

水利水电工程三维地质建模探究

王云飞 师少帅 李 辉

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：本文详细介绍了三维地质建模的整个过程，包括数据获取与整理、整合建模以及模型生成三维曲面供设计使用等关键步骤。通过使用GOCAD等三维建模软件，将地表和地下数据转换为三维空间数据，并构建出坝址区的三维地质模型。该模型能够更准确地反映真实地质情况，为工程设计提供了重要参考。文章还介绍了所使用的软件及其功能，分析了建模过程中的重难点，并提出了解决方案。本研究对于推动三维地质建模在水利工程等领域的应用具有重要意义。

关键词：三维地质建模；GOCAD；数据获取与整理；整合建模；工程设计

1 建模过程

三维地质建模，旨在更好的反应真实地质情况，在没有三维地质建模技术之前，我们是利用了平面图、剖面图相结合的手段，相对抽象的去解释各类地质体，其在一定程度上未能够较好的诠释真实环境中的地质结构。

1.1 数据获取与整理

不论二维、三维都是对数据的诠释，所以我们建模的第一步就是数据的获取。建模数据大致分为两部分：①地表②地下。

①地表数据：首先对建模范围划定，为此次坝址区区域，地表的数据，可从卫片、航片、DEM以及工程实地测量得来，根据所研究的对象程度采取不同精度的数据即可。获取了地表的地形数据后，二维空间表现为等高线图，使用等高线的疏密程度来诠释地形的起伏变化，其存在一定的短板^[1]。本次将工程1：500的测量图和高精度的航片数据置于GOCAD建模软件中，利用建模软件最大程度的模拟出真实环境的情况，有利于对地表山体、河流以及地质体的地貌作出更好的判断划分。见图1三维地貌图。

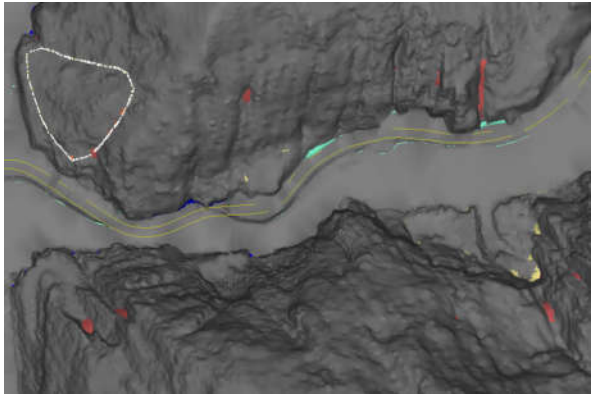


图1 坝址区地表三维模型（俯视）

②地下数据：地下数据相对于地表数据获取困难较大，地质专业学科，是利用有限的、多种类的手段去无限接近于真实的地下结构，最有效且便捷的方法为以地质学成因关系去推测模拟所有的地质体，即为地质测绘，通过地质测绘以及勘探、物探等手段后对建模区地下地质体有了一定的控制，此时关键步骤为将这些控制转换为三维空间数据。地质测绘内容可按照地质测绘精度，将其转换为三维空间中的测绘剖面，此次项目测绘精度为50m间距，形成的三维空间数据，其余实测钻探、物探可直接将其转换为对应的三维空间数据，所有的数据均可以点、线、面的形式赋予真实空间的坐标（X、Y、Z），即可完成地下数据的获取。见图2三维地质剖面图。

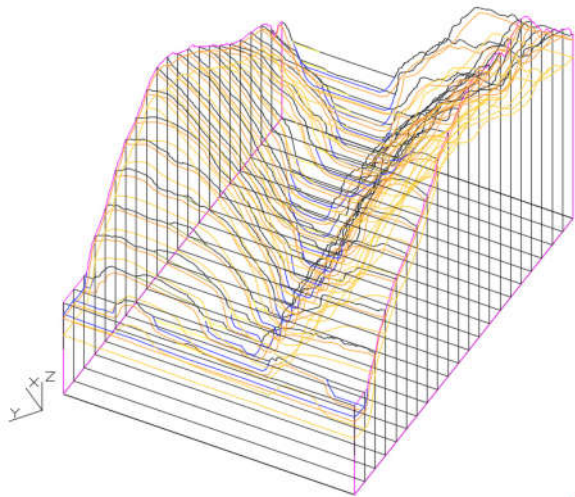


图2 三维地质剖面图（三维模型骨架）

1.2 整合建模

将所有的已知数据转换为三维的形式后，下一步即可采用三维软件进行建模，本次该项目的建模是采用了GOCAD建模，所有的数据形成三维空间后，需观察是否

能够满足建模区的控制精度，简而言之，一个有血有肉的实体，首先需要其骨架，所以我们的数据需根据不同地质体达到其边界控制，骨架控制，可满足研究所需即可。使用Gocad的点、线、面、体建模流程，进行地层的数据建模^[2]。完成地层建模后，制作出模型后反复观察，与实际地质情况不相符或误差较大处需对应修改数据或补充数据，对三维地质模型进行修改，最终完善三维地质模型，以达到工程目的。见图3坝址区三维地质模型。

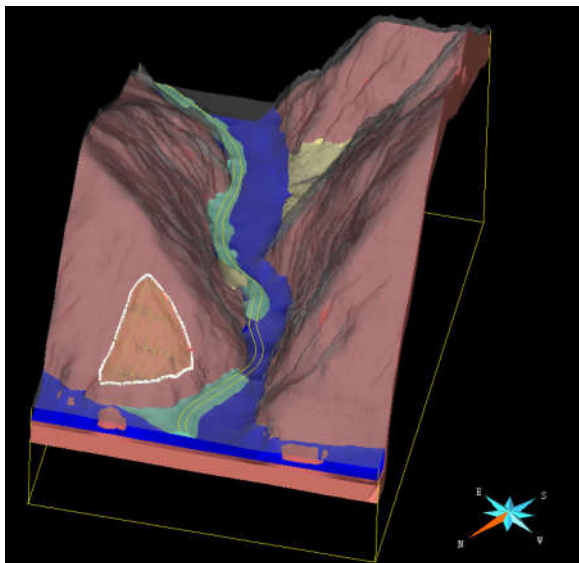


图3 坝址区三维地质模型

1.3 模型生成三维曲面供设计使用

建立好了坝址区的三维地质模型，可将地层曲面生成dxf格式，采用civil 3d软件（目前水利工程行业设计常用的三维软件），供设计进行建筑物选线，以及开挖方量计算等，见图3civil 3d打开模型曲面。

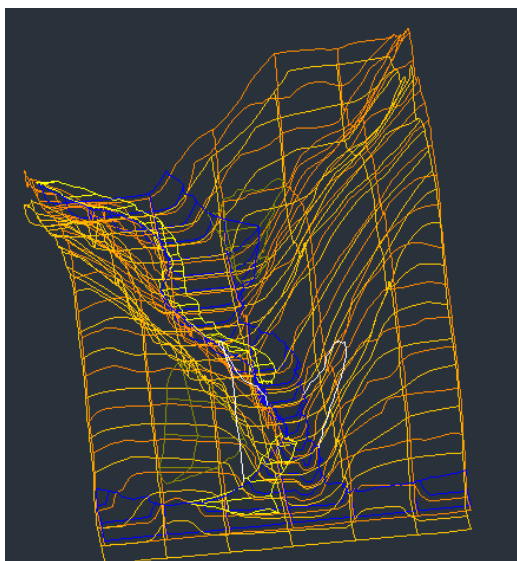


图4 civil3d 打开模型曲面

2 软件介绍

本次工程应用到的主要软件GOCAD、Autodesk Civil 3D、Autodesk CAD

①GOCAD: GOCAD (Geological Object Computer Aided Design) 软件是法国Nancy大学1989年开始开发的一款功能强大的三维地质建模软件。是国际上公认的主流建模软件，在工程地质、地球物理勘探、矿业开发、水利工程中有广泛的应用，同时也在众多石油公司和服务公司得到了广泛的应用。具有功能强，界面友好，易学易用，并能在几乎所有硬件平台上运行。

②Autodesk CAD: AutoCAD (Autodesk Computer Aided Design) 是欧特克公司开发的自动计算机辅助设计软件，用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计。AutoCAD具有良好的用户界面，通过交互菜单或命令行方式便可以进行各种操作。它的多文档设计环境，让非计算机专业人员也能很快地学会使用。在不断实践的过程中更好地掌握它的各种应用和开发技巧，从而不断提高工作效率。Autodesk CAD具有广泛的适应性，可以用于土木建筑，装饰装潢，工业制图，工程制图，电子工业，服装加工等多方面领域。它可以在各种操作系统支持的微型计算机和工作站上运行^[3]。

3 硬件环境

安装以上三款软件之前，请确保计算机满足最低系统要求。如果系统不满足这些要求，则软件在操作系统级别上可能会出现问題。现将各软件电脑的配置要求整理如下，见表2.2-1:

表2.2-1 软件所需计算机硬件配置

软件	操作系统	CPU	显卡	内存
GOCAD (2017版)	Windows、 Linux、 Unix、IOS等	2.5 ~ 2.9GHz (基本) 3.0+GHz (建议)	4G	4G (基 本)、8G (建议)
Autodesk (CAD、 Civil 3D)	Windows、 Linux、 Unix、IOS等	2.5 ~ 2.9GHz (基本) 3.0+GHz (建议)	4G (基 本)、8G (建议)	8G (基 本)、16G (建议)

4 重难点分析

其中关注点和难点有以下几点:

- ① 基础数据如何转换为可利用的三维空间数据。
- ② 数据量能否满足建模的需求。
- ③ 建模的准确度和应用。

解决方案剖析

从野外获得的第一手资料包含地质测绘、勘探、物探等，其中勘探和物探在野外实施时即为三维数据，只

需简单汇总处理即可。但仅靠实际的勘探、物探等工作远远不能达到建模的数据要求,如何利用好地质测绘是关键,地质测绘分为平面地质测绘和剖面地质测绘,平面地质测绘是一个眼见为实的东西,其控制了地表地质体的边界,可采用测量仪器对其三维数据准确的获取整理即可。对于剖面地质测绘,为更好的控制三维地质体,就须对测绘剖面的布置以及测绘精度划分,例如河床需垂直河床布置测绘剖面,控制其河床宽度,顺河床布置控制其坡降,两条测绘剖面即可最简单的控制了河床堆积物的空间形态,但是由于河流宽度变化较大,坡降较大就须加密地质测绘剖面来控制河床。故对拟建三维地质模型的区域,进行地质剖面测绘精度的划分和布置是重点,以最少的地质测绘剖面工作达到控制住每一个地质体。例如本次项目地质测绘采用了200m测绘间距,局部重点加密,即可将三维地质模型控制在一定精度^[4]。有了较为精准的剖面测绘资料,将其转换定位为真实的三维坐标即可参与到建模数据中,故地质剖面测绘控制了模型的精度和准确度。模型的精度,达到应用目的或工程目的即可,不然就本末倒置了。三维地质建模前,需编制建模大纲,可从地质测绘,必要时可布置实物工作量,才能更好的完成三维地质建模工作。

结束语

综上所述,三维地质建模技术在水利工程等领域具有广阔的应用前景。通过本文的研究,我们成功构建了坝址区的三维地质模型,并探讨了建模过程中的关键技术和难点。随着技术的不断发展,我们相信三维地质建模将在更多领域得到广泛应用,为工程设计和地质研究提供更加准确、全面的数据支持。未来,将继续探索三维地质建模的新方法和技术,推动该领域的发展和创新。

参考文献

- [1]马东林,王文虎.三维地质数据模型在某低品位钒钛磁铁矿地质勘探中应用[J].矿业工程,2022,20(4):63-66.
- [2]王智纲,杨晋升,张瑞忠.基于3DMine的矿化域模型构建与资源量估算:以南美洲某浅成低温热液型金矿为例[J].地质学刊.2023,47(4).DOI:10.3969/j.issn.1674-3636.2023.04.004.
- [3]李竞.三维地质建模技术在岩土工程数值模拟中的应用[J].海峡科技与产业,2017(3):116-118. DOI:10.3969/j.issn.1006-3013.2017.03.041.
- [4]刘明发.土石混合体斜坡地质结构精细探测方法及应用[J].中国新技术新产品.2021,(18).DOI:10.3969/j.issn.1673-9957.2021.18.042.