

BIM 技术在岩土工程勘察中的应用研究

宋金龙, 朱建才, 陈 赟, 周群建, 胡根兴, 金小荣

(浙江大学建筑设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310012)

摘要: BIM技术在工程建设当中具有重要意义, 而岩土工程勘察作为工程项目全生命周期中的重要环节, 其相关数据信息是整个建筑信息模型中的重要部分。本文结合BIM技术以及岩土工程勘察的特征, 初步研究了岩土工程勘察信息模型的方法与流程, 并重点对基于钻孔的三维地质模型建立方法进行深入分析, 并在此基础上结合工程实例建立岩土工程勘察信息模型。实践表明, 将BIM技术应用于岩土工程勘察中可以更加有利于建设工程各专业之间的协同工作, 但相关技术以及标准仍需进一步研究。

关键词: 建筑信息模型; 岩土工程勘察; 三维地质建模

中图分类号: TU17 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096 - 7195(2019)03 - 0073 - 05

作者简介: 宋金龙(1990 -), 男, 工程师, 从事岩土工程、地质工程相关科研工作。E-mail: boris_song@163.com。

Application of BIM technology in geotechnical engineering investigation

SONG Jin-long, ZHU Jian-cai, CHEN Yun, ZHOU Qun-jian, HU Gen-xing, JIN Xiao-rong

(Architectural Design and Research Institute of Zhejiang University, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Building information modeling (BIM) technology is of great significance in engineering construction and geotechnical engineering survey plays a great role for many engineering projects. BIM related data is crucial for the building information modelling. Based on the characteristics of BIM technology and geotechnical engineering survey; this paper has studied the methods and processes of geotechnical engineering survey information model, and focused on the in-depth analysis of borehole-based 3D geological model building methods. Geotechnical engineering survey information model was established by combing some engineering examples. Practice has shown that the application of BIM technology in geotechnical engineering surveys can be more conducive to the collaborative work between the various disciplines of construction engineering. However, the BIM related technologies and standards need further research.

Keywords: BIM; geotechnical survey; 3D geological modeling

0 引 言

随着工程建设的蓬勃发展, 以及电子信息技术的迅速进步, 贯穿于建筑工程全生命周期的技术也取得了长足的进步并产生了新的变革, 其中最为突出的则是 BIM 技术的出现。

BIM 是 Building Information Modeling (建筑信息模型) 的简称, 是打破工程建设过程中的各个专业、各类流程、各种行业之间壁垒的一种新的功能以及理念。其将工程建设中的各个环节进行串联, 通过对电子信息技术的综合应用, 使得数据库信息可以代替传统的纸质绘图信息, 从而进一步为工程建设的信息化实施提供支撑。通过对各个环节中信息的综合管理、共享协同及分析应用, 可以提高各类信息使用的效率, 降低工程建设全生命周期中的资源浪费, 并促进工程建设进一步向智能建设进行

发展^[1]。随着 BIM 技术的推广及应用, 将会为传统的工程建设发展带来全新的面貌。

在工程建设当中, 岩土工程勘察作为工程项目全生命周期中的重要环节, 其相关信息的使用在工程建设的各个阶段都具有重要意义。因此本文在深入了解 BIM 技术及其特征的基础上, 结合岩土工程勘察的具体特征, 对 BIM 技术在岩土工程勘察中的应用进行初步的研究。

1 BIM 技术的发展现状及特征

1.1 BIM 技术的发展现状

BIM 最初由乔治亚理工大学的 Chunk Eastman 教授于 1975 年提出^[2], 其目的是为了在建筑工程的实施中实现三维可视化以及相应的量化分析, 并

进一步提高工程建设的效率,降低失误。在现阶段,其主要应用在数据库中存储与工程建设项目有关的各类建筑信息,建立与之对应的三维模型,并实现其参数化。在工程建设过程中,可根据需要及时针对相关信息进行统计、计算、分析以及成图等,同时还能以电子信息技术为基础,实现多方信息的共享以及协同工作,在项目的全生命周期中发挥着重要作用。

国外对于 BIM 技术的开发和研究起步相对较早,应用也更加广泛,目前其发展和应用环境已相对完整。其中在美国,根据相关调研结果,其工程施工行业采用 BIM 技术的公司比例自 2008 年至 2013 年由 28% 增长为 71%,发展迅速^[3],政府于 2007 年制定了国家 BIM 标准,并成立了相应的 BIM 行业协会^[4];澳大利亚为推进全国范围内应用 BIM 技术,由国家合作研究中心(CCR)推出了《National Guidelines for Digital Modeling》(澳大利亚国家数字模型指南)^[5];日本国土交通省于 2010 年宣布将于全国各级政府投资的工程项目中推进 BIM 技术,具体方面包括建筑物,道路等的建设、运营和造价管理等^[6];新加坡、韩国等国家也已制定了相应的国家标准,并且在国家标准的基础上制定了行业标准;此外欧洲许多国家也在进行 BIM 技术的推广。

我国的 BIM 技术起步相对较晚,其在我国工程建设行业的发展及推广过程中还存在诸多问题,但是得到了政府有关部门的支持与引导并出台了相关的国家政策,如住建部于 2011 年发布《2011-2015 年建筑业信息化发展纲要通知》^[7]后,又于 2014 年和 2015 年分别发布了《推进建筑业改革的若干意见》^[8]和《推荐建筑信息模型应用指导意见》^[9],其后,我国于 2018 年开始实施执行第一部 BIM 标准:《建筑信息模型施工应用标准》(GB/T51235-2017)。BIM 技术在我国工程建设的运用中发展迅速,其中建筑、水电、设备和结构专业的应用相对较为成熟^[10]。

1.2 BIM 技术的主要特征

BIM 的基础是三维数字技术,通过将各种工程相关信息进行有机集成后建立相应的工程信息模型,该信息模型以符合各专业标准的三维模型,由数据库构成其技术核心^[11]。其特征主要包括以下几个方面:(1)模型的可视化,BIM 技术的根本属性即为模型的三维可视化,通过采用三维可视化模型来进行建筑相关信息的表达,不仅在显示上更加直观,而且方便于各方的讨论交流;(2)协同配合,协同配合贯穿于工程建设的全过程当中,通过各专

业以及各方之间流畅的协同合作,能够及时发现存在的问题,有效减少不合理方案的变更,提高工程建设的效率;(3)可优化性,即能够方便的在信息模型中利用各种优化工具对复杂的工作项目进行进一步的项目优化;(4)可出图性,即可以根据需要按照相关标准进行出图^[12]。

2 BIM 技术在岩土工程勘察中的运用

BIM 的应用已经成为工程建设发展的趋势,其完善了工程项目建设过程中的各个专业、各个企业间的沟通和交流,实现了工程项目全生命周期的信息化管理,极大程度上提高了工程建设的集成化程度。而岩土工程勘察作为工程建设中的重要环节,也需要在其中加强信息模型技术的应用,从而进一步将工程项目的上部建筑和项目所在位置的工程地质信息进行融合,不仅可以提高岩土工程勘察在整个工程项目中的作用,还能够为解决实际的工程地质问题提供更为准确有效的依据。

BIM 技术在岩土工程勘察中的运用主要为三维地质模型的建立以及三维地质模型的运用。

2.1 三维地质模型的建立

三维地质模型是 BIM 技术应用于岩土工程勘察中最为突出的表现。目前岩土工程勘察的成果主要为勘察报告、勘察孔平面布置图、钻孔柱状图、工程地质剖面图以及相应的参数表和试验记录表等。在使用过程中,需要面对大量的图、表及数据,很难将所有的地质情况都能够了解清楚,容易出现遗漏或者人为错误,从而可能影响工程项目的质量。而通过建立三维地质模型,可以直观地反应项目场地的工程地质信息,更加方便快捷,同时能够为设计、施工及后续环节中的使用提高效率。而且集成于模型中的参数及数据信息也可以进行即时的展示,从而能够更加准确地分析可能存在的工程地质问题,优化设计及施工,进一步降低工程风险。岩土工程勘察信息模型建立流程见图 1。

2.2 三维地质模型的运用

三维地质模型能够方便应用于协同工作,提高项目的进行效率,减少人为错误并进一步降低工程风险。对于三维地质模型的运用,主要包括以下几个方面:

(1)对三维地质模型的任意剖切可以生成相对应的工程地质剖面图;

(2)通过三维地质模型可以方便的对二维的图纸等数据进行错误分析;

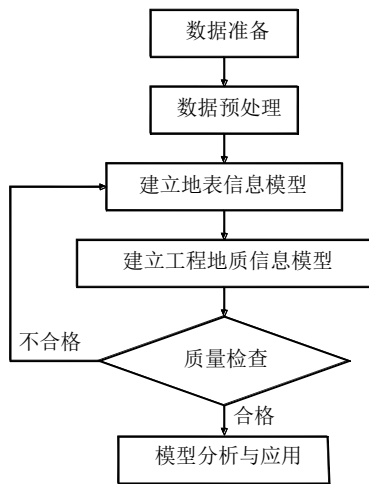


图1 岩土工程勘察信息模型建立流程

Figure 1 Establishment process of geotechnical engineering survey information model

(3) 直观的三维展示方式可以更加有利于对工程场地地质特征的分析, 同时便于和非专业人员进行沟通交流;

(4) 根据工程施工情况可以随时查看施工过程中所揭露的地层情况是否和勘察资料符合, 便于发现问题, 降低工程风险。

3 基于 BIM 技术的三维地质建模

岩土工程勘察的主要数据源自于现场所进行的钻孔、探槽、探井等, 因此本文基于钻孔建模是以钻孔、探槽、探井的信息为主导来进行三维地质模型的建立。其主要流程如下:

(1) 提取钻孔数据: 钻探是岩土工程勘察的基本手段, 对于指定区域的三维地质建模, 需要足够多的钻孔数据以及其他的勘察数据, 这些数据主要包括坐标位置、分层特征、层位深度、岩土体特征描述等基本信息。对于此类信息, 可以建立标准的数据格式进行存储, 作为后续建模的基础数据, 能够直接用来建立钻孔信息模型以及后续的地层模型, 还可以结合测绘数据建立地表信息模型。

(2) 建立场地标准地层: 在建立层面模型之前, 需要根据场地内所有地层的统计结果, 结合相关规范要求, 建立标准地层, 标准地层需要将场地内的所有地层与之进行对应, 可不考虑层序。

(3) 建立关键层层序及钻孔地层层序: 在标准地层的基础上, 按照不同地层之间的新老关系、成因年代等建立相应的地层层序。作为整个建模工作中的重点, 其层序的准确与否对于后续模型的分析应用具有重要的影响。同时在建立地层层序的同时建立关键层层序, 关键层主要指基覆界面、风化界

面、地下水水位等。

(4) 定义主“TIN”: 主“TIN”, 具体指结合工程项目边界, 以孔口坐标为基础, 采用三角网格加密算法生成的三角网格, 其受钻孔层面的控制。主“TIN”一方面可以明确模型的边界范围, 另一方面可以表示各层面之间的拓扑关系, 通过主“TIN”可以在一定程度上简化三维地质模型的建模难度, 并提高模型建立的准确性。

(5) 插值计算生成层面模型: 在主“TIN”的控制下, 根据钻孔的地层数据以及前述建立的层序对地层层面进行插值计算, 得到初步的层面模型, 插值算法可以根据需要进行选择, 同时应考虑各地层之间的沉积规律及层面的合理性。

(6) 处理层面拓扑关系: 初步的层面模型可能会存在一定的问题, 如层面与层面之间发生交切或者层面局部畸形, 此外, 还有地层中存在的透镜体或者尖灭现象, 均可能导致层面与实际情况相差较大, 因此需要进一步处理层面之间的拓扑关系, 保证地层的准确性。

(7) 建立地质体模型: 在前述流程的基础上, 利用层面相互拓扑形成三维地质体模型, 若形成的地质体模型不能达到要求, 则需要重复(5)、(6)步骤, 直至生成的三维地质模型满足要求。

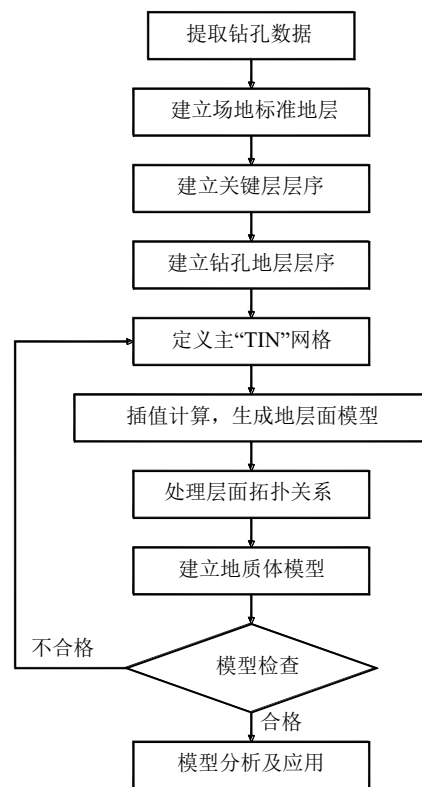


图2 基于钻孔数据的地质体建模流程

Figure 2 Establishment process of geological body model based on borehole data

4 工程实例

4.1 工程概况

本文以杭州市某岩土工程勘察项目为例，基于BIM技术建立项目场地的工程地质模型。该项目所在位置地形较为平坦，场地地貌类型较单一。区域地层上部主要为第四系全新世湖沼相~浅海相沉积地层，中部为晚更新世冲湖积相沉积地层，下部为中晚更新世河流相冲沉积地层，下伏基岩主要为上白垩系衢江组泥质粉砂岩。

4.2 地层特征

根据该项目62个钻孔的勘探资料，在地表向下50.4 m勘探深度范围内，地基土主要由第四系(Q)沉积地层及白垩系钙铁泥质粉砂岩组成，按其成因类型、岩性和工程性能划分为7个工程地质层，16个工程地质亚层。自上而下描述如下：

(1) 第四系地层

- ①₀ 耕植土、素填土、杂填土；①₁ 粉质粘土；
- ②₁ 淤泥；③₂ 黏土；④₁ 粉质黏土；④₂ 含砂粉质黏土；④₃ 含砾粉砂；⑤₁ 黏土；⑤₂₁ 粉质粘土；⑤₃ 粉砂；⑥₃₁ 圆砾；⑥₃ 夹含砂粉质粘土；⑥₃₂ 圆砾。

(2) 基岩岩性特征

本场地下伏基岩与上覆第四系呈角度不整合接触，其根据风化程度划分为：⑩₁ 全风化泥质粉砂岩；⑩₂ 强风化泥质粉砂岩；⑩₃ 中风化泥质粉砂岩。

4.3 岩土工程勘察信息模型

基于BIM技术，结合该项目实际情况，按照前述具体流程，建立相应的岩土工程勘察信息模型。具体见图3~图5。

在模型的使用过程当中，可以根据需要任意选取所需要的地层对应的三维地质体单独进行查看、分析(图6所示)，也可以根据需要对三维地质模型进行任意剖切，并生成该位置的工程地质剖面图(图7所示)。

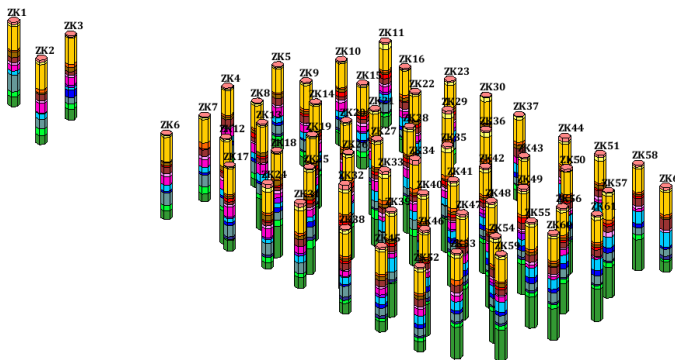


图3 钻孔信息模型
Figure 3 Drilling information model

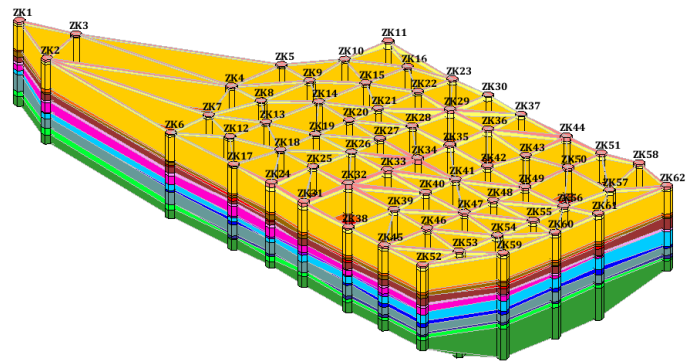


图4 根据钻孔信息建立的工程地质剖面
Figure 4 Geological profile based on borehole information

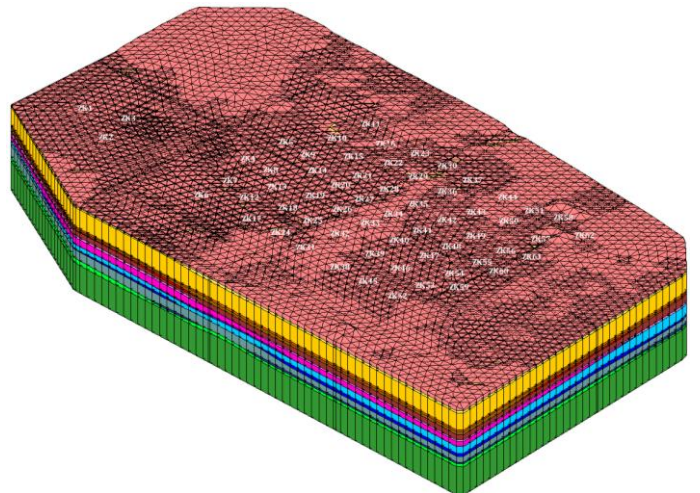


图5 岩土工程勘察三维地质模型
Figure 5 Three-dimensional geological model for geotechnical survey

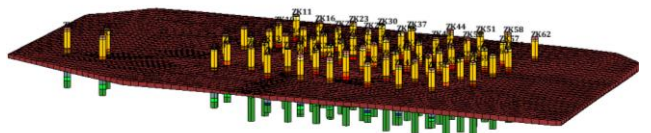


图6 任意地层的选取及查看
Figure 6 Selection and viewing of any stratum

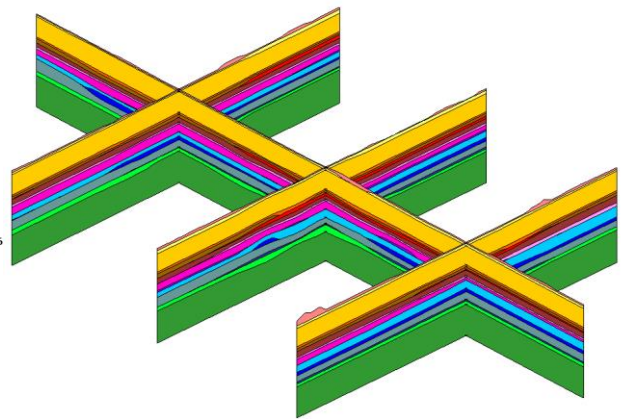


图7 任意位置剖切工程地质剖面
Figure 7 Engineering geological section at any position

5 结 语

BIM技术发展对于工程建设行业的影响是巨大的,同时也带来了新的变革,作为工程建设行业中的重要一环,将岩土工程勘察融入到整个工程建设的BIM当中具有重要意义。目前,对于岩土工程勘察信息模型的应用仍存在一定的问題,但随着BIM技术的进一步推广与发展,BIM技术在岩土工程勘察中的应用仍需要进一步地深入研究,如标准的制定、软件的开发、不同软件之间数据结构及数据接口的完善等,从而更好的与其他专业展开协同合作,为工程项目顺利的建设提供保障。

参考文献:

- [1] Eastman C, Teicholz P, Sacks R, et al. BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors[M]. Wiley Publishing, 2008.
- [2] 崔春亮. 建筑工程管理中 BIM 的应用探析[J]. 工程技术(全文版), 2016(7): 273.
- [3] 张冰. 浅谈 BIM 技术在建筑施工企业应用中存在的问题[J]. 四川水泥, 2016(11): 327.
- [4] 麻荣敏. 基于 BIM 技术的建筑工程绿色施工管理应用研究[D]. 南宁: 广西大学, 2016.
- [5] 郑华海, 刘匀, 李元齐. BIM 技术研究与应用现状[J]. 结构工程师, 2015(4): 233-241.
- [6] 吴学锋. 基于 BIM 的工程项目管理研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2013.
- [7] 住房和城乡建设部. 2011-2015 年建筑业信息化发展纲要[J]. 建筑设计管理, 2011, 28(7):7-10.
- [8] 住房和城乡建设部. 住房城乡建设部关于推进建筑业发展和改革的若干意见[J]. 工程建设与设计, 2014(8): 8-11.
- [9] 住房和城乡建设部. 住建部印发《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》[J]. 城市住宅, 2015(7): 124.
- [10] 杨继波. 基于 BIM 技术的岩体基坑工程设计和施工模拟技术研究[M]. 青岛: 青岛理工大学, 2016.
- [11] 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(5): 1336-1343.
- [12] 梁艺琳. BIM 在岩土工程勘察中的应用[J]. 工程建设与设计, 2016(13): 54.