

基于BIM的商品住宅工程设计

王佩印, 杨乐*

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年4月21日; 录用日期: 2025年5月14日; 发布日期: 2025年5月22日

摘要

当今, 在建筑业发展日新月异的情况下, 提高精度、减少成本成为了工程管理行业的首要目标。但是, 在现在的建筑行业中, 算量精度不够、成本难以控制、存在较高材料浪费率的情况依旧广泛存在; 因此, 提高算量精度和材料利用率以减少成本, 成为了工程管理行业工作的重中之重。文章基于BIM技术, 通过建模得出造价清单, 并最终根据施工现场的情况, 设计组织施工计划, 保障施工的顺利进行。研究结果表明, BIM技术的应用能够有效减少设计误差, 优化材料利用率, 降低施工返工率, 从而控制项目成本并提高施工效率, 为工程管理的科学决策提供数据支持, 验证了BIM技术在提升建筑项目经济效益方面的可行性, 对行业实践具有重要的参考价值。

关键词

BIM技术, 造价分析, 施工组织设计

Commercial Residential Building Engineering Design Based on BIM Technology

Peiyin Wang, Le Yang*

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Apr. 21st, 2025; accepted: May 14th, 2025; published: May 22nd, 2025

Abstract

Today, with the rapid development of the construction industry, improving accuracy and reducing costs has become the primary goal of the construction management industry. However, the construction industry is now characterized by a lack of accuracy in quantity measurement, difficulties in cost

*通讯作者。

control, and high material wastage rates. Therefore, improving the accuracy of calculation and increasing the utilization of materials to reduce costs has become a top priority for the construction management industry. This article is based on BIM technology, and the cost list is obtained through modeling. Finally, according to the situation of the construction site, the construction plan is designed and organized to ensure the smooth progress of the construction. The research results show that the application of BIM technology can effectively reduce design errors, optimize the utilization rate of materials, and reduce the construction rework rate, thereby controlling project costs and improving construction efficiency. It provides data support for scientific decision-making in project management, verifies the feasibility of BIM technology in enhancing the economic benefits of construction projects, and has important reference value for industry practice.

Keywords

BIM Technology, Construction Cost Analysis, Construction Organization Design

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 引言

1.1. BIM 技术

1.1.1. BIM 技术的含义

BIM 技术是根据 CAD 技术改进得到的多维模型集成信息技术。随着当今社会经济的不断发展,人们对建筑功能、结构等方面的要求日益提高,因此需要广泛地为建筑行业注入新的创新力量以及多方面的辅助。BIM 技术主要功能就是完成人力不好完成的繁重工作,提高工程任务的输出效率,比如建筑中的柱、墙、梁,往往不是单一的材料,如果人力统计算量,则会带来巨大的人力、物力、时间成本,并且精度方面也往往难以保障。BIM 技术则可以有效解决这一难题,大力节约时间和成本,因此致力于发展 BIM 技术是顺应时代要求的,应当倡导更多优秀的人才去学习钻研。

1.1.2. BIM 技术的研究进展及现状

近十余年来,随着 BIM 技术的出现、发展与推广应用,国内外土木工程建设行业的许多企事业单位、业主实体和工程公司都希望能够建立一套统一的 BIM 系统[1]。BIM 技术在施工组织设计(Construction Organization Planning)中的应用研究已形成三大核心方向:4D 施工模拟与进度优化、资源调度与场地规划、施工冲突预测与决策支持。通过将 BIM 模型与进度计划(如 Primavera P6/MS Project)进行 4D 集成,实现了施工过程的动态可视化模拟[2]。代表性研究如 Eastman 等(2011)提出的“Last Planner”系统,可将进度偏差控制在 3%以内;基于点云扫描的 BIM 场地建模技术(如 Leica BLK360 应用)将场地布置规划效率提高了 40%,并减少了 30%的机械二次搬运(ASCE, 2021);数字孪生(Digital Twin)技术通过实时数据映射,使设计变更响应时间缩短 60% (NBS, 2023)。

1.2. 研究方法

本研究采用“图纸建模 - 技术设计 - 施工应用”的三阶段混合研究方法,第二小节对 BIM 建模过程进行介绍展示及统计工程量清单,第三小节根据建模情况、施工难点进行技术设计,第四小节进行施工现场的布置以及施工工期安排。

2. 工程量清单

2.1. 工程介绍

本工程位于深圳市宝安区新安街道, 占地面积约 7.4 万 m^2 ; 总建筑面积约 30 万 m^2 ; 容积率为 2.91; 近邻南山科技园、留仙洞总部基地、宝安中心、前海自贸区等片区, 集合向西发展的城市资源, 社区自带约一万 m^2 的商业区, 全系配套满足一站式生活需求, 地理位置有着极大的优越性。

本工程 ± 0.000 相当于 5.400 m 的绝对标高, 室内外的高差为 0.30 m, 地上 21 层, 地下 2 层, 建筑面积为 7206.98 m^2 , 建筑高度为 61 米。该工程采用装配整体式剪力墙结构, 基础形式为桩基础和筏板基础, 桩基础设计等级为乙级, 地基基础设计等级为乙级。建筑结构安全等级为二级, 结构设计使用年限为 50 年, 耐火等级为二级, 抗震级别为三级。墙体工程: 墙体竖向钢筋间距为 100, 拉筋直径同边缘构件, 竖向间距同剪力墙的水平钢筋间距不大于 150。

2.1.1. 编制依据

《房屋建筑与装饰工程工程量计算规范》(GB50845-2013); 《深圳装饰工程消耗量定额》(SJG75-2020); 《建设工程工程量清单计价规范》(GB50500-2003); 深圳市宝安区某地块 10 号商品住宅图纸; 《宝安新安 A012-0112 北块岩土工程详细勘察报告》; 《建筑幕墙》(GB/T21086-2007)。

2.1.2. 编制说明

本工程编制范围为 10 号楼土建部分。

2.2. 建模过程概述

2.2.1. 建模过程总述

- 1) 检查并熟悉图纸, 通过 CAD 快速看图软件, 可以快捷地检查图纸是否完整, 浏览并熟悉图纸, 以便建模时导入相应图纸。
- 2) 熟悉施工组织设计和工程量清单的编制方法。
- 3) 导入图纸后, 将结构平面图的图纸导入软件, 彻底打散并保存成块, 接着利用软件进行转化, 顺序为: 新建工程、建立轴网、柱、墙、梁、板、楼梯、基础。下文仅展示墙体绘制。

2.2.2. 墙体绘制

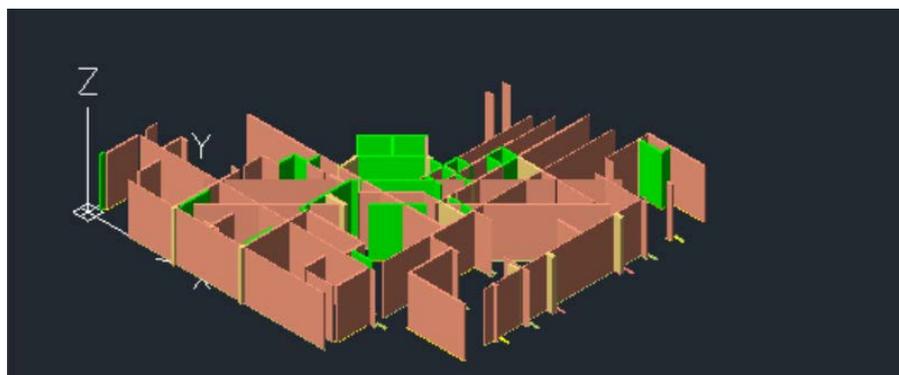


Figure 1. Wall components on the first floor

图 1. 一层墙构件

参考墙柱定位图, CAD 转化中点击转化墙, 提取墙的边线以及边线颜色, 量取墙厚度时要注意不同

数据一定要添加完整, 保证墙体转化的完整性。转化后要根据图纸逐一检查墙体是否完整地建出, 否则将会影响门窗的建模。若仍有未转化成功的, 点击绘制墙, 按照图纸设置墙厚、墙体的名称; 完整后用楼层复制, 将对应层的墙构件清空, 完成复制。本工程一层墙的建模如图 1 所示。

2.3. 建模成果

按照正确建模步骤完成建模后, 可以用软件进行检查, 检查图纸是否有遗漏, 如有错误进行改正。其南侧立面图如图 2 所示、东侧立面图如图 3 所示、北侧立面图如图 4 所示、西侧立面图如图 5 所示。

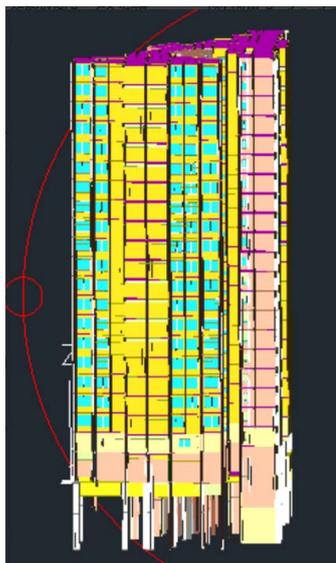


Figure 2. South elevation
图 2. 南侧立面图

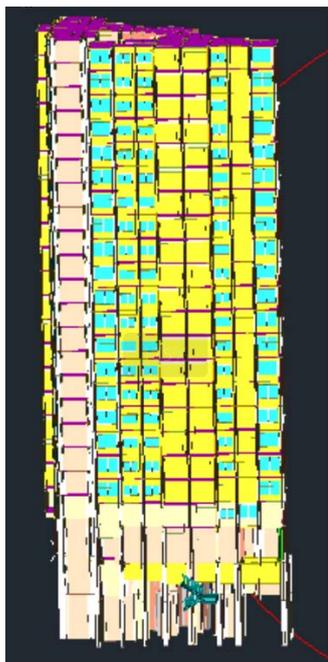


Figure 3. East elevation
图 3. 东侧立面图

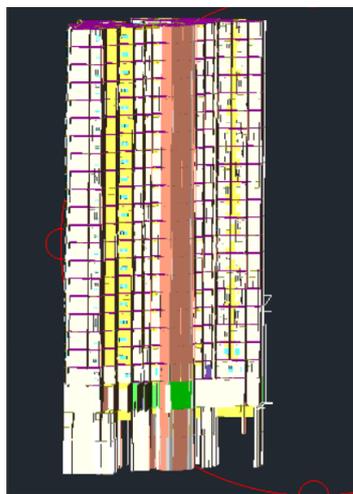


Figure 4. North elevation
图 4. 北侧立面图

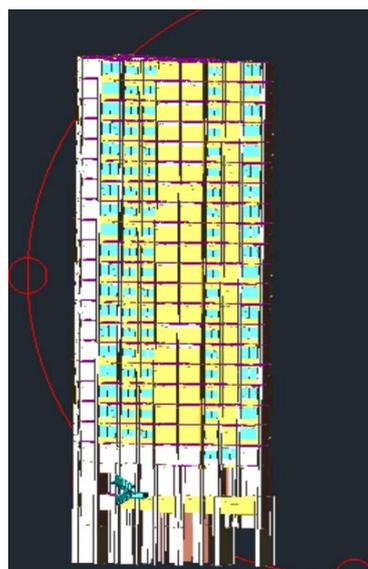


Figure 5. West elevation
图 5. 西侧立面图

2.4. 清单编制过程

清单编制的主要过程是：对项目进行初步调研，了解项目的规模、施工方案和技术要求等信息。根据项目要求，编制工程量清单。清单涵盖了土建、安装、电气、管道等方面的内容，在工程项目中，工程量清单的编制是工程造价管理的基础工作内容。运用传统的工程量编制模式需要投入较多的时间和精力[3]。

本工程按照国家标准利用鲁班软件自动生成清单，在土建和配筋比较准确的情况下，清单的生成是准确快捷的。在生成后要逐一检查各个数据是否合理，如果存在不合理要回到图纸中去修改建模。

2.5. 清单工程量

2.5.1. 工程量计算

本研究工程量的主要计算方法如表 1 所示(以部分分部分项工程为例)。

Table 1. Bill of quantities and pricing schedule for divisional works**表 1.** 分部分项工程量清单与计价表

序号	项目编号	项目名称	项目特征描述	计量单位	工程量
A1 土石方工程					
1	010101001001	平整场地	土壤类别：一、二类土	M ²	391.18
2	010101002001	挖一般土方	1) 土壤类别：一、二类土 2) 挖土深度：12 m 内	M ³	10117.28
A2 桩基工程					
3	010301001	预制钢筋混凝土方桩	1) 桩截面：300 mm × 300 mm 以内 2) 混凝土种类、强度等级：C30 3) 送桩深度、桩长：8 m 以内	M	203
A3 砌筑工程					
4	010402001001	砌块墙	1) 砌块墙厚度 200 2) 蒸压灰砂砖	M ³	1399.28
A4 钢筋及混凝土工程					
5	010502001001	矩形柱	1) 混凝土强度等级：C20 2) 混凝土种类：预拌混凝土	M ³	448.45
6	010502003001	异形柱	1) 混凝土强度等级：C20 2) 混凝土种类：预拌混凝土	M ³	651.43
7	010503002001	矩形梁	1) 混凝土强度等级：C20 2) 混凝土种类：预拌混凝土	M ³	503.47
8	010504001001	直形墙	1) 混凝土强度等级：C20 2) 混凝土种类：预拌混凝土	M ³	2025.73
9	010505001001	有梁板	1) 混凝土强度等级：C20 2) 混凝土种类：预拌混凝土	M ³	785.85
10	010506002001	弧形楼梯	1) 混凝土强度等级：C20 2) 混凝土种类：预拌混凝土	M ²	9.77
11	010515001001	现浇构件钢筋	钢筋类型：1 级钢，直径 10 以内	T	11.79
12	010515001003	现浇构件钢筋	钢筋类型：3 级钢，直径 10 以内	T	80.35

2.5.2. 钢筋统计汇总表

经过计算整理后，导出的钢筋汇总量见表 2。

Table 2. Total amount of steel bars**表 2.** 钢筋汇总量

级别直径	总长(m)	总重(kg)	其中箍筋(kg)	接头类型	接头总数
A8	1,160.936	458.619	458.619	绑扎	0
C6.5	1,358.025	355.162	355.162	绑扎	0
C8	17,926.640	7,080.978	7,080.978	绑扎	0
C10	51,843.362	31,997.358	31,997.358	绑扎	0

续表

C12	29,002.540	25,754.778	0.000	绑扎	3,460
C20	77,565.204	191,275.317	0.000	绑扎	17,278
合计	178,856.707	256,922.212	39,892.117		20,738

3. 工程技术设计

3.1. 土方工程技术

土方工程包括：1) 平整场地：厚度在 300 mm 以内的挖填、找平工作。2) 基坑开挖：挖基坑指挖土底面积在不大于 20，且底长为底宽 3 倍者。3) 基槽开挖：挖基槽指挖土宽度在 3 m 以内，挖土长度小于等于宽度 3 倍以上者。4) 常见的土方回填有：基础回填、室内回填、管道沟槽回填。

准备工作：清理施工区域内的场地，若有妨碍工程进行或影响工程稳定的物体或地下物体，都应及时清理干净，并派专人进行定期检查；排除工地上的积水，积水不仅不便于施工，而且会对工程质量造成严重影响。本工程位于深圳，气候多雨，因此更需要频繁地排除地面积水[4]。

土方施工：在土方开挖中，要区分人力和机械施工方法。人工施工不仅需要良好的劳动力组织，还需要注意施工质量和安全保障。机械施工主要使用推土机和挖掘机，使用推土机是十分关键的步骤，在施工中较多使用液压推土机，可以有力地穿透地面。以油为动力的推土机更灵活，因为它可以更深入地切入地面，并提升和调整铲斗角度。推土机可以爬上约 30 度的缓坡，因此用途广泛，主要用于场地清理和平整，以及深达 1.5 米的开挖工作。

正铲式挖掘机的挖掘技术特点是，挖掘力大，生产效率高，具有向前和向上的强制切削能力。该机器可以在停机面以上的 I 类至 IV 类土壤中进行开挖。对于大型干坑、土堆等的开挖，必须与自卸车一起进行。根据挖掘路线与运输工具的位置不同，本工程铲式挖掘机的操作方式分为两种：(1) 正向挖掘和侧向排放，该方法适用于工程量较大的项目；(2) 正面开挖，后方卸土，即挖掘机向前挖掘，装土则由运输车辆停在挖掘机后方进行操作。这种方法是由于挖掘机卸土时机械臂的旋转角度大，生产效率低，需要倒车，一般在基坑较窄和较深时使用。

压土注意事项：1) 压实应分层进行；2) 压实工作要注意均匀；3) 在压实松散土壤时，夯实工具应先轻后重；4) 压实工作在操作过程中应从边缘开始，向中心靠近。

土方施工流程图如图 6 所示：

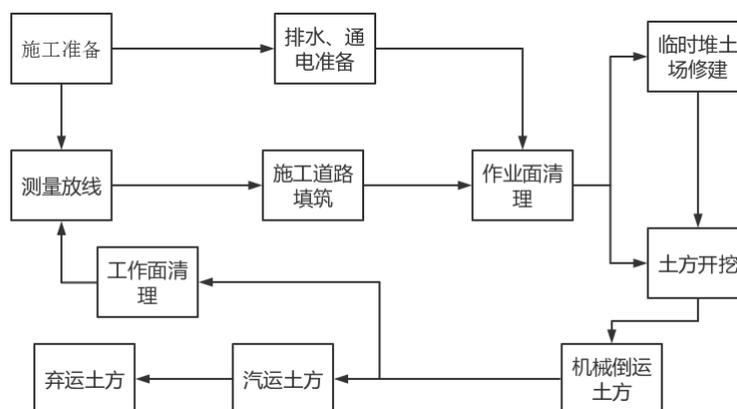


Figure 6. Earthwork construction process flowchart

图 6. 土方施工流程图

3.2. 桩基工程技术

施工的准备工作:

1) 选择打桩设备: 根据地质报告的分析, 选择了 10 台 ZYJ120 型液压静力压桩机用来推动桩基。2) 插入成品桩: 场外道路用于民用道路的施工。施工现场的路面应单独铺设沥青。3) 临时建筑: 有一个办公室和一个生活区, 生活垃圾集中处理并定期清空, 以保证工地的清洁卫生。4) 技术准备: ① 安排施工人员学习并认真审核图纸, 编制测量放线计划[5]。② 以红线坐标作为测量轴线的依据, 做好半永久性的轴线和水平点测量标志, 并经监理审查批准。③ 对所有参与施工的人员进行安全技术交底, 强化质量意识, 讲解土建工程、安全卫生要求等, 并随时关注工程情况。准备工作流程图如图 7 所示:

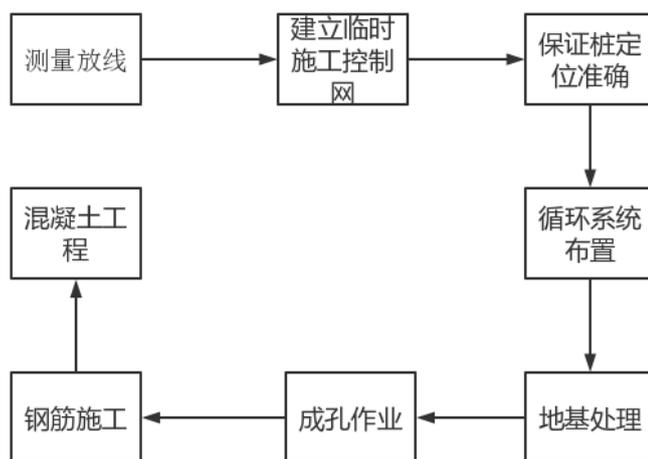


Figure 7. Pile foundation preparatory work
图 7. 桩基础准备工作

桩基施工工艺流程:

1) 钻孔定位: 在施工过程中, 采用联合测量和反复测试的方法来控制桩的位置, 保证精度。测量完孔的中心点后, 打一个中心桩, 将钉子打入桩的顶部, 以确定孔的中心点, 按照十字线的方法在周边打四个点, 记录与中心点的距离, 保证孔位置的正确性。当中心桩挖好后, 在这四点上测量孔的中心点, 以确认孔的位置是否正确。

2) 冲孔施工: 锤击时应采用低锤密击, 锤高 0.4~0.6 米, 并及时补充石块或粘土, 使井壁挤压紧密, 直到井深低于 3~4 米的保压, 此时应提高速度, 加大冲击力, 将锤子提高到 1.5~2 米, 转为正常的连续冲击, 同时应及时将孔内残余材料排出孔外, 以免孔内残余材料过多。在打桩过程中, 应分别进行岩石冲击深度的减小和岩石进入深度两次检查, 并根据地质报告的信息和实际开工资料的信息对岩石样品进行对比分析, 确保一致[6]。

3) 清孔: 孔内泥浆清理以确保孔内泥浆性能指标符合要求: 粘度不大于 28 秒, 比重不大于 1.25 Kg/L, 含砂量不大于 8%。

4) 垂直放置: 避免钢筋笼的端部撞到孔壁上造成土体塌陷到低孔。

4. 施工组织设计及实现

4.1. 工程概况

本工程的工程概述和建筑设计概况如表 3、表 4 所示。

Table 3. Project overview**表 3.** 工程总述

序号	项目	内容
1	工程位置	深圳市宝安区新安街道广盛路与广泰路交汇处
2	总占地面积	约 7.4 万 m ²
3	总建筑面积	约 30 万 m ²

Table 4. Architectural design summary**表 4.** 建筑设计概况

序号	项目	内容
1	建筑面积	7206.98 m ²
2	建筑层数	地下二层、地上二十一层
3	建筑高度	总高度 61 米
4	设计等级	桩基础设计等级为乙级，地基基础设计等级为乙级
5	抗震等级	三级
6	耐火等级	二级

4.2. 主要施工条件

该项目具有显著的地理优势。它与深中通道一起建成后，将实现广深沿江高速、深中通道、广深高速和机荷高速的交通互通，并直接服务于深圳宝安国际机场和国际会展中心。这意味着宝安将加速融入海湾地区的交通圈，其主要交通干线是重交通，成为深圳在粤港澳大湾区建设中互联互通的核心引擎。据了解，深圳宝安 107 国道周边的工业和城市区域人口超过 400 万，是深圳人口最密集的地区之一，位于大湾区核心的深圳国际机场旁，也是穿越广深港澳科技创新走廊的核心，沿线有 5800 多家国有高科技企业，126 个城市改造和土地整理项目，而 107 国道宝安段的市政化建设可以对沿线庞大的产业链和住宅链产生强大的激活效应和有效的影响。

4.3. 施工部署

4.3.1. 施工目标

1) 进度目标

本工程的计划工期为 390 天，本单位预计在 2023 年 4 月 28 日前完成施工，整体来看施工任务较重，因此在施工前要制定详细的计划，把握好关键节点。每隔 2 个月对关键节点进行一次审查，保证在工期内可以保质保量完成任务。

预计在 2022 年 5 月 1 日进行基础工程的完成，11 月 10 日完成三至十三层施工，2023 年 3 月 10 日完成所有楼层施工，其余时间用于安装门窗，在这几个节点设置大型审查工作，有问题及时追责并改正。

2) 质量目标

本工程一直秉承质量优先的原则，会严格按照相关规范对于各个施工节点进行严格把关，并定期进行自我检查，严格保证质量，最终达到满意的合格率。

3) 安全目标

安全文明施工是工程建设的基本保障，直接影响工程质量和经济效益。本项目将建立完善的安全管理体系，通过危险源识别、动态监控和 BIM 技术应用，实现全过程安全管控，确保隐患整改率 100%，为项目顺利实施保驾护航。

4) 文明环保目标

本工程在施工过程中会对垃圾进行分类, 并采取措施减少工地的扬尘、噪音, 同时对于施工过程中周围居民、管理人员提出的意见与建议积极采纳并整改。

4.3.2. 施工条件重难点

1) 投入的人力和机械较多

由于项目整体规模大, 单个对象多, 时间紧, 单位时间内需要投入更多的人力、物力和机械, 因此需要合理组织和使用的。

2) 土方工程

在这个项目的施工过程中, 开挖的质量将起到关键作用, 开挖和回填的工作量很大, 在短时间内要完成很多工作。一个难点是专业队伍之间的配合, 如人工回填和机械回填, 以及开挖的准确性(避免欠挖和超挖)。在施工过程中, 需要良好的项目管理来确保所有机构之间的合作和协调[7]。作为项目的重要组成部分, 我们单位将组织专门的开挖和接待人员, 以确保项目的质量。

3) 质量要求

对于这个项目, 目标是让单位一次性完成验收程序。需要采取切实可行的保障措施并精心组织, 以确保目标的实现。由于本项目涉及许多不同类型的工程, 需要严格控制各种原材料、成品和半成品的质量, 主要材料应经业主和监理工程师批准后才能采购。对于主要构件工程, 在施工过程中必须制定详细的施工方案, 以保证施工质量。

4) 气候原因

本项目位于深圳宝安, 气候多雨, 本工程的工期中雨期较多, 会对工程进度造成一定的延误, 应当制定有效的措施去解决这一难题。因此本工程会采用装配式施工的方式, 对于一些结构构件, 在工厂中提前进行加工, 然后在施工现场进行拼装, 提高施工的效率。

4.4. 施工保障措施

1) 管理措施

成立了项目指挥协调小组, 选取管理知识储备充足、善于经营、综合能力强、有责任心的干部项目经理, 负责项目的组织管理和关键问题的协调, 记录施工中的协调、控制和配合工作, 注重施工管理, 做好工序衔接, 记录各关键工序的进度。加强相关单位之间的合作与协调, 维护好与周边单位和居民的关系, 为施工创造良好的外部环境, 使得施工排除外部因素的影响, 保证施工目标的顺利实现。在项目建成后注重服务工作, 提供各种奖励, 激发建设者的积极性[8]。

2) 资源保障措施

组织相关人员对于建筑材料的使用情况、库存情况进行统计, 采购人员根据统计明细及时进行采购, 避免因材料短缺而造成工期的延误。在人力方面, 在各个关键节点前, 对人力进行统一安排, 具体分工, 避免人力的浪费。

3) 机械设备落实措施

对于工程所必要的机械进行统筹安排, 提高机械化水平, 加快工程进度, 同时定期对机械进行检查, 做好维修和保养, 保障机械的顺利运行[9]。

4.5. 施工总平面图

本工程的施工现场布置如图 8 所示, 北面 3 扇门, 南面 2 扇门。员工板房宿舍临近停车场和安全通道, 十分利于出行。地磅位于大门附近, 便于测重后进入施工场地。建筑外围设置有脚手架、防护棚, 安全系数比较高[10]。东面设置有沉淀池和集水井, 南面是工人休息区, 设置有食堂、浴室、洗漱池。

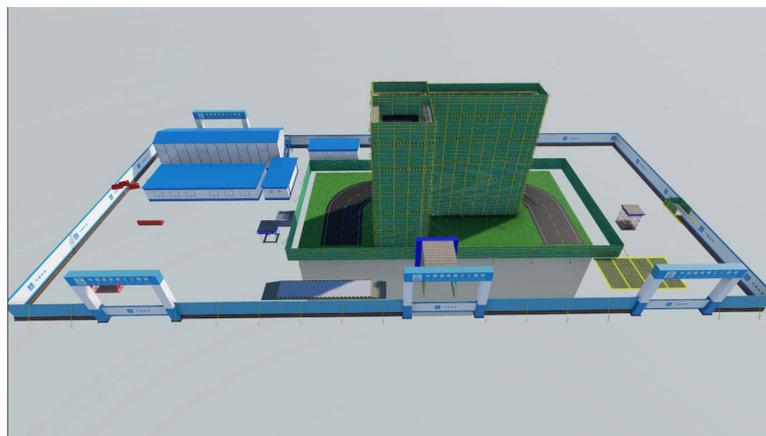


Figure 8. Construction working drawings
图 8. 工程施工图

5. 结论与体会

本文基于给定图纸进行建模, 并根据清单计价要求进行造价计算, 将结果整理成表格的形式, 计算出了单方造价, 并统计工程量, 根据工程量进行工程施工方面的设计, 发现 BIM 技术大大提高了建筑行业的效率。在施工组织方面, 优化了材料采购计划、劳动力配置和机械选型等关键环节, 使材料损耗率降低, 工期缩短。本研究不仅证实了 BIM 技术在提升单方造价精度方面的可靠性, 更重要的是展示了数字化转型对建筑业生产方式的革新作用。这些成果为同类项目的 BIM 应用提供了可复制的实施路径和量化参考, 同时也为行业从传统建造向智能建造转型提供了实证支撑。未来研究可进一步探索 BIM 与物联网、人工智能等新技术的融合应用, 以持续推动建筑产业现代化进程。

参考文献

- [1] 郭红兵, 赵亚兰. BIM 技术的国际研究概况与我国市政 BIM 应用分析[J]. 人民长江, 2021, 52(4): 164-170.
- [2] 罗时朋, 继强, 李嘉琪, 等. 工程全过程造价 BIM 精细度研究[J]. 土木工程与管理学报, 2022, 39(4): 48-54.
- [3] 张微. BIM 技术在工程量清单编制系统中的应用[J]. 智能城市, 2021, 7(22): 97-98.
- [4] 胡晋升, 白鑫, 王锦. 施工组织设计对建筑工程造价的影响研究[J]. 建筑监督检测与造价, 2023, 16(4): 64-68.
- [5] 吴晟堂, 蒋小珍, 马骁, 等. 岩溶地下工程地质环境影响区范围划定初步研究——以深圳市龙岗区基坑降水为例[J]. 中国岩溶, 2022, 41(5): 825-837.
- [6] 蔡信团. 房屋建筑工程中填充墙砌体工程的施工技术浅析[J]. 四川水泥, 2021(11): 113-114.
- [7] 郭倩娜. 施工组织设计在土建施工管理中的应用[J]. 四川建材, 2025, 51(3): 222-224, 228.
- [8] 吴晟堂, 蒋小珍, 马骁等. 岩溶地下工程地质环境影响区范围划定初步研究——以深圳市龙岗区基坑降水为例[J]. 中国岩溶, 2022, 41(5): 825-837.
- [9] Salgado, M.S. (2022) BIM and the Future of Architecture Teaching. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **1101**, Article 052024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1101/5/052024>
- [10] 陆锡逢. 建筑模板安装质量控制研究[J]. 住宅与房地产, 2021(21): 177-178.