

# 基坑工程降水与钢结构安装协同作业的 BIM 技术优化路径

林炳云<sup>1</sup> 庞加宝<sup>2</sup> 梁艺<sup>1</sup> 庞祖杰<sup>1</sup>

1. 山东高速德建集团有限公司 山东德州 253000; 2. 山东高速德建建筑科技股份有限公司 山东德州 253000

DOI: 10.32629/ems.v8i4.19703

**[摘要]** 高速公路施工环境的复杂性、软件技术迭代周期的缩短, 需要该类工程的 BIM 模型持续集成渗流分析和 AI 算法优化以应对更高精度需求。本文试图从多种工具的耦合、本地化模库的建设、跨领域人员的培养、动态工作总结四个维度切入, 形成 BIM 技术优化路径。

**[关键词]** 基坑工程降水; 钢结构安装; 协同施工; BIM 技术; 优化路径

## 前言:

基坑降水指的是采取井点和深井等措施, 主动排除地下水, 保证基坑干燥的综合措施。高速公路施工中, 基坑工程排水与钢结构安装需同步进行, 以此加快施工进度, 降低施工成本。BIM 技术可通过施工模拟与碰撞检测有效协调排水系统与钢结构作业, 实现协同施工。然而放眼国内部分施工企业, 在应用 BIM 技术实现基坑排水与钢结构安装协同作业时, 总是面临着 BIM 软件单一性、本地化模库建设不足、跨领域人才培养不够、工作总结模式陈旧等问题。解决这些问题, 可构建基坑工程降水与钢结构安装协同作业的 BIM 技术优化路径, 提高该项工作的质量。

## 一、基坑工程降水与钢结构安装协同的必要性

基坑工程当中一旦出现渗水, 坑壁的土壤结构及基础支护等会发生一定程度变形, 间接影响钢结构安装进程。因此, 基坑工程降水十分必要, 但该操作中往往因为中心土体出现团结沉降, 导致基坑土体产生隆起变形<sup>[1]</sup>。因此, 将基坑工程降水与钢结构安装统筹考虑, 形成协同施工方案, 可有效避免钢结构受力不均、支撑失稳、节点错位等问题, 确保工程顺利推进。同时, 技术人员提前考虑到基坑降水过程中钢结构安装要点, 会避免坑内外过大的压力差影响, 保证钢结构安装工作拥有足够的操作空间, 提高该项工作的安全水平。最后, 二者协同能够剔除冗余环节, 有效地降低施工成本。

## 二、BIM技术在基坑工程排水与钢结构安装的协同作用

BIM 技术是一种应用于工程设计、建造、管理的数字化工具, 通过参数模型整合各种项目的相关信息, 为工程设计人员、施工人员、管理人员提供决策参考<sup>[2]</sup>。该技术在协同基坑降水与钢结构安装的过程中发挥以下作用:

### 1. 通过三维建模建立科学的排水系统

如上文所述, 基坑降水、钢结构安装协同推进可提高施工进度、降低施工成本、提高施工安全水平, 然而这些目标

的达成, 需要技术人员提前设计出科学的降水系统。BIM 技术中的三维建模可有效地呈现地质情况, 模拟地下水渗流路径, 并在这一基础上优化集水井、排水沟的具体位置, 保证坡度参数符合标准 (一般坡度为 $\geq 3\%$ )。同时, 结合基坑支护图纸, 采用三维建模技术设计排水网线, 可以避免排水网线与支护系统的冲突。

### 2. 通过碰撞试验避免重复施工

基坑工程降水操作、钢结构安装协同推进的过程中, 经常因设计考虑不足等原因, 出现彼此碰撞的问题。以 BIM 技术为核心的碰撞试验系统, 可全面采集基坑支护系统、钢结构的精准位置信息, 保证排水系统有效避让, 避免硬性碰撞的发生。例如, 通过碰撞试验发现降水井距离基坑支护 0.6m (标准距离应 $\geq 0.8$ m), 此时便可以认为降水井和支护系统产生碰撞, 需要进一步调整设计方案。尤其是通过三维建模, 能够有效明确钢结构螺栓孔位、焊缝尺寸, 使得它们这些重要节点与排水管支架锚固点有效关联起来, 如此可以保证管线安装与钢结构安装互不影响, 提高降水系统的效率。总而言之, 利用 BIM 技术进行碰撞试验, 可以避免后续重复施工, 有效地降低施工成本、加快施工进度。

### 3. 通过施工模拟有效发现冗余环节

在基坑工程降水与钢结构安装协同推进的过程中, 技术人员可以利用 BIM 技术模拟施工环境, 呈现施工流程, 有利于发现冗余环节, 从而进一步优化施工方案。例如, 济南黄岗路黄河隧道工程中, 施工单位以 BIM 技术模拟施工流程, 发现泥浆处理与降水井的空间存在冲突, 于是积极地优化泥浆管理布局, 优化施工流程, 将降水用于泥浆的稀释。这一举措实现了日处理泥浆 600m<sup>3</sup>, 降水利用率提升至 90%。

## 三、提高基坑工程降水与钢结构安装协同作业的 BIM 技术水平的路径

### 1. 多种工具耦合

现代基坑工程降水与钢结构安装协同, 不仅注重施工进度、安全, 更要保证质量和成本。传统的 BIM 技术中软件使用较为单一, 难以满足施工环境较为复杂的道路基坑工程降水与钢结构安装协同推进的方案设计要求。有学者围绕实际施工现场测试发现的问题, 采用 BIM-RFID 定位系统解决这些问题, 最终发现 BIM 与 RFID 在资产管理、生产力监控等应用中具有巨大潜力<sup>[3]</sup>。实现二者的协同应用, 确保工具间的耦合, 需要以搭建数据互通的平台为关键。首先, 要深度开发 BIM 模型。主要是建立包括地质水文、降水点井位、支护系统、钢结构节点等在内的模型。其次, 利用 RFID 技术有效地明确钢结构当中每一个构件的质量、重量、强度、批次、安装坐标、承重参数等具体指标。再次, 实现 BIM 模型与 RFID 扫描数据之间的共享, 并支持建设单位等在内的参建单位技术负责人进行终端访问。

## 2. 本地化模库建设

实现地基工程降水与钢结构安装协同并进, 有赖于 BIM 技术与 RFID 等技术耦合的同时, 更需要建设本地化模库。之所以要构建本地化模库, 是为了确保施工方案能够进一步考虑本地气候、地质水文、施工设备水平、本地钢结构构件厂家等因素, 提升二者协同水平。在构建本地化模库的过程中, 需要以 Revit (BIM 技术的核心组件, 具有建模功能) 开发参数化库族, 例如钢结构构件的尺寸、重量、材料、安装工艺、承重能力等。同时, 施工单位结合具体施工项目, 采用传感设备等动态采集信息, 包括本地地质水文信息, 然后通过 API 接口上传本地化模库实现模库的动态更新。最后, 在施工的过程中, 现场扫描点云数据, 并借此实现逆向修正, 提高模型精度, 使其与实际施工进度等高度一致。

## 3. 跨领域人员培养

通过以上分析可以发现, 地基工程降水与钢结构安装协同中 BIM 技术的优化需要在软件选择、模库建设等方面实现改进, 这对技术人员形成了更为严格的要求。换言之, 培养跨领域技术人员, 成为 BIM 技术优化当中的重要环节。在人才培养的过程中, 施工单位 (建设单位等) 需要结合具体工程, 以真实的施工环境为载体, 带领技术人员深度分析地基工程降水与钢结构安装协同的必要性, 体会 BIM 技术在二者协同中的作用, 并能够进一步观察到 BIM 技术的局限性, 在这一基础上形成群体讨论, 给出更好的应对方案。不可否认的是, 施工单位 (建设单位等) 提升 BIM 技术应用的激励措施, 使得技术人员愿意应用 BIM 技术, 能够进一步优化 BIM

技术应用方案, 促进地基工程降水、钢结构安装的协同, 这是十分必要的前提。

## 4. 动态工作总结

优化 BIM 技术应用方案, 使其服务于地基工程降水与钢结构安装协同, 除了提高人员专业水平之外, 离不开施工现场的动态总结工作。例如, 施工管理人员需要在现场观察施工, 判断当前施工是否会对四周结构、自身结构以及周边设备等造成影响, 如可能产生的结构不稳定、设备故障、材料运输路线冲突等, 并将这些结果及时反馈给决策者<sup>[4]</sup>。同样, 工程监理人员也可以凭借旁站和具体的测量, 及时发现问题并反馈问题。决策者根据这种动态总结调整方案, 有利于技术人员及时通过 BIM 技术优化地基工程降水与钢结构安装的协同施工方案, 发现问题再度反馈, 直至形成科学完整有效的施工方案。需要说明的是, 参建单位之间需要提出动态工作总结的模型和流程及标准, 这样可以确保相关反馈快速上传和下传, 实现上下层之间的快速互动。这种良性互动往往可以提升 BIM 系统参数调整效率, 使得该系统与施工实况高度吻合, 有利于降低协同施工中的风险。

## 总结:

建筑施工领域数字化转型已成必然趋势。在交通工程中地基降水与钢结构安装需依托 BIM 技术深度协同, 实现施工管理主体、工艺流程及作业流程全链路数据联动。然而, 因为施工环境的复杂性、施工工艺及技术和软件更新的频繁性, BIM 技术需要动态优化。其中实现多种工具耦合、建设本地模库、培养跨领域人才、动态工作总结应该成为 BIM 技术优化路径。在具体优化中, 跨领域专业人才培养最为重要, 次之为多种工具耦合, 再次之为本地化模库建设、最后为动态工作总结。之所以形成重要性排序, 有利于施工单位 (建设单位等) 形成更为科学的优化方案, 明确优化工作的重点。

## [参考文献]

- [1] 杨琳. 降水对锚拉排桩基坑支护结构变形的影响[J]. 凿岩机械气动工具, 2025, 51 (10): 111-113.
- [2] 林铮. BIM 技术在钢结构安装中的应用[J]. 福建建材, 2018 (9): 63-65.
- [3] 左俊, 戴成元, 任俊霖, 陈链鑫, 张敏. BIM 与 RFID 技术在钢结构工程中的集成应用方法[J]. 桂林理工大学学报, 2024, 44 (2): 268-275.
- [4] 李静, 杨鹏, 杨磊, 简廷新. BIM 技术在钢结构施工中的应用[J]. 工程建设与设计, 2025 (16): 123-125.