

公司名称
第二炮兵工程设计研究院

项目地址
中国，大连

应用软件
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® MEP
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® InRoads®
Autodesk® Ecotect®
Autodesk® Vasari
Autodesk® 3ds Max®

BIM全过程信息手段的利用，特别是BIM模型信息的关联、一致和完备特性，为解决工程领域广泛存在的信息分散、工作重复、管理粗放问题，提供了理论和基本技术支撑，工程全生命周期信息的传递和流转是BIM的最大价值所在。

—BIM技术研究与发展中心
第二炮兵工程设计研究院

一轮美丽明亮的海湾月亮

月亮湾培训中心BIM设计与全生命周期BIM应用研究



图1 月亮湾培训中心效果图

第二炮兵工程设计研究院是拥有多项国家甲级资质的工程勘察设计单位，设置建筑、结构、人防、暖通、给排水、环境、供配电、计算机应用开发等二十多个专业，拥有工程院院士一名，博士后流动工作站一个。建院以来，我院设计完成了一大批重要的工程项目，其中百余项获国家金质奖、银质奖和优秀工程设计奖。我院大力开展科技创新，获国家科技进步奖、军队级科技进步奖共200余项，获国家发明专利70余项。我院秉承“博学笃志，求实创新”的精神，近年来，大力开展科技创新，积极探索以BIM技术为代表的新技术在工程设计与建设中的应用；2013年，我院被中国勘察设计协会评选为“全国勘察设计行业创新型优秀企业”；2014年，我院获全国专业技术人才先进集体荣誉称号。

项目概况

月亮湾培训中心项目依山傍海，是一个集旅游、会议、疗养、培训四大功能于一体的综合性度假休闲区，采用现代风格，创意为大海中乘风破浪的帆船，整体造型浑然一体，新颖独特，具有海滨建筑特色。规划用地形状不规则，近似三角形，被一条沿海县级公路由西侧穿过用地，将用

地划分为两个地块，南侧邻近海滩，北侧、西侧为丘陵，东侧为海参种苗场，总用地面积23570平方米，总建筑面积24945平方米，地上9层、地下1层，由主楼和裙房两部分组成；四层至九层主要为客房，共有客房100套；三层为会议区；一、二层主要设有大堂、康乐用房和餐厅；地下室部分设有游泳池、设备机房、中心厨房。当地属暖温带海洋性季风气候，年平均气温10℃，年降水量642.7毫米，无霜期250~300天。

项目特点

该项目从勘察选址开始，服务贯穿工程整个生命周期；简约而不失特点，体现建筑、环境、人文三者的统一，实现精细化设计，信息化管理。



图2 项目BIM实施规划

遵循BIM全生命周期管理理念，项目实施伊始，我们规划了完整的BIM实施方案，实现BIM全过程综合应用。该方案以欧特克公司BIM软件平台为核心，以及自主研发软件和接口，实现BIM信息的顺畅流转。

勘察阶段BIM应用

勘察阶段以Autodesk Civil 3D软件为核心，实现GIS平台、BIM平台数据的流转应用。



图3 勘察阶段数据流转

备选区域筛选：在GIS软件中对三个备选区域的人文、环境、交通进行宏观综合对比，确定项目选址区域目标；

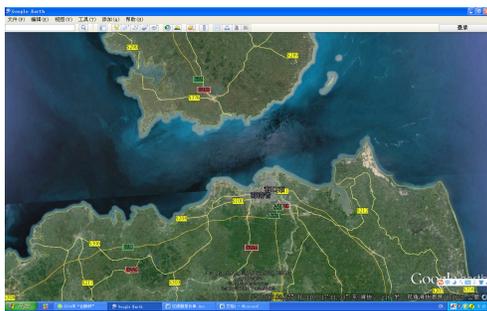


图4 区域筛选

备选点位筛选：使用我们自主研发的辅助勘察系统导出目标区域数据，在Infracore复原地理要素，并对目标区域进行朝向、交通、高程、坡度等因素的综合分析，确定项目选址目标地块；

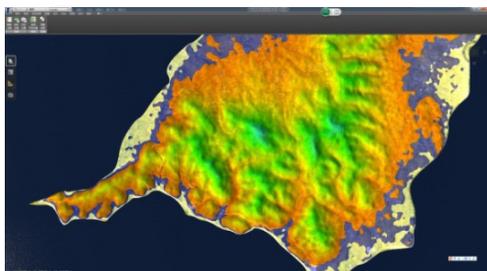


图5 点位筛选分析

拟选场地分析：采用无人机航测技术对目标地块实施测绘，获得高精度地形数据，在航测数据基础上，在Autodesk Civil 3D中对目标地块进行详细地形、水文分析，为项目规划提供技术支撑。

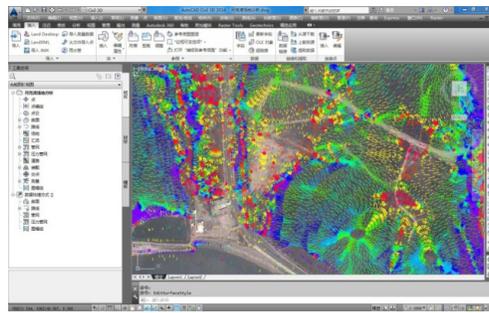


图6 场地分析

场地初步设计：在Autodesk Civil 3D软件中完成数据处理和场地初步设计，并创建地形三维模型，为总图设计、绿建分析、环境设计、施工场地布置等提供基础数据。

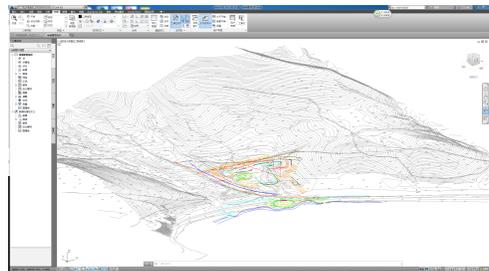


图7 场地设计

建筑设计阶段BIM应用

建筑设计以Autodesk Revit软件为核心，配合多款分析、模拟、算量软件实现方案比选、建筑建模、设计优化、出图算量四个阶段的信息流转。

方案比选：依据方案创建体量，并导入根据测绘地形图，结合山形地貌，在Autodesk Civil 3D中进行相应的场地平整与设计，将平整后的场地转化为三维曲面，生成三维数字地形数据，并导入Autodesk Ecotect Analysis结合方案体量模型形成完整分析模型，进行绿建分析。

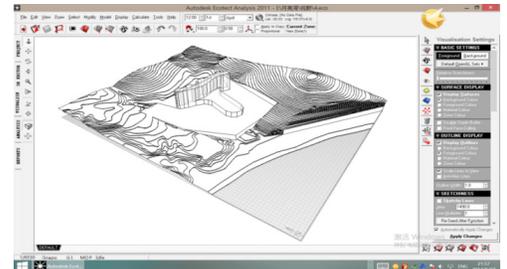


图8 分析模型

根据对当地全年气象数据、焓湿图分析，发现自然通风、遮阳、蓄热性材料以及自然采光是比较有效的被动式措施。根据预测，应用上述被动式措施后，夏季的舒适度范围可增加50%以上，有效地节约了能源的供给，我们在设计中充分贯彻了上述措施。

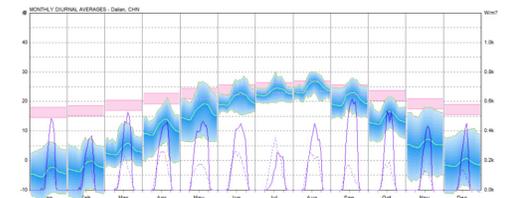


图9 典型气象年数据分析

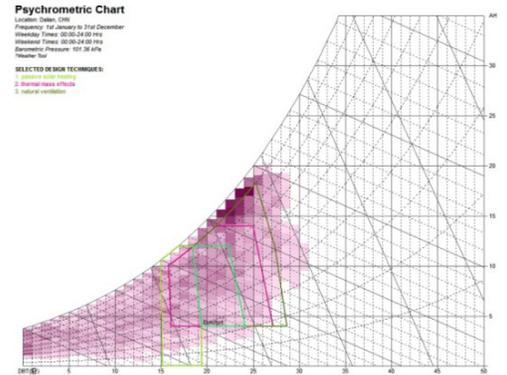


图10 焓湿图被动态策略分析

风环境分析：通过人行区室外风速分布、室外风迹线分布、建筑表面风压分析，得出：方案一，由于没有较为完整的场地，导致室外风速整体偏低，同时涡流区比例较高；方案二，西侧建筑转角局部风速偏高，同时场地中心部位有明显涡流区，影响室外活动；方案三，南侧主要活动场地上风速分布理想，没有明显的涡流区，风速较小的区域均位于建筑北侧，不影响主要活动场地，同时建筑表面压差分布合理，利于建筑自然通风。

日照分析：通过冬至日阴影范围分析，可以发现方案一场地上的阴影较多，而方案二建筑立面上的阴影较多，方案三则相对较为均衡，有效地保证了冬季场地和立面上的日照。

海景视角分析：我们将海面作为目标，分析了建筑南立面对于海面的可视范围，以此评估建筑方案的海景景观效果。通过分析可发现实施方案具有最大的海景可视范围，为客房的入住使用者提供了更好的景观环境。

采光分析：针对客房标准层，模拟了夏至日晴天的正午时的室内采光，通过对比可以发现，方案一整体采光效果较弱，方案二部分东侧的客房由于自遮挡，采光效果稍差，方案三大部分客房都取得了相对良好的室内自然采光效果。

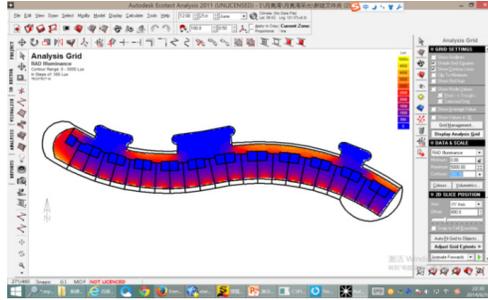


图14 采光分析

根据分析结果，我们选定方案三作为终选方案，建筑采用白色铝板作为外装修材料，配合周围的青山、碧海环境，结合建筑的造型，力求表现一个“青山、碧海、白帆”的美丽画卷。然后我们根据该方案开始建模。

	风环境分析	日照分析	海景视角分析	采光分析
方案一	中	差	差	差
方案二	差	好	中	中
方案三	好	中	好	好

建筑建模：依据国家制图标准规范的要求，结合我院实际，针对标高样式、尺寸标注样式、文字样式、线型线宽线样式、对象样式等进行深化，制定出Autodesk Revit样板文件；依据方案体量，在Autodesk Revit中建立轴网标高体系，结合包含建筑信息的三维构件，进行建筑模型的搭建。将PKPM当中的结构计算模型，导入到Autodesk Revit模型中，对结构模型进行信息完善，并将二者完美的结合在统一模型中，实现建筑结构的协同化设计。



图15 建筑模型

在建筑结构模型的基础上，将管线模型连接到协同中心文件，在此基础上，进行精细化设计。



图16 精细化设计

设计优化：项目设计通过对三维模型进行平面布局分析，直观把握设计信息，优化房间布局，电梯数量位置，客房数量，房间尺寸，消防楼梯，房间面积等设计要素，提高设计经济性、合理性。

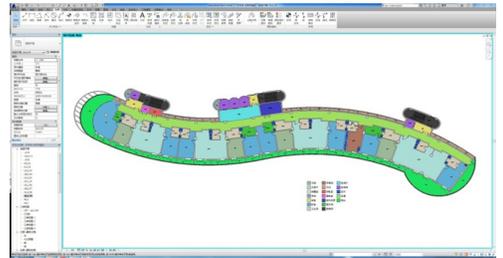


图17 平面分析

针对裙房会议活动区人员密集房间，利用Revit信息模型，通过模拟分析，合理布设疏散口与疏散路径，缩短人员逃生时间，提高安全度；对设计方案进行疏散模拟，得出结论，在裙房处增设室外楼梯，既可较大幅度提高疏散效率，又丰富了建筑物立面造型。

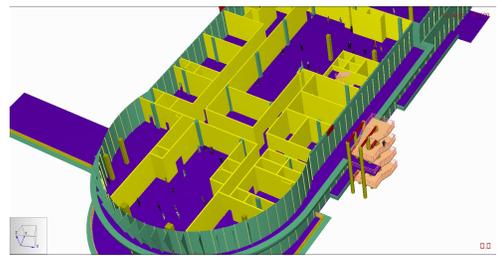


图18 消防疏散分析

出图算量：依照国家制图标准规范要求，利用BIM模型，统计构件明细，输出工程图纸；

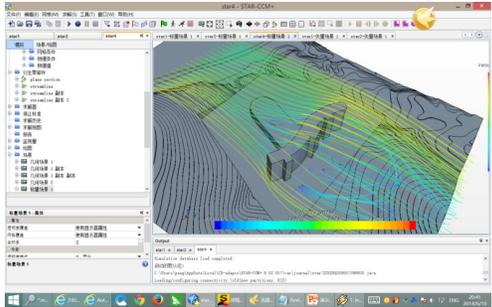


图11 风迹线分布

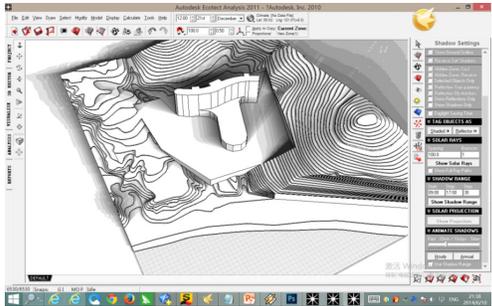


图12 日照分析

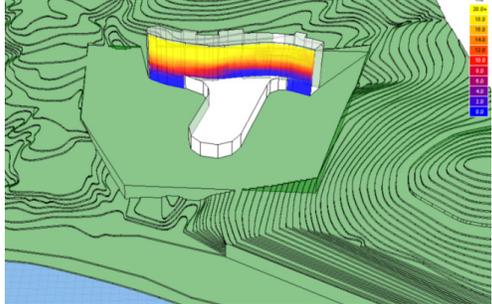


图13 视角分析

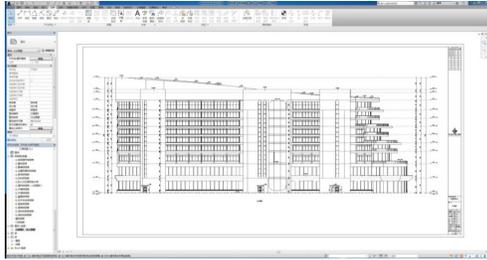


图19 建筑施工图纸

利用综合算量软件GCL，导出Revit数据，完成幕墙、门窗、隔墙等构配件建筑算量；

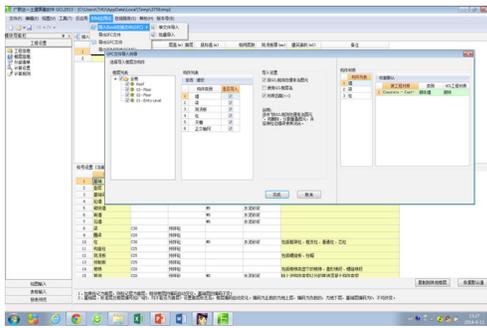


图20 建筑算量

结构设计阶段BIM应用

结构设计以Autodesk Revit软件为平台，多款软件配合实现结构计算、结构优化、BIM建模、结构算量四个阶段的信息流转；

结构计算：使用PKPM软件，进行工程的主体受力构件的三维建模，并进行主体构件的受力模拟，完成工程主体的结构计算。

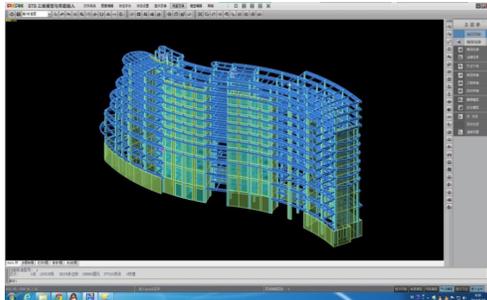


图21 弹性计算

结构优化：项目设计考虑罕遇强震，将PKPM模型及配筋信息建立结构三维有限元模型，并通过质量、三阶模态验证模型的准确性。

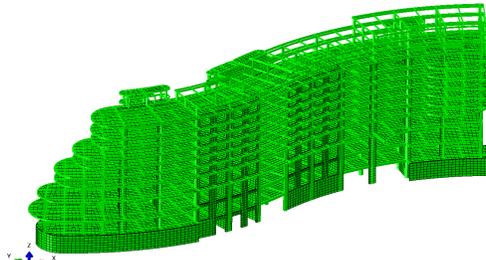


图22 有限元模型

通过有限元弹塑性分析，发现原结构剪力墙受压损伤较大，说明罕遇地震下结构虽然不至于倒塌，但破坏严重；设置消能连梁后结构对应部位的累积受压损伤比未设置前减小很多，说明消能连梁起到了很好的消能减震作用；因此增设消能连梁，优化结构，提高抗震性能。

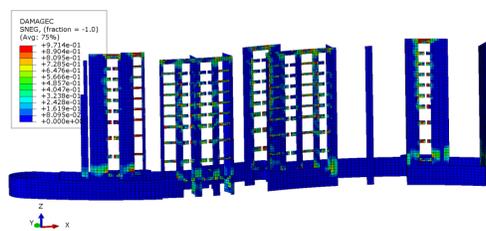


图23 消能连梁优化

Autodesk Revit中直接生成含有配筋信息的结构BIM模型，并与建筑模型合并形成完整的土建BIM模型。

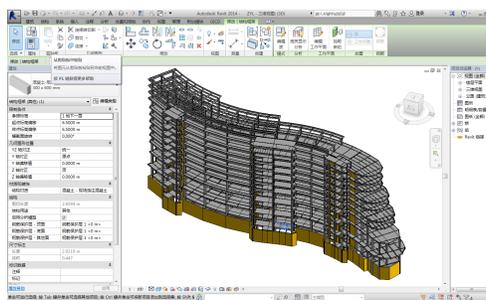


图24 土建模型

出图算量：在Autodesk CAD中完成柱、梁、墙、板的施工图绘制；

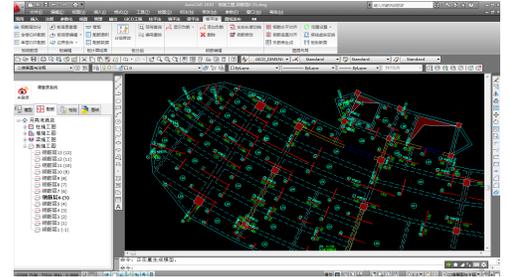


图25 结构施工图纸

导出Autodesk Revit数据，利用土建算量软件GCL，完成结构土建算量；利用钢筋算量软件GGJ，完成钢筋算量；

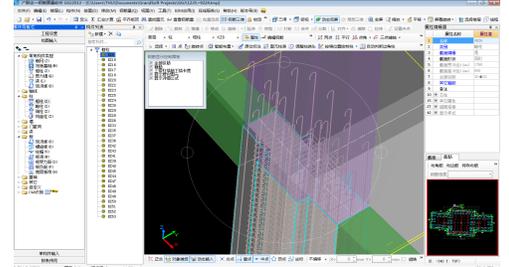


图26 钢筋算量

管线设计阶段BIM应用

设备系统设计：项目在Autodesk Revit平台上以协同方式完成给排水、暖通、喷淋、消防的协同设计。

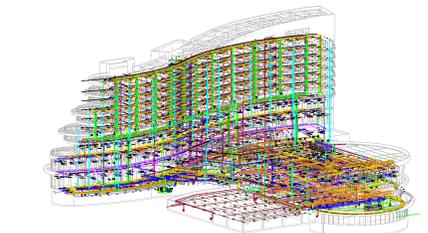


图27 设备模型

针对机房、卫生间等设备集中区域实施精细化建模，细化系统设计成果，构建完善的设备体系，为安装施工、设备运行提供技术保障。

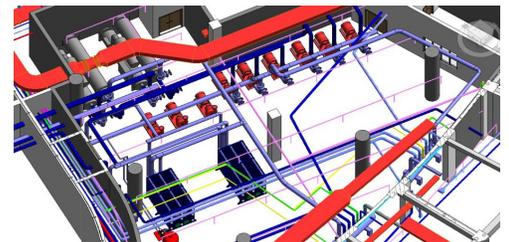


图28 精细化设计

设备综合优化：除设计期间即时碰撞检查外，使用Autodesk Navisworks平台的检查功能，按照专业规则逐一解决碰撞问题。

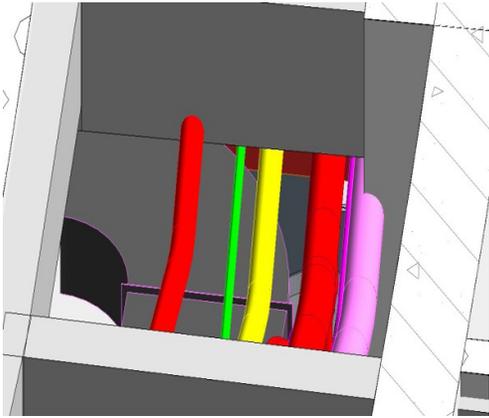


图29 碰撞检查

前置施工运维要求，合理布置设备间距，保留适当的施工操作空间。经过优化后的管综设计在实际建设中得到验证。最后，利用Autodesk Revit软件的统计功能直接生成设备数据表，完成设备算量。

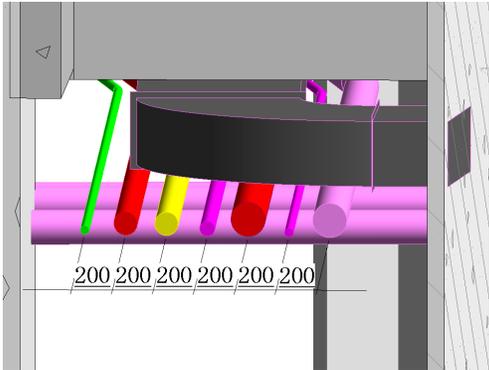


图30 管线空间优化

模型交付阶段BIM应用

在Autodesk Revit平台上完成设计成果模型集成交付，为全生命周期BIM应用提供信息基础；



图31 模型集成交付

在Autodesk Infracore平台上完成模型和场景的数字集成交付，为数字化城市建设提供技术支撑。



图32 数字集成交付

在虚拟现实平台上完成全比例地形与建筑的虚拟集成交付，展示设计成果，验证设计效果。



图33 虚拟集成交付

施工阶段BIM应用

施工阶段BIM应用依托清华4D-BIM系统，继承设计阶段BIM模型，实现施工过程4D模拟及施工期间的信息、场地、进度、资源管理。

信息管理：通过IFC接口，导入完整的设计BIM信息模型，并添加进度信息、资源信息等，通过4D-BIM的WBS分解，形成完整的施工BIM模型。施工全过程对土建施工信息、设备安装信息进行及时录入和管理，在完工后形成完备的全专业竣工模型。

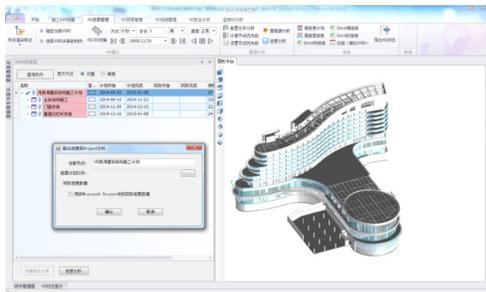


图34 土建信息管理

场地管理：使用系统提供的场地工具进行3D施工场地布置，并定义施工设施的4D属性。

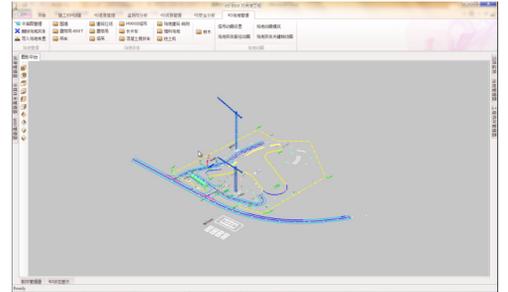


图35 场地设施布设

过程模拟：将WBS节点及其进度信息与相应3D构件实体相链接，通过饼图、甘特图和动态3D图形相结合的方式表现施工进度，实施施工过程的4D可视化动态模拟、可施工性验证和施工过程的复现。施工前，在系统中对拟定的多套施工进度进行对比分析，选择最优方案，作为实际施工方案。

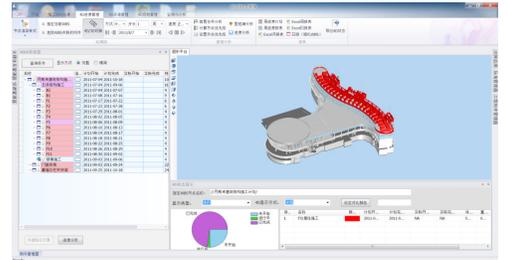


图36 施工过程模拟

进度管理：施工过程中，利用系统功能进行进度追踪、前置任务及后置任务分析，对施工过程进行动态的综合信息进度管理。通过对比计划进度与实际进度，查找分析制约计划进度的因素，综合统筹人力、机械资源，保障工程如期完成。

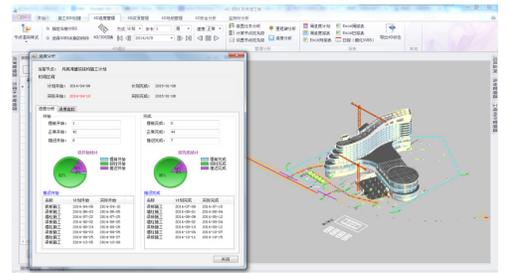


图37 施工进度管理

资源管理：系统将4D施工模型与施工资源有机结合，应用工程量清单计价法建立了可设置多套定额的资源模板，随时计算任意指定的WBS节点或3D流水段及构件的工程量，及其人力、材料、机械消耗量和相应的预算成本，根据上述计算结论准确调配施工资源。按照施工进度以及工序资源模板计算资源和成本随时间的分布情况，实现施工资源相对施工进度的动态管理。

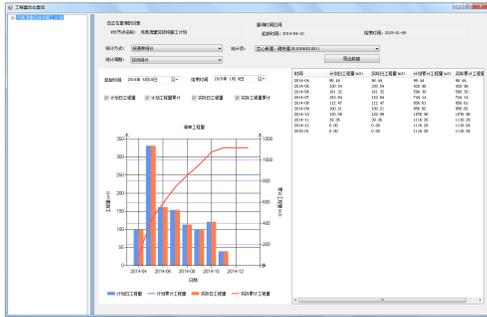


图38 工程量计划实际对比与按时间节点分布统计

运维阶段BIM应用

针对运维期间管理特点和要求，我们开展了基于BIM的运维管理研究，并初步完成了项目信息、运营、机电和资料管理系统开发。

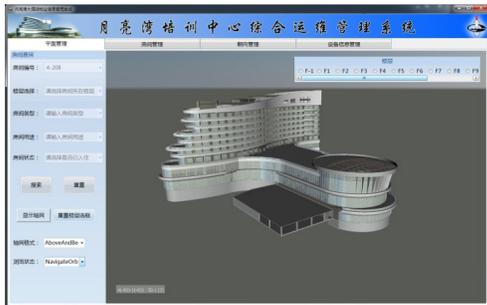


图39 综合运营管理系统

信息管理：通过开发IFC模型转换接口和导入接口，将设计阶段所建立的三维模型和施工过程中所录入的工程属性同时保留下来，并实时录入运营和自控数据，为业主提供较为完整的物业数据，提高信息效率。基于运维BIM模型，可以衍生出运营管理、机电管理、资料管理等软件系统。结合业主日常运营的实际需求，在运维阶段继续补充数据，最终形成完整的物业信息数据库。

运营管理：BIM信息与运维数据相关联，实现BIM信息在物业运营过程中的应用。业主方使用的物业管理系统可直接利用物业信息数据库中建筑设计信息，建立物业管理的基础模型和管理信息中的基础构建信息，并将其与使用运维过程中的数据相关联，实现BIM信息在物业运营过程中的应用。系统在集成了自动化控制中相应设备的运行数据后，可根据业主要求定制相关统计功能，为项目管理提供数据支持。

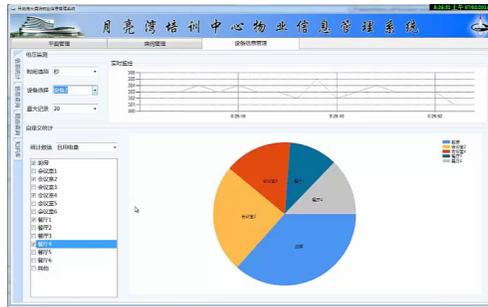


图40 运营管理平台

机电管理：将机电设备的运行信息与BIM模型相结合，实现机电设备信息的管理功能。利用设计、施工和运维阶段积累的设备信息，建立项目所有设备的逻辑结构，将建筑内的自动化控制设备的设备信息经过相应处理，与物业信息数据库中的设备信息相结合，在继承设备三维信息和性能数据的同时，建立全体设备的逻辑结构，实现多途径、高效的设备信息智能化管理。通过系统可快速建立故障路由，方便管理者及时有效的处理突发事件。

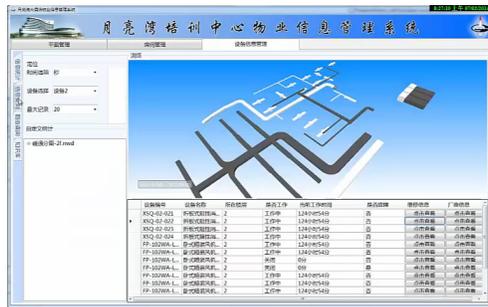


图41 机电管理平台

资料管理：系统集成设备操作文件、培训文档、图纸等资料，建立知识库，为工作人员在操

BIM技术改变设计模式，提升设计质量，实现信息共享，提升生产效率，创新管理手段，促进节约环保；BIM设计方式的三维化、过程的协同化、验证的智能化使传统二维设计时代难以克服的一些顽疾得以解决，可视化手段方便了多方交流，推动了工程设计精细化、创新性发展。

—BIM技术研究与发展中心
第二炮兵工程设计研究院

作设备遇到问题时提供资料支持。

结语

BIM为精细化、创新性设计创造了条件BIM设计方式的三维化、过程的协同化、验证的智能化使传统二维设计时代难以克服的一些顽疾得以解决，可视化手段方便了多方交流，推动了工程设计精细化、创新性发展。BIM全生命周期信息的传递和流转是BIM的最大价值所在BIM全过程信息手段的利用，特别是BIM模型信息的关联、一致和完备特性，为解决工程领域广泛存在的信息分散、工作重复、管理粗放问题，提供了理论和基本技术支持，也是BIM技术最大价值所在。

BIM工具有待提高，实施环境亟待完善硬件和软件是BIM实施的基础环境，不无遗憾的是目前在信息传递、实时图形表达等方面还不足以支撑所有任务的顺利完成，同时，建筑行业传统观念、体制机制、利益分配也在一定程度上成为BIM实施和推广的障碍。