

BIM 技术在城镇燃气工程设计中的应用

伍安建

重庆盛焰能源有限公司 重庆 401055

摘 要：城镇燃气工程设计存在空间关系复杂、多专业交叉频繁、传统二维设计模式弊端突出等行业特点，数字化转型成为优化设计工作的重要方向。文章结合城镇燃气工程的设计特征与传统设计模式的短板，系统性探讨 BIM 技术在燃气工程设计领域的适配优势。从三维结构建模、多专业协同作业、设计精细化管理等多个维度，梳理该项技术在燃气管网布局、场站设计、数据联动、资料管理等环节的具体应用方式。技术融入设计全过程，能够有效弥补传统设计的缺陷，提升城镇燃气工程设计的规范性、精准度与整体质量。

关键词：城镇燃气工程；工程设计；BIM 技术；三维建模；协同设计

引言：城镇化建设持续推进过程中，城镇燃气管网体系不断扩张完善，市政地下管线布局愈发密集，燃气工程设计的复杂度与专业难度持续提升。传统二维设计模式存在信息分散、数据联动性差、图纸更新滞后等诸多问题，难以适配现代化燃气工程精细化的设计需求。BIM 技术凭借参数化建模、三维可视化与多专业协同的技术优势，逐步融入市政燃气工程设计领域。依托该项技术重构燃气工程设计模式，能够有效解决传统设计中的各类问题，助力燃气工程设计工作向数字化、精细化、标准化方向转型。

1 城镇燃气工程设计与 BIM 技术适配性分析

1.1 城镇燃气工程设计专业特征

城镇燃气工程设计涵盖中高压输气管线、低压配气管网、调压站、门站及各类附属设施的规划与布置，设计对象沿城市道路与地下空间呈网状延展，线路走向受地形地貌与既有地下管线制约明显。燃气工程属于多专业交叉密集型设计，管道路由需与给排水、电力、通信、热力等市政管线在有限的地下空间内完成排布协调，专业间的空间占用与净距控制是设计的难点所在^[1]。管道材质、壁厚、连接方式随压力等级与输送介质差异而变化，设计参数种类繁多且相互关联，管网节点处阀门、补偿器、放散装置等附件的配置直接影响系统运行安全性。

1.2 传统城镇燃气工程设计的固有短板

传统燃气工程设计以二维图纸为主要交付载体，管线路由、高程关系与空间占位信息分散在平面图与纵断面图中，设计人员需凭借空间想象力将离散图面信息还原为立体场景，信息传递过程中极易出现理解偏差。各

专业设计团队独立出图，图纸之间缺乏数据层面的联动关联，管线碰撞与净距不足等问题往往在施工阶段才发现，返工成本高且工期延误严重。设计变更后各专业图纸的同步更新依赖人工逐一修改，版本管理混乱，错漏在所难免。传统设计模式下管道工程量统计与材料清单编制多依靠人工计算，效率偏低且精度难以保证，设计成果向施工阶段传递时存在信息衰减与断层，施工方对设计意图的理解常与原始方案产生偏离。

1.3 BIM 技术适配燃气工程设计的技术特性

BIM 技术以三维参数化模型为信息载体，能够将燃气管线的几何形态、空间位置与属性参数整合在统一的数字模型中，设计人员可直观审视管网与周边建构筑物及其他市政管线的空间关系，碰撞检测功能可在设计阶段提前识别冲突点位。BIM 模型内嵌的属性信息随构件变更自动关联更新，设计修改可在模型层面实现全局联动，避免了传统模式下图纸逐张修改带来的遗漏风险。多专业团队可在同一模型平台上协同作业，各专业管线的空间排布与净距校核在统一环境下完成，信息传递的完整性与一致性得到有效保障。BIM 技术的参数化特性使管道工程量可从模型中直接提取，材料统计的效率与准确度均有明显提升，设计数据能够以结构化形式向下游阶段传递，为燃气工程全流程的信息贯通奠定了技术基础。

2 BIM 技术在城镇燃气工程结构设计中的应用

2.1 燃气管道体系三维数字化设计搭建

燃气管道体系的三维数字化设计以参数化建模为基础手段，将管道的管径、壁厚、材质、压力等级等属性参数与三维几何形态绑定在统一的数字构件中。中压与

低压管网按照不同压力级制分层建模,各层级管道之间通过阀门、调压器等节点构件建立逻辑关联,形成完整的管网拓扑结构^[2]。管道走向依据城市道路中心线与既有地下管线的空间位置进行数字化拟定。弯头、三通、变径等管件以族库形式预置,设计人员可根据实际工况快速调用与参数调整。纵断面信息通过管道标高与坡度参数加以控制,管道埋深、覆土厚度与交叉节点的高程关系在三维模型中直观呈现。设计人员无需在多张平面图与纵断面图之间反复切换,即可完成管线路由的整体审视与局部调整。

2.2 燃气场站设备模型标准化设计构建

燃气调压站与门站内部工艺设备种类繁多,过滤器、调压器、计量装置、安全放散阀等设备的几何尺寸与接口参数差异较大。BIM 技术通过建立标准化设备族库,将每类设备的外形尺寸、接口规格、安装定位要求等信息固化在模型构件中。设计人员搭建场站模型时可直接拖拽调用,避免重复建模带来的效率损耗。设备模型与场站建筑结构模型在同一平台上完成空间排布,设备基础位置、管道连接方向与操作检修空间均可在模型中进行校核。

2.3 管网空间布局优化设计应用

城镇地下空间资源有限,燃气管网需与给排水、电力、通信、热力等多类市政管线在同一廊道内完成空间排布。BIM 平台提供的碰撞检测功能可在设计阶段自动识别不同管线之间的空间冲突。设计人员依据检测报告调整管线路由或高程,将冲突消除在出图之前。管网路由优化不仅考虑与其他管线的净距要求,还需兼顾施工开挖难度与后期检修便利性。BIM 模型可对开挖断面与作业空间进行可视化校核。多方案比选可在同一模型环境中快速完成,不同路由方案的管长、管件数量与土方工程量可由模型自动计算,为设计决策提供量化依据。

2.4 附属配套设施一体化协同设计

燃气工程附属配套设施涵盖阀门井、凝水缸、放散管、标志桩等,设施数量多且分布范围广。传统设计模式下各设施的定位与管网主线的衔接常出现偏差。BIM 技术将附属设施作为独立构件纳入管网整体模型,各设施的平面坐标、埋设深度与连接方式在模型中与主管道保持数据联动。任一管段的调整均可自动触发关联设施的位置更新。多专业设计人员在同一模型中完成附属设施与道路、排水、绿化等专业的空间协调,避免设施布点与其他专业用地之间的矛盾。模型中附属设施的属性信息完整记录了规格型号与安装要求,为施工交底与后

期运维管理提供了结构化的数据支撑。

3 BIM 技术在城镇燃气工程协同设计中的应用

3.1 多专业设计数据协同联动

城镇燃气工程涉及燃气、给排水、电力、通信、热力等多个专业方向,各专业管线在有限的地下空间中交叉排布,信息的孤岛化管理是长期存在的难题。BIM 平台将各专业设计数据汇聚于统一的三维模型环境中,燃气管道与市政管线的空间关系以可视化方式呈现,任一专业的设计调整都会在模型层面触发关联数据的联动更新。给排水管道的路由偏移会带动燃气管道净距数据的重新校核,电力管线的埋深变动也会影响燃气管道的敷设空间判定。各专业不再各自为阵地出图,而是在同一数据基底上完成管线排布与空间协调,专业间的信息壁垒被有效打破,设计冲突的发现节点大幅前移^[3]。数据联动的逻辑使各专业的设计成果在模型中形成有机整体,避免了传统模式下各专业图纸间信息脱节导致的施工冲突。

3.2 跨岗位设计工作同步协作模式

燃气工程设计流程中工艺、管道、结构、电气等岗位的工作内容存在前后衔接关系,传统串行工作模式中前序岗位的交付延迟会直接拖慢后续岗位的启动节奏。BIM 平台为跨岗位协作提供了并行作业的技术条件,工艺人员完成管道路由设计后,管道岗位可在模型中直接读取路由参数开展配管设计,结构岗位则依据管道模型提取荷载数据完成支撑结构的设计计算。各岗位在模型中的工作权限与数据访问范围可按需设定,设计人员在各自负责的构件上完成修改后,模型中的关联构件自动呈现更新状态,岗位间的信息传递不再依赖人工翻查图纸或口头沟通。协作模式从线性串行转变为网状并行,设计周期得到有效压缩,岗位间因信息不对称造成的反复修改也大幅减少。

3.3 设计数据实时同步与更新机制

燃气工程设计过程中变更频繁,管道口径调整、路由改线或设备参数修改都会牵动多处设计内容的变动。BIM 模型内置的参数化关联机制使设计数据的更新具备实时传导能力,当设计人员修改某段管道的公称直径后,与该管段相连的阀门、补偿器及下游管段的参数会随关联规则自动刷新,无需人工逐一检查。设计团队成员在模型上的任何操作都会被平台即时记录,各终端显示的模型状态保持一致,避免了因本地文件版本不一致而产生的设计偏差。数据更新的实时性使设计团队始终在同一信息基准上开展工作,减少了因版本滞后引发的

设计返工与信息误判。

3.4 设计图纸与模型一体化联动设计

传统设计模式下图纸由模型或手绘生成,图纸与设计数据之间缺乏双向关联,模型变更后图纸需人工重新绘制,效率低且容易出现图模不一致的情况。BIM 平台实现了图纸与模型的双向联动,设计人员在模型中完成管网排布与参数设定后,平面图、纵断面图及节点详图可从模型中自动生成,图纸上标注的尺寸与管线属性直接取自模型数据。当模型中的管道路由或设备参数发生变更时,关联图纸中的对应内容会自动更新,图模一致性得到从根本上的保障。

4 BIM 技术在城镇燃气工程设计优化与管控中的应用

4.1 设计阶段空间冲突自查优化

城镇燃气管网在地下空间中与给排水、电力、通信等多类管线交错排布,空间冲突是设计阶段最为常见的技术难题。BIM 平台内置的碰撞检测功能可对模型中全部构件的空间占位关系进行自动化排查,管与管之间、管与结构之间、管与设备之间的硬性碰撞与软性干涉均能被逐一识别^[4]。检测报告以可视化方式标注冲突点位的类型与位置,设计人员可直接在模型环境中对冲突管段进行路由偏移或高程调整,将空间矛盾消除在图纸输出之前。冲突自查替代了传统模式下依赖人工逐张图纸比对的低效方式,设计人员无需凭借经验推断管线间的空间关系,模型可自动完成全部排查工作。

4.2 设计参数标准化统一管控

燃气工程设计涉及管径、壁厚、压力等级、材质、坡度、埋深等大量参数,不同设计人员对参数的理解与取值习惯存在差异,容易造成设计成果口径不一。BIM 技术通过建立统一的参数模板与族库标准,将管道等级、阀门规格、设备型号等设计参数以结构化形式固化在模型构件中。设计人员调用构件时只能在预设参数范围内选择,超出标准范围的参数需经审批后方可录入,从源头上约束了参数取值的随意性。多人协作时所有设计人员共用同一套参数标准,模型中任意构件的属性数据均可追溯,参数管理从分散的个人判断转变为集中的规则约束,设计成果的一致性与规范性得到有效保障。

4.3 设计方案精细化优化

燃气工程设计方案的优劣往往取决于细节层面的把控程度,管道路由的坡度设置、阀门间距的合理性、场

站设备的操作空间等细节直接影响工程的施工可行性与运行安全性。BIM 模型为设计方案的精细化调整提供了直观的操作环境,设计人员可在三维场景中逐段审视管道走向,对局部管段的坡度与埋深进行微调。场站内部设备的安装间距与操作通道宽度可在模型中反复推敲,直到满足安全规范与运维需求。方案比选不再停留在文字描述层面,不同方案的管长、土方量、材料用量等量化指标可从模型中直接提取,设计人员依据数据做出判断,方案优化的深度与精度均有所提升。

4.4 设计资料数字化整合管理

燃气工程设计过程中产生的图纸、计算书、设备清单、变更记录等资料种类繁多,传统纸质归档方式存在查找困难、版本混乱、易丢失等问题。BIM 平台将全部设计资料以数字化形式挂接在模型构件上,每段管道、每台设备均可关联对应的设计说明与计算依据。设计人员点击模型中的任意构件即可调阅全部关联资料,资料的检索不再依赖翻阅纸质档案。设计变更记录以时间轴形式留存于模型中,任一版本的设计状态均可回溯查阅。数字化整合使设计资料的管理从分散的文件柜模式转变为结构化的数据库模式,资料的完整性与可追溯性得到有效保障。

结束语

BIM 技术为城镇燃气工程设计带来了系统性变革,覆盖建模方式、协作模式与管控逻辑三个层面。管道三维建模与场站设备标准化使设计表达更为精确,多专业协同与实时数据同步打破了信息孤岛,碰撞检测与参数管控将设计质量的保障节点大幅前移,设计资料的数字化整合则推动成果管理从纸质归档转向结构化数据管理。整套应用体系以降低设计冲突与信息损耗为导向,以参数化建模与多专业联动为手段,为城镇燃气工程设计质量的持续提升提供了稳定的技术支撑。

参考文献

- [1] 樊光宇. BIM 技术在城镇燃气场站工程设计中的应用 [J]. 中国设备工程, 2024(21): 239-241.
- [2] 卢瑶. 基于 BIM 技术的市政与长输燃气管道设计施工一体化保护方案 [J]. 居业, 2025(11): 127-129.
- [3] 周万悦. 基于 BIM 技术的市政燃气管道施工优化与管理研究 [J]. 砖瓦世界, 2024(20): 115-117.
- [4] 申健. 城镇燃气管道非开挖施工工艺优化及质量控制研究 [J]. 中国化工贸易, 2026, 18(10): 130-132.