地矿测绘
Geological and Mineral Surveying and Mapping
第 8 卷◆第 4 期◆版本 1.0◆2025 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

基于理正勘察三维地质建模的研究与应用

卢杨　胡国栋　仇明慧
中工武大设计集团有限公司
DOI:10.12238/gmsm.v8i4.2215

[摘　要] 三维地质建模是定量化研究地下地质信息的有利工具,其广泛应用于展示和分析地下三维地质结构。基于理正工程地质勘察建模软件,以武汉市东湖低排泵站新建工程为例,采用克里金插值法进行数据补充,运用点-面-体的构模思路,实践确定了理正勘察三维地质建模技术路线,完成了三维可视化及基于可视化模型的操作应用。依托于Revit三维设计平台,使用理正岩土BIM For Revit插件,完成了地质模型体的导入,开展与下游专业协同化交互设计,对模型体可实施面体剖切、地质开挖等二次处理应用。
[关键词] 理正勘察；三维地质建模；泵站工程；Revit；模型剖切
中图分类号：TH3　文献标识码：A

Research and application of three-dimensional geological modeling based on rational survey

Yang Lu　Guodong Hu　Minghui Qiu
Zhonggong Wuda Design Group Co., LTD

[Abstract] 3D geological modeling serves as a powerful tool for quantitatively studying subsurface geological information, widely applied in demonstrating and analyzing three-dimensional geological structures. Using Lizheng Engineering Geological Survey Modeling Software as a case study for the new Donghu Low-Pressure Pump Station project in Wuhan City, this research employs Kriging interpolation for data supplementation. Following a point-surface-volume modeling approach, we established Lizheng's technical roadmap for 3D geological modeling in geological surveys, achieving three-dimensional visualization and practical applications through visual models. Leveraging the Revit 3D design platform and Lizheng's BIM For Revit plugin, we successfully imported geological models, conducted collaborative design interactions with downstream disciplines, and implemented secondary processing operations including surface-volume cross-sections and geological excavation.
[Key words] rational survey; 3D geological modeling; pumping station engineering; Revit; model sectioning

引言

随着BIM技术拓展,工程地质勘察需要更全面反映地质与空间信息,而传统二维成果专业化高、离散性大、分析片面且缺乏空间展示。三维地质建模技术借可视化实现地质体等的数字化重构,可高效助力分析与设计[1]。

当前三维地质建模软件在多领域普及,能立体可视化表达地质构造,优于二维图纸[2],多基于Autodesk等平台开发,如Revit等；理正LZGeo3D可直读“理正勘察CAD”数据自动建模。水利工程地质复杂、精度要求高,以武汉东湖低排泵站为例,用理正软件建模、开挖等,直观呈现地质结构,还完成与Revit的数据交互[3]。

1 理正三维地质建模研究

理正三维地质建模系统(LZGeo3D)是一种全新的面向工程的三维地质建模方法,系统以钻孔数据、地形数据为基础,融合地质结构等信息,构建面向工程应用的三维地质模型。该模型可进行任意方向、任意形状的剖切,并可直接生成符合工程勘察要求的剖面图。系统实现了三维地质建模与工程勘察的有机结合,在工程勘察和岩土工程等领域具有广泛的应用前景。

1.1三维地质建模技术流程

根据勘察工作技术特点,确立了利用钻孔数据和空间插值法建立可靠地层界限混合构模,采取理正建模软件及其开发插件逐层修正、实体化,并构建实用三维地质模型的技术思路。基础资料主要利用二维地形图、钻探资料、剖面数据等,进而创建

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

出三维地质模型[4]。建模主要技术流程为：地形面建模、数据预处理、层面建模、层面编辑、模型创建等。

地形面建模：创建或导入地形面。

数据预处理：将原始数据再加工,为三维建模提供数据,如三维平面图、辅助剖面。

层面建模:创建各种地质要素中间成果,包括层面法和剥层法。层面法创建较完整的三维层面,如岩层、断层等。剥层法创建地层体,适用于较破碎的地层。

层面编辑：编辑修改层面法创建的三维层面的空间形状。如层面剪切、层面入库等。

模型创建：生成三维地质模型。

1.2空间插值方法

三维地质建模的核心内容之一就是构建地质界面,而钻孔数据等原始数据无论是数量还是分布质量实际上往往达不到构建完整曲面的要求,比如钻孔数量稀少、钻孔间距过大等。由于原始的钻孔数据获取需要大量的时间成本和经费,而对于三维地质建模,大量的地层数据又是非常必要的。空间内插能够使建模采样点均匀分布,主要手段是根据已知点数据值预测未知区域的空间数据值,为地层表面模型建立提供数据基础[5]。

空间插值方法众多,本文主要采用克里金插值方法,由法国的Matheron提出,最初用于估计矿产品位,目前广泛运用在地理信息领域。它是根据插值点的位置坐标不同、与已知点的相关程度的不同,对每个插值点赋予不同的权重,进行灵活的加权平均,从而估计插值点对应属性值的插值方法。

2 泵站工程地质建模应用

泵站工程是由进出水构筑物、泵房、主机组、电气设备等组成,将水从低处抽到高处,一般用于排水、灌溉、城镇生活和工业供水等的水利工程。本文以“武汉市东湖低排泵站新建工程”项目为例,运用理正勘察三维地质建模软件,结合实际工程勘察数据资料,完成三维地质建模应用操作。

应用操作流程为:首先将AutoCAD上处理后的测量数据及工程地质勘察CAD8.5PB2上的钻孔数据导入理正勘察三维地质软件,然后根据导入的地形图、钻孔信息分别建立地表模型和地层模型,最后根据各个层面构建出三维地质体,并实现点-面-体的模型构建思路。

2.1工程概况

东湖低排泵站是武汉“四水共治”重点项目、东湖水系排涝骨干工程,位于武汉经开区东部,为Ⅱ等大(2)型工程,设计排涝流量90m³/s,装机功率10800kW,总投资42230.43万元,主要建设进水渠、泵房等。

区域属淮阳山字型构造与华夏系构造复合部位,新构造活动弱,无中强地震,场地适宜建设;勘察场地位于江汉平原东部,紧邻长江大堤,地面高程16.88m~26.43m,属长江III级阶地前缘,揭露地层以第四系粘性土为主,下伏上第三系-白垩系泥质粉砂岩,详情见表1。

表1 各分布土层及主要特征一览表

层号	土层名称	时代成因	层面埋深m	厚度m	颜色	状态	压缩性	包含物及其它特征
①	杂填土	Q_4^{ml}	0	0.8~12.5	杂色	松散	高	主要由粘性土夹杂碎石、混凝土块、砂土等建筑垃圾组成,局部地段底部可见少量淤泥。
②-1	淤泥质粉质粘土	Q_4^{al}	0~12.5	1.2~16.0	灰褐色	软~流塑	高	含氧化铁,切面粗糙,韧性中等,偶夹薄层粉土。
②-2	粉质粘土		2.0~20.0	1.1~21.9	褐黄色,灰褐色	可塑	中	含有机质,切面粗糙,韧性中等,偶夹薄层粉土粉砂。
③	粉质粘土	Q_4^{al+lb}	7.3~27.0	0.8~6.8	褐黄色	可~硬塑	中	含氧化铁、铁锰质结核,切面粗糙,韧性中等。
④	粉质粘土		8.3~29.5	最大层厚22.0m	褐黄色	硬塑	中偏低	含氧化铁、铁锰质结核及少量灰白色高岭土团块,切面粗糙,韧性中等,局部地段夹有含量不等卵、砾石。
⑤	粘土夹碎石		20.8~39.9	最大层厚9.2m	杂色	硬塑	中偏低	含氧化铁、铁锰质结核及含量不等碎石,碎石主要成分为石英砂岩,含量一般为10~30%,粒径20~60mm。
⑥	强风化泥质粉砂岩	K-E	31.7~42.7	最大层厚13.7m	褐红色		低	原岩结构已被破坏,岩芯风化严重,大部呈砂土状,偶夹少量中风化岩块,取芯率偏低,属极软岩,极破碎岩体,基本质量等级为Ⅴ级。

2.2数据获取及预处理

本项目使用的三维地质建模数据较为全面,内容主要包括工程地质勘察报告、实测地形图、工程地质勘察CAD8.5PB21项目数据库和地质剖面图等。

2.3面模型构建

2.3.1地表地形面建模

预处理后的CAD地形图,按“数据导入→平面图→导入原始图”导入理正勘察三维地质软件(高级版);再按“数据导入→导入GICAD8.5PB21的GICAD8.mdb文件→项目三维数据库”导入源文件,随后用曲面建模功能。调整地形图图层为等高线、高程点对象,选层后勾选 “网格均匀化插值”拟合曲面,生成图1地表地形曲面。

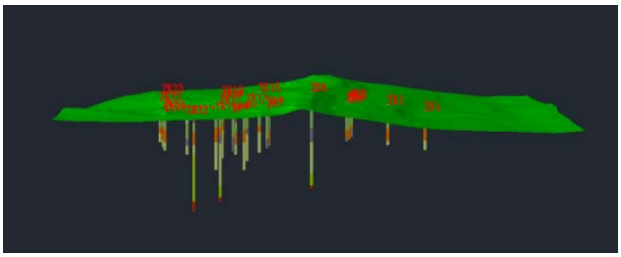

图1 地表地形曲面展示图

2.3.2地层面建模

以完成信息编辑和插值处理的钻孔数据为基础,进行地层面建模操作。层面建模有两种方式,一种是层面法,另一种是剥层法。前者适用于地层在模型范围内为连通层,地层完整的情况;剥层法适用于模型范围内地层较破碎,同一地层多处分布的情况。

本项目既有岩层面,也有土层面,采用层面法创建。操作步骤为:地质要素建模→地层(面)→创建地层面,创建成功后显示效果如下图2。

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

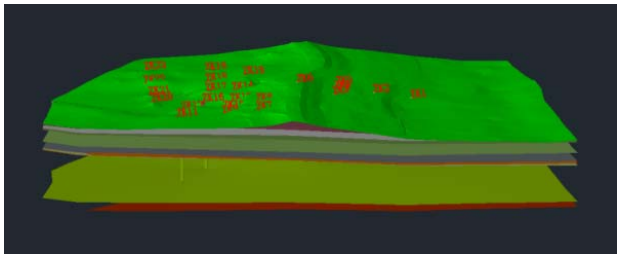

图2 地层面创建展示图

2.4三维模型构建

根据数据库中已创建的各地质层面数据,软件自动进行计算处理,生成当前工程的三维地质体。操作步骤为：模型创建→自动创建三维模型,生成三维模型如下图3。

三维地质模型生成后,可将三维模型数据保存为理正标准接口*.lzg3d格式,或者保存为*.Lzrvt格式文件,可供理正岩土BIM(Revit)软件使用。

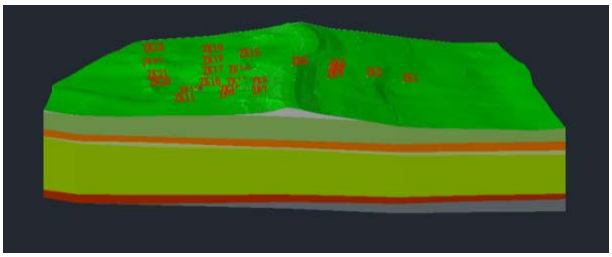

图3 生成的三维地质模型展示图

3 数据交互与模型应用

3.1数据交互研究

水利工程BIM三维设计成果与平台密切相关,选平台需考虑建模能力、数据兼容性等。Revit是Autodesk开发的BIM软件,支持多专业协同,可与Inventor等欧特克软件交换数据,也能转IFC等标准格式供第三方使用[6],本文用其开展交互设计研究。

武汉市东湖低排泵站工程中,理正勘察三维地质软件(高级版)生成含几何、属性信息的*.Lzrvt格式模型文件,借助基于Revit二次开发的理正岩土BIM For Revit插件,在Revit导入地质模块,便捷高效建模,缩短时间、节省转化工作量。

3.2模型处理应用

生成三维地质模型后,主要操作应用包括:①模型多向剖切,任意角度切图,剖面图可输出为*.dxf、*.dwg格式文件；②参数化建模,模型模拟开挖或导入外部实体开挖；③围岩分级、体积查询等。

模型体的二次处理是实现理正勘察三维地质软件(高级版)和Revit发生数据交互之后,在Revit软件上对模型体进行应用编辑,比如模型体的剖切及地质开挖等。

4 结语

本文以理正勘察三维地质建模软件和Revit为核心工具,形成成果并验证价值,具体结论如下：

(1)确定水利水电工程地质三维建模方法与流程,以理正软件为平台,采用克里金插值法、“点-面-体”思路,实现地质信息三维可视化及后处理应用。

(2)建立BIM交互设计流程与新路线,以Revit为平台,借开发插件打通“CAD8.5—理正软件—Revit”全流程,覆盖资料输入、建模与交互设计。

(3)经武汉东湖低排泵站工程验证成果有效,未来可推广至更多水利工程,为BIM协同设计提供地质数据,提升模型利用率。

[参考文献]

[1]张坤.铁路工程地质BIM系统研发与应用[J].铁道标准设计,2023,67(9):1-6.

[2]罗明坤,齐嘉义,荣海.基于GOCAD方法的漳村煤矿三维地质建模[J].技术应用与研究,2022,(09):78-80.

[3]刘黎溪,李万红,苏丽娜,等.天水曲溪供水工程地质BIM技术应用研究[J].中国农村水利水电,2020,(10):219-221,227.

[4]刘莉,李国杰,乔伟刚.基于Civil 3D的三维地质建模方法及应用[J].水运工程,2018(8):140-144.

[5]钱睿.基于BIM的三维地质建模[D].北京:中国地质大学(北京),2015.

[6]王宁,陈嵘,杨新军,等.基于BIM技术的水利工程三维设计研究与实现[J].人民长江,2017,48(1):156-159.

作者简介：

卢杨(1990--),男,汉族,湖北郧西人,本科,中工武大设计集团有限公司,高级工程师,研究方向：水工环方向。