

# 复杂地质条件下的基坑创新支护与开挖策略

洪大雄

湖南省第三工程有限公司 湖南湘潭 411101

**摘要:** 针对建筑行业深基坑工程中的复杂地质条件和施工难题, 基于广西贺达纸业公司车间基坑工程, 开展基坑支护设计与土方开挖技术研究。主要采用案例分析和现场监测方法, 从安全质量、施工效率、成本控制和环境保护等方面, 分析基坑支护设计和施工过程中的关键技术问题, 得出结论: 1) 合理的基坑支护设计是确保工程安全的关键; 2) 施工技术的选择直接影响工程的质量和效率; 3) 成本控制是基坑工程成功实施的重要因素; 4) 环境保护措施的实施对提高工程的社会和环境效益具有重要意义。

**关键词:** 深基坑; 复杂地质; 基坑支护; 土方开挖

## 引言

随着城市化进程的加快, 高层建筑和地下空间的开发需求日益增加, 深基坑工程作为其重要组成部分, 其安全性和经济性受到广泛关注。深基坑工程的支护设计和施工技术直接关系到工程的安全性、经济性和施工效率, 对建筑行业的可持续发展具有重要意义。

当前深基坑工程中存在地质条件复杂、施工难度大、安全风险高等问题。国内外在深基坑工程领域已有一定的研究基础, 但在复杂地质条件下的支护设计和施工技术仍有待进一步优化。现有研究多集中于理论分析, 对现场实际施工技术的研究不够深入。针对复杂地质条件下的深基坑工程, 开展基坑支护设计和施工技术研究, 对提高工程质量和安全具有重要意义。

本文以广西贺达纸业公司车间基坑工程为案例, 结合现场实际情况, 对基坑支护设计和施工技术进行深入研究, 提出创新性的设计和施工方案。

## 1 工程概况

### 1.1 工程地质

根据钻探取芯鉴别及区域地质资料结果表明, 场地岩土层在钻探深度范围内, 揭露主要有 4 个主要土层, 上覆土层为素填土、残积黏土, 场地下伏基岩为泥盆系 (D) 灰岩。

### 1.2 水文地质

贺州市位于亚热带气候区, 春暖雨绵, 夏暑酷热, 秋明气爽, 冬少冰霜。据贺州市气象局资料, 贺州市区最大风速为 40m/s, 风向西北; 地表径流主要为贺江, 根据当地水文资料, 贺江最低水位珠江高程 100.50m, 历史最高洪水水位为珠江高程 106.50m。

主要岩土层分布如下: 素填土: 天然重度 17.7kN/m<sup>3</sup>, 黏聚力 10kPa, 内摩擦角 6 度。黏土: 天然重度 19kN/m<sup>3</sup>, 黏聚力 30kPa, 内摩擦角 20 度。破碎灰岩: 天然重度 22kN/m<sup>3</sup>, 黏聚力 60kPa, 内摩擦角 15 度计算。微风化泥质灰岩: 天然重度 25kN/m<sup>3</sup>, 黏聚力 170kPa, 内摩擦角 31 度。

根据勘察报告显示, 根据地区经验, 场地内地下水季节性变幅约 2.0~3.0m, 近 5 年最高地下水水位约 106.5m。对基础开挖及施工有一定影响, 施工期间需做好排水措施。

### 1.3 不良地质段

根据地勘报告, 整个场地基坑段不良地质, 第一层为 3m 的素填土, 第二层为 5m 硬塑黏土, 第三层为 4.5m 可塑黏土, 第四层为较完整灰岩。

## 2 难题分析

### 2.1 地质条件的复杂性

工程区域内的多变地质条件, 如不稳定的土壤结构和地下水波动, 对基坑的稳定性构成了重大挑战。

土壤结构的不均匀性: 区域内的土壤层可能包括粘土、砂土、砾石等多种类型的土壤, 它们各自具有不同的力学性质和工程特性。这种不均匀性可能导致基坑在施工过程中出现不均匀沉降, 增

加了支护结构设计的复杂度。

地下水位的波动性: 地下水位的季节性变化或人为因素导致的波动, 对基坑的稳定性和施工安全构成了潜在威胁。水位的上升可能增加基坑边坡的渗透压力, 而水位的下降则可能导致土壤的有效应力增加, 引发基坑底部的不均匀沉降。

地层的不连续性: 工程区域内可能存在断层、裂缝或软弱夹层等地质缺陷, 这些不连续的地层结构对基坑的稳定性构成了重大挑战, 需要在设计和施工过程中予以特别关注。

土体力学性质的变异性: 土壤的压缩性、剪切强度、渗透性等力学性质在不同区域可能存在显著差异, 这些变异性需要在基坑支护设计中予以充分考虑, 以确保设计的适应性和可靠性。

### 2.2 施工技术的适应性

设计局限性: 传统的基坑支护设计可能没有充分考虑地质条件的复杂性, 导致在实际施工中难以应对多变的土壤特性和地下水条件。

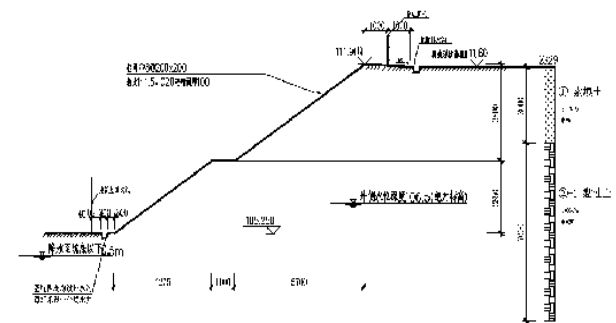
设备适用性: 施工设备可能不适合特定地质条件下的作业, 例如在松软或破碎的岩层中, 常规挖掘机械可能无法有效作业。

### 2.3 成本与效益的平衡

成本与效益的平衡是深基坑工程管理中的重要问题, 它要求项目团队在确保工程安全、质量和满足工期要求的同时, 实现经济效益的最大化。

### 2.4 环境保护与社会责任

环境保护与社会责任是深基坑工程中不可忽视的重要方面, 基坑开挖可能影响该场地的自然环境和生态系统, 降水排水措施可能污染地下水资源, 支护桩施工可能产生噪音、粉尘等污染。



自然放坡挂网喷砼示意图

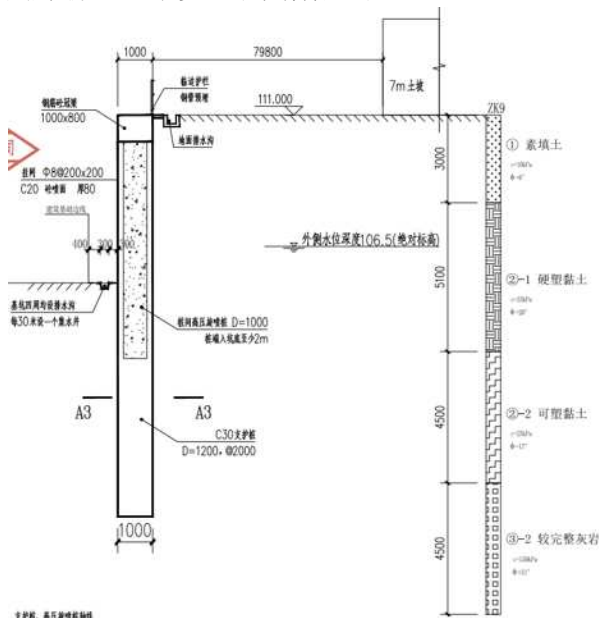
## 3 应对措施

### 3.1 基坑支护设计优化

针对复杂地质条件的基坑支护设计优化方案, 将基坑划分为 3 个支护段, 采用自然放坡挂网喷射砼、混凝土桩支护方式, 并采用高压旋喷桩止水帷幕进行截水。AB 段 (1-1) 剖、BC 段 (2-2) 剖为自然放坡挂网喷射砼支护, AB 段 (1-1) 剖放坡坡率为 1: 3, BC 段 (2-2) 剖放坡坡率为 1: 1.5; DE 段 (3-3) 剖为混凝土桩支护。

(1) 基于地形条件较好、土层稳定的区域以及减少基坑开挖对周边环境的影响的原因,采取自然放坡挂网喷砼的支护方式,相较于其他支护方式,放坡加挂网喷砼成本较低,施工速度快,经济实用,同时挂网喷砼可以提供额外的侧向支撑,增强边坡的稳定性,防止滑坡挂网喷砼可以提供额外的侧向支撑,增强边坡的稳定性,防止滑坡,此外放坡施工技术成熟,操作简单,易于现场施工人员掌握。

(2) 混凝土支护桩能够提供深层的侧向支撑力,具有高强度和耐久性,能够承受较大的荷载,适用于深层基坑或土层条件较差的情况,而高压旋喷桩形成的止水帷幕能有效阻断地下水流,降低基坑内的水压力,防止水害,并且喷桩止水帷幕还具有良好的防水性能,防止地下水渗入基坑,保障施工安全。



混凝土支护桩示意图

### 3.2 施工技术改进

#### 3.2.1 智能排水措施

(1) 自动化排水系统:安装自动控制的排水系统,根据地下水位的实时监测数据自动调节排水速率,保持基坑内外水压平衡。

(2) 真空预压排水:应用真空预压技术,通过在基坑周围形成负压,加速水的排出,降低地下水位,提高土体的承载能力。

(3) 智能水位监测:利用智能水位监测系统,实时监测基坑内外的水位变化,及时调整排水策略,确保施工安全。

#### 3.2.2 智能监控监测系统

(1) 光纤传感监测:部署光纤传感器监测基坑周边的土体位移、应力应变等参数,实现实时、高精度的监测。

(2) 无人机巡查:运用无人机定期对基坑周边环境进行巡查,及时发现潜在的安全隐患,如裂缝、沉降等。

(3) BIM与GIS集成:结合建筑信息模型(BIM)和地理信息系统(GIS),建立基坑工程的三维数字模型,实现施工过程的可视化管理和决策支持。

(4) 机器学习预测:利用机器学习算法分析监测数据,预测基坑工程的发展趋势,提前预警潜在的风险。

### 3.3 成本控制策略

#### 3.3.1 综合成本管理

通过建立一个全面的成本管理体系,从项目策划阶段开始,一直到工程竣工,对所有成本要素进行细致的预算、监控和调整。这包括对材料采购、人工费用、机械使用、间接成本等进行严格的成本预测和控制,确保所有成本都在预算范围内。

#### 3.3.2 风险驱动的成本优化

识别项目中可能影响成本的关键风险因素,如地质条件的不确定性、市场材料价格波动、政策变化等,并制定相应的风险缓解措

施。通过优化设计方案和施工方法,选择成本效益最高的方案,以减少不必要的开支并提高成本效率。

#### 3.3.3 实时成本跟踪与反馈

实施实时的成本跟踪系统,对项目成本进行动态监控,确保所有成本活动都处于控制之下。通过定期的成本审计和分析,及时发现成本偏差,快速响应并采取调整措施。同时,强化团队内部的沟通和协作,确保成本信息的透明和共享,从而实现成本的持续优化和控制。

### 3.4 环境保护措施

#### 3.4.1 基坑周边环境保护

采取有效措施保护基坑周边的建筑物、道路、管线等基础设施,避免施工过程中的振动、沉降对周边环境造成损害。

实施基坑周边的监测计划,包括地面沉降、建筑物位移等,确保在施工过程中及时发现并处理可能对环境造成影响的问题。

#### 3.4.2 施工废料和废水管理

制定严格的废料和废水管理计划,确保所有施工废料得到合理分类、存储和处置,避免对土壤和水体造成污染。

安装废水处理设施,对施工过程中产生的废水进行处理,满足环保标准后再进行排放,减少对地下水和地表水的影响。

#### 3.4.3 施工现场的粉尘和噪音控制

实施粉尘控制措施,如定期对施工现场进行洒水,使用防尘网覆盖裸露土方,减少施工扬尘对空气质量的影响。

控制施工噪音,选择低噪音施工设备,合理安排施工时间,避免夜间施工,减少对周边居民和生态环境的噪音干扰。

### 4 结论与总结

本文通过广西贺达纸业公司车间基坑工程的案例分析,得出以下结论:

#### 4.1 基坑支护设计的创新与优化

结合工程地质条件和基坑周边环境,采用了放坡加挂网喷砼和混凝土支护桩加高压旋喷桩止水帷幕的综合支护方案。这种设计不仅提高了基坑的稳定性,还有效控制了工程成本,展示了在复杂地质条件下基坑支护设计的创新性和适应性。

#### 4.2 施工技术与环境保护的协调

在施工过程中,我们采用了多项先进技术,如智能排水系统和实时监控监测系统,这些技术的应用不仅提高了施工效率和安全性,还减少了施工对环境的负面影响,体现了施工技术与环境保护的协调发展。

#### 4.3 成本控制策略的有效实施

通过精确的成本预测、风险评估和实时成本跟踪,项目团队成功地在预算范围内完成了工程。成本控制策略的有效实施,不仅保证了项目的经济效益,还为类似工程提供了成本管理的参考模式。

#### 4.4 技术创新与可持续发展的结合

本项目在施工技术改进中融入了可持续发展的理念,如采用节能设备、智能施工系统等,这些创新不仅提升了施工技术,还推动了行业的可持续发展。

### 参考文献:

- [1]张华,李明.深基坑工程中的土钉墙支护技术研究.岩土力学,2019,40(2),245-254.
- [2]王强,刘波,陈思.高压旋喷桩在止水帷幕中的应用分析.岩土工程学报,2021,43(6),711-719.
- [3]赵雷,马云.基坑工程智能监控系统设计与实现.土木工程与管理,2020,37(4),82-90.
- [4]孙杨,周杰.基坑开挖对周边环境影响的数值模拟.工程地质学报,2018,26(3),323-332.
- [5]吴亮,郑和.深基坑施工风险评估与管理.地下空间与工程学报,2017,13(2),145-154.
- [6]陈晨,郭静.基坑工程中的环境保护措施与实践.环境工程,2022,40(1),54-61.