

BIM 技术在基坑支护工程中的应用

文 / 王泽伟 北京万泉建设投资集团有限公司 北京 101100

【摘要】随着城市化进程不断深入，周围环境愈发复杂，对基坑支护设计提出了更高要求，传统二维图形已无法满足建筑企业对其的需求，根本难以直接呈现出基坑支护结构的详细关系，导致设计难度大幅度提高。而基坑支护技术作为土木工程的基础施工技术，在提高施工的质量方面有着极其重要的作用，因此，相关企业应不断加强对基坑支护技术的研究工作，不断地改良施工措施，将 BIM 技术应用到基坑支护工程技术内，有效提高施工的质量，缩短施工的周期，达到控制企业建设成本的作用，进而进一步扩大科研的速度。本文通过分析 BIM 技术概述为基础，对基坑阳角锚索进行碰撞分析，且探究锚索的具体碰撞数量，根据实际情况合理调整标高位置和锚索角度，来帮助工作人员解决碰撞问题。

【关键词】BIM 技术；基坑工程；方案优化；碰撞检测

Application of BIM Technology in Foundation Pit Support Engineering

【Abstract】with the deepening of urbanization, the surrounding environment is becoming more and more complex, which puts forward higher requirements for the design of foundation pit support. The traditional two-dimensional graphics can no longer meet the needs of construction enterprises, and it is simply difficult to directly show the detailed relationship of foundation pit support structure, resulting in a significant increase in the difficulty of design. As the basic construction technology of civil engineering, foundation pit support technology plays an extremely important role in improving the quality of construction. Therefore, relevant enterprises should continue to strengthen the research on foundation pit support technology, constantly improve construction measures, and apply BIM Technology to foundation pit support engineering technology, so as to effectively improve the quality of construction, shorten the construction cycle, and achieve the role of controlling the construction cost of enterprises. And further expand the speed of scientific research. Based on the analysis of the overview of BIM Technology, this paper analyzes the collision of the anchor cable at the external corner of the foundation pit, explores the specific collision number of the anchor cable, and reasonably adjusts the elevation position and anchor cable angle according to the actual situation to help the staff solve the collision problem.

【Key words】BIM Technology; Foundation pit engineering; Scheme optimization; collision detection

【DOI】10.12334/j.issn.1002-8536.2022.27.034

引言:

BIM 技术主要出现在 2005 年, 随着我国研究人员不断深入, 越发认知到 BIM 技术的重要性, BIM 技术是以三维数字技术作为载体, 创新数字模型对项目各个方面进行有效控制, 如运营、建造、设计等方面, 通过合理利用 BIM 技术的三维可视的特点, 将工程详细情况全部归纳在三维模型中, 并利用其碰撞检查的功能, 来进一步发现设计方案当中存在的问题, 从而确保设计工作的效率和质量, 给项目正常运行提供有力支持, 可利用 BIM 信息管理功能来模拟内部真实信息, 给工程维修带来极大便利性^[1]。

1、BIM 技术概述

BIM 别称建筑信息模型, 是现代建筑工程应用过程中最重要的数据收集模型。它蕴含各种知识, 其涉及到各方面的内容, 如建筑工程几何学、建筑工程的性质和原件数量等元素^[2]。该技术是以数字化技术为主体, 帮助企业完成工程项目资源共享, 紧接着以建设工程项目资源数据为载体, 构成建设工程各方面信息, 通过三维模型的方式将工程数据显示在软件上, 能有效加强对整个建设工程项目的严格管理和把控, 确保建设工程项目的效率和质量。BIM 技术作为一种效率最高的管理方式, 能够对 BIM 系统当中的数据进行详细分析和共享, 将建设参与方职责进行落实, 为建设工程项目决策提供有力支持。为设计团队和建筑团队提供最科学、最合理的策略, 从而有效提高设计的合理性和实用性, 构建最真实的对数字信息仿真模拟数据^[3]。

2、BIM 技术在长春某深基坑支护设计中的应用

2.1 工程概况

该项目是一个集办公、休闲、购物、娱乐和居住于一体的城市综合体, 规划地下面积 42554.4m², 地下建筑面积 175596.0m², 其中非人防地下室建筑面积 156796.0m²。人防地下室建筑面积在 18800m²。±0.00m 相当于绝对标高 214.10m, 基底标高 188.45m, 基坑深 25.65m, 下图呈现了详细的基坑场地情况。本基坑四周环境非常复杂, 北边邻近绿地公园; 南边与地铁 2 号线、1 号线的紧急联络通道相连, 最近距离只有 10m; 西侧靠近地铁一号线的变电所, 整个变电所埋深在 20.6m, 距离基坑 8m; 东侧基坑有大量建筑物, 距离其 12m。同时, 在基坑周围有大量市政管线, 在施工过程中应从不同方面考虑到基坑开挖给周围环境带来

的影响^[4]。

2.2 基坑原方案设计分析

2.2.1 选择基坑支护形式

本工程根据现场实际情况, 将基坑结构技术要求形式确定为: 非靠近地铁的基坑围护采用单管高压旋喷桩止水帷幕 + 钻孔灌注排桩 + 锚杆; 靠近变电站一侧采用单管高压旋喷桩止水帷幕 + 钻孔灌注排 + 锚杆 + 角撑; 靠近地铁侧围护采用单管高压旋喷桩止水帷幕 + 双排钻孔灌注排桩 + 锚杆 + 斜撑围护体系。

2.2.2 基坑支护构建碰撞问题分析

通过对本案例基坑的支护形式进行分析, 发现由于基坑形状不规范, 导致基坑内出现阳角, 并将基坑阳角位置设定为 HH1 段、ABC 段、B1B2B3 段、DEFG 段四个阶段, 且基坑阳角处锚索出现交叉现象, 很容易引起冲突问题。本文为进一步分析基坑阳角锚索碰撞问题, 将 DEFG 和 ABC 段作为主要研究对象, 现在这两端进行深入研究。从 ABC 段剖面图发现 AB 段和 BC 段之间安装了七排锚索。由于 BC 段和 AB 段停留在同一剖面, 且利用同一种支护形式。在理正深基坑设计软件中, 两段都在同一剖面内进行基坑支护设计, 且基坑支护构建属性基本相似。同时, 在平面中基坑 AB 段和 BC 段锚索之间出现交叉现象, 并不能准确判断该位置的锚索是否存在冲突。经过支护剖面图开展分析, 可看出 AB 段和 BC 段七排锚索的水平间距和竖向间距完全相同, 即是每一排锚索的标高和入射角度相同, 所以 AB 断和 BC 段锚索在三维空间中如果在同一平面会出现碰撞问题。

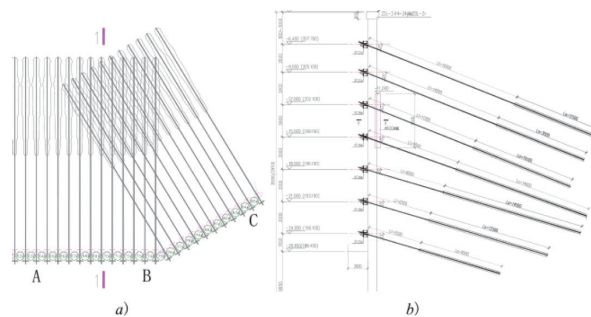


图 1 基坑 ABC 段锚索位置关系图

基坑 DEFG 段位则是在基坑剖面图上(如图 2 所示)。从平面图来分析, 基坑 DEFG 段出现两个位置阳角, 而且这两处阳角距离较近, 且已经出现交叉。从支护剖面图可发现 DE 段、EF 段、FG 段锚索标高及入射角相同, 空间共面, 锚索会存在碰撞。

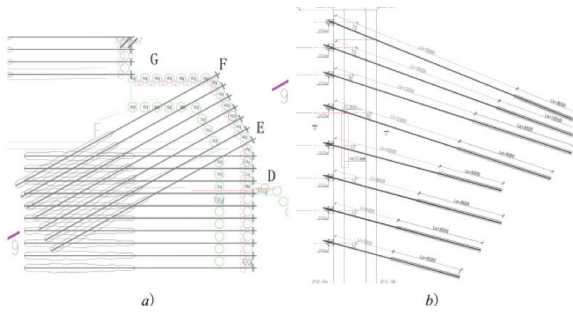


图2 基坑 DEFG 段锚索位置关系图

从图 1 和图 2 都能明确看出基坑阳角 ABC 和基坑 DEFG 段锚索存在碰撞问题，但在二维图纸方面无法看到具体碰撞位置，会给解决烹饪问题带来巨大影响，甚至会给现场施工带来阻碍。而 BIM 技术能帮助工作人员解决基坑阳角锚索碰撞的问题，通过构建基坑三维信息模型，能清楚看到阳角锚索之间的具体位置，检测锚索详细的碰撞位置，在利用三维模型对锚索标高和入射角进行优化，从而确保现场工程能顺利实施。

2.3 构建支护结构的 BIM 模型

2.3.1 创建模型的前期准备工作

为确保构建基坑支护结构的 BIM 信息模型工作进行，前期要做好各方面的准确工作。

(1) 了解基坑四周环境情况：根据设计施工图纸和现场观察情况，来掌握地下市政设施、周围环境等情况。

(2) 熟悉设计图纸：根据设计人员所制定的基坑支护设计图纸，进一步掌握基坑设计剖面的支护形式。

2.3.2 构建基坑支护模型

根据最初方案来看，本基坑是以 Revit 的概念体量为基础进行。在正常情况下建立模型体量可使用概念体量法，要提前确定一个基坑概念体量，再为此为基础设置标高，然后将这些数据应用到 CAD 设计图纸内，从而构建完整的基坑体量（如图 3 所示）。

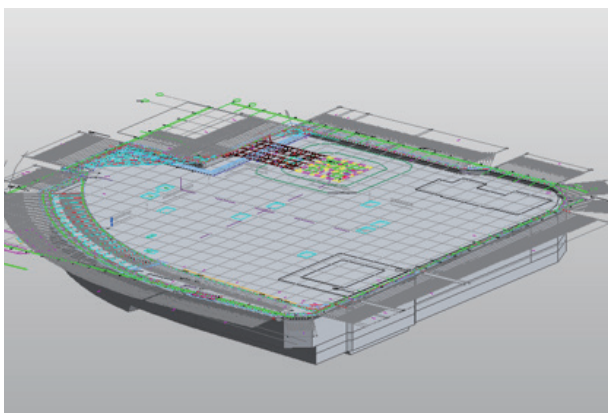


图3 基坑体量模型图

当基坑体量工作完成后，要将其应用到实际项目中，会逐渐形成基坑形状，相当于实际的土方开挖。在基坑形状完全确定后，要分析支护方案，建设基坑支护模型。同时，要对内支撑、支护桩、冠梁等部位进行建模，再进行钢腰梁、锚索等构件的建模工作。具体建模步骤如下：

(1) 利用 Revit 软件内插入选项卡当中的导入 CAD 指令，将基坑支护总平面图传输到 Revit 软件中（如图 4 所示）。

按照初始支护设计方案来准确画出上部挡土墙、基坑支护桩等部件，并构建桩顶冠梁模型，基坑挡土墙、支护桩内支撑、冠梁局部建模，基坑挡土墙、支护桩、内支撑、冠梁整体模型。为了便于后期模型的可视化仿真、基坑锚索碰撞检查、基坑施工进度模拟等的需要，本案例基坑模型的创建按照相关施工工艺流程进行展开。

(2) 在完成内支撑、基坑挡土墙、冠梁、支护桩等工作后，接下来要绘制锚索和腰梁。在传统方案中将基坑分为 16 个支护段，且每一段所设置的锚索层数不同，为更好开展建模工作，该模型根据原方案中的图纸对锚索进行分段布置。由于需要对模型内的锚索进行碰撞检测，所以碰撞检测软件应根据实际情况选择合适的组件。在构建锚索时，应按照不同界面的不同排锚索制定不同名称。并将锚索和腰梁放在 $\pm 0.00m^2$ 的标高上，再利用 3D 视图要合理调整标高，再将其放在指定位置。

(3) 在完成支护桩、锚索、内支撑等重要基坑支护构建模型工作后，要对其附属部分进行建模工作，如排水孔、安全栏、排水沟等。同时，要根据现场四周环境情况构建基坑市政管理模型、房屋模型等，从而直观发现基坑和周围环境的联系。

本论文主要是利用 BIM 技术来进一步分析基坑 ABC 段和 DEFG 段基坑阳角锚索的碰撞问题。因此，在建立模型过程中应体现基坑支护中的主要构建模型，并未对详细部分进行建模工作。而利用 Revit 软件所建立的基坑支护模型能完美呈现出 BIM 软件的数据储存功能，能有效体现出支护结构的几何属性特征，给后期研究模型应用打下坚实基础，并及时发现设计中隐藏的问题，在第一时间将问题反馈给设计人员，从而提高设计效率和安全性。

2.4 基坑阳角锚索的碰撞分析

2.4.1 基坑阳角锚索存在的问题

基坑阳角锚索经常产生碰撞问题，由于阳角两端的锚索标高和入射角度基本相同，导致两根，锚索在同一空间内很容易出现碰撞。而设计院在具体相关设计图时，并未

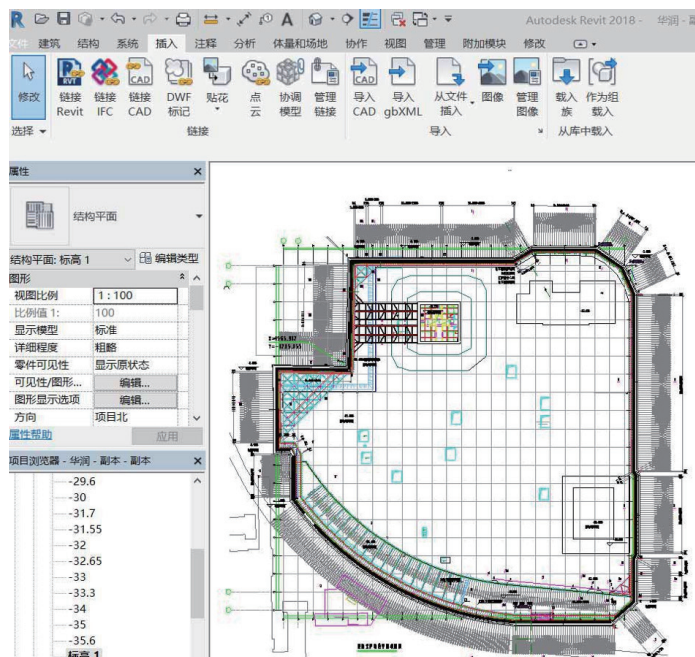


图 4 DWG 文件导入 Revit 结果图

对该种情况制定具体的解决措施，只要求对相邻水平锚索进行错开角度施工；对多层锚索，基坑阳角所处位置空间范围小，锚索会出现应力集中或叠加的情况，这些因素都会给现场施工安全和进度带来严重影响。第一，阳角锚索碰撞，其是指两处锚索在施工时出现实质性冲突，而造成该问题出现的原因是由于两侧的锚索位置和入射角相同；第二，阳角锚索群锚效应，是由于锚索锚固端抗承载力的应力场过于集中，导致锚索锚固端抗拔承受力要降低实际承受力。

2.4.2 基坑阳角锚索问题解决措施

传统基坑阳角锚索的碰撞问题是利用 Microsoft Excel 对阳角锚索交叉点进行统计，在分析交叉点标高，从而确定锚索碰撞位置，还可修改锚索的标高和入射角来解决碰撞问题。但在实际修改过程中，一次修改往往无法解决问题，需要工作人员进行反复调整，才能解决问题，这在无形中会增加员工的工作负担。而对于基坑阳角超过 90° 的锚索碰撞解决方法，是选择合理的锚索入射角或标高，如果调整入射角或标高不能解决阳角锚索碰撞问题，对两者同时进行调整。要求锚索的垂直间距不小于 2m^2 ，水平间距不小于 1.5m^2 ，如果不符合规格时，需要调整锚索入射角或对锚索抗拔承载力进行折减。而对基坑阳角正好在 90° 的锚索碰撞问题，则困难程度大幅度提升，通常会将 90° 阳角转化为大于 90° 阳角，然后再解决锚索的碰撞和群锚效应问题。如果转化不了，需要考虑阳角两

侧锚索锚固段与临空面的位置关系。

结语：

综上所述，BIM 具有较强的可视化，其能通过有效方式了解工程施工管理当中存在的问题，如果能够将 BIM 技术的可视化真正运用到建筑行业，将会对整个工程具有重要作用。如设计人员提供施工图纸都是以平面图，只有线条信息情况，施工人员想了解建筑物整体形象，要根据自身想象力来实施。利用 BIM 来构建 3D 信息模型，可为基坑支护带来全新的设计理念，能有效提升基坑支护的施工水平，提升项目的综合经济效益，让项目最终达到精确建设要求。

参考文献：

- [1] 张靖杰 .BIM 技术在深基坑工程勘察及支护设计中的具体运用 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(5):77-78.
- [2] 林志辉, 凌礼贤, 林国潮, 等 .BIM 技术在软土深基坑排桩注浆钢管斜撑支护体系中的应用 [J]. 建材发展导向 (下), 2021, 19(12):115-117.
- [3] 王鑫, 钟炜 . 静力切割与 BIM 结合的绿色施工技术 在基坑支护拆除工程中的应用研究 [J]. 价值工程, 2019, 38(33):255-257.
- [4] 李伟文 .BIM 监测技术和 3D 激光扫描技术在深基坑监测中的应用 [J]. 工程技术研究, 2021, 6(11):50-51.