

# 服务于地铁施工的三维地质模型快速构建方法

李 奇 何跃川 汪 宇 肖 薄

(中铁科学研究院有限公司,成都 611731)

**【摘 要】**本文介绍适合城市轨道交通工程施工单位的地铁工程三维地质模型快速建立方法,基于 AECOSim Building Designer 软件平台,利用地质剖面图,通过插入控制点,拟合地质界面,链接地质属性,最终建立三维地质模型。建模简便,数据来源于施工方日常使用数据,能满足施工方日常生产使用。实现三维地质可视化和查询数据的效果,从而使现场技术人员和管理人员更加真实、直观地认识各种地质结构,辅助解决各类地质施工问题。

**【关键词】**三维地质; AECOSim Building Designer; 地铁工程; 快速建模

**【中图分类号】**TU17 **【文献标识码】**A

**【版权声明】**本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

## 引言

从上个世纪 70 年代三维地质建模的提出和应用以来,随着三维地质建模理论和技术的成熟,地质体三维建模方法<sup>[1-3]</sup>和软件<sup>[4-8]</sup>大量涌现。但是这些三维建模路线均需要大量数据和复杂算法,最终做出来的地质模型成果较为精确;但施工单位没有足够丰富的数据和精力去用于建模。因此基于施工单位实际获取数据情况,探索一套需求数据少、建模快速、适用于地铁施工单位模型应用需求的三维地质模型建模方法很有必要。

AECOSim Building Designer (简称 ABD) 软件 ABD 是 Bentley 公司在 MicroStation 的基础上开发了一系列应用模块而来。早期 Bentley 软件制作信息模型并没有一个统一的平台,而是各个应用模块通过基础平台 MicroStation、信息架构平台 Triforma 来创建三维信息模型,三者是相对独立也有一定的组合关系,版本之间也是有兼容性问题的。后来,各个应用模块逐渐与 Triforma 融合,慢慢衍变成现在的数据结构形式 Part + DataGroup,其中 DataGroup 定义 BIM 对象是什么,Part 定义 BIM 对象长什么样子,其中 Part 概念就是来源于 Triforma。在 2012 年

Bentley 推出新一代的 AECOSimBD,它将原来的许多设计模块结合在一起,图形平台和专业设计模块结合更加紧密。为使用者提供了一个整合、集中、统一的设计环境,可以完成多个专业从模型创建、图纸输出、统计报表、碰撞检测、数据输出等整个工作流程。更加完美的解决行业需求,让多个专业之间的协同工作更加无缝。

## 1 三维地质快速构建方法

三维地质建模中将原始数据分为空间数据和属性数据两类,空间数据用于建立几何模型,用于模型的空间三维形态展示,作为属性数据的载体;属性数据用于建立数据库,用于模型的各种应用分析的基础。几何模型和数据库的建立形成三维几何信息模型通过可视化展现给用户,有助于用户更加真实、直观的认识各种地质结构,辅助解决各类地质施工问题。三维地质信息模型如图 1 所示。

### 1.1 建立地形模型

#### (1) 数据预处理

对地形底图(\*.dwg、\*.DGN 等二维图纸)中所有高程点进行预处理,使所有高程点在同一图层中。当地形图中高程点的 Z 坐标值文字标注不一

**【作者简介】** 李奇(1990-),男,工程师,主要从事基础设施领域 BIM 技术研发方面工作。

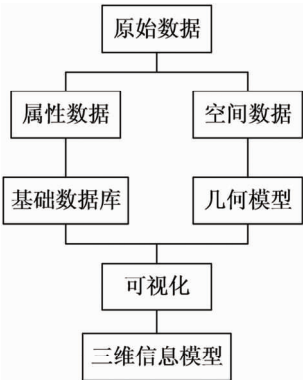


图1 三维地质流程图

致时,无法生成符合实际情况的模型,此时需要对图纸中高程点的 Z 坐标进行手动处理,使其与图纸的文字标注相符。

(2)创建地形模型

新建文件,导入预处理好的地形图,参考地形图时注意 2。1 统一坐标系和比例尺。创建过滤选择,选择高程点,进行插值和拟合<sup>[9-10]</sup>生成地形模型如图 2。

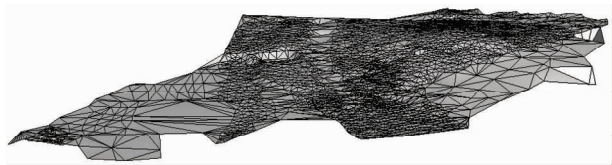


图2 地形模型

2 建立三维地质模型

(1)数据预处理

将地质剖面图参考进文件,处理剖面图在垂直方向和水平方向上的比例尺,使两个方向的缩放比例相同。旋转剖面图,使其竖直方向与软件内的 Z 轴平行。参考总平面图,调整坐标和统一比例尺,在软件内的 xOy 平面内将剖面图沿线路走向进行平

移,将 xOy 平面内将钻孔点处地层分界线与钻孔点相交点移动至总平面图上对应的钻孔点处,与总平面位置相对应。

(2)生成地质层面

首先创建地质图层,使得每种地质层有对应的图层,然后使用创建智能线功能绘制地层分界线,不同的地层分界线使用不同的图层创建,在钻孔处绘制地层分界线时做打断处理。地层分界线绘制完毕后,使用自动创建复杂多边形命令,连接相同地层分界线形成地层面。如图 3 所示。

(3)实体地质模型建立

将创建的复杂多边形进行网格化,然后将网格增厚自动形成网格体,再将网格体转化为智能实体,转化成智能实体是为了以后方便与其他 BIM 构件相切、开洞等运用。建立实体模型后将地形模型参考进入,做布尔运算将超出地形面以上的多余模型切除掉。流程如图 4 所示。

(4)地质属性录入

三维地质模型的数据结构是“信息 + 模型”,用来表达实际存在的对象。信息模型的属性是通过“对象类型 + 对象样式”(英文为“DataGroup + Part”)来设置的。前者表示信息模型对象是什么;后者表明信息模型对象是如何表现的<sup>[11]</sup>。因此需要设置每种地质体的信息<sup>[12]</sup>,在对象类型里面添加地质体名称、围岩等级、是否有重要建筑、地下管线复杂区域等信息<sup>[13]</sup>;在对象样式里添加图层、线宽、二维切图填充图案、工程量统计、渲染材质等表现属性。如图 5、图 6 所示。

3 工程案例

3.1 工程概况

青岛市地铁 8 号线大洋站—青岛北站站区间是青岛市地铁 8 号线横跨胶州湾北部的跨海区间,是控制全线工程的最重要的节点工程。青岛市地铁 8

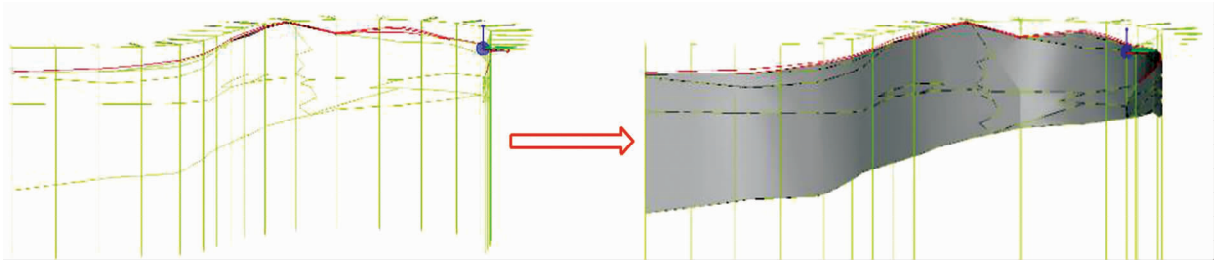


图3 地层面建立流程

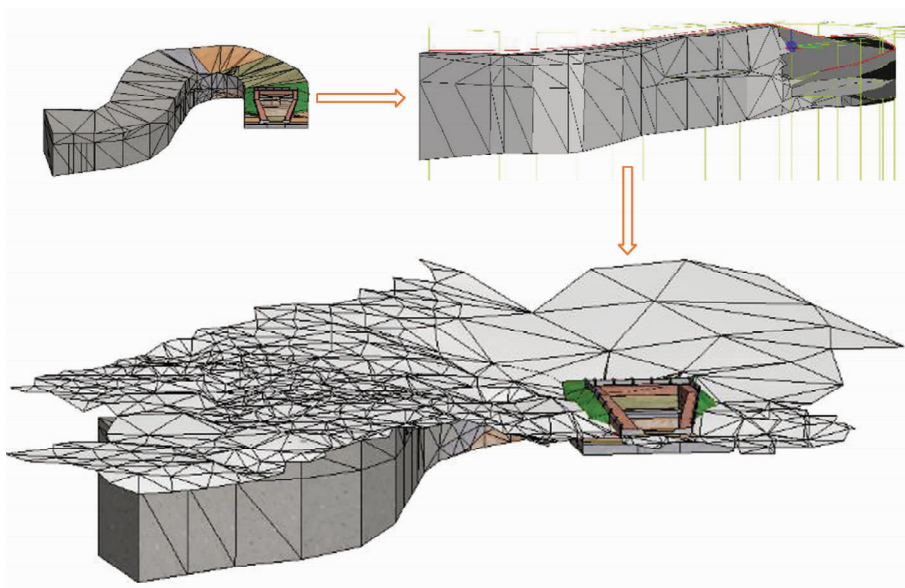


图4 实体模型建立流程

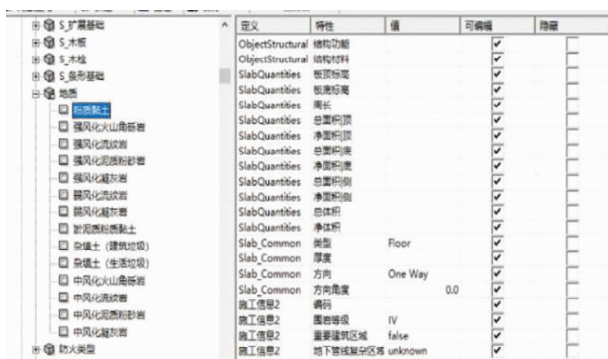


图 5 类型属性

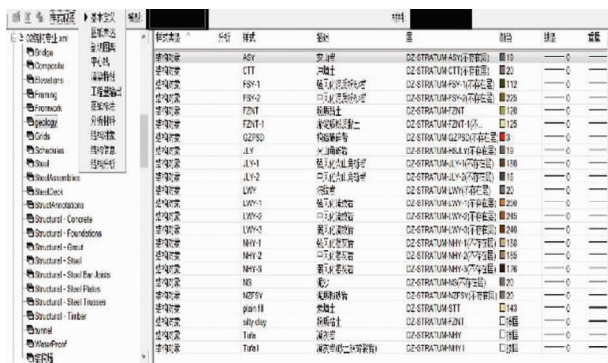


图 6 样式属性

号线过海段区间为大洋站—青岛北站区间,区间设计起点里程为 YDK38 + 895.063,区间设计终点里程为 YDK46 + 659.840 (ZDK46 + 795.762),区间长约为 7.900km。大洋站至海域区间为剥蚀堆积地

貌、剥蚀地貌和侵蚀堆积地貌。区间穿过东大洋社区段为剥蚀堆积地貌,整体东高西低。剥蚀地貌主要为红岛区的东大山(最高 48m),海域与陆地呈断崖式基岩岬角岸;侵蚀堆积地貌一准平原区分布于红岛东大洋村南,地表为耕地、现代建筑及道路。线路区域海底地貌可以分为三大类:海蚀地貌、海积地貌和人工地貌。常规的地勘报告对于不是地质专业的施工人员来说是比较难以理解的,三维地质模型能形象、直观的展示施工区域的地质状况,因此建立地质模型时很有必要的。

### 3.2 工程应用

依托本项目开发的“托本项目开发的项目信息管控平台”通过本文介绍快速建模方法,基于 ABD 软件建立大洋站~青岛北站区间地质模型,为平台提供重要的地质数据。

### 3.2.1 模型建立

因为本项目现有地勘资料只有地质纵断面CAD图纸,依据地质区间纵断面图,依据本文介绍三维地质模型快速构建方法建立大青区间地质模型。刚建立的地质模型都只有默认的材质,需要进行材质的替换,以便用户直观认识。

### 3.2.2 数据应用

将建立好的地质模型,通过开发插件转换成适合本项目平台的文件格式,将地质三维信息模型导入平台使用。

三维信息地质模型主要用于描述地下复杂的

三维地质环境,将复杂的地质构造情况、地质体的形态和结构以三维的形式表现出来,使施工管理人员更加真实直观地认识各种地质体;同时支撑地质信息快速查询的功能,结合施工进度模块真实反应当前施工环境便于施工管理人员了解当前施工区域的周围环境,做好安全措施的准备<sup>[14-15]</sup>。

系统可实现地质块属性查询,包含了地质块的名称、围岩级别、还有地质的基本属性,如图9。



图7 大青区间地质模型

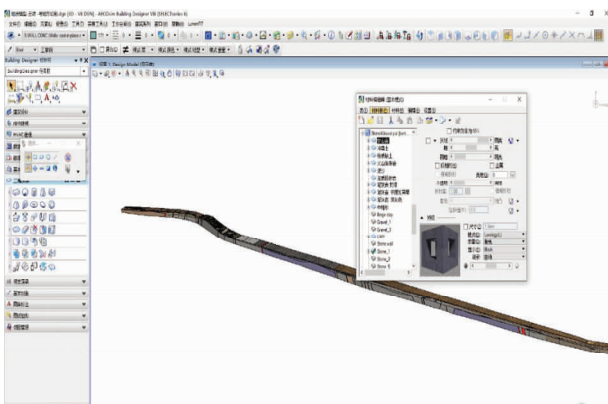


图8 材质替换



图9 平台地质属性查询

当盾构机掘进到破碎带、盾构上方有房屋等危险地带时,会弹出危险提示,提示管理人员当前要进入区域的环境情况,为管理人员进行合理规划施工方法、进度等提供决策依据,如图10~图11。

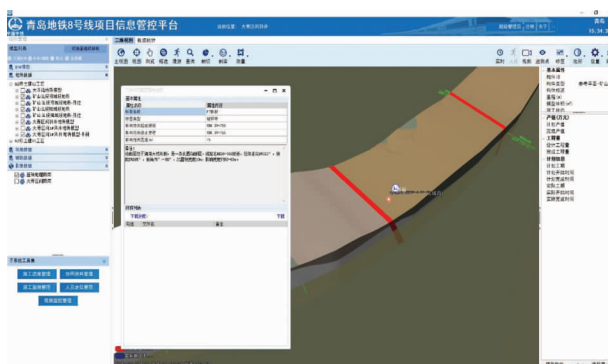


图10 断裂带危险环境提示



图11 上盖房屋施工环境提示

## 4 结束语

利用工程单位日常使用的地质剖面数据,通过简便操作进行三维地质的快速建立,降低地质建模对工程人员的技术水平要求,工程单位不必设专人进行建模或将建模工作外包,节省经费;地质模型能快速建立,缓解“建模速度跟不上施工进度”的尴尬问题,使BIM技术在施工项目中的应用更顺畅。同时有助于施工人员更加全面准确地掌握地质信息,进而更有效地组织施工方案和防护措施,对于隧道施工进度把控和隧道施工安全起到更重要的指导作用。本文介绍的快速建立地质模型方法因为只是利用了地质剖面图的数据建立的模型,因此在剖面以外的数据是不完全准确的。此方法建立的模型能满足施工管理人员了解当前施工区域的周围环境和直观地认识各种地质体。

## 参考文献

- [1] 唐丙寅, 吴冲龙, 李新川, 等. 一种基于钻孔地质数据的快速递进三维地质建模方法[J]. 岩土力学, 2015,

- 36(12): 3634-3635.
- [2] 翁正平. 复杂地质三维模型快速构建及更新技术研究[D]. 中国地质大学, 2013.
- [3] 崔扬, 李青元, 董前林, 等. 勘探线剖面图从二维转化为三维算法[J]. 测绘科学, 2016, 41(04): 128-130.
- [4] 邵国波, 郭艳, 蔡冰. GOCAD 软件在三维地质建模中的应用[J]. 山东交通科技, 2010(05): 25-27.
- [5] 王英豪. GeoStation 三维地质建模分析[J]. 水科学与工程技术, 2017(03): 9-10.
- [6] 王秋明, 胡瑞华. 基于 CATIA 的三维地质建模关键技术研究[J]. 人民长江, 2011, 42(22): 76-78.
- [7] 张亮, 姚磊华, 王迎东. 基于 COMSOL Multiphysics 的三维地质建模方法[J]. 煤田地质与勘探, 2014, 42(06): 14-19.
- [8] 朱春梅, 李满根, 任国刚, 等. Surpac 软件在巴彦乌拉铀矿床三维地质建模中的应用[J]. 东华理工大学学报(自然科学版), 2017, 40(01): 36-41.
- [9] 张春峰. 地质空间曲面重构及三维建模方法探讨[D]. 兰州大学, 2012.
- [10] 曾钱帮, 何小平. 三维地质建模的数学模型与显示方法[J]. 工程地质计算机应用, 2006, 43(03): 2-7.
- [11] 何文波. 基于 AECOSimBD 建立建筑三维信息模型中对象定义的方法[J]. 黑龙江水利科技, 2015, 43(01): 28-29+42.
- [12] 牛靳靳, 汪骁琦, 张宇辰. Bentley 三维软件中的 Workspace 定制与探讨[J]. 土木建筑工程信息技术, 2016, 8(6): 41-43.
- [13] 饶嘉谊, 杨远丰. 基于 BIM 的三维地质模型与桩长校核应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2017, 9(3): 38-42.
- [14] 朱贵娜, 杜斌. 地基基础设计中的三维地层可视化技术及应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(2): 97-100.
- [15] 吴加和, 潘树仁, 徐永清, 等. 极复杂山地煤田地震勘探采集技术研究[J]. 能源技术与管理, 2007(06): 48-49+52.

## Rapid Modeling Method of 3D Geological Model for Subway Construction

Li Qi, He Yuechuan, Wang Yu, Xiao Bo

(China Railway Academy Co., Ltd., Chengdu 611731, China)

**Abstract:** This paper introduces a rapid modeling method of 3D geological model for subway construction, which is convenient for construction companies in engineering of urban rail transit projects. By using the software platform of AECOSim Building Designer, a 3D geological model is finally established based on the map of geological cross section, through inserting control points, fitting geological interfaces and linking geological attributes. The modeling progress is easy, and the data are all of daily use for the construction companies, to satisfy the everyday application in construction engineering. The visualization of 3D geography and results of data query are able to create more real and intuitive understanding on various geological structures for the site technicians and managers, as well as to assist in solving different geological construction problems.

**Key Words:** 3D Geology; AECOSim Building Designer; Subway Engineering; Rapid Modeling