

吕志华. 基于建筑信息模型 + (BIM+) 技术的风景园林规划设计数字化研究 [J]. 风景园林, 2020, 27 (8): 109-113.

基于建筑信息模型 + (BIM+) 技术的风景园林规划设计数字化研究

Research of Landscape Planning and Design Digitalization Based on BIM+ Technology

吕志华

LYU Zhihua



中图分类号: TU986

文献标识码: A

文章编号: 1673-1530(2020)08-0109-05

DOI: 10.14085/j.fjyl.2020.08.0109.05

收稿日期: 2020-03-30

修回日期: 2020-07-06

吕志华 / 男 / 硕士 / 高级工程师 / 上海市园林设计研究总院有限公司院长 / 研究方向为风景园林规划与设计

LYU Zhihua, Master, senior engineer, is the president of Shanghai Landscape Architecture Design & Research Institute. His research focuses on landscape planning and design.

摘要: 建筑信息模型 (BIM) 作为风景园林规划设计数字化的新型手段与表现方式, 可以通过建立数字化的模型表述客观、真实的园林世界, 激发设计师的创新设计思维和创新方法。以 BIM 技术在风景园林规划设计应用案例为基础, 探讨了 BIM 技术叠加倾斜摄影、地理信息系统 (GIS) 等技术和平台的策略和关键技术, 解决了园林项目现状环境、地形与设计 BIM 模型结合的问题。BIM+ 技术在规划设计阶段应用研究, 可以真实反映现状情况及设计意图, 为风景园林规划设计数字化提供一种思考构架和经验模式。

关键词: 风景园林; BIM 技术; BIM+ 技术; 数字化技术; 关键技术; 倾斜摄影; 地理信息系统

Abstract: Building Information Model (BIM), a new technology and mode of expression applied in digitalized landscape architecture design, could reflect the objective and real landscape world by building digital models, and motivates the creative minds & innovative approaches of landscape architect. This article discusses the BIM technology with oblique photography, Geographic Information System (GIS), platform strategy and core technologies based on the applied case of BIM technology in landscape planning and design. It achieves the integration of the BIM+ model in the current environment, topography and design, and reflects the real situation and design purpose, providing a thinking framework and experience mode for the digitalization of landscape planning and design.

Keywords: landscape architecture; BIM technology; BIM + technology; digital technology; key technology; oblique photography; GIS

进入 21 世纪以来, 随着中国城镇化水平不断提高, 园林绿地逐渐成为衡量城市宜居的重要指标。在风景园林行业不断加强技术水平、改善人们生活环境、保护和建设生态绿地的过程中, 数字化技术作为一种新兴的技术手段逐渐引起业界关注。

20 世纪 90 年代, 计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD) 等软件广泛应用于建筑行业中, 使广大设计人员“甩掉图板”, 减轻了工作压力, 设计图纸更规范化^[1]。随着科学技术的发展, 建筑领域逐步出现了用模型来模拟建筑技术、建筑功能与建筑艺术的尝试。1975 年,

查克·伊斯特曼 (Chuck Eastman) 提出了“建筑描述系统” (Building Description System, 简称 BDS) 概念; 1986 年, 罗伯特·艾仕 (Robert Aish) 提出了“建筑模型” (Building Modeling, 简称 BM) 概念; 1987 年, Van Merregen 与 Van Dissel 第一次提出“建筑信息模型” (Building Information Model, 简称 BIM) 概念^[2]。

目前, BIM 已经成为建造业完全信息化和全生命周期化的重要工具, 许多国家都在积极研究和制定 BIM 国家战略。英国是迄今为止唯一从最高层面 (政府内阁办公室) 将园林工程行业纳入 BIM 战略的国家, 英国皇家风景园林学

会 (Landscape Institute) 也制定相应园林工程行业标准^[3]。

在中国, BIM 技术主要应用在建筑领域, 在风景园林领域应用相对较少。十一五期间, BIM 成为国家科学支撑计划重点项目, 大量应用在建筑领域, 以数据为基础、模型为载体、管理为核心的数字化技术体系, 涵盖工程建设项目全阶段、全要素、全参与方。《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要》中明确指出: “十二五期间要加快建筑信息模型 (BIM) 基于网络的协同工作等新技术在工程中的应用。”^[4]《建筑业发展“十三五”规划》中指出: “加快推进 BIM (建筑信息模型) 技术在规划、工程勘察设计、施工和运营维护全过程的集成应用, 支持基于具有自主知识产权三维图形平台的国产 BIM 软件的研发和推广使用。”^[5]

1 相关技术研究

1.1 建筑数字技术

数字技术是指将一定的文字、声音、图片等数据信息, 通过某种设备媒介转变为计算机语言, 并在计算机中进行运算、分析、传播等^[6]。在建筑领域中, 通过数字信息对建筑进行描述的技术被称为建筑数字技术, 当前应用最广泛的是 CAD 等。然而随着数字技术的不断发展, 计算机辅助制造、计算机辅助工程、地理信息系统 (Geographic Information System, 简称 GIS)、智慧环境、产品数据管理等多种先进的技术也成为建筑数字技术的重要组成部分。

1.2 BIM 技术与 BIM+ 技术

1.2.1 BIM 技术

BIM 是一个完备的三维空间和多维信息模型, 能把建设工程项目全生命周期的工程信息、资源等集成在一个模型中, 方便各参与方使用。BIM 利用三维数字技术, 可以模拟建筑物的真实信息, 为工程设计、施工和运维提供相互协调、内部一致的信息模型, 实现设计、施工和运维一体化及各专业的协同工作, 从而降低生产成本, 确保工程建设的速度和质量。

较建筑业而言, BIM 技术在风景园林行

业中应用起步较晚。2016 年 12 月, 上海市发布《关于进一步加强上海市建筑信息模型技术推广应用的通知》, 要求“自 2017 年 10 月 1 日起, 总投资额 1 亿元及以上或者单体建筑面积 2 万 m² 及以上新建、改建和扩建的政府和国有企业投资的工程项目全部应用 BIM 技术, 鼓励其他社会投资工程项目和规模以下工程项目应用 BIM 技术”^[7]。至此, BIM 技术在上海中心大厦、上海迪士尼工程等上海重大项目的园林工程中得到实际应用。

1.2.2 BIM+ 技术

笔者论述重点主要集中在利用 BIM 技术的基础上, 如何解决风景园林工程问题, 即有哪些软件和技术符合园林行业特征与需求; 添加哪些数字化技术, 可以形成完整的园林数据库, 能解决设计、施工、管理各阶段的问题。

BIM+ 技术是指在传统的 BIM 技术和软件基础上, 将 GIS 技术、倾斜摄影 (oblique photography) 技术、物联网 (Internet of Things, 简称 IOT)、大数据 (big data, 简称 BD) 等应用于风景园林数字化中, 实现从数据获取、数据处理、模型建立、数据集成到模型应用的综合性技术。该技术可实现风景园林现实世界与三维模型的连通, 提高风景园林项目规划设计、施工建设等效率, 降低建设成本, 为后期养护管理提供技术保障。

2 策略研究

BIM 技术是建筑业引进制造业 CAD 技术后, 根据本行业自身特点改造而来的, 其技术框架、软件设置等都围绕建筑领域的特点完成。虽然, 风景园林与建筑业密切相关, 但因其自身特色, 与建筑行业还是存在很多差距, 譬如: 园林中会大量运用工程技术和艺术手段, 如改造地形、筑山、叠石、理水; 园林中的树木花草是不可或缺的元素; 营造建筑不仅是外形美观和满足功能需求, 还要关注园林建筑与自然环境、地形融合。因此, 研究 BIM 技术在风景园林中的应用, 应先对其适用性和局限性进行分析和研究。

2.1 BIM 技术适用性研究

BIM 技术本身具有可视化、协调性、模

拟性、优化性、可出图五大特点, 能够促使设计、建设与管理等各方进行沟通、协同设计、优化方案和制定决策。然而, 由于园林项目中既有场地和环境特质保留、利用的需求; 又存在各专业、室内外的设计施工的交叉协同频繁的特征, 因此, 在风景园林规划设计中, 可视化、协同性、模拟性 3 个方面的适用性较为突出。

1) 可视化是 BIM 技术在风景园林规划设计的适用点之一。可视化可以使设计理念与模型表现达到同步, 避免方案效果图与实际设计图之间存在差异, 如实反映园林专业各构筑物的体量关系、构件组成, 确保平面设计模型同步进行, 实现实时修改。

2) 协同性包括单专业协同以及多专业协同, 实现了 BIM 设计模型的集中统一管理, 多团队跨时空协同作业, 实时进行信息沟通, 及时有效规避设计冲突, 显著提升跨部门、跨区域工作效率。

3) 模拟性可对园林规划设计各个设计阶段进行模拟控制, 并能通过渲染模型, 将模型材质设置、模型分块进行整合, 完整地展示风景园林设计方案; 解决景观设计中彼此冲突和矛盾之处。

2.2 BIM 技术局限性研究

相较于建筑行业, 园林工程中建筑造型精致小巧、形态各异, 地形复杂, 常需要保留和改造现状植物、水体等。现有的 BIM 软件和技术在真实反映这些问题方面存在一定的局限性。

1) 树木山石建模难度大。现有 BIM 构件库较难实现风景园林里树木、山石、保护建筑及异形构件的模型表达, 构建库内模型建模效果不佳, 不能真实反映植物变化性和山石唯一性。

2) 竖向地形无法模块化。风景园林的地形复杂, 不像建筑工程中场地平整。园林地形需结合现有地形进行改造, 模块化难度大, 在土方造型、挖填方工程量计算上的精确度不高, 现有技术不能满足要求。

3) 园林构筑物模块化程度低。园林建筑、小品具有设计形式多样, 设计单体不可复制的特点, 很难像建筑工程那样, 可以大

批量使用标准构件；保护建筑等在 BIM 软件建模过程中更加受到限制。

4) 成品材料模块化困难。施工阶段，园林成品材料的选购、标准化、模块化困难，构件的外形特殊，施工材料现场损耗率较高，厂家模块化程度低；而植物材料由于其生长特性，具有不断变化性，无法模块化。

2.3 BIM+ 技术策略

风景园林前期规划设计的大部分信息衍生于场地特征，主要包括场地内需要保留和保护的建筑、地形、植物、水体等。为了更好地解决这些园林特色问题，笔者在 BIM 理论基础上，提出在风景园林全生命周期应用 BIM+ 技术策略：即以传统的 BIM 软件和技术为基础，添加倾斜摄影技术、GIS、IOT、BD 等技术、平台，将单点应用扩展到平台、系统化管理范畴，实现各种软件、技术协作，高效地进行风景园林设计、施工、管理^[8] (图 1)。

3 关键技术研究

3.1 BIM+ 倾斜摄影

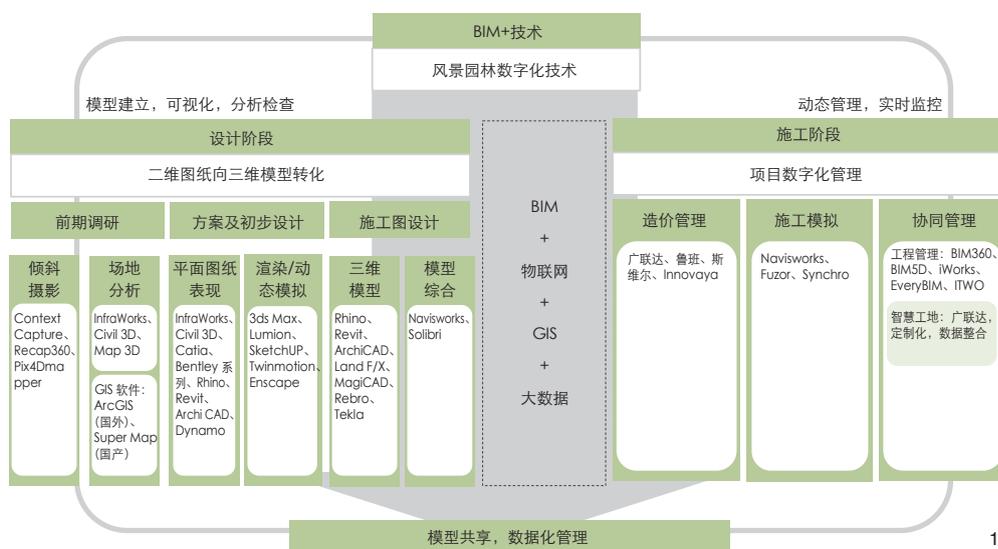
通过倾斜摄影与 BIM 技术结合，运用无人机获取园林项目测量对象的数字模型数据、地理参考坐标及纹理信息等，通过 ContextCapture (原 Smart 3D) 进行自动化建模，数字化地呈现出现状地形、地貌、绿化覆盖等情况，通过导入 GIS 软件，如超图 (Super Map) 软件与 BIM 模型融合，为规划、设计、施工、运维等各阶段提供完整、直观的影像及数据支撑。

3.2 BIM+GIS

3.2.1 基础模型软件技术

在方案阶段，基于 Revit 等 BIM 软件的风景区园林设计能使设计理念与模型表现达到同步。BIM 模型的可视化特性可以实时检视设计成果，如实反映园林专业各构筑物的体量关系、构件组成，对于模块化困难问题可以通过三维扫描建模解决，使得建筑、景观小品的细部细节推敲过程更加直观高效。

在施工图设计阶段，Revit 或者 Navisworks 的碰撞检查，可有效规避园林设计中的冲突，生成构件、树木、管线的碰撞检查报告等，



1



2

1 BIM+ 技术模式图

Diagram of the BIM+ technology mode

2 设计阶段内容与要求

Contents & requirements of the design phase

起到显著提升工程质量和工作效率，缩短设计周期，降低项目设计风险的作用，为合理布置室外景观模型、绿化植物等提供极大方便 (图 2)。

由于园林项目艺术性强，设计上往往存在复杂的线型，在建模阶段，还可以借助 Rhino 等软件，建立、编辑、分析和转换曲线、曲面和实体，完成精准的园林构件的设计模型。

3.2.2 与 GIS 模型结合

在风景园林项目中 BIM+GIS 的技术融合，可以解决微观的设计工程与整个 GIS 大环境之间的数据交互和信息协同工作问题。在 BIM 的正向设计中利用 GIS 环境数据，可

通过倾斜摄影自动生成模型，也可以通过 Infra Works 和 Civil 3D 完成现状地形模型建立，优化前期规划及设计；也可以在 GIS 平台中集成 BIM 数据，并传递至园林行业监管系统的 GIS 数据中，给园林行业管理带来极大便利。

3.3 BIM+ 物联网

BIM+ 物联网，通过云计算、物联网、移动互联网、大数据、智慧城市等数字化技术，可以解决 BIM 技术在园林工程现场数据采集的问题，驱动工程现场管理升级。BIM+ 互联网技术可以为风景园林项目施工管理提供保障，提供进度管理、造价管理、采购管理、现场管理 4 个系统作业^[9]，为精细化管理提供



3 无人机航拍路径模拟
Simulation of the UAV aerial path



4 空三运算图像
Image of the aerial triangulation calculation

了充足的数据样本。此外，BIM与物联网的融合应用，在控制进度管理方面，BIM技术还可以对整个工程进行动态监控^[10]，可实现智能安全帽、智能闸机、智能监控、声光尘监测、塔吊防碰撞、物料追踪、物料验收等“智慧园林工地”。

3.4 BIM+ 大数据

风景园林行业中数据量非常大，主要包括：园林造价类数据、结构类数据、施工工艺类数据、设备材料类数据等园林建设类数据及建设方、总包方、分包方、材料设备厂商、劳务公司、设计院、监理方、政府部门等园林管理类数据等。在此前提下，运用BIM+技术，借助大数据和云计算这些新技术，可以将风景园林的海量数据数字化，从而实现支撑管理园林工程的作用。

4 规划设计项目案例研究

笔者以上海野生动物园水域改造设计项目为例，着重解决风景园林规划设计阶段模型与复杂现状融合问题。该案例为改造项目，占地面积约20 000 m²，现状环境良好，水域开阔，现状植被茂盛；由于建成时间较久，现状码头区域，建筑、桥及周边设施已陈旧。在案例中应用BIM+倾斜摄影+GIS等技术，通过Super Map软件，将BIM软件建立的模型与倾斜摄影后ContextCapture自动生成的模型融合，实现实际现状与设计模型精确对应——“所见即所得”的设计效果。

4.1 BIM 模型建立

1) 以设计图纸为依据，对各专业的图纸进行建模、汇总；2) 根据各专业的要求，通过BIM技术有效地协调园林土建、结构、水电管线、绿化种植等各专业间矛盾，提前解决施工过程中可能出现的问题。

此阶段存在Revit模型精度问题。在方案、初步设计、施工图等阶段所需达到的模型精度应达到等级L350精度，确保设计构件精度能够满足施工需求^[11]。此后的模型深化工作可由施工单位根据需要不断进行深化，以符合施工需求。

4.2 BIM+ 模型

4.2.1 倾斜摄影

为解决风景园林项目中现状场地建模难的问题，通过倾斜摄影及ContextCapture进行现状场地自动建模。

采用无人机设备进行航线飞行捕捉数据，完成多个路线拍摄。航摄完成后，共获得航摄照片600张，通过将数据导入ContextCapture，空三算法运算，将这些航摄照片自动拼接，完成初步的逆向建模工作。ContextCapture软件本身自带多种数据格式，通用格式有OSGB、FBX、OBJ、DAE等，本案例最终输出格式为OSGB，最终完成了三维模型建立(图3、4)。

4.2.2 BIM+GIS 模型

Revit模型可以通过2种方式实现模型整合：1) 通过传统BIM软件Navisworks实现模

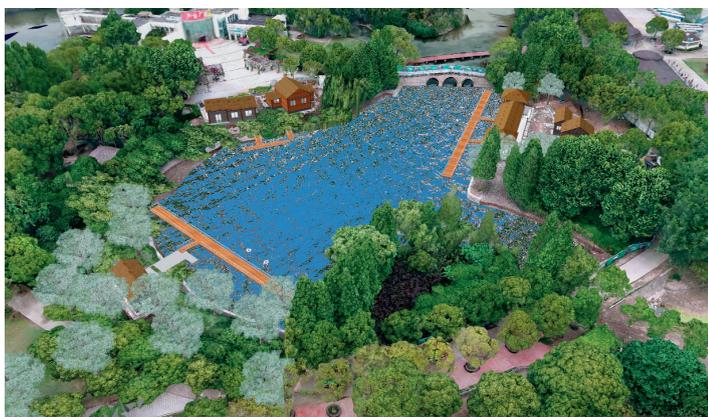
型传递与整合；2) 通过Super Map这一GIS平台软件，实现模型整合。这2种方式各有优缺点。Navisworks建立的模型便于设计、施工模型的交互使用；但模型视觉效果难以满足风景园林真实性与艺术性的要求。以GIS进行融合的模型视觉效果更好，可实现二维数据模拟、数据存储方案、数据管理、可视化和分析功能的一体化；但暂时无法实现逆向BIM模型成果交付。

本案例在模型叠加过程中，通过Super Map还可以对倾斜摄影模型进行模型压平、拉伸闭合体、剔除悬浮物、水面修复等技术措施，修补和完善因摄影图像破损、拍摄异常情况和水面流动等造成的模型问题(图5)。

此外，借助Civil 3D等GIS软件技术，还可以对现状用地进行高程、坡度、流域、坡向等计算分析以及通视分析、日照分析等。

4.3 BIM+ 物联网 + 大数据

BIM技术与物联网结合，解决了BIM技术现场数据采集问题，不同专业的模型通过BIM+物联网集成、整合后，实现大数据管理。工地上的摄像头和AI视频监控，结合云技术和移动技术，可以将BIM模型及相关资料文件同步保存至云端，确保工程现场施工质量，保证工程文档在项目中流通和共享。同时，项目管理者也能够通过浏览器和移动设备随时随地进行工程模型和施工现状比对，对园林项目的相关资料进行查询、审批、标记。



5 叠加后的模型

The superimposed model

5 结语

基于 BIM+ 的软件与技术，可以实现风景园林项目的现状与设计方案融合，使风景园林规划设计的创新思维落到实处，使设计师在规划设计阶段加强对项目的控制，提高规划设计品质，降低园林项目管控风险；基于 BIM+ 的软件与技术，可以避免由于业主方、设计方、施工方、监理方专业知识和技能背景不同而产生的建设效果与设计师构思的偏差；基于 BIM+ 的软件与技术，可以通过数据采集、存储、管理和分析等，建立风景园林大数据库，为行业管理者提供更多决策依据。

当然，BIM 在引发风景园林规划设计技术上变革的同时，也将对规划设计的软件、设计模式和思维方式产生一定的影响。1) 由于应用于 BIM 技术的软件较多，不少软件之间尚不能兼容，信息和数据共享不便。因而，应用 BIM+ 技术必然要解决信息和数据共享问题。2) 要真正通过 BIM 技术，实现风景园林的全过程管理，需要从规划设计阶段就展开规划设计数字化，并促使设计师承担起全过程负责风景园林项目的重任，对风景园林项目的设计、施工、运营等全过程进行顶层设计、管理以及风险管控。3) 随着 BIM 技术的应用，规划设计的人力、时间和材料成本将前置，设计端团队成员之间的协同工作形式也将变化，必然将产生设计管理及收费体系变化。

相信随着 BIM 技术手段的不断完善，BIM 技术实施的性价比不断提高，将有越来越多的风景园林规划设计者加入推动 BIM 技术发展之中，风景园林行业将会迎接一个以 BIM 为基础的、数字化技术的新时代的到来。

参考文献 (References):

- [1] 孟文. 面向机械 CAD/CAM 的产品数据管理系统 [J]. 现代机械, 1998 (2): 4-6.
- [2] 周志, 赵雪锋. BIM 原理总论 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
- [3] The Landscape Institute. BIM for Landscape [M]. London: Routledge, 2016.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 关于印发《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要》的通知 [EB/OL]. (2011-05-10) [2020-03-10]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201105/t20110517_203420.html.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 住房城乡建设部关于印发建筑业发展“十三五”规划的通知 (建市 [2017]98 号) [EB/OL]. (2017-04-26) [2020-03-10]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201705/t20170503_231715.html.
- [6] 廊坊市中科建筑产业化创新研究中心. 城乡规划与建筑设计 BIM 技术应用: “1+X” 建筑信息模型 (BIM) 职业技能等级证书配套系列教材 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [7] 上海市住房和城乡建设管理委员会. 关于进一步加强上海市建筑信息模型技术推广应用的通知 (沪建建管联 [2017]326 号) [EB/OL]. (2017-12-27) [2020-03-10]. <http://zjw.sh.gov.cn/gfxwj/20180911/0011-3742.html>.
- [8] 郭湧, 胡洁, 郑越, 等. 面向行业实践的风景园林信息模型技术应用体系研究: 企业 LIM 平台构建 [J]. 风景园林, 2019, 26 (5): 13-17.
- [9] 上海市住房和城乡建设管理委员会. 上海市建筑信息模型技术应用指南 (2017 版) [M]. 上海: 上海市住房和城乡建设管理委员会, 2017.
- [10] 尹晓娟. BIM 技术在建筑设计、项目施工及管理中的应

用 [J]. 浙江水利水电学院学报, 2019, 31 (1): 59-63.

[11] 董则奉. BIM 技术在园林工程中的运用 [J]. 中国园林, 2019, 35 (3): 116-119.

图片来源 (Sources of Figures):

图 1、2 由作者绘制；图 3~5 由上海市园林设计研究总院有限公司 BIM 信息中心绘制。

(编辑 / 刘玉霞)