

# 基于BIM技术的消防工程施工过程可视化检测方法探析

陈 辉

内蒙古天行安全技术有限公司 内蒙古 呼和浩特 010000

**摘 要：**消防工程施工质量直接决定建筑消防安全，传统检测方法存在效率低、精准度不足等局限。本文以BIM技术为核心，结合消防工程施工特点，分析施工过程可视化检测需求，构建基于BIM的可视化检测体系，明确检测模型构建流程与技术路径，针对消防管线、设备安装、疏散系统等关键要素，提出针对性可视化检测方法。研究表明，BIM技术可实现消防施工全过程精准管控，解决传统检测痛点，提升检测效率与质量，为消防工程施工检测数字化转型提供技术支撑与实践参考。

**关键词：**BIM技术；消防工程；施工检测；可视化方法

引言：随着建筑行业数字化发展，消防工程系统愈发复杂，传统人工检测模式已难以适配施工管控精细化需求，易出现隐患遗漏、数据脱节等问题，严重影响建筑消防安全。BIM技术凭借可视化、参数化、协同化优势，在工程施工管控中应用日益广泛，其与消防工程施工检测的高度适配性，为解决传统检测痛点提供了有效路径。本文围绕基于BIM技术的消防工程施工过程可视化检测方法展开研究，明确检测体系与具体方法，以期弥补传统检测不足，推动消防施工检测向精准化、数字化发展，保障建筑消防安全。

## 1 基于 BIM 技术的消防工程概述

### 1.1 消防工程施工核心内容与流程

消防工程施工是建筑安全保障体系的核心组成部分，核心内容围绕火灾预防、报警、扑救及疏散展开，主要涵盖消防水系统、火灾自动报警系统、防排烟系统三大板块，同时包括防火分隔设施、应急照明与疏散指示系统的安装与调试。施工流程遵循“前期准备—分项施工—联动调试—验收移交”的逻辑，前期需完成施工图纸会审、技术交底及材料进场检验；分项施工阶段按系统分工推进，确保各部件安装符合规范；联动调试重点检测系统协同运行效果；最终通过竣工验收，确保工程满足消防安全使用要求，为建筑消防安全筑牢基础。

### 1.2 BIM技术的定义与核心功能

建筑信息模型（BIM）技术是以三维数字化模型为核心，整合建筑全生命周期各类信息的数字化管理技术，其核心是通过参数化建模，实现建筑信息的可视化、协同化与全流程可追溯。BIM技术的核心功能包括三维可视化建模，可直观呈现建筑及消防系统的空间布局；参数化关联，确保模型构件与实际施工参数精准对应，一处修改全程同步；协同管理，支持设计、施工、检测等多

方主体在线协作；可视化仿真，可模拟消防系统运行状态及施工过程，提前规避施工冲突，为消防工程施工检测提供高效的技术支撑。

### 1.3 BIM技术与消防工程的适配性分析

BIM技术与消防工程施工检测具有高度适配性，可有效解决传统消防施工中存在的痛点。消防工程系统复杂、管线密集，BIM三维可视化特性可清晰呈现各系统空间布局，规避管线冲突，降低施工误差；其参数化功能可将消防检测指标嵌入模型，实现施工过程的实时比对与精准管控。同时，BIM技术的协同性的能够整合施工、检测等多环节数据，实现信息共享，提升施工与检测效率；可视化仿真功能可模拟火灾场景下消防系统的运行效果，为检测方案优化提供依据，推动消防工程施工检测向数字化、精准化转型<sup>[1]</sup>。

## 2 消防工程施工过程可视化检测需求分析

### 2.1 消防工程施工检测的核心对象

结合实际施工场景，消防工程施工检测核心对象聚焦三大关键系统，兼顾配套设施。（1）消防水系统，包括消防水管网铺设、喷淋头安装、水泵接合器调试及阀门密封性检测，是火灾扑救的核心保障；（2）火灾自动报警系统，重点检测探测器、控制器、报警按钮的安装位置、接线准确性及联动响应性能；（3）防排烟系统，涵盖风管铺设、风机安装、防火阀调试等，直接影响火灾现场烟气疏散效果。此外防火门、应急照明等配套设施的安装质量，也是检测的重要对象。

### 2.2 施工过程可视化检测的核心需求

基于施工管控实际，可视化检测要满足三大核心需求。（1）精准性需求方面，需直观呈现施工参数与设计规范的偏差，如喷淋头间距、管线坡度等关键指标，避免人工检测误差；（2）实时性需求方面，针对隐蔽工程

等难以返工的环节,需同步呈现施工进度与质量状态,及时纠正违规操作;(3)可追溯性需求方面,需留存完整检测数据、影像资料,为竣工验收及后期运维提供可查依据,确保施工全过程可控。

### 2.3 传统检测方法的局限性分析

传统检测方法已难以适配现代化消防工程施工需求,存在明显局限。(1)检测效率低下,多依赖人工测量、肉眼排查,耗时耗力,且易遗漏隐蔽工程隐患;(2)精准度不足,人工记录易出现误差,难以实现施工参数的精准比对;(3)协同性差,检测数据多为纸质记录,难以实现施工、检测、管理多方信息共享,易出现沟通脱节;(4)不可追溯,检测记录易丢失、篡改,无法完整还原施工检测全过程,不利于后期隐患排查与责任认定<sup>[2]</sup>。

## 3 基于 BIM 的可视化检测方法体系构建

### 3.1 检测模型构建流程

检测模型构建要遵循标准化、精细化流程,重点完成BIM模型精细化构建与检测规则库嵌入关联,确保模型精准对接检测需求、承载检测数据,为后续可视化检测提供可靠载体,具体流程分为以下两部分:(1)消防工程BIM模型精细化标准。BIM模型的精细化程度直接决定可视化检测精准度,需明确统一标准,覆盖各系统构件参数定义、建模精度、信息录入等核心环节。构建时需严格对照施工图纸,明确构件几何参数、材质属性及安装规范,确保模型与实际构件一致;按消防水、火灾自动报警、防排烟等系统分层建模,清晰呈现空间布局与衔接关系,避免模型混乱、参数缺失;同时规范信息录入,将构件编号、施工规范、检测指标等嵌入模型,为检测规则关联、数据比对奠定基础。(2)检测规则库的嵌入与关联。检测规则库是实现可视化自动检测、精准比对的核心,需结合施工规范与检测标准,构建标准化规则库并与BIM模型深度关联。规则库需涵盖各系统检测指标、合格标准、偏差阈值,按分项工程与检测环节分类整理,保障全面规范;嵌入时通过参数化关联技术,实现规则与模型构件一一对应,明确各构件检测项目、频率及判定标准,达成同步联动;建立规则库动态更新机制,结合规范更新与施工需求优化规则,确保检测符合最新标准,实现模型检测智能化、标准化。

### 3.2 可视化检测技术路径

可视化检测技术路径依托BIM模型可视化、参数化优势,整合多种技术形成覆盖施工全过程的检测流程,实现质量与进度全方位管控,具体分为以下三部分:(1)三维冲突检测(ClashDetection)。依托BIM三维模型,

全面检测消防各系统构件、管线与建筑主体结构的空间关系,通过预设规则自动识别管线交叉、构件碰撞、空间不足等问题,以可视化方式呈现冲突位置、类型及范围,便于快速定位并制定优化方案,避免后期返工,提升检测精准度,从源头规避质量隐患。(2)虚拟漫游与动态模拟。依托BIM模型构建虚拟施工场景,通过虚拟漫游全方位查看各系统安装状态与施工细节,模拟现场检测视角,弥补传统人工检测在隐蔽工程、高空作业等环节的盲区;通过动态模拟还原施工全过程及系统运行状态,直观呈现进度与质量匹配情况,提前预判质量问题,为检测方案与施工流程优化提供支撑。(3)实时数据驱动的进度-质量联动分析。依托BIM数据集成优势,整合进度与质量检测数据,建立实时联动分析机制。通过数据接口对接现场检测设备,实时采集质量数据并传输至BIM模型,与预设参数、检测规则自动比对,直观呈现达标情况;关联进度计划实现进度节点与检测结果联动展示,清晰呈现各节点质量管控状态,及时发现进度滞后、质量不达标等问题,实现施工全过程动态管控,保障体系实用性与高效性<sup>[3]</sup>。

## 4 消防工程施工过程关键要素可视化检测方法

### 4.1 消防管线综合检测

消防管线路综合检测重点围绕管线空间布局合理性、结构安全性展开,依托BIM可视化技术实现全方位检测,具体分为以下两部分:(1)管线碰撞自动识别与修正。基于构建的消防工程BIM精细化模型,整合消防水系统、防排烟系统等各类管线信息,预设碰撞检测参数与判定标准,通过三维冲突检测技术,自动识别管线之间、管线与建筑主体结构、管线与其他专业管线之间的碰撞隐患。检测过程中以可视化方式呈现碰撞位置、碰撞类型及碰撞程度,明确碰撞构件的参数信息,同时结合管线施工规范与设计的要求,自动生成碰撞修正建议,明确管线调整的方向、幅度及参数,实现碰撞隐患的精准识别与高效修正,保障管线布局的合理性与规范性。

(2)支吊架受力分析与可视化预警。结合BIM模型中管线的几何参数、材质属性及安装位置,嵌入支吊架受力分析算法,构建支吊架受力可视化分析模型。通过模型精准计算各支吊架的承载力、受力分布情况,对照支吊架施工规范中的受力标准,判定支吊架受力是否达标。针对受力超标、受力不均等异常情况,通过可视化方式标注预警,明确异常支吊架的位置、编号及受力偏差数据,同步呈现受力异常的核心原因,为支吊架施工调整提供精准依据,保障管线安装的结构安全性。

### 4.2 消防设备安装质量检测

消防设备安装质量检测重点围绕设备安装参数、运行条件展开,依托BIM可视化技术实现安装质量的精准核查,具体分为以下两部分:(1)喷淋头间距与覆盖范围验证。基于BIM精细化模型,提取喷淋头安装位置、型号规格等核心参数,结合消防施工规范中喷淋头安装间距、覆盖范围的标准要求,构建可视化验证模型。通过模型自动计算相邻喷淋头间距、喷淋头与墙面距离,同时模拟喷淋头洒水覆盖范围,以可视化方式呈现间距偏差、覆盖盲区等问题,精准判定喷淋头安装位置是否符合规范,覆盖范围是否满足火灾防控需求,确保喷淋头安装参数达标。(2)消防栓定位与水压模拟。在BIM模型中精准标注消防栓安装位置、安装高度、接口规格等参数,对照施工规范与设计的要求,可视化核查消防栓定位是否合理、安装高度是否达标,是否存在遮挡、布局不均等问题。嵌入水压计算模型,结合消防水管网布局、管线直径等参数,模拟消防栓在不同工况下的水压分布情况,可视化呈现水压不足、水压不均等异常区域,明确异常原因,为消防栓安装调整及管网优化提供支撑,保障消防栓运行条件达标。(3)火灾自动报警设备安装与联动性能检测。依托BIM精细化模型,精准录入火灾探测器、报警控制器、手动报警按钮等设备的安装位置、接线参数及联动逻辑,对照消防施工规范,可视化核查设备安装间距、接线正确性及安装牢固度。嵌入联动性能模拟算法,模拟火灾触发场景,可视化呈现各报警设备的响应时序、联动动作准确性,精准识别响应延迟、联动失效等问题,明确设备安装或参数设置的异常症结,为设备安装调整与联动逻辑优化提供精准依据,保障报警系统安装质量与联动效能。

#### 4.3 疏散系统效能检测

疏散系统效能检测重点围绕疏散设施安装质量、疏散路径合理性展开,依托BIM可视化技术实现全方位评估与模拟,具体分为以下两部分:(1)应急照明与标识可视化评估。在BIM模型中整合应急照明灯具、疏散指示标识的安装位置、安装高度、照明参数等信息,结合疏

散系统施工规范要求,构建可视化评估体系。通过模型可视化核查应急照明灯具、疏散指示标识的安装位置是否合理、间距是否达标,是否存在遮挡、安装错位等问题;模拟火灾场景下应急照明的点亮效果、照明覆盖范围,评估照明亮度是否满足疏散需求,确保应急照明与标识安装质量达标、效能可靠。(2)人员疏散路径动态模拟与瓶颈分析。基于BIM三维模型构建建筑内部疏散场景,嵌入人员疏散动态模拟算法,设定火灾发生位置、烟气扩散速度等模拟参数,动态模拟人员疏散全过程。通过可视化方式呈现人员疏散路径、疏散速度、疏散时间等核心数据,精准识别疏散路径中的瓶颈区域,明确瓶颈位置、拥堵原因及影响范围,对照疏散规范要求,评估疏散路径设计与施工的合理性,为疏散路径优化、疏散设施调整提供精准依据,保障疏散系统效能达标<sup>[4]</sup>。

结束语:本文围绕BIM技术在消防工程施工过程可视化检测中的应用展开全面研究,完成了检测需求分析、检测体系构建及关键要素检测方法的设计,系统解决了传统检测效率低、精准度不足等核心问题。研究实现了BIM技术与消防施工检测的深度融合,形成了标准化、可视化的检测流程,可有效提升施工检测质量与效率。后续将结合工程实践,进一步完善检测模型与方法,推动其在各类消防工程中广泛应用,助力建筑消防安全管控水平持续提升。

#### 参考文献

- [1]黄岩东.BIM技术在消防工程施工流程中的应用[J].城市开发,2025(18):25-27.
- [2]汪鸿飞.建筑消防工程的重要性及检测策略研究[J].消防界(电子版),2025,11(7):100-102.
- [3]代凤华,殷全铭,李晓亚,于阿娟.消防员灭火防护服中典型PFASs污染物的可视化检测技术研究[J].消防科学与技术,2025,44(7):1000-1006+1013.
- [4]张晓伟.基于BIM技术的建筑室内设计与消防工程协同设计流程优化及应用研究[J].消防界(电子版),2025,11(15):163-165.