

公司名称

中铁第四勘察设计院集团有限公司

项目地址

中国，湖北武汉

应用软件

Autodesk® Revit®

Autodesk® Navisworks®

Autodesk® Ecotect® Analysis

Autodesk® InfraWorks®

Autodesk® 3ds Max®

本项目为超大地铁-市政-地下空间交通综合体，线路交织，内部流线极为复杂，同时兼有地铁换乘、人行过街、非机动车交通、地面6条道路与2条市政隧道车行交通功能。工程体量巨大、空间复杂、综合管线繁多、超地下空间通风排烟效果要求极高、场地周边限制因素众多。

面对如此复杂的工程项目，利用BIM模型结合各项模拟软件成功解决了复杂空间、复杂场地、复杂管线、复杂施工等难题，走通了BIM在超大型轨道交通综合体中的应用路线，取得了良好的效果。

—朱丹

总工程师

中铁第四勘察设计院集团有限公司

BIM设计建造全球最大地下交通枢纽——武汉光谷综合体项目



图1 光谷综合体鸟瞰效果图

中铁第四勘察设计院集团有限公司

中铁第四勘察设计院集团有限公司（铁四院）成立于1953年，总部设在湖北省武汉市，现有职工4600余人，是国家大型综合性勘察设计和研究咨询单位、国家高新技术企业，现为世界500强企业、全球最大工程承包商——中国铁建的国有全资子公司。

铁四院是建国后第一批组建的国家级设计院，也是我国首批工程设计综合甲级资质单位之一，是国家认定企业技术中心及国家委托铁路、城市轨道交通专业投资咨询评估单位，拥有工程设计、工程勘察综合甲级以及测绘、监理、咨询、环评、水土保持、地质灾害防治工程等20余项甲级资质，拥有线路、站场、桥梁、隧道、地质路基、建筑结构、电力电气化、通信信号等40多个专业。具有对外承包工程经营权，可承揽各个行业工程勘察、设计、监理、咨询、工程总承包业务，涵盖工程建设的全产业链。按照ISO9001、ISO14001和GB/T28001建立了管理体系，并通过审核认证。连续多年在全国勘察设计行业综合实力百强中名列前茅。

在60多年发展历程中，铁四院积极投身铁路等交通基础设施建设，先后承担了新中国铁路建设三分之一的设计任务，是我国铁路勘察设计的领军企业，创建并确立了高速铁路、现代铁路站房、水下隧道、城际铁路、市域铁路、磁浮轨道交通等“六大核心品牌”；路网规划、铁路枢纽、复杂山区铁路、重载铁路、铁路现代物流、城市轨道交通、桥梁、四电集成等“八大成套技术”。

项目概况

武汉光谷综合体项目是在建的全球最大地下综合交通枢纽，项目位于武汉市东湖国家自主创新示范区东北光谷广场下方。光谷广场现状为内直径160m，外直径300m的环岛路口。本项目包含3条地铁线车站、2条市政隧道工程及综合利用隧道上部空间设计的地下公共空间工程。项目总投资60亿元，工程总建筑面积20万㎡，相当于10个标准地铁站。项目建成后将大大缓解光谷的交通压力，并串联起周围的商业，打造全球最大地下交通枢纽。



图2 光谷综合体地下一层换乘大厅效果图



图3 光谷综合体区位图

项目设计难点

1) 需求日客流量将近40万人，同时兼有地铁换乘、人行过街、非机动车交通、地面6条道路与2条市政隧道车行交通功能，需保证最优地铁和交通功能。

2) 站厅空间复杂，空间效果、采光通风、空调舒适度要求必须得到保证，需结合BIM模型进行复杂空间设计、采光分析以及空调舒适度模拟。

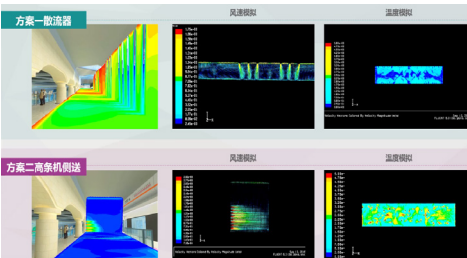


图4 通风舒适度模拟

3) 室内综合管线、室外市政管线繁多复杂，需结合BIM冲突检查协调全专业管线布置，优化管线空间；

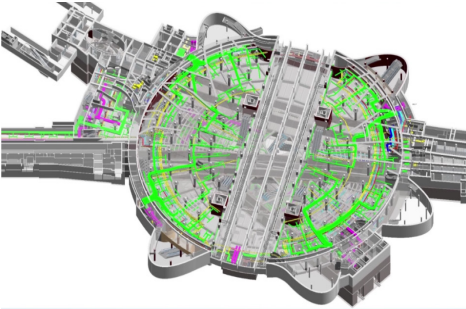


图5 综合体三维管线模型

4) 工程体量大，人流量大，逃生疏散必须简单便捷，需结合BIM模型进行真实的疏散模拟分析。



图6 客流模拟

5) 超大地下空间内紧急情况下的通风排烟效果，需结合设计方案进行深入模拟验证；

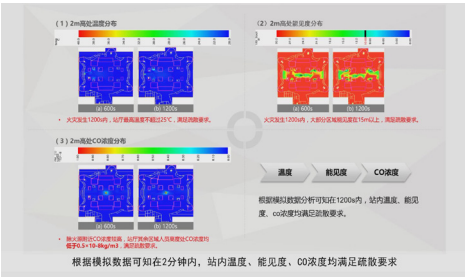


图7 排烟模拟

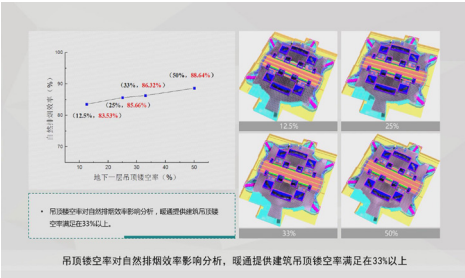


图8 吊顶镂空率模拟

6) 设计构造复杂，周边交通、场地限制因素繁多，需结合BIM进行施工场地布置和施工模拟；

光谷综合体项目BIM应用介绍

BIM应用整体方案：BIM贯穿整个设计和施工过程，前期通过方案设计软件建立基本模型，导入后续设计软件进行深化设计。通过中心模型链接各专业中心模型文件，使得专业间设计成果可以相互参照。

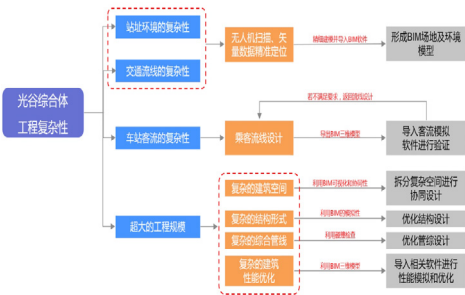


图9 BIM应用整体方案线路图

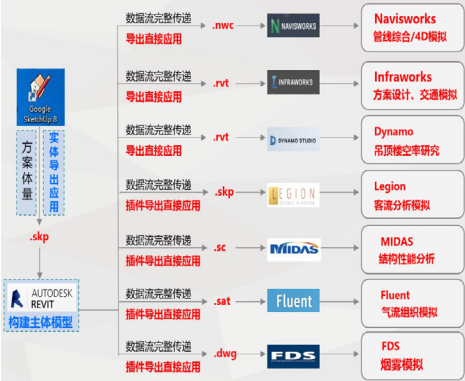
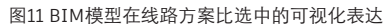
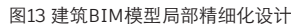


图10 BIM模型深化设计转化方案

从地铁最优功能出发,为解决9号线对站厅的分隔问题,将9号线站台和鲁磨路隧道上抬到地下一层夹层,设置贯通的地下一层作为交通层。2号线南延线与珞喻路隧道位于地下二层,11号线站台布置于地下三层,利用BIM模型进行可视化方案比选,实现了地铁无缝换乘和交通功能的最优化。



通过Autodesk Revit建立基础土建模型,按楼层、区域对模型进行拆分,对建筑模型中的候车层、出入口等进行精细化设计,通过链接中心文件的方式形成整体BIM模型。模型建完后对区域内部的复杂空间进行深化设计。



结构专业搭建BIM结构模型，输出至结构分析软件中进行应力计算，结构性能分析。复杂节点的结构设计结合Autodesk Navisworks生成节点三维施工动画，真实再现复杂节点的钢筋排布及施工工序。

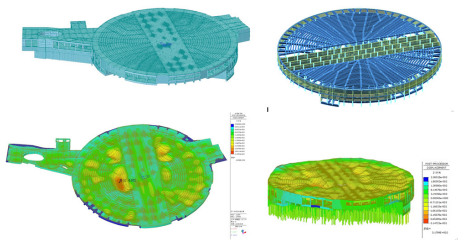


图14 结构专业BIM性能分析模型

机电专业选取建筑、结构中心模型作为参照进行协同设计,最后将机电综合BIM模型链接至建筑与结构BIM模型进行全专业综合碰撞检测,在满足设计施工规范、体现设计意图、符合检修空间要求等条件下,使最终设计成果实现零碰撞。

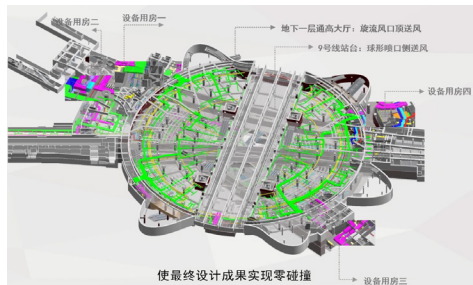


图15 机电复杂管综BIM模型

在设定同样的车流量及延迟限制的情况下,利用Autodesk Infracore进行交通模拟,对比现状和设计方案完成后的交通情况,通过模拟可以看出在增加两条地下隧道之后,地面拥堵情况大为改善,进一步验证了线路设计的合理性。

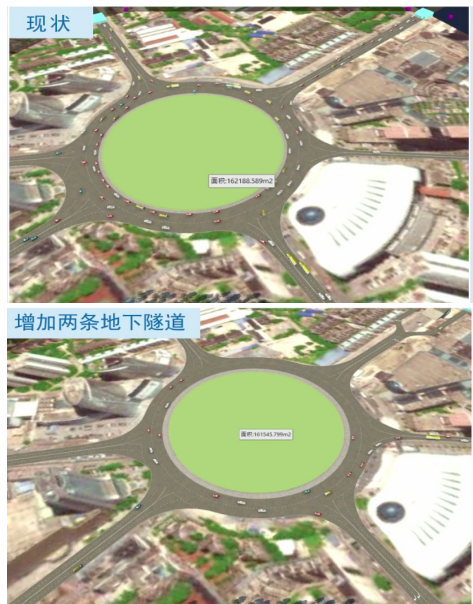


图16 BIM辅助地面交通模拟方案比选

光谷综合体高峰小时客流量88371人/小时，日均客流量达40万人。3条地铁线的进出站客流、线间换乘客流、过街客流、商业客流，客流动线复杂、规模巨大。将Autodesk Revit模型导入Legion进行客流仿真模拟，对站点平面布局、紧急疏散等进行评价与优化。

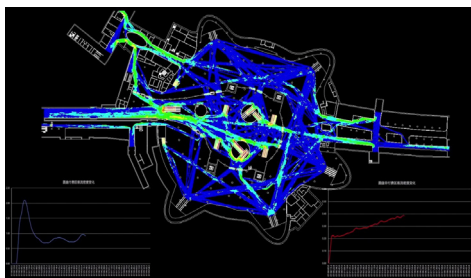


图17 BIM模型下高峰小时客流密度模拟示意图

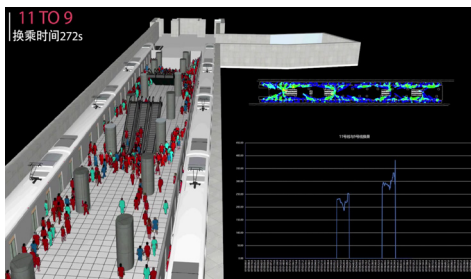


图18 BIM辅助换乘模拟

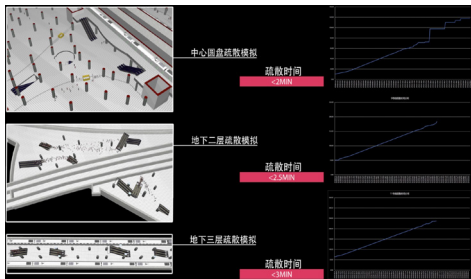


图19 BIM辅助疏散模拟

根据项目特点,设置8个火源位置共14个火灾场景研究开窗方式,验证可行性。将模型导入FDS中进行自然排烟烟气模拟。排烟效果分析:根据模拟数据可知在2分钟内,站内温度、能见度、CO浓度均满足疏散要求。

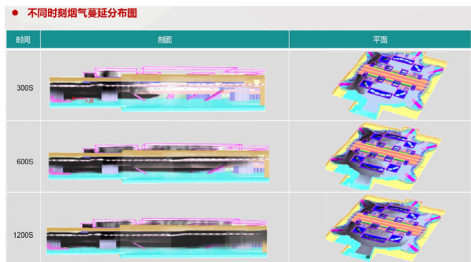


图20 BIM模型下不同时刻烟气蔓延分布图

应用六：BIM辅助吊顶镂空率研究

根据暖通专业模拟结果提出的吊顶镂空率需满足33%以上，建筑专业结合dynamo进行吊顶样式的设计。通过输入镂空率驱动样式的调整，最终确定水滴状的吊顶分隔。

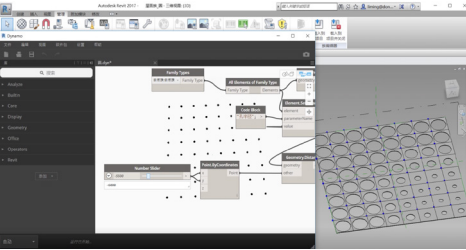


图21 BIM结合Dynamo进行吊顶样式设计

应用七：BIM辅助气流组织模拟

将模型导入Fluent对9号线站台进行风速、温度场模拟，根据分析数据方案一的风速平缓、温度均匀，为设备选定提供了数据支撑。

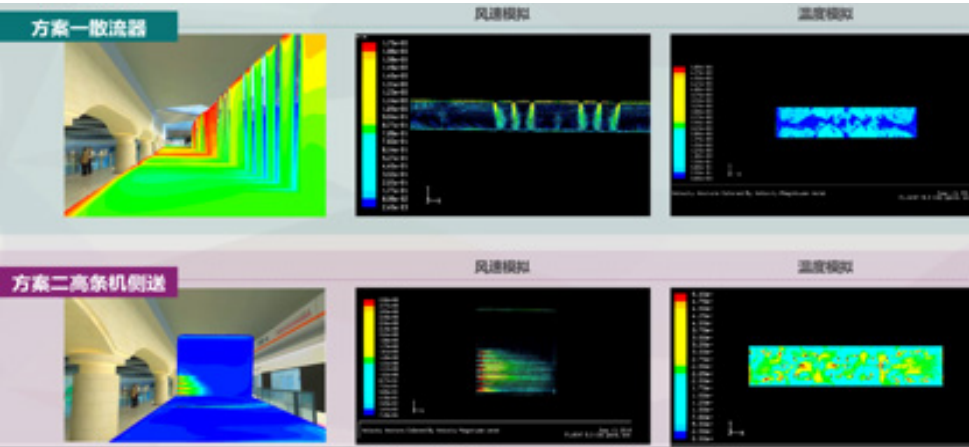


图22 BIM辅助气流组织模拟示意图

应用八：BIM辅助施工

光谷综合体项目深处闹市，交通压力大，为保证交通不受影响，项目部结合BIM技术进行场布、寻求最优施工方案。结合BIM模型分三步完成圆盘部分的施工，并在施工过程中，运用BIM模型加时间维度，进行施工进度模拟。

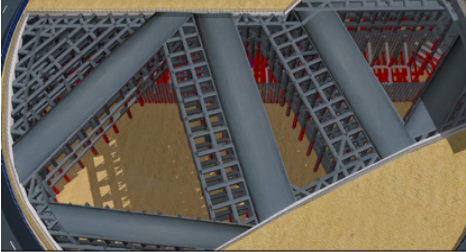


图23 BIM模型辅助施工

结合BIM模型，在施工区域合理布置4台塔吊，在施工塔吊安装智能喷淋系统。通过对施工场地PM2.5 PM10，进行24小时实时监控，超过

一定值后，喷淋系统将自动运行对施工场地进行降尘处理。

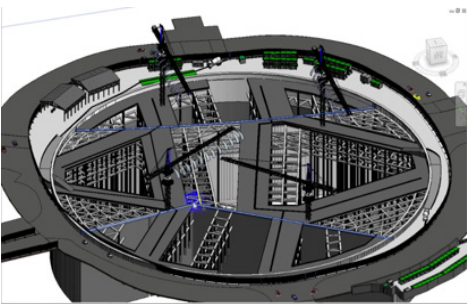


图24 BIM模型辅助塔吊位置设置

总结与展望

BIM技术在全球最大地下综合交通枢纽项目的成功应用，诠释着中铁四院不畏艰险、勇攀高峰的企业精神。加快打造由城铁、地铁、有轨电车、普通公交、慢行交通、特色交通构成的公共交通体系，同时让生态低碳、绿色环保的公共轨道交通体系成为引领高新区向“世界光谷”迈进的桥梁和纽带。

铁四院长期不懈地坚持BIM技术研究、应用与推广工作，将继续推动BIM技术在轨道交通工程中的应用稳步向前迈进。