

地铁车站深基坑工程施工技术与安全风险控制研究

冉祥福

中电建(广州)轨道交通建设有限公司 广东 广州 510806

摘要: 地铁车站深基坑工程作为城市轨道交通建设的重要组成部分,其施工技术与安全风险控制直接关系到工程质量和施工安全。本文旨在探讨地铁车站深基坑工程施工的关键技术,分析施工过程中可能遇到的安全风险,并提出相应的控制措施,以期为类似工程提供理论参考和实践指导。

关键词: 地铁车站;深基坑;施工技术;安全风险控制

引言

随着城市化进程的加快,地铁作为缓解城市交通压力的重要手段,其建设规模日益扩大。地铁车站深基坑工程作为地铁建设中的关键环节,具有开挖深度大、地质条件复杂、施工周期长等特点,因此,施工技术与安全风险控制显得尤为重要。

1 地铁车站深基坑工程施工关键技术

1.1 基坑开挖技术

地铁车站深基坑开挖是一个复杂且要求精确的过程,它遵循“纵向分块、竖向分层、横向先挖中槽后修边”的基本原则。这一原则的核心目的是最大限度地减少围护结构的暴露时间,从而有效控制基坑的变形。在实际施工过程中,开挖方式的选择需根据地质条件、工程规模、施工环境以及工期要求等多种因素综合考虑。人工开挖通常适用于小型或地质条件较为简单的基坑,它允许更精细的操作,但效率相对较低。机械开挖则适用于大型或地质条件较为均匀的基坑,它能显著提高施工速度,但对操作人员的技能要求也更高。连续壁挖掘技术是一种先进的开挖方式,它在控制基坑变形和提高施工速度方面具有显著优势。该技术通过连续挖掘和支护的方式,确保基坑的稳定性,同时减少了对周围环境的干扰。在连续壁挖掘过程中,挖掘和支护作业是同步进行的,这大大缩短了基坑的暴露时间,从而降低了基坑变形的风险。除了选择合适的开挖方式外,还需要对开挖过程进行严格的监控和管理。这包括实时监测基坑的变形情况、地下水位的变化以及周围环境的稳定性。通过这些监测数据,可以及时调整开挖策略,确保基坑的稳定性和安全性。此外,在开挖过程中还需要特别注意对围护结构的保护。围护结构是基坑稳定性的关键所在,因此必须确保其完整性和稳定性。在开挖过程中,应采取有效的措施来减少对围护结构的扰动和破坏,如采用合适的开挖顺序、控制挖掘速度等。

1.2 支护结构施工技术

基坑支护结构是确保基坑在施工过程中的稳定性的关键要素。常用的支护结构主要包括钻孔灌注桩、地下连续墙以及SMW工法等,每种支护结构都有其独特的应用场景和施工要求。钻孔灌注桩是一种通过钻孔、灌浆而形成的支护结构。在施工过程中,首先需要根据地质勘察结果确定钻孔的位置和深度,然后使用专业的钻孔设备进行钻孔。钻孔完成后,向孔内灌注混凝土或钢筋混凝土,形成坚固的支护桩。这种支护结构具有施工方便、适应性强等特点,广泛应用于各种地质条件下的基坑支护。地下连续墙则是一种更为复杂的支护结构,它通过在基坑周边建造连续的钢筋混凝土墙体来提供支护。地下连续墙的施工需要专业的设备和技术,包括挖槽、浇筑混凝土、振捣等多个环节。这种支护结构具有整体性好、刚度大、防渗性能好等优点,特别适用于软土地质和深基坑工程。SMW工法是一种新型的支护结构施工技术,它结合了多种支护方式的优点,具有施工速度快、对周围环境影响小等特点^[1]。SMW工法主要通过设置在基坑周边设置型钢或钢板桩,并在桩间进行注浆加固,形成连续的支护结构。这种支护方式能够有效地控制基坑的变形和渗漏,提高基坑的稳定性。在设计支护结构时,需要根据地质勘察结果合理确定支护结构的类型、尺寸和布置方式。这包括考虑基坑的深度、宽度、地质条件以及周边环境等因素。同时,还需要确保支护结构的强度和刚度满足要求,以承受基坑开挖过程中产生的各种荷载和作用力。

1.3 地下水控制技术

在地铁车站深基坑工程施工中,地下水是影响基坑稳定性的一个重要因素。为了有效控制地下水,施工中需采用多种降水方法,如深井降水、轻型井点降水等,以降低地下水位,防止基坑突涌和流砂现象的发生。深井降水是通过在基坑周边或内部设置深井,利用抽水设

备将地下水抽出,从而降低地下水位。这种方法适用于地下水位较高、土层渗透性较好的情况。在深井降水过程中,需要严格控制抽水速率和抽水量,以避免对周边环境造成过大的影响。轻型井点降水则是一种更为精细的降水方法。它通过在基坑周边设置一系列的井点,利用真空吸力将地下水抽出。这种方法适用于地下水位较低、土层渗透性较差的情况。轻型井点降水具有降水效果好、对周边环境影响小等优点^[2]。除了采用降水方法外,还需要加强对地下水的监测。这包括在基坑周边和内部设置水位观测井,实时监测地下水位的变化情况。同时,还需要定期对降水效果进行评估,确保降水效果满足施工要求。在地下水控制过程中,还需要特别注意防止基坑突涌和流砂现象的发生。这可以通过在基坑周边设置止水帷幕、加强支护结构的密封性等措施来实现。同时,在降水过程中也需要严格控制抽水速率和抽水量,避免对基坑稳定性造成过大的影响。

2 地铁车站深基坑施工安全风险控制

2.1 风险识别与评估

在地铁车站深基坑施工过程中,风险识别与评估是确保施工安全的关键环节。为了实现这一目标,需要采用专家评估、经验判断等多种方法,全面、系统地识别施工过程中可能遇到的各类风险。风险识别过程中,应重点考虑地质条件风险。这包括土层的稳定性、地下水的状况以及可能存在的地质构造等。例如,软土地质可能导致基坑变形,而高水位则可能引发突涌和流砂现象。施工方法风险也是不容忽视的。不同的开挖方式、支护结构类型和降水方法都可能带来不同的风险。因此,需要对各种施工方法进行详细的分析和比较,以确定其潜在的风险。环境因素风险同样重要。这包括基坑周边的建筑物、交通状况以及气候条件等。例如,周边建筑物的荷载可能对基坑稳定性产生影响,而恶劣的气候条件则可能增加施工难度和风险。在风险识别的基础上,还需要运用定性和定量评估方法对识别出的风险进行评估和排序。定性评估可以通过专家打分、风险矩阵等方式进行,以确定风险的严重性和可能性。定量评估则可以通过概率分析、数值模拟等方法进行,以更准确地评估风险的大小和影响范围。通过风险识别与评估,可以明确地铁车站深基坑施工过程中的主要风险和次要风险。这有助于施工单位制定更有针对性的风险控制措施,确保施工过程的安全和顺利进行。同时,也为后续的施工监测和应急管理提供了重要的依据。

2.2 安全风险控制策略

2.2.1 设计阶段控制策略

在地铁车站深基坑工程的设计阶段,安全风险控制是首要考虑的因素。为了确保基坑支护结构的强度、刚度和稳定性满足施工要求,需要对支护结构进行优化设计。这包括选择合适的支护结构类型,如钻孔灌注桩、地下连续墙或SMW工法,并根据地质条件和基坑深度等因素确定支护结构的尺寸和布置方式。同时,还需要对支护结构进行详细的计算和验证,确保其能够承受基坑开挖过程中产生的各种荷载和作用力。除了支护结构设计外,降水方案的制定也是设计阶段的重要任务。这包括合理布置降水井的位置和数量,以确保能够有效地降低地下水位,防止基坑突涌和流砂现象的发生。在制定降水方案时,还需要考虑降水对周边环境的影响,以避免对周边建筑物和地下管线等造成损害。此外,加强地质勘察工作也是设计阶段不可或缺的一部分。通过详细的地质勘察,可以获取准确的地质资料,为支护结构设计和降水方案的制定提供可靠的依据。地质勘察应包括土层分布、地下水位、地质构造等方面的内容,以确保设计的准确性和可靠性。

2.2.2 施工阶段控制策略

(1) 加强监测预警

施工阶段,应建立一套完善的基坑变形、地下水位等监测预警系统。这一系统应包括各种传感器和监测设备,能够实时监测基坑的稳定性,包括围护结构的位移、基坑底部的隆起、地下水位的变化等。通过实时监测,可以及时发现基坑变形或地下水位异常的迹象,为及时处理潜在风险提供宝贵的时间^[3]。监测数据的处理和分析也是监测预警系统的重要组成部分。专业的技术人员应对监测数据进行实时分析,识别任何可能的异常趋势,并及时向施工现场的管理人员报告。一旦监测到潜在风险,应立即采取相应的措施进行处理,以防止风险的进一步发展。

(2) 严格控制施工质量

施工质量是决定基坑工程安全性的关键因素之一。为了确保围护结构、支撑结构等施工质量达标,应采取一系列严格的控制措施。首先,应对施工人员进行专业的培训和教育,确保他们充分了解施工要求和质量控制标准。在施工过程中,应实施严格的施工工艺和操作规程,确保每一步施工都符合设计要求。其次,应加强施工过程中的质量检查和控制。专业的质量检查人员应对每一步施工进行严格的检查,确保施工质量符合相关标准和规范。对于发现的质量问题,应立即进行整改和处理,防止其影响基坑的稳定性。最后,应注重施工材料的选用和质量控制。优质的施工材料是确保施工质量的

基础。因此，应对施工材料进行严格的检验和测试，确保其符合相关标准和要求。

(3) 应急准备与响应

尽管采取了各种预防措施，但在复杂的基坑工程施工过程中，仍有可能发生突发事件。因此，制定完善的应急预案是必不可少的。应急预案应包括各种可能的突发事件和紧急情况，如基坑坍塌、地下水位突升、施工设备故障等。对于每一种紧急情况，都应制定详细的应对措施和处置程序，确保在紧急情况下能够迅速、有效地进行应对。除了制定应急预案外，还应储备必要的应急物资和设备，如抢险工具、排水设备、临时支撑材料等。这些物资和设备应在施工现场进行储备，并定期进行检查和维护，确保其处于良好的工作状态。定期组织应急演练也是提高现场人员应急处置能力的重要措施。通过应急演练，可以模拟紧急情况的发生和处理过程，使现场人员熟悉应急预案的内容和处置程序，提高其应对突发事件的能力。

2.2.3 管理措施

(1) 强化安全管理

安全管理是地铁车站深基坑工程中的核心环节，它直接关系到工程的成败以及施工人员的生命安全。因此，建立健全安全管理制度是首要任务。这一制度应涵盖安全生产的各个方面，包括安全责任制、安全检查制度、安全教育培训制度等。通过明确各级管理人员的安全职责，确保安全管理工作的有效实施。加强安全教育培训也是强化安全管理的重要措施。施工人员作为工程建设的主体，他们的安全意识和技能水平直接影响到工程的安全性。因此，应定期对施工人员进行安全教育培训，提高他们的安全意识和风险识别能力。培训内容应包括安全生产法律法规、安全操作规程、应急处置措施等，确保施工人员在面对突发情况时能够迅速、准确地作出反应^[4]。除了制度建设和教育培训外，还应加强施工现场的安全管理。这包括设置明显的安全警示标志、配备必要的安全防护设施、定期进行安全检查等。通过这些措施，可以及时发现并消除施工现场的安全隐患，确保施工过程的顺利进行。

(2) 实施信息化施工

随着信息技术的不断发展，信息化施工已成为地铁车站深基坑工程中的新趋势。利用BIM技术、智能化监测等手段，可以大大提高施工管理的效率和准确性。BIM技术是一种基于三维模型的信息集成技术，它可以实现工程设计的可视化、协同化和模拟化。在地铁车站深基坑工程中，利用BIM技术可以建立精确的三维模型，对施工过程进行模拟和优化。这有助于提前发现潜在的设计和施工问题，减少返工和浪费，提高施工效率。智能化监测则是利用传感器、物联网等技术对施工现场进行实时监测和数据采集。通过智能化监测系统，可以实时获取基坑变形、地下水位等关键指标的数据，为施工管理提供及时、准确的信息支持。这有助于管理人员及时发现并处理潜在风险，确保工程的安全性。除了BIM技术和智能化监测外，还可以利用其他信息化手段提高施工管理的效率。例如，利用云计算技术对海量施工数据进行存储和分析，为决策提供数据支持；利用移动互联网技术实现施工现场的远程监控和管理等。

结语

地铁车站深基坑工程施工关键技术与安全风险控制是确保工程质量和施工安全的重要保障。通过采用科学合理的施工技术、加强支护结构施工质量管理、做好降水与防水工作以及强化安全风险控制措施，可以有效降低施工过程中的安全风险，保障地铁车站深基坑工程的顺利实施。未来，随着施工技术的不断进步和管理制度的不断完善，地铁车站深基坑工程的施工质量和安全水平将得到进一步提升。

参考文献

- [1]程先起.复杂环境地铁车站工程深基坑支护施工技术研究[J].工程机械与维修,2024,(04):59-61.
- [2]徐欢,杜美,胡林,等.换乘地铁车站深基坑施工关键技术研究[J].工程与建设,2024,38(01):158-160+202.
- [3]尹自兵.复杂周边环境下地铁车站深基坑施工全过程风险探析[J].低碳世界,2024,14(02):127-129.
- [4]张玉.市政地铁明挖车站深基坑支护施工安全防护技术[J].工程机械与维修,2023,(06):79-81.