

实景三维模型在城市公园智能化管理中的应用分析

李艳玲

四川省公路规划勘察设计研究院有限公司

摘要：实景三维模型是数字政府、数字经济重要的战略性数据资源和生产要素，随着智慧城市建设进程推进，未来政府管理与决策会越来越依赖实景三维模型。城市公园是城市的重要内容，也是城市生态和景观的重要组成部分，城市公园品质一定程度上反映着居民的幸福。本文从实景三维模型建设的背景和城市公园管理面临的问题现状出发，介绍了基于倾斜航摄技术建设实景三维模型的方法和过程；并对实景三维模型在修补城市公园区功能提高城市公园品质、引入视频监控设备提高安全保障、三维可视化运营助力园容整洁、助力公园资产管理等城市公园的智能化管理方面作了一定探索性的应用分析。

关键词：实景三维模型；城市公园；倾斜摄影；智能化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.12.002

一、引言

1998年，美国副总统戈尔提出“数字地球”概念后^[1]，中国与之对应的提出了“数字中国”的概念，以整个中国作为数字化的对象。2019年3月，自然资源部提出了“实景三维中国”的概念，以地理实体为主要对象，将山川河湖、城市建筑，以数字化形式展现在网络终端，真实反应现实世界，服务于政府管理、社会发展、经济建设、以及生态治理等。2022年3月，自然资源部印发《关于全面推进实景三维中国建设的通知》，通知对实景三维的建设内容和建设方法进行了详细解读。实景三维模型真实、立体的反应人类生活生产的空间信息，是数字政府、数字经济重要的战略性数据资源和生产要素。

城市公园是城市建设的主要内容之一，是城市生态和城市景观的重要组成部分。一座城市公园，承载着城市的历史，传播着城市的文化，反映着一座城市的精气神。城市公园也是居民休闲娱乐喜爱的去处之一，城市公园的品质一定程度上反映着城市居民的幸福。目前城市公园的管理面临诸多问题，比如：游客人数增多，管理难度随之增大；居民需求增多，公共设施损耗加速；公园维护难度加大，运营成本增加；公园环境承载压力增大，安全隐患增多^[2]。因此，利用实景三维模型结合物联网、云计算等技术，提高公园精细化管理能力和数字化治理水平，实现公园的智慧化管理，为公众提供各种智能服务，同时也顺应了数字化、信息化、智能化的发展趋势。

城市全空间、全要素的高精度实景三维模型是智慧城市建设的基本框架，是万物互联的关键载体^[3]。城市公园实景三维模型，作为城市实景三维模型的缩影，能够将公园的规划布局、建筑风貌、配套设施、风格特征等数字化呈现。以“人本化、生态化、数字化”为价值

导向^[4]，基于实景三维模型构建城市公园智能化管理体系，实现城市公园的三维可视化管理，同时为城市公园的数字化、信息化、智能化管理提供数据底座，是践行“实景三维中国”在城市公园的具体建设，也是实景三维模型的具体应用之一。

实景三维模型的建设在全国正如火如荼地开展，而实景三维模型在政府、社会、民众的生产生活中如何充分发挥其作用，也是亟待探索和实现的。本文结合实景三维模型与城市公园的综合管理进行研究，探索如何将实景三维模型与城市公园管理相结合，实现城市公园管理的三维可视化、信息化、智能化，服务于数字政府、数字社会，推动产业数字化。

二、实景三维模型建设流程

实景三维模型主要通过多视角即倾斜摄影技术，从顶视、侧视等不同角度对地拍摄，获取航空数码影像，利用专业软件根据影像重建三维模型^[5]，真实还原拍摄瞬间的实际场景，并对建筑物、管线、路灯等人工设施进行单体建模，使其具有结构化、语义化、单体化的特点，可挂接属性，便于后期属性管理和查询等。

（一）倾斜摄影

倾斜摄影即多视角航空摄影，是指通过飞行器平台，搭载具有多个传感器的航摄仪，分别从顶视、侧视等多角度获取拍摄地区的航空数码影像信息。这种多视角摄影技术，根据航飞范围内建筑高度、密度等信息，合理制定飞行高度和规划航线，在获取建筑物清晰的顶部纹理信息和特征的同时，也能获取清晰的建筑物侧面纹理信息和特征，为构建直观、真实的城市公园实景三维模型提供了数据基础。飞行器平台有直升机、动力三角翼、旋翼无人机和固定翼无人机等，其中旋翼无人机以其机动、灵活、对起降场要求低的特点被广泛应用。航摄仪有五镜头、三镜头、两镜头和单镜头，为使实景三维模型的表达效果更佳，通常采用五镜头居多^[6]（如图1所示）。

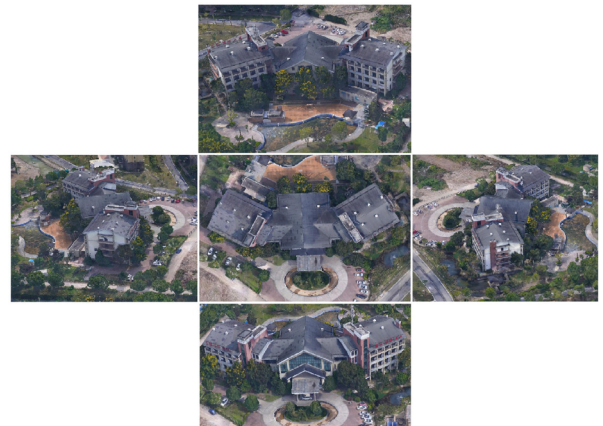


图1 五镜头倾斜摄影

（二）建立实景三维模型

实景三维模型的建立，首先需要进行多视角影像匹配，再根据野外像控点进行多视角影像绝对定向和多视角影像空三解算，其原理就是摄影测量空中三角测量原理^[7]。基于绝对定向后生成的实景三维模型，具有真实坐标，能够真实还原城市公园全要素的大小尺寸，使其具有可量测性；并便于后期因公园维护、整改等变化后的实景三维模型更新。

利用空三解算后多视角影像及其精确的内、外方位元素确定像方与物方之间的对应几何关系^[8]，基于CPU的并行运算技术，实现影像重构三角网模型和纹理自动映射^[5]，构建城市公园的实景三维模型，即Mesh模型。实景三维模型高分辨率、高精度、高保真的展示公园内的一花一树、一草一世界。实景三维Mesh模型的建设技术已经比较成熟，常用的商用软件有大势智慧、Smart 3D、PIX4D、Photoscan等，不同软件对电脑配置的要求、计算速度、模型效果有一定区别。

修补和优化实景三维模型。因倾斜摄影视角可能因建筑、植被等存在遮挡形成死角，因而在生成的实景三维模型中或存在漏洞；大型水域因为影像匹配时的弱纹理影响，生成的实景三维模型中水域或存在空洞和高程不一致等情况；模型因影像质量、影像匹配质量、空三加密质量等因素造成模型偶有漂浮物等影响模型完整性和美观性的现象，需进行修补和优化。

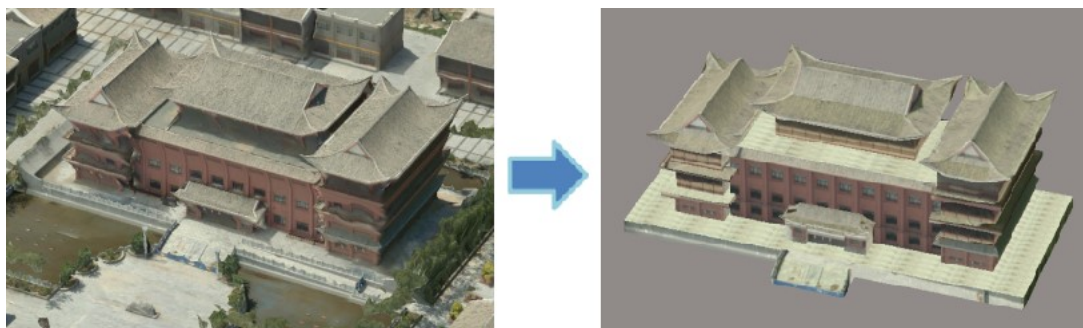


图2 实景三维模型单体化

实景三维Mesh模型的缺点是整个城市公园作为一个整体存在，不便于模型内每个实体的选择、编辑、属性管理、更新等操作，因此将城市公园内建筑、展示牌、路标、路灯等人工设施进行模型单体化，替换Mesh模型中对应模型，实现城市公园模型的整体性、轻量化、可操作性等特点。

（三）模型单体化

结合实景三维Mesh模型和空三解算后航空数码影像，对城市公园内每个实体进行矢量化建模，使每个实体具有结构化、语义化、单体化特征，能够对每个实体实现属性挂接、数据修改，进行单独管理和查询，便于模型的更新等后期服务工作。

首先建立单体白模，根据实景三维模型勾画建筑等实体的边界轮廓线，并参照Mesh模型将轮廓线挤压成体，使建立的单体模型与Mesh模型无论从外观还是尺寸都保持高度还原。

纹理映射，对建筑物等单体化实体进行贴图。空中三角测量后的多视角倾斜影像具有高精度的内、外方位元素，与基于其基础上生成的实景三维模型建立的单体白模型，能够建立点、线、面之间精确的拓扑关系，具备自动纹理映射的条件^[9]。从多视角影像中选择能反映建筑纹理特征的最优影像进行映射，纹理影像因遮挡、阴影等影响纹理贴图效果时，需对纹理影像进行适当编辑，以确保单体模型真实还原城市公园景观（如图2所示）。

三、基于实景三维模型的城市公园智能化管理应用分析

实景三维模型真实、立体的展示出城市公园的规划布局、交通情况、配套设施等信息，给管理者和用户带来沉浸式体验。基于实景三维模型，构建公园“一张图”，服务于城市公园的运营维护和日常管理，实现城市公园管理的信息化、数字化和智能化，提升城市公园数字化治理水平。

（一）修补园区功能，提高城市公园品质

通过实景三维模型，管理者可以足不出户，将园内一草一木尽收眼底。同样，也可以通过实景三维模型，查看园内公共设施配置合理性，是否需要增设配套设施等。譬如，哪里适合增加健身场地，哪里适合增设儿童游乐设施，哪里需要增设垃圾桶，哪里需要增加照明设备等，通过实景三维模型，可以进行各种方案的模拟、优化、比选，修补、健全城市公园功能，提升城市公园

品质。

（二）引入视频监控设备，提高安全保障

随着疫情全面放开，公众出行增加，而城市公园作为公众休闲娱乐的最佳去处之一，入园人群的增多，其安全保卫工作也更加重要，任务也更加艰巨。基于实景三维模型，合理布置视频监控设备，同时模拟、优化视频监控范围，调整安置角度，尽可能用最少的监控设备实现最大的范围覆盖。通过视频监控后台，可以实时查看公园情况，一旦发现异常状况，可基于实景三维模型安排疏散通道和警力部署等；也可以进行制高点分析，提高公众生命、财产安全保障。

（三）三维可视化运营，助力园容整洁

城市公园的管理，随着入园人群的增加，园内违章停车、违规摆摊设点等情况不容忽视，园内卫生管理也变得更加严峻。虽然城市公园内，有行政执法人员不定时巡逻，保洁人员按时出勤，但是并不能保证这些工

作人员一旦离开现场，违章停车、违规摆摊设点、乱扔垃圾的现象也不再发生。基于实景三维模型，引入视频监控设备后，可以实时发现这些违规、违章、不文明行为，以及行为发生的准确位置，并及时通知相关工作人员赶往现场处理，恢复公园正常秩序和整洁的卫生环境，提升入园公众的舒适感、满意度。

（四）助力公园资产管理

为提高民众游园的舒适性，公园内会配置一些健身

器材、座椅、指示牌等设施，随着游园人群的增多，对这些公共设施使用增多，损耗加剧，其日常管理和维护也变得更加重要。基于实景三维模型，围绕公园内建筑、建设器材、座椅、指示牌等附属配套设施等资产，以公共设施的管理和维护为核心，按照全面、全程、全价值的管理原则，以信息化技术为手段，建立资产全要素数据库，构建公园资产的数字化全生命周期管控体系，实现公园运营的三维可视化（如图3所示）。

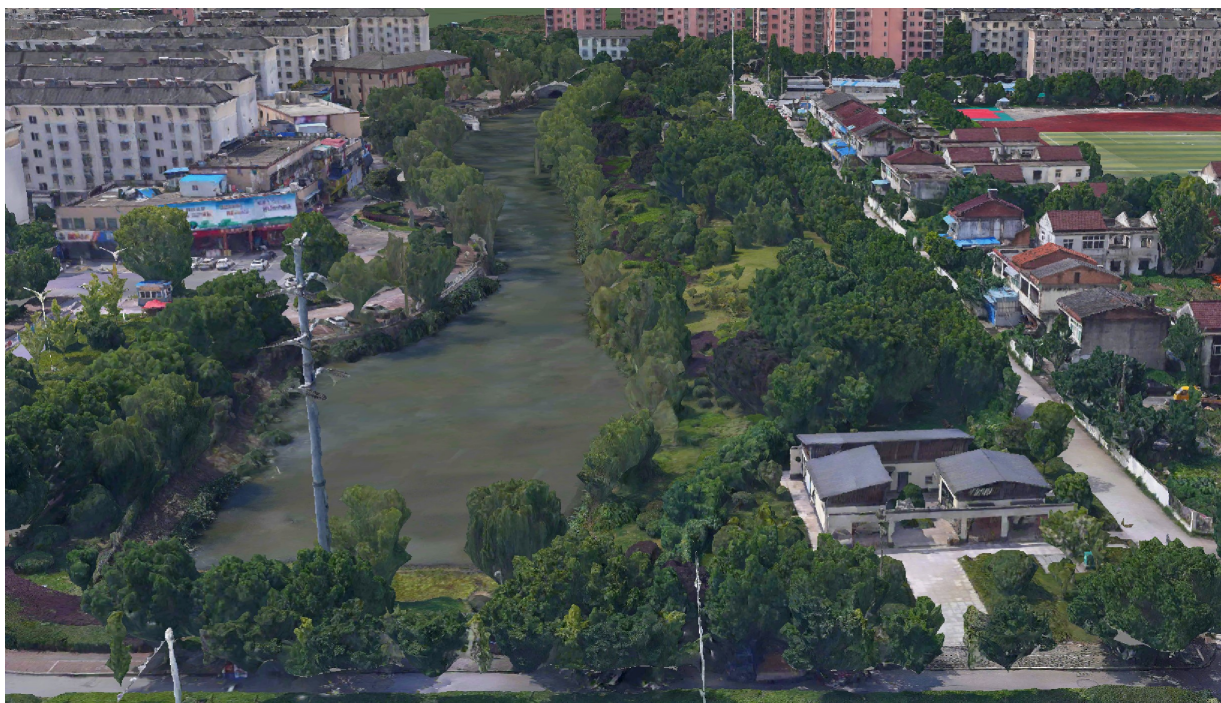


图3 城市公园实景三维模型

四、结语

随着社会化进程的加快和数字经济时代的到来，未来的政府决策会越来越依赖实景三维模型。本文对实景三维模型在城市公园智能化管理中的应用作了一定探索，实景三维模型因具有高精度、实景还原、三维可视化等特点，其在城市公园管理中的应用价值还有待进一步研究，以充分实现城市公园智能化管理、数字化治理，推动产业数字化转型，提高城市公园的管理水平，提高游园群众的满意度，更好的服务于管理部门和社会公众。

参考文献

- [1] Gore A. The Digital Earth: Understanding Our Planet in the 21st Century[J]. Australian surveyor, 1998, 43 (2): 89-91.
- [2] 惠大东. 开放式公园管理现状分析及对策建议[J]. 现代园艺, 2020, 43 (20): 128-129.
- [3] 顾建祥, 杨必胜, 董震, 杨常红. 面向数字孪生城市的智能化全息测绘[J]. 测绘通报, 2020 (06): 134-140.
- [4] 朱庆, 张利国, 丁雨淋, 胡翰, 葛旭明, 刘铭

岁, 王玮. 从实景三维建模到数字孪生建模[J]. 测绘学报, 2022, 51 (06): 1040-1049.

[5] 黄健, 王继. 多视角影像自动化实景三维建模的生产与应用[J]. 测绘通报, 2016 (04): 75-78.

[6] 林万荣. 倾斜摄影实景三维建模技术及其应用现状分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45 (01): 209-211.

[7] 张祖勋. 数字摄影测量原理[M]. 武汉大学出版社, 1997.

[8] 李德仁, 肖雄武, 郭丙轩, 江万寿, 时月茹. 倾斜影像自动空三及其在城市真三维模型重建中的应用[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2016, 41 (06): 711-721.

[9] 李艳玲, 杜殿斌, 刘丽茹. 激光雷达技术在城市三维建筑模型中的应用[J]. 测绘, 2010, 33 (01): 42-44.

作者简介: 李艳玲(1985-), 女, 四川井研人, 硕士, 高级工程师, 注册测绘师, 主要从事摄影测量与遥感、实景三维模型等领域的生产管理与技术研究。