

地铁深基坑开挖风险分析及控制对策

邓毅

(中铁上海工程局集团第五工程有限公司, 广西 南宁 530000)

【摘要】开挖是地铁深基坑工程重要施工环节, 在实施过程中存在的安全风险大且安全隐患多。为确保开挖工作高质高效开展, 还需要着重分析影响地铁深基坑开挖安全性的各类因素, 结合此些因素制定出专项可行解决对策。基于此, 本文首先分析了地铁深基坑开挖风险管控必要性, 提出深基坑开挖风险种类, 阐述深基坑开挖支护流程, 制定深基坑开挖风险控制对策, 以期对相关工作人员提供理论性帮助。

【关键词】地铁深基坑工程; 开挖风险; 控制对策

前言: 地铁深基坑工程实施全过程的综合性、复杂性显著, 因此需要相关工作人员着重开展地铁深基坑工程开挖管理工作, 分析现存于开挖工作实施环节的各类风险, 结合此些风险问题制定出专项可行的应对措施, 依据工程具体建设要求选择适宜的基坑结构支护形式以及安全风险控制对策。

一、地铁深基坑工程开挖风险管控必要性

现阶段地铁工程已然成为我国城市化发展重要项目之一, 全国大部分地区均开始筹备建设或新增地铁线路。相较于其他工程而言, 地铁工程建设期间具有建设工期紧张、工程量巨大、参建单位多, 地质与水文条件复杂等特征。不仅如此, 地铁施工期间的安全隐患较多, 如没有加强深基坑管控力度, 将极有可能出现基坑垮塌、地面不均匀沉降、周边建筑物开裂、涌水涌砂的安全事故, 使大众遭受到严重的人身及财产损失。基坑开挖作为地铁工程施工期间风险因素最多的一环, 开挖环节的安全隐患多。为推动开挖工作顺利开展, 应当着重分析开挖环节各项安全隐患因素, 结合此些因素制定专项可行管控对策。

在地铁深基坑工程实施过程中, 经常会存在岩质基坑结构稳定性较差问题, 严重影响到地铁深基坑工程建设全过程的综合效益。此为保障地铁深基坑工程建设与后期运营工作有序开展, 还需要在工程实施期间着重分析影响开挖安全效益的因素, 结合此些因素制定专项可行安全管控方案。选择适宜的深基坑支护技术手段, 对深基坑结构进行严格加固及护理, 以便从根本上提升工程实施期间的综合效益。

随着我国地铁深基坑工程建设规模进一步扩大, 基坑结构稳定性更加受到相关建设单位的高度重视。经实际调查发现, 在地铁深基坑工程质量管控工作中, 基坑结构失稳质量问题更为突出, 对工程施工进度与效率造成严重不利影响。因此在地铁深基坑工程实施过程中严格管控基坑结构支护环节, 结合工程具体建设要求, 切实优化基坑结构支护施工方案。

二、地铁深基坑工程开挖风险

地铁工程实施过程中, 部分工程面临着施工地质条件较差, 周边建筑物密集、地下管线交横排布, 地下水丰富, 施工难度巨大等问题。如果施工期间设计及管理工作没有落实到位, 极容易在开挖工作开展期间出现基坑位移、失稳等严重安全事故, 导致工程施工经济效益与安全效益受到严重不利影响。

引发地铁深基坑施工安全事故的原因较多, 具体可表现为基坑整体失稳、基坑滑坡或隆起、支撑体系强度下降, 支撑偏心挠曲以及撑点滑动。在具体开挖工作开展时, 边坡结构也会出现渗漏、滑移、坍塌或开裂。基坑底部隆起使得轴线位移, 基层倾斜、上部结构变形, 对周边建筑物及管线造成严重不利影响。具体而言, 地铁工程深基坑开挖风险可分为以下几种类型:

第一, 边坡或护壁渗漏。边坡渗漏问题是深基坑施工期间的常见问题, 可直接影响到施工质量与效率。渗漏问题主要发生在饱和土的变层、基坑开挖以及基坑使用过程中。如果没有对边坡渗漏问题进行严格管控, 极有可能造成边坡坍塌或者局部失稳现象出现。

第二, 边坡滑移。地铁深基坑边坡滑移多数发生在基坑无支护放坡开挖工作中。由于边坡土体承载力不足, 失稳问题经常出现。



图1 钢支撑与地下连续墙预埋件没有有效连接出现边坡滑移

第三，地面开裂或坍塌。地面开裂或坍塌主要是由于深基坑边坡位移、涌水涌砂、深基坑失稳问题造成。

第四，基底隆起。基底隆起安全风险多发生在软土地层结构中。边坡的稳定性较差，支护结构嵌固端变形，基坑基底处存在软弱的透水层，下部有承压性地下水。



图2 深基坑隆起

第五，承压水突涌。承压水突涌问题多发生在地下水位较高、未降水或没有达到降水条件。因故突然停止降水的基坑工程、溶洞发育地区的基坑工程中。

第六，建筑物变形较大。建筑物变形较大的原因较为复杂，多数与结构自身、基坑所在地区工程地质条件、水文环境等存在密切关联。建筑物变形程度风险也会由于其他条件不同而出现变化。

第七，管线变形过大。地铁施工沿线的地下管线往往交错复杂、施工期间需要对此些管线进行必要的拆迁以及悬吊保护工作。悬吊临近基坑周边的供水、燃气、污水及热力等管线，需要在具体施工过程中得到严格监测和管控。

三、地铁深基坑工程开挖管理难点

（一）地层岩性较为复杂

地铁深基坑工程底层结构主要以基坑结构为基础，基坑结构的稳定性及强度可直接影响到工程实施过程的综合效益。但在地铁深基坑工程长期运行过程中，基坑地层结构极易受到外界因素影响，导致地层岩性出现严重失稳问题，使基坑结构全生命周期下降。因此在基坑结构支护方案施工过程中，相关工作人员需要细致分析地质结构特征，不断优化基坑结构支护方案内容。

在不同地质结构内，地铁深基坑工程基坑结构也存在一定差异，如基坑结构地质结构出现不规则形状，则基坑结构顶层裂缝问题发生几率将进一步增大。同时，基坑结构也会受到坡脚剪应力作用的影响，使地铁深基坑工程实施全过程的质量与预期目标存在一定差距，需要在施工前期对地铁深基坑工程地质结构进行详细勘查。

（二）环境影响因素较大

水文地质条件也是影响地铁深基坑工程基坑结构施工质量的重要因素之一。由于基坑结构下部结构蕴含着

丰富的地下水，基坑结构会在地下水的作用下出现大规模变形问题。在雨水渗入到风化岩土层结构中，基岩面与断层会变成润滑剂，接触面的抗滑稳定性也被削弱。因此在地铁深基坑工程基坑结构施工环节，相关施工部门还应当细致分析影响基坑结构支护水平的环境因素，结合工程环境特征不断优化基坑结构支护施工方案。

（三）管控力度不足

在地铁深基坑工程基坑结构支护施工与实施过程中，基坑结构施工不合理、爆破、开挖或加载等环节也会导致加固质量及效率明显下降。如没有对基坑结构支护工作给予高度重视及严格管控，将导致基坑结构支护施工方案实施期间的积极作用无法被充分发挥出来，严重影响到基坑结构支护施工效果。

四、地铁深基坑工程基坑结构支护施工技术

（一）坡率法

在基坑结构施工期间，通过采用控制基坑结构高度及坡度的方式使基坑结构达到稳定性施工要求的方法被称之为坡率法。此种方式可以与沙袋堆码、锚板支护等方式联合结合在一起，形成组合基坑结构。不具备高放坡条件时，上部可以使用坡率法，下部可以采用土钉墙、喷锚等结构稳定基坑结构。

使用堆载阻滑技术，提高滑坡阻滑力，确保滑坡处理稳定状态，在基坑结构施工过程中得到广泛应用。

（二）重力式抗滑挡土墙施工

地铁深基坑工程施工抗滑挡土墙可分为重力式抗滑挡土墙、锚杆式抗滑挡土墙、板桩式抗滑挡土墙、钢筋混凝土式抗滑挡土墙多种类型。在施工重力式抗滑挡土墙过程中，需要采用传递系数的方式计算出滑坡推力，确定荷载附加值。计算出适宜的挡土墙平面尺寸、高度。

结合施工场地建设特征，计算出抗滑挡土墙基础埋深值，要求挡土墙必须埋入到滑动层以下的完整稳定岩层中，并具有较强的抗滑能力、抗剪能力以及抗倾覆能力。

（三）抗滑桩

在地铁深基坑工程基坑结构支护中使用抗滑桩，可以有效控制工程实施成本，保障工程安全可靠进行。抗滑桩自身的抗滑能力显著，桩位布置灵活，可以单独使用或与其他建筑配合使用。同时，抗滑桩对施工现场土层的扰动较小，便于对抗滑效果进行检验与动



图3 抗滑桩施工

态化分析。将抗滑桩与预应力锚杆结合在一起使用,能够为裂隙发育不完善、滑面以下为完整基岩结构的基坑结构提供足够抗力。值得注意的是,抗滑桩并不适用于软弱塑性体滑坡,且实际应用期间的钢材耗费用较大,可以在条件允许的情况下尽量利用桩前地层被动抗力,保障实际抗滑效果。

(四) 地下连续墙

在地铁深基坑工程基坑结构支护中使用地下连续墙,可以有效控制基坑周边位移,保障工程及周边建筑管线安全可靠运行。地下连续墙目前技术成熟,机械化程度高,堵水效果好,地质适应性强。同时,地下连续墙也可直接用作地铁车站结构主体,对基坑施工工期、土方开挖工程量、主体结构量均能节省,但连续墙之间接头处理质量、墙面垂直度控制、墙体施工过程质量等均需严格管控。

五、提升地铁深基坑工程开挖风险控制水平的具体措施

(一) 勘察施工现场地形地貌

不同地区的地理环境特征存在较大差异性,此差异性也可直接影响到地铁深基坑工程开挖与支护整体施工水平。具体来说,不同地理环境的土质软硬度不同,在土质较软的情况下基坑结构支护结构应当进行加固优化,从根本上提升基坑结构,整体承载力及稳定性。同时,为确保地铁深基坑工程基坑结构支护施工方案的可行性,还需要重点分析地铁深基坑工程所在位置地理特征,针对气候、地质与水文等实际情况,对基坑结构支护结构施工方案进行进一步完善。如,由于不同地区的大气降雨量存在较大差异,即使其他条件相同,基坑结构稳定性也会受长期降雨或融雪作用影响,出现基坑结构失稳增多问题,需要针对此类问题进行专项加固。

(二) 优化基坑结构支护施工方案

在地铁深基坑工程基坑结构支护施工过程中,相关施工人员还需严格遵循统一性原则。注重建立起安全、实用的基坑结构支护线,形成协调统一的基坑结构支护形式。在实际施工期间应当对所有可能影响到防护结构性能的因素进行收集与整合,依照工程开展实际情况对施工方案进行调整,提高地铁深基坑工程基坑结构支护结构的经济性。

(三) 加强地铁深基坑开挖与支护技术管理力度

对地铁深基坑工程基坑结构支护施工进行严格管理,要求设置可行的施工责任制,定期组织技术管理机构,要求机构内部管理人员与技术人员均能够充分发挥出应有的积极作用。对地铁深基坑工程基坑结构支护方案进行严格审查与监督,确保施工内容与施工现场实际建设要求相符。结合地铁深基坑工程基坑结构支护结构特征与内部存在的各类不稳定因素,对基坑结构支护方案进行不断优化与完善,确保施工方案能够在指导地铁深基坑工程基坑结构支护工作有序开展过程中发挥出重要作用。

(四) 制定基坑开挖应急方案

为从根本上降低地铁深基坑工程开挖环节安全隐患问题发生几率,应当制定出专项可行开挖施工风险应急预案。严格遵照安全第一原则,要求管理部门与各施工参与部门成立施工风险应急小组,统一指挥工程施工风险管理工作。结合突发事件引发的危害,在施工前应当编制应急联络表。如发生施工事故,值班人员可以按照应急联络表与相关管理部门立即取得联系,并到施工现场严格把控施工态势。

各级管理部门需要将深基坑开挖施工风险管理工作放置到重要议事日程上,具体施工时应当做好组织、思想与措施三落实。在具体施工前应当配置好足够的应急物资设备,加强应急设施存放、采购管控力度,严格禁止应急物质设备被挪为他用。

监测单位管理人员需要及时将管线变形等情况与各联络员进行通报,落实关于深基坑开挖环节风险管控目标及职责,确保深基坑应急预案可以被更好应用在开挖安全事故管理工作实施过程中。

总结:总而言之,地铁深基坑工程开挖风险管控工作可直接影响到工程实际建设效果。为切实保障地铁深基坑工程开挖施工水平,还需要相关工作人员结合工程实际建设要求,从地质勘察、设计方案选择、降水方案确定、开挖过程监控等方面加强基坑结构开挖施工环节的管控力度,明确开挖施工重点,选择适宜的基坑结构开挖形式,确保基坑结构开挖支护效果与预期要求相符。

参考文献:

- [1] 帅磊,崔辉,丁红艳,孙浩.地铁深基坑明挖施工技术研究与风险分析[J].安徽建筑,2022,29(02):48-49.
- [2] 周亚,赵俊.地铁深基坑邻近市政高架桥支护设计及影响分析[J].江苏建筑,2021(06):85-88.
- [3] 黄军华,周志健,刘鑫坤,张士腾,石笑笑.邻近运营地铁的深基坑开挖风险及控制措施[J].施工技术(中英文),2021,50(24):35-39.
- [4] 陈益群.地铁不良地质基坑开挖安全风险评估及对策[J].四川水泥,2021(12):246-248.
- [5] 王威宇.关于软弱地层地铁车站深基坑开挖风险控制[J].广东建材,2021,37(10):37-39.
- [6] 赵伟,晋维丽.邻近既有地铁的基坑开挖风险评估研究[J].山西建筑,2021,47(17):70-72.
- [7] 孟小伟,张志恩,黄明利.地铁深基坑地连墙墙顶水平位移实测分析[J].市政技术,2021,39(08):152-157.
- [8] 许建,胡伟,曹加林.城市地铁工程深基坑支护施工技术探讨[J].居舍,2021(21):53-54+68.
- [9] 彭玉林.基于FLAC3D的城市地铁深基坑支护风险研究[D].四川师范大学,2021.
- [10] 索潇.富水承压地层地铁深基坑施工效应及回灌参数优化研究[D].广西大学,2021.