

BIM技术在市政给排水设计中的应用

戚天忠

酒泉钢铁(集团)有限责任公司 甘肃 嘉峪关 735100

摘要: BIM技术为市政给排水设计提供了全新的数字化解决方案。通过三维建模、多专业协同与全生命周期信息集成,显著提升了设计效率与准确性。该技术在规划设计、详细设计、施工建造及运营维护各阶段均发挥重要作用,支持可视化表达、碰撞检测、水力模拟与运维管理等功能。尽管在数据互通、硬件性能与人才储备方面仍面临挑战,但通过标准建设与技术优化,有望实现更广泛深入的应用,推动市政给排水工程向智能化、精细化方向发展。

关键词: BIM技术; 市政给排水; 三维建模; 协同设计; 运维管理

引言: 市政给排水系统是城市基础设施的重要组成部分,其设计质量直接影响城市运行效率与生态环境。传统二维设计模式存在空间表达不足、协同困难与信息传递不畅等问题,难以满足现代城市建设需求。BIM技术以其可视化、协同性与全周期管理优势,为市政给排水设计带来新的可能。通过整合多专业数据、提升设计精度与优化施工运维流程,正逐步改变传统设计方式,成为行业发展的新趋势。

1 市政给排水设计现状与需求

1.1 市政给排水系统的功能与地位

市政给排水系统作为城市基础设施的关键组成部分,承担着维系城市正常运转的核心功能。在供水方面,从水源地取水、净化处理到通过庞大的管网输送至千家万户,为居民日常生活、商业活动及工业生产提供稳定水源^[1]。城市中每栋建筑的用水需求,各类工厂的生产流程用水,均依赖给排水系统的稳定运行。污水排放处理同样不可或缺,将生活污水、工业废水收集并输送至污水处理厂,经过净化处理达标后排放或回用,避免污水直接污染自然水体,保护城市水环境。市政给排水系统对城市生态平衡意义重大。合理的排水系统可有效应对暴雨洪涝,通过雨水管网及时排除积水,防止城市内涝,保障城市道路通行与居民生命财产安全。景观水体的水循环也依靠给排水系统维持,确保城市公园湖泊、人工河道水质清澈,为城市增添生态美感。污水处理后的中水回用,用于城市绿化灌溉、道路冲洗,提高水资源利用率,缓解城市水资源短缺压力,促进城市可持续发展。

1.2 传统设计模式的瓶颈

传统市政给排水设计采用二维设计模式,在空间表达上存在明显缺陷。设计师通过平面图、剖面图表达设计意图,但复杂的管网布局、空间交叉关系难以直观呈

现。不同高程的管线在二维图纸中仅以线条表示,设计人员难以准确判断管线实际空间位置,容易造成后期施工时管线碰撞、空间冲突等问题。各专业协同设计面临重重困难,给排水专业与建筑、结构、电气等专业在二维图纸上各自独立绘制,缺乏统一的信息交互平台。专业间沟通依靠图纸会审与口头交流,信息传递效率低,且易出现理解偏差,导致设计方案不协调。传统设计模式下,设计变更成本高昂。一旦发现设计问题或因需求变化需调整方案,修改二维图纸繁琐复杂,牵一发而动全身。一处管线位置调整,可能涉及多个专业图纸修改,还需重新标注尺寸、更新说明,耗费大量人力与时间。信息传递过程中易出现丢失或失真,从设计阶段到施工、运维阶段,依靠图纸与文档传递信息,随着工程推进,部分细节信息可能未完整传递,导致施工人员对设计意图理解不透彻,运维人员缺乏设备设施详细信息,影响工程质量与后期管理维护。

2 BIM技术核心内涵与优势

2.1 BIM技术基础概念解析

BIM技术以三维数字化模型为载体,构建起建筑全生命周期信息集成平台。该模型并非简单的几何形体堆砌,而是将建筑从设计构思到运维拆除各阶段的信息进行深度整合^[2]。在市政给排水设计中,模型包含管道走向、管径尺寸、节点连接方式等几何信息,同时纳入管材类型、抗压强度、耐腐蚀性等材料属性,以及水泵流量、扬程、阀门启闭特性等设备参数。这些信息以数据化形式嵌入模型,形成相互关联的信息网络。无论是设计阶段的方案调整,还是施工阶段的进度把控,亦或是运维阶段的设备管理,所有参与者均可通过该模型快速获取所需信息,实现项目全流程的数字化管理。各专业设计成果在同一模型中协同呈现,改变传统分散式信息存储与传递模式,确保信息的一致性与准确性。

2.2 BIM技术应用优势

BIM技术的可视化特性为市政给排水设计带来显著变革。传统二维图纸中的线条与符号经BIM转化为三维立体模型,复杂的管网系统、设备布局以直观形态呈现。设计师可多角度浏览模型,快速发现设计中的不合理之处;项目决策者也能更清晰理解设计方案,做出科学决策。这种可视化不仅局限于外观展示,还可模拟水流在管网中的流动路径,直观呈现水力分布情况,辅助优化设计方案。协同设计功能是BIM技术的突出优势。在市政给排水项目中,给排水、建筑、结构、电气等专业基于同一BIM模型开展设计工作。各专业设计信息实时共享、动态关联,一处修改自动同步更新至整个模型。给排水管道与结构梁冲突时,系统即时预警,相关专业人员可快速协商调整方案,避免传统模式下因信息不同步导致的设计矛盾。BIM技术实现项目全周期信息集成与共享。从设计初期的地形测绘数据,到施工过程中的材料进场记录、施工进度信息,再到运维阶段的设备运行参数、维修保养记录,均存储于同一模型。不同阶段参与者可按需调取信息,无需反复传递图纸与文件,减少信息丢失与错误。其模拟分析功能为设计提供科学支撑,通过建立水力模型,模拟不同工况下管网压力、流量变化,优化管径选择与水泵配置;进行碰撞检测,提前发现管线交叉问题,降低施工风险,提升设计质量与项目整体效益。

3 BIM技术在市政给排水设计全流程应用

3.1 规划设计阶段

规划设计阶段是市政给排水工程的起点,BIM技术在此阶段发挥数据整合与方案优化的关键作用。利用BIM技术搭建数据平台,将地形地貌数据转化为三维地形模型,直观呈现城市高低起伏状况,为管网坡度设计提供参考;整合水文地质资料,分析地下水水位、土壤渗透特性,辅助确定排水路径与泵站选址;结合城市规划布局,预判未来人口增长与用水需求,合理规划给排水系统规模。在方案比选环节,基于BIM模型创建多种设计方案。针对供水系统,设计不同的水源分配、管网拓扑结构方案;对于排水系统,规划重力流与压力流结合的管网布局。从空间维度分析方案对城市空间的占用与影响,评估工程成本涉及管材选用、施工工艺、设备购置等因素,考量施工难度如穿越河道、铁路的可行性。通过多维度对比,筛选出兼顾功能性、经济性与可实施性的最优方案。

3.2 详细设计阶段

详细设计阶段以BIM三维建模为核心,实现给排水

设施的精准设计。运用BIM软件构建给排水管网模型,精确设定管道材质、管径、长度等参数,完整呈现泵站、污水处理厂的内部结构与设备布置。模型中各构件具备参数化特性,一处修改可联动影响相关构件,保证设计一致性。管线综合碰撞检测是避免施工冲突的重要手段^[3]。将给排水管线模型与电力、燃气、通信等其他市政管线模型进行整合,利用BIM技术自动检测管线交叉、重叠部位。针对检测出的碰撞点,调整管线走向、改变管径或优化高程,确保不同专业管线在空间上合理避让。通过反复优化,减少施工阶段因管线冲突导致的设计变更与工期延误。水力模拟与系统优化借助专业水力分析软件与BIM模型结合实现。在BIM模型中设定水流边界条件、管道粗糙度等参数,模拟不同工况下的水流状态、压力分布。根据模拟结果,调整管径大小以平衡流量与能耗,优化管道坡度保证排水顺畅,合理设置阀门、检查井等设施位置。通过多次模拟与优化,提升给排水系统运行效率与稳定性。

3.3 施工建造阶段

施工建造阶段引入BIM技术实现进度、工艺、质量与成本的全面管控。基于BIM模型制定施工进度计划,将时间维度与三维模型结合形成4D模拟。通过可视化的施工过程展示,提前发现工序衔接不合理、资源分配不均衡等问题,优化施工顺序,避免窝工、返工现象。实时跟踪施工进度,对比实际进度与计划进度,及时调整施工安排。施工工艺可视化交底改变传统文字与图纸交底方式。利用BIM模型制作施工工艺三维动画,动态展示管道安装、泵站设备调试等复杂工艺步骤;通过虚拟漫游功能,让施工人员沉浸式体验施工环境与操作要点。直观的交底形式确保施工人员准确理解设计意图,掌握施工工艺标准与安全规范,减少因理解偏差导致的施工错误。施工质量与成本管控依托BIM模型的信息集成特性。将施工过程中的质量检查记录、材料验收信息等与BIM模型关联,实现质量问题的快速定位与追溯。通过对比实际施工模型与设计模型,及时发现尺寸偏差、构件缺失等质量问题并督促整改。结合BIM模型自动统计工程量,分析材料用量与成本消耗,对比预算数据进行成本动态监控,严格控制工程成本。

3.4 运营维护阶段

运营维护阶段,BIM技术助力设施全生命周期管理。将模型中的设施信息导入运维平台,形成统一数据库,支持设备参数查询、维护记录更新与运行状态监测,改变传统纸质管理的低效与信息分散问题。故障诊断与维修决策借助BIM可视化与数据整合能力。设施故障时,通

过模型快速定位故障位置,调取历史运行与维护数据,结合故障现象制定维修方案,确定所需材料、工具与人员,可视化模型辅助维修人员熟悉设备结构,提高维修效率。针对既有设施改造升级,BIM模型提供数据支撑。通过三维扫描建模,对比原始设计评估设施老化程度,模拟不同改造方案的实施效果,分析对现有系统的影响,优化改造路径与施工方案,为设施升级提供科学依据,提升给排水系统整体性能。

4 BIM 技术应用进程中的阻碍与突破路径

4.1 技术维度的阻碍与应对策略

4.1.1 BIM技术性能承载的阻碍

技术层面的瓶颈显著限制BIM技术在市政给排水设计中的深入应用。不同厂商开发的BIM软件采用各异的数据格式与存储标准,导致模型数据在转换过程中出现信息丢失、几何变形等问题^[4]。给排水设计常涉及多专业协同,各专业使用不同软件创建的模型难以有效整合,增加设计协调难度。市政给排水系统模型包含海量构件与参数信息,对计算机硬件性能要求极高,普通工作站运行大型模型时易出现卡顿、崩溃现象,严重影响设计效率。复杂地质条件也是建模难点,地下溶洞、流沙层等特殊地质构造,依靠传统建模方法难以精准呈现,导致设计方案与实际施工脱节。

4.1.2 应对策略

针对上述问题,需从标准、技术、工具三方面突破。行业内应推动建立统一的数据交换标准,规范模型数据的存储、传输格式,确保不同软件间数据无损交互。开发模型轻量化技术,通过数据压缩、简化几何结构等手段,降低模型数据量,优化数据传输与存储效率,使模型在普通硬件设备上也能流畅运行。研发适用于复杂地质条件的建模工具,结合地质雷达、钻探等勘探数据,运用先进算法生成高精度地质模型,实现地质信息与给排水设计模型的深度融合,提升设计方案的准确性与可行性。

4.2 管理与人才维度的困境与解决方向

4.2.1 BIM技术应用管理机制与人才储备的困境

管理与人才层面的短板同样制约BIM技术应用效果。在项目管理中,设计团队缺乏完善的协同管理机制,各

专业间信息传递滞后,沟通成本高,无法充分发挥BIM技术的协同优势。项目参与方对BIM技术的认知存在差异,部分单位仅将其视为三维建模工具,未能挖掘其在全生命周期管理中的价值,导致应用浮于表面。人才短缺问题尤为突出,既精通市政给排水设计原理,又熟练掌握BIM技术操作与管理的复合型人才匮乏,现有设计人员对BIM软件操作不熟练,难以将设计理念高效转化为数字模型。

4.2.2 解决方向

破解困境需从体系建设、人才培养、认知提升三方面发力。构建完善的协同管理体系,明确建设单位、设计单位、施工单位等各方在BIM应用中的职责与协作流程,利用云平台实现设计信息实时共享与同步更新,打破信息孤岛。加强与高校、职业培训机构合作,在给排水专业课程中融入BIM技术教学内容,开设BIM技术专项培训班,通过理论教学与实践操作结合,培养满足行业需求的复合型人才。开展行业交流活动,组织BIM技术应用成果展示,分享成功经验,提升项目各方对BIM技术价值的认知,推动其在项目各阶段的深度应用。

结束语

BIM技术在市政给排水设计中的应用正在不断深化,涵盖规划、设计、施工与运维多个阶段,提升了项目的整体管理水平。面对技术标准不统一、软硬件限制与专业人才短缺等现实问题,需加强标准体系建设、推动软件优化与人才培养。未来随着技术进步与行业认知提升,BIM将在市政工程中发挥更大作用,助力智慧城市建设与可持续发展。

参考文献

- [1]毕丽爽.BIM技术在市政给排水设计中的应用[J].全面腐蚀控制,2025,39(1):24-26.
- [2]全伟超.BIM技术在市政给排水设计中的应用研究[J].中州建设,2025(1):118-119.
- [3]甘雨虹.浅谈BIM技术在市政给排水设计中的应用[J].门窗,2025(4):100-102.
- [4]张慧.BIM技术在市政给排水设计中的应用[J].建筑工程技术与设计,2023,11(16):136-138.