



# 数智化助力“换乘之王”快速建造

## ——长沙机场GTC项目施工阶段数智建造实践

■ 中国建筑第五工程局有限公司 卿信强 陈镜丞 熊政华 刘纯硅  
中铁建工集团有限公司 姜昊天  
湖南省第六工程有限公司 丁虎

**核心看点:**长沙机场改扩建工程综合交通枢纽工程项目采用“数智建造”理念,以打造创新生产新标杆为目标,将数字化技术融入项目建设全过程;通过BIM技术与施工管理相结合,在进度控制、方案比选等方面取得了显著成果;使用4D进度模拟提高了施工效率和准确性;通过仿真模拟和有限元分析,对深基坑工程进行安全性评估;采用了AR、VR等技术提高施工指导精准度和效率,并利用智慧工地平台实现了领料流程的数字化和高效化……项目的顺利实施,将为工程建设行业数字化转型提供有益参考和借鉴。



## 项目概况

长沙机场改扩建工程综合交通枢纽工程项目位于长沙市黄花镇,总建筑面积为49.54万平方米,由9个单体构成,采用空间立体式布局,由中国建筑第五工程局有限公司(以下简称“中建五局”)牵头,联合中铁建工、湖南六建共同实施。项目建成后将集成4种地面交通、4种轨道交通于一体,成为国内步行距离最短、换乘效率最高的机场立体枢纽之一,已被交通部列为加快建设交通强国“十四五”重点项目,也成功立项住房城乡建设部科技示范项目。自开工以来,该项目始终坚持绿色化、数智化建造,受到业界广泛关注,被媒体誉为“换乘之王”,先后接待各级观摩100余次,累计接待12000多人次,并在“数字住建”调研中得到了住房城乡建设部领导的肯定。

该工程具有以下重难点:一是项目基坑群体量大,由多个深浅不一、形状各异、支护方式不同的基坑互相贯通融合而成,快速实施的过程中保证基坑稳定、安全是重点;二是项目内外部结构立体交叉重叠,上下部结构之间互相影响制约,科学、有序地施工组织是重点;三是施工场地面积大、结构多,与外部标段混杂一体,接口多,过程的施工管控是难点。

## 数智化策划概述

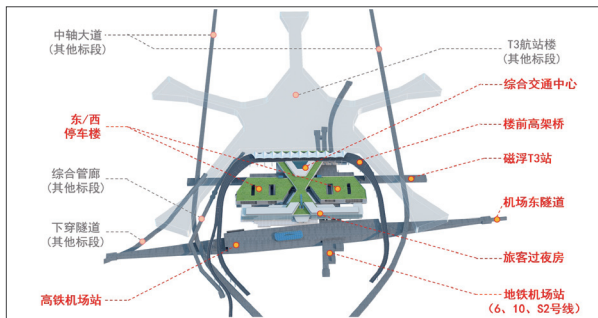
该综合交通枢纽工程项目采用“数智建造”理念,以打造创新生产新标杆为目标,将数字化技术融入项目建设全过程。项目进场之初,就全面应用中建五局智慧工地综合管理系统进行数字化管理,实现项目员工、客户及供方的线上协同办公和可视化远程管控。

项目部成立联合体管理模式,联合体设立BIM中心,各项目分部设立BIM工作室,组建20余人的BIM团队,以分工管理、分级协作的模式开展项目的BIM工作,集中解决四类五轨复杂交通枢纽中心项目的建造难题,为方案设计、施工推演及工期节约等方面提供有效保障。

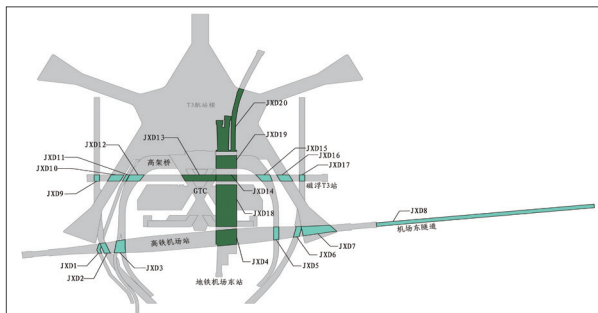
## BIM数字化应用

### 协同建模

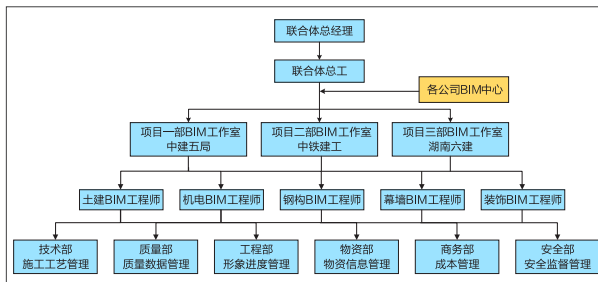
通过中建五局自主研发的“中建元协同”平台,实现各专业协同建模,线上提资,从而及时发现并解决各专业间的碰撞问题,极大地提升了各专业间的协同效率,使建模效率提高了近60%。同时,运用中建五局自主研发的BIMBase轻量化平台对模型进行轻量化处理,有效地解决了BIM设计和管理过程中的“应用门槛高”与“数据流转难”的问题,实现了网页端、移动端、客户端三端的5秒快速查看。



项目单体工程划分示意图



项目主体结构交叉区示意图



BIM组织架构

### 土石方算量

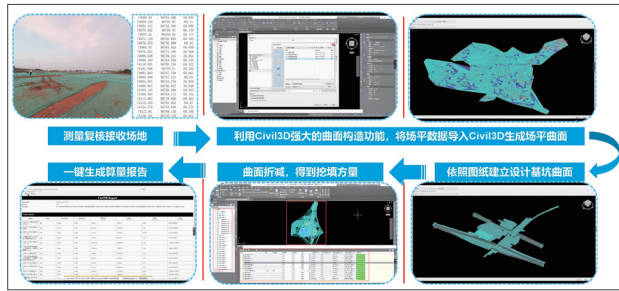
机场项目因场地独特,只有现场测量工程师能逐点测设;深基坑群结构复杂,含30余个坑中坑,标高差异大,传统方法计算土方量工作量大且有误。为了解决此问题,项目导入地形图和地质勘探数据至Civil3D算量软件。软件自动生成地表模型,根据边界、模型和设计标高精确算量,生成报告。目前,该项目用此软件大幅提高效率并确保精确性,还具有可视化、方案优化等优势。此方法对类似工程具有参考价值。

### 施工动画模拟

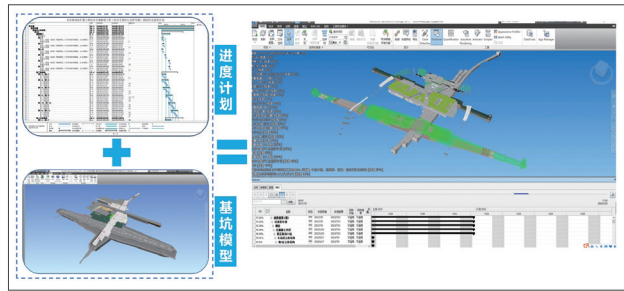
依据施工工艺和计划,将施工流程分为不同的工序和阶段。通过建模软件,确定各步骤的时间顺序和持续时间。将施工时序关系融入建筑模型,利用BIM软件生成动画模拟,直观展示施工过程。此外,进行冲突检测和优化,识别并解决设计与施工中的问题,改进工艺,调整顺序和



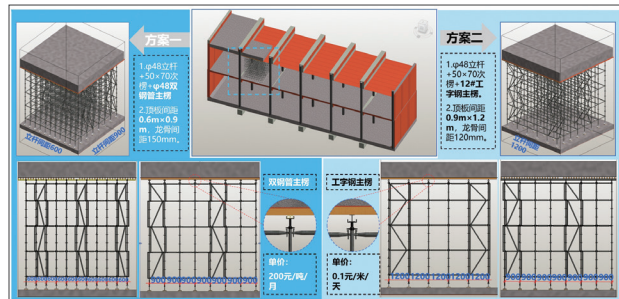
## 「创新杯」BIM应用大赛成果巡礼



土方方量



4D进度模拟流程



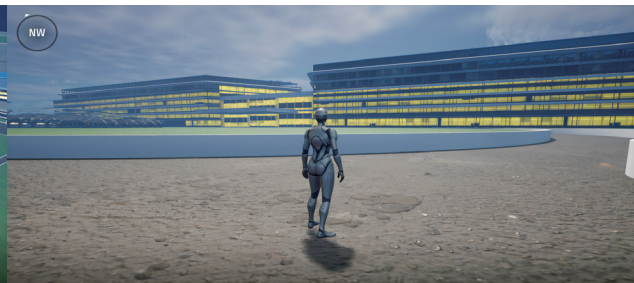
地铁高支撑方案比选

方案一:工程量报表					方案二:工程量报表									
序号	材料名称	规格	单位	工程量	序号	材料名称	规格	单位	工程量					
1	钢管	立杆	Φ60×3.2	0.5 根	1956	1	钢管	立杆	Φ60×3.2	0.5 根	576			
		水平杆	Φ60×3.2	0.2 根	80			0.5 根	60					
				0.3 根	300			0.5 根	150					
				0.5 根	110			0.5 根	80					
				0.5 根	215			0.5 根	170					
2	工字钢	竖向斜杆	Φ60×3.2	1.2 根	12	2	工字钢	12#	1.8 根	54				
				1.5 根	36			1.5 根	24					
				1.6 根	36			1.8 根	54					
3	次楞	木方	50×70	-	3	次楞	木方	50×70	-	322,000				
4	其他	可调顶托	200mm x 200mm	-	88	4	其他	可调顶托	200mm x 200mm	-	48			
		可调底座	Φ55	-	48			可调底座	Φ55	-	48			
		爬盘	Φ90×100	-	1956			爬盘	Φ90×100	-	576			
方案一(双钢管)					方案二(工字钢)									
钢管用量(吨)					6.5					3.887				
工字钢用量(m)					0					56				
钢管单价					200元/吨/月					200元/吨/月				
工字钢单价					3元/米/月					3元/米/月				
总价					1300元					945.4元				

地铁高支模体系方案比选报表



BIM+AR、VR技术应用



资源配置,以提高效率和降低冲突。向监理、设计和业主等展示模拟成果,帮助他们更好地了解项目预期。在施工前评估各种工艺方案和顺序,寻找最佳解决方案,以提高效率和保证质量。

## 4D进度模拟

在收集建模数据、施工计划和工期时间表后,使用BIM软件建立建筑模型和时间轴。将施工计划和工期与模型关联,细分进度计划,并关联至模型中的构件。生成WBS码,并在Revit模型中添加项目参数。将进度计划导入Navisworks,应用附着规则,实现4D进度模拟。结合BIM模型进行4D模拟有助于项目内控进度、优化施工和资源协调,提高效率。可视化展示给团队和相关方,有助于理解预期进度。

## 方案比选

在地铁标准段主体结构的高大支模方案设计中,项目团队提出了两种方案:

方案一:采用Φ48立杆+50×70次楞+Φ48双钢管主楞,顶板间距0.6米×0.9米,龙骨间距150毫米。

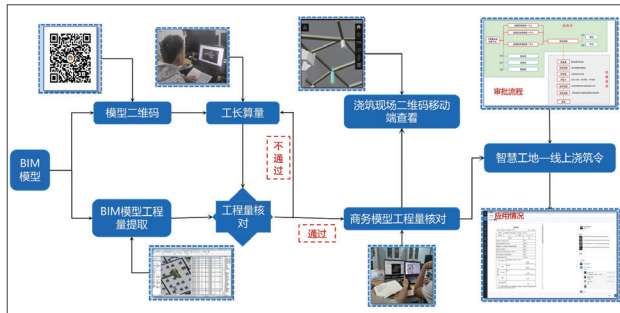
方案二:采用Φ48立杆+50×70次楞+12#工字钢主楞,顶板间距0.9米×1.2米,龙骨间距120毫米。

在BIM软件Revit中,项目团队建立了两种支模体系模型,并利用软件自带的工程量统计功能,自动导出两种不同方案的工程量报表。

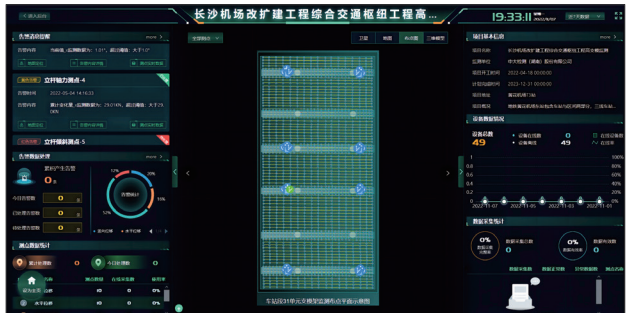
通过比较分析,确定了最优方案:高大模板的主楞采用12#工字钢,总造价为945.4元。与方案一相比,可以节约354.6元成本。地铁高支模区域约3.86万平方米,整体可节约25万元/平方米经济成本。

## 1倍深基坑范围内三维数值安全性分析

西停车楼位于磁浮一倍基坑内,按照图纸要求,磁浮主体结构和围护结构完成后,再进行西停车楼底板、主体结构施工。项目开展了深基坑的仿真模拟,使用迈达斯软件建立磁浮与西停车楼基坑模型,进行三维有限元安全性分



线上限额领料流程



高支模监测系统



深基坑监测系统



AI自动识别

析。分析结果显示可行,经过专家论证,西停车楼具备提前插入施工的条件。因此,该处提前插入施工90天。

### BIM+AR、VR技术应用

通过AR、VR技术、物联网大数据及智能设备等新兴信息技术和手段,虚拟化现场施工。相关项目信息以虚拟3D+裸眼3D的形式出现,包括各构建的具体信息、距梁、距柱、距离顶板的距离等,并可进行测量,辅助指导现场施工,为施工提供了很大便利。

## 智慧工地

### 线上限额领料

建立高精度的BIM模型后,在模型上快速导出分项分部工程量,与工程算量进行比对,通过后可在指挥管理平台线上限额领料,准确把控现场浇筑用量,合理安排浇筑计划。同时,整个流程涵盖了从申请领料到审批和实际操作的全过程,实现了领料流程的数字化、透明化和高效化,提高了现场施工的管理效率、降低人为错误和遗漏,并对材料的使用情况进行实时监控。

### 自动监测

针对地铁、磁浮、高铁站房重型结构施工和复杂基坑实时监控的问题,该项目采用了自动化和高智能的监测系统。这些系统能够实时监控施工中的各项数据,并将数

据接入云筑智联管理平台,方便在电脑、网页和手机上实时查看。此外,数据自动采集与分析、预设阈值实现自动报警等功能,大幅提高了生产安全检查和准确性,为项目的危大工程施工提供了有效的安全保障。

### AI自动识别

针对现场作业区域大、环境复杂、巡检耗时长、监控数据维度有限、人工识别困难等问题,该项目利用摄像头资源,结合AI智能边缘盒子和算法,实现视频中人体异常行为和目标物品的有效检测,并发出警报。实时喊话警告功能使监控从被动变主动,实现事前预警、事中常态检测和事后规范管理,为安全管理提供了有力支持。

## 总结

该项目通过BIM技术与施工管理结合,在进度控制、方案比选、成本节约和安全性分析方面取得了显著成果。使用4D进度模拟提高了施工效率和准确性。利用BIM技术对不同方案进行模拟和对比,确定了最优方案,并节约了成本。通过仿真模拟和有限元分析,对深基坑工程进行了安全性评估。此外,还采用了AR、VR等技术提高施工指导精度和效率,并利用智慧工地平台实现了领料流程的数字化和高效化。这些技术手段为我国建筑行业提供了有益的参考和借鉴。