公司名称

湖南省第六工程有限公司

项目地址

中国，长沙市湘江新区

应用软件

Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® Dynamo

湖南省第六工程有限公司充分发挥设计、施工一体化集成服务优势，展开了基于BIM技术在项目集群管理的积极探索。依托BIM、大数据、云计算等技术，以模型为核心从海量信息中自动分析和萃取有用信息，开发信息管理平台，实现公司总部与项目现场的信息共享、管理联动。

— 刘著群
BIM中心主任
湖南省第六工程有限公司

文化繁荣　底蕴深厚

BIM助力湖南省首个美术馆综合体建设

图1 湖南省美术馆及艺术家之家效果图

湖南省第六工程有限公司

湖南省第六工程有限公司创建于1952年，是一家集工程施工、投资开发、技术研发为一体的国有独资大型企业。公司注册资本金30亿元，年施工生产能力逾300亿元。公司拥有工程技术人员4000余人，高、中级职称1500余人，注册一、二级建造师700余人，其他注册师100余人。具有房屋建筑工程施工总承包特级；公路、市政公用、机电安装总承包一级；桥梁、公路路面及路基、钢结构、起重设备安装、消防设施工程、地基基础工程、环保工程、电子与智能化工程等专业承包一级；房地产开发、国家物业管理一级；建筑设计、装饰设计及幕墙设计甲级；施工劳务资质和其他专业资质。

六十多年的厚重积淀，逐步形成了自身独特的企业精神和文化，形成了“敬天、爱人、厚德、兴业”的核心价值观；“一流、超越、精作、奉献”的企业精神；“追求建筑高品位展示湖南六建人”的企业品质。

公司以“做强施工、做大投资、做精专业、做优团队、做活文化”为核心，在湖南各地州市和全国30多个省、直辖市、自治区均设有分公司，并承建了沙特阿拉伯、塞内加尔、马尔代夫等国家的重点工程。业务范围涉及施工、投资、开发、设计、咨询、建材、工程设备、劳务、路桥、市政、水利、交通等建筑业上中下游产业等领域。

公司资金雄厚，信誉卓著，已荣获35项鲁班奖，以及国家级装饰金奖、国家级钢结构金奖、省芙蓉奖及其它国家级、省部级专业奖数百项，先后获得38项国家专利、6项国家级工法、3项全国新技术应用示范工程、1项国家级科学技术进步二等奖、4项湖南省科技进步奖、51项省级工法、16项省级新技术应用示范工程、1项国家级绿色施工科技示范工程、8项省级绿色施工示范工程、146项企业施工工艺标准，主编国家标准1项、行业标准1项。获得的主要荣誉有“全国守合同重信用企业”、“全国用户满意施工企业”、“全国质量管理优秀施工企业”、“‘十一五’全国建筑业科技进步与技术创新先进企业”、“全国建设系统精神文明建设先进单位”、“全国优秀施工企业”、“全国建筑业先进企业”、“全国模范职工之家”、“全国建筑业诚信企业”、“湖南省文明单位”、“湖南省优秀企业”。

项目概况

湖南省美术馆位于湘江新区后湖景区湘江之滨，毗邻中南大学新校区，占地面积5万多平方米，建筑面积24700多平方米。美术馆为地上三层，屋面标高展厅最高处22m，女儿墙标

图2 湖南省美术馆及艺术家之家效果图

图3 湖南省美术馆红陶板幕墙效果图

高最高处29.5m。文艺家之家为地上四层，屋面结构标高16m，女儿墙标高最高17.5m。幕墙工程包括陶土板幕墙系统、陶土百叶幕墙系统、框架式玻璃幕墙系统、吊挂大玻璃幕墙系统、玻璃栏杆系统、玻璃采光顶系统、开放式裂纹陶土板幕墙系统等。美术馆由展览区、公共服务区、学术研讨区、办公区、藏品区等五大区域组成，具备陈列展览、文化服务、对外交流、学术研究、文艺创作、艺术收藏等功能。建成后，将填补长期以来湖南大型专业艺术展馆的空白，对提升长沙城市文化品位、促进湖南文化艺术事业大发展大繁荣。

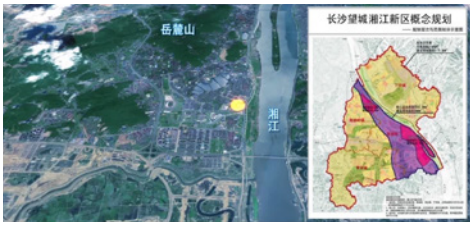


图4 规划平面图

BIM应用介绍

本项目以BIM技术为支撑，贯穿建设项目施工—运维阶段的BIM应用。

施工准备阶段

模型搭建

利用Autodesk Revit进行全专业模型搭建，在建模过程中发现问题并形成问题记录表；模型完成后利用Autodesk Navisworks对机电模型进行碰撞检查，检查设计图纸中存在的错漏，对重点位置进行描述并提出建议，减免了有可能在施工过程中产生的不必要成本损耗和工期影响。此外，Autodesk Revit模型为管线优化、施工模拟等BIM应用提供几何形体及数据支持。

图5 机电模型

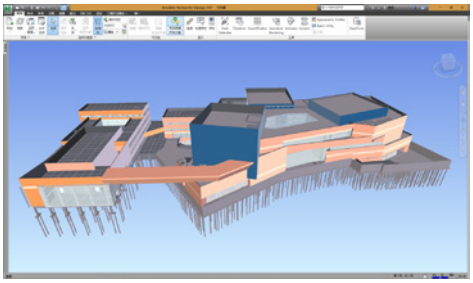


图6美术馆及艺术家之家综合模型

土建模型碰撞检查报告

在建模过程中发现问题形成问题记录表进行汇总，用于图纸会审，累计发现图纸问题65处，解决问题的同时加深项目管理人员对图纸的理解，避免因图纸问题造成返工。

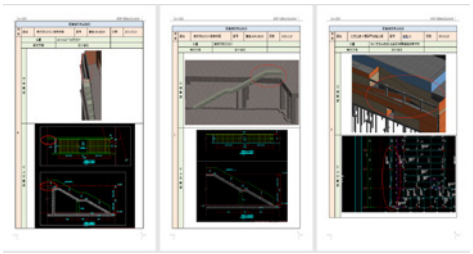


图7结构专业碰撞检查报告

高支模深化设计

本工程高支模区域共有12处，最大跨度27m，最大梁600*1800，最高支模高度为18m，高支模状况复杂。通过专业的图纸和文字描述的交底方式已经不能很好的阐述方案设计意图，对复杂节点的处理上，也无法直观表达。根据以上存在的问题，借助BIM可视化模型并参考国家规范，自动生成模板和脚手架模型，对项目高支模部分进行智能识别，计算并生成材料统计、模板脚手架施工方案和高大模板安全计算书等。

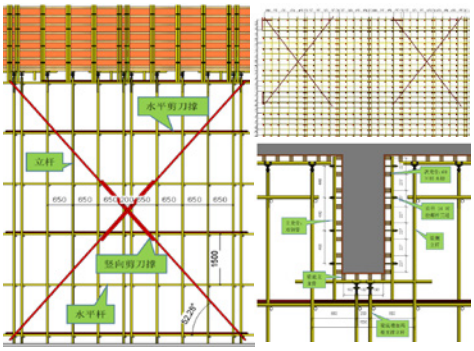


图8高支模平立剖施工图及节点图

外脚手架设计

本工程外立面复杂，外架搭设分段多，位置及搭设时间不一，给架体受力验算和搭设带来很大困难，如何确定各段搭设参数及搭设时间，保证安全稳定是工程施工的难点。

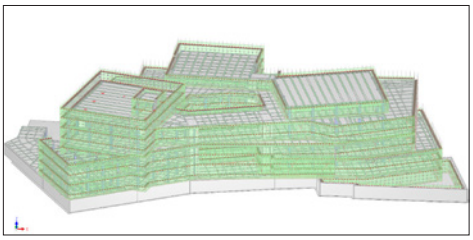


图9 外脚手架模型

首先建立土建模型及幕墙模型，根据模型对脚手架进行设计，由于建筑物结构异形，且部分位置向内收缩，导致脚手架存在不连续的情况。脚手架搭设对架体结构稳定性、承载力有很高的要求。针对此特点，对脚手架进行分层分段设计（如图9所示）利用模架软件对脚手架参数进行优化（如图10所示），生成计算书作为参考，保证脚手架的稳定性及承载力符合规范要求，确保工人有足够的作业面，达到满足到施工的要求。配合进度计划确定每段开始搭设时间，出具工程量清单，实行限额领料，节约成本。

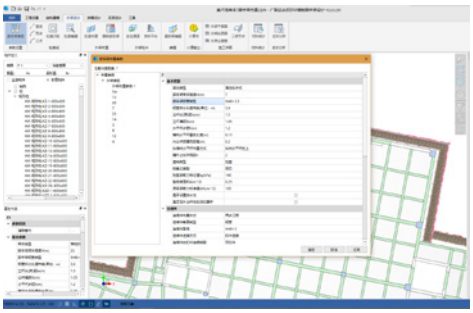


图10 外脚手架参数优化

幕墙工程深化设计

本工程幕墙系统主要由红陶土板构成，幕墙的施工难点关键在于控制单元式转接件的安装精度、小单元陶板组件制作及板块吊装。如何准确放线定位对幕墙施工来说尤为重要。利用Autodesk Revit三维可视化的特点，对重点难点区域进行深化设计，准确定位预埋件位置，分析节点模型构造形式，帮助安装工人理解设计意图，保证安装的精度。根据红陶板幕墙系统施工工艺要求，确定红陶板安装流程，进行三维技术交底，指导现场工人进行安装，确保安装质量。

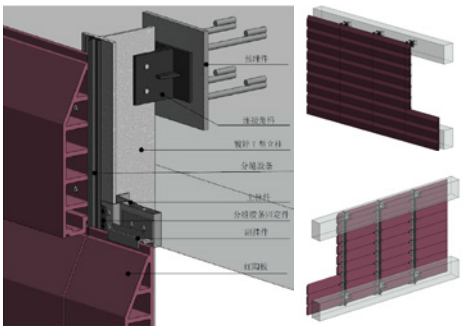


图11 红陶土板幕墙节点模型

利用Autodesk Dynamo进行可视化编程，设置成套电池组，建立参数化数字、几何一体化模型，并对红陶板幕墙单元板块进行快速编号及工程量统计。

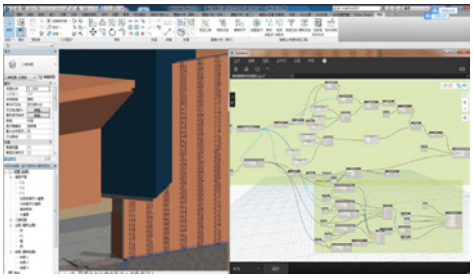


图12 幕墙Autodesk Dynamo参数化设计

开放式裂纹陶板小单元板块加工制作是本项目的重点、难点。幕墙外立面装饰为开放式的裂纹设置，以大展厅南侧为例，整个幕墙19个分块裂纹设置采用四个基本单元组合而成，利用Autodesk Revit建立四个基本单元深化模型，进行模型预分割，确定分割缝位置。

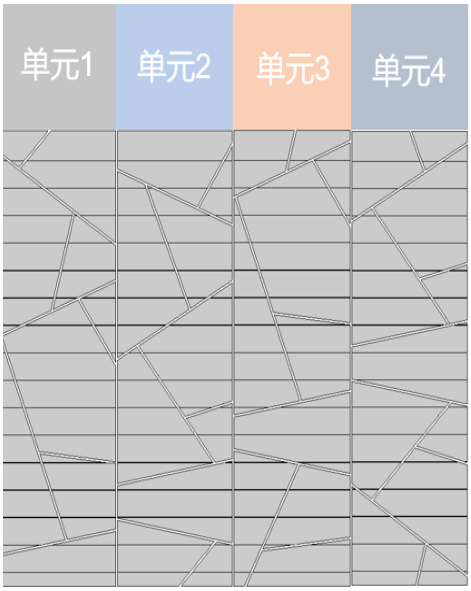


图13 幕墙基本单元模型

以基本单元一为例：利用模型生成下料单，对小拼接件进行编号并标注在白陶板背面，指导现场进行定尺切割与小分块预拼接，保证开放式裂纹白陶土板拼接精度。

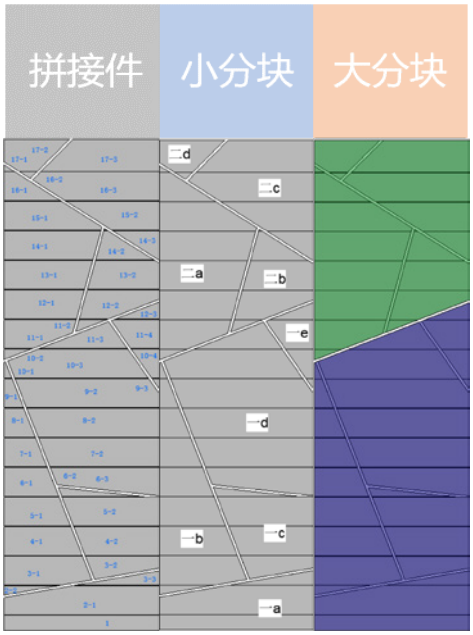


图14白陶土板分块模型

对白陶板、铝条、铝板、角钢开孔位置进行深化设计定位，辅助整体四个基本单元板块共1695个孔位机械钻孔定位，控制尺寸偏差，减少二次钻孔，节约材料及生产成本。

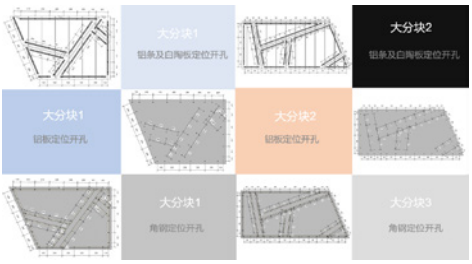


图15幕墙定位开孔模型

预应力结构分析与模拟

本工程屋面大跨度梁采用有粘结预应力技术，梁截面尺寸为600*1600、600*1800，最大跨

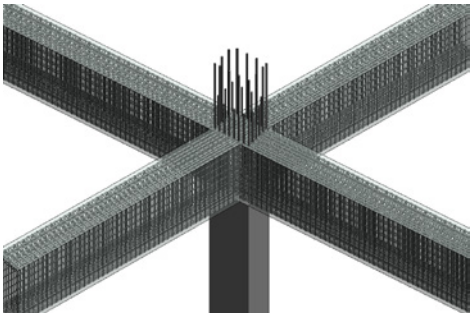


图16 钢筋节点模型

度27m， 利用Autodesk Revit建立三维模型进行预应力梁深化设计，确定预应力筋位置，指导预应力筋定尺下料及定位绑扎。

利用钢筋模型对预应力筋进行排布时发现预应力筋与普通钢筋存在多处冲突，及时会同设计单位及专业预应力公司调整节点的布置，确保设计要求和钢筋位置正确，避免主体结构的二次开洞带来的安全隐患及材料浪费。

利用Autodesk 3ds Max制作后张法有粘结预应力工艺交底动画，从工艺流程、质量控制点，进行清晰详细的交底，确保预应力专业施工质量。

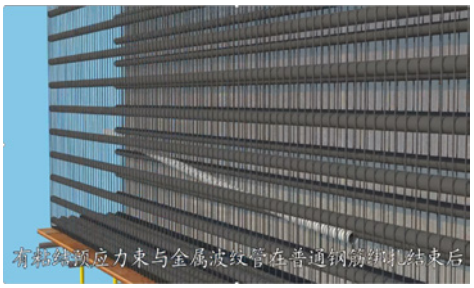


图17 预应力工艺动画

管线碰撞检查报告

综合土建、给排水、电气、消防、暖通各专业模型，通过Autodesk Navisworks对几何模型进行碰撞检查，预先发现安装工程中不同部分、不同专业之间的冲突和干扰，在Autodesk Navisworks模型上标记具有代表性的区域并截取图像，形成碰撞报告，不断优化调整管线的空间布局，以达到最合理的综合排布效果。

在净高允许条件下，利用Autodesk Navisworks检查净高不合格处，在满足功能的情况下，通过管线平移、翻弯，风管等面积变换等方式优化管线空间位置，使净高满足设计要求。

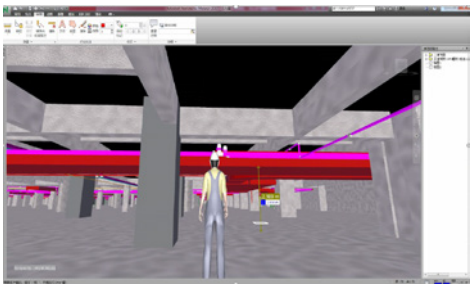
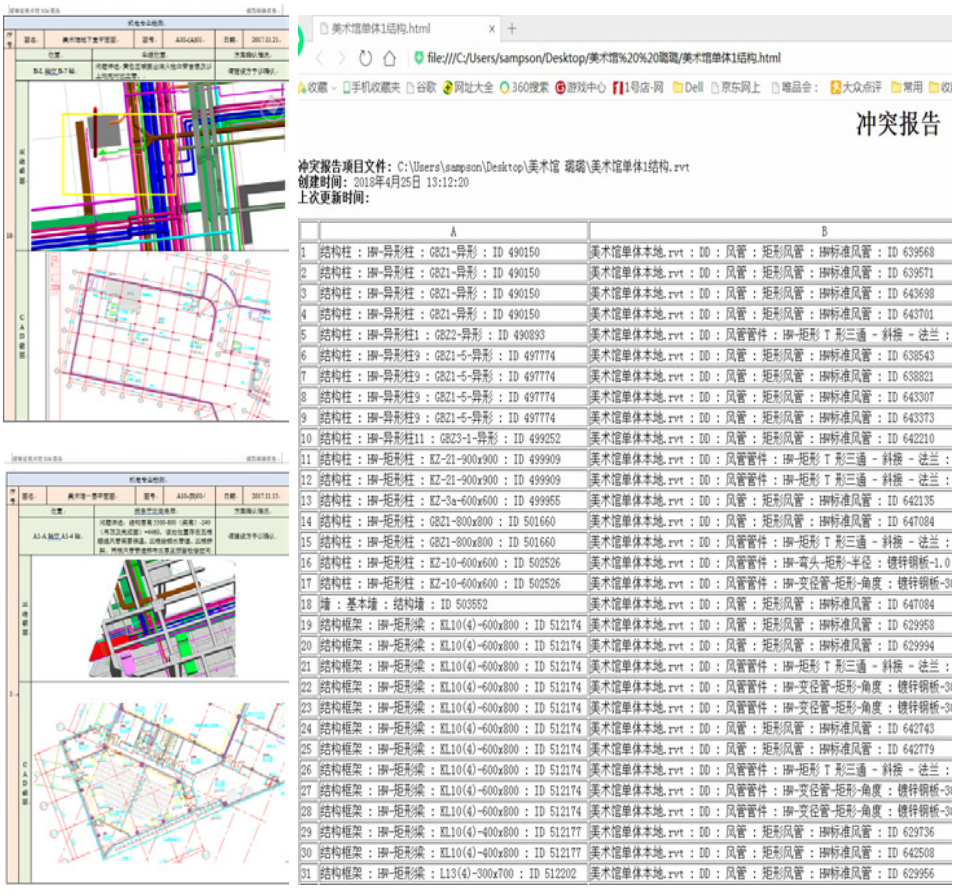


图19 净高优化



	A	B
1	结构柱 : 族-异形柱 : GBZ1-异形 : ID 490150	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 639568
2	结构柱 : 族-异形柱 : GBZ1-异形 : ID 490150	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 639571
3	结构柱 : 族-异形柱 : GBZ1-异形 : ID 490150	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 643698
4	结构柱 : 族-异形柱 : GBZ1-异形 : ID 490150	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 643701
5	结构柱 : 族-异形柱1 : GBZ2-异形 : ID 490893	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-矩形 T 形三通 - 斜接 - 法兰 :
6	结构柱 : 族-异形柱9 : GBZ1-5-异形 : ID 497774	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 638543
7	结构柱 : 族-异形柱9 : GBZ1-5-异形 : ID 497774	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 638821
8	结构柱 : 族-异形柱9 : GBZ1-5-异形 : ID 497774	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 643307
9	结构柱 : 族-异形柱9 : GBZ1-5-异形 : ID 497774	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 643373
10	结构柱 : 族-异形柱11 : GBZ3-1-异形 : ID 499252	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 642210
11	结构柱 : 族-矩形柱 : KZ-21-900x900 : ID 499909	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-矩形 T 形三通 - 斜接 - 法兰 :
12	结构柱 : 族-矩形柱 : KZ-21-900x900 : ID 499909	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-矩形 T 形三通 - 斜接 - 法兰 :
13	结构柱 : 族-矩形柱 : KZ-3a-600x600 : ID 499955	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 642135
14	结构柱 : 族-矩形柱 : GBZ1-800x800 : ID 501660	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 647084
15	结构柱 : 族-矩形柱 : GBZ1-800x800 : ID 501660	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-矩形 T 形三通 - 斜接 - 法兰 :
16	结构柱 : 族-矩形柱 : KZ-10-600x600 : ID 502526	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-弯头-矩形-半径 : 镀锌钢板-1.0
17	结构柱 : 族-矩形柱 : KZ-10-600x600 : ID 502526	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-变径管-矩形-角度 : 镀锌钢板-3
18	墙 : 基本墙 : 结构墙 : ID 503552	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 647084
19	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 629958
20	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 629994
21	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-矩形 T 形三通 - 斜接 - 法兰 :
22	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-变径管-矩形-角度 : 镀锌钢板-3
23	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-变径管-矩形-角度 : 镀锌钢板-3
24	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 642743
25	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 642779
26	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-矩形 T 形三通 - 斜接 - 法兰 :
27	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-变径管-矩形-角度 : 镀锌钢板-3
28	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-600x800 : ID 512174	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管管件 : 族-变径管-矩形-角度 : 镀锌钢板-3
29	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-400x800 : ID 512177	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 629736
30	结构框架 : 族-矩形梁 : KL10(4)-400x800 : ID 512177	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 642508
31	结构框架 : 族-矩形梁 : L13(4)-300x700 : ID 512202	美术馆单体本地.rvt : DD : 风管 : 矩形风管 : 族标准风管 : ID 629956

图18 机电碰撞检测报告

管综三维可视化交底优化设计

利用Autodesk Revit三维可视化特点，对重点难点区域的处理，我方各专业BIM人员进行研究讨论，提出调整建议，并与各参与方沟通，确定优化调整方案，在解决碰撞问题的同时，达到提高空间使用率、管线排布合理性及运行维护需求的目的。

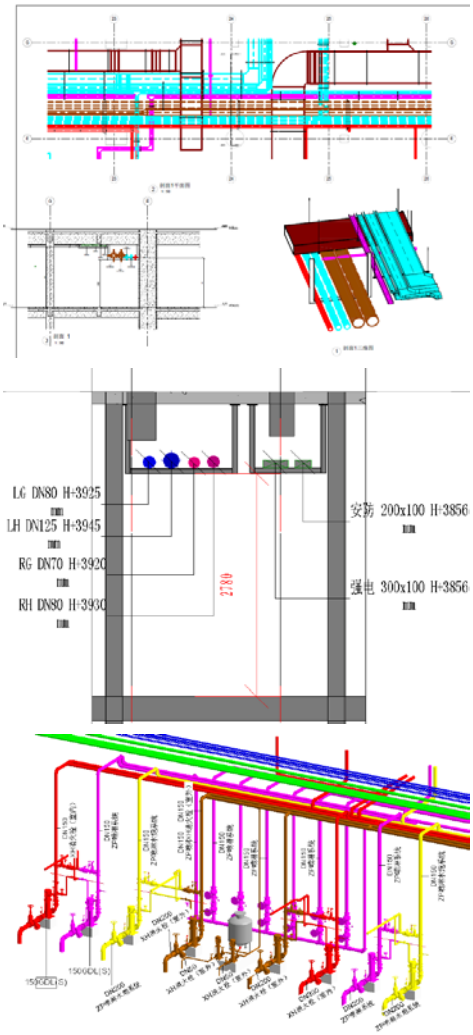


图20 管综三维可视化交底

由于系统繁多，各专业管线占位混乱，不仅碰撞严重，更无法满足施工、检修和运行空间。

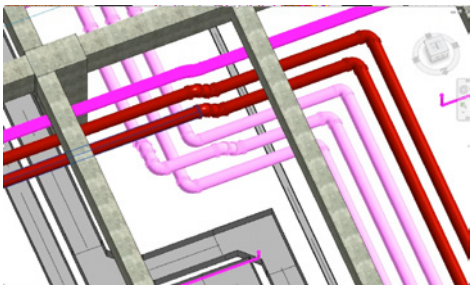


图21 地下某管廊优化前

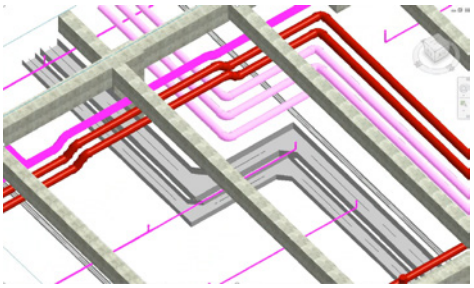


图22地下某管廊优化后

BIM深化后，各专业管线占位符合施工顺序，没有碰撞现象，且满足施工、检修和运行空间。

模型工程量校核

利用现有施工图纸对原有模型进行核量，通过钢筋模型的校核，发现美术馆地下室马蹬筋工程量有误差、其他主体结构钢筋有变化。汇总钢筋量差，较预算钢筋量增加135.43T，占美术馆地下室钢筋总量的3.8%

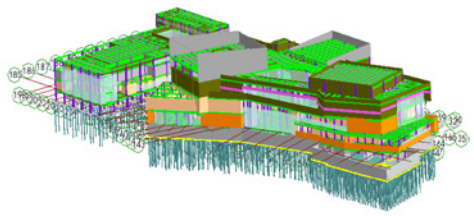


图23 钢筋模型

图24 钢筋校核结果

清单工程量校核

模型优化后，提取的BIM模型工程量与投标清单工程量进行对比分析，找出工程量有误差的清单项。

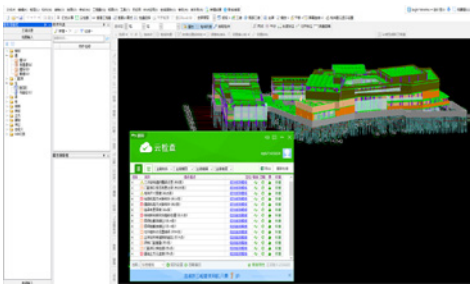


图25 模型工程量与清单工程量对比分析

经工程量校核后得出直行墙及矩形柱优化后工程量增加，增加金额约为10.56万元。

图26 工程量校核结果

材料计划管理

利用算量软件建立模型后，将模型上传至BIM5D平台，利用平台提取项目主要材料工程量，形成材料用量总计划，为编制项目材料采购计划提供数据支撑。

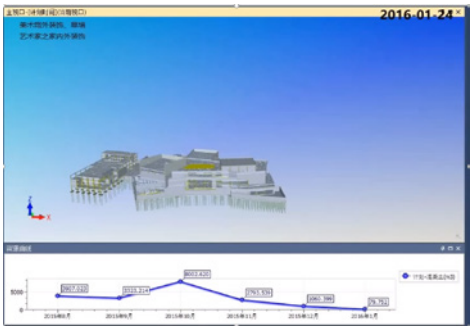


图27 资源曲线

图28 材料计划表

采用BIM 5D平台，只需上传好模型、划分流水段，即可做到一建提量。并实时导出构件工程量与清单，避免重复工作，做到内外工程量快速提取。

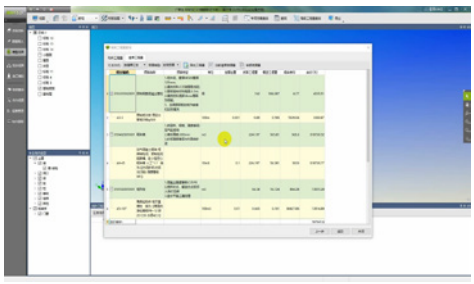


图29 工程量提取

BIM应用情况

- 精细化模型搭建：通过Autodesk Revit系列软件进行全专业模型搭建，充分利用Revit三维参数化的特点精确地控制项目单位误差在1mm以内。各专业间分开建模，利用工作集进一步对专业拆分进行管理与整合，最终将各专业模型进行关联，形成完整的三维参数化模型；

- 碰撞检查：将各专业Autodesk Revit模型轻量化处理导入Autodesk Navisworks系列软件中实现碰撞检查的目的。碰撞检查更多需要分专业导入，以达到碰撞检查的各种需求；

- 高支模深化设计：利用Autodesk Revit建立等比例措施模型，论证方案的合理性及可操作性，出具平立剖施工图及节点图指导施工。

- 外脚手架方案：本工程外立面复杂，外架搭设分段多，位置及搭设时间不一，给架体受力验算和搭设带来很大困难。首先利用Autodesk Revit建立土建模型及幕墙模型，根据模型对脚手架进行设计，由于建筑物结构异形，且部分位置向内收缩，导致脚手架存在不连续的情况。脚手架搭设对架体结构稳定性、承载力有很高的要求。针对此特点，对脚手架进行分层分段设计利用模架软件对脚手架参数进行优化，生成计算书作为参考，保证脚手架的稳定性及承载力符合规范要求。

- 幕墙工程深化设计：幕墙的施工难点，关键在于控制单元式转接件的安装精度、小单元陶板组件制作及板块吊装。借助Autodesk Revit三维可视化手段对构造详图建立深化

模型，准确定位预埋件位置，分析节点模型构造形式，帮助安装工人理解设计意图，保证安装的精度。根据红陶板幕墙系统施工工艺要求，确定红陶板安装流程，进行三维技术交底，指导现场工人进行安装，确保安装质量。

- 幕墙单元板块快速编号：利用Autodesk Dynamo进行编程，建立参数化模型，并对红陶板幕墙单元板块进行快速编号及工程量统计，从而解决安装精度及小单元组件匹配制作的难题。

- 幕墙开孔定位：幕墙外立面装饰为开放式的裂纹设置，整个大展厅南侧幕墙由19个分块裂纹组成，采用四个基本单元组合而成，利用Autodesk Revit建立四个基本单元深化模型，进行模型预分割，确定分割缝位置。利用模型生成下料单，对小拼接件进行编号并标注在白陶板背面，指导现场进行定尺切割与小分块预拼接，保证开放式裂纹白陶土板拼接精度。对白陶板、铝条、铝板、角钢开孔位置进行深化设计定位，辅助整体四个基本单元板块共1695个孔位机械钻孔定位，控制尺寸偏差，减少二次钻孔，节约材料及生产成本。

- 预应力结构：预应力梁截面尺寸较大，复杂节点处钢筋排布密集，对预应力筋的布置造成影响，利用Autodesk Revit建立三维模型对预应力筋进行排布时发现预应力筋与普通钢筋存在多处冲突，及时会同设计单位及专业预应力公司调整节点的布置，确保设计要求和钢筋位置正确。利用Autodesk 3ds Max制作后张法有粘结预应力工艺交底动画，从工艺流程、质量控制点，进行清晰详细的交底，确保预应力专业施工质量。

- 管线优化：借助Autodesk Revit三维可视化手段就重点难点排查、管线与空间排布合理性等问题进行研究，利用Autodesk Revit各视图联动的特点高效地确定最优方案。

- 其他应用：Autodesk Revit模型多接口输出保证了其利用率，为其他扩展应用提供了宝贵的三维几何信息与非几何信息。

结语

在整个项目的实施过程中，为避免模型建立混乱与衔接问题，我们在实施前明确分工，各司其职。在项目初期，通过对施工图纸的识别，建立建筑、结构、机电模型，完成建筑、结构、机电模型之间的碰撞检查，累计发现图纸问题65处。与此同时，在建筑、结构模型的基础上，对幕墙施工、模板施工、脚手架施工、预应力施工、三维场布等进行优化设计。比如对如幕墙单元的设计，幕墙细部精细、结构复杂、传统的平、立、剖施工图难以表达清楚，不够直观，再加上建筑分层向内收缩，幕墙的定位安装等施工难度大。运用Autodesk 系列软件，我们可以对幕墙进行深化设计，出具细部节点三维模型，采用三维图纸或视频进行技术交底，指导现场施工。通过BIM技术在项目中的实施和应用，为项目带来了可观的经济效益和管理效益。

中国目前建筑施工行业管理还比较粗放，运用BIM技术结合信息化手段，开展BIM技术应用，实现BIM+信息化，助力项目精细化、信息化管理，提高施工质量、节约施工成本，确保施工安全。

— 周瑾
BIM中心技术主管
湖南省第六工程有限公司