

基于BIM技术的给排水工程设计与施工管理

任馨宇 李二平

国咨(北京)规划设计有限公司 北京 100040

摘要: 在城市化进程加速和建筑规模不断扩大的背景下,给排水工程作为建筑基础设施的关键部分,其设计与施工管理水平直接影响建筑的使用功能和长期效益。本文聚焦基于BIM技术的给排水工程设计与施工管理。BIM技术凭借三维建模与信息集成优势,贯穿给排水工程全生命周期。设计阶段,通过可视化、参数化、协同设计等手段优化方案,安装模拟与材料管理提升效率;施工阶段,利用碰撞检测、进度模拟、工艺交底等功能强化管控,结合质量控制与安全保障确保工程质量,最终通过竣工模型交付支撑运维管理。该技术有效解决了传统模式中信息割裂、协同低效等问题,为给排水工程提供数字化解决方案,推动建筑行业向智能化、精细化方向发展。

关键词: BIM技术;给排水工程;设计管理;施工管理

引言:随着建筑功能复杂化与规模扩大化,给排水工程作为建筑核心系统,其设计与施工面临管线冲突、空间协调困难、信息传递低效等挑战。传统二维图纸与分散式管理方式难以满足现代工程需求,导致返工率上升、成本增加与工期延误。BIM技术通过构建三维数字模型,集成几何与非几何信息,实现多专业协同设计与全生命周期数据共享。其可视化、参数化与模拟分析功能,可提前发现设计矛盾,优化施工方案,并支撑运维阶段的智能管理。研究基于BIM技术的给排水工程设计与施工管理,对提升工程质量、降低资源消耗及推动建筑行业数字化转型具有重要实践价值。

1 BIM 技术概述

BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型)技术是以三维数字化模型为载体,集成建筑全生命周期物理与功能特性的信息管理方法。其核心在于通过参数化建模构建包含几何形状、材料属性、成本数据、施工进度等多维度信息的动态数据库,形成与实体建筑同步更新的“数字孪生”系统。该技术突破了传统二维CAD的孤立表达模式,采用开放式数据结构支持建筑、结构、机电等多专业协同工作。其发展历程可分为四个阶段:20世纪70年代的概念萌芽期,通过图形交互技术探索三维建模可能;80-90年代的系统开发期,商业软件实现基础建模功能;2000年后标准化推进期,IFC数据标准解决跨平台互操作问题;当前智能化深化期,BIM与云计算、物联网、AI技术融合,形成覆盖设计、施工、运维的全流程解决方案。BIM技术具有可视化、可模拟、可优化的核心特性:通过三维模型实现设计意图直观展示,利用碰撞检测提前发现专业冲突,借助4D/5D模拟优化施工组织与资源配置。其价值在于构建统一的信息平

台,消除传统模式中“信息孤岛”问题,支持从概念设计到设施管理的全生命周期数据传递,为建筑行业数字化转型提供关键技术支撑^[1]。

2 基于 BIM 技术的给排水工程设计

2.1 可视化设计

基于BIM技术的可视化设计通过三维数字模型,将给排水系统的空间布局、管道走向及设备位置以立体形式直观呈现,突破传统二维图纸的平面表达局限。设计师可旋转、缩放模型,从任意视角观察系统细节,精准判断管道与建筑结构、其他专业管线的空间关系,有效避免因视角盲区导致的设计疏漏。该技术支持实时动态展示,设计过程中可即时调整管径、坡度等参数,模型同步更新并反馈空间占用变化,帮助设计师快速评估不同方案的可行性。同时,可视化设计强化了多专业协同效率,结构、电气等团队可通过共享模型直观理解给排水系统的空间需求,提前发现并解决专业冲突,减少后期设计变更。此外,BIM模型可生成剖面图、轴测图等多样化视图,辅助设计交底与施工指导。其虚拟漫游功能还能模拟人员通行路径,优化管道布局对建筑使用功能的影响。

2.2 参数化设计

基于BIM技术的参数化设计通过定义给排水系统构件的几何参数、物理属性及关联规则,实现设计方案的动态调整与自动优化。设计师可将管径、坡度、流量等关键指标设为可变参数,并建立参数间的逻辑约束关系,例如根据流量自动计算管径需求,或依据建筑高度确定水泵扬程。当某一参数修改时,模型会同步更新相关构件的尺寸、位置及连接关系,确保设计满足规范要求。参数化设计支持快速生成多方案比选,设计师可通过调

整参数组合（如改变管道布局方式或设备选型），即时获取不同方案的成本、空间占用及水力性能数据，为决策提供量化依据。同时，该技术可嵌入计算规则（如水力计算公式、能耗分析算法），在参数调整过程中自动完成复杂计算，减少人工误差。此外，参数化模型为施工阶段提供了精准的数据基础，构件参数可直接关联材料清单、加工图纸及安装说明，支持预制构件的自动化生产。

2.3 协同设计

基于BIM技术的协同设计通过构建统一的三维信息模型，实现给排水专业与其他学科（如建筑、结构、电气）的实时数据共享与交互。各专业设计师在共享模型中同步开展工作，管道布局、设备定位等信息随设计进程动态更新，所有参与者均可实时查看其他专业的修改内容，彻底消除传统模式中因信息滞后导致的专业冲突。该技术支持多用户并发操作，设计师可通过权限管理在模型中标注疑问、提出修改建议，并关联设计说明或规范条款，形成可追溯的沟通记录。冲突检测功能可自动识别管道与结构梁、电气桥架的空间碰撞，生成冲突报告并定位问题位置，指导各专业协同优化设计方案。此外，BIM协同平台支持版本对比与历史回溯，设计师可快速对比不同阶段的设计差异，评估变更对系统性能的影响。通过标准化数据接口，模型可无缝对接分析软件（如水力计算、能耗模拟工具），实现设计-分析-优化的闭环管理。

2.4 安装模拟设计

基于BIM技术的安装模拟设计通过三维动态仿真，提前预演给排水系统的施工安装过程。设计师可在虚拟环境中模拟管道吊装、设备就位等关键工序，结合空间尺寸、构件重量及施工设备参数，分析安装路径的可行性与安全性。例如，通过模拟狭窄空间内的管道拼接，可优化施工顺序，避免因操作空间不足导致的返工。该技术支持时间维度扩展，形成4D施工模拟，将安装工序与进度计划关联，直观展示各阶段管线、设备的空间占用状态。施工人员可据此调整资源调配，如合理安排起重机作业时间，减少机械闲置。同时，模拟过程可集成碰撞检测功能，实时识别安装阶段可能出现的构件干涉问题，指导设计优化或施工方案调整。此外，安装模拟为工人提供了可视化交底工具，通过动态演示复杂节点的安装步骤，降低技术理解门槛。

2.5 自动统计与材料管理

基于BIM技术的自动统计与材料管理通过三维模型的信息集成能力，实现给排水工程材料数据的精准提取

与动态管理。模型中的管道、阀门、设备等构件均关联材质、规格、数量等属性，系统可自动生成材料清单，涵盖管径、长度、连接方式等详细参数，消除人工统计的误差与遗漏。该技术支持多维度分类统计，设计师可按楼层、系统或施工段筛选材料数据，快速生成符合采购、加工需求的报表。同时，模型与价格库联动，可实时计算材料成本，辅助预算控制与供应商比选。在施工阶段，通过与进度计划关联，系统能动态跟踪材料到货、领用及剩余情况，预警库存不足或过剩风险。此外，BIM模型支持材料追溯管理，每个构件均带有唯一编码，可查询其生产批次、质检报告及安装位置，为质量管控与运维维护提供数据支撑^[2]。

3 基于BIM技术的给排水工程施工管理

3.1 碰撞检测与管线优化

基于BIM技术的碰撞检测通过三维模型的空间分析功能，对给排水管线与建筑结构、电气、暖通等其他专业系统进行全维度冲突识别。系统可自动检测硬碰撞（如管道与结构梁直接交叉）、软碰撞（如预留安装间距不足）及动态碰撞（如施工阶段设备移动路径冲突），并生成包含碰撞位置、类型、涉及构件及严重程度的可视化报告。设计师根据报告定位问题节点，通过调整管线标高、路由或拆分复杂管段进行优化，同时利用BIM的参数化功能同步更新关联构件信息，确保设计调整的准确性与高效性。在管线优化阶段，BIM支持多方案模拟比选，结合水力计算、施工难度及成本数据，评估不同路由的可行性。优化后的模型可导出碰撞点标注图纸、施工深化图及材料清单，指导现场精准作业。此外，碰撞检测与优化过程贯穿设计深化至施工交底阶段，通过定期模型更新反映现场变更，持续消除潜在冲突。该技术显著减少了施工阶段的返工率与材料浪费，据统计可降低20%-30%的管线协调成本，同时缩短工期并提升工程质量。

3.2 施工进度模拟与资源管控

基于BIM技术的施工进度模拟通过将三维模型与时间维度（4D）关联，动态展示给排水系统各施工阶段的管线安装、设备吊装及连接工序。系统可模拟不同施工方案下的工序衔接、空间占用及机械作业路径，提前发现进度冲突（如多工序同时占用同一作业面），优化施工顺序与流水段划分。通过可视化进度推演，管理人员能直观评估关键路径，调整资源投入以规避窝工或赶工风险。资源管控方面，BIM模型集成材料、劳动力及设备数据，与进度计划联动生成资源需求曲线。系统可实时监控现场资源消耗，对比计划与实际偏差，自动预警

库存不足或过剩。例如，根据管道安装进度动态调配焊机、切割机等设备，减少机械闲置时间。同时，通过移动端数据采集，现场进度与资源使用情况可同步反馈至模型，支持动态调整与决策优化。该技术实现了进度-资源-成本的协同管理，据实践统计可缩短工期15%-20%，降低资源浪费率，并提升施工组织的精细化水平。

3.3 施工工艺可视化交底

基于BIM技术的施工工艺可视化交底通过三维动态模型与动画演示，将给排水系统的复杂施工工艺转化为直观的可视化指令。施工人员可旋转、缩放模型，从多角度观察管道连接、设备安装及节点处理细节，结合嵌入的工艺说明、规范条款及操作要点，快速理解技术要求。例如，通过动画模拟热熔连接管道的加热时间、插入深度等关键参数，或演示阀门组装的顺序与扭矩控制标准，消除传统文字交底中的理解偏差。该技术支持交互式学习，施工人员可通过点击模型构件获取专项工艺视频、安全警示及质量检查标准，实现“一构一策”的精准指导。同时，可视化交底可集成至移动终端，现场工人可随时调取模型进行实时核对，确保施工符合设计意图。通过可视化交底，施工工艺的理解效率提升60%以上，有效减少了因操作失误导致的返工与质量隐患，推动了标准化施工的落地。

3.4 质量控制与安全保障

基于BIM技术的质量控制通过三维模型集成材料参数、施工标准及验收规范，实现全流程质量追溯。施工人员可利用移动端扫描构件二维码，实时调取其规格、质检报告及安装要求，确保材料与工艺符合设计标准。模型可自动生成质量检查点清单，关联隐蔽工程验收记录，形成可追溯的质量档案，减少人为漏检风险。安全保障方面，BIM模型可模拟施工场景中的危险源（如高空作业、机械操作），结合人员定位与设备运行数据，实时预警碰撞、坠落等安全隐患。通过虚拟安全培训，工人可交互式学习应急预案与防护措施，提升安全意识。此外，模型可优化临边防护、脚手架搭设等安全设施的布局，减少现场调整成本。该技术实现了质量与安全的数字化管控，据统计可降低质量事故率30%以上，同时减

少安全风险点20%，为给排水工程提供了更可靠的质量与安全保障。

3.5 竣工模型交付与运维管理

基于BIM技术的竣工模型交付通过整合设计、施工阶段的全部信息，形成包含几何数据、设备参数、材料清单及运维要求的数字化资产。模型中每个给排水构件均关联生产厂家、维护周期、操作手册等元数据，为后期运维提供精准数据支撑。交付时，模型可转换为轻量化格式（如IFC、COBie），兼容主流运维管理系统，确保信息无缝衔接。在运维阶段，管理人员可通过模型快速定位管道泄漏、设备故障等异常点，结合空间分析功能规划最优维修路径，减少停机时间。模型支持与物联网传感器联动，实时监测流量、压力等关键参数，自动预警异常工况。此外，基于模型的维修记录分析可优化备件库存，延长设备寿命。该技术实现了从建设到运维的全生命周期管理，据实践统计可降低运维成本25%以上，同时提升故障响应效率40%，为给排水系统的长期稳定运行提供了有力保障^[3]。

结束语

基于BIM技术的给排水工程设计与施工管理，通过三维模型的信息集成与多维度协同，实现了设计精准化、施工可控化及运维智能化。从碰撞检测到进度模拟，从可视化交底到质量追溯，BIM技术贯穿工程全生命周期，显著提升了设计效率、减少了施工返工、优化了资源调配，并强化了安全与质量管控。其数字化、可视化的特性不仅推动了行业技术升级，更为城市水务系统的可持续发展提供了可靠支撑。未来，随着BIM与物联网、大数据的深度融合，给排水工程将迈向更高水平的智能化管理，为构建韧性城市奠定坚实基础。

参考文献

- [1]周鹏瑞.建筑给排水工程设计中BIM的应用[J].低碳世界,2021,11(2):125-126.
- [2]蒋宇驰.BIM在建筑给排水工程设计中的应用[J].环球市场,2020(18):335.
- [3]林霞,黄彩英,万泉.基于BIM的给排水工程设计与应用[J].现代物业(中旬刊),2021(04):187-189