务流、管理流,将深刻影响项目分工协作服务的组织模式,促进服务组织方式的集约和创新,并且为服务部门、业务部门、管理部门的分析、决策提供依据,促进项目各类业务数据融合和资源整合.建立“创新性服务、科学化决策、智能化管理”的服务机制,实现基于数据的科学决策,推动幸福林带项目决策管理理念和决策模式的进步,实现幸福林带科技化决策的新场景.

## 5 总结

智慧城市运营管控平台是一个规模大、创新强、多系统、跨学科、业务复杂的智慧化集成项目.建设应遵循规划大、起步小、升级快、兼容强的建设原则.即在规划阶段要从全局思考、顶层设计,同时具有发展眼光向未来展望;在设计初期从细微着手,深度挖掘需求和问题,坚持快速更新迭代,敏捷开发的建设原则保持平台灵活性,以及强延展性,高度扩展性.充分借助物联网、大数据、人工智能等新兴技术,达到人、物理设备与信息系统三元有机融合,确保管理、服务、运营和发展的数字化、精准化、多元化以及智慧化,最终为政府改善民生、管理市政提供决策支持,形成良好的经济效益、生态效益和社会效益.

## 参考文献

- 1 IBM. Smarter planet. [https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/smarterplanet/?mhq=smarter%20planet&mhsr=ibmsearch\\_a](https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/smarterplanet/?mhq=smarter%20planet&mhsr=ibmsearch_a). [2021-04-12].
- 2 杜新忠,徐松岩. 园区信息化管理与智慧园区建设. 城市建设理论研究(电子版), 2020, (13): 119. [doi: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202013098]
- 3 刘超洋. 智慧园区集成系统及架构的顶层设计. 智能建筑与智慧城市, 2020, (6): 22-24. [doi: 10.13655/j.cnki.ibci.2020.06.005]
- 4 李雪燕. 智慧城市视角下智慧园区规划建设. 居舍, 2020, (14): 11.
- 5 吴寿良. 浅读 GB 50314—2015《智能建筑设计标准》后的几点认识. 智能建筑, 2016, (16): 16-17.
- 6 毛超,彭窑胭. 智能建造的理论框架与核心逻辑构建. 工程管理学报, 2020, 34(5): 1-6. [doi: 10.13991/j.cnki.jem.2020.05.001]
- 7 王化君. 绿色建筑中楼宇自控系统的应用及前景分析. 智能建筑与智慧城市, 2017, (11): 24-25. [doi: 10.13655/j.cnki.ibci.2017.11.006]
- 8 魏奋. “城市大脑”下一步工作计划: 预防交通事故. [http://zzhz.zjol.com.cn/xww/lskb/hz13179/201710/t20171023\\_5433973.shtml](http://zzhz.zjol.com.cn/xww/lskb/hz13179/201710/t20171023_5433973.shtml). (2017-10-23).
- 9 北京经信委. 智能机器人助力智慧城市建设. <https://tech.qq.com/a/20170818/035575.htm>. (2017-08-18).
- 10 王汇. 浅谈智慧安防管理平台的研发与应用. 智能建筑与智慧城市, 2021, (1): 91-93. [doi: 10.13655/j.cnki.ibci.2021.01.029]
- 11 河北雄安新区规划纲要. [http://www.xiongan.gov.cn/2018-04/21/c\\_129855813.htm](http://www.xiongan.gov.cn/2018-04/21/c_129855813.htm). (2018-04-21)[2020-09-04].



- 12 National Research Foundation, Singapore. Virtual Singapore. <http://nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>. [2021-02-27].
- 13 中国信息通信研究院. 数字孪生城市白皮书 (2020 年). <http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202012/P020201217506214048036.pdf>. [2020-12-18].
- 14 范明月, 张武林. 城市更新视角下西安幸福林带综合开发运营模式研究. 工程管理学报, 2021, 35(2): 80–84. [doi: 10.13991/j.cnki.jem.2021.02.015]
- 15 Grieves M. Digital twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication. <https://www.3ds.com/fileadmin/PRODUCTS-SERVICES/DELMIA/PDF/Whitepaper/DELMIA-APRISO-Digital-Twin-Whitepaper.pdf>. (2021-06-30).
- 16 Glaessgen EH, Stargel DS. The digital twin paradigm for future NASA and U. S. air force vehicles. Proceedings of the 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference. Honolulu, Hawaii: AIAA, 2012. 1–14. [doi: 10.2514/6.2012-1818]
- 17 Lehner H, Dorffner L. Digital geoTwin Vienna: Towards a digital twin city as geodata hub. PFG—Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, 2020, 88(1): 63–75. [doi: 10.1007/s41064-020-00101-4]
- 18 Dembski F, Wössner U, Letzgus M, *et al.* Urban digital twins for smart cities and citizens: The case study of Herrenberg, Germany. Sustainability, 2020, 12(6): 2307. [doi: 10.3390/su12062307]
- 19 Schrotter G, Hürzeler C. The digital twin of the city of Zurich for urban planning. PFG—Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, 2020, 88(1): 99–112. [doi: 10.1007/s41064-020-00092-2]
- 20 Fan C, Zhang C, Yahja A, *et al.* Disaster city digital twin: A vision for integrating artificial and human intelligence for disaster management. International Journal of Information Management, 2021, 56: 102049. [doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.102049]
- 21 Du J, Zhu Q, Shi YM, *et al.* Cognition digital twins for personalized information systems of smart cities: Proof of concept. Journal of Management in Engineering, 2020, 36(2): 04019052. [doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000740]

(校对责编: 孙君艳)