

# 水利水电工程地质三维统一建模方法研究

郭岗

中国水电建设集团十五工程局有限公司, 陕西 西安 710065

**【摘要】:** 我国大型水利水电工程由于水资源和水电工程地质勘探对地形地貌、地层界面、断层、地下水位和地质信息、风化层厚度等离散数据都是离散的, 传统的地质分析方法不能准确、方便地分析和地质工作者不能得到分布和相互影响的关系, 也不能对大坝的设计和施工进行有效的指导。随着计算机辅助设计技术的迅速发展, 水利水电工程空间可视化三维地质模型的建立与分析是一个亟待解决的问题。

**【关键词】:** 水利水电工程; 三维统一建模; 方法;

三维统一建模方法是将大量地质资料和地质工作者的分析判断结果抽象为已有条件下的可视化地质模型, 并将复杂的空间关系可视化。通过旋转模型, 可以从不同的角度观察模型。该技术能够充分利用计算机分析和管理的的手段, 实现全过程的信息处理, 是一种实践证明的工程地质超前处理方法。实践证明, 三维信息处理系统在水利水电工程地质管理中具有重要作用。

## 1 水利水电三维地质统一建模的要素

### 1.1 三维地质统一建模的要素。

研究得出, 一个完整的三维统一建模包括地形、地层、断层、岩性、风化线、结构面、覆盖层、地下水水位线、基岩分界线等基本要素。根据每个要素的几何形态, 可以把这些要素分为三大类: 面状要素、点状要素及体状要素。面状要素指的是一个抽象的三维表面, 可以用不规则三角网格和规则网格来具体的描述; 体状的要素一般可以抽象成一个三维的实体, 用实体模型来具体的描述。

### 1.2 三维地质统一建模的特点。

经过实地勘察, 总结出三维统一建模的特征:

(1) 该模型可以全方位的对数据进行动态的显示, 所表达的地质轮廓和地质构造更加直观、准确、有效;

(2) 该模型可以解剖和分析三维模型, 从不同的剖面 and 角度对地质结构进行综合的研究和分析;

(3) 对于地下的建筑物, 该技术的成功运用能帮助我们得出建筑物本身的地质模型, 可以更清楚的显示其他的地质条件而进行设计;

(4) 该技术可以帮助工作人员以整体三维地质模型为基础, 重新构建三维岩体的模型, 并对其进行三维可视化的分析, 能对填挖区域表面积和填挖体的工程量进行准确快速的计算。

## 2 水利水电工程地质信息三维建模方法体系

### 2.1 总体结构设计。

基于计算机辅助设计的地质信息三维统一建模的总体结构如图1所示。建模的具体过程为: 首先以面向对象技术为基础, 将原始地质勘探数据和工程数据进行分类, 然后分别对自然地质对象和人工对象进行插值、拟合和几何建模, 分别构建出三维地质模型和工程建筑物模型, 最后通过对这两种模型进行布尔运算完成工程地质三维统一模型。

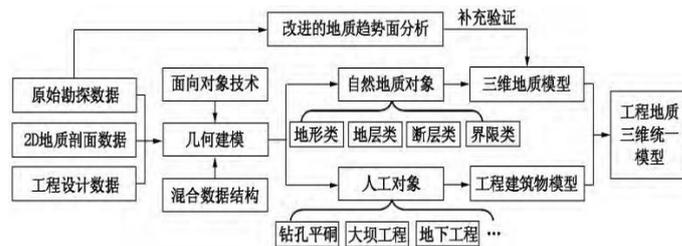


图1 水利水电工程地质建模总体结构

### 2.2 三维地质建模实现框架。

对地质对象的三维地质建模是三维统一建模体系研究的重点, 整个模型由地形模型系统、地质结构面模型系统、和地质体模型系统3个子系统组成。

### 2.3 三维统一建模的关键技术。

(1) 面向对象的分析方法。面向对象的分析方法是利用对象的实体、关系、属性等要素进行分类分析的方法, 是把现实世界模型化的一种方法。面向对象技术的基本概念主要有: 对象、类、方法、消息、抽象性、封装性、继承性等。基于面向对象的分析方法, 可以将水利水电工程地质对象分为地形地层类、断层类和界限类, 而工程建筑物对象可分为大坝地上工程类、大坝地下工程类和土方开挖工程类。

(2) 地质曲面的拟合技术。地质曲面的拟合技术是基于数

地质学的基础进行的,通过定量研究地质学基础理论和定量探寻地质资源,将离散不规则分布的地质勘探结果进行插值和逼近,形成区域性的整体数据。在地质曲面构造中运用较多的插值和逼近方法包括按最近点距离加权平均法、按方位取点加权法、双线性插值法、移动曲面插值法等。

(3) 三维几何对象的任意布尔算法。三维地质模型基于 NURBS 技术和 BRep 结构来实现地质体重构的,所以面与体、体与体的布尔切割运算的基本原理是相同的。基本步骤为:一是检查是否相交;二是计算交线;三是进行表面的判定分类;四是删去与结果无关的边界,建立新的数据结构。

### 3 对三维统一建模的可视化分析

三维统一建模最突出的优点是可以直观的看清每个单元之间空间分布的真实情况以及他们之间相互联系的情况。它不但能对已经完成的勘探工作进行验证,还可以给后续的工程提供可靠的理论依据。具体表现在:

(1) 三维统一建模对勘探地区的地质轮廓做了形象的展示;

(2) 三维统一建模给我们详细的展现了地质体所在的地层以及岩性,给施工人员选择适合的挖洞地质提供了有利的依据,所以在具体施工之前应该先具体分析地质模型进行模拟钻孔、模拟平硐、模拟挖洞的情况,使盲目施工造成的经济损失尽可能的减少,使工作效率得到大大的提高;

(3) 在已构建的三维模型上任意的切割地质剖面,进而得出所需要的详细的地质信息,比传统的野外探测计算,对模型的可视化分析更加方便和快捷。三维建模的具体流程图见下图:

### 4 水利水电工程地质信息建模的优点和难点

地质信息建模是基于数学地质理论、计算机图形学、科学计算可视化技术和地理信息系统技术等理论发展起来的地质分析方法,其实质是将地质信息以计算机的数据表达方式进行重构,并以简单直观的方式呈现给用户。

4.1 大型水利水电工程地质信息建模主要有以下优点:一是通过建模可以辅助地质人员对人工设施的勘探和施工进行指导和优化;

### 参考文献:

- [1] 潘辉亚.浅谈水利水电工程地质三维统一建模方法研究.2018.
- [2] 刘明超.水电工程地质信息三维可视化与分析.2017.

二是可以方便快捷地进行地质分析,大大减少工程设计人员的绘图工作量;三是可以辅助进行工程的优化设计,提高设计的水平和效率。

4.2 水利水电工程地质信息三维建模研究的重点和难点可归纳为:一是水利水电工程地质信息的数据结构不能满足建模需要。由于地质数据繁多且数据量大,按照目前的数据机构进行三维建模,其模型精度和数据存储量都无法满足应用需求,需要探求数据量更小、精度更高的数据结构才能满足模型的快速分析要求;二是地质体属性的不确定性。原始数据不充足、信息源相互矛盾、地质体本身的复杂性等都是影响地质体属性不确定的因素;三是全面准确的原始地质数据难以获得。在实际工程中,一方面是技术和经费限制了资料的获得,另一方面有些原始数据本身就缺乏解释或者来源较为模糊。

### 5 最终的三维统一模型

为了使不同结构间的视觉差别和物力特征表达的更加真实清楚,使用表面颜色和纹理来对各种地质对象进行渲染,对岩体表面纹理的描绘不必过于细致,可以用扰动函数法进行模拟,通过扰动物体表面法线方向来模拟表面凹凸纹理的真实效果,以达到满足感官观察需要的目的。该方法是在原来表面的法线方向附加一个扰动的函数  $P(u,v)$ ,此函数使得原来法线方向的光滑、缓慢的变化方式变得短促而剧烈,以光照使得表面形成了凹凸粗糙的效果,不同的扰动函数的控制下生成的纹理也不同。根据该计算方法,并结合地质图的制图标准,根据实际的岩石照片和对岩性的描述,可以形成一套新的三维图例库,可以描绘各岩层体和岩脉的表面纹理,其他的结构体如断层、软弱岩带、风化卸荷带、地下水位线等应该使用标准的颜色进行显示,以获得特征鲜明逼真的效果。通过对模型的修改和完善,构建起最终的三维统一的模型,其特点和要求可以总结为:确定性、可视性和可快速修改性等。

总之,三维统一建模是一项比较系统复杂的工程,在具体的建模的过程中,需要合理的运用相关的地质知识,分析和筛选材料,建模以后还要根据具体情况对其进行核实,采用交互式的编辑工具对其进行完善工作。