

# 基于 BIM + GIS 的西河泵站工程 总体方案设计及比选

郭 瑞, 王 丽, 徐鹏飞, 邢 杰

(淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223005)

**摘要:**西河泵站为国内单体规模最大的泵站工程,其等级高、重要性大。总体方案比选时借助 GIS 数据建立三维场地模型,与 Revit 建立的各方案三维 BIM 模型进行有效整合。三维模型的建立及 BIM 数据传递不仅直观反映方案优缺点,还可为各方案定量比选提供精确数据,实现方案经济技术比选直观化、精确化,提高设计效率,提升设计质量。该方法通用性强,还可以在类似工程或其他设计领域广泛应用。

**关键词:**BIM; 三维模型; GIS; Infracworks; 总体方案设计

**中图分类号:**TV675 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2022)02-0013-03

## Overall scheme design and selection of Xihe Pump Station project based on BIM + GIS

GUO Rui, WANG Li, XU Pengfei, XING Jie

(Huai'an Surveying and Design Institute of Water Resources Co., Ltd., Huai'an 223005, China)

**Abstract:** Xihe Pump Station is the largest single-scale pump station project in China, with high level and great importance. During the comparison and selection of the overall scheme, a 3D site model was established with the help of GIS data, which was effectively integrated with the 3D BIM model of each scheme established by Revit. The establishment of 3D model and BIM data transmission not only directly reflect the advantages and disadvantages of the scheme, but also provide accurate data for the quantitative comparison and selection of each scheme, so as to realize the visualization and accuracy of the economic and technical comparison of the scheme, improve the design efficiency and improve the design quality. The method has strong generality and can be widely used in similar engineering or other design fields.

**Key words:** BIM; three-dimensional model; GIS; Infracworks; overall scheme design

在水利工程可行性研究设计过程中,站址及总体布置的比选是必不可少且至关重要的环节。传统二维设计往往以 CAD 作图为基础,绘制不同方案进行比选,不同方案三视图绘制工作量大且繁琐,各种方案比选往往也是自说自话,各方案优缺点无法有效表达与传递,业主方就不能完全领会意图,造成方案反复。随着 BIM 技术的发展与应用,基于

GIS 数据,应用 Infracworks、Civil 3D、Revit 等软件建立不同方案的三维模型,可直观表达各方案的优缺点,BIM 数据的传递也可为方案比选提供精确的数据支撑。在西河泵站工程可研设计中,采用上述设计方法,提高设计工作效率,提升设计成果质量。通过本文的研究,希望对水利工程中的 GIS 与 BIM 协同应用起到一定的探索和借鉴作用。

收稿日期:2020-01-06

作者简介:郭瑞(1984—),男,高级工程师,主要研究方向为水利工程规划设计。E-mail:93240616@qq.com

## 1 工程概况

西河泵站工程位于中顺大围西干堤岐江河西出口的西河水闸西侧,外临磨刀门水道,主要功能为排涝,同时兼顾反向引水,排涝设计流量  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ ,引水设计流量  $145 \text{ m}^3/\text{s}$ 。站身采用堤身式块基型结构,采用 8 台套竖井贯流泵机组,中间 4 台套为双向泵,其余 4 台套为单向泵。单机排涝流量  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ ,反向灌溉流量  $36.25 \text{ m}^3/\text{s}$ ,水泵叶轮直径  $3.9 \text{ m}$ ,单机配套电机功率  $2\,300 \text{ kW}$ ,总装机容量  $18\,400 \text{ kW}$ ,水泵与电机采用齿轮箱连接。工程主要建设内容包括:泵房(站身)、翼墙、上下游连接段、交通桥、清污机桥、检修间、控制楼及管理房、站区景观绿化等。

## 2 模型建立

### 2.1 场地模型

Civil 3D 可以利用高程数据建立三维的原始地形曲面,但众所周知工程测量数据有限,平面范围狭小,仅用测量数据建立三维场地模型不能给人以沉浸式的体验,也就失去三维模型最显著的优势。而增大测量范围又需要增加更多的投资,也超出规范规定的工程测量范围要求,往往也不可行。为此,可借助 GIS 公开数据和测量数据叠加建立既满足大范围要求又满足局部精度要求的三维地形。具体步骤及技术路线详见图 1。

(1) 借助 GIS 下载与工程测量图相同坐标系的高程及影像数据。

(2) 应用 Civil 3D,通过“创建曲面”命令自定义

一个“原始地形曲面”,以“点文件”及“点”方式向“原始地形曲面”添加地形数据来自动生成曲面,通过编辑曲面,对生成的曲面进行符合性检查,排除奇异点,最后对曲面进行平滑及简化处理。

(3) 在 Infraworks 中将该区域的卫星地图与地形信息贴合在一起,从而起到非常好的渲染效果<sup>[1]</sup>。具体步骤如下:首先在 Infraworks 中通过数据源导入“AutoCAD Civil 3D dwg”命令将上述原始地形曲面导入;其次将下载好的区域卫星图片通过“Raster”插入到 Infraworks 中,Infraworks 软件会自动根据两者在坐标系中的位置对他们进行整合<sup>[2]</sup>。

### 2.2 方案模型

西河泵站主体水工建筑物包括站身、清污机桥、交通桥、上下游翼墙等。三维模型创建复杂,Autodesk AECC 套件集提供了一整套解决方案,设计过程中采用 Revit 建立水工建筑物、房建、辅机、电气、景观等三维模型。

(1) 基于 Revit 建立各方案的模型。Revit 是为建筑信息模型而设立的系列软件,为建筑工程行业提供 BIM 解决方案,是建筑全生命周期的 BIM 解决方案的基础<sup>[3]</sup>。在 Revit 项目文件中绘制构件首先选择构件的类型,然后修改构件所需的具体参数来创建模型。但就水利工程设计而言,项目文件大多数情况下缺少合适的构件类型,此时通过 Revit 强大的族功能,根据需求创建所需要的族。

族是组成项目的构件,同时也是信息的载体,是 Revit 进行水工建筑物构件设计的基础,是一个开放的几何图形创建系统。设计师能够自主地创建形状、构思设计,并能按自己的设计理念、设计思

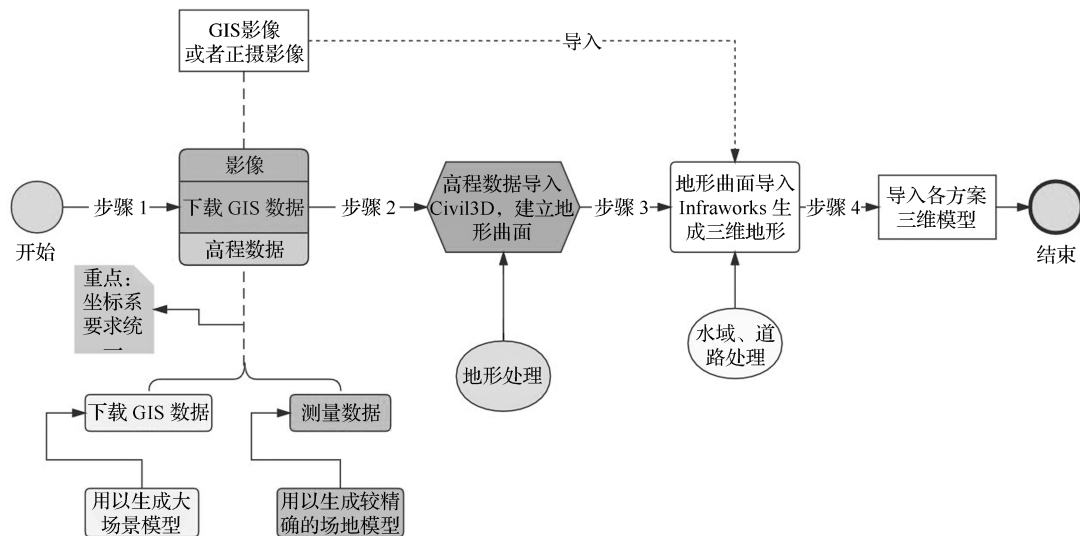


图 1 技术路线

想进行表达和调整。创建族的一般步骤为:①通过新建族菜单选择合适的族样板,作为水利工程而言一般选公制常规模型或公制轮廓族;②定义族的子类别,若选择常规模型后,类别可不设置,系统默认为常规模型;③绘制构件几何图形所需的参照平面或参照线;④选择合适的工作平面绘制模型的轮廓线,然后通过拉伸、融合、放样等命令创建实心或空心的几何图形;⑤添加尺寸标注对指定几何图形进行参数化;⑥全部标注尺寸以创建类型或实例参数;⑦调整新模型以核对构件行为是否正确;⑧用子类别和实体可见性设置设定二维和三维几何图形的显示特征,包括模型显示精细度、显示方式;⑨通过指定不同的参数定义族类型的变化,但在水利工程设计中水工建筑物此项工作往往意义不大;⑩保存新定义的族,然后将其载入新项目并且观察运行状态<sup>[4]</sup>。不同布置方案的 BIM 模型详见图 2。

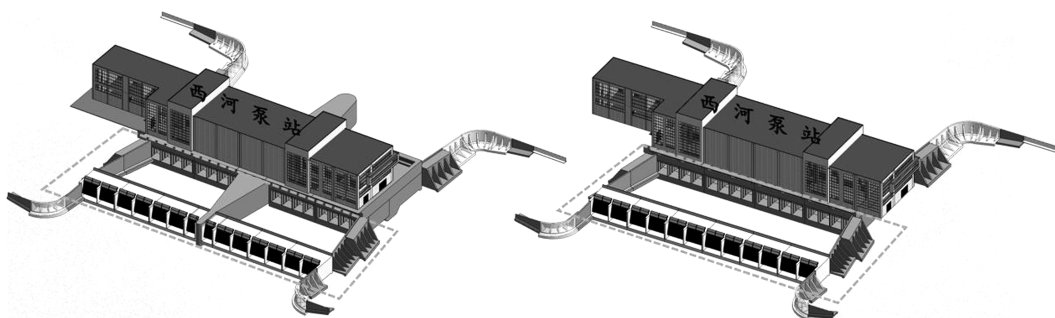


图2 不同布置方案的 BIM 模型

(2) 三维模型碰撞检测。在三维模型中布置的各水工构件之间是否有碰撞,可通过软件的碰撞检查功能进行测试,如果有碰撞发生,则可调整尺寸或位置,以满足实际生产的需要,避免错、漏、碰、缺等低级错误的发生。

### 2.3 模型整合

在 Infraworks 中将三维场地模型与 BIM 模型进行整合。具体步骤如下:①在 Infraworks 中通过数据源导入“Raster”命令将 BIM 模型导入;②在 Infraworks 中通过模型移动、旋转、缩放等命令对 BIM 模型进行调整;③在三维地形中对场地地块、道路、水域、河道进行设计。

## 3 方案比选

在对方案进行技术经济比较时,三维 BIM 模型不仅可以直观的进行水流条件、交通条件、运行管理条件等定性分析;BIM 模型自带的属性还可以统计征占地、土方开挖等信息数据进行定量分析。

2 种站址方案定性定量比选如下:

(1) 方案二船闸位于西河水闸和西河泵站之间,对船闸和泵站正常运行影响大,不利于枢纽功能充分发挥;岐江河侧位置局促,由于紧邻船闸,受船闸上下游引航道影响,即使将上游引河进行拓宽,其水力条件仍较差,易产生回流和旋涡区,不利于枢纽工程正常运行。

(2) 方案二较方案一需多征占地约  $41.33 \text{ hm}^2$ 。

(3) 方案一需新开引河约  $620 \text{ m}$ ,开挖土方量约  $50.84 \text{ 万 m}^3$ ,方案二需新开挖引河长约  $1\,060 \text{ m}$ ,开挖土方量约  $86.92 \text{ 万 m}^3$ ,东侧位置较西侧位置开挖土方多约  $36.08 \text{ 万 m}^3$ 。

(4) 方案二泵站距离西河水闸管理所位置较远,不利于枢纽运行管理。

综上,通过定性定量分析结果,推荐方案一,即西河水闸西侧方案。

## 4 结 语

与传统设计相比较, BIM + GIS 在西河泵站工程设计中的协同应用有着以下优势:

(1) 通用性强。随着 BIM 发展及大数据的应用, BIM + GIS 的协同设计不仅可以服务于水利工程设计,该方法也可以在交通、市政、房建等多领域进行广泛应用。文章中涉及的 BIM 软件均为 Autodesk 公司产品,各软件之间不存在壁垒,协同程度高,可高效精确地建立三维模型。

(2) 提高设计质量。Infraworks 软件强大的三维设计能力可直观、真实地反映征占地、场地布置、交通布置等信息, Civil 3D 可精确获得土方信息,包括开挖量的计算和开挖边线的确定等,为方案比选提高精确的数据支撑。

(3) 良好的三维展示效果。Infraworks 平台能提供美观的三维展示效果,可以用任意角度观察工

(下转第 36 页)

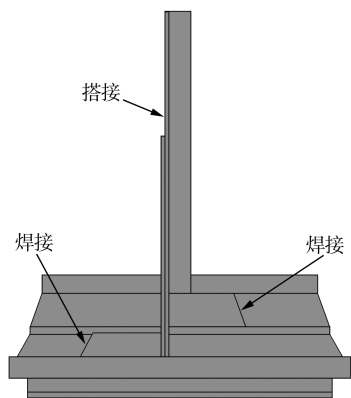


图 1 水平止水铜片与垂直止水铜片焊接

前,严格消除灰尘并烘干。垂直止水铜片施工时,紫铜片埋固于先期浇筑的混凝土内,位置及伸出长度应准确。止水紫铜片的固定应采用木方、模板嵌固的方法固定,禁止采用铁钉固定或穿孔固定的方法。安装要稳定,不能松动、晃动。在浇筑混凝土前要再次检查止水铜片的位置及固定情况。

#### 2.4 加强混凝土振捣,分段灌注沥青

在止水铜片附近浇筑混凝土时,混凝土拌和物要严格按配合比单拌制,控制好水胶比,同时加强该部位的振捣。振捣时,要快插慢拔,不漏振,不过振,振捣器振捣时不得触及止水铜片;在混凝土初凝前,宜进行二次振捣,可减少混凝土泌水收缩,保证止水铜片与混凝土结合牢固。

要保证止水紫铜片的沥青灌注密实,沥青熬制的地点不能离现场太远,并采取一定的保温措施;垂直止水铜片在后浇筑块安装柏油槽灌注沥青时,应分段安装柏油槽,一般情况分段高度宜在 1 m 左右,分段灌注已完全融化的热沥青,确保止水铜片在柏油槽中部,确保热沥青连续、灌满。

#### 2.5 严格成品保护

对已安装的止水设施,应及时加以固定和保护,以防损坏。水平止水铜片在混凝土未浇筑前应予以模板嵌固的方式予以固定保护;当一侧混凝土浇筑完成后,一般宜在水平止水露出面的上下两面采用木方、模板支撑覆盖保护,并禁止踩踏。垂直止水铜片一般采用模板嵌固方式予以固定保护。对于保护不慎引起变形的铜片,修整时必须规范、文明操作。如有损坏的铜片,应采用铜焊修补,修补后应作油浸法焊接质量检查。

### 3 结 语

止水紫铜片是水利建筑物防渗体系中的重要组成部分,是保证水利建筑物安全和稳定的一个重要环节。止水紫铜片渗漏处理难度很大,因此在施工时必须以预防控制为主。本文介绍的几个渗漏防治措施,在工程实践中大量应用,效果良好,值得借鉴。

#### 参考文献:

- [1] DL/T 5215-2005 水利建筑物止水带技术规范[S].
- [2] 曹国华. 浅谈水利建筑物紫铜片止水渗漏产生原因及防治措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2011(25):132-133.
- [3] DB32/T 2334.2-2013 水利工程施工质量检验与评定规范[S].
- [4] SL 27-2014 水闸施工规范[S].
- [5] 曾斯亮, 张海学, 姜大冲, 等. 水利建筑物紫铜片止水设计探讨[J]. 黑龙江水利科技, 2016(1):46-48.

(上接第 15 页)

程的整体面貌或局部特征,增强观察者沉浸式的体验,从而促进方案高效传递。

#### 参考文献:

- [1] 龙潜, 周宜红, 张成. 基于 Civil 3D 与 Infraworks 的边坡开挖模型的三维设计与展示[J]. 珠江水运, 2017(24):3.

- [2] 李佳雨桐. Infraworks 在新疆阿克苏市生态调节池中的应用[J]. 西北水电, 2019(3):85-88.
- [3] Autodesk Asia Pte Ltd. Autodesk Revit 2013 族达人速成[M]. 上海:同济大学出版社, 2013:1.
- [4] 杰德尔别克·马迪尼叶提, 牛志伟, 蒯鹏程, 等. 基于 Revit 及 Navisworks 软件的泵站 BIM 模型及其应用[J]. 水电能源科技, 2018, 6(36):92-95.