

测机制可预判罐笼摆动趋势实施主动纠偏补偿。辅助运输无人化推进依赖 L4 级自动驾驶平台集成激光 SLAM 定位与 5G-V2X 车路协同技术,矿用卡车的路径规划模块融合井下巷道三维点云地图实时计算安全速度剖面,障碍物检测子系统利用多模态传感器融合策略处理突发掉落岩体避让动作,同时后台远程值守人员可随时介入异常场景接管操作保障运行连续性。

## 4.2 构建基于物联网的机电运输系统综合监控与数据平台

构建监控与数据平台需建立覆盖主提升、带式输送机、辅助运输及供电系统的全域感知网络,在井下关键设备与运输节点部署具备环境适应性的多类型传感器,实时采集设备运行状态、环境参数及物料流动信息,依托矿用工业环网与 5G/Wi-Fi 6 混合传输架构实现毫秒级数据回传。数据中心对汇聚的异构数据进行标准化清洗与时空关联处理,打破子系统数据孤岛,构建包含设备工况、能耗曲线、故障历史的多维动态数据库,为上层分析提供统一数据底座。平台采用微服务架构开发面向不同业务场景的智能分析模块,基于机理模型与机器学习算法对输送带张力异常、提升机制动性能衰减、电机车电池健康度等核心指标进行融合诊断,生成设备风险画像与效能评估报告。远程集控功能深度集成各子系统 PLC 逻辑,允许授权操作人员在综合分析平台告警信息与诊断建议后,对带式输送机变频调速、提升机安全回路、辅助运输信息集闭系统等关键控制节点实施一键式策略干预或模式切换,大幅压缩应急响应时间。

## 4.3 强化设备状态在线监测与预测性维护

在煤矿机电运输设备状态监测领域,振动信号采集系统部署高精度三轴加速度计阵列构建全时域振动图谱,频谱分析过程持续跟踪传动齿轮箱啮合频率边带能量迁移,及时发现轴承滚道剥落产生的冲击特征频率异常增幅现象。温度场监测网络依托分布式光纤传感器编织立体感知矩阵,重点追踪牵引电机绕组温升梯度变化速率,当电缆接头接触电阻异常引发的温度曲线出现非工况性陡升拐点时自动触发预警阈值机制。电流量测单元动态捕获设备电机运行中三相电流的谐波分量畸变特征,例如软启动阶段过流脉冲群与供电电压跌落事件的关联模式识别,其核心在于精准剔除正常启停扰动与真实绕组匝间短路故障电流波形差异。故障预测能力融合工业机理模型与设备历史运行数据形成混合驱动分析框架,减速器齿轮损伤演化进程被数学模型描述为疲劳裂纹扩展深度与载荷谱累积损伤度的函数关系,大数据引擎同

步挖掘同类设备全生命周期内温度—振动—电流参数链式响应规律,最终生成的剩余寿命置信区间量化评估辅助维修决策时效性。

## 4.4 完善自动化系统安全防护与冗余保障机制

在构建自动化系统安全防护体系时,必须严格执行煤矿井下爆炸性环境设备隔爆认证标准,所有部署在危险区域的传感器、控制器及执行机构均采用本质安全型或浇封型防爆设计,其金属外壳的接合面间隙、紧固螺栓扭矩等参数需满足 GB3836 规范要求,避免电火花引燃瓦斯煤尘混合物。网络安全防护层面需要建立覆盖地面集控中心、井下环网节点及移动终端的纵深防御架构,在工业控制网络与企业管理网之间部署具备深度包检测功能的矿用防火墙,对 OPC 通讯、Modbus TCP 协议进行白名单过滤,同时采用硬件加密模块对控制指令与视频流数据进行端到端加密传输。关键设备冗余设计着重考虑主提升制动系统采用液压站与电气制动双回路独立控制模式,当工作制动装置出现油压异常时能瞬时切换至安全制动状态,带式输送机驱动单元配置 N+1 变频器热备冗余,任一功率单元故障后备用模块可在 200 毫秒内无扰接入运行<sup>[4]</sup>。

## 5 结语

煤矿机电运输系统运行的安全性与效率已通过自动化技术得到实质提升,不过在提升智能控制、辅助运输无人化以及跨系统数据融合等环节方面,仍有待深化突破。未来建设中,智能化升级要着力推动关键设备 AI 赋能,通过构建全域物联网平台达成多源数据的融合分析以及可视化管控,强化基于机理与大数据针对设备状态进行预测性维护的能力,同步把涵盖防爆、网络及设备冗余的多层次安全保障体系予以完善。对于深部开采以及少人化目标而言,持续探索先进传感、边缘计算与自主决策技术在复杂井下环境中的适应性集成,将会成为煤矿机电运输智能化发展遵循的核心方向。

## 参考文献

- [1] 汪庆留,李龙. 基于智能化技术优化煤矿机电运输系统探析 [J]. 中国设备工程, 2025(09): 28-30.
- [2] 刘志普. 自动化技术在煤矿机电运输系统中的应用研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2024(21): 151-153.
- [3] 宋磊. 煤矿机电运输系统中自动化技术的应用探析 [J]. 矿业装备, 2023(10): 16-18.
- [4] 王建东. 煤矿机电运输系统中自动化技术的应用探析 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(11): 37-38.

# Research on Integrated Management of Risk Factors Analysis and Cost Control in Deep Foundation Pit Engineering Construction

Dong Pei

Guangxi Tourism Development Fangchenggang Investment Co., Ltd., Fangchenggang, Guangxi, 538000, China

## Abstract

With the acceleration of urbanization, high-rise and super high-rise buildings are constantly emerging. As an important foundation of construction engineering, the construction risk and cost control of deep foundation pit engineering have become increasingly crucial. This article conducts an in-depth analysis of the risk factors in the construction of deep foundation pits, comprehensively sorts out the key points of cost control, and discusses them from the initial budget preparation, cost control during the construction process to the final settlement review. Furthermore, the intrinsic connection between construction risk factors and cost control is explored, and an integrated management strategy for risk factor analysis and cost control in deep foundation pit engineering construction is proposed, aiming to enhance the management level of deep foundation pit engineering and ensure the safe, efficient and economical implementation of the project.

## Keywords

deep excavation engineering; Construction risk factors; Cost control; integrated management

# 深基坑工程施工风险因素分析及造价控制一体化管理研究

裴栋

广西旅发防城港投资有限公司, 中国·广西 防城港 538000

## 摘要

随着城市化进程的加快, 高层、超高层建筑不断涌现, 深基坑工程作为建筑工程的重要基础, 其施工风险与造价控制愈发关键。本文深入剖析深基坑工程施工中的风险因素, 对造价控制要点进行全面梳理, 从前期预算编制、施工过程成本管控到竣工结算审核展开论述。进而探讨施工风险因素与造价控制的内在联系, 提出深基坑工程施工风险因素分析及造价控制一体化管理策略, 旨在提升深基坑工程管理水平, 保障工程安全、高效、经济地实施。

## 关键词

深基坑工程; 施工风险因素; 造价控制; 一体化管理

## 1 引言

在城市建设蓬勃发展的当下, 土地资源愈发紧张, 为充分利用地下空间, 深基坑工程在建筑领域的应用日益广泛。深基坑工程通常具有开挖深度大、施工周期长、技术要求高以及施工环境复杂等特点, 这些特性使其在施工过程中面临诸多风险因素。一旦风险失控, 不仅会导致工程质量和安全事故的发生, 还会引发工期延误、成本大幅增加等不良后果。因此, 开展深基坑工程施工风险因素分析及造价控制一体化管理研究具有重要的现实意义, 有助于实现深基坑工程安全与经济的双重目标。

## 2 深基坑工程施工风险因素分析

### 2.1 施工质量问题

施工质量是深基坑工程安全的重要保障。止水帷幕若存在缺陷, 在地下水的作用下, 会导致基坑周围水土流失, 进而使相邻建筑物开裂、倾斜, 邻近道路开裂、塌陷。钢筋混凝土支护桩若桩体强度严重不足、出现缩颈、断桩或纵筋布置错误等问题, 支护桩的变形将超过允许范围, 甚至发生倒塌。采用地下连续墙时, 若钢筋不连续, 墙体存在蜂窝、漏筋、空洞等现象, 会给工程留下重大安全隐患。钢筋混凝土支撑中, 若混凝土质量差, 杆件可能被压坏; 钢支撑中, 若未按要求施加预应力或预应力偏小, 会造成支护桩变形过大。

### 2.2 违规施工操作

施工过程中若不严格遵守施工规程, 也会引发诸多风险。例如, 挖土机械停在基坑支护结构附近进行反铲挖土, 会使支护结构承受的荷载大幅增加, 导致变形过大; 开挖时

【作者简介】裴栋(1995-), 男, 中国广西钦州人, 本科, 助理工程师, 从事工程项目管理研究。

挖土机械随意碰撞支撑系统,破坏支撑结构的稳定性;基坑开挖放坡坡角过陡,使基坑边坡处于失稳状态;挖土达到一定深度后未及时施加支撑,造成支护结构过大变形;基坑开挖到设计标高后,清底措施不力,可能引发后续施工问题。

### 2.3 现场管理混乱

施工现场管理不善也是重要的风险因素。部分施工单位随意在基坑边缘堆放大量材料,增加了基坑的荷载;一边进行基坑排水,一边将生活用水及施工废水倾倒在基坑边缘,或者对附近市政给排水管线保护不力,导致水管泄漏,使支护结构产生过大变形。为方便土方运输,随意在基坑一侧挖开缺口,破坏原有的支护结构和止水帷幕,致使地下水流入基坑,引发坑壁滑塌。

### 2.4 降水、排水与防水措施不力

降水、排水和防水是深基坑施工的关键环节。若未采取有效的隔水、排水措施,基坑内积水无法及时排出,会浸泡基坑,软化土体,降低土体的抗剪强度,增加基坑坍塌的风险。同时,降水措施不当还可能影响周边地下水位,导致周边建筑物沉降。

## 3 深基坑工程造价控制要点

### 3.1 前期预算编制

#### 3.1.1 准确计算工程量

工程量计算是预算编制的基础,对于深基坑工程,要依据施工图纸和相关工程量计算规则,准确计算土方开挖、支护结构、降水工程等各项工程量。例如,在计算土方开挖工程量时,要考虑放坡系数、工作面宽度等因素,避免漏算或多算。对于支护结构,要详细计算各种支护材料的用量,如钢筋、混凝土、钢材等。

#### 3.1.2 合理确定计价依据

根据工程所在地的计价定额、费用标准以及市场价格信息,合理确定各项费用的计价依据。计价定额要选择符合工程实际情况和当地规定的版本,费用标准要严格按照相关文件执行。同时,要密切关注市场价格波动,及时调整材料、设备等价格,确保预算的准确性。

#### 3.1.3 充分考虑风险因素

在预算编制过程中,要充分考虑深基坑工程可能面临的风险因素,预留一定的风险费用。例如,考虑到地质条件的不确定性,可能需要增加因处理特殊地质情况而产生的费用;考虑到施工过程中可能出现的设计变更、工程索赔等情况,也要预留相应的费用。

### 3.2 施工过程成本管控

#### 3.2.1 严格控制工程变更

工程变更往往是导致工程造价增加的重要原因。在深基坑施工过程中,要严格控制工程变更,建立健全工程变更审批制度。对于必须进行的变更,要进行技术经济分析,评估变更对造价的影响,选择最优的变更方案。

#### 3.2.2 加强材料和设备管理

材料和设备费用在深基坑工程造价中占比较大,加强

材料和设备管理是成本管控的关键。要合理采购材料,通过招标、询价等方式选择优质、价廉的材料供应商,降低材料采购成本。同时,要加强材料的验收、保管和使用管理,避免材料浪费和丢失。对于设备,要合理配置和使用,提高设备的利用率,降低设备租赁或购置成本。

#### 3.2.3 优化施工方案

施工方案直接影响工程的进度、质量和成本。在深基坑施工过程中,要结合工程实际情况,对施工方案进行优化。例如,合理安排土方开挖顺序和方法,选择合适的支护结构和施工工艺,优化降水方案等,在确保工程安全和质量的前提下,降低工程成本。

#### 3.2.4 加强现场签证管理

现场签证是记录施工现场实际发生的与工程造价有关的各种情况的书面证明。在深基坑施工过程中,要加强现场签证管理,确保签证的真实性、准确性和及时性。对于施工现场发生的设计变更、工程量增减、施工条件变化等情况,要及时办理现场签证,明确费用承担方和金额,避免事后扯皮。

### 3.3 竣工结算审核

#### 3.3.1 核对工程量和计价依据

竣工结算审核时,要仔细核对工程量,确保其与实际施工情况相符。要依据施工图纸、变更通知、现场签证等资料,对各项工程量进行逐一核算,防止高估冒算。同时,要审核计价依据的合理性和合法性,检查是否存在套用定额错误、费用计算错误等问题。

#### 3.3.2 审查工程变更和索赔费用

对工程变更和索赔费用进行严格审查,核实变更和索赔的原因、依据和金额。对于工程变更,要检查是否按照规定的程序进行审批,变更内容是否真实、合理;对于索赔费用,要审查索赔证据是否充分、索赔计算是否准确,确保索赔费用的合理性。

#### 3.3.3 关注结算细节

在竣工结算审核过程中,要关注一些容易被忽视的结算细节,如材料价差调整、措施费计算、规费和税金的计取等。要严格按照合同约定和相关规定进行计算,确保结算结果的准确性。

## 4 深基坑工程施工风险及造价控制一体化管理路径

### 4.1 建立一体化管理组织架构

成立专门的深基坑工程施工风险与造价控制一体化管理小组,由项目经理担任组长,成员包括技术负责人、造价工程师、安全工程师、质量工程师等。该小组负责统筹协调施工风险因素分析和造价控制工作,制定管理目标和工作计划,定期召开会议,及时解决施工过程中出现的风险和造价问题。明确各成员的职责分工,技术负责人负责施工技术方案的制定和风险技术评估;造价工程师负责工程造价的预算编制、成本控制和结算审核;安全工程师负责施工安全风