

二、项目难点

丰宁抽水蓄能电站是目前世界上最大的抽水蓄能电站，水电站在应用BIM技术的过程中，有以下难点问题：

(1) 对天然地形地貌高精度还原难度大、数据量大；

(2) 对地下地质情况只能根据有限控制条件进行判断得出，在后期需要不断进行修正调整；



图2 电站地表三维模型

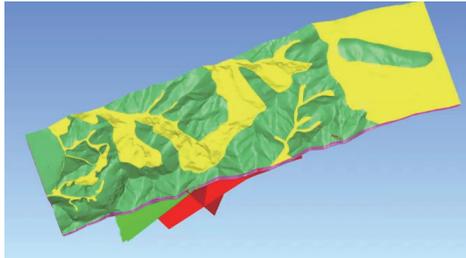


图3 电站地质三维模型

(3) 水工建筑物依地形地质条件设计，多为非标准异形结构；

(4) 机电设备、金属结构、建筑设备多为小尺寸和精细的零件、管路设备，并且数据量庞大；

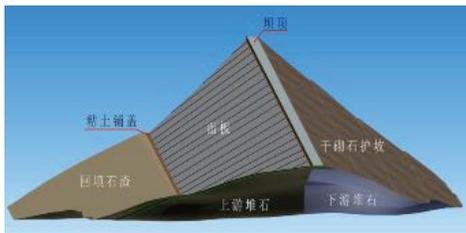


图4 电站大坝三维模型

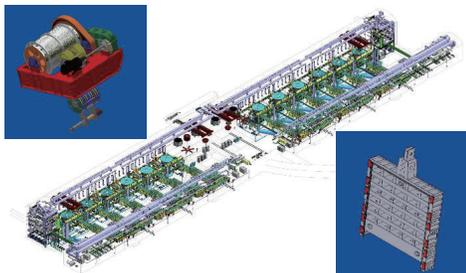


图5 电站机电与金属结构三维模型

(5) 施工总布置建立在大尺寸工程区地形上，涵盖所有专业建筑物，数据量也十分庞大；



图6 电站施工总布置三维模型

(6) 水电站三维设计涉及几十个专业，多专业协同难度高，模型结构复杂及大数据量，对软件和平台要求高；

三、生产管理体系

北京院通过近10年的研究和积累，目前已拥有较为完善的三维数字化协同设计生产组织和管理体系：建立了以项目为中心、专业为基础、数字工程中心为技术保障的矩阵式生产组织架构，制定了三维协同设计工作流程，职责明确、分工合理、逻辑正确。北京院通过项目生产实践总结，将国家、行业、企业设计规范、标准、规则和知识融入到BIM设计中，发布了一系列企业级三维管理文件，规范设计过程，实现知识复用，提高设计效率。北京院为推动BIM设计工作，建立了实施保障机制，出台了一系列三维考核标准，建立了完善的奖惩机制。通过项目上设置数字化专职副设总、定期组织三维软件培训、三维认证考试，为BIM设计提供技术支撑。

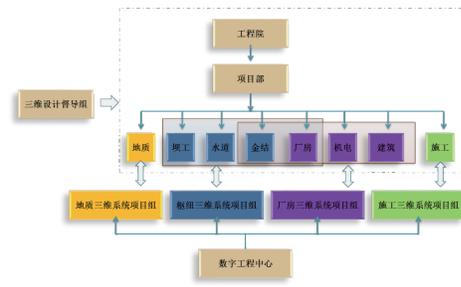


图7 BIM设计生产组织架构图

四、项目解决方案及应用

根据软件平台的功能，结合水电工程特点，将项目分为地质、枢纽、厂房、施工四个子系统。地质子系统主要以Autodesk Civil 3D为主，建立测量地质专业三维模型，并进行各专业开挖设计；枢纽子系统主要以Autodesk Inventor为主，建立枢纽布置中各专业建筑物模型，进行结构体型设计；厂房子系统主

要以Autodesk Revit为主，建立厂房内部土建结构、机电设备、建筑装修模型，进行结构、管路、设备布置设计；施工子系统主要以Autodesk InfraWorks为主，建立和集成施工总布置中各种建筑物、施工场地、设施模型，进行场地布置设计。各子系统均在统一的Vault协同平台上进行数据交互，在Autodesk Navisworks软件中进行项目整体模型整合，进行三维可视化校审、碰撞检查、进度模拟等工作。借助Autodesk BIM 360云平台，开展项目参见各方的信息共享与协同工作。

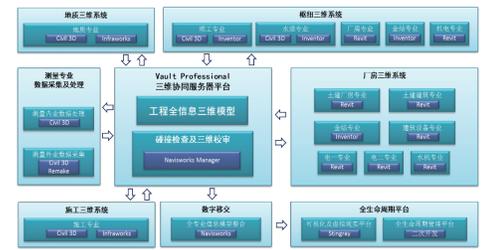


图8 BIM设计整体解决方案

五、三维设计价值点

通过BIM设计，其价值点如下：

(一) 模型与图纸的关联

设计人员能够根据三维模型自动生成各类工程图纸和文档，并始终与模型保持逻辑关联。当模型发生变化时，与之关联的图纸和文档将自动更新，避免了修改内容在某些图纸中被遗漏的情况，有效保证了设计的质量。

在地质子系统中，利用Autodesk Civil 3D下自主开发模块，可以实现一键成图，并与模型关联，解决地质模型需要不断更新产生后序工作量大的难题。

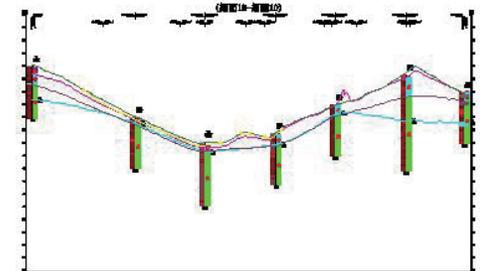
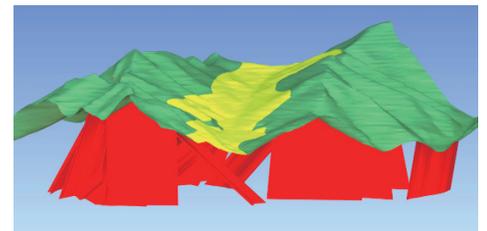


图9 Autodesk Civil 3D三维地质模型及关联的剖面图纸

在Autodesk Inventor和Autodesk Revit中，各专业出图也与模型关联，设计调整修改模型后，图纸也随之自动更新。

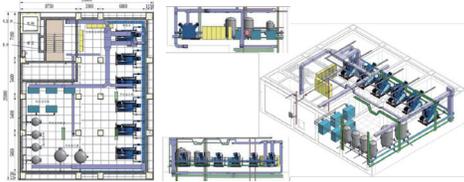


图10 Autodesk Revit三维模型轴测图及平立剖面

(二) 可视化校审

基于三维模型可模拟工程完建场景，实现可视化漫游和多角度审查，提高设计方案的可读性和项目校审的精度。

传统二维设计图纸表达有死角，如：二维图纸对于管路、桥架爬升、翻折、交叉、穿墙开孔等布置多重重叠区域为平面线型表达，无法反映空间位置关系，常常造成对图纸的理解错误。三维模型设计可以生成平、立、剖及三维轴侧图纸，准确表达重叠位置的上下层位置关系、表达直观形象更易于理解。

在各个软件中均可实现三维模型可视化浏览，特别是Autodesk Navisworks和Autodesk InfraWorks中，实现对项目整体模型大场景、大数据量的轻量化承载，保证漫游的流畅度。

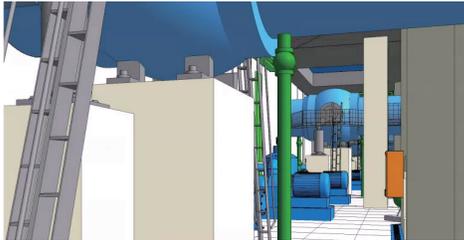


图11 Autodesk Revit模型可视化漫游



图12 Autodesk InfraWorks施工总布置模型漫游

(三) 智能碰撞检测

在Autodesk Navisworks中可智能实现各专业模型间的碰撞检测，生成检测报告，有效的减少工程“错漏碰缺”的问题。

在传统的二维设计中，各专业的设计方案均通过平立剖面进行展示，在多专业交叉的复杂区域，如地下厂房中土建结构、机电设备管路、建筑设备管路、建筑装修集中布置的区域，传统二维设计无法精确表达各专业设计方案，致使专业间发生各种碰撞，造成设计方案调整，施工返工等诸多问题。利用三维技术，不仅可以实现上述设计方案的三维可视化表达，还可以利用Autodesk Navisworks自动碰撞检查功能，设置好碰撞规则后，将各专业成千上万个模型进行自动识别是否有不符合规则的地方，方便查找设计方案的疏漏，将更多的问题前置到方案设计阶段提前进行解决。

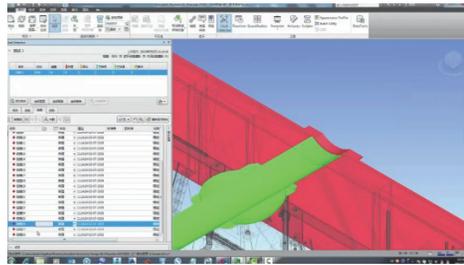


图13 Autodesk Navisworks碰撞检查

(四) 优化设计

利用三维数字化成果，可通过多视角审视和虚拟漫游等手段，实现工程问题前置，进而完成错误排查和设计优化的工作。

二维设计无法展示设计方案在建后的三维效果，这将导致设计布置方案不能直观的展现，在方案设计阶段会出现方案布置不合理、空间利用率低、设备管路布置浪费等问题。在三维设计状态下，通过旋转、缩放、局部查看、可视化漫游等方式对三维设计方案进行审视，可以方便和直观的理解设计方案。在三维状态下虚拟漫游，更能身临其境地感受建后的真实场景，便于发现二维设计中无法展示的问题。例如：过人和设备的通道狭窄、转弯过多不方便、视觉感受差等；楼梯、设备、管路等空间布置利用率低；电缆桥架、管路布置存在绕弯浪费等问题。利用三维技术，将这些设计不合



图14 Autodesk Revit可视化漫游进行校审和优化设计

“BIM设计是未来水电工程建设行业的发展趋势，丰宁项目BIM设计，为水电工程带来的信息化设计，为后续电站数字化建设，及建成移交全生命周期管理提供了基础与平台。我院多个生产部门与数字工程中心积极配合，共同组织协调BIM设计，使模型更加精细化，承载信息内容更加丰富，在原设计基础上积累更多数据，完善设计信息，创造更大价值，更好的为项目单位提供技术支持与服务。

—欧阳明鉴

信息与数字工程中心主任

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

理的地方前置到方案设计阶段，在三维环境中虚拟展示并进行优化，从而得到一个更加优化的设计方案。

(五) 可视化沟通

直观可视化的三维模型将以一种所见即所得的方式表达设计方案意图，可有效提高工程参建各方的沟通效率。同时，基于移动端技术可将设计成果上传至网络服务器，工程现场通过iPad、智能手机等移动端即可浏览最新发布的设计成果。

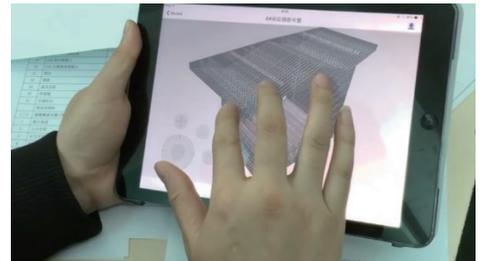


图15 通过Autodesk BIM 360在移动端查看三维模型

(六) 协同设计和并行设计

水电站设计涉及的专业包括从前期的规划设计，测量、地质专业的三维地质设计，到水工的坝工、水道、厂房各小专业的水工建筑物设计，再到后序施工导流、施工总布置、施工道路及路桥、金属结构、机电、建筑、移民及水保环保等专业，最后到工程造价专业，大大小小专业30多个，从大尺寸的地质地形、水工建

通过BIM设计，项目团队提升了设计和出图效率，在前期方案设计阶段效率提高约50%，在施工图阶段效率提高约35%，并提高了产品质量，减少了错漏碰缺等错误约90%，真正体现了BIM设计的协同优势。

筑物大体积混凝土设计到小尺寸的机电、金属结构的阀门、开关设计，专业交叉非常复杂。

在三维协同设计中，以上各专业设计均在统一的Autodesk Vault协同平台上实时交互，所需的设计参数和相关信息可直接从平台获得，保证数据的唯一性和及时性，有效避免重复的专业间提资，减少了专业间信息传递差错，提高了设计效率和质量。各专业数据共享、参照及关联，能够实现模型更新实时传递和并行设计，极大节约了专业间配合时间和沟通成本。

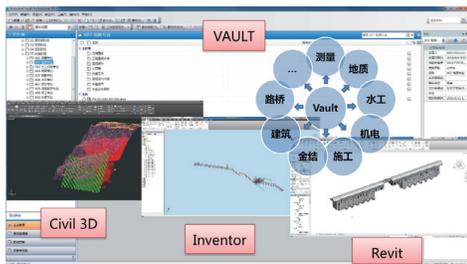


图16 基于Autodesk Vault平台各专业软件协同设计

(七) 设计成果复用

通过参数化、关联性及模板化设计，可以实现参数驱动下的模型适应变形，可通过模板的调用实现设计成果的复用。

Autodesk Inventor参数化模型、Autodesk Revit参数化族均可以制作成模版，通过项目应用不断累积和丰富模型库，实现类似项目的成果复用，提高效率和质量。

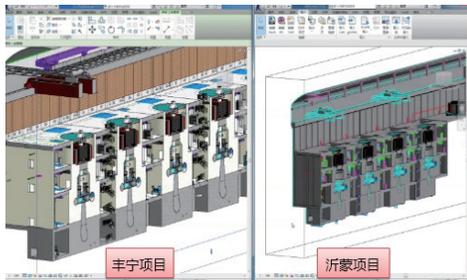


图17 Autodesk Revit参数化模型在不同项目间复用

(八) 工程材料表提取

通过精细化BIM模型设计，框选模型部分区域可快速生成其对应的材料量清单。材料量统计高效精确，减少了人工统计材料量的偏差，极大的降低了工程建设成本。

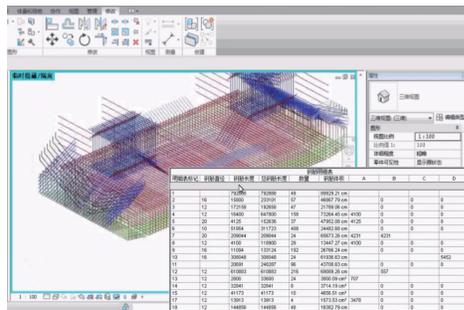


图18 Autodesk Revit钢筋模型及工程量明细表

(九) 项目全流程展示

采用场景模拟、渲染、较色、配音及后期处理等专业化制作技术，对工程进行多角度、全方位模拟展示，全面提高项目展示宣传效果、提高项目知名度与影响力。



图19 Autodesk 3d Max模型渲染效果

“BIM的核心是协同，通过协同设计，我们实现了效率的提升和设计手段的变革，让设计人员从繁重的低技术含量、重复性劳动中解放出来，是一次重大的飞跃。期待着有更多的设计师能够通过BIM为自己，为团队带来更大的帮助和收益。”

—赫雷
信息与数字工程中心专总
中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

六、总结

通过近十年的BIM技术研究，北京院积累了丰富的设计经验和成果。在多个项目上已实现了全面的BIM设计，目前在北京院所有项目中有超过60%的项目均开展BIM设计，主要专业一线青年员工均已采用BIM设计，总比例约为70%。

通过BIM设计，项目团队提升了设计和出图效率，在前期方案设计阶段效率提高约50%，在施工图阶段效率提高约35%，并提高了产品质量，减少了错漏碰缺等错误约90%，真正体现了BIM设计的协同优势。

工地现场问题处理得到快速响应，如：当地质条件发生改变，通过Autodesk Vault协同，上传并更新地质模型，下序专业也随之更新引用的地质模型，并对本专业设计进行及时调整和修改。