

BIM技术在岩土工程勘察信息模型中的快速建模方法研究

陈云钦

(福建岩土工程勘察研究院有限公司,福建省莆田市,351100)

摘要 岩土工程勘察阶段是通过对建筑场地的仔细调查与研究,分析其地质条件、环境特征与岩土工程条件等,对工程地质做出精细化评价。BIM技术在岩土工程中的合理应用,能够有效解决传统建模方式存在弊端,实现三维快速建模,提升工作效率。为此,探究了BIM技术下工程勘察信息模型的应具备的四种建模条件,结合三维建模思路,研究出一种基于BIM技术岩土工程勘察信息模型的三维快速、精确建模方法与流程,其标准化勘察成果能够为之后的设计与施工等建设全过程提供可靠依据。

关键词 BIM技术;岩土工程勘察;数字化;三维快速建模;建模流程

中图分类号:TU753 文献标识码:B

文章编号:1008-0899(2025)10-0039-03

1 BIM技术下工程勘察信息模型建模条件

1.1 数据库建立与勘察数据标准化

对工程现场各专业数据的勘探、测量和采集是实现快速建模的必要基础。通过专业仪器与实验过程等获取、传输、计算并存储符合使用条件的测量数据,构建标准化的数据库系统。标准、精确的勘探数据对于模型的建立有着至关重要的作用,所有模型数据都应符合三维建模要求、满足数据交换标准,才能实现BIM技术下的快速建模,为之后的建筑工程全阶段提供可靠建设数据与标准,实现项目的精细化管控,保证各参与方之间数据的有效共享、传递与协同作用^[2-4]。

1.2 工程地质分析推演系统与快速建模共存

地质结构与变化无法直观看到,因此对三维地质体模型的建设需要借助已测数据进行分析与推演。通过钻孔、地质测绘、仪器测量以及实地勘察等方式,得到地质体原始数据。建筑物的设计图纸与尺寸数据等都是已知的,因此,建筑工程信息模型的建立相对简单,而岩土体结构、地层曲面与地质体数据则是未知的,需要在尽可能多的测量数据

基础上,进行科学分析与推演,推测出地质体空间模型。另外,也需要充分考虑不良地质与地质体异常因素,结合岩土工程地质相关知识进行改动,适当的进行科研技术人员人工干预与修正。相比于传统建模方法,工程地质分析与推演的过程要尽量简便、高效,以达到快速建模的目的^[5-7]。

1.3 数据分析处理和协同工作

三维可视化信息模型的建立为建筑行业与地质行业相关阶段提供了精确的数据参考与协同作用可能性。将岩土工程勘察与探测数据资源、岩土工程勘察三维可视化信息模型、工程设计与施工过程结合起来,建立数据统一化、标准化与共享化的数据库,发挥有限探测数据潜在的分析与处理价值,不仅能够协调岩土工程建设全过程中各专业之间碰撞问题,生成协调数据,提升设计、施工与运营等过程的管理效率,例如,基础方案设计与改进阶段、岩土工程设计环节、工程质量监测阶段等;还能够满足不同行业对岩土工程勘察数据的调用需求,实现勘探数据与工程信息模型的最大化价值。

1.4 标准化出图

目前,很多工程建模中依旧依赖传统二维CAD制图方式。以往利用CAD软件设计的岩土工程地质解析图,具有较强的专业性,其他参与人员很难对此形成直观理解,造成信息沟通障碍,且二维的地质层面与地质剖面图在真实空间上具备多解性,使得制图准确性不高。而真正基于BIM技术的岩土

作者简介:陈云钦(1989~),男,福建莆田人,本科,工程师,研究方向:岩土工程。

工程勘察信息模型,应改进翻模设计,积极采用正向设计,把岩土工程勘察信息模型以三维空间为平台展现出来,建立三维信息模型,对其进行任意角度剖切,导入到CAD软件中,都能实现标准化出图,且根据模型推导出的地质体结构在空间上具有唯一解,地质层面与地质体模型具备较高的准确性。设计人员与其他项目人员都能够对项目整体有较高的认知与理解。

2 三维快速建模方法

2.1 建模流程

BIM技术的应用,使得工程项目全周期实现深度融合与协调,能够显著提升工程项目的集成化程度与交付标准,岩土工程三维快速建模流程与步骤。

(1)对工程项目地形、周边环境与建筑物等进行调查与测绘,得出基础地表模型,以供后续建模使用。

(2)将通过钻孔、实地勘察和地质测绘等方式收集到的数据信息进行存储与录入,建立标准化数据库。

(3)根据层级数据库创建钻孔模型,并生成地质体剖面资料。

(4)对地质界面的分析与处理过程是岩土工程信息模型建设的重要环节,通过勘探数据和创建的钻孔模型,结合地质特征、成因机理并合理利用空间插值方法对地层曲面与地质体分布与延伸进行推断,修正地层曲面。

(5)对地层曲面模型和地质体模型进行调整和检测,结合基础地表模型,生成岩土工程三维信息模型。

(6)对建立并完善之后的三维地质体信息模型进行任意剖切,进行应用软件标准化出图,还可生成等深线图便于科研人员设计与研究。

2.2 勘探点模型

对数据库中钻孔数据进行分析,确定出钻孔中不同岩层数量以及每个地质岩层厚度,依据各种钻孔数据生成BIM钻孔模型,同时结合勘探平面位置图,从全方位角度对三维模型数据合理性进行检测,为之后地质体模型的建立提供可靠依据。

2.3 空间插值方法

实际的施工现场,工程勘探点设置距离往往较

远,所勘探到的地层数据信息,无法达到三维信息模型构建所需的较高精度,技术人员需要在数据基础上结合岩土工程经验与地质学相关理论知识,判断并分析距离较远的勘探点之间地质信息的变化,以提升建模精确性,另一方面,为准确得到地层界面某处位置的坡度、坡向和曲率等信息,可积极采用反距离加权插值法、克里金插值法等空间插值方法辅助三维信息模型的建立。

2.3.1 反距离加权插值法

反距离加权(IDW)是一种确定性方法,也可称为距离倒数乘方法。在已知钻孔数据点的三维空间信息基础上,对距离插值点较近的钻孔样本点赋予较大的权重,所有权重的和为1。若待插值点X的附近存在N个样本数据点,那么X点的高程值计算公式为:

$$X(z) = \sum_{i=1}^N \frac{Z_i}{|d_i(x,y)|^\mu} / \sum_{i=1}^N \frac{1}{|d_i(x,y)|^\mu} \quad (1)$$

$$d_i(x,y) = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (2)$$

$d_i(x,y)$ 为X点与第i个已知的钻孔数据之间的空间距离。 μ 为幂参数, μ 不断加大的情况下,距离插值点最近的钻孔样本点与插值点数值最相近。

2.3.2 克里金插值法

克里金法(kriging method)又称空间局部插值法。克里金插值法是综合考虑区域内已知样本点的大小、空间方位、样本间相关程度等对其滑动加权,对未知样本数据进行一种线性无偏、最优估计。

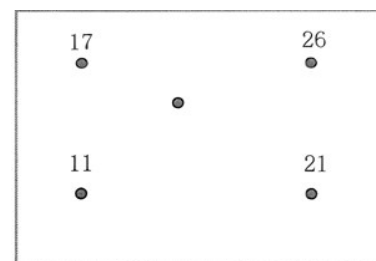


图2 克里金算法

如图2所示,中央位置代表待插值点,其附近的四个点是样本点。依据克里金算法,假设待插值点为 x_0 ,则其数值计算公式为:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^N \alpha_i Z(x_i) \quad (3)$$

公式(3)中, α 代表样本点的权重系数,克里金插值法无偏和最小估计方差结果依靠权重系数的

选取,可列出以下克里金方程组,对权重系数进行求解:

$$\begin{cases} E[Z(x_0) - Z^*(x_0)] = 0 \\ Var[Z(x_0) - Z^*(x_0)] = \min \end{cases} \quad (4)$$

其中 $E[\]$ 是均值计算, $Var[\]$ 是方差计算。根据公式(4)结合拉格朗日乘法,即可得到 α 权重值。

2.4 地层曲面修正、地质体建模

由于自然地质灾害或者地质成因机理,使得地质体呈现不规则的结构。例如,地质层存在地下空洞、断层、孤石以及夹层等地质现象。即使岩土工程的施工区域有限,占地面积不大,也要综合考虑不规则、不连续等性质的地质界面对三维空间建模的影响。因此,无论是成熟的BIM技术还是传统的建模方式,都很难实现对实际地层情况的快速、精准判断。由于实际工程勘察点距离较远,很难得到两个勘探点之间地层空间分布数据,勘察技术人员需要结合相关地质学理论与勘探经验,对地层、地质体分布和延伸情况进行推理和分析,以修正BIM技术下的地层曲面,最终形成地层曲面信息模型和地质体信息模型。地质体BIM模型的构建与修正流程。

提取钻孔信息创建钻孔BIM模型,与地层曲面空间模型进行叠加,检测二者模型是否良好契合,对不合理的每层地质岩层曲面模型进行克里金局部插值,做出调整与修正,之后按照钻孔和地层曲面结合模型完成对三维地质体勘察信息模型的快速构建。

2.5 标准化出图

按照国家岩土工程勘察报告出图标准,对三维岩土工程勘察信息模型沿着预设方向进行剖切。将剖切好的信息模型导入CAD制图软件执行标准出图。由三维岩土工程勘察信息模型剖切以后信息模型和二维剖面图具有唯一性。

3 结语

综上所述,采用BIM技术的三维信息模型,使得地层曲面与地质体模型的数据具有唯一性,不仅减轻了工程设计人员的负担、降低了时间成本,还能够实现工程勘察信息模型的标准化出图。岩土工程勘察信息模型的数字化成果为之后的设计、施工与运营等阶段提供了可靠的保障。BIM技术下三维岩土工程勘察信息模型的建立,实现了建筑工程全周期深度融合,显著提升了工程项目的集成化程度和交付标准。

参考文献

- [1] 任彧,戴一鸣.基于BIM的工程勘察软件系统研究与应用[J].工程勘察,2017,45(03):29-34.
- [2] 张芳,郑山霖,张秀莲,等.岩土工程信息技术及其工程应用[J].地下空间与工程学报,2016,12(05):1336-1343.
- [3] 王仕强,何小辉.简析BIM在岩土工程勘察成果三维可视化中的应用[J].建材与装饰,2017(33):232-233.
- [4] 苏定立,胡贺松,谢小荣.岩土工程勘察智能信息化技术研究现状[J].广州建筑,2019,47(06):10-18.
- [5] 初士立,夏绵丽,封明明,等.基于BIM技术的岩土工程三维地质模型创建方法研究[J].隧道建设(中英文),2019,39(S1):152-157.
- [6] 杜子纯,刘镇,明伟华,等.城市级三维地质建模的统一地层序列方法[J].岩土力学,2019,40(S1):259-266.