

基于测绘新4D数据的水利工程三维设计探析

王德明

青海河海水利水电设计有限公司

摘要: BIM技术的应用推动水利工程设计、施工、监理全过程数字化转型, 将其与4D数据整合应用于三维设计环节, 可有效提升测绘数据精度, 辅助优化三维设计水平。通过分别列举DOM、DEM、3DM和DMM四种测绘新4D数据的应用要点, 结合工程实例进行水利设计三维模型的建构, 为工程数字化与水利设计升维赋能。

关键词: 测绘行业; 水利工程; 三维设计; 新4D数据

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.24.159

引言: 三维设计为水利工程设计、施工与监理等环节创设便捷条件, BIM技术与软件的应用进一步加快水利工程设计领域的协同与创新速度, 对于测绘数据的升维提出现实要求。在此背景下, 3DM、DMM取代原有DRG和DLG, 与DOM、DEM联合组成测绘新4D数据, 为水利工程三维设计的创新发展提供现实指导意义。

一、测绘新4D数据应用要点

(一) 数字正射影像图 (DOM)

DOM作为一种影像数据, 主要利用DEM模型经投影差改正、影像镶嵌、影像裁剪的过程, 实现对航摄像片、RS相片的纠偏处理, 具有分辨率高、可量测性好等特征, 可实现对区域现状特征的直观准确呈现, 并支持提供平面坐标值, 完成不同像素灰度值存储^[1]。在DOM图制作时, 通常需将航空摄影测量、卫星或无人机等技术进行联合应用, 先获取机载雷达SAR数据, 利用纠正模块进行数据定向处理, 完成影像同名点选定与SAR数据加密, 选取相应极化方式, 经相位滤波、解缠、相高转换、编码、干涉数据拼接、镶嵌等流程做好SAR数据准备。

在获取SAR数据的过程中, 考虑到现有航空摄影测量结果难以保证获取SAR影像达到绝对水平, 将因存在一定斜角产生投影差, 因此需重点做好投影差修正设计。具体来说, 以航摄像片为基准选定若干地面控制点, 基于算法完成外方位元素的解析, 整合该区域DEM数据对航摄像片分别进行倾斜、投影差的纠偏处理, 将修正后的影像数据进行再次采样, 初步生成优化后的DOM成果数据; 随后将成果数据与定向成果进行有机结合, 重复修正、镶嵌与裁剪的过程, 最终获取精确的DOM成果数据。在DOM图制作环节, 考虑到标准图幅涉及多张SAR影像, 原作业方法存在人工依赖度高、制作效率低下、影像易错位、数据精度差等问题, 将上述优化

流程应用于DOM成果制作中, 分别生成丘陵地、山地的X波段和P波段DOM成果数据, 检测结果符合1:500大比例尺精度要求, 且两种地形的各监测点位平均中误差范围控制在7.92~10.41m之间, 进一步提升检测结果精度。

(二) 数字高程模型 (DEM)

DEM是一种三维高程模型, 利用有序数值阵列对地表形态进行数字化模拟, 用于反映地面高程。在模型建构方法上, 可综合运用测绘仪器、地形图、航空摄影、机载雷达等多种方法采集高程点云, 并基于软件进行地面点的筛选与分类, 生成DEM模型。将DEM应用于水利工程设计中, 可利用DEM地形数据绘制等高线、坡度图、断面图等, 并支持计算土方量、分析洪水淹没区覆盖面积等。在模型建构的关键技术方面, 主要涉及无人机航测技术与点云滤波处理, 利用搭载高精度相机与传感器的无人机执行航拍摄影任务, 基于MAVinci Desktop进行坐标系及点位的选取, 建立航拍相片与坐标位置数据间的匹配关系, 基于空三计算进行基准站坐标的修正与导出, 将生成点云加密后形成密集点云, 经滤波处理、剔除后进行地面控制点的处理, 最终生成DEM数据。

将DEM应用于水利工程中进行河流整治、洪涝区面积分析, 需构建水利工程DEM模型。先获取无人机航拍数据, 经数据处理、矢量化后完成正射影像的修整, 划定河道的具体范围, 再利用测深仪等测量仪器进行水下地形测量、确定水底高程点、绘制等深线, 并经由插值创建TIN、生成河道DEM模型。考虑到地面、河道DEM模型在叠加处理环节, 易在接边处出现局部高程不匹配的情况, 因此还需对水利工程DEM进行深加工, 基于QT Modeler软件将无人机航拍的数字正射影像进行叠加, 再对接边不匹配区域进行平滑处理, 待将树木、水工建筑物等实体的高度数据抹去后, 与水下地形测量数据结果进行汇总, 即可实现对研究区域地表与水下地形特征的准确呈现。整合利用RTK采集的地表、林下点位与水下高程点进行质量检查, 检查点数量共计147个, 测得高差最小值为0.01m、最大值为1.19m, 平均高差控制在0.15~0.55m范围内, 标准差为0.1~0.34, 整体偏差较小, 符合精度检测要求。

(三) 三维实景模型 (3DM)

3DM是一种根据现实地貌地形与现状纹理色彩、立面纹理信息建立的立体模型, 主要运用倾斜摄影技术进行地形地貌影像数据的采集, 经空三解算后生成关键点信息、建立三角网模型, 并基于映射法则将立面纹理信

息贴在模型表面,形成三维实景模型,辅助水利工程设计环节进行选址规划、方案设计及底图绘制等^[2]。

例如将3DM模型应用于某水利工程坝体周边缝变形监测环节,将三向测缝仪安装在待测区,在安装过程中注意将坐标板放置在靠近河床底部、将标点跨缝安装在混凝土面板上,对测缝机钢丝预拉,在保护罩开孔控制土体压力与土层滑动剪切力,并注意控制好测缝计与止水带间的净距。依据预先设计好的工艺方案进行测缝计的放样、安装与参数设定后,模拟蓄水条件进行测量数值变化情况的观测,从中可观察到周边缝的变形情况,并待降水检查后进行钢丝长度变化情况的比较,生成监测结果,实现对大坝周边缝变化规律的动态分析,辅助优化测缝及安装工艺方案的设计,避免在实际安装环节出现缺陷问题,借此运用3DM技术进行大坝实景的真实准确呈现,为大坝变形量监测、安全评价等提供重要参考依据,从而进一步加快3DM模型的普及应用。

(四) 数字单体化模型 (DMM)

DMM是以3DM为基础提取出的单体模型对象,在空间维度与其他模型进行分离,并且被赋予单独的属性,将若干DMM整合后建立三维数据库,与GID平台结合提供水利工程淹没区域统计、编制施工预算等功能,用于提高水利工程三维设计效率^[3]。针对DMM单体化过程进行分析,主要涉及以下三项流程:(1)建立底面模型,通过将纹理图像的图层转换为图像进行轮廓提取,利用矢量多边形进行轮廓信息的展示,将其转换为含像素值的底面轮廓纹理,再根据纹理坐标与像素模型建的对应关系生成像素颜色,生成实体的特效处理效果,完成底面轮廓纹理的数值计算,获得最大限定值和最小值,即确定纹理尺寸,并生成底面模型;(2)建立RTT相机,利用GPU进行图形管线的编程,采用倾斜模型对单体化对象构造RTT信息,经纹理渲染、单体化处理、计算视图矩阵等过程,生成RTT相机模型,便于直接获取纹理坐标、控制纹理内容;(3)单体化模型显示,根据RTT相机的位置、工作状态进行观测对象坐标的技术算,利用视点矩阵建立纹理投影矩阵,经单体化操作与着色试验进行单体化模型的判断,最终生成单体化显示结果。

将DMM模型应用于水利工程三维模型构建环节,在无人机前后共加装4个传感器镜头,以一定倾斜角度采集地面水工建筑物的影像数据,在拍摄过程中记录飞行高度、航向重叠等参数,并引入三维建模软件进行实体影像的仿真处理,将生成的单体化三维模型应用于实际测量处理中,完成三维建模,借此有效获取待测水工建筑物的坐标点位信息,增强最终模型的仿真效果,更好地提升水利工程三维设计效率。

二、水利工程三维设计实例

(一) 工程概况

以某集中式饮用水水源地保护项目为例,该项目成立于农村饮用水水源地规范化建设与水源环境综合整治行动的实施背景下,工程主要任务包含水源地安装网围栏、设置水质监测点标志牌、输水线路布设、修缮泵房等,计划总投资为117万元。考虑到该项目沿线地貌地形与水环境较为复杂,涉及农田灌溉设施、管网及地表水系数量较多,一定程度上增加工程测绘设计难度,对于三维设计水平与测绘数据精度提出更高要求。

(二) 新4D数据应用实践

将测绘新4D数据应用于该水利工程前期规划环节,主要体现在以下几个方面:(1)在输水管网选线阶段,根据前期调研资料初步拟定A、B、C三条输水线路,为从中筛选出最优线路设计方案,采用DOM数据生成各输水线路走向的影像图,明确线路途经区域的人口密集区、农田灌溉点、大型泵站以及交通枢纽等,通过获取0.5m大面积卫片叠加0.05m低空DOM图像可直观呈现线路覆盖区域的地形地貌,便于在三维设计环节避开海拔低于200m的区域,保证引水隧洞布设区域的合理性。

(2)在水工建筑物选址规划上,采用1:500大比例尺建立输水线路沿线加压泵站、引水隧洞等关键水工建筑物的DEM图,根据DEM图进行高位水池开挖环节土方量计算,辅助完成水池施工方案的布置。(3)在基于BIM进行三维设计环节,引入3DM数据在MS平台上建立施工区域场景模型,与BIM模型叠加获取水工建筑物与现状地貌位置、距离等相对关系,将设计方案应用于施工现场的效果进行模拟呈现,在提升三维设计精度的同时为决策提供数据支持。(4)在三维数据库建设上,将3DM模型单体化拆分、赋予属性信息,采用DMM数据将原矢量数据整合构建三维GIS图像,提升水利三维设计的可视化水平,辅助实现水利设计全生命周期的数字化转型。

结论

当前测绘行业的数字化、信息化水平不断提升,将4D数据新产品应用于水利工程前期规划、方案设计与施工管理等具体环节,对于提升水利工程三维设计精度、辅助全生命周期管理具有良好示范价值。未来还需聚焦数据采集、数据格式转换、兼容性问题等方面进行解决方案的编制,更好地推动测绘行业发展。

参考文献

- [1]汪福昌.水电水利工程三维数字化设计平台建设与应用[J].水电水利,2021,(09):27-28.
- [2]吕彬,傅志浩.基于Microstation平台的水利水电工程三维开挖设计软件开发与应用[J].人民珠江,2021,(11):9.
- [3]潘记强.基于增量式更新的基础测绘DLG数据的质量控制思考与实践[J].浙江国土资源,2020,(10):2.