

水利水电工程三维地质建模流程及应用

王志萍

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i2.1482

[摘要] 在水利水电工程中,使用三维地质建模就可以将整个工程的实际情况体现出来,具体是借助计算机技术的帮助下,实现对空间信息管理、地质解译、空间分析和预测等相关内容的掌握,在掌握相关内容之后就需要将其与地质学以及图形可视化的工具进行配合,为水利水电工程的开展提供依据。随着相关研究的逐渐深入,国内对于三维地质建模的软件系统开发已经越来越关注,在水利水电事业快速发展的背景下,三维地质建模对其产生的影响也越来越明显,基于此,本文通过分析三维地质建模的相关流程,旨在为水利水电事业的发展奠定基础。

[关键词] 水利水电工程; 三维地质建模; 建模流程

中图分类号: K826.16 **文献标识码:** A

Three-dimensional Geological Modeling Process and Application for Water Conservancy and Hydropower Projects

Zhiping Wang

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd

[Abstract] In water conservancy and hydropower projects, the use of 3D geological modeling can reflect the actual situation of the whole project. Specifically, with the help of computer technology, it can achieve the mastery of spatial information management, geological interpretation, spatial analysis, prediction and related content. After mastering the relevant content, it needs to cooperate with geology and graphical visualization tools to provide a basis for the development of water conservancy and hydropower projects. With the deepening of related research, more and more attention has been paid to the development of 3D geological modeling software system in China. In the background of rapid development of water conservancy and hydropower industry, the influence of three-dimensional geological modeling on it is becoming more and more obvious. Based on this, through the analysis of three-dimensional geological modeling process, this paper aims to lay the foundation for the development of water conservancy and hydropower industry.

[Key words] water conservancy and hydropower projects; 3D geological modeling; modeling process

引言

三维地质建模可以清晰展示水利水电工程中各种复杂的地质信息,为工作人员提供科学的分析依据,大大提高地质工作的质量和效率。目前,三维地质建模在我国水利水电工程中具有重要的应用地位,应用范围正在逐步扩大,主要是由于水利水电建设往往面对复杂多变的岩层结构,所包含的地质资料不断增加,而二维静态信息表达方法对地质数据分析不够直观化,无法真正体现地质现象,所以,必须通过三维地质建模,利用先进计算机科学技术和大数据技术手段,以提高信息收集与数据处理的能力,并完成对岩层界线、断面结构等信息的可视化研究^[1]。

1 三维地质建模概述

目前,三维地质建模在水利水电工程中具有重要的应用地

位,由于我国水利水电工程的应用范围正在逐步扩大,如果使用传统的二维技术将无法获得真实有效的地质信息,通过三维地质建模则可以清晰地展示水利水电工程中各种复杂的地质信息,其主要是因为三维地质建模由数据采集整理、三维建模等多个科学模块组成等,通过力学分析和运算形成一个完整的地质模型,在形成的模型中每个模块都扮演着非常重要的角色,比如数据的收集整理可以起到维护、探索、测试、观察、绘图、报告等作用^[2]。在建模方面,有助于提高数据有效性,为水利水电工程的顺利进展提供地质模型,在该模型使用期间主要用于与真实地质情况进行比较,利用三维模型和数据生成的地质成果图,就可以将不同地质数据展示出来,为水利水电工程的顺利开展奠定基础。

2 三维地质建模流程

2.1 数据搜集

三维地质建模的数据采集方式有很多,例如:地形图测绘、地质测绘、勘探、测试和现有相关数据都可以应用到三维地质建模中,在多种数据配合下就可以建立相应的模型,为水利水电工程的开展起到帮助作用。当前可用于三维地质建模的数据类型有很多,其中包括地形图勘测和地图数据内容,包括AutoCAD格式地形图、DLG数字线图、DEM数字高程模型等,其中地质勘测和制图数据主要是根据各种地质接触边界和地质现象,例如断层、软弱夹层等暴露位置绘制相应的地形图,而勘探资料包括为揭示地质体在三维空间中的分布而组织的勘探工作。此外,搜集到的数据资料还包括岩土取样试验和现场进行的各种原位试验等,在获得相关信息之后就可以完成三维地质模型的建立。

2.2 数据整理

三维地质建模中采集数据的种类、形式和特点比较多样化,这就必须对数据加以正确的整理与排序,使之可以适应建模要求,通过数据整理的方式不但能够继续完善数据信息,而且能够将搜集到的数据进行检查,对于其中一些不适当、不合理、不可利用的数据应及时解决,从而保证现有数据的使用效益。其中地形信息主要来自CAD格式地形图的等高线、三维测量点、数字线图、数字高程模型等,以及剖面和平面的地线、钻孔、开孔坐标沟、地质点坐标等,这些都可以作为水利水电工程三维地质建模平面图设计的主要数据,在这些数据中提取与地形表面相关的数据,以图层形式单独存储,以证明其正确性与合理性或直接输入模型平台^[3]。由此可见,地质建模主要由现有的数据对空间边界进行描述控制,这些空间边界是从采集的数据中提取出来的,主要是描述地质的空间位置,确定其三维坐标,对于每一个地质特征而言,其空间输出等高线是从平面图、剖面图、剖切面等提取出来的,并以CAD格式的平面图或放置在空间中三维点表示,可从数据库中提取勘探数据,最后将提取的数据导入建模平台参与建模。

2.3 建立三维地质模型

三维地质模型的创建主要由几何模型和相应的属性模型组成,几何模型旨在将地质信息相互作用产生的空间状态可视化,主要用于地质界面的创建和地质模型的建模,其中涉及的内容包括地表和各种地质界面,可为模型可视化和力学分析提供相应的真实建模信息,整个数据信息具有清晰明了的优势。三维地质模型可以分为几何模型和属性模型,几何模型主要研究地理特性的空间输出形态及其相互联系,而属性模型则主要研究地理特性的地质归属,其中几何模型的另一种基本应用,又分为地质边界和地质体的模型,主要用于对构建地表的各地质边界模型进行力学研究,而属性模型则是建立在几何模型基础上的更高级模型。在建立三维地质模型期间主要有两种方式:一种是直接通过离散的点生成不规则三角形,这种方式的优点是地表形状受到严格控制,因此,能够准确描述地形表面,缺点是地形

网格与控制点位置一致,均匀性和美观性较差;另一种则是采用DSI方法进行网格插值和细分,经过多次迭代最终确定表面积,它的优点是表面光滑,缺点是平滑后局部地表与等高线略有差异。此外,地质要素主要包括地层、岩性界面、断裂带、软弱夹层等结构面,可抽象为三维空间面建模,可以使用多个空间控制点来描述空间位置和形状,像地形表面建模一样处理,也可以用几何分析的方法描述,例如空间三维点的相加向量或地面出露痕迹的切线相加向量,由于曝光迹线各节点高程不同,高程信息手工绘制很少,为确保每个节点都有高程信息,并控制节点的密度,使其尽可能均匀平滑,就可以将三维曲线及其产状信息拉伸一定距离,形成地物构造面的宏观基本形状。

3 工程实例分析

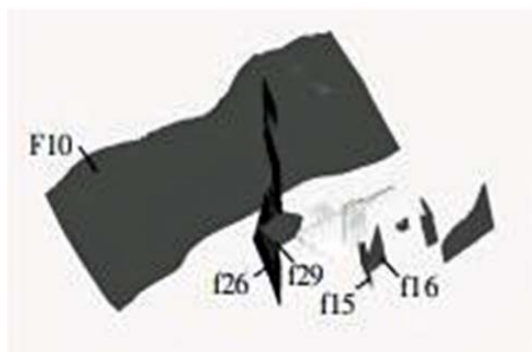


图1 断层与坝体空间关系

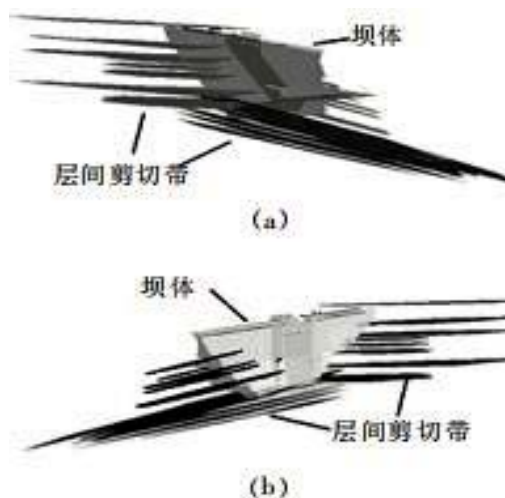


图2 层间剪切带与坝体空间关系

某水电站位于峡谷地区,地形陡峭,坝址区主要为花岗岩、变质的粉砂岩、片岩和砂岩等为主,其中坝址变质岩为单斜岩层分布(图1为断层与坝体空间关系)(图2为层间剪切带与坝体空间关系),在较为成熟的技术下可以实现三维地质建模。目前使用的三维地质软件是GeoBIM,通过绘制四十个控制剖面,就可以为水利水电工程的三维地质建模奠定基础,其中涉及的每个断面线都是通过新增加的辅助断面和对原控制线的曲面拟合而得到新的属性,并获得不同地理范围的地表模型。本次构建完成的三维地质建模主要分为六十个横向面、地下水位、建筑上部带

界面的轻度风化、建筑基础地表略高等然后,再通过水利水电工程三维地质建模区域的建筑侧面和地基,可以获得具体的三维地质模型,将所获得的相关地质模型全部输入到工程软件系统 Inventor 中,就可以完成地质模型开挖工程,最后再进行开挖边坡模型的设计。再通过对三维地质模型进行切割获取开挖面的三维地质模型,将地质模型和电站、水坝等建模进行结合,再经过切割获取工程的地质数据。只有掌握各种形式的基础图形才能使用数据分析,常用的基础图形有钻孔直线图、联合图形等,然后进行数据检索与统计分析,在使用数据分析过程中可进行检索,查询信息后就需要按照不同的操作要求统计分析各类信息^[4]。模型建立完成后,关键的任务就是对模型深入研究,为协同制图创造条件,包括开展多断面研究和剖面调查,可进行虚拟钻孔等专业化作业,在多空间、多角度的方式下准确反映地质对象的变化,直接从三维模型中提取2D地图,确保三维和2D地图可以处于并存的状态下,其中三维地图可以充分展示地质信息,为水利水电工程的顺利开展奠定基础。

4 地质专业的应用

4.1 绘制专业设计图

水利水电工程三维地质建模期间,应绘制专业的设计图为整个建模活动奠定基础,一般都需要在建筑物所在位置截取剖面的相关信息,随着勘测阶段的推进,建筑物位置经常发生变化,地质对象的空间分布也经常发生调整,这些路段之间经常有交集,因此,需要进行相互的协调,整个控制工作具有工作量大的特点。传统方法是根据地质平面图截取剖面图,改变建筑物位置或地质平面图后,需要重新截取,并重新检查相交截面^[5]。三维地质模型构建完成后,可以批量生成地质剖面和平面切割,在建模平台上用鼠标放置剖面,通过数据文件定义剖面的空间位置和生产中使用的图,并通过导入数据文件块自动批量生成。专业制图的优势主要体现在两个方面:第一方面主要表现在当建筑物位置发生变化,或者地质模型发生变化时,可以实现剖面绘制,整个过程具有智能化与自动化的优势,能够减少工作量,使切割方便简单;第二方面则是可以改进传统剖面的缺点,提高剖面精度,保证与实际地质建模需要完全一致,不需要重新校核,有效避免各种变化过程中的地质建模偏差问题,在自动修复和剖面生成期间,可以提高三维地质建模的效率。

4.2 与设计专业协作

工程设计应结合实际地质条件和工程要求,进行现场勘察分析,确保建筑布局设计合理。在水利水电工程三维地质建模期间应深入现场分析现场的具体情况,例如大坝工程根据地、工程

地质防渗等地质建模项目开展的实际情况,并以此为基础进行水,这样就可以保证设计具有合理性特点,并在将地质建模与设计有效结合期间,就可以通过相互交流的方式,提供较为合理的建模设计。此外,三维地质模型在实际设计期间需要使用相关格式集成到设计平台中,并使用缩放和平移功能进行相应的调整操作,确保三维地质模型与设计模型的坐标空间一致,从而可以在一定程度上确保其满足水利水电工程施工模型搭建要求,与各类工程项目三维地质建模相结合,就可以提高水利工程中三维地质模型建模的效果以及投入使用的质量^[6]。

5 结束语

通过以上分析可知,三维地质建模在水利水电工程中起着非常重要的作用,在三维地质协同设计期间就可以将二维设计中存在的不足及时弥补。当前在水利水电行业,三维协同设计的起步较晚,行业认知度不高,目前仅在一些大型院所和设计单位推广应用,相应的软件还不成熟完善,由于三维协同设计的推进属于一个循序渐进的过程,因此,必须协调好三维设计与二维设计之间的关系,从而达到互补共存的效果。此外,随着科学技术进步,编审设计流程和相关质量体系的建立和完善,以及行业规范和标准的建立和完善,促使三维协同设计可以为水利水电行业发展带来更大的价值,在科学技术逐渐发展的背景下,三维地质建模可以进一步优化二维地质建模的效果,实现地质模型与计算机模型的共享。

[参考文献]

- [1]赵文超,王国岗,陈亚鹏,等.水利水电工程三维地质勘察系统研发综述[J].中国水利,2021,5(20):4-6.
- [2]李青常.水利水电工程三维可视化技术与应用研究[J].科学技术创新,2021,53(8):112-113.
- [3]赖政勇.三维地质建模在岩土工程勘察中的应用分析[J].世界有色金属,2021,3(6):2-4.
- [4]李东弘,袁彦超,王春晓.三维地质建模技术在水利水电工程中的应用[J].水科学与工程,2020,6(5):41-44.
- [5]余如均.工程地质三维空间建模技术及其应用研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022,4(4):3-5.
- [6]张绍平,李锡均,安锡光,等.水利工程三维地质建模探索与实践[J].云南水力发电,2023,39(1):32-39.

作者简介:

王志萍(1982—),女,汉族,新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州博湖县人,本科,工程师,研究方向:航空摄影测量,GIS,遥感。