

基于“BIM+GIS”技术的工程建设协同管理平台构建及应用

唐炜文¹ 陈泽森²

1. 广州市花都自来水有限公司; 2. 广东省建筑设计研究院有限公司

摘要: 在数字化技术不断普及, 工程管理要求不断提高的背景下, 以数据驱动的智慧建造模式逐渐成为替代传统工程管理模式的新技术路线。本文依托广州北江引水工程实际应用案例, 从管理流程再造的角度出发, 通过BIM+GIS协同管理平台的研究, 展示数字化技术在工程管理中的优势, 为数字化转型提供有效的发展路径。通过全过程 BIM+GIS 协同管理平台的应用, 开展相关专业间的协同与合作, 通过数据共享和协同处理, 实现各个环节的协同管理, 升级了数字分发的模式, 实现参建单位的数据平权, 破除信息孤岛, 有效控制项目变更、缩短项目工期、控制项目成本、提升建设质量、确保项目安全, 为新时代工程建设高质量发展提供了重要的借鉴意义。

关键词: 智慧建造; 数字化转型; 数字化技术; 高质量发展

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.24.082

引言

随着科技的不断发展, 我国的工程建设逐步向数字化、智能化发展, 在工程管理的不同领域都得到了应用和突破。在市政工程领域仍然存在较多有待突破的难点, 如建造环境复杂、多专业协调困难、工艺管线复杂、安装精度要求高, 数字化应用要求高等。然而, BIM 模型承载高精度的细部数据, GIS模型具有大场景的定位分析能力, 以BIM+GIS技术的融合可以解决市政项目需要同时兼顾大场景和精细化的需求, 可实现工程建设网络化、数字化、可视化、移动化。BIM+GIS协同管理平台可以集成项目动态和静态数据信息, 对项目从规划、设计、施工、运营的全过程数据进行动态管理和应用, 是解决参建方之间信息不对称、信息遗失、信息流通受阻等问题的有效手段。本文通过研究BIM+GIS 协同管理平台在市政工程中的应用, 为新时代智慧水厂工程建设提供了参考。

一、项目概况及重难点分析

广州北江引水工程由北江水源工程、新建配套水厂和配套管网三部分组成, 三者是一个有机整体, 是广州市极为重要的战略水源工程, 工程质量要求高、专业门类众多、建设周期跨度大、设备占比大、运营管理精度高等特点。

本项目设计和建造过程极为复杂, 涉及许多部门和专业, 生产组织机构庞大, 协调工作十分困难, 因此很难实现计划的精确管理。任何专业数据的微小变化或方

案的细微调整都可能对其他相关专业产生深远影响, 从而直接影响整个工程的设计质量和进度。在多方案优化比选时, 工作量大、繁琐、重复劳动多、耗时长且校核难度大, 传统的设计技术和流程在一定程度上限制了水厂建设设计业务的发展。然而, BIM技术的应用为解决这些难题和特殊需求提供了极大的帮助。为此, 我们从信息采集、资源共享服务、BIM+GIS技术综合应用等多个角度出发, 为工程建设的现代化智慧管理提供了强有力的保障。其中, 全过程的BIM协同设计与施工过程的GIS技术应用, 是枢纽信息化建设的基础, 也为BIM+GIS技术的应用提供了支撑, 使其成为智慧建设、数字运营的基础。

从设计阶段开始了对管理流程的改造并开展虚拟建造, 从根本上前置了管理链条, 减少实施风险, 缩短项目建设周期, 设计阶段与施工阶段的强搭接和融合, 形成新的工程管理思路和方法。

二、BIM+GIS智慧协同管理平台构建

(一) 三维可视化应用

基于“BIM+GIS”技术, 实现了对项目的全过程管理, 提高了建设效率和质量。通过多种方式采集相关数据, 利用BIM技术建立工程实体精细化三维模型, 融合大场景空间地理信息数据, 实现多源数据相互激发潜能的作用。

融合项目周边环境影像地图、全景三维数据、园区模型、建筑模型、管网构件模型, 基于统一坐标系完成空间定位与位置匹配, 构建统一的三维场景, 实现全数据预览。提供图层控制功能, 根据项目全景三维数据类型, 分为三维模型图层与天地图影像图层, 方便按照展示需求进行不同类型模型数据展示。三维可视化的应用, 使管理者更加直观地了解工程进展情况, 提高决策效率, 同时通过对历史数据的分析挖掘, 为工程的优化设计和运营管理提供了有力支持。基于三维可视化的工程建设信息展示, 易于参建各方对工程建设过程的全局认识, 保证工程数据与现场建设实际情况的一致性。

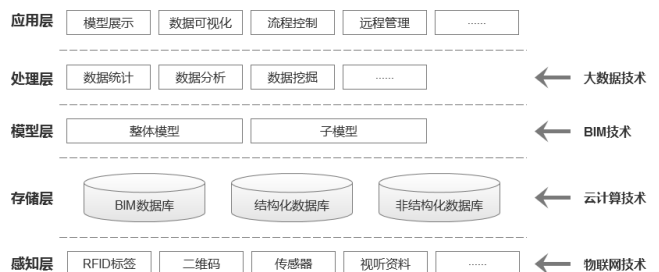


图1 BIM与云、大数据、物联网等技术的集成框架



图2 平台总体架构图

整个管理平台从数据感知采集、数据存储到功能模块的细分以及数据关系处理，最终针对不同的应用场景形成专项应用模块。细致梳理本项目所涉及工程管理要素和场景，针对不同场景遇到的问题提出解决方案和方法。

根据项目实际情况梳理出十大版块和主题，分别为：质量管理、安全管理、智慧工地、档案管理、综合规划、协同办公、设计管理、采购管理、投资控制、进度管理。

（二）质量管理

对工程项目质量管理的过程进行管理，包含开工管理、停复工管理、材料设备报审、质量验收、实体检测等功能。对工程项目安全管理的过程进行管理，包含安全方案、安全数据、应急管理、安全培训、安全会议、晨会、安全监测等功能。对项目进行定期质量巡检，发现的质量问题可添加整改项。设定整改项的基本信息如问题描述、问题照片、要求处理时间等，并指定整改项的对接人。对接人指定整改项的负责人，负责人处理完成后由检查人进行复核，形成闭环，以做到质量巡检。同时进行材料报审管理，使材料从报审、进场到检测，能在平台内完成整个材料管理的全流程完整闭环。按管理要求进行质量验收申请，并按定义好的流程进行审批。上传分部分项验收资料、检测报告、工程量确认清单至平台，完成质量验收。

（三）安全管理

对项目进行定期安全巡检，发现的安全问题可添加整改项。设定整改项的基本信息如问题描述、问题照片、要求处理时间等，并指定整改项的对接人。对接人指定整改项的负责人，负责人处理完成后由检查人进行复核，形成闭环。完善安全数据，对安全许可证、三类人员、特种人员相关信息进行数据管理。针对安全隐患，对日常发现的其他安全隐患建立台账，与巡检一样要求闭环处理。同时按管理要求进行晨会，做好相关详细记录，并上传资料至平台。

（四）智慧工地

通过安全认证接口，从智慧工地平台实时获取视频监控与环境监控数据，平台本身不保存数据，保证数据

一致性。通过安全认证接口，从智慧工地平台获取设备实时数据与劳务花名册。同时监控与模型结合，点击设备可播放视频或展示环境监测信息，并自动定位到BIM模型，实现三维联动展示。

（五）档案管理

对于工程建设过程中产生的各类档案信息进行高效管理。档案管理模块通过标准库管理和文档管理两个方面，实现了对工程建设中各类标准、规范和指标的维护、查询和应用，以及对工程图纸、施工记录、设备资料和验收报告等文档的分类、归档和查询。在智慧应用方面，档案管理模块通过与项目进度的关联，实现了对即将到期的任务、验收节点等进行提前提醒，提高了项目管理的效率。同时，通过对档案数据的挖掘和分析，为项目管理提供数据支持，例如工程进度分析、质量分析等。此外，结合BIM模型和GIS数据，档案管理模块还能对工程建设过程中可能出现的问题进行预测和预警，为项目管理团队提供决策依据。通过对各类档案信息进行高效管理和智慧应用，为项目管理团队提供了重要的支持和保障。

（六）综合规划

综合规划模块具备高效的项目组织能力，通过明确的项目目标和策略，制定具体的执行计划，并有效控制项目风险。通过总体策划方案，该模块对项目进行全面的规划和协调，确保资源的优化配置和工程的整体把控。此外，综合规划模块还具备监理规划功能，明确监理目标和流程，确保工程质量的严格控制。最后，通过项目实施计划，该模块对施工进度进行精细化管理，确保项目按时完成，同时还能对可能出现的延误进行预警和应对。总之，综合规划模块通过项目组织、总体策划方案、监理规划和项目实施计划等方面的综合规划和管理，实现了对城市智慧水厂工程建设的全面把控和高效管理。

（七）协同办公

在工程建设数字建管平台的构建中，协同办公应用贯穿于整个项目的全过程，包括设计、施工、运营等阶段。通过协同办公，可以实现各参与方之间的信息共享、沟通协调和决策支持，从而提升整个项目的协同效率和工程管理效果。在会议管理功能中，平台可以对会议纪要任务进行分解，指定责任单位、责任人，通过平台或者手机APP对会议任务进行处理，做到会议任务闭环。在项目简报功能中，对施工日志、项目周报、月报进行集中管理，对项目每周、每月发生的主要工作事项、进展情况，对比分析的录入、存储，方便领导查看、浏览。通过平台数字化、信息化手段，使参建各方基于统一BIM模型开展建管工作，打通信息孤岛，进行全体人员协同办公，极大提高了项目建设效率，提升建设质量、确保项目各阶段建设安全和管理。

（八）设计管理

在设计模型部分，平台能够对设计各阶段的模型集

中统一管理，能够在线浏览、操作模型，提出最优设计方案。利用BIM技术，对工程项目进行管线综合排布、碰撞检查、可视化漫游以及净空分析，及时发现问题，提升设计质量。同时还能进行模型图纸关联，通过对设计模型与设计图纸进行关联，实现二三维联动展示与数据交互，各参建方可以在同一屏幕中对图纸与模型进行平面图、立面图、剖切图、三维构件的直观比对，方便发现设计漏项和错项问题。并且集成设计模型，对所有分类的模型集成为全厂模型进行展示。在工程项目的各个阶段，参建各方基于工作流程对图纸、模型进行在线审核、批注，并按照设计单位、专业、问题类型进行统计分析，为提升设计质量提供参考依据。具备BIM模型工程量应用功能，基于精细化BIM模型，能够自定义统计工程净量，作为工程量统计的参考依据，辅助费控部门快速决策，提高了工程设计的效率与质量。

（九）采购管理

数字建管平台在采购管理方面实现了智能化与集成化的管理。通过平台，采购部门可以全面掌控采购计划，实时跟踪设备采购进度，确保设备按时到位。同时，该平台还支持设备信息的智能化管理，方便采购部门对设备进行筛选与比对，选择更优质的供应商。在设备验收环节，平台提供了在线验收功能，确保设备质量符合预期。通过数字化、智能化的采购管理，该平台为城市智慧水厂工程建设提供了有力保障，有效提高了工程建设的效率与质量。

（十）投资控制

平台实现了采购计划的智能化管理。通过将BIM模型与GIS数据相结合，平台可以全面分析工程建设的需求，自动生成采购计划，确保所需设备按时到位。这大大减少了人工编制采购计划的工作量，提高了编制效率。通过管理合同及支付系统，其中包含合同管理、二类费用支付、工程预付款支付、工程进度款支付等支付管理功能。对工程支付的全过程进行管理，生成支付台账。施工单位在平台进行工程量中间申报，通过监理、业主审批后生成申报台账，可以查看每一期申报的工程量，累计完成工程量、累计完成金额、剩余工程量等。通过全面掌控采购计划、实时跟踪设备采购进度以及在线设备验收等功能，提高了采购管理的效率与质量。

（十一）进度管理

在项目建设整体进度计划中，利用该平台可以对总进度、月进度、周进度进行流程化管理，可以在线查看进度甘特图，查看每项WBS任务的任务内容、计划进度、计划工期、实际进度、实际工期、进度现状等。对进度管理可进行三维可视化，基于BIM模型，对施工计划进度、实际进度进行三维仿真展示，达到进度模拟的效果；实现实际进度与计划进度的自动对比，辅助业主确定延期部位，以三维可视化的方式实现进度的动态管理和监控，达到进度监控的效果，大大提高了项目整体进度进行，确保项目建设按时按质完成。

三、“BIM+GIS”技术实际应用优势

基于“BIM+GIS”技术的城市工程建设数字建管平台在协同办公方面具备高效的信息沟通和协作能力。通过集成多种工具和应用，该平台为项目工程建设提供了一个协同工作的环境，助力提升工作效率和质量，在项目实施过程中，通过搭建专业的“智慧技术团队”，在项目执行过程中，对各个参加单位的使用情况进行培训和监管，促使项目执行高效落地。

（一）平台具备强大的信息集成和共享功能。

通过提供一个统一的信息平台，促进设计、施工、管理、运营等各部门之间的信息共享和协同工作。通过实时数据更新和共享，项目成员可以随时获取项目的最新信息，减少信息传递的延误和误解。同时，平台还支持多参与方数据上传和下载，方便各部门对文档和数据进行协同编辑，提高协同办公效率。

（二）平台具备强大的项目优化和管理功能。

BIM和GIS的结合使用可以显著提高项目的设计、施工和管理效率。通过BIM模型，可以模拟工程项目的施工过程，提前发现和解决潜在的问题，优化施工方案。同时，GIS技术可用于分析和处理大量的地理信息数据，为项目决策提供科学依据。通过BIM+GIS技术的数据分析和建模能力，项目管理团队可以获得更准确的项目数据，从而提高决策的科学性和准确性。例如，通过GIS技术对地形、地貌等地理信息的分析，可以更准确地预测和控制项目风险。BIM+GIS技术可以帮助项目管理团队更好地掌握项目进度，通过实时更新数据和信息，实现项目进度的精确跟踪和预测。此外，BIM模型还可以提供项目的三维可视化展示，使项目管理团队更好地理解 and 评估项目的整体状况。

四、结论

本文以广州北江引水工程（花都水厂及配水管道工程部分）实际工程应用为例，深入探讨了BIM+GIS技术在工程实践中的融合应用。通过结合BIM和GIS手段，我们得以多尺度、多视角地呈现工程的实施情况，从宏观和微观两个层面直观展现项目管理的各个方面。同时，通过BIM+GIS技术快速从全局掌握水厂建设工程全部信息，实现项目安全管理、进度管理、档案管理可视化、信息化、数字化，赋能水务工程管理，辅助管理者进行库区全方位全要素的管控，极大提高工程管理效率。尽管BIM+GIS技术的应用实践已经越来越成熟，但仍有一些问题需要解决。例如，不同平台和不同数据格式的融合、模型轻量化、文件格式不统一等。这些问题将在今后的工程实践中进行进一步的研究和总结。

参考文献

[1] 杜修力, 伏广梅, 赵雪锋, 等. 基于BIM+GIS的通州文旅区协同管理平台应用研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2019, 11(3): 16-23.