

## BIM 技术在岩土工程中的应用

梁琴琴<sup>1</sup> 陆秋生<sup>2</sup> 何东林<sup>3</sup> 魏娜<sup>3</sup> 张东生<sup>1</sup>

1 山东正元地质资源勘查有限责任公司, 山东 济南 250101

2 山东正元建设工程有限公司, 山东 济南 250101

3 山东正元冶达环境科技有限公司, 山东 济南 250101

3 山东正元冶达环境科技有限公司, 山东 济南 250101

1 山东正元地质资源勘查有限责任公司, 山东 济南 250101

**[摘要]** 随着国家政策的颁布, 市场发展的需求, 各行业积极开展基于 BIM 技术+专业的研究并应用到工程建设中。BIM 技术在岩土工程中的运用, 为岩土工程数字化发展里程碑式的技术变革。结合生产实际需求, 研发基于 BIM 技术的岩土工程数字化平台, 实现从勘查、设计、施工、监测全流程的数字化平台, 协助企业降本增效, 提高岩土工程行业在建设领域内的专业地位。

**[关键词]** BIM; 岩土工程; 全流程; 数字化平台

DOI: 10.33142/ec.v5i11.7146

中图分类号: TU17;TU74

文献标识码: A

### Application of BIM Technology in Geotechnical Engineering

LIANG Qinqin<sup>1</sup>, LU Qiusheng<sup>2</sup>, HE Donglin<sup>3</sup>, WEI Na<sup>3</sup>, ZHANG Dongsheng<sup>1</sup>

1 Shandong Zhengyuan Geological Resources Exploration Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250101, China

2 Shandong Zhengyuan Construction Engineering Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250101, China

3 Shandong Zhengyuan Yeda Environmental Technology Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250101, China

3 Shandong Zhengyuan Yeda Environmental Technology Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250101, China

1 Shandong Zhengyuan Geological Resources Exploration Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250101, China

**Abstract:** With the promulgation of national policies and the demand of market development, various industries actively carry out research based on BIM Technology + specialty and apply it to engineering construction. The application of BIM Technology in geotechnical engineering provides a milestone technical change for the digital development of geotechnical engineering. In combination with the actual production needs, we will develop a digital platform for geotechnical engineering based on BIM Technology, realize the digital platform for the whole process from exploration, design, construction and monitoring, assist enterprises to reduce costs and increase efficiency, and improve the professional status of the geotechnical industry in the construction field.

**Keywords:** BIM; geotechnical engineering; whole process; digital platform

### 引言

岩土工程数字化的发展已经经过二次变革, 每次变革都是为适应市场、岩土工程专业的发展, 岩土工程发展的第一阶段以手写、手绘制作图件为标志, 第二阶段以 CAD 制图为辅助设计为标志, 从手绘图纸到 CAD 绘图, 解放了设计师的双手。而现阶段的 BIM 技术, 又是一个里程碑式的技术变革, 充分解放了设计师的思想。BIM 技术的应用不仅是工具的迭代更新, 更是设计理念和思想的创新进步<sup>[1]</sup>。

BIM (Building Information Modeling) 是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为模型的基础, 建立建筑模型, 通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。BIM 技术通过三维模型携带大量数据信息并传递运用在工程建设全项目周期的新型信息化技术, 是对工程建设项目各阶段物理特征和功能特征的数字化表达, 具体以数据为中心的全生命周期理念特性<sup>[2]</sup>。BIM 技术的主要特征具有可

视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性等<sup>[3]</sup>。随着近十几年来 BIM 技术的快速发展, BIM 技术在工程建设行业中得到了普遍应用, 其应用扩月了建筑项目的全生命周期, 在生产效率、缩短工期、控制质量、降低风险、控制成本、避免浪费、资产运维等领域起到了重要作用, 对行业的影响显而易见。

### 1 岩土工程勘察现状

#### 1.1 目前传统的岩土工程勘察的现状

岩土工程勘察项目分布在全国不同的区域, 作业方式沿用较传统的操作方式, 传统岩土勘察行业通常具有以下主要问题:

(1) 岩土工程勘察项目分布不同的区域, 造成项目的安全、质量监督困难, 管理成本增加。

(2) 钻探、室内试验、物探等野外数据分属于不同技术人员完成, 处理完成的成果传递效率低下, 造成岩土

工程勘察项目整体效率不高,技术人员在资料处理、资料传递花费了大量的时间。

(3)岩土工程成果多以绘制二维剖面图及文字叙述。二维剖面往往忽略了地层的三维空间情况,因此,在地质解释的准确性上通常要差于三维地质模型。

(4)勘察成果以报告的形式而非模型的形式提供,提交报告以后,后续的设计、施工与勘察单位不再相关,勘察工作并没有贯穿到整个项目流程中,数据在报告提交时即停止了更新和流动。同时,报告在信息传递的效率上要远远低于模型。

(5)数据没有统一存储于一个数据库服务器中,无法进行多人协同、权限控制、版本控制等,不同格式的数据、不同来源的数据会出现大量的数据冗余和数据出错,在后期使用数据时会产生大量的数据整理和校核工作。

(6)岩土工程项目成果多以字纸版归集管理,岩土工程项目之间都是孤立的,没有联系性,在各个地质数据之间没有形成整体的联系,没有集中管理的数据存储中心。随着人才流动,岩土工程勘察资料存在流失的风险。

## 2 岩土工程施工面临的主要问题

岩土工程施工作为专业分包,岩土工程施工具有传统施工的特点,“人、料、机”、质量管理、安全管理、进度、合同管理及信息化管理作为施工的核心,传统的岩土工程施工行业一般都是粗放型管理,通常具有以下主要问题:

(1)协同工作困难。岩土工程为地下工程,岩土工程的不确定性,给岩土工程施工过程中带来了不确定风险,在施工过程中,设计变更较多,设计变更的数据和文件传递效率低下,不能有效的协同工作。

(2)技术人员立体管理概念不强。传统的设计图纸多使用平、立、剖等三视图的方式表达和展示自己的设计成果,设计成果之间关联性较差,造成技术人员对岩土工程整体施工及工序衔接缺乏立体感。

(3)进度计划的编制、进度跟踪难。现在岩土工程施工一般工期紧,任务重,在编制进度计划时,技术人员对整个施工流程缺乏概念,不能有效的安排进度计划,在施工过程中,进度计划一般由不同工种完成,汇报进度滞后,不能实时根据进度。

(4)动态场地布置难度大。对于岩土工程施工而言,施工场地一般较小,以往的现场施工管理中,场地布置只有在开工前设计完成,施工过程中的施工现场布置合理性和管理难度较大。

(5)质量、安全问题跟踪难。传统的质量、安全管理上不能有效地进行记录,靠人脑或者现场携带笔记本进行记录,难免存在疏漏,管理人员之间难以实现共享,导致质量管理的监督整改困难,没有数据支撑质量安全问题的普遍性分析,不能达到质量安全问题提前预防的目的。

(6)成本管理难。在以往的项目管理中,成本管理

只是事后的成本核算与成本分析,由于数据量的庞大,事前和事中很难达到有效的控制。

(7)在岩土工程施工过程中的监测数据,多以人工数据采集,数据处理,工作效率低下,运营成本高居不下,岩土工程监测资料不能实施动态传递,对岩土工程监测成果资料不能及时反馈到施工中。

BIM 模型以工程项目的各项信息数据为基础建立模型,通过数字信息仿真模拟工程所具有的各项真实信息,提升每个阶段的沟通效率。BIM的关键就在于数据模型中信息的有效表达与传递:在基坑的勘察信息汇总、建模和工程管理时,BIM 参数化建模将工程形体信息转换为参数的数字信息,使工程师从大量重复性工作中解放出来,大大的减轻了工作负担,有效地降低了模型的出错率。在基坑设计时,通过 BIM 技术的应用,支撑和强化设计协调,减少传统设计方法中因错、缺、漏、碰导致的设计变更,有效提高设计效率和质量,并为施工和运维提供数字平台。当后期发生工程变更时,基于 BIM 参数化建模存储的数字信息可以准确快速的对模型中任意位置的图元做出修改,从而快速准确完成模型的修改,缩短变更时间。

## 3 BIM 技术在岩土工程中应用现状分析

主要有以下两个方面的问题:

(1) BIM 技术在建设工程行业领域的应用水平发展不平衡,差异大。BIM 在地上建筑工程部分应用相对成熟,可以根据建筑施工图纸逼真的展现出施工现场的布置情况,通过三维渲染, BIM 模型实现视觉逼真的最佳效果。BIM 建模的应用可以实现建筑工程精细化管理,实现快速算量、施工质量、进度控制,施工现场突发情况,计划快速调整。然而在地下部分,工勘岩土应用相对还不成体系, BIM 技术的应用目前还处于起步和探索阶段。

(2) 涉及工勘行业的 BIM 技术应用在工勘细分产业链的研究不平衡,应用水平也不均衡。对设计单位而言,现阶段的 BIM 多是在二维设计图纸基础上重新翻模,增加工作量,增加人力成本。施工单位应用 BIM 只为满足甲方要求,额外投入大,工作量增加反而拖慢了进度。此外,项目局部应用于某项施工作业,如碰撞检查,并没做到全过程应用,没有体现 BIM 对进度、成本控制等方面的优势。部分单位单枪匹马做 BIM,没有与其他单位协同工作,数据没有共享。

## 4 平台研究实现过程

结合岩土工程项目生产实际,研发一套适用于公司级别的基于 BIM 技术的岩土工程数字化平台,以 BIM 技术为核心,广泛采用移动互联、云计算、大数据、GIS、互联网、人工智能等新一代技术,建立集岩土工程数据采集、数据管理、数据报告、数据分析和应用、模型管理、数据对接和转换的岩土工程数字化生产平台。总体技术路线如下图 1 所示。

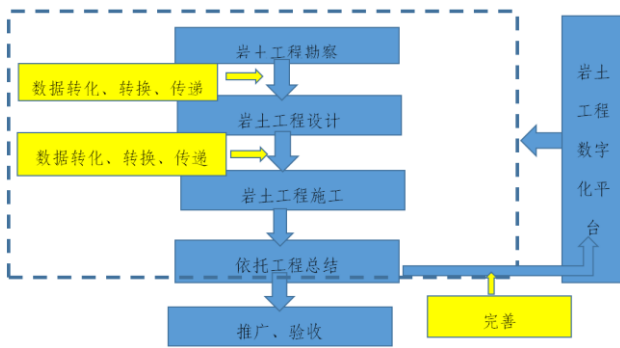


图1 岩土工程数字化技术路线图

系统实现从勘察、设计、施工、监测全流程的应用平台，实现对公司内部项目管理。不同级别用户实现不同权限。平台建设的架构设计如下图2所示：



图2 系统架构图

#### 4.1 建设内容

##### (1) 勘察子系统

实现从外业勘察策划、外业勘察数据采集、成果图表生成和勘察报告自动生成等岩土工程勘察全业务流程管理，实现系统内一网通办。根据从事各行各业的勘察报告进行整理、梳理形成报告模板，导入数据库中，自动生产岩土工程勘察成果。岩土工程勘察三维可视化查询

查询项目相关的项目信息，包括项目的名称、位置、

编号、区域、坐标等信息，在项目地图的项目列表中，可以基于项目信息进行项目的筛选和输出显示，并支持在线查看项目信息。在项目地图中，可以对项目进行框选操作，查看项目的空间位置信息和项目概况。对于系统中的项目可以进行统计，比如对钻孔数据、模型数据等方面进行统计。项目管理中存储的钻孔数据可以在项目地图中进行三维展示，同时可以自动关联钻孔属性、钻孔分层表、岩芯照片等，并可以根据钻孔生成简单的钻孔柱状图。除了勘察的钻孔之后，平台支持获取虚拟孔，获取到的虚拟孔同样可以查看对应的虚拟孔属性及分层表。

##### (2) 设计子系统

岩土工程勘察数据进入设计系统后，可以切割任意剖面，将剖面及其关联的岩土材料属性导入岩土分析计算软件中，实现勘察成果和地质模型数字化移交至岩土分析计算软件。岩土专业计算软件进行计算分析，数据成果返回设计系统，以三维型式展示，同时把周边环境、地基基础方案等资料进行三维空间展示，对设计方案进行碰撞检查。

##### (3) 施工子系统

建立基于岩土工程设计 BIM 模型进行的施工组织管理（材料管理、人员设备管理、工序管理、工艺管理、进度管理、质量管理、安全管理等）、施工准备、施工顺序安排、主要分部分项工程施工方法、基坑监测平台等内容，并进行仿真演示。

##### (4) 监测子系统

对于人工测量的监测数据，或传感器、采集器自动获取的监测数据，实时导入系统，系统能够实时计算监测数据变化量、变化速率，判断相关指标是否超出监测预警值，及时发出预警通知，生成图文并茂的监测报表等，节省复杂的人工数据处理计算、报表生成等工作。尤其当监测平台与传感器或采集器直接连接时，现场的监测指标能做到“即测即反馈”，让技术人员第一时间收到监测结果、报警通知，及时作出反应。

#### 5 主要技术难点

开发岩土工程数字化平台，主要技术难点和创新点：

(1) 以 BIM 技术为核心，广泛采用移动互联、云计算、大数据、GIS、互联网、人工智能等新一代技术，构建岩土工程数字化平台，形成岩土工程勘察、岩土工程设计及岩土工程施工全产业链条数据传递。

(2) 系统支持多源异构数据(理正、GeoStation、EVS、Revit、Catia 等)在系统内转换、存储、应用，打通岩土工程勘察、设计、施工全流程作业技术壁垒，实现岩土工程全产业链的信息化和数字化。

#### 6 意义和前景分析

建立以岩土工程勘察 BIM 数字化为中心，以数字、模型为载体，岩土工程施工可视化、信息透明化协调发展，是解决岩土工程全产业链的必由之路，也是促进岩土工程

板块高质量发展的基石。

基于 BIM 技术的岩土工程数字化平台建设的意义,主要有体现在以下几个方面:

### 6.1 提高专业地位及服务质量

(1)多元异构大数据融合,提高岩土工程服务质量。每项建设工程在建设过程中都会涉及岩土工程活动,岩土工程主要研究对象拟建场区及周边环境因素、岩土条件。随着建设体量越来越大,相应的数据、信息越来越多,在岩土这种半经验半理论的专业领域,对大量数据有较强的依赖性,工程中每时每刻在产生新的海量数据。对这些数据的整合、利用更好的为岩土工程建设活动服务至关重要。

(2)提升岩土工程行业的信息化应用水平。促进岩土工程各方向在一个信息模型下的协同工作,加强全生命周期内与各参与方的沟通和协作,通过各种数字建立的成果模型进行碰撞检查,及时发现错漏碰缺,提高岩土工程成果的质量和利用率,提高岩土工程行业在建设领域内的专业地位。

### 6.2 提高效率,提升岩土工程价值

(1) BIM 在岩土工程的应用势必大力推进岩土工程行业的技术进步(数字化和信息水平)、改变作业方式和提高工作效率(协同工作),提高上下游各参与方对岩土

工程的信任和依赖程度,提高收费水平,通过提供增值服务可以延伸其产业链。

(2)通过基于 BIM 技术的协同工作、信息共享,可以进一步促进绿色岩土工程进程,为业主、设计和施工单位提供最合理的地基基础设计方案和岩土设计参数,模拟和优化地下工程施工方案,创造最佳的经济效益和社会效益。

### 6.3 提高防风险防控能力

通过三维信息模型,可以对优化岩土工程设计及施工方案,针对各种潜在影响工程质量、工期和造价等因素进行施工方案模拟,可以有效控制工期和工程造价,提升岩土工程的风险防控能力。

中国冶金地质总局科研项目科研经费资助。

#### [参考文献]

- [1]欧佳佳,戴玮.BIM 技术在公路工程设计阶段中应用研究[J].土木工程信息技术,2020,12(4):15.
  - [2]张新.BIM 技术在公路设计中的应用与思考[J].工程技术,2017,16(3):171.
  - [3]黄佳铭,郑先昌,侯剑,等.BIM 技术在岩土工程中应用研究[J].城市勘测,2016,6(2):4.
- 作者简介:梁琴琴(1985.11-)女,所学专业:地质资源与地质工程,职称及学历:工程师,硕士,职务:部门经理。