

基于明挖法的地铁车站施工基坑坍塌风险评价

袁志勇 李岩

济南黄河路桥建设集团有限公司, 山东 济南 250000

[摘要] 文章探讨了基于明挖法的地铁车站施工基坑坍塌风险及其应对措施。首先分析了地质情况、施工操作、管线和排水问题、支撑稳定性等因素对风险的影响。接着介绍了风险评估模型的组成, 包括因素分类、逻辑关系建模、概率分析和权重分配。最后阐述了应对措施, 包括实施实时监测系统、地质勘察和设计优化等, 以降低基坑坍塌风险, 确保地铁工程的安全顺利进行。这些策略有助于提高地铁建设的可靠性和安全性。

[关键词] 明挖法; 地铁车站; 基坑坍塌

DOI: 10.33142/ect.v1i5.10100

中图分类号: U231.3

文献标识码: A

Risk Assessment of Foundation Pit Collapse in Subway Station Construction Based on Open Excavation Method

YUAN Zhiyong, LI Yan

Ji'nan Huanghe Luqiao Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: The article explores the risk of foundation pit collapse in subway station construction based on open excavation method and its corresponding measures. Firstly, the impact of factors such as geological conditions, construction operations, pipeline and drainage issues, and support stability on risks was analyzed. Next, the composition of the risk assessment model was introduced, including factor classification, logical relationship modeling, probability analysis, and weight allocation. Finally, the response measures were elaborated, including the implementation of real-time monitoring systems, geological surveys, and design optimization, to reduce the risk of foundation pit collapse and ensure the safe and smooth progress of subway engineering. These strategies help improve the reliability and safety of subway construction.

Keywords: open excavation method; subway stations; foundation pit collapse

地铁作为现代城市交通的重要组成部分,其建设对于城市发展至关重要。然而在地铁车站施工过程中,基坑坍塌风险是一个不可忽视的问题,可能带来严重的安全隐患和工程延误。因此有效的基坑坍塌风险管理策略至关重要。文章将探讨基于明挖法的地铁车站施工基坑坍塌风险的因素和应对措施,以提供有益的见解和指导,确保地铁建设安全有序进行。

1 地铁车站施工基坑坍塌的因素

1.1 地质情况与基坑坍塌

地质情况与基坑坍塌密切相关,特别是在明挖法施工中。地质条件是基坑工程的基础,如果不适当考虑,可能导致严重的安全风险。富含地下水的区域尤其需要引起高度警惕。

第一,地下土体性质的了解至关重要。不同地质条件下的土壤和岩石具有不同的力学性质,包括强度、稳定性和渗透性等。如果在施工前不对地下土体性质进行详细勘察和分析,施工团队将无法准确评估土壤的稳定性,可能会低估地下土壤的承载能力,导致基坑坍塌的危险。第二,水文地质信息的不足也可能导致问题^[1]。地下水位的高低和变化对基坑工程至关重要。如果地下水位未被准确测量和监测,施工团队可能无法采取适当的排水措施,导致基

坑内部积水,增加了基坑坍塌的风险。此外地下水流动也可能对土体稳定性产生影响,特别是在富水层中。最重要的是,未经详细勘察情况下进行施工会破坏地下岩体的力学平衡。明挖法涉及土体的开挖和支撑,如果对岩体的力学性质和分布不了解,可能会导致力学平衡的破坏,引发岩体坍塌。这种情况下,基坑坍塌的后果可能会非常严重,包括人员伤亡和财产损失^[1]。

1.2 施工操作与支撑稳定性

施工操作和支撑体系的稳定性问题在基坑坍塌中扮演着关键角色。明挖法的施工安全不仅依赖于支撑结构的稳定,还取决于操作的合规性和质量。

第一,不符合设计要求的开挖顺序可能会导致问题。基坑的开挖顺序应根据地质情况和工程设计来确定,以确保支撑结构的稳定性。如果施工团队不按照设计要求的顺序进行开挖,可能会导致不均匀的土体压力分布,从而影响支撑结构的稳定性,增加基坑坍塌的风险。第二,支撑搭设不及时可能会导致问题。在明挖法中,支撑结构的及时搭设对于土体的稳定至关重要。如果支撑结构未能按时搭设,地下土体可能会受到不必要的挤压和位移,从而降低支撑结构的稳定性,增加了基坑坍塌的危险。第三,支撑体系的稳定性问题也是一个重要因素。支撑结构的稳定

性取决于支撑间距、支撑支护强度等因素^[2]。支撑间距过大可能导致支撑结构不足以承受土体的压力,使基坑失去稳定性。支撑支护强度不足或支撑体系的收缩或腐蚀可能导致支撑结构的损坏,使其无法有效支撑土体,增加了基坑坍塌的风险。

1.3 管线和排水问题

管线和排水问题在明挖法的地铁车站施工中占据着至关重要的位置,它们直接关系到基坑坍塌的风险。管线破坏、渗漏或排水不当都是基坑坍塌的关键因素。

第一,管道上方物体坍塌可能导致严重后果。在地铁车站施工中,地下可能存在各种管道,如水、电、燃气等。如果管道上方的地下物体坍塌,将导致地下土体失去支撑,从而增加了基坑坍塌的风险。这种情况通常发生在未进行足够勘察或不恰当的施工操作下,使得管道周围的土体变得不稳定。第二,管线渗漏或破坏也是一个潜在的问题。管道渗漏可能导致土壤软化,破坏管道可能会引发土体的位移和变形。这两种情况都会导致基坑周围土体的不稳定性增加,从而增加了基坑坍塌的风险。特别是在富含地下水的区域,渗漏问题可能会更加严重,因为水的渗透可能会加速土体的流失,导致底层涌水涌砂,进一步降低了土体的稳定性。最后,基坑排水方法的不当也可能导致问题。在明挖法的地铁车站施工中,合适的排水方法对于维持基坑的稳定性至关重要。如果排水不当,可能导致局部渗水和涌沙,进一步削弱土体的稳定性。特别是在长时间的降雨情况下,如果排水不及时,土体的承载能力可能会明显下降,增加了基坑坍塌的风险。

2 地铁车站施工基坑坍塌风险评估模型

2.1 因素分类和总结

基于明挖法的地铁车站施工基坑坍塌风险评估模型的构建始于因素的分类和总结。这一步骤对于深入了解潜在风险因素、建立可靠的风险评估模型至关重要。

①地质情况是评估基坑坍塌风险的核心因素之一。地下地质条件的复杂性和多样性使其成为潜在的风险源。不同地质条件可能导致不同的稳定性问题,例如,在含水量高的区域,地下水位上升可能会引发土体液化,增加基坑失稳的风险。

②施工操作是另一个关键的风险因素。不符合设计要求的开挖顺序、施工工艺的不当选择以及施工中的操作错误都可能对基坑稳定性产生不利影响。举例而言,超标高开挖或欠挖可能会导致土体应力分布异常,增加基坑滑移坍塌的概率。

③管线和排水问题也是需要考虑的重要因素。管道上方物体坍塌、管线渗漏或破坏以及基坑排水方法不当都可能导致基坑内局部渗水和底层涌水涌砂,加剧基坑的不稳定性。这些问题的分类和总结有助于确定哪些管线和排水方面的因素可能对基坑坍塌风险产生重要影响。

④支撑稳定性问题也必须纳入考虑。支撑体系的设计

和施工不当、支撑支护强度不足以及支撑体系的腐蚀等因素都可能导致支撑失稳,进而增加基坑坍塌的概率。分析并总结支撑稳定性存在的问题可以了解其潜在的风险源^[1]。

2.2 逻辑关系建模

在基于明挖法的地铁车站施工基坑坍塌风险评估模型中,逻辑关系的建模是模型的核心。这一步骤旨在深入了解不同致因因素之间的相互关系,以更准确地评估风险。

①每个致因因素对基坑稳定性都可能产生不同程度的影响。例如,地质条件的不同会导致土体的不同力学性质,从而影响基坑的稳定性。施工操作不当可能导致土体的不均匀应力分布,进而增加基坑的失稳风险^[3]。管线和排水问题可能会导致基坑内局部涌水,加剧稳定性问题。支撑稳定性的不足或支撑体系的腐蚀可能引发支撑失稳,对基坑稳定性构成威胁。因此了解每个因素的影响程度至关重要。

②逻辑关系建模需要考虑不同因素之间可能存在的相互作用。这意味着一个因素的存在或变化可能会影响其他因素,从而改变整体的风险。例如,地质条件的变化可能会导致支撑体系需要不同的设计和施工方法,而这可能会影响施工操作。所以模型必须能够捕捉到这些复杂的相互作用。

③为了建立这些逻辑关系,常常使用故障树分析(FTA)和贝叶斯网络模型(BN)等工具。故障树分析(FTA)可用于识别导致基坑坍塌的不同途径,并定量评估它们的概率。贝叶斯网络模型(BN)则可以用于表示不同因素之间的条件概率关系,帮助模型更准确地预测风险^[1]。

2.3 概率分析和权重分配

在基于明挖法的地铁车站施工基坑坍塌风险评估模型中,进行概率分析和权重分配是至关重要的步骤,以更准确地评估潜在风险和确保模型的可靠性。

①概率分析是为了确定每个致因因素的发生概率。这一步骤涉及对各个因素的可能性进行定量分析。这可以通过多种方法实现,包括基于历史数据的统计分析、专家意见的调查和采用模糊逻辑等。例如,通过研究类似工程项目的历史数据,可以估算地质条件不利导致基坑坍塌的概率。专家意见则可以提供有关施工操作、支撑稳定性等因素的评估^[4]。这些概率值为模型提供了基础数据,用于量化每个因素对风险的贡献。

②权重分配是为了反映不同因素对基坑坍塌风险的相对重要性。不同因素可能具有不同的影响程度,因此需要为它们分配适当的权重。这一过程通常需要依赖于专家意见、历史数据和实地调查。专家可以根据其经验和知识,提供各个因素的权重建议。历史数据可以帮助验证这些权重,并提供依据。实地调查可能包括对施工现场的实地考察,以更好地理解潜在风险源。

③概率分析和权重分配的结果将被整合到模型中,用于计算整体的基坑坍塌风险。这通常涉及数学模型和计算

方法,将各个因素的概率和权重相结合,以得出最终的风险评估结果。这个结果可以帮助工程团队、决策者和相关利益相关者更好地理解风险分布,从而采取相应的风险管理措施,确保基坑施工的安全性和成功性^[1]。

2.4 风险评估和应对策略

风险评估和应对策略在基于明挖法的地铁车站施工基坑坍塌风险管理中起着至关重要的作用。一旦风险模型确定了潜在的坍塌风险水平,就需要采取适当的措施来降低这些风险并确保施工的安全进行。

①基于风险评估的结果,可以制定改进施工方法的策略。这可能包括修改开挖顺序,减小挖掘深度,采用更稳定的开挖工序等。例如,如果地质条件较差,可以考虑减小开挖的深度,以降低地下岩体力学平衡破坏的风险。施工方法的改进应该根据具体的风险因素和工程实际情况来制定,以确保施工的稳定性。

②强化支撑体系是降低基坑坍塌风险的重要措施之一。根据风险评估的结果,可以优化支撑结构,确保其能够承受潜在的地下应力和荷载。这可能包括增加支撑间距、提高支撑支护强度、采用更耐腐蚀的支撑材料等。通过强化支撑体系,可以提高基坑的稳定性,降低坍塌的风险。

③改进排水系统也是关键之一。排水问题可能导致局部渗水和底层涌水,加剧基坑的不稳定性。所以根据风险评估的结果,可以优化排水系统,确保及时排除地下水和雨水。这可能包括改善排水管道的布局、提高排水设备的数量和效率,以及制定有效的排水计划。

3 地铁车站施工基坑坍塌风险的应对措施

3.1 实施实时监测系统

实施实时监测系统是基于明挖法的地铁车站施工基坑坍塌风险应对的关键举措。以下是关于该措施的详细阐述:

一是高级监测技术的部署:为降低基坑坍塌风险,首要任务是部署高级实时监测技术。这包括激光测距、地下位移传感器、监测摄像头等设备,它们能够实时收集大量关键数据。例如,激光测距可以精确测量地下岩体或支撑结构的位移,地下位移传感器可监测土层变形,监测摄像头则提供视觉信息。这些数据源相互协作,形成全面的监测网络,以确保任何异常情况都能及时捕获。

二是数据分析与预警系统:收集的数据需要通过先进的数据分析算法进行处理,以便实时识别潜在风险。数据分析不仅可检测到已知的问题,还可以识别不明显的趋势和模式,提前预警可能的危险。建立一个可自动触发警报的系统,确保监测数据能够迅速传达给工地管理人员,以便他们采取及时的措施。

三是定期巡检和维护:监测系统的有效性取决于设备的正常运行。需要定期进行巡检和维护,以确保传感器和监测设备的准确性和可靠性。此外设备的校准也是必要的,以保证测量数据的精确性。定期的维护和校准工作可确保监测系统持续发挥作用,降低误报和漏报的风险。

3.2 地质勘察和设计优化

详细的地质勘察和工程设计优化,可以最大程度地降低基坑坍塌风险。这一策略不仅有助于确保施工的安全进行,还可以节约成本和时间,提高项目的成功率。

一是详细地质勘察:在施工前,进行详尽的地质勘察至关重要。这包括获取地下土体性质、水文地质信息和地下岩体力学参数等数据^[5]。通过钻孔、取样和实验分析,可以了解地层的组成、稳定性、孔隙水位等关键因素。这些数据为施工提供了基础性的地质信息,有助于识别潜在的风险点。

二是工程设计优化:基于地质勘察结果,可以优化工程设计,以减少地质条件对基坑坍塌风险的影响。这可能包括采用增强的地下支撑系统,如钢架支撑、深基坑墙体或地下混凝土墙,以增加基坑的稳定性。另外改变开挖方式,如逐段开挖或采用缓坡设计,也可以减轻地质条件带来的不稳定性。

三是风险评估与决策支持:通过详细的地质勘察和工程设计优化,可以更准确地评估基坑坍塌风险。这有助于项目管理人员在施工前制定合理的决策,包括确定开挖深度、支撑体系和排水策略等关键参数。决策支持工具和风险评估模型可以帮助管理团队更好地理解潜在风险,制定明智的决策。

4 结语

在地铁车站施工中,基坑坍塌风险的防控至关重要。通过综合考虑地质勘察、设计优化、实时监测和风险评估,我们可以有效地降低潜在风险,确保施工的顺利进行。这些策略不仅有助于保护工人和公众的安全,还有助于项目的成功完成。在未来的地铁建设中,不断改进和应用这些方法将继续为城市交通基础设施的可持续发展和安全性做出重要贡献。

[参考文献]

- [1]马晓刚.地铁明挖基坑施工安全风险与解决对策[J].居舍,2022(6):138-140.
- [2]刘平,谭燕.基于明挖法的地铁车站施工基坑坍塌风险评估[J].工程管理学报,2022,36(4):70-75.
- [3]龚颖超.基于模糊层次综合评价法的地铁深基坑施工风险研究[D].浙江:绍兴文理学院,2021.
- [4]王成汤,王浩,覃卫民等.基于多态模糊贝叶斯网络的地铁车站深基坑坍塌可能性评价[J].岩土力学,2020,41(5):1670-1679.
- [5]林锦贤.明挖法深基坑地铁车站安全风险分析及控制[J].广东建材,2021,37(2):42-44.

作者简介:袁志勇(1989.6—),男,单位名称:济南黄河路桥建设集团有限公司,毕业学校和专业:鲁东大学土木工程;李岩(1991.2—),男,单位:济南黄河路桥建设集团有限公司,毕业学校:河北建筑工程学院,专业:建筑电气与智能化。