

公园城市背景下的公园数字化系统架构模式研究

Research on the Construction Method of Digital Park Systems in the Context of Park City

杨博¹ 殷明¹ 董楠楠² 刘知为² 张志明³
YANG Bo¹ YIN Ming¹ DONG Nannan² LIU Zhiwei² ZHANG Zhiming³

(1.上海市园林科学规划研究院, 上海 200232; 2.同济大学建筑与城市规划学院, 上海 200092; 3.上海云璟信息科技有限公司, 上海 200093)

(1. Shanghai Academy of Landscape Architecture Science and Planning, Shanghai, China, 200232; 2. College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai, China, 200092; 3. Shanghai Yunjing Information Technology Co., Ltd., Shanghai, China, 200093)

文章编号: 1000-0283(2025)04-0036-08
DOI: 10.12193/j.laing.2025.04.0036.005
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2025-01-02
修回日期: 2025-02-18

摘要

以公园数字化场景为切入点, 对公园数字化系统的架构模式开展研究, 是一种新颖的研究视角。梳理公园数字化场景的基本类型、建设情况和未来趋势, 结合公园城市背景、行业政策导向、发展制约瓶颈等关键问题, 提出兼顾公园体系数字化转型和公园个性化发展的系统架构模式。研究指出, 中国公园数字化建设已取得显著成就, 但在建设维护成本、标准化建设、数据挖掘利用等环节存在巨大提升潜力。国际公园数字化发展在技术应用、顶层设计和建设理念等方面具有可资借鉴的先进理念, 宜结合中国国情兼收并蓄。梳理提炼国内公园数字化系统架构模式实践经验, 以上海市为例, 当前公园数字化系统呈现“分立型”“集中型”“多元型”三种典型模式, 每种模式各有适用场景, 不可仅从技术是否先进的角度进行简单褒贬。针对发展制约瓶颈, 提出“一核多模”架构模式, 即统一的通用核心、可选择开发模式、可复制功能模块, 旨在促进系统融合、降低综合成本、丰富个性化功能、整体提升公园体系数字化水平, 能够为公园城市管理和提供服务提供有力支持。

关键词

公园城市; 公园; 数字化系统; 架构模式; 研究

Abstract

This article takes the digital scene of parks as its starting point and examines the architectural model of the digital system within parks, presenting a novel research perspective. This paper reviews the fundamental types, construction status, and future trends of park digitalization scenarios. It proposes a system architecture model that balances the digital transformation of park systems with the personalized development of parks, considering key factors such as the context of Park City, industry policy directions, and development constraints. The study noted that China's park digitalization efforts have achieved remarkable progress. However, significant room for improvement remains in construction and maintenance costs, standardized construction, data mining, and usage. The digital development of international parks offers advanced concepts that can inform technology applications, top-level design, and construction philosophy, which should align with China's national conditions. By reviewing and refining the practical experiences of domestic park digital system architecture models, using Shanghai as an example, the current park digital system reveals three typical models: "Isolated", "Centralized," and "Multiple." Each model has its applicable contexts and should not be simplistically praised or criticized based solely on technological advancement. To address the challenges of development constraints, this article proposes a "one core and multiple modes" architecture model comprising a unified general core, selectable development modes, and replicable functional modules. The aim is to promote system integration, reduce overall costs, enhance personalized functions, and elevate the overall digitalization level of the park system, providing robust support for Park City management and services.

Keywords

Park City; park; digital system; construction model; research

杨博

1983年生/男/上海人/硕士/高级工程师/
研究方向为公园城市智慧园林

殷明

1993年生/男/江苏南京人/硕士/助理工
程师/研究方向为风景园林规划设计

董楠楠

1975年生/男/安徽合肥人/博士/副教授/
研究方向为数字景观技术、城市立体园林

基金项目:

上海市“科技创新行动计划”社会发展科技攻关项目“超大城市上海公园城市构建关键技术研究” (编号: 23DZ1204400); 上海市绿化和市容管理局科学技术项目“基于多元大数据的城市公园数字化管理典型应用场景研究” (编号: G220203)

公园城市作为新时代城市发展的新理念,强调将城市建设与自然生态深度融合,构建人、城、境、业和谐统一的新型城市形态。公园数字化利用大数据、云计算、物联网等现代信息技术,对公园的建设、管理、服务、运维进行全面提升,能够实现资源精准配置、环境实时监测、游客行为智能分析、文化活动线上推广等,极大地提升了公园服务效能。

公园城市背景下,公园数字化具有以下特点:(1)城园融合更紧密。数字化技术打破了传统公园与城市的界限,通过智能连接,公园与城市的交通、公共服务等设施无缝对接,实现城市功能与公园功能的深度融合。(2)管理服务更智慧。数字化管理平台的运用,使得公园的管理更加精细化、智能化,极大提升公园的管理水平和服务质量。(3)游客体验更丰富。数字化技术为游客提供更加多元化、个性化的游览体验,增强公园的吸引力和趣味性^[1-3]。

公园数字化建设是绿化市容行业开展数字化转型发展的重要板块,是衔接“数字中国”国家战略、推进“公园城市”建设的关键举措,对提高城市生态环境质量、提升公园体系社会经济贡献具有重要支撑作用^[4]。中国城市公园数字化发展迅猛,数字化场景类型丰富,对公园数字化系统架构模式开展研究具有理论和现实指导意义。本文以公园数字化典型应用场景为切入口,开展公园数字化场景建设现状和趋势特征研究,提出公园数字化系统架构模式的优化建议。

1 研究方法和数据来源

本文主要采用文献分析、问卷调查、现场调研和访谈等研究方法,调研案例分为国内和国际典型公园两部分。国内典型公园21

个,包括上海的公园13个,并组织开展公园管理者问卷调查,参与公园管理单位37家;其他城市的公园8个,主要为一线、二线城市。国外典型公园12个,主要涉及欧洲、美洲、澳洲和东亚。国内典型公园的选择思路为:(1)优先选择入选中国智慧景区TOP100的公园;(2)具有地域代表性、体现当地特色的城市公园;(3)数字化程度较高的公园。国外公园选择思路为:(1)代表性国家和城市;(2)采用了先进技术;(3)具有代表性应用场景。数据来源主要为一手调研数据和网络已公开数据。

2 国内公园数字化发展现状

2.1 公园数字化势头迅猛,成就显著

以北京、上海发布《北京市智慧公园建设指导书》《上海市智慧公园建设导则(试行)》为标志,中国公园数字化建设已走过8年历程,从信息化阶段进入数字化阶段,并且正朝着标准化、智能化阶段迈进^[5-6]。基于现场踏勘和公园在线系统调研,国内公园数字化场景主要分为8大基本类型:游憩、组织、安全、保障、景观、养护、设施、维护。

近年来随着智能手机的普及,国内城市公园数字化发展呈现出令人瞩目的迅猛势头,取得了显著的建设成就,具有以下5个典型特征:(1)广——数字化技术应用十分普遍;(2)全——公园数字化场景类型丰富;(3)大——公园数据具有大数据特征;(4)融——公园数字化场景建设呈现多方共建发展趋势;(5)创——大部分公园已开始走向自主、创新之路。

2.2 公园数字化建设具有显著的人性化和系统性特征

中国公园数字化场景具有鲜明的人性化

特色,以游客服务为中心的数字化场景十分丰富。游客基于手机客户端就能轻松实现入园预约、语音导览、科普教育等功能,智慧停车、智慧厕所等人性化设施为公众提供更为贴心的服务和便利。公园绿化管理也从手动操作向人工智能转变,智能浇灌系统、乔木数字身份证等技术的应用提高工作效率、减轻劳动强度,深受公园绿化养护人员的喜爱,有助于提升公园的精细化管理水平。

中国公园的数字化场景建设具有典型的系统化管理特征,一般可分为市级管理平台和公园管理平台两个层级。国内大部分城市都建立了面向全市公园的数字化管理系统,功能板块以建/构筑物管理、自然资源管理、游客管理为主。如北京市公园管理中心业务管理系统(2019年),主要功能板块包括古建筑管理系统、古树名木管理系统和动植物管理系统;上海市智慧公园综合管理信息平台(2018年),主要功能板块包括公园基础数据库、游客量管理、公园生态环境、动植物名录。系统化特征主要体现在公园管理的整体性和协调性上。通过数字化技术,公园管理者可以更加便捷地对各项设施进行监控和维护,确保公园的正常运营。同时,数字化系统还可以帮助管理者优化资源配置,提高公园服务质量和效率。

2.3 公园数字化管理在数据管理和数据挖掘方面仍处于起步阶段

当前,公园数字化场景建设的主要目标更多是提高建设管理效率或打造数字化游憩景观,而在数据管理和数据挖掘方面仍处于起步阶段,尚未得到足够的重视。大部分公园虽然建设了数字化平台,但日常积累的数据往往未进行数据清洗和分析利用,也未研究制定数据管理制度,更鲜有配套公园大数

据分析技术人员，数据管理机制体制有待进一步完善。当前公园数字化场景在数据管理和数据挖掘方面的欠缺不容忽视。数据管理的不完善可能导致数据的准确性和完整性受到影响，进而影响决策的有效性。而数据挖掘的缺乏则意味着公园管理者可能无法充分利用现有数据来发现潜在的问题和机会，从而无法做出更加明智的决策。

3 国外公园数字化发展特点与趋势特征

3.1 国外公园数字化发展特点

(1) 应用技术方面。国外公园数字化场景主要基于互联网、物联网、移动设备、可穿戴设备、虚拟/增强/混合现实、3D/4D电影等智能媒介技术，部分试验性项目应用人工智能技术。德国、意大利、埃及等国家，广泛开发虚拟游园、数字孪生、虚拟人互动等数字化场景，增强游客体验和互动性^[9]。

(2) 顶层设计方面。国外公园数字化场景发展通常紧密衔接智慧城市规划建设内容，这方面较为领先的是新加坡。新加坡于2014年即发布了“智慧国家2025”计划，构建智慧化环境治理体系；之后为市民开发一款名为“my ENV”应用软件，可提供各类环境公共服务信息，方便市民开展环境问题的社会监督。由于公众参与和移动智能设备等新技术的出现，公园数字化场景已不再局限于公园实体空间，而是拓展至无形的网络空间，突破了空间限制、信息传递限制^[7]。

(3) 建设理念方面。国外公园数字化场景建设十分关注如何通过数字化技术促进公众参与和社区互动，形成更健康的生活方式，营造更有创造力的城市公共空间，基于智慧城市的意识十分明显。这方面较有代表性的案例是加拿大拉瓦尔市的“未来公园”改造提升项目。卡雷拉瓦尔公园通过数字化

技术促进公园改造项目建设进程中的公众参与，促进数字技术与城市系统更好地融合，增加城市吸引力，助力城市更新发展^[8]。

综上，由于中西方在城市规模、发展阶段、管理制度、文化理念和数字化技术等方面存在差异，西方经验并非全然适合中国国情，有必要基于国情和人民需求，对符合发展规律的共性内容予以借鉴，如增强游客体验和互动性、紧密衔接智慧城市规划建设、促进公众参与和社区互动、形成更健康的生活方式、营造更有创造力的城市公共空间等^[9-11]。

3.2 公园数字化场景发展的趋势特征

3.2.1 公园数字化发展定位

基于国际上具有代表性的公园数字化应用案例(表1)，可以发现国际先进公园的数字化应用场景体现出明显的智能感知特征，如交通人流和环境监测等方面的智能技术应用，所获取的数据不仅服务于公园内部管理，也是城市大数据的重要组成部分。这体现了公园数字化场景对内服务日常管理、对外支持智慧城市的发展趋势，可以预见未来公园将成为智慧城市的信息终端之一，中国公园数字化场景的建设管理应积极借鉴此经验^[12,13]。

3.2.2 数据采集与系统架构

(1) 采集自动化。随着无人机、摄像头等网络信息采集模式的普及，以及遥感、GPS等地理测绘技术的成熟，城市公园中对空间信息数据的采集也将逐渐自动化。大数据、云计算、BIM等数字技术等推广与应用，也为公园中自动化、智能化采集数据并储存在相关信息平台提供有力的技术支持。

(2) 结构标准化。未来越来越多的城市

公园将走向数字化管理的道路。而在此过程中，各公园之间如何实现信息的互通与比较，公园的数据流如何与城市的信息底座对接，从而实现公园间，乃至区域间信息网络的构建与数据资源的共享，是推动公园数字化建设的一大重难点。因此，基于智慧城市以及公园的建设需求，可以通过制定统一的采集标准及归档要求，编写大数据平台设计的标准规范，确立信息共享机制，实现从采集数据、到储存、分析、应用各环节的标准化处理^[14]。

3.2.3 服务场景与管理功能预测

(1) 信息可视化。在可视化技术应用下，利用图形图像展示公园的数据内容，能够突出数据的实时变化，依托可视化平台的管理与运营工作，可基于自动化运维技术实现数据的高效管理与服务。数字孪生虚拟技术是近年来在公园数字化潮流中的一大热门方向，其能通过高度仿真的动态数字模型来模拟验证公园三维空间的状态和行为。通过数字孪生公园设计，能够建立所需的全场景、全信息、全要素模型，以可视化的方式在虚拟世界里展示出来，并用以指导真实目标的设计、建造和运营。

(2) 管理协同化。公园管理一直是社会治理的重要议题之一。为对公园的科学化、高效化以及精准化管理，需要构建一套公园协同治理机制。实现公园的良性管理，不仅需要公园管理部门的协调组织，还需要政府部门的负责监管以及居民的共同参与，发挥协同作用，才能寻求到公园服务管理的供给平衡点^[15]。

3.2.4 拓展应用与创新技术预测

(1) 应用多元化。公园的数字化管理带来的未来应用场景十分广泛。构建多元化的

表1 国际先进公园数字化场景建设信息一览表
Tab. 1 List of international advanced park digital scene construction information

国家 Country	案例 Case	公园数字化场景 Park digital scene	数据类型 / 智慧设施 Data type / smart facility	城市数字化场景 Urban digital scene
英国	伦敦伊丽莎白奥林匹克公园	公园人流量分析及预测	监控视频——人车流量	分析公共汽车站的使用率和路口的等待时间,改善该地区的可达性
		—	小气候传感器——气象数据(温度、湿度和压力)	气象监测、预报,地区发展决策
		—	空气质量传感器——空气质量	地区发展决策
		保护公园中的物种	蝙蝠传感器	研究城市发展对蝙蝠种群产生的影响
		实时虚拟现实地图、能源管理	智能区数据基础设施(SDDI)	制定规划决策
伦敦萨顿项目	—	人流量	需求分析、绿地发展决策	
拉斯维加斯日落公园	计算使用率、车辆信息统计、实时警报	实时车流量数据	主动制定规划决策	
	预测设施利用率	机器学习算法的车流量预测建模数据		
美国	射频识别设备(RFID)植物	管理植物健康档案	树木RFID标记数据	预测未来树林长势
	波士顿智慧长椅	研究基础设施的使用情况	公众使用时间(充电时间)	规划基础设施和区域发展决策
	纽约行道树地图	绿色资产管理,节能、雨洪、减排、固碳能力统计,记录养护管理活动	行道树种类、位置、状态	公众认知与领养活动,接入社交媒体活动
	莫里斯维尔公园连接计划	公园环境监测与分析	雨洪数据、空气质量数据、停车场使用情况	提供面向公众的停车位信息
虚拟新加坡	—	—	噪声数据	舒适导向的规划决策
	—	—	建筑和环境模型(3D模型)	辅助规划,导航
新加坡	新加坡动物园智能仪表	监控能源消耗,降低管理成本	用水数据、用电数据	—
	滨海湾花园	优化植物养护	土壤湿度、湖水质量	公众信息服务
		预测分析	人流量数据	
	—	检查灌溉管道,降低人力成本	无人机	—
—	减少清洗次数,集中管理	智能垃圾桶	—	

公园数字化管理平台,需要支持多系统端的使用,例如PC端、手机端(Android和iOS系统)以及iPad端,从而实现不同类型设备间的共同管理,这有助于构建区域全覆盖、全

过程、全天候的城市公园管理体系,促进公园管理由单一封闭走向多元开放。

(2) 决策智慧化。数字化将全面赋能公园管理模式创新和跃迁升级。而公园数字化

管理体系的搭建,有助于实现公园以及城市区域建设决策的智慧化。可以认为,依靠数字技术应用和数字化设备迭代推进管理创新并辅助管理决策,实现公园管理需求与供给之间的协调平衡,是公园管理走向数字化的一条必经之路^[16]。

4 公园数字化系统架构模式分析——以上海市为例

4.1 公园数字化系统架构模式研究进展

公园数字化系统架构模式理论研究是智慧城市与生态服务融合的前沿领域,其核心在于通过信息技术重构传统公园管理体系。早期研究主要关注“成本—效能”问题,认为建设成本是首要制约因素。系统如果不能切实发挥服务效能,将面临使用率低进而缺少维护、迭代资金的风险,系统将被弃用而造成初期投资浪费。合理选择适宜的系统架构模式极为关键,没有必要追求“高、大、全”的系统架构模式,经济适用才是理性的选择^[17,20]。

随着技术飞速发展,数字化系统的实用性日益增强,近年来研究主要聚焦系统架构的先进技术问题,围绕“感知—传输—分析—应用”4个层面展开。强调以物联网感知层为基础构建环境数据采集网络,通过5G/窄带物联网实现异构数据传输,并依托云边协同计算架构提升数据处理效率。主流模式包括模块化分层架构(基础设施层、数据中台层、应用服务层)、微服务架构和混合云架构三种。其中微服务架构因可扩展性强、支持个性化服务定制而备受关注。当前技术方面的研究重点逐渐从单一功能实现转向跨系统集成,数字孪生技术驱动的虚实映射架构成为新趋势,通过建立三维可视化模型实现公园生态要素的动态监测与模拟预测。值

得关注的是，在数据安全架构设计、异构系统兼容性以及人机协同服务模式等方面仍存在研究缺口，隐私保护和数据安全相关立法尚不够完善，未来技术研究需强化隐私计算框架与边缘智能节点的理论创新，同时探索适应不同规模公园的弹性架构模型^[21-22]。

由于研究者十分关注前沿技术发展，容易忽视城市公园管理者面临的现实管理问题，如系统架构模式的个性化选择、新旧模式的兼容迭代、城市公园体系整体数字化转型提升等。公园数字化系统建设实践经验的总结和梳理工作也较为缺乏，公园管理者在日常工作中积累的经验、摸索出的技术路径往往具有极强的生命力，是面对真实需求的可行解决之道。公园和社区之间的融合发展也碰撞出了一些超乎想象的建设管理模式创新，但尚未广泛引起研究者注意，有必要深入调研挖掘，进一步促进公园城市发展。综上，相关技术和理论研究尚不能充分支撑城市公园体系的数字化转型发展需求，亟待与时俱进、兼收并蓄填补上述研究空白领域。

4.2 当前公园数字化系统的三种典型模式

上海公园数字化发展水平位于国内前列，其数字化场景建构模式具有典型代表性和显著的研究价值。当前上海公园数字化场景呈现三类典型模式，根据数字化系统集成程度、数字化系统开发主体等差异，可基本分为“分立型”“集中型”“多元型”三类。

“分立型”模式是指针对某一数字化场景，单独开发、独立运行的应用系统，无统一的系统平台，系统与系统之间无交互关系，主要存在于2015年以前开展数字化场景建设的公园。其优点是系统开发成本较低，系统轻量化，开发时序灵活，系统专业化程度高，系统稳定性强，日常维护成本较低，技术迭代

更新速度快；其缺点是系统可能由多家单位开发，存在数据标准不统一、数据互不贯通等问题，容易形成所谓的数据孤岛，如能统一标准、贯通数据，则具十分广泛的应用场景。

“集中型”模式是指统筹各数字化场景的信息平台，如上海世博文化公园一体化运营管理平台（2022年），建设内容主要包括管理中枢、数据中心、管理业务平台和服务业务平台，主要存在于2015年以后建成的市级公园。其优点是系统开发标准统一，统筹管理水平较高，各类数据易于贯通，容易形成数据湖、数据仓库；其缺点是建设投资规模较大，日常维护的资金和人力成本较高，系统故障时易引发关联影响，主要适用于有充分资金保障的大型高等级公园。

“多元型”模式是指公园数字化场景由多元主体开发，可细分为“植入式”和“接入式”。“植入式”是指外单位在公园内建设的数字化场景及系统设备，如环保局、公安局、水务局、体育局等部门在公园内设置的环境监测系统、安防监控系统、水位监测系统、智能体育设施等，主要存在于2015年以后新建数字化场景的区级公园。“接入式”是指城市数字化管理系统接入公园数据的情况，如上海市闵行区华翔绿地公园正在试点与城市网格化管理平台衔接，城市网格化管理平台将增加城市公园管理内容。“多元型”模式代表着相关行业数字化转型和智慧城市建设对公园体系的深刻影响，带来一系列新机遇和新问题，对公园数字化场景建设有带动或丰富作用，但也带来数据采集、保密、使用等的数字化监管问题，目前尚处于探索阶段。

“分立型”模式、“集中型”模式的区别主要在于子系统的建设标准是否统一、子系统之间的数据是否贯通、子系统是否能够不

受其他子系统故障影响而独立运行，二者有迭代完善、兼容融合的趋势。随着技术的迭代发展，分立的子系统将逐步纳入集中的大系统管理平台中，大系统平台将有针对性地获取有限且必要的汇总数据，子系统仍可保留自身的独立性、安全性和灵活性；当子系统需要大平台提供的新功能时，可由大系统开通功能模块使用权限，由于功能模块基于普遍需求，因此不同子系统之间的相似性将有所提高，子系统之间的信息互通将进一步增强。“分立型”、“集中型”模式与“多元型”模式的区别主要在于建设主体是单的还是多元的，未来公园数字化系统建设不可避免将是多元主体的，三者之间的边界将逐步被打破，呈现日益融合、一体集成的特征，但数字化系统建设的分工、数据治理的权责将更为明确和精准。

4.3 当前公园数字化系统架构模式的制约瓶颈

(1) 建设维护成本高。建设和维护成本是限制公园数字化可持续发展的根本问题，其不仅限制单个公园的数字化系统开发利用，也限制公园体系数字化发展整体水平。目前存在公园数字化发展水平不均衡、同类系统重复开发、开发维护成本高等问题。(2) 建设标准不统一。标准化是公园数字化管理的重要基础，以往公园数字化系统开发采用不同类型的开发标准，容易造成新旧系统不兼容、数据难以贯通等问题。(3) 新旧系统不兼容。在公园数字化管理的过程中，往往会遇到已建系统和在建系统之间的兼容性问题。(4) 系统拓展不灵活。每个公园都有其独特的自然风貌、历史文化和管理需求。传统的单体架构系统往往难以灵活应对这些多样化的需求。(5) 数据管理效率低。数据是公园数字化管理的重要资源，但公园面对日

常积累的公园大数据很难依靠自身专业技术力量进行处理，需要数字化技术为公园管理人员赋能才能破解此瓶颈^[23-24]。

5 公园数字化场景架构模式建议

5.1 “一核多模”架构方案的运作模式

本研究借鉴微服务、数据中台技术原理和优势，兼顾公园城市、公园管理单位和广大市民的实际需求，聚集城市公园体系数字化管理和具体公园数字化场景建设的瓶颈、痛点，提出适合各类城市公园的数字化管理系统框架方案，可概括为“一核多模”架构，即“统一的通用核心、可选择开发模式、可复制功能模块”（图1）。

“一核多模”架构旨在突破独立开发的数字化系统带来的数据隔离，构建统一的数字化部署规则和技术标准，以规则标准统一促进各类系统融合，以降低建设维护成本促进行业数字化转型提升，以实施简易、功能灵活促进推广应用，从根本上实现公园体系内部信息贯通。

“统一的通用核心”是指具有统一的数字化系统部署规则和通用的数字化系统开发标准，通用的开发标准能够确保数据在不同模式的系统间高效贯通，统一的部署规则是从顶层设计出发，将当下及未来的城市公园数字化系统纳入统筹考虑，整合、融合各类数字化系统最终形成系统合力。这有助于实现数字中国战略“上下贯通、形成合力”的数字化发展目标。

“灵活可选择模式”是指公园数字化系统将不再局限于本研究总结的“三种模式”，公园开发数字化系统可以选择适合自己的模式，也可以基于现有模式部署具有其他模式优点的功能系统，如“分立式”模式可部署集中管理数据平台，“集中式”模式可增加独立运行但数据贯通的相对分立的子系统，能够促进公园新旧系统融合、补足系统短板。

“动态可复制模块”是指公园数字化系统、子系统、功能模块具有可复制、可增删的灵活配置属性，公园可根据实际需求选择性部署已有的系统和功能，也可以开发新的系统和功能，当新的系统和功能开发完毕后，其他公园可申请应用这一系统或功能模块，并可结合自身需求进行优化调整，这种模式能够保障公园数字化系统经济适用、不断迭代，降低公园数字化系统开发维护成本，持续提升行业数字化水平。

“一核多模”数字化系统的实施路径主要采取顶层设计引导、标准化推进、上下贯通方式部署。顶层设计引导是指由市局牵头进行顶层设计的总体谋划，搭建系统总平台，落实数字化建设标准体系。标准化推进是指以公园数字化标准为抓手，考核公园数字化建设质量，循序渐进推进新老系统的数据标签、接口协议、功能模块

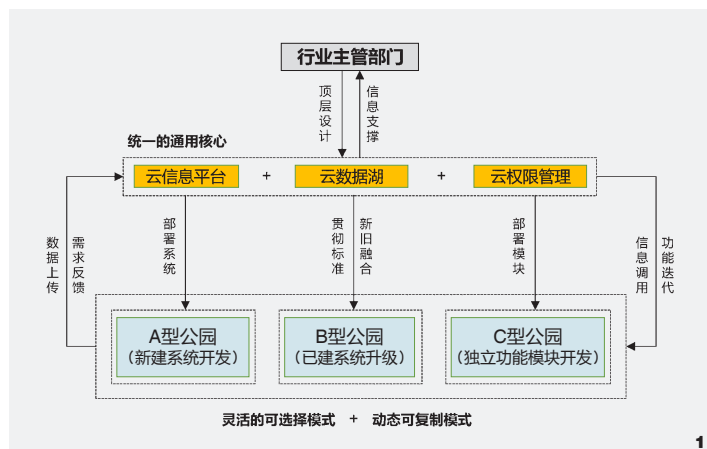


图1 “一核多模”架构方案的运作模式示意图
Fig. 1 Schematic diagram of the operation mode of the "one core multi-mode" architecture scheme

等一揽子技术标准的统一。上下贯通方式是指既包括自上而下的政策要求，也包括自下而上的功能需求，在上下贯通过程中明确具体建设项目和实施内容，由市局、区局、公园管理中心、公园及系统内单位、技术企业共同完成。宜借鉴银行、信息行业数字化转型成功经验，自上而下推动顶层设计落地实施，由行业主管单位正职领导亲自担任行业数字化转型提升推进工作组组长，负责顶层设计、战略布局和实施考核等工作。宜抽调行业内科研技术人员成立行业数字化转型提升推进工作组，负责顶层设计落实、战略布局方案细化、数据处理技术支撑等工作。

5.2 “一核多模”架构方案的系统结构

为促进公园全面数字化转型，提升游客体验，优化资源配置，增强公园管理与运营效率，本文研究构建了多层次、标准化的数字化场景结构，能够广泛覆盖游客、公园技术人员及管理人员，实现数据的高效采集、存储、处理与应用（图2）。城市公园“一核多模”架构可分为5个层次，由浅入深依次为：

(1) 数据层。作为基础，主要负责采集和交换各类核心数据，包括但不限于游客信息、生物资产（如植物种类、动物种群）、养护维保记录、巡查检查结果、员工信息等，为上层应用提供丰富、准确的数据源^[25-27]。“一核多模”架构方案基于统一的标准体系建设，各公园管理人员在日常业务中应用系统功能模块时，符合标准规范的数据可自动录入系统并动态更新统计信息，相关管理人员可根据设定的权限调用所需数据。

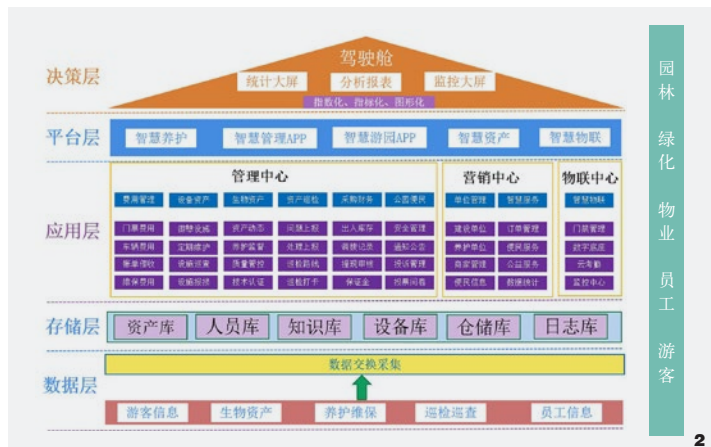


图2 “一核多模”架构方案的系统结构示意图
Fig. 2 Schematic diagram of the system structure of the "one core multi-mode" architecture scheme

(2) 存储层。构建分类数据库体系，包括资产库、人员库、知识库、设备库、仓储库、日志库等，确保数据的有序存储与高效访问，为数据分析与应用奠定坚实基础，一般采用政务云存储相关数据。

(3) 应用层。聚焦于支撑公园核心业务的管理子系统，设立管理中心、营销中心和物联中心三大应用中心。每个中心围绕其核心业务，配备全面的数据管理和应用功能，如游客服务优化、活动策划执行、设备远程监控等，相关功能模块可根据需求选择使用，也可定制开发新功能模块，其他公园可申请使用新开发的功能模块（需缴纳一定费用），显著降低开发成本、提升公园体系整体数字化水平^[28-30]。

(4) 平台层。作为信息集成平台，整合智慧养护、智慧管理App、智慧游园App、智慧资产、智慧物联等多个模块，实现跨系统、跨平台的数据共享与业务协同，为游客、工作人员提供便捷、智能的服务体验，和功能模块一样，其也具备可选择、可复制属性。

(5) 决策层。在深度数据分析基础上，进一步提炼关键信息，通过统计大屏、监测大屏、分析报表等直观形式展示，为公园管理人员提供及时、全面的决策支撑信息，助力精准管理与战略规划。

“一核多模”架构方案通过构建多层次、全方位的数字化体系，能够提升公园体系整体数字化水平，为公园技术人员和管理人员提供强大的数据支持与决策辅助，推动公园管理模式的创新与升级，有助于支撑本市高水平公园城市建设。

5.3 “一核多模”架构方案的作用

在上海“公园城市”“千园之城”规划建设背景下，公园体系数

字化管理面临巨大挑战，不仅公园数量众多，而且需统筹已建公园、在建公园、待建公园的数字化系统建设，实现“上下贯通、协同有力”的一体化管理目标。“一核多模”架构方案的提出，正是为了应对这一挑战，通过统一规划、统一建设、统一处理的方式，实现标准统一、系统兼容、数据高效整合与利用，为城市公园的管理和服务提供强有力的支持，主要作用如下：

(1) 唯一数据源的核心地位。在“一核多模”架构方案下，每个数据应用都以云数据湖为信息调用来源。这一设计确保了数据的统一性和准确性，避免数据孤岛和重复建设的问题。数据中台如同一个强大的数据中心，汇聚来自各个业务系统的数据，形成全面、准确、实时的数据资源池。无论是公园管理、游客服务还是科研分析，都可以通过数据中台获取所需的数据支持。

(2) 统一规划、建设与处理。“一核多模”架构方案的系统结构，从设计、组织、建设到流程，都经过精心的规划和实施。在设计阶段，充分考虑数据的多样性、复杂性和实时性要求，制定科学合理的数据架构和存储方案。在组织层面，成立专门的数据治理团队，负责数据的收集、清洗、整合和分析工作。在建设过程中，采用先进的大数据技术和云计算平台，确保数据的高效处理和可扩展性。在流程方面，建立完善的数据管理制度和操作流程，保障数据的准确性和安全性。

(3) 跨域数据整合与公共服务能力提升。“一核多模”架构方案实现了跨域数据的整合，打破不同业务系统之间的数据壁垒。通过数据的清洗、转换和整合，形成统一的数据视图，为公园管理提供全面的数据支持。同时，数据中台还沉淀了公共数据分析能力，如游客行为分析、公园设施监控等，这些数据可根据规定的权限提供给相关业务系统使用，提高数据的复用性和价值，能够增强公园体系在公共服务领域的权威性和话语权。

(4) 丰富的数据模型与标准化的数据服务。为了满足不同业务系统的数据需求，“一核多模”架构方案提供了丰富的数据模型。这些模型涵盖公园管理的各个方面，如游客画像、设施状态、环境监测等。通过数据模型，业务系统可以更加便捷地获取所需的数据，并进行深入的分析和挖掘。同时，数据中台还提供标准化的数据服务，如数据查询、数据分析、数据可视化等^[31]，降低业务系统使用数据的门槛。

(5) 个性化的开发平台与工具。为了进一步提升数据的应用价值，“一核多模”架构方案还能够提供个性化的开发平台与工具，具有易用性、灵活性和可扩展性等特点，使得业务人员和数据分析师可以更加便捷地进行数据开发和数据分析工作。通过拖拽式操作、可视化编程

等方式,即使是非专业的数据人员也可以轻松地进行数据探索和应用开发。

“一核多模”架构方案的构建,为城市公园的数据治理和应用提供了新的思路和解决方案。通过统一规划、统一建设、统一处理的方式,实现数据的高效整合与利用;通过跨域数据整合和公共数据能力的沉淀,提高数据的复用性和价值;通过丰富的数据模型和标准化的数据服务,满足不同业务系统的数据需求;通过个性化的开发平台与工具,能够降低数据使用的门槛。在未来的发展中,数据中台将为智慧城市的建设和管理提供坚实有力的支持。

6 小结与展望

本文以公园数字化场景作为研究的切入点,通过对公园数字化场景的基本类型进行全面梳理,清晰地展现了当前公园数字化系统架构模式的多元性。采用现场调查、问卷调查和访谈调查等多种研究方法,提炼出公园数字化系统架构的三种典型模式,并对每种模式的特点、适用场景以及实施效果进行详细的分析,为公园数字化领域的研究提供新的思路。

紧密结合公园城市的发展需求、发展趋势、行业导向以及制约瓶颈,提出面向未来的公园数字化系统架构模式。这一模式充分考虑未来技术的发展趋势和公园城市的建设方向,自上而下进行系统的标准化建构,能够同时兼顾公园个性化发展、公园体系整体提升的需求和制约瓶颈,提供有力的理论和技术支撑。在实际开发和推广过程中可能遇到的难题主要存在于管理方面,尤其在统一认识上,会有多方面、多角度不同的意见,宜从国家战略和城市整体发展出发,将不同意见融会贯通,落到实处,填补空白,更好

地促进公园数字化系统的可持续发展。

展望未来,随着信息技术的不断进步和公园城市建设的深入推进,公园数字化系统将迎来更加广阔的发展空间和更加多元的应用场景。宜持续关注公园数字化领域的最新动态和发展趋势,不断探索和创新公园数字化系统的架构模式和应用方式,为推动公园城市的可持续发展贡献智慧和力量。

注:文中图表均由作者绘制。

参考文献

- [1] 张琰璇. 信息化技术与城市公园的融合形态研究[J]. 美与时代(城市版), 2016(10): 70-71.
- [2] 王小亦, 梁晓慧. 公众视角下数字化城市公园景观设计研究[J]. 美与时代(城市版), 2024(06): 78-80.
- [3] 李馨瞳. 智慧城市背景下的城市公园景观智能化设计研究[J]. 智慧中国, 2023(10): 62-64.
- [4] 新华社. 中共中央国务院印发《数字中国建设整体布局规划》[EB/OL]. (2023-02-27)[2025-01-02]. https://www.gov.cn/xinwen/2023-02/27/content_5743484.htm
- [5] 上海市智慧公园建设导则(试行)[S]. 上海: 上海市绿化和市容管理局, 2017.
- [6] 北京市智慧公园建设指导书[S]. 北京: 北京市园林绿化局, 2018.
- [7] 中国侨网. 国外数字化旅游加快发展为游客提供更丰富互动体验[EB/OL]. (2022-04-11)[2025-01-02]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1729787017976758086&wfr=spider&for=pc>
- [8] 赵艳明, 张雨. 智能媒介景观: 美国主题公园的传播研究[J]. 未来传播, 2021, 28(06): 68-74.
- [9] 吴志强. 智能城市[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2020.
- [10] 朱强, 周斌, 黄志华, 等. 智慧城市: 城市治理新路径[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2023.
- [11] 李方正, 宗鹏歌. 基于多源大数据的城市公园游憩使用和规划应对研究进展[J]. 风景园林, 2021, 28(1): 10-16.
- [12] 秦海旭, 刘海滨, 谢轶高, 等. 新加坡环保经验对南京的借鉴[J]. 环境科技, 2014, 27(03): 74-78.
- [13] 祝遵凌. 智慧园林研究进展[J]. 中南林业科技大学学报, 2022, 42(11): 1-15.
- [14] 马丁娜·马扎雷洛, 法比奥·杜阿尔特, 西蒙娜·莫拉,

等. 培育数字集成城市系统: 以加拿大卡雷拉瓦尔公园为例[J]. 景观设计学(中英文), 2021, 9(05): 132-139.

- [15] 李继峰. 旅游景区信息化、数字化、智能化解读[J]. 洛阳师范学院学报, 2014, 33(02): 110-113.
- [16] 胡雅琴, 唐文. 基于外文文献的国际数字景观领域研究进展与趋势[J]. 园林, 2022, 39(02): 77-84.
- [17] 陈美谕. 贵乎? 难乎? 可持续乎? ——三问智慧园林[N]. 中国花卉报, 2021-09-16(W01).
- [18] 陈美谕. 探寻“痛点”解决方案, 为智慧园林发展助力[N]. 中国花卉报, 2021-10-21(001).
- [19] 陈美谕. 建设智慧园林需避开三个误区[N]. 中国花卉报, 2021-09-09(W01).
- [20] 陈美谕. 建一个智慧园林项目要花多少钱? [N]. 中国花卉报, 2021-08-05(W01).
- [21] 师卫华, 季珏, 张球, 等. 城市园林绿化智慧管理体系及平台建设初探[J]. 中国园林, 2019, 35(08): 134-138.
- [22] 师卫华, 郑重玖, 申涛, 等. 全国园林绿化数字化管理体系及平台建设研究[J]. 风景园林, 2019, 26(08): 39-43.
- [23] 上海市绿化和市容管理局. 上海市绿化和市容管理局关于印发《上海市公园绿地“四化”三年(2019-2021年)行动计划》的通知[EB/OL]. (2019-08-16)[2025-01-02]. <http://web.lhsr.sh.gov.cn/sites/ShanghaiGreen/dyn/ViewCon.aspx?ctgid=459b7dba-e259-4478-94b2-dfeca2c63428&Inflid=bdd69977-e9e2-427d-906d-5314bf0f9584>
- [24] 上海市绿化和市容管理局. 关于印发《上海市“十四五”期间公园城市建设实施方案》的通知[EB/OL]. (2023-01-18)[2025-01-02]. <https://lhsr.sh.gov.cn/lhgl/20230118/bebe012c-061c-4839-ac1e-821310e3c585.html>
- [25] 王波, 甄峰, 张浩. 基于签到数据的城市活动时空间动态变化及区划研究[J]. 地理科学, 2015, 35(2): 151-161.
- [26] 戚荣昊, 杨航, 王思玲, 等. 基于百度POI数据的城市公园评估与规划研究[J]. 中国园林, 2018, 34(3): 32-37.
- [27] 王鑫, 李雄. 基于多源大数据的北京大型郊野公园的影响可视化研究[J]. 风景园林, 2016(2): 44-49.
- [28] 刘颂, 赖思琪. 基于多源数据的城市公共空间活力影响因素研究——以上海市黄浦江滨水区为例[J]. 风景园林, 2021, 28(03): 75-81.
- [29] 刘颂, 杨莹, 贾虎. 基于手机信令数据的上海市社区公园服务半径及影响因素研究[J]. 风景园林, 2021, 28(06): 88-93.
- [30] 刘颂, 赖思琪. 多源数据支持下的城市滨水公共空间使用人群多样性影响因素[J]. 风景园林, 2021, 28(09): 75-81.
- [31] 董楠楠, 刘知为, 王怡琪, 等. 城市公园数字化管治评估指标体系构建及应用研究[J]. 园林, 2023(7): 4-13.