

公司名称
华东建筑设计研究总院

项目地址
中国，浙江舟山

应用软件
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Navisworks®
Autodesk Ecotect® Analysis
Autodesk® Simulation CFD

秉承设计施工一体化全生命周期BIM应用的理念，综合运用各种先进技术，在项目中进行创新实践，努力打通各实施阶段的数据壁垒，使数据得以有效传递，以期实现数字设计、数字建造和数字交付的终极目标。

—孙璐
BIM中心主任
华东建筑设计研究总院

得外观世音，得内观自在 普陀山观音法界BIM技术应用



图1 普陀山观音法界项目图

华东建筑设计研究总院

华东建筑设计研究总院（“ECADI”或“华东总院”）是国内最早成立的大型设计公司之一，拥有悠久的历史、深厚文化底蕴和国内外众多标志性建筑项目的设计和管理经验，在民用建筑领域拥有几十年的领导者地位。

华东总院数字化建筑设计研究中心是由华东总院发起的专业BIM咨询服务机构，中心集中了各专业的人才优势和技术优势，形成了由资深咨询专家和设计专家组成的专业覆盖面完整的BIM服务咨询团队。中心依托华东院技术实力雄厚的各专业设计所开展咨询工作，能为客户提供一流的BIM咨询服务。

项目概况

普陀山观音法界由普陀山佛协投资、设计、管理，核心地标是观音圣坛，建筑面积约为6.5万平方米，整座圣坛高91.9米，寓意着观音的成道日农历九月十九，打造完成后将呈现毗卢观音端坐莲台的视觉效果。

佛教的世界观和宇宙观的代表：须弥山（梵语：Sumeru），又译为苏迷嚧、苏迷卢山、弥楼山，意思是宝山、妙高山，又名妙光山。古印度神话中位于世界中心的山位于一小世界的中央（一千个一小世界称为一小千世界，一千个小千世界称为一中千世界，一千个中千

世界为一大千世界，三千个大千世界指的是所有的世界），后为佛教所采用。

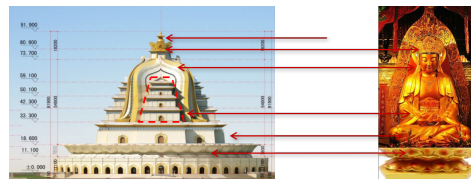


图2 设计理念

本项目是首个将须弥山概念引入的佛教建筑，中庭采用须弥山的造型，将圣坛基座部分的环厅空间与顶部天光贯通融为一体。在普陀山普济寺毗卢观音佛像基础上，我们提取了观音经典佛教元素，形成了崭新的建筑形象。设计理念为“圣坛即观音，观音纳须弥”。



图3 圣坛即观音

通过对“华严经”的深度剖析，设计师提取出了“海上仙山，慈航接引”的多个要素，在项目总体设计中一一体现。

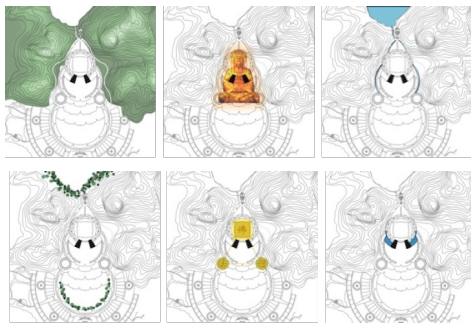


图4 总图分析

案例应用介绍

► 设计阶段

空间分析

利用Autodesk Revit模型，设计师可以通过快捷地剖切框对建筑空间进行全面的展示及分析，如图便是圣坛的三个主要空间——圆通大殿、中庭和正法光明阁。

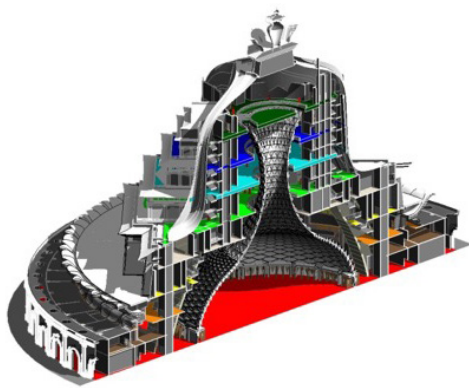


图5 普陀山观音法界空间分析图

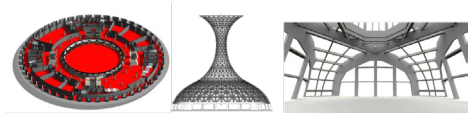


图6 普陀山观音法界空间分析图

参数化设计

取自须弥山造型的中庭空间是以钢结构为主体的幕墙体系。通过双曲面方程的求解，设计师在众多造型中综合考虑舒适度、空间感官等因素，以确定最终的形体。

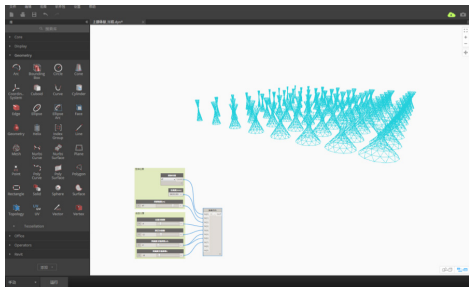


图7 普陀山观音法界参数化设计图

通过Autodesk Dynamo插件求解方程，调整不同的参数值，能够得到不同的造型。在确定形体后，将双曲面进行拓扑分析，求解出各类结构网架，并进行计算。

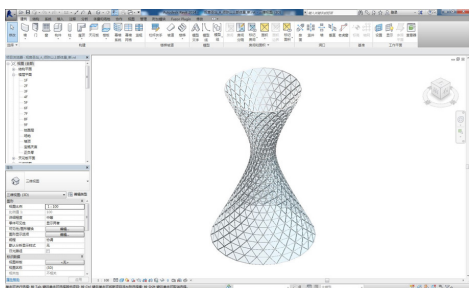


图8 普陀山观音法界结构造型图

结构选型完毕后，在之前的计算模型基础上添加幕墙系统，形成完整的中庭空间模型。整个过程中运用Autodesk Dynamo插件，将双曲面建筑形式与Autodesk Revit中各类族构件有机地结合起来，提升了Autodesk Revit软件对异形形体的支持能力。

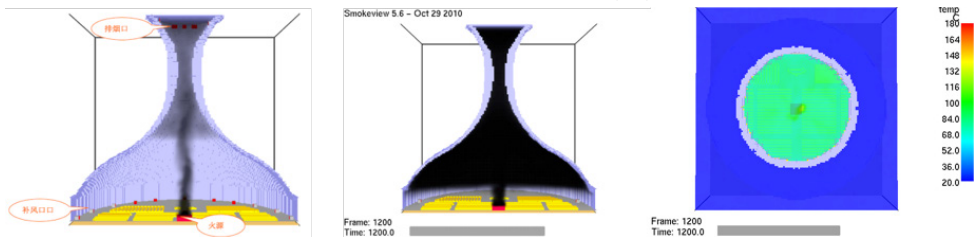


图9 异形设计图

须弥山造型的总高度51.9米，须对其消防排烟等方面进行深度研究，确保符合规范要求，保障人员疏散安全。设计师通过三维软件对其进行消防性能化分析，针对烟气模拟分析结果对消防措施作出一定的调整。圆通大厅火灾自动报警探测拟采用双鉴式红外、紫外型探测器及水炮图像探测作为辅助。对于中庭空间，利用BIM模型进行了舒适度分析。通高中庭起到拔风作用，在过度季能大幅度节能，保持较高的新风量。

日照分析

将场地模型及建筑单体模型导入至Autodesk Ecotect软件中，设置舟山地区气象参数，对夏、冬季节典型日照投影及地面全年太阳辐射总量等参数进行分析。结果表明，南立面设计时宜采用合适的外遮阳或内遮阳措施。

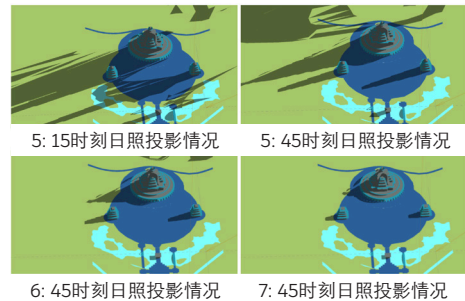


图10 日照分析图

室外风环境模拟

利用Autodesk Ecotect软件，对室外风环境进行模拟，可看出冬季防风一般，夏季自然通风良好，行人舒适性良好。

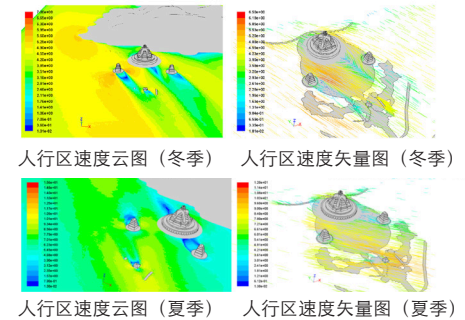


图11 室外风环境模拟图

热环境模拟

热环境模拟结果显示，平均热岛强度为1.39℃，热岛强度较低，行人夏季舒适性良好。

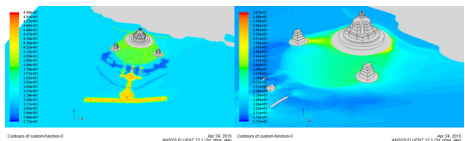


图12 热环境模拟图

自然通风分析

通过风压模拟发现，建筑北面压力分布均匀，南面压力分布略有差别，风场温和，夏季可以采用自然通风方式。

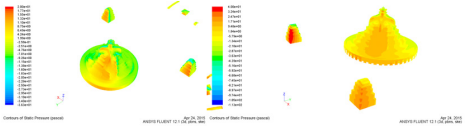


图13 自然通风分析图

自然采光分析

对穹顶开天窗方案进行比较，同时对宝像馆进行采光分析，设计优化后得到通风效果增加50%，采光效果增加12%，节能效果降低15%，碳排放量降低10%。

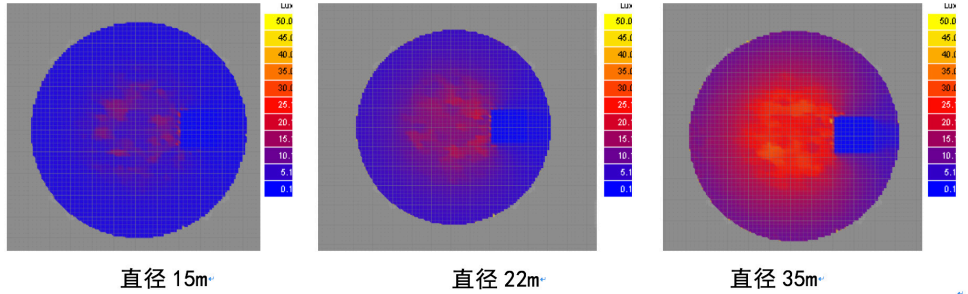


图14 自然采光分析图

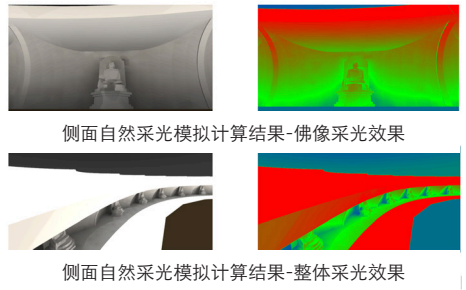


图15 自然采光分析图

灯光方案

在灯光方案的设计过程中，设计师提取青黄赤白四色莲华的形象，分别象征“苦集灭道”的四谛智慧，向世人传递着佛教文化，普渡众生。



图16 灯光方案

人员疏散模拟

圆通大殿内最多容纳1980人，通过人员疏散模拟分析，得出135秒内人员能安全疏散完毕，符合防火规范要求。



图17 人员疏散模拟图

管线综合与优化

设计过程中通过模型整合，提前发现图纸中的错、漏、碰、缺，解决各专业间的冲突，优化室内空间。

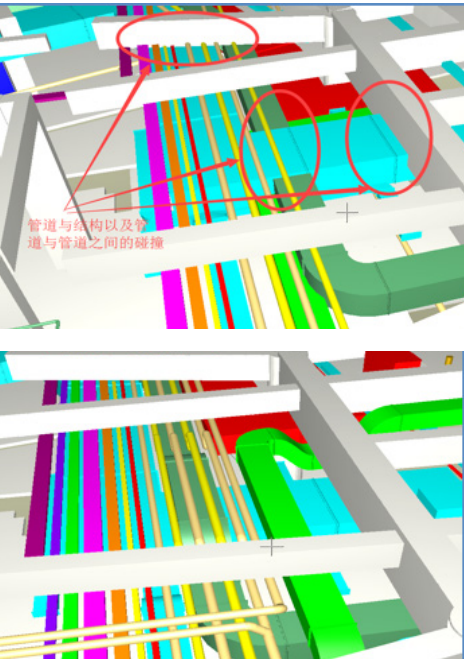


图18 管线综合与优化图

VR虚拟现实

将BIM模型与潮流的VR技术结合在一起，将Autodesk Revit模型通过Autodesk 3ds Max软件进行效果处理后，导入VR制作软件中，进行建筑实景漫游。

将在创作的模型放入到正法光明阁空间内，利用BIM VR软件，打开Autodesk Revit模型，并通过VR眼镜进行更为直观的第一人称视角查看，身临其境地感受礼佛空间的神圣。



图19 正法光明阁实景漫游图

佛教协会领导通过VR设备，直观感受设计的空间效果，提出可行性建议，指导设计进行修改及完善。



图20 VR虚拟现实

3D打印

在设计过程中基于Autodesk Revit模型结合三维打印技术，将须弥山的异形空间通过三维打印的方式呈现出来，并融入到周边实体模型中，给人更直接、更真实、更准确的视觉感官体验。



图21 3D打印图

三维扫描

圣坛内的佛像是以毗卢观音为原型的艺术再创作。通过三维扫描仪将佛像原型扫描为点云模型，用Autodesk Recap软件打开后，提取主要的佛像元素，并在造型软件模型中进行再修正。

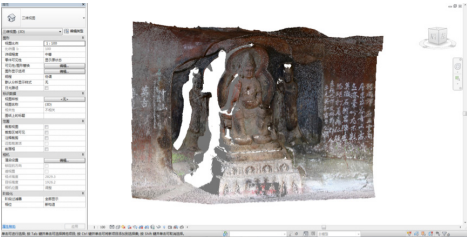


图22 三维扫描模型图

➤ 施工阶段

场地布置规划

预先建立并及时更新施工现场平面布置，为现场管理提供工具。

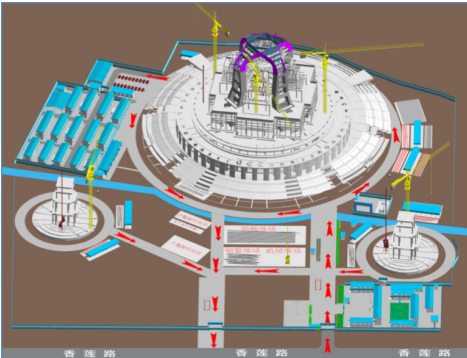


图23 场地布置规划

设计模型深化

利用BIM模型进行莲花瓣复杂节点深化。

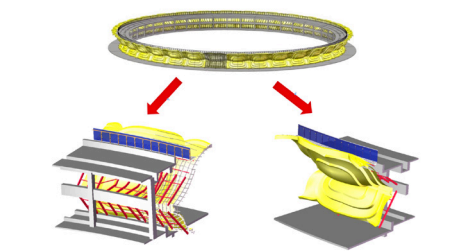


图24 莲花瓣节点深化图

二次结构深化

利用BIM对二次结构墙体质量样板进行深化，指导样板施工。

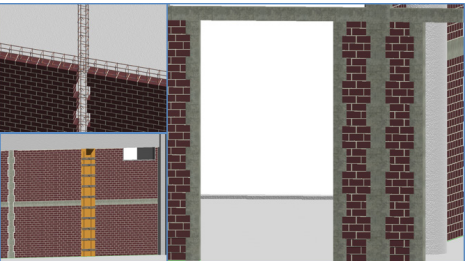


图25 二次结构深化图

工程量统计

将BIM土建工程量与BIM预算软件工程量进行对比，为投标、施工、竣工阶段的工程量核算提供依据。

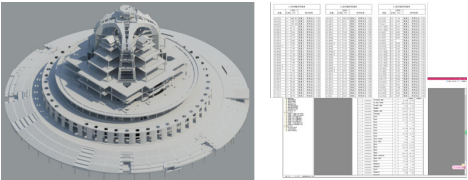


图26 工程量统计图

施工方案模拟

结构复杂处运用BIM建立外脚手架模型，验证方案的可行性。

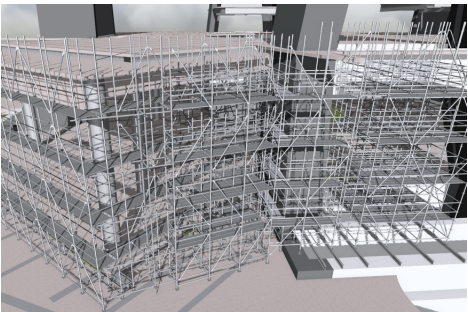


图27 外脚手架模型图

应用BIM技术及有限元受力分析，采用创新的升降安装方法进行大跨度、大截面钢筋骨架施工。

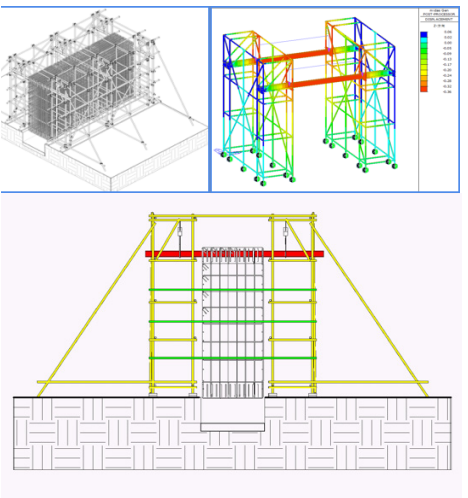


图28 有限元受力分析图

复杂节点优化

利用BIM模型进行转换桁架钢结构节点钢筋排布，提前解决碰撞冲突。

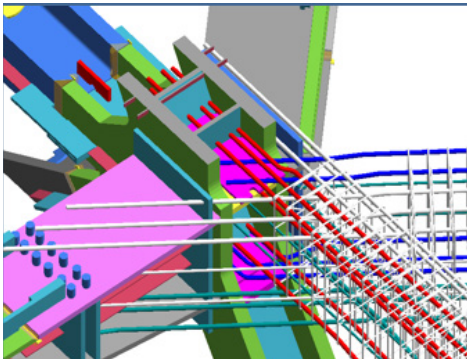
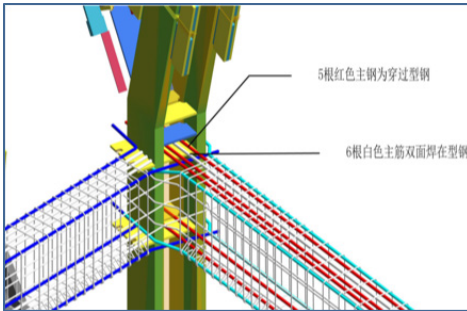


图29 桁架钢结构节点钢筋排布

对五层转换桁架钢结构细部节点进行深化，指导工厂加工制作。

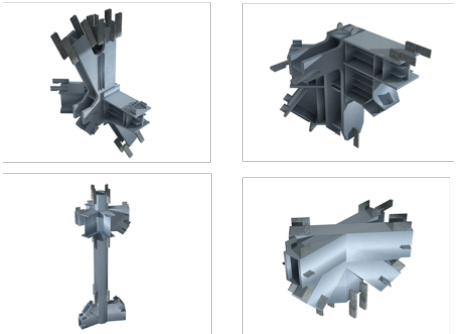
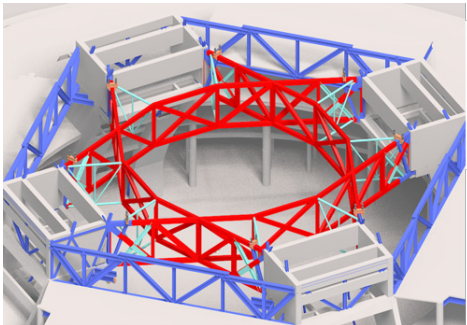


图30 桁架钢结构细部节点深化图

模型拆分加工深化后，运至现场拼装检测后，按照预定安装方案整体提升吊装。

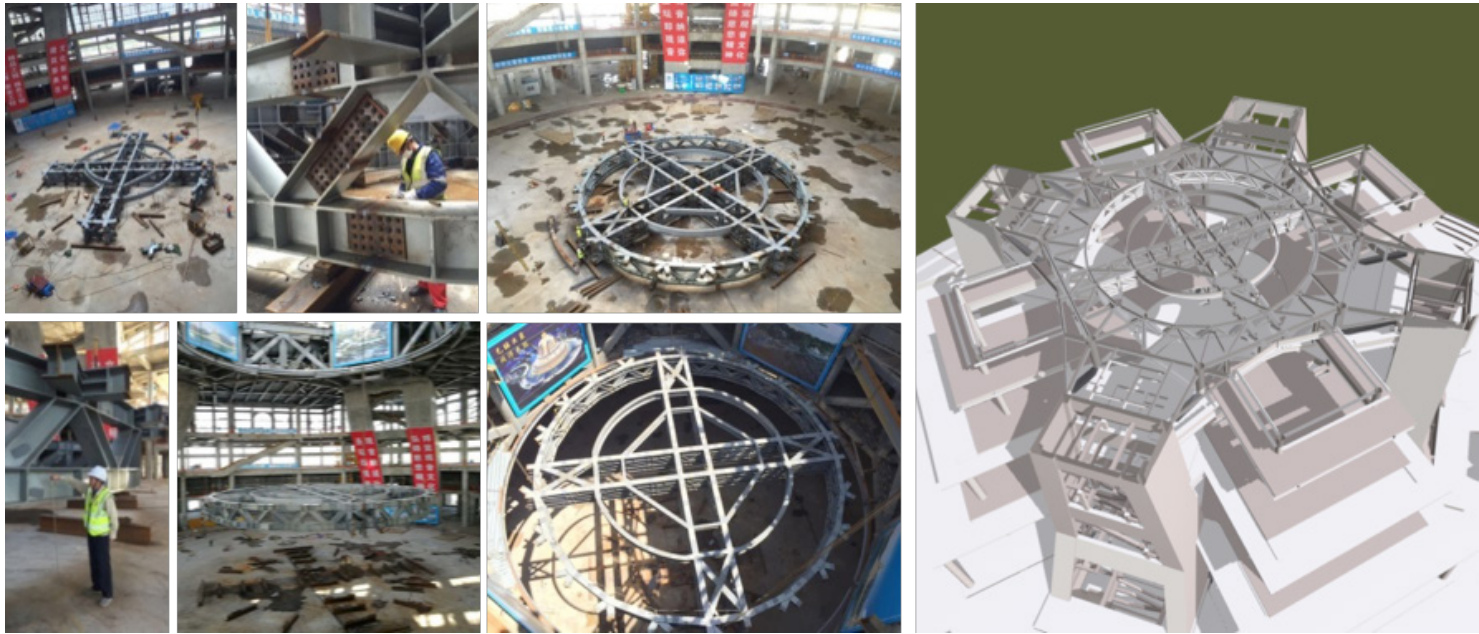


图31 现场拼装

混凝土屋盖
在异形建筑造型及构造确定后，在Autodesk Revit软件中布置出上部混凝土屋盖，确保准确的三维定位并与复杂的建筑造型间保证足够的构造空间。

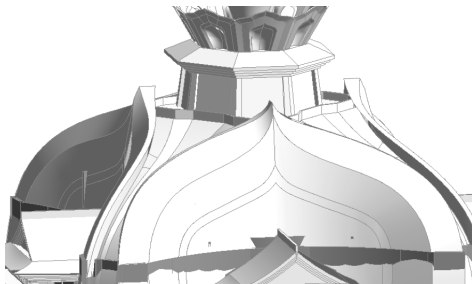


图32 芯筒墙肢延续的四道折线拱梁组成混凝土屋盖主受力构件

放样机器人
设计模型在施工单位的深化下进行完善，最后输入到天宝放线机器人内进行现场放样施工。

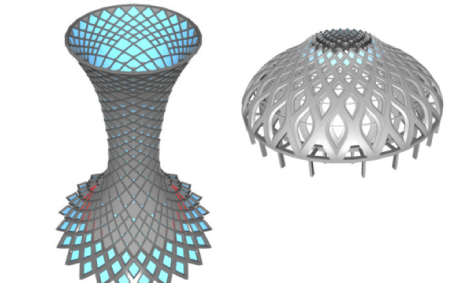


图33 设计模型放样

4D模拟与航拍技术结合
BIM进度模拟结合无人机航拍技术对现场施工作业面进行影像拍摄，以实际完成影像对照进度计划，对发现的滞后区域进行人、机、料、法、环的动态调整，避免工期滞后。

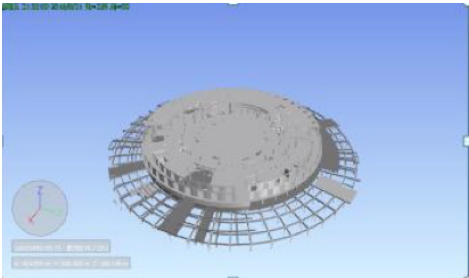
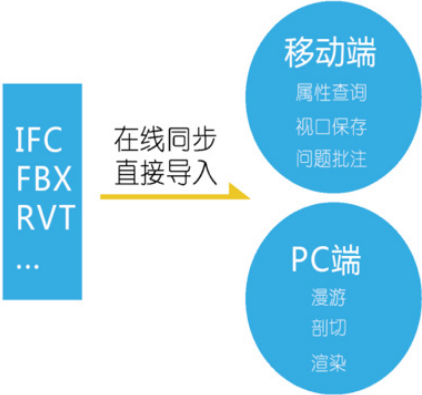


图34 航拍技术与4D模拟相结合

项目协同管理平台
BIM模型通过轻量化技术可实现快速压缩，并同步上传至基于BIM的云端平台，以便与各专业单位、各部门进行查看。



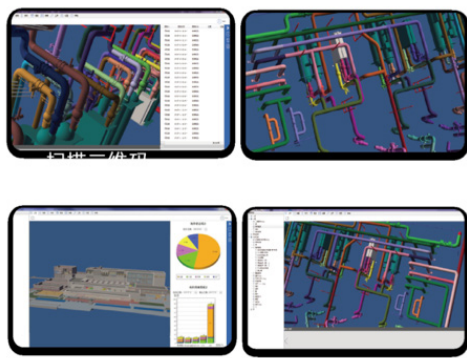


图35 BIM云端平台

利用云端平台，PC端、手机端、网页端之间通过互联网实现质量安全等数据的采集与共享，并对项目过程文件进行归档记录。

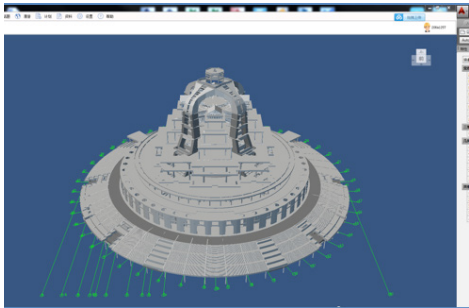


图36 数据互联

➤ 结语

在观音圣坛项目中我们尝试综合运用各种先进技术，利用项目协同管理云平台，基于BIM模型进行各参与方的可视化沟通，解决设计和施工过程中出现的各种难题，优化设计指导施工，致力打通BIM数据链，为项目全生命期的BIM应用打下了坚实的基础。

通过参数化的设计手段，完美呈现设计构思，性能化分析辅助设计全程优化，确保消防设计的合理性及疏散的安全性。基于BIM的设计交底，帮助总包更好地理解设计意图，使复杂形体的施工更为便捷。

— 李远晟
BIM中心
华东建筑设计研究总院