

Civil 3D 在阳霞水库大坝选址及库盘设计中的应用

李江成

新疆水利水电勘测设计研究院 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: AutoCAD Civil 3D 是由 Autodesk 软件开发的一款专业的建筑信息建模设计 (BIM) 软件, 本文以阳霞水库可行性研究阶段平原水库坝址选择及库盘设计为例, 讲述几种不同的坝体建模方法, 通过利用软件三维设计的优势, 高效的达到设计思路的体现、工程量计算及坝址方案选择的目的。

关键词: Civil 3D; 大坝选址; 建模方法; 放坡; 平原水库; 工程量

一、工程概况

阳霞水库工程位于新疆维吾尔自治区巴州地区轮台县境内, 工程坝址位于阳霞河上, 是阳霞河上唯一的控制性水库, 是综合利用的水利枢纽工程, 主要任务是灌溉、防洪。水库总库容 2113 万 m³, 控制灌区灌溉面积 10.28 万亩。

二、设计任务及思路

本次设计任务为该工程可行性研究阶段坝址方案选择比选内容的延伸, 通过利用 Civil 3D 三维建模设计软件在河道出山口低山区的末端选址布置平原水库, 在与山区水库坝址工程规模、工程任务相同标准的前提下, 经过工程量计算、投资估算等方面的综合比较, 分析平原水库建设的可能性。

根据设计任务, 结合该比选方案需要, 本次设计的主要思路及步骤如下:

(1) 初步拟定坝址及坝轴线

根据工程的规模和任务, 场址地形地质条件, 在 1: 10000 地形图上初步拟定满足工程灌溉、防洪及总库容要求的坝轴线。

(2) 拟定坝型, 进行坝体结构设计

根据规范要求及同类工程经验, 充分考虑利用当地材料, 拟定坝型并进行坝体结构设计, 通过计算初步拟定坝顶高程, 确定大坝结构尺寸。

(3) 进行大坝平面布置

根据坝轴线纵剖面, 大坝结构横剖面, 绘制大坝轮廓线, 完成大坝平面布置。

(4) 计算工程量

计算开挖回填土方量, 进行投资估算, 作为比选参考。

三、设计过程

3.1 坝址方案拟定

通过现场实地踏勘, 结合地形图及遵循设计思路中明确的基本要求, 初步拟定坝址及坝轴线位置如下图。

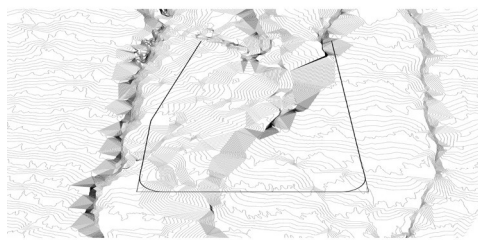


图 1 坝址地形图及坝轴线

3.2 坝型及坝体结构设计

(1) 坝型选择

坝址区砂砾料储量丰富, 可充分利用开挖料, 就近取材; 坝址基础为砂砾石深厚覆盖层, 坝体、库区均采用复合土工膜(两布一膜)进行防渗。综合考虑拟定坝型为土工膜斜墙砂砾石坝, 全断面采用砂砾石填筑坝体。

(2) 坝体结构设计

通过计算, 确定坝顶高程为 1237.0m, 坝长 3202.0m, 坝顶宽度 8.0 m, 最大坝高 29m, 坝顶上游侧设防浪墙, 坝顶下游侧设混凝土路沿石, 上游坝坡 1:2.5, 采用 20cm 厚 C25 混凝土防浪护坡板, 下游坝坡 1:2, 采用混凝土网格梁干砌石护坡。

3.3 大坝平面布置

传统二维制图方法, 需在地形图上沿坝轴线剖切一定数量的横剖面, 根据相对高程关系在地形横剖面上绘制坝体结构横剖面, 得到坝坡与建基面的交点, 再把交点逐一绘制在平面地形图上, 然后用线连接形成大坝轮廓, 完成平面布置。对于类似平原水库的工程来说, 坝线又相对较长, 该方法费时费力, 工作量较大, 且工程量的精度和横剖面的数量有着直接的关系, 为了高效准确的进行工程布置及计算工程量, 本次采用 Civil 3D 三维制图软件实现该步骤的设计工作。具体方法流程如下。

(1) 创建地形曲面

本次利用测量专业提供的地形图等高线通过软件的曲面功能

生成地形曲面。

（2）创建坝体模型

根据已经确定好的坝轴线，绘制生成三面围坝的坝体模型，主要有以下几种方法。

方法一，利用 Civil 3D 软件的放坡功能，具体步骤流程如下：

创建场地→创建要素线（坝轴线或坝顶放坡基准线）→创建放坡组→放坡创建工具（制定放坡规则）→创建放坡（生成坝体库区曲面）→创建体积曲面（计算出工程量）。

该方法能较快的完成大坝平面布置及计算出开挖回填土方工程量，但是对于存在挖方高边坡的部位，需设计多级马道的情况，步骤相对繁琐，需对多级边坡逐级放坡，求出与地形曲面的交线，然后才能计算工程量。

方法二，利用 Civil 3D 软件的边坡部件功能，具体步骤如下：

创建路线（坝轴线或坝顶基准线）→创建曲面纵断面（坝轴线或坝顶基准线原地面线）→创建纵断面（坝轴线或坝顶基准线设计线）→创建装配（利用公制部件制定放坡规则）→创建道路及曲面（通过装配生成坝体库区曲面）→创建体积曲面（计算出工程量）。

该方法充分利用了软件自带的公制常用部件，根据实际需要进行部件组合，组装成设计目标装配，再利用道路功能生成曲面，计算出工程量。由于公制部件自带有条件判断及多级边坡功能，可适用挖、填方高边坡及设置马道的情况，故该方法是较为高效实用的一种方法。本次设计公制部件边坡开挖回填装配如下图：

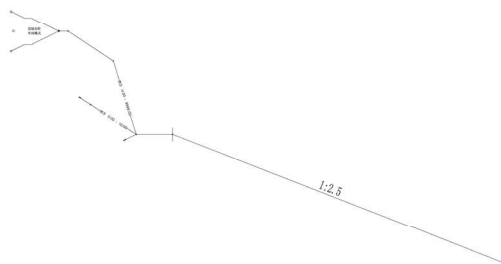


图2 公制部件坝体开挖回填装配图

方法三，利用 Civil 3D 软件的部件编辑器功能，具体步骤如下：

创建路线（坝轴线或坝顶基准线）→创建曲面纵断面（坝轴线或坝顶基准线原地面线）→创建纵断面（坝轴线或坝顶基准线设计线）→创建装配（利用部件编辑器制定放坡规则）→创建道路及曲面（通过装配生成坝体库区曲面）→创建体积曲面（计算出工程量）。

该方法类似于方法二，只是装配的创建是利用部件编辑器功能实现的，利用部件编辑器强大的图形编程功能，编制出符合设计目标的超级边坡装配，然后进行工程量的计算。本次设计部件编辑器边坡开挖回填装配如下图：

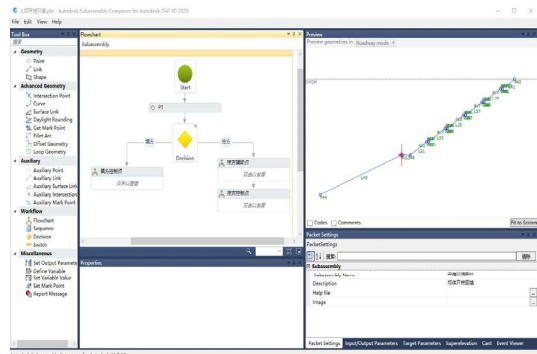


图3 部件编辑器 PKT 文件

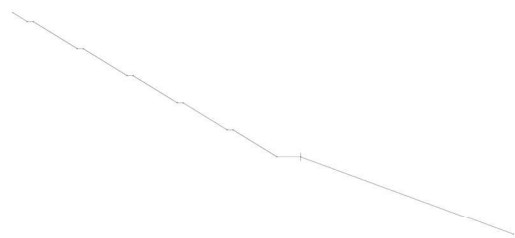


图4 部件编辑器坝体开挖回填装配图

（3）坝体模型成果

两种方法生成的坝体三维模型基本一致，坝体库区三维模型成果图如下：



图5 坝体库区开挖回填曲面模型

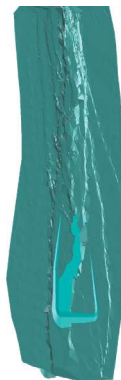


图6 坝体库区开挖回填三维模型成果

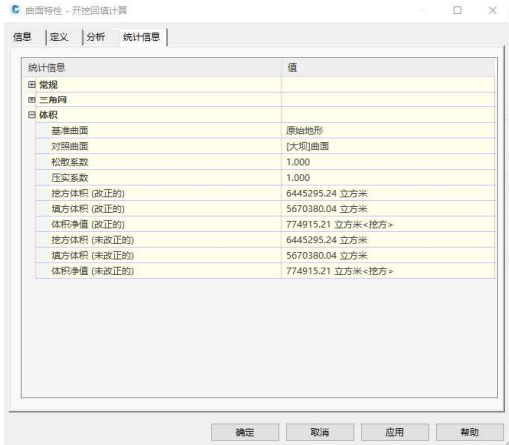
3.4 工程量计算

综上，由于方法一较为繁琐，且对一些填、挖方高边坡情况适用性不好，故本次设计分别采用方法二和方法三对水库大坝及库区建立模型，利用其对各种边坡情况的适用性，合理的生成开挖、回填轮廓线，较为准确的计算出了拟定坝址的土方工程量。

工程量的计算步骤如下：

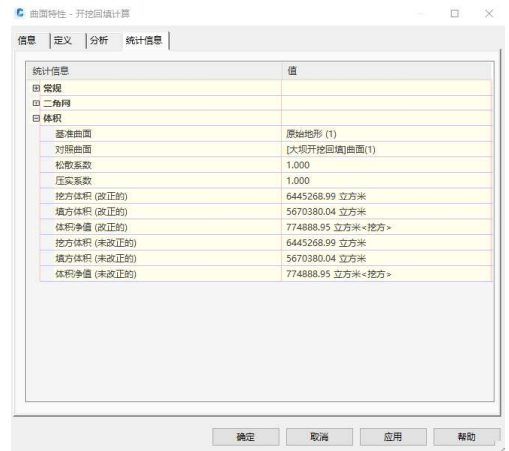
创建曲面→选择三角网体积曲面→选定基准曲面和对照曲面→生成体积曲面→查看工程量。

工程量对比图如下：



统计信息	值
数据	
三角网	
体积	
基准曲面	原始地形
对照曲面	[大坝]曲面
松散系数	1.000
压实系数	1.000
挖方体积 (改正的)	6445295.24 立方米
填方体积 (改正的)	5670380.04 立方米
体积净值 (改正的)	774915.21 立方米<挖方>
挖方体积 (未改正的)	6445295.24 立方米
填方体积 (未改正的)	5670380.04 立方米
体积净值 (未改正的)	774915.21 立方米<挖方>

图 7 公制部件坝体模型开挖回填工程量



统计信息	值
数据	
三角网	
体积	
基准曲面	原始地形 (1)
对照曲面	[大坝开挖面]曲面(1)
松散系数	1.000
压实系数	1.000
挖方体积 (改正的)	6445268.99 立方米
填方体积 (改正的)	5670380.04 立方米
体积净值 (改正的)	774888.95 立方米<挖方>
挖方体积 (未改正的)	6445268.99 立方米
填方体积 (未改正的)	5670380.04 立方米
体积净值 (未改正的)	774888.95 立方米<挖方>

图 8 部件编辑器坝体模型开挖回填工程量

四、结语

本文以阳霞水库可行性研究阶段坝址比选平原水库坝体平面布置及工程量计算为例，讲述了 AutoCAD Civil 3D 三维制图软件放坡功能、公制部件边坡功能、部件编辑器等功能在水利工程设计工作中的实际应用，笔者在学习、设计过程中得出以下几点结论：

（1）在水利工程设计工作中，设计人员可利用其强大的地形图处理功能及动态数据更新的特点，较快且准确的完成工程布置、工程量计算及方案的调整，大大的提高工作效率及设计质量，缩短设计周期，减少设计者的工作强度。

（2）利用其三维可视化功能，使用三维动态模型传达设计意图，在设计过程中及时修正完善思路，得到合理可行的设计成果。

（3）充分挖掘软件自带的优势功能，结合水利工程设计的特点及需要，注重软件二次开发的学习与研究。

（4）水利专业技术人员应加强 BIM 软件的学习，提高三维协同设计水平，以深度契合当前行业发展趋势。