

地铁明挖车站 BIM 三维建模及信息集成技术应用

张晗秋¹ 邹佳旺²

1. 南昌轨道交通集团有限公司, 江西 南昌 330013
2. 大连海事大学交通运输系, 辽宁 大连 116026

[摘要]以南昌市轨道交通2号线某地铁明挖车站为背景,针对地铁明挖车站的工程特点,提出一种BIM模型建立的方法,采用Revit建立三维模型,其中包括围护结构模型、主体结构模型、地层模型以及传感器模型。基于IFG标准,进行地铁车站基坑设计信息的展示,将建立的围护结构、主体结构、地质体模型分别导出为IFC4文件,再分别在相应的IFC文件上进行IFC标准扩展,定义属性集名称、属性参数等,使得相关构件能够在点选后显示出相关的设计信息。模型效果满足设计施工要求,为施工过程提供了可视化的效果,对实际工程具有指导意义,并为后续的施工智能平台建立奠定基础。

[关键词]BIM技术; 地铁车站; 施工信息化; IFC标准

DOI: 10.33142/aem.v6i9.13836

中图分类号: U231.4

文献标识码: A

Application of BIM 3D Modeling and Information Integration Technology for Subway Open Cut Stations

ZHANG Hanqiu¹, ZOU Jiawang²

1. Nanchang Rail Transit Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330013, China
2. Department of Transportation Engineering, Dalian Maritime University, Dalian, Liaoning, 116026, China

Abstract: Taking a subway open cut station on Line 2 of Nanchang Metro as the background, this paper proposes a method for building BIM models based on the engineering characteristics of the subway open cut station. Revit is used to establish a three-dimensional model, including enclosure structure model, main structure model, geological model, and sensor model. Based on the IFG standard, display the design information of subway station foundation pit, export the established enclosure structure, main structure, and geological body model as IFC4 files, and then extend the IFC standard on the corresponding IFC files to define attribute set names, attribute parameters, etc., so that the relevant components can display the relevant design information after clicking. The model effect meets the design and construction requirements, provides visual effects for the construction process, has guiding significance for practical engineering, and lays the foundation for the establishment of subsequent construction intelligent platforms.

Keywords: BIM technology; ground station; construction informatization; IFC standard

引言

随着城市发展的不断推进,地下交通建设已经成为现代城市发展中不可或缺的一部分。地铁系统作为现代城市交通的骨干,具有大容量、高效能的特点,其建设过程涉及的工程技术和挑战非常复杂。特别是在地铁明挖车站的建设过程中,由于地质条件复杂、施工环境受限以及施工安全风险高,施工技术和管理的要求尤为严格。近年来,建筑信息模型(BIM)技术的引入,为地铁明挖车站的建设和管理提供了强有力的支持。BIM技术通过创建三维建模,能够将设计、施工和运营阶段的数据整合到一个统一的平台上,实现对工程信息的全面可视化管理。由于BIM技术独有的特点,在建筑领域受到热切的关注,它是解决传统地下大型空间结构的设计、施工建造等诸多不足方面的必然选择^[1]。

BIM技术在地铁明挖车站建设中的应用具有显著的优势。首先,BIM技术的核心是通过数字信息组建一个三维模型数据库,设计师在进行方案设计的时候可直接从中提取相关设计信息^[2]。其次,在施工阶段,通过BIM模型,

可以更直观立体地反映出施工过程中的重难点,对施工重难点有针对性地提出相应方案^[3]。此外,BIM还能够通过精确的资源配置和施工模拟,优化施工流程,提升施工效率和安全性。BIM技术在项目中通过模型作为信息的载体,BIM模型的信息是实时动态的,建设过程中在模型中可不断地更新、提取、丰富模型信息^[3]。

BIM技术的出现弥补了传统二维设计的不足,利用其可视化程度高、模拟性强等优势,可极大提高施工管理水平,有效解决施工过程中信息共享性差、传递效率低等问题^[4]。随着BIM在国内应用的广泛,其成果效益也必将越来越多,促进中国建筑行业的发展步伐。

1 工程概况

1.1 车站概况

本文研究车站位于南昌市轨道交通2号线,该站位于A路与B大道交叉路口,沿A路东西向布置。A路现状宽48m,为双向6车道+2非机动车道。本站处于城市主干路路段,而且A路、B大道车流量很大,较多数的社会车辆

和行人由此区域通行，交通较为繁忙。

本站为地下两层岛式车站，采用的是双柱三跨箱型结构。本站纵向长 208m，标准段主体横向尺寸宽 22.7m，车站供乘客候车平台宽 14m，主体结构顶部位于地表以下 3.8m 处。车站以混凝土为主要材料，由顶板、中板和底板将车站划分为两层，左右两侧为墙体，中间共有两根柱子，由这几个部分组成车站的闭合框架结构，顶板、中板和底板采用梁板来进行设计；围护结构与车站主体结构采用复合式结构，车站施作方法为明挖法。

1.2 工程地质情况

本拟建站点基本呈东南-西北走向，根据工程地质调查测绘及地貌成因和形态特征，勘察场地地貌为平原区，站点周围大多为商铺和道路及地上和地下管线，周边建筑物距车站主体较远，地势较为平坦，场地较开阔。本次勘察到场地内的基岩层为强风化泥质粉砂岩。根据场地内所揭露地层的沉积年代、来源、岩石力学性质、风化程度等工程特性，将土层分为表 1 中几类，各土层物理力学性质见表 1。

表 1 土层物理力学性质

材料类型	厚度 (m)	天然重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (°)
杂填土	3	17.0	—	10	10
粗砂	5	19.7	20.0	0	31
细砂	3	19.5	19.7	0	25
圆砾	7	20.0	20.2	0	36
强风化泥质粉砂岩	—	20.0	20.1	40	25

2 地铁车站 BIM 三维建模

2.1 BIM 建模软件

本次建模采用 Revit 来进行地铁车站三维模型的建立。Revit 集 MEP、Architecture 和 Structure 三个软件的功能于一体，能够进行高效精确地建立建筑结构。Revit 提供了构造、建筑、结构、机械等四个样板，从样板创建的新项目能够使用样板中所有的族文件、相关设置，如单位、线框、各种构件等。Revit 中含有一个特殊的数据库——族，在这个数据库中，建立模型所需的构件按照用途、参数等划分为若干文件，在建立模型时设计师可随时、任意调动所需的构件来服务于模型的建立，同时，这些构件还能够根据现实工程项目来调整对应的截面、材料等参数。建立模型时，Revit 除了在空白平面上直接进行模型设计，还能够和 CAD 进行关联，建立模型时可以在 Revit 中导入 CAD 图纸，方便对于模型尺寸，位置的确定。此外，Revit 软件还能够导入 IFC 文件，对模型进行相关的修改，或者也可以把 Revit 中的项目文件导出为 IFC 文件，实现与其他软件的互动共享。

2.2 建模过程

2.2.1 前期准备工作

在正式开始建立三维模型前，首先需要对 CAD 图纸进行解读，通过平面图和剖面图先了解到地铁车站基坑大致

有几个部分。通过读图，得知地铁车站基坑分为主体结构 and 围护结构，主体结构主要由顶、中、底板，侧墙和两中柱组成，围护结构含有地下连续墙、三道支撑（第一道为混凝土支撑、第二道和第三道为钢支撑）。除主体结构外，还需建立地质体模型以及传感器模型。

在开始建立模型前，还需对 CAD 图纸进行处理，调整比例尺，令每张图纸的比例尺都相同，避免出现模型大小不一致的情况，调整后比例尺为 1:1。

在明确需要建立的模型后，开始建立标高和轴网，轴网是为了定位插入的 CAD 图，使得不同标高上的 CAD 图能够对齐；标高能够定位绘制的构件的高度。

2.2.1 模型的建立

完成前期准备工作后，将 CAD 图纸导入 Revit 中，在定位好的 CAD 图纸基础上进行模型建立，相关构件（如梁、支撑、柱、墙等）均可在上方工具栏中找到，截面尺寸、材料、外观等参数可以进入相关构件的属性中进行修改。上述标高建立完成后会生成相应的平面图，每层模型均在对应平面图上进行建立。建立的模型主要包括围护结构模型、主体结构模型、地质体模型以及传感器模型。

(1) 围护结构模型

围护结构完整模型如图 1 所示。通过模型可以看到围护结构中共有三层支撑，顶部为混凝土支撑，其余层为红色的钢支撑，周围部分为地下连续墙，墙的顶面为冠梁。

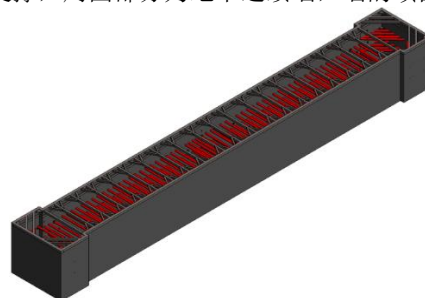


图 1 围护结构三维模型

(2) 主体结构模型

主体结构主要由顶、中、底板组成，他们均由边梁、边柱、边墙、中柱和板构成，主体结构完整模型如图 2。

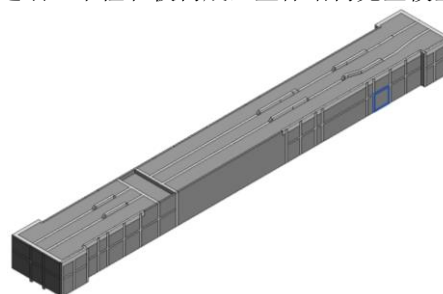


图 2 主体结构三维模型

(3) 地质体模型的建立

在围护结构一长边创建参照平面，以此平面为基础建

立剖面图,在剖面图中完成地质体模型的构建。用不同颜色代表不同类型的土,完整的地质体模型如图3。

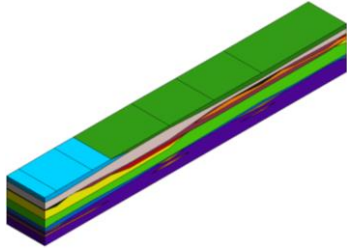


图3 地质体三维模型

(4) 传感器模型的建立

不同种类的传感器有着不同的监测作用,本文主要建立了地铁车站基坑常用的静力水准仪和轴力计。

①静力水准仪。静力水准仪主要用于测量地表的沉降,模型如图4所示。左图中绿色部分为水准仪的主要功能发挥部分,弯曲的线条代表着仪器接着的用于传递信号的线。右图为实际构件图。

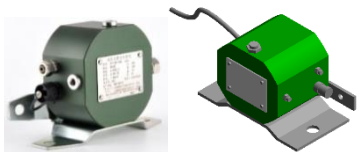


图4 静力水准仪

②轴力计。轴力计主要用于监测钢支撑受到的轴向力情况,模型如图5所示:

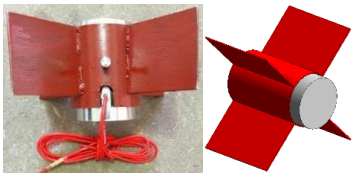


图5 轴力计

轴力计布置在第二、三道钢支撑一端,如图6所示。左图为模型中布置图,右图为现场布置图。



图6 轴力计布置图

3 地铁车站 BIM 信息展示

3.1 IFC 扩展

IFC 又称数据交换标准,经过不断完善,现已更新到了第4版。它可以准确、详细地展示建筑物、构筑物全方位信息。它共有四个层次,第一层(即最下层)为资源、第二层为核心、第三层为交互、最后一层(即最上层)为领域,每层下含有不同模组。IFC 标准遵循着同层之间的相互引用和高层引用低层这一定律,也就是说,高层信息

不能被低层引用,或高层信息改变时不影响低层相关信息,这样一来,能够稳定信息的表达。IFC 模型包含实体、属性集等,实体即工程项目模型,属性集即展示工程项目相关信息的途径。可利用 IFC 的实体及属性集来对工程项目模型进行材料、截面尺寸的定义及参数输入。

3.2 地铁车站基坑设计信息的展示

将建立的围护结构、主体结构、地质体模型分别导出为 IFC4 文件,再分别在相应的 IFC 文件上进行 IFC 标准扩展,定义属性及名称、属性参数等,使得相关构件能够在点选后显示出相关的设计信息,下面分别对其中的部件进行信息的展示。

编辑 IFC 标准拓展后,地下连续墙相关信息展示如图7所示。

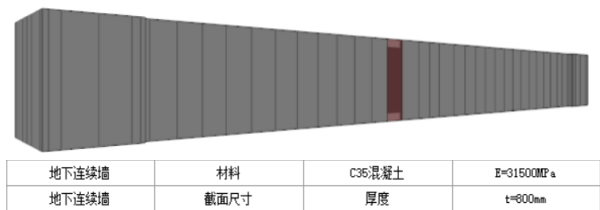


图7 地下连续墙相关信息展示图

主体结构取一标准段进行属性集名称定义及属性集参数编辑,红色区域为选中部分,选中后相关信息将显示在界面中,主体结构中板相关信息展示图如图8所示:

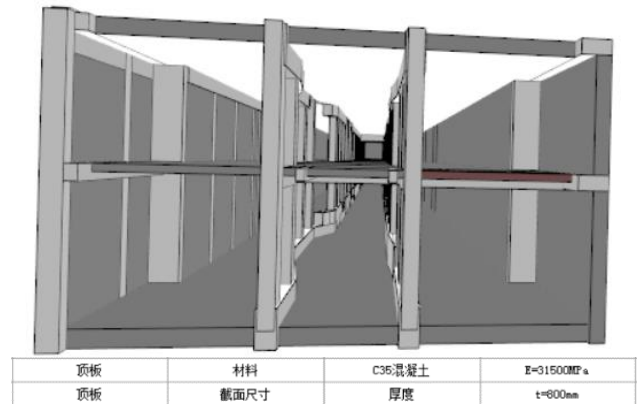


图8 中板相关信息展示图

地层相关信息展示与上述土层信息相对应,在建立的地质体模型中选择五层土进行信息展示,每一层土进行属性集名称定义及属性集参数编辑,暗红色区域为选中部分,选中后相关信息显示在界面中,例如杂填土展示图如图9所示:

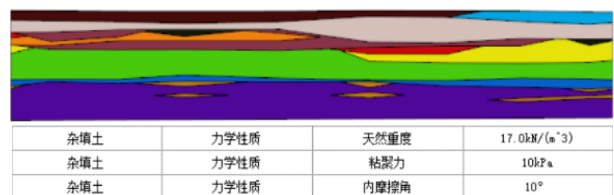


图9 杂填土相关信息展示图

4 结论

本文通过对地铁明挖车站建设过程中所涉及的部件进行分析,通过 Revit 建立 BIM 模型分析可得出以下结论:

(1) 针对地铁明挖车站的工程特点,提出一种 BIM 模型建立的方法,采用 Revit 建立三维模型,其中包括围护结构模型、主体结构模型、地层模型以及传感器模型。(2) 本方法在 CAD 图纸基础上进行模型建立,基于 IFG 标准,进行地铁车站基坑设计信息的展示,将建立的围护结构、主体结构、地质体模型分别导出为 IFC4 文件,再分别在相应的 IFC 文件上进行 IFC 标准扩展,定义属性集名称、属性参数等,使得相关构件能够在点选后显示出相关的设计信息。(3) 模型效果满足设计施工要求,为施工过程提供了可视化的效果,对实际工程具有指导意义,为施工智能平台建立奠定基础。

[参考文献]

- [1]李坤.BIM 技术在地铁车站结构设计中的应用研究[J].铁道工程学报,2015,32(2):103-108.
 - [2]慕冬冬,付晶晶,胡正欢,等.BIM 技术在深基坑工程设计中的应用[J].施工技术,2015,44(1):773-776.
 - [3]王绪洋.基于 BIM 的地铁车站施工平台管理研究[J].科技创新与应用,2024,14(22):106-109.
 - [4]邢民,王述红,侯文帅,等.基于 BIM 技术地铁车站模型建立与应用及明挖法施工方案优化[J].土木工程信息技术,2016,8(3):39-43.
 - [5]张忠良.BIM 技术在地铁车站深基坑施工中的应用研究[J].现代交通技术,2023,20(3):73-77.
- 作者简介:张晗秋(1993.9—),工程师,硕士,城市轨道交通建设方向。