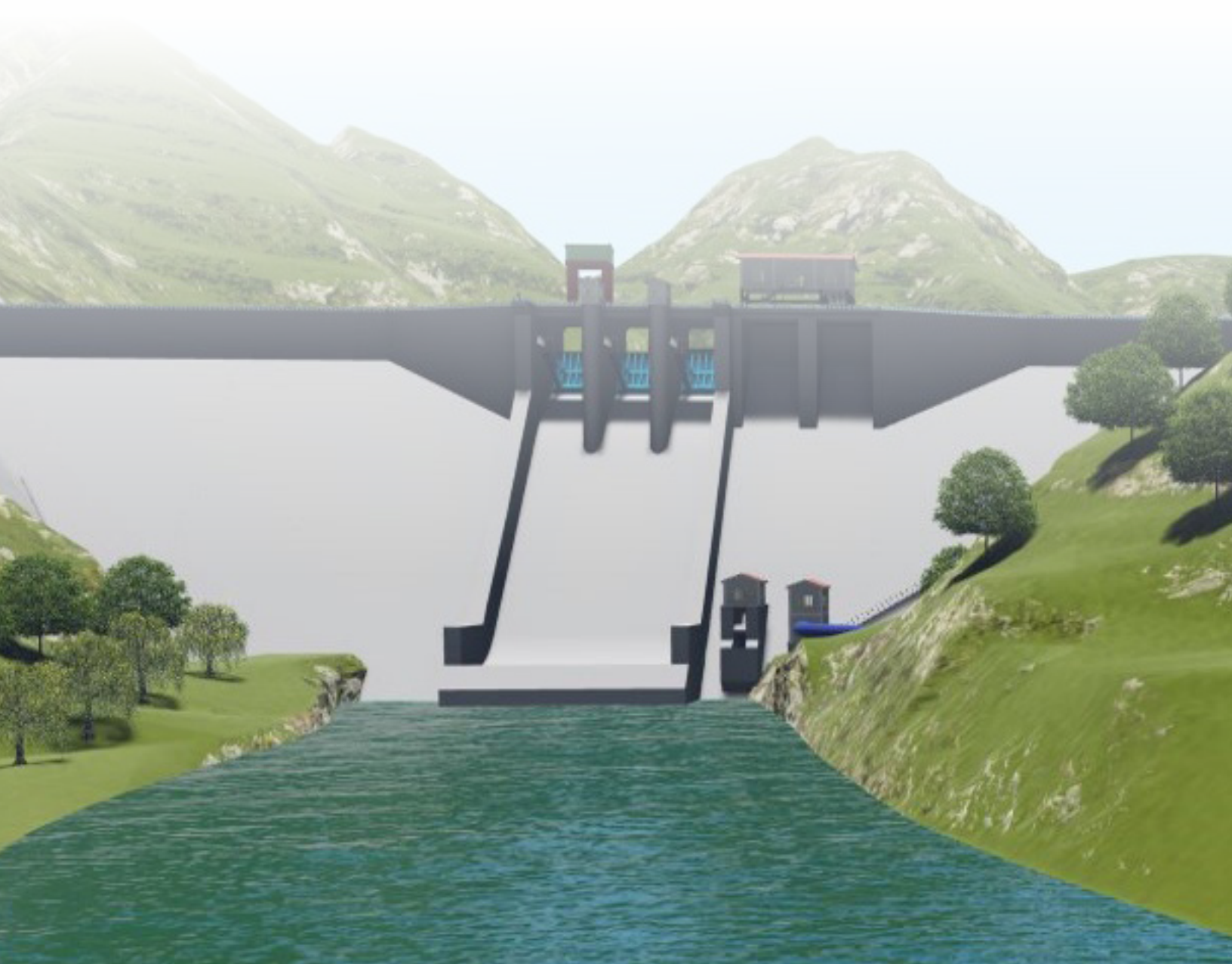




BIM 技术创新助力工程设计 ——以湖北黄荆口水库项目为例

汪洋 吴鼎 张媛

湖北省水利水电规划勘测设计院，湖北 武汉 430072



摘要

结合我院多年工程项目 BIM 应用经验，依据国家和行业 BIM 标准，建立规范化的 BIM 设计管理流程，实现水库工程勘察设计各阶段 BIM 正向设计。在黄荆口水库的规划设计阶段，基于欧特克三维设计平台，针对参数化模型深度优化、设计阶段模型与施工阶段模型通用性、BIM+GIS 管理平台的 Web 端开发等问题，结合软件二次开发与系统自主研发，提供解决办法，为工程全过程的数字化、智能化建设奠定了基础。

1. 概述

黄荆口水库工程位于湖北省通山县境内的厦铺河上，以防洪、供水为主，兼顾当地农业灌溉用水。主要建筑物有混凝土重力坝和输水管道，大坝为3级建筑物，最大坝高74.5m。大坝共分为十个坝段，主要由非溢流坝段、表孔溢流坝段、底孔坝段和引水坝段等组成。输水管道全长19.74km，全部采用预应力钢筋混凝土地下埋管。

本工程工期紧张，采用BIM技术能使设计工作前置，提高专业协同效率，缩短设计周期。并且，为配合业主方工程全生命周期BIM建设的需求，我院从前期阶段就全面采用BIM正向设计，助力工程建设。



图1-1 黄荆口水库三维场景图

2. BIM协同设计

2.1 设计平台

根据水利水电工程设计特点和我院的实际情况，项目以欧特克BIM系列软件（Revit、Civil 3D、Inventor、Navisworks、Infraworks、3DS Max等）为主，辅以相关专业软件（ANSYS、Cesium、Three.js、Lumion）及自主开发软件，在协同数据管理平台上，基于同一BIM模型，通过协同设计、碰撞检测、数值仿真、施工模拟、二次开发，实现了多专业的三维协同设计流程。

本项目基于统一的平台架构协同设计系统，简化了协同流程，减少数据转换，防止信息丢失，使BIM设计更科学合理，有效避免差错和重复劳动，提高了工作效率。

2.2 技术路线

经过长期的BIM工作积累，我院拥有强大的BIM设计团队、丰富的BIM设计经验和大量参数化资源库，充分具备BIM正向设计的实力。为推广BIM正向设计，我们制定了BIM技术推广应用管理办法、考核评价实施细则和年度BIM应用目标。通过一系列制度的约束，保障了BIM技术的推广应用。



图2.2-1 BIM推广应用制度

本项目自可研阶段即开始BIM设计，预计以BIM的手段完成项目各阶段全过程的设计工作。

水工结构复杂多样，设计工作涉及专业多，各专业使用的BIM软件不尽相同，具体工作内容和成果文件需求也不同。各专业工作内容、涉及软件及BIM设计流程见图2.2-2。

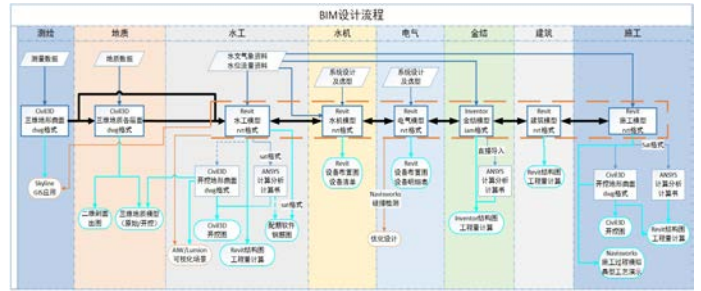


图2.2-2 BIM设计流程

2.3 标准体系

在项目开展前期，依据中水勘协发布的团体标准和我院《企业BIM实施指南》，编写了项目BIM执行计划，确定项目BIM应用点及交付计划，让项目能满足设计交付要求。还编写了项目级BIM标准及Revit、Inventor、Civil 3D等软件建模标准，对软件平台、坐标、模型精度、族文件、项目文件命名规则、颜色等方面进行约定，确保所有的BIM数据统一规范，给项目的实施提供了技术保障。



图2.3-1 BIM实施指南及项目级BIM标准

根据项目BIM执行计划和BIM标准，建立规范化BIM管理流程，指定各专业BIM设计负责人，设置各专业参与人员的权限，实现工程数据的安全管理，并规定交付时间及审核机制，保证各项工作按时保质保量完成。

3. BIM创新应用

3.1 可视化编程创建交互式参数化模型

参数化和标准化的资源库建设一直是BIM设计的一个重点，但是在生产推广中，往往有工程师表示参数化模型中参数表过于复杂，一些中间参数夹杂其中，需要花费较多的时间来理解每个参数的意义和参数化逻辑，设计效率提升没有达到预期。

基于iLogic可视化编程创建交互式参数化模型，通过二次开发并封装。与常规参数化模型相比，可定制用户界面，对参数进行分类，将重要参数突出显示，使模型参数一目了然。实现参数的逻辑化，增加关键数据的反馈信息。也可以将工程量的统计结果和结构计算信息反映到交互界面中，便于设计中方案比选。

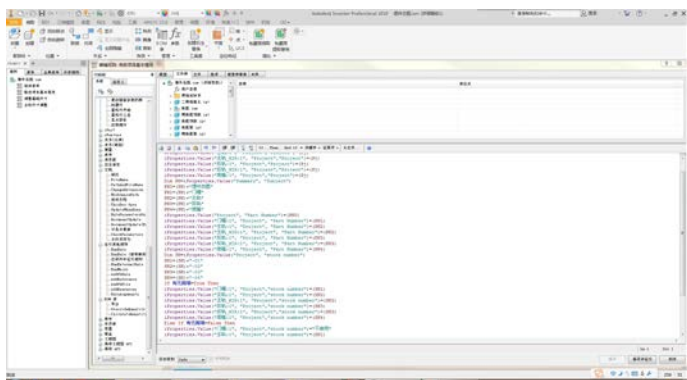
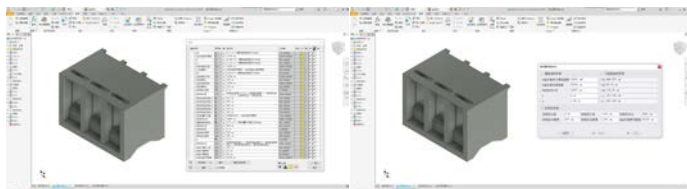


图3.1-1 iLogic编程界面

本工程溢洪道结构设计中，根据规范及设计需求，设置堰底、堰顶高程、水位等基础参数，实现模型驱动，并实时反馈堰面曲线、结构尺寸等数据。



模型常规参数表

模型交互式参数界面

图3.1-2 参数化传统界面与交互式界面

通过创建交互式参数化模型，进一步充实标准化模型库，使资源库的实用性更强，提升设计效率与质量。

3.2 水工建筑物模型拆分及编码

水工建筑物中，大体量土方工程及大体积混凝土施工较多，此类BIM模型在水利行业全生命周期建设各阶段有不同的划分依据。设计阶段以功能、结构为基础，施工阶段以分部、分项及工艺为依据，运维阶段着重信息的表达。如何将一套BIM模型贯穿水利工程建设全过程一直是水利工程BIM应用的重难点。

在黄荆口水库工程中，针对重力坝模型，为满足设计及施工阶段BIM应用，采用基于建模软件二次开发的模型拆分及编码系统对其进行拆分。在Inventor软件中通过生成的拆分工作平面及其生成顺序，利用拆分程序将重力坝模型依次进行拆分、命名。模型拆分工作完成后自动依次导出rfa格式文件，自动生成编码及属性表格。最终，在Revit软件中导入rfa文件，实现自动定位及装配，并根据导入表格对族文件自动编码并添加属性。

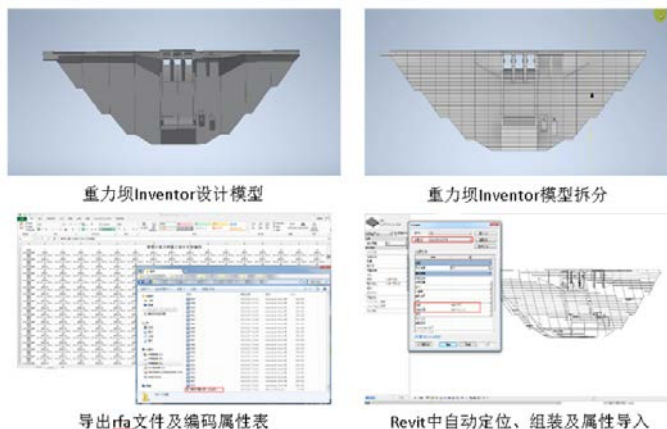


图3.2-1 黄荆口水重力坝模型拆分及编码流程

模型拆分及编码系统可实现Inventor软件中大体量模型的自动拆分、命名及格式转换，实现编码及属性自动生成，实现Revit软件中族文件自动定位、装配及信息添加。本系统为模型拆分提供了一套自动化方案，大幅提高了模型拆分效率，保持了建筑物模型从设计到施工的一致性，初步打通了设计BIM模型与施工BIM模型之间的壁垒。

同时，通过模型自动拆分及编码系统可以对重力坝大体积混凝土进行施工块体快速拆分，使重力坝模型变得更加精细，符合混凝土浇筑逻辑。基于此，可提高在Navisworks中进行施工进度模拟的准确性，能最大程度地指导施工，同时也极大简化在ANSYS中进行施工期温度场和温度应力全过程仿真分析的流程，显著提高计算效率，为结构优化和安全提供支撑。

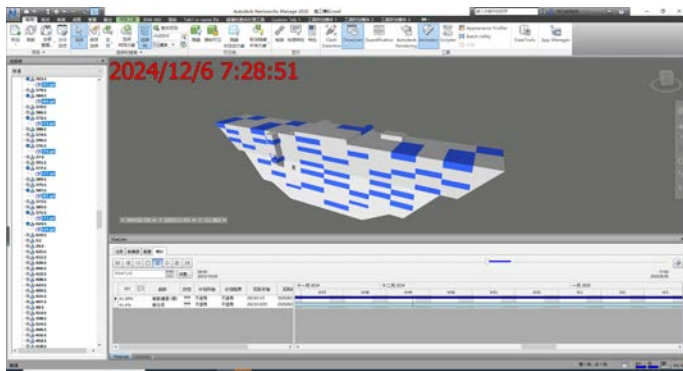
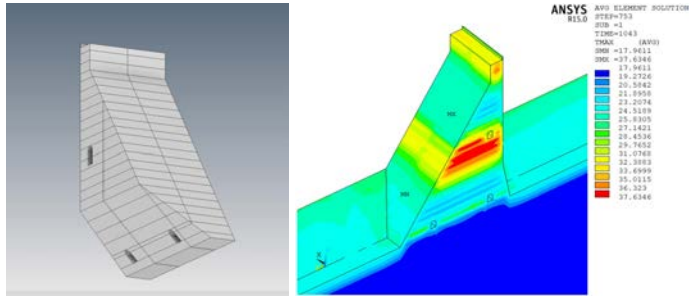


图3.3 拆分成果在Navisworks中的应用



重力坝拆分 最高温度包络图

图3.3 2拆分成果在ANSYS中的应用

另外，对溢流坝段泄洪过程进行流体力学仿真计算，快速得到挑距、冲坑深度等挑流消能指标，验证了设计方案的合理性。

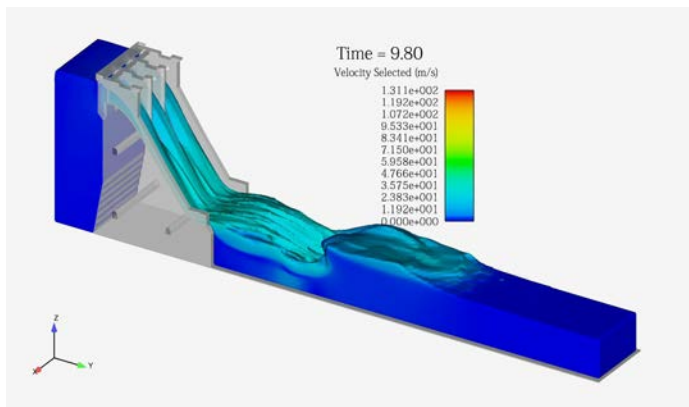


图3.3 3泄洪过程数值模拟

3.3 WEB端BIM+GIS数字化管理

以开源GIS、ThinkPHP、LayUI等开源框架为基础，基于HTML5和Cesium API自主开发了WEB端数字化管理平台。



图3.4-1 开发技术路线

平台采用B/S体系典型的三层架构实现WEB应用，以开源ThinkPHP+LayUI框架为基础，实现BIM+GIS系统和传统数据管理系统的集成和融合，大幅提高开发效率，为后续的软件改进扩展提供便利。前端结合Cesium API二次开发，采用LayUI框架，实现页面布局、UI设计和前后端交互；后端以开源ThinkPHP框架为基础，以严密的MVC分层结构，实现代码的层次化、可重用性和高扩展性；数据库层采用开源GIS平台和PostGIS地理信息数据库相结合，兼有GIS平台和关系型数据库两者的优点。

系统采用轻量化的BIM模型，通过互联网进行数据分层管理，实现了工程布置和方案比选，三维模型导航、浏览、测量、查询、分析和多媒体展示等功能。



图3.4-2工程数字化管理平台——BIM+GIS场景模块



图3.4-3工程数字化管理平台——项目管理模块

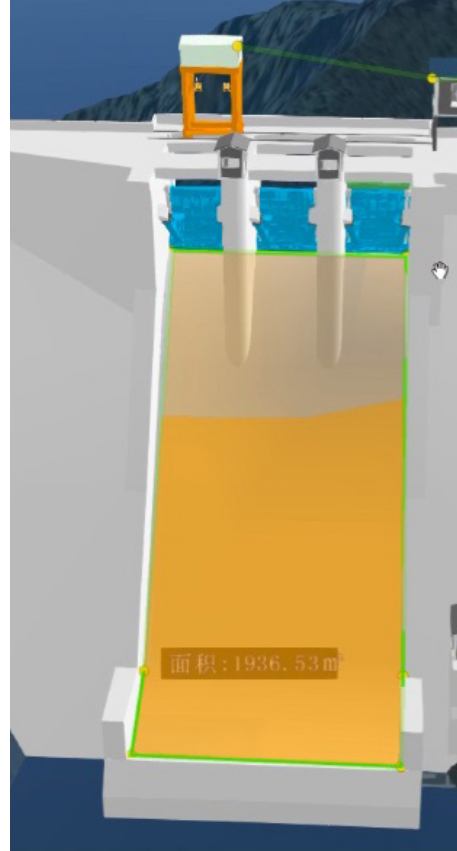
通过BIM与GIS深度融合，优势互补，水利工程中建筑物参数、属性、数量、类别等微观信息通过BIM模型进行精确表达，而各类地形、地质、交通、水系等宏观信息采用GIS系统管理，二者融合互通实现水利工程建设全过程全尺度的信息管理，提高水利工程建设信息化管理的准确性和全局性，为今后拓展施工、运维管理系统功能奠定了基础。

4. 总结与展望

黄荆口水库工程积极开展BIM正向设计，努力拓展工程建设全生命周期BIM应用。从规划设计到仿真优化，从碰撞检查到施工模拟，从可视化应用到BIM+GIS数字管理平台，BIM技术显著提高设计准确性与效率，也将持续服务工程建设全过程，为黄荆口水库工程数字化、智慧化建设添砖加瓦。

水利工程智慧化是智慧水利的重要组成部分，是现代化基础设施体系的实现基础。大力发展BIM技术，促进数字赋能，推进智慧水利工程建设，必将实现水利行业高质量发展。

本文其他作者：陈慧敏、郑慧娟、胡琳莹



欧特克大视界

咨询热线：400 056 5020

Autodesk、Autodesk 标识是 Autodesk, Inc. 和/或其子公司和/或其关联公司在美国和/或其他国家或地区的注册商标或商标。所有其他品牌名称、产品名称或者商标均属于其各自的所有者。Autodesk 保留随时调整产品和服务供应、规格以及SRP的权利，恕不另行通知，同时 Autodesk 对于此文档中可能出现的印刷或图形错误以及其他错误不承担任何责任。© 2021 Autodesk, Inc. 保留所有权利 (All rights reserved)。

 **AUTODESK**