

公司名称  
水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

项目地址  
中国，新疆

应用软件  
Autodesk® IDS高级版套件  
Autodesk® BDS旗舰版套件

# 阿尔塔什水利枢纽工程中的BIM技术应用

新疆院将扎实稳步推进BIM工作，进一步提升我院的勘测设计水平和市场竞争力。为了开拓国际市场，正在积极努力洽谈在外设合作机构，以便辐射中亚市场，新疆院将组织精兵强将、配备最强的力量和资源，不辱使命，为国争光。

一张剑  
院长  
水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院



图1 阿尔塔什水利枢纽工程枢纽区布置鸟瞰图

水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院（以下简称新疆院）创建于1955年，隶属水利部与新疆维吾尔自治区双重领导，是我国西北地区技术力量雄厚的一家甲级勘测设计研究单位。新疆院具备承担江河流域规划、大中型水利水电工程的勘察、设计、咨询、监理、施工、环境影响评价、水土保持、水文水资源论证、岩土工程施工、工程招标代理以及工业与民用建筑、送变电、风力发电工程、对外承包工程与进出口企业等资质及工作能力。

新疆院在职职工1247人，教授级高工60余人，高级工程师300余人。累计获国家级、部级、自治区级优秀勘测设计项目达到145余项，其中近5年就达近60项，1999年进入“全国勘察设计行业综合实力百强单位”行列。2012年继续保持全国水利水电勘测设计行业信用等级单位AAA+荣誉称号。

## 项目概况

叶尔羌河流域地处我国新疆西南部喀什地区，塔里木盆地西南边缘，曾是塔里木河的第一大支流。阿尔塔什水利枢纽工程是叶尔羌河干流山区下游河段的控制性水利枢纽工程，在保证塔里木河生态供水条件下，具有防洪、灌溉、发电等综合利用功能。

水库总库容22.5亿m<sup>3</sup>，最大坝高164.8m，控制灌溉面积477.96万亩，电站装机容量730MW，为大(1)型一等工程。枢纽工程由拦河坝、1#、2#表孔溢洪洞、中孔泄洪洞、1#、2#深孔放空排沙洞、发电引水系统、电站厂房等主要建筑物组成工程总投资102.11亿元。

## 项目难点

水利水电工程的建筑物体型复杂、设备种类繁多，施工交通纵横交错、布置宏大。水利水电工程的勘探设计工作涉及多领域、多学科、多专业，设计流程与专业协调复杂多变。“全面推动三维设计、提高生产力，实现水利水电工程全生命周期管理，BIM应用水平达到全国水利行业领先水平”，设计勘探工作实现全面协调化、信息化和可视化，是新疆院不断追求和探索的目标和方向。

## 解决方案

阿尔塔什水利枢纽工程项目中，新疆院打破传统的设计模式，建立了基于BIM的三维设计和协作机制。BIM技术应用包括：地形处理、地质生成、方案分析比选、设计BIM模型、对模型进行有限元分析、BIM模型深化、经济分析、专业间协同、完善BIM模型信息等。

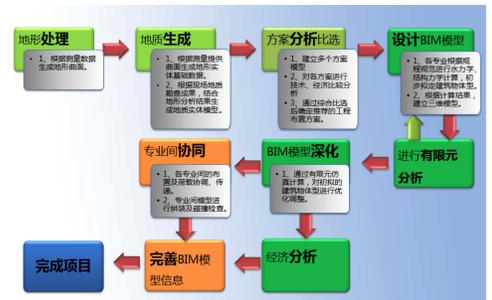


图2 BIM应用流程图

## 地质实体模型设计

测量专业把外业勘测的地形测量数据，在Autodesk Civil 3D中进行处理，生成地形曲面模

型；地质专业在地质信息软件中将地质勘察数据进行整理分析，生成体量模型；通过Autodesk Inventor将体量模型和地形曲面进行融合，获得融入地质信息的实体地形模型；在模型验证后，将成果提交给下游专业。

地质实体模型的建立，使二维的地形和地质信息变得直观和生动。并随着阶段的深入，地质勘察数据的丰富，地质实体模型将更趋近与真实的地形地质情况。为下游专业设计的合理性和准确性提供了保证。

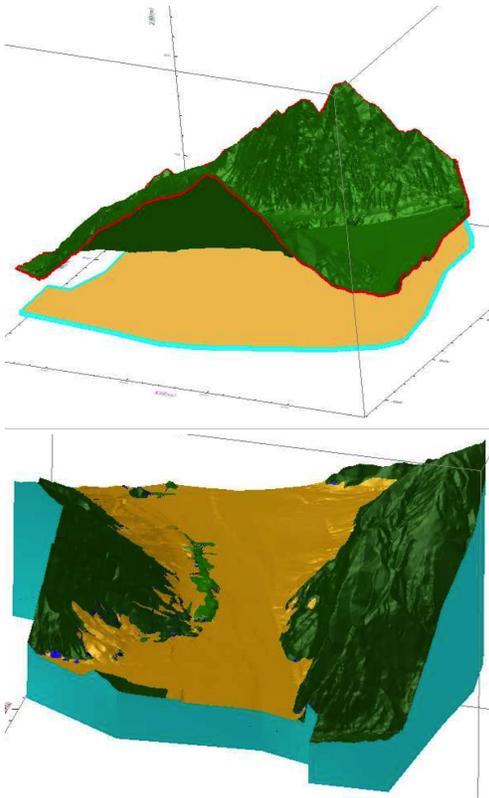


图3 地形曲面模型和地质三维实体模型

### 项目方案设计

在地质实体模型上进行各方案工程布置，使用Autodesk Revit、Autodesk Inventor建立各方案工程布置水工建筑物、水机设备、电气设备的实体模型；创建实体模型统计工程量清单的方法，达到了精确算量的水平，为后续的经济比选和方案决策提供了有力保障。经过对各方案技术方面和经济方面的比较，得出技术可行，经济最优的方案作为推荐方案。

通过三维地形曲面可以直观反映出右岸为高陡边坡，不利于水工建筑物布置。因此主要泄水建筑物布置在左岸，针对右岸发电引水系统进口进行位置比选。根据枢纽区左、右岸地形条件，可以直观的看出，右岸存在高陡边坡问题，不利于泄洪系统布置，均布置在左岸。

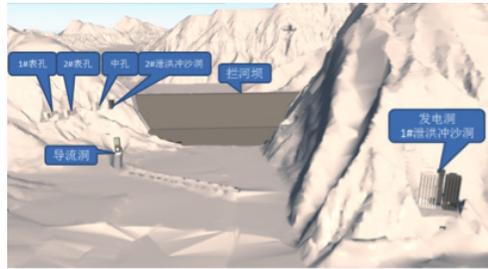


图4 方案一枢纽布置

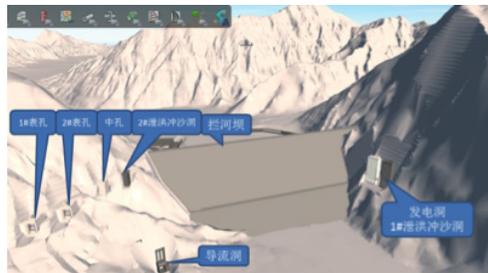


图5 方案二枢纽布置

图4、图5为枢纽布置方案一和方案二的总体布置模型，从图中可以直观的看出方案一发电洞进口闸井位置避免高陡边坡开挖处理。方案二发电洞进口闸井位于右坝肩上游侧，闸井平台以上最大开挖高度达320m，存在高边坡处理及边坡稳定问题。从经济上比较方案一发电洞的运行安全较优且工程投资较方案二节省1.2亿元，因此推荐方案一的布置型式。

砼面板坝具有技术可靠，施工简单，投资（16亿）相对沥青砼心墙坝少1.5亿等优点，因此选定砼面板坝作为代表坝型。

### 建筑物模型设计

在得出推荐方案后，利用标准化模型数据库，使用Autodesk Revit、Autodesk Inventor完善推荐方案的水工建筑物、水机设备、电气设备的实体模型。利用Microsoft Office Excel作为参数数据的中间载体，在Autodesk Revit和Autodesk Inventor里将Excel数据导入，自动生成模型；同时建立了可

BIM技术需要在水电项目整个全生命周期的各个阶段、各个环节加以应用，以实现行业设计水平全面提升。

—高亚平

副院长兼工程数字研究中心主任  
水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

视化模型与数字化文件的连接，在方案变动、修改模型的同时，Excel数据跟着实时变化，从而链接到Autodesk Revit和Autodesk Inventor里进行模型的同步变动，成功建立双向工作渠道。

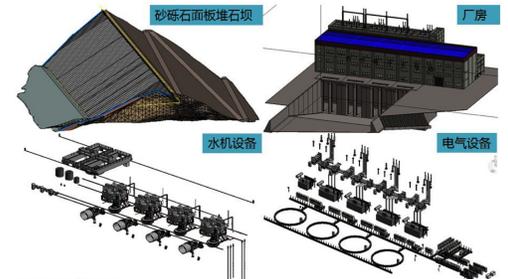


图6 建筑物模型参数化模型

### 有限元仿真计算

使用Autodesk Revit、Autodesk Inventor建立的水工建筑物等实体模型可以导入有限元仿真计算软件，弥补了有限元仿真计算软件建模能力的不足；重要的建筑物模型要通过有限元仿真计算，验证了建筑物的合理性，并为结构优化提供了依据。

### 岔管有限元分析计算

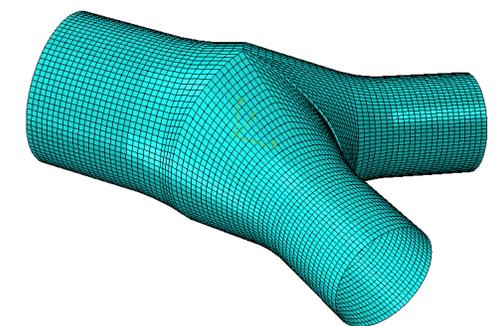


图7 钢岔管有限元网格模型

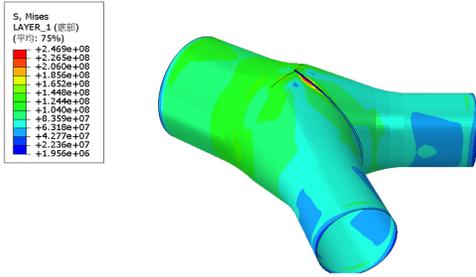


图8 岔管整体应力云图

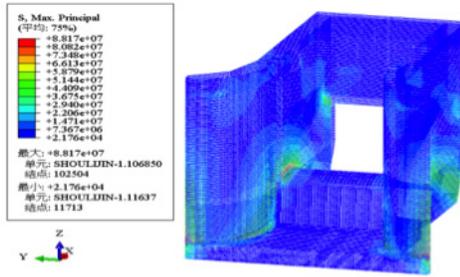


图12 设计烈度时钢筋拉应力值

### 表孔控制段限元分析计算

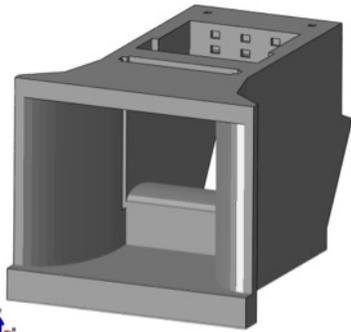


图9 表孔控制段模型

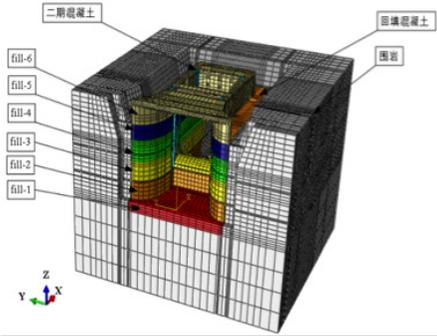


图10 表孔控制段与围岩网格划

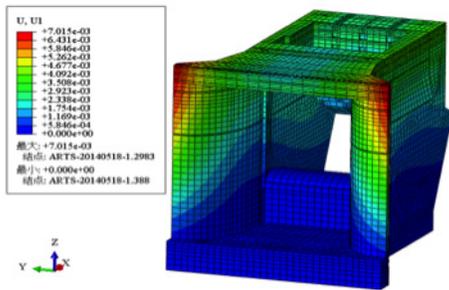


图11 表孔控制段顺水流变形云图

### 参数化建模

#### 1) 金属结构参数化的实现过程

参数化模板设计，在建立完成参数化模型后，相同类型的装配构件，仅需对参数文件进行调整，调整完成后，三维模型会依据参数调整自动调整零件大小，装配模型也会相应调整。工程图包括工程量也自动调整。设计检查工作变得简单，工程图仅需依据图幅大小调整视图比例。改变图幅比例后，尺寸会比例会自动调整。从而有效提高图纸质量和设计进度。

#### 2) 金属结构设计难点

本枢纽多数闸门挡水水头较高，门型偏大。闸门需采用偏心铰弧形工作闸门，闸门开启或关闭过程中的微量运动过程设计，直接关系到闸门建成后的运行效果。采用偏心铰弧形工作闸门后，由于设备增多，布置繁琐，采用常规手段设计效率低。为解决以上设计难题，金属结构设计时采用BIM设计，在实现闸门实际运行状态模拟的同时，也有效提高设备布置效率。

#### 3) 金属结构模型优化-平台采用Inventor

设计过程中，闸门及结构布置采用参数化模型进行设计，平台采用Inventor，为提高模型的效率，各模型参数采用骨架参数的方式来传递，模型建立完毕后，每次体型或布置优化均通过调整骨架参数的方式进行，参数修改完后，模型也随之变化，有效的提高效率。同时，该模型作为参数化模板，可重复使用。

如果该模型含2千个零件，每次修改参数后刷新时间为2小时，通过模型优化，将缩短至10分钟。

#### 4) 金属结构模型展示

由于水工金属结构结构系依据水库（水电站）参数确定，基本不存在2个水库有一模一样的水工金

随着BIM技术应用的推广及发展，各专业间实际应用的软件必将实现数据互通，使协同设计更加顺畅。

—韩守都  
工程数字研究中心副主任  
水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院

属结构设备，因此，通用化模型能有效的提升金属结构的设计效率。根据我们多年的在三维设计的使用经验，采用通用化模型后，设计效率至少提升50%以上，同时，产品设计的校审工作大幅度降低。如：图纸的尺寸的校审只检查尺寸标注的是否合理，尺寸的正确性已不需要进行复查。图纸的工程量也无需进行复核。

### 多专业BIM协作

将模型导入Navisworks，通过三维漫游查看，直观地查看整体效果。通过碰撞检查，检查构件的尺寸、标高、位置的协调性；多个专业同在一个工作平台上工作，能够及时发现问题，快速优化，通过修改构件集合参数或者调整位置约束能够快速更新反映到新模型中。

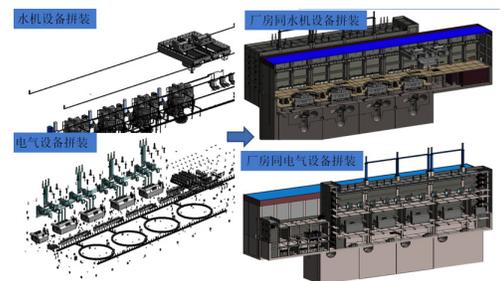


图13 水机电器设备同厂房的协同设计

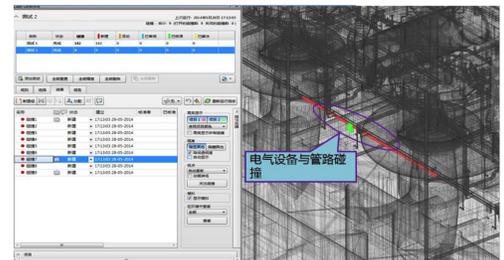


图14 水机电器设备同厂房碰撞检查

### 项目出图

BIM图纸量占本项目初步设计阶段总完成图纸的30%，BIM的应用大大缩短了图纸设计和校审时间。新疆院金属结构专业采用Autodesk Inventor通用化模型后，设计出图效率提升3倍以上，大幅度降低产品的设计、校审工作，合格率和功效显著提高。

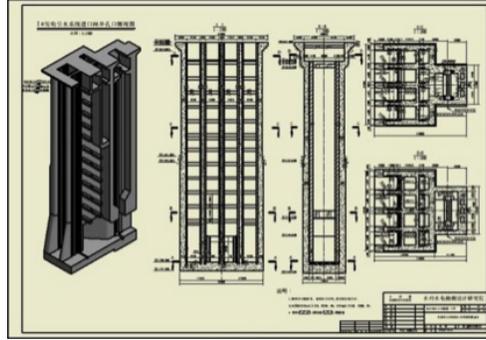
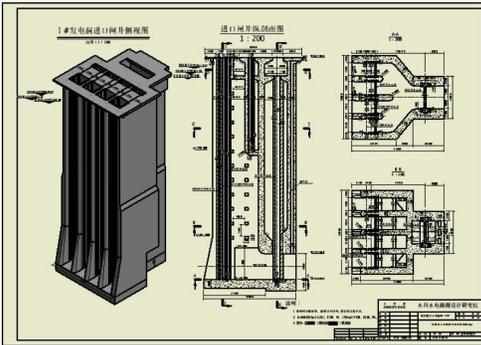
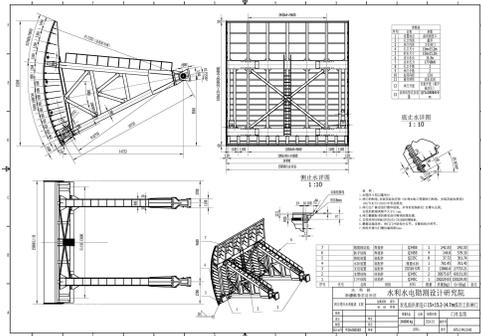
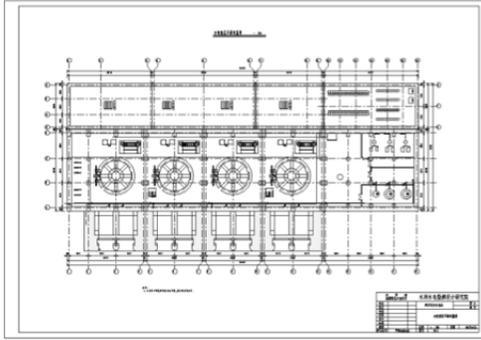


图15 BIM图纸

### BIM发展历程

2012年11月，成立“BIM技术领导小组”。  
2013年3月，进行“BIM应用调研工作”。  
2013年4月，成立“工程数字研发中心”。  
2013年5月，进行“BIM全专业软件技术培训”。  
2013年10月，结合项目进行“BIM技术应用推广工作”。

至今，结合项目进行“新疆院标准化族库建设”。

### 总结和展望

该项目整体模型展示，是族库建设、专业间模型拼装和仿真分析等BIM工作的整合，也是施工总布置的直观表现，体现了BIM应用在项目中的深度。

BIM应用管理平台参数化模型库建筑物设计，有限元仿真计算评估建筑物设计，标准化项目样板模型驱动出图使得自动化协同程度提高，设计效率明显提升；为项目的差错检查、三维分析、技术展示提供更真实、直观的评估平台。

BIM应用管理平台施工过程的模拟，为运行商提供了更加直观简洁，协作水平进一步提高的维护管理平台，为全生命周期的管理提供了技术支持。

BIM是一项新兴技术，作为先进水利水电建筑工程设计解决方案，将会在水电行业项目的全过程体系中广泛应用。随着BIM技术应用的推广及发展，各专业间实际应用的软件必将实现数据互通，使协同设计更加顺畅。

根据水电行业的特点，结合BIM技术应用，水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院将不断完善相关的体系文件、设计标准、规范及流程。BIM技术需要在水电项目整个全生命周期的各个阶段、各个环节加以应用，将实现行业设计水平提升。

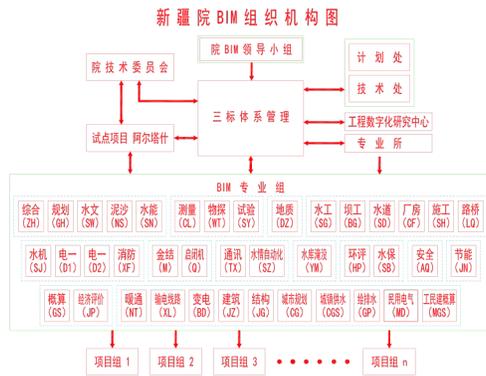


图16 团队构成