BIM 技术在市政给排水设计中的应用

柴　竞

呼和浩特市建设工程施工图审查中心有限公司　内蒙古　呼和浩特　010010

摘　要：市政给排水系统作为城市基础设施的“血脉”，其设计质量直接关系到城市运行安全与居民生活品质。传统二维设计模式在应对日益复杂的城市地下空间和严苛的管网综合要求时，暴露出协同效率低下、空间冲突频发、设计表达抽象等固有局限。建筑信息模型（BIM）技术的引入，为市政给排水设计提供了三维可视化、数据集成化与协同并行化的全新工作范式。本文从市政给排水设计的特点与现实困境出发，系统阐述了 BIM 技术在管网三维建模、碰撞检测与管线综合、设计协同、参数化出图及全生命周期数据传递等方面的应用路径，进而分析了当前推广应用中的主要障碍，并提出深化应用的关键策略。本文认为，BIM 技术在市政给排水设计中的应用正从“可视化辅助工具”向“设计核心平台”演进，其深度整合将对提升市政工程设计质量与精细化管理水平产生深远影响。

关键词：BIM 技术；市政给排水；管线综合；协同设计；三维建模

引言

随着城市化加速，市政给排水系统规模庞大且复杂，涉及多种管线与构筑物在有限地下空间的密集分布。传统二维 CAD 设计虽成熟，但难以直观表达三维空间关系，依赖人工经验判断，易导致管线碰撞、专业冲突及施工返工，制约了设计品质提升。BIM 技术作为破局关键，通过构建集成几何、物理及功能参数的三维数字模型，实现从“画线”到“建物”、从“图纸驱动”到“模型驱动”的转变。它使设计人员能在统一数据环境中协调各专业，优化地下空间资源配置，有效解决碰撞与矛盾问题，显著提升设计效率与准确性，推动市政给排水设计向系统化、精细化方向发展。

1 市政给排水设计的特点与现实困境

1.1 市政给排水设计的基本特征

市政给排水设计具有鲜明的系统性和综合性特征。从系统性来看，给排水系统是典型的网络化基础设施——给水管网需保证供水压力均衡分布，污水管网需保证重力流顺畅排除，雨水管网需满足暴雨重现期下的及时排放，各子系统内部水力关联紧密，任何局部的设计变更都可能引起上下游的水力条件重新分布。从综合性来看，给排水管线需在城市道路有限的断面空间内，与其他市政管线共同排列，并遵循各自的技术规范要求（如最小覆土深度、水平净距、交叉净距等），形成有序的地下管线综合体。此外，市政给排水设计还深受外部条件制约。地形地貌决定排水方向和泵站扬程；地质条件影响管道基础形式与施工工法；道路红线宽度限定管线可布置的横向空间；既有地下构筑物和管线则构成不可忽视的约束边界。这些因素叠加在一起，使得市政给排水设计成为一项信息密度极高、空间关系极复杂的技术工作。

1.2 传统二维设计模式的主要局限

在二维 CAD 环境下，给排水设计人员通过平面图表达管线的水平走向，通过纵断面图或标注注记表达高程信息，平面与断面之间需要人工对应和相互校核。这种表达方式至少存在三重局限。其一，空间关系的间接性。管线之间的交叉、平行、重叠关系需要通过多张图纸的组合判读来获取，设计人员的空间思维负担较重，尤其当管线密集交叉时，二维图纸的可读性急剧下降，经验不足的设计人员容易遗漏碰撞点[1]。其二，专业协同的滞后性。市政工程涉及道路、结构、给排水、电气、燃气等多个专业，各专业基本在各自的二维图纸上独立推进，专业间的合图通常在施工图完成后集中进行。这种串行协同模式导致专业冲突往往在后期集中暴露，修改代价高昂。其三，设计变更的连锁困难。给排水设计中，管道坡度调整、管径修改或检查井位置移动是常见情况，但在二维图纸中，一项变更需要同步修改平面图、纵断面图、详图及标注等多处内容，稍有不慎即造成图面不一致。这种低效的变更响应机制，使设计质量高度依赖个人的细致程度。

2 BIM 技术在市政给排水设计中的应用路径

2.1 三维参数化建模与可视化表达

BIM 技术在给排水设计中最基础的应用是建立三维

参数化模型。设计人员使用专业 BIM 软件（如 Revit、Civil3D、BentleyOpenFlows 等），按照设计意图创建给水管线、污水管线、雨水管线及各类附属构筑物的三维实体模型。与 CAD 图元不同，BIM 模型中的每一个构件（管道、管件、阀门、检查井、泵组等）都承载着丰富的参数信息——不仅包括几何尺寸和空间位置，还包括材质、流量、坡度、粗糙系数、设计压力等工程属性。三维模型的可视化价值体现在多个层面。对于设计人员而言，在三维环境中操作可以直接观察管线的空间走向和相互位置关系，避免了平面到立体的思维转换损耗。对于建设单位和审批部门而言，三维模型提供了直观的方案展示手段，有助于非专业人员理解设计意图。对于施工方而言，三维模型可辅助施工组织设计和开挖方案的制定。这种全透明的可视化表达，使给排水设计从“抽象符号系统”转变为“具象空间构造”，显著提升了设计信息的传达效率。

2.2 管线综合与碰撞检测

碰撞检测是 BIM 技术在市政给排水设计中最具实效性的应用。在集成了各专业模型的 BIM 协同环境中，可利用软件内置的碰撞检查功能，自动搜索并报告不同管线之间、管线与结构构件之间、管线与地下障碍物之间的空间冲突。检测结果以列表形式输出，逐项标注碰撞位置、碰撞类型和涉及的构件，设计人员据此进行针对性调整。在市政给排水的语境下，碰撞检测的价值不仅在于发现“硬碰撞”（即物理空间重叠），更在于识别“软碰撞”（即不满足规范净距要求的管线排列）。例如，给水管与污水管平行敷设时，规范要求的最小水平净距通常为 1.0 至 1.5 米，若模型中间距不足，即可触发预警[2]。这种基于规则的空间合规性检查，是二维图纸人工审核难以系统完成的。通过碰撞检测前置到设计过程中，使管线综合从“施工前的亡羊补牢”转变为“设计中的持续优化”，大幅度降低了施工阶段的变更概率。

2.3 多专业协同设计环境

BIM 技术为市政给排水设计提供了协同工作的技术平台。在传统模式下，给排水专业需等待道路专业提供最终的路面标高和横断面图，需等待结构专业提供泵房、水池的轮廓尺寸，各专业的进度相互制约。而在 BIM 协同平台中，各专业在共享的中心模型上并行工作——道路专业调整纵断面标高后，给排水模型中的覆土厚度自动更新；结构专业修改水池池壁厚度后，给排水专业的设备基础位置随之联动。模型之间的链接与参照关系使各专业的修改实时可见，使协同从“定期合图”演进为“持续同步”。这种协同模式对给排水设计效率的提升尤为显著。因为给排水管线与道路工程的空间关系最为紧密——管道覆土厚度由道路标高决定，检查井位置受路缘石和分隔带限制，雨水口需与路面排水方向匹配。在协同环境下，给排水专业可以获取最新、最准确的道路模型作为设计底图，减少了因基础资料版本不一致造成的返工。

2.4 参数化驱动与设计变更的高效响应

BIM 模型的参数化关联机制使设计变更管理发生了质的变化。在给排水设计中，变更某一管段的管径或坡度时，模型中对应的三维实体自动更新，与之关联的纵断面图、标注列表、材料统计表均同步刷新，所有视图保持一致。这种“一处修改、处处更新”的联动机制，从根本上消除了传统二维图纸中图面不一致的质量通病。此外，参数化机制还支持设计方案的快速比选。设计人员可通过修改管径、调整坡度或改变路由，在短时间内生成多个备选方案的三维模型和工程量数据，为方案比选和优化提供量化依据。对于重力流排水管道，设计人员可以快速调整纵坡并观察其与地面线的关系，判断是否满足最小覆土和最大流速要求，使水力设计过程更加直观高效。

2.5 工程量统计与设计成果输出

BIM 模型是信息的集成载体，工程量统计是其自动衍生的价值产出。在给排水模型中，管道长度、管件数量、检查井个数、土方开挖量等数据可由模型直接提取和分类汇总，生成工程量清单。相较于传统的人工计算方式，基于 BIM 的工程量统计不仅速度快，而且数据口径一致——模型中的每一段管道都有精确的长度和管径，不存在漏算或重复计算的可能。在成果出图方面，BIM 模型可直接生成平面图、纵断面图、横断面图、节点详图等各类设计图纸，且图纸与模型保持链接关系[3]。当模型更新时，图纸可重新生成以反映最新设计状态。虽然目前 BIM 出图在深度和格式上尚不能完全替代 CAD 图纸，但“模型—图纸”一体化输出的趋势已经确立，其设计效率和质量优势正日益凸显。

2.6 向施工与运维阶段的数据传递

BIM 技术的价值不止于设计阶段，其数据模型可延伸至施工和运维环节。设计阶段完成的给排水 BIM 模型包含了完整的管线系统信息，可为施工阶段的深化设计、预制加工和施工模拟提供基础数据。在项目竣工后，经过修正的竣工 BIM 模型可作为数字化交付成果移交给运维单位，为管网资产管理、巡检维护和改扩建提

供翔实的数据基础。虽然市政给排水领域在运维阶段对 BIM 的应用尚不普遍，但设计阶段采用 BIM 建模为未来的全生命周期数据贯通奠定了基础。

3 BIM 技术在市政给排水设计中的应用价值

综合上述应用路径，BIM 技术为市政给排水设计带来的核心价值可归纳为三个层面。在质量层面，通过碰撞检测和空间合规性检查，显著降低了管线冲突和设计缺陷，提升了设计成果的准确性和完备性。在效率层面，通过协同设计和参数化联动，压缩了专业配合和变更修改的时间成本，缩短了设计周期。在数据层面，建立了结构化的工程信息数据库，使设计成果从“图纸”升级为“数据资产”，为后续的数字化应用提供了可能。这些价值叠加在一起，推动市政给排水设计从经验驱动向数据驱动、从分段孤立向系统协同的方向演进。

4 BIM 技术应用的当前障碍与深化策略

4.1 推广应用中面临的主要障碍

尽管 BIM 技术在市政给排水设计中的价值已获广泛认可，但其推广应用仍面临多方面制约。其一是软件工具的适配性问题。主流 BIM 软件多脱胎于建筑工程领域，针对市政线性工程的专业功能和本地化族库尚不完善，给排水设计中的重力流分析、汇水区域划分、管网平差计算等功能需要借助附加插件或外部软件完成，影响了工作流程的连续性。其二是设计深度与模型精度的匹配问题。在方案设计和初步设计阶段，BIM 建模的工作量远大于二维草图，设计单位往往面临进度压力下“不值得建模”的权衡[4]。其三是行业标准体系尚不健全。市政 BIM 模型的交付标准、分类编码标准、数据交换标准仍在完善中，不同软件之间的模型互操作性不足，制约了协同效率。其四是设计人员的 BIM 技能储备参差不齐，从二维思维向三维思维的转变需要培训积累和项目历练，人才缺口依然存在。

4.2 深化应用的关键策略

针对上述障碍，可从以下维度推进 BIM 应用的深化。首先，在标准层面，行业主管部门和企业应协同制定市政给排水 BIM 设计的实施指南和交付标准，明确各设计阶段的建模深度要求和成果验收标准，使 BIM 应用有章可循。其次，在技术层面，鼓励软件开发商和设计企业合作开发面向市政给排水专业的定制化工具和参数化族库，降低重复建模的工作量，提升软件的专业适配性。其三，在流程层面，设计企业应将 BIM 应用嵌入质量管理体系，在方案评审、校审、出图等关键节点设置 BIM 模型检查环节，以制度约束确保 BIM 技术不被“虚化”。其四，在人才层面，建立阶梯式的 BIM 技能培训体系，培养既懂给排水专业设计又具备 BIM 建模能力的复合型人才，同时优化设计团队的 BIM 岗位分工，提升团队协作效能。其五，在项目层面，宜从中小型、新建市政项目开始试点积累经验，逐步拓展至大型复杂项目，在正向设计与“翻模”之间逐步建立正向设计的比例，最终实现 BIM 作为设计主线的目标。

5 结语

BIM 技术为市政给排水设计带来了从“平面制图”到“空间建模”、从“串联协作”到“并行协同”、从“纸质交付”到“数据传递”的范式转换。本文系统梳理了 BIM 在给排水三维建模、碰撞检测、协同设计、参数化变更、工程量统计及全生命周期数据贯通等方面的应用路径，揭示了其在提升设计质量和工作效率方面的核心价值，同时客观分析了当前推广中的软件适配、标准缺失、技能缺口等现实障碍，并提出了针对性的深化策略。应当认识到，BIM 技术在市政给排水领域的应用仍处于发展阶段，其效能的充分发挥既需要软件工具和行业标准的持续完善，也需要设计理念和管理模式的相应变革。但可以确信的是，随着市政基础设施数字化进程的全面提速，BIM 技术将从“可选技术”逐步转变为“必选能力”，成为市政给排水设计高质量发展的关键支撑。

参考文献

[1] 王浩, 张建新.BIM 技术在市政管线综合设计中的应用研究 [J]. 给水排水,2022,48(7):112-118.

[2] 刘晓东, 陈思远. 基于 BIM 的市政给排水管线碰撞检测方法优化 [J]. 中国给水排水,2023,39(12):78-84.

[3] 周海涛, 李明辉. 市政工程 BIM 协同设计流程与标准化研究 [J]. 市政技术,2024,42(3):45-52.

[4] 赵岩, 王雪琴.BIM 与 GIS 融合下的城市给排水管网信息化管理框架 [J]. 地理信息世界,2023,30(5):33-39.