

亚洲杯青岛青春足球场智慧建造应用管控

马明健 邱明鑫

上海建科工程咨询有限公司山东分公司

摘要：青岛亚洲杯青春足球场位于城阳区靖城路以东、烟沪线以北，工程占地面积16万 m^2 ，总建筑面积为19万 m^2 。项目结合赛事的国际化特点和自身属性，首次提出以“公园化体育综合体”为核心的全新设计理念。项目设计灵感源于海浪，造型复杂，工期紧张，通过应用BIM技术及智慧工地软硬件结合，实现了项目智慧建造。

关键词：专业足球场；智慧建造应用；BIM技术；智慧工地

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.087

一、引言

亚洲杯青岛青春足球场总建筑面积19.4万平米，建设工期相较同体量足球场馆十分紧张，灵动的外立面由数万块铝板拼接而成，需提前进行板块拟合，预制看台与现浇结构拼缝需提前进行模拟施工，消除结构误差……为解决以上问题，项目管理团队全过程采用了众多的行业BIM软件，以数据流转，一模多用为核心思路，通过模型数据在不同软件中的处理流程解决了场馆造型复杂、数据量大、设计表述困难等难题。

二、项目工程概况

青岛亚洲杯青春足球场项目由1座5万座专业足球场、1座多功能馆、1座游泳训练馆组成，并配套建设地下商业、地下停车位及相关基础配套设施，总建筑面积19.4万平方米。主场馆的设计灵感由海而来，标准形态的足球场芯外围环以跃动的层层海浪，通过应用“大开口车辐式索承网格结构+ETFE膜结构”实现了简洁顺滑的流线肌理，勾勒出青岛的独特魅力。



图1 亚洲杯青岛青春足球场

三、智慧建造应用

（一）正向设计应用

1、核心思路

项目结构复杂，专业较多，因此设计众多的行业BIM设计软件，为了避免重复的建立模型几何及非几何信息，项目建立了标准化的构件信息编码体系，并通

dynamo、grasshopper等参数化软件对构件信息在不同软件之间的流转进行处理，大幅减少了不同软件之间信息写入的工作量。

2、多专业BIM模拟分析

（1）雨水径流模拟

设计团队应用Rhino及Kangaroo对场馆屋面进行了雨水径流模拟：应用Rhino完成膜分析模型创建，模拟施工完成后的效果，结合Kangaroo力学模拟软件模拟膜屋面雨水径流情况，根据分析结果判断膜屋面是否存在积水隐患，依据分析得到的可视化结果对膜结构造型坡度进行优化，分散水流汇集区域并优化排水沟雨水斗尺寸，排除积水隐患。

（2）场馆声压模拟

对场馆内部的声压、照明进行模拟分析：将Revit模型导入EASE软件中进行声压模拟。经分析，体育场最大声压达到107.57dB，看台及场地稳态声场不均匀度<6dB，语言清晰度为0.572均满足国家标准要求。

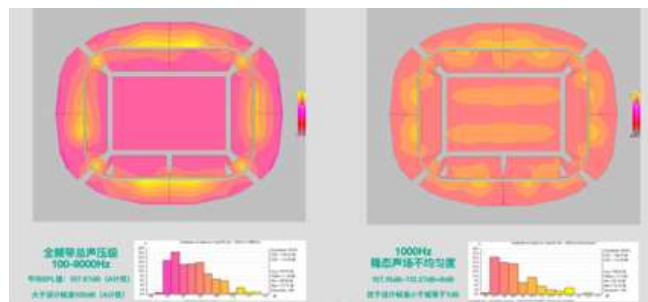


图2 场馆内声压分析

（3）场馆灯具选型

建立灯具位置布置模型，生成平面及三维光线投射图，使用AIM对体育场灯光进行效果模拟，确定照度曲线及眩光指数，在满足规范前提下，减少灯具功率及数量，减少眩光，提高球迷看球舒适度。

3、多专业BIM设计优化

结合一模多用的BIM应用思路，应用RHINO软件将三维线模型进行批量处理，确认檩条分隔，将处理结果导入到midas软件进行计算，确认龙骨规格。结合计算结果通过GH程序控制Takla软件根据结构路径生成杆件主体，细化杆件连接节点，大幅缩短不同软件建立模型所需时间。

通过Tekla Link插件将钢构主体模型读取到Rhino中，获取钢结构定位面，建立金属屋面系统模型，确认装饰板分隔及天沟局部细节，运用Grasshopper分析生成金属屋面及幕墙牛腿深化模型，通过优化分格，统一龙骨规格尺寸，减少现工厂加工工作量，节约工期45天。在Rhino中对膜承载构件进行参数化深化建模，建立精细化模型。

通过深化建模对结构分格进行优化调整。后续借助Grasshopper对型材长度及膜分格进行优化，提升标准规格型材占比，在不改变原效果的基础上将标准型材长度的占比提升了23%，节约加工周期21天。利用GH程序对BIM模型进行铝板翘曲值、尺寸分区域进行分析。根据加工工艺及翘曲数据对板块进行优化，将62%

的双曲铝板近似拟合为单曲，大大减少加工难度及施工难度，节约生产周期17天，施工工期12天。结合数据进行板块的拆分，合并，规整铝板及格栅的模块种类，通过优化，将两块2.15mX1.2m板块设计为一块装配式单元，单元数由8200优化为4200，零件工厂化、定制化，简化现场安装步骤，施工周期节约15天。

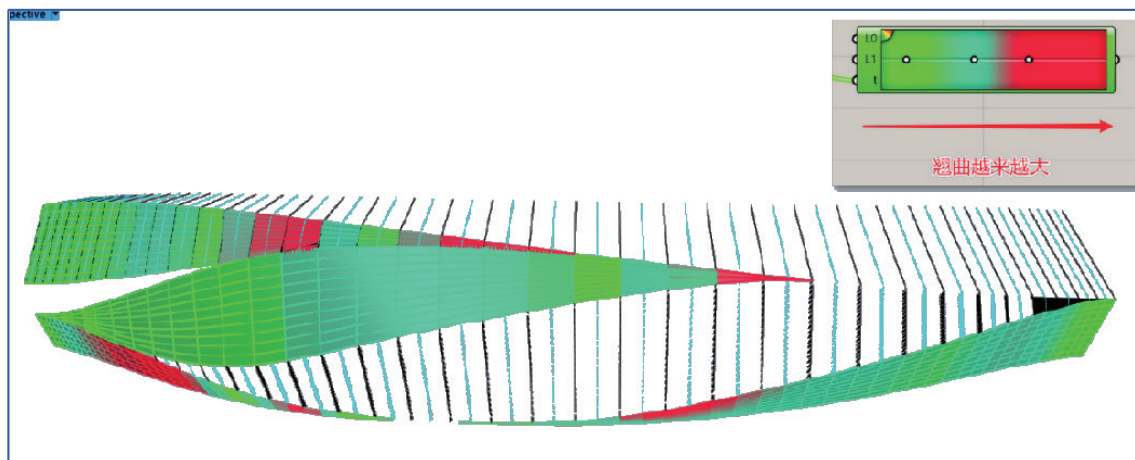


图3 金属幕墙铝板翘曲分析

应用Midas软件对张拉过程进行优化，将原本的4次张拉到位优化为3次张拉，拉索张拉100%后钢结构竖向位移最大值为533mm，钢结构应力最大值为163MPa，拼装胎架反力最大值53kN，符合规范要求，节省关键线路工期15天。

四、智慧工地BIM管理应用

(一) 精细化采购管理

项目造型复杂专业交叉繁多，不同专业界面划分困难，以索承结构为例，本项目招标分夹具、索两部分进行，基于精细化BIM建模与模型的用户字典数据，我们可以借助程序做到不同专业界面数据的快速提取与划分，对各供应商同时下单提需，避免采购漏项和采购滞后，节约采购工期35天。项目预制看台共计6075块，通过精细化建模及预制板块拆分，提取预制看台清单数据，基于BIM模型成果将整体看台划分为42个类别，按照各类型的数量和预制难易，制定不同单价，辅助商务精细化管理，实现创效120万元。

(二) 场地管理BIM应用

工程初期应用grasshopper提取图纸数据创建地形模型，利用基于参数控制的方式可大幅提高坐标提取及模型创建工作的效率和精确程度，原始地貌测量以方格网形式反映数据，方格网点位间存在测量盲区，数据准确性无法完全保证。为解决上述问题，项目采用无人机倾斜摄影技术，基于国产软件大疆制图软件进行三维建模，在土方开挖前对现场环境进行高精度测绘，生成地形表皮，为后续标高竖向设计优化提供准确数据支撑。基于准确的施工现场地形模型，应用遗传算法输入土方平衡标高因子，计算机自行运算得出土方平衡标高，根

据现有土方平衡条件，利用计算结构（土方平衡点标高）优化原室外竖向设计标高，减少开挖及回填（外购土）量，节约成本420万，节约工期13天。

使用Autodesk Vehicle Tracking软件模拟现场施工机械行驶路径，除车库顶板区域外，依据分析结果划分出现场需要进行场地硬化但是承载力要求较低的区域，结合此成果对现场的地面硬化精细划分为15cm、10cm厚两种区域，节约混凝土用量约1500m³，包含后期破拆在内预计可节约成本110万元。

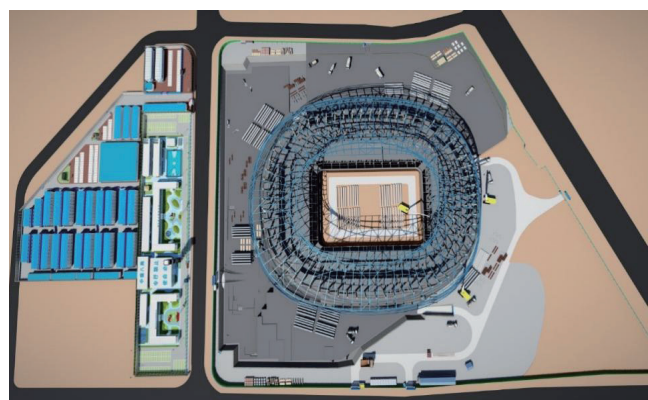


图4 临建场地布置图

(三) BIM智能设备应用

项目测试应用三维扫描机器人对主体结构尺寸复核，寻找位移偏差，辅助装饰排版，相较于传统三维扫描具有通过性好，自动调平等优势，节省测量人员1名。目前已完成15.2万平方米混凝土结构扫描，导出扫描报告62份。

利用三维激光扫描仪将地面构件扫描建模与设计模型对比，提前控制构件安装拼接角度位置，减小地面构件组装焊接误差，提高高空吊装拼装一次性合格率。由于钢结构卸载后，结构变形较大，对幕墙定位安装有较大影响，在结构卸载后使用三维扫描仪，对现场结构进行结构扫描，获取点云数据后通过与模型做对比调整幕墙Rhino模型，避免现场施工偏差影响安装；利用三维激光扫描仪对预制看台现浇结构构件扫描建模，将点云建模结果与预制构件安装工艺节点进行对比分析，模拟并优化现场吊装工序，通过细部调整排版缩小构件之间缝隙，提升施工质量；通过三维扫描逆向建模消除结构误差之后，将模型与放线机器人平板电脑中的图纸进行对应，完成现场结构的复核，利用grasshopper将模型中构件的点位坐标批量提取，结合放样机器人现场精确打点定位，节约放线用工量的同时，节省工期20余天。

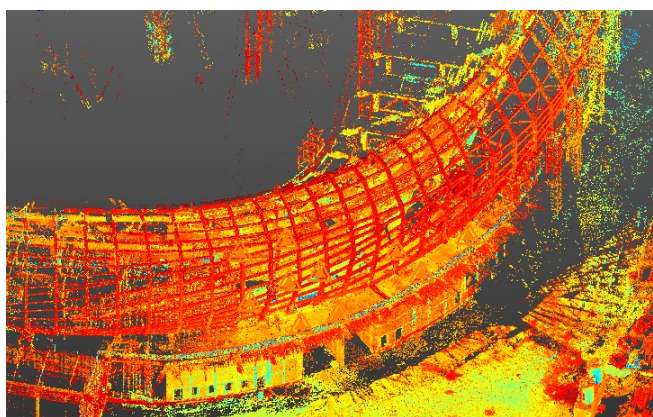


图5 钢结构三维扫描点云图

(四) 智慧平台应用

项目引入先进的数字变革理念，利用机器狗、AR巡检眼镜、AI智能识别等机械化技术代替人工，精细现场管理的同时减轻工作压力，使项目数字化、在线化，实现可统筹管理的项目指挥中心，使现场施工难点得到针对性管理；后期结合BIM引擎的课题研究成果，对现场数据进行智能化管理，支撑生产、技术、要素三线数字化。通过智慧工地管理平台，在现场投入使用多处监测传感器，对现场危险性较大工程进行动态监测，监测结果可与BIM模型进行实时联动，可实现对现场直观高效的安全生产管理。

五、应用总结

项目依托BIM参数化应用，充分挖掘BIM模型数据，通过BIM辅助施工，利用施工引导设计，通过BIM完善设计，利用设计服务施工，形成EPC项目管理BIM、设计、施工的闭环管理模式。智慧工地及国产BIM软件的试点应用探索了项目管理与BIM结合的新模式，获得了良好的社会效益，项目计划在后续精装修及体育工艺的工程建设中，继续推广BIM技术及智慧工地技术应用，达到经济创效，发展可持续化，员工幸福，业主放心的目的。

参考文献

- [1] 田仲翔, 严心军, 张涛. 基于BIM技术的大型异形公共建筑智慧建造研究与应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2021, 004.
- [2] 李晓晨. 基于BIM+物联网技术的装配式建筑精益建造管理体系[J]. 建筑技术开发. 2020, 23.
- [3] 李彪奇. BIM技术在装配式建筑结构施工中的应用[J]. 智能城市, 2021, 22.



图6 智慧工地管理平台