

深基坑土方开挖施工安全管控技术应用研究

盛松松

中国能源建设集团天津电力建设有限公司 天津 300180

DOI: 10.32629/ems.v8i8.21603

[摘要] 深基坑土方开挖存在作业空间小,地质状况复杂,周边环境敏感这些特性,极易造成坍塌,涌水,支撑失稳以及周边建筑沉降之类的安全隐患,本文就深基坑土方开挖施工安全控制技术的应用实施研究,剖析施工风险产生的原因及其控制难点,并探究监测预警,分层分段开挖,支撑协作,信息化经营以及应急处理等技术手段的应用途径,研究显示,创建起全面,动态,精确的安全控制体系,有益于加强风险辨识水平,规范施工安排,缩减事故发生的可能性,从而保证深基坑工程得以安全,稳定,高效地推进。

[关键词] 深基坑;土方开挖;安全管控;监测预警;施工技术

引言:

伴随着城市建设规模逐步加大,地下工程越来越多,在房建、市政以及轨道施工过程中广泛涉及深基坑。而在深基坑工程施工期间涉及到土方开挖工程,会受到地质、水文、支护结构及周边环境等因素影响,在进行深基坑工程中存在着较大的安全风险。如果不能有效管控,则可能引发诸如变形失稳、边坡滑移、突涌地下水等事故,甚至会殃及周边建筑设施。因此在深基坑中应用土方开挖安全管控技术,能够提升施工安全度与施工管理质量,并保障工程施工水平。

一、深基坑土方开挖施工安全风险概述

(一) 深基坑土方开挖施工的基本特点

土方工程开挖一般是深基坑工程施工后期进行的,是在特定场地范围内一定深度下,在不同土层中、不同的水文地质条件下进行的,并且还要考虑到周围建筑的影响。与一般的土方工程相比,它具有作业空间狭小、施工项目交叉频繁、连续性强等特点。在土方工程开挖的过程中,要和支护结构的施工、降排水、运输材料、机械设备运行等工作相结合,在这一系列的活动中任何一个方面的控制失当,都可能对整个结构的受力平衡造成破坏。随着基坑开挖深度增加,其土体侧压力变化、地下水位的压力也随之改变。而支撑体系的承载情况也不断变化着,这使施工过程中存在着动态性和不确定性。

(二) 土方开挖过程中常见安全风险

土方开挖过程中常见的安全问题主要有基坑坍塌、边坡失稳、支护变形、地下水涌出、机械伤人和周边沉降等。深基坑的开挖改变了原来土体的应力状况,如果开挖程序不对、

开挖速度过快或超挖过多都会引起坑壁土体松动造成局部滑移乃至整体失稳^[1]。在地下水控制不善的情况下可能产生坑底隆起、流砂、管涌等情况降低土体强度,影响支护结构安全。施工机械在较狭小空间频繁作业,如行走路线、作业半径及堆土位置缺少控制容易发生碰撞、倾覆、超载等问题。邻近道路、管线及建筑物的基坑工程还有可能因为土体位移造成周围构筑物开裂下沉变形等进一步拓展了土方开挖安全的影响范围。



图1 城市复杂环境下深基坑土方开挖施工现场

(三) 安全风险对工程施工的影响

深基坑土方工程一旦发生安全风险事故将会给整个工程进度、质量、秩序以及周边环境等带来一系列的连续性影响。支护结构变形或出现异常,势必会影响到工程正常施工并需立即停工处理进行加固排险和复测工作,原有计划被打乱,后续的结构也难按节点实施。土体的失稳及涌水、隆起现象均会给整个基坑内的施工带来一定的不利影响,并且会降低垫层施工的质量,影响地下防水施工的质量,更会造成一定

范围的地下结构施工质量的降低甚至造成一定程度上的返工现象。发生安全事故以后现场机械、人力、材料调度都将受到一定程度的制约，给正常的组织带来很大难度，尤其当基坑周围的道路、管线以及建筑物因基坑的影响而产生相应的沉降变形时更将引起外部协调、赔偿及社会方面等更大的压力。

二、深基坑土方开挖施工安全问题成因分析

（一）地质水文条件复杂带来的安全隐患

基坑土方开挖受地层岩性和地下水影响显著。若勘测资料不全、土质判断不足，遇软土、杂填土、砂土、淤泥质土等不良地层，持续开挖扰动会降低土体强度，导致支护失稳。高水位场地水压力变化易引发渗水、流沙、管涌、隆起；降水不当还会造成周边沉降，危及道路、管线和建筑物安全。施工中应及时复核地质水文条件，降低隐患。

（二）支护结构与开挖施工配合不足问题

基坑土方工程的深基坑需通过支护体系进行坑壁保护，如基坑支护及土方开挖工序衔接不到位，易破坏基坑整体受力情况。在基坑开挖过程中出现支护措施施工滞后、支撑架设不及时、锚索张拉不足等情况均导致未能将侧向土压力有效分担。若开挖深度与支护强度脱节时易造成围护桩体及支撑体系等结构构件变形加剧、受力不均衡或局部失稳等现象发生^[2]。基坑土方未按分层分段的原则进行土方开挖作业，采取大范围一次开挖、局部超挖或先挖后撑等施工方法使支护体系短时间内承受较大荷载改变。基坑支护与开挖进度不协调也影响对监测数据判断以及不能及时发现并处理异常值等问题。

（三）施工组织管理不规范引发的风险

施工组织管理不足主要表现为方案不合理，土方开挖顺序、机械配置、运输道路和堆土地点缺少控制要求，现场随意性大。技术交底不全面，工人不熟悉开挖深度、支护保护及危险区域，机械与人工配合不当。基坑周边堆载、车辆通行或大型设备临边作业增加附加荷载，易致支护变形、边坡失稳。监测预警不到位，异常情况难以及时发现，影响开挖安全。

三、深基坑土方开挖施工安全管控技术应用

（一）分层分段开挖技术的安全控制作用

分层分段开挖是控制深基坑土体扰动和支护受力变化的关键。施工应结合基坑深度、土层性质、支护形式及场地条

件确定分层厚度，避免一次性大面积开挖。每层开挖后应及时修坡、安装支撑、检测基底并做好排水。分段施工可减少坑壁暴露面积，降低失稳风险。临近建筑、道路和管线区域应控制开挖速度与范围，并依据监测数据调整施工节奏。

（二）基坑支护与降排水技术的协同应用

基坑支护与降排水应随土方开挖同步实施，共同保障整体稳定。支护结构用于承受土体侧压力，常见形式有排桩、地下连续墙、内支撑、锚杆、土钉墙等，应结合开挖深度、土质和周边环境选用^[3]。降排水用于控制地下水位和坑内积水，避免渗流、流砂、坑底隆起；降水过度也可能引发周边沉降。施工中应联动控制支撑安装、开挖深度和水位观测，做到边开挖、边支护、边排水，并持续关注支护变形与地下水变化。

（三）监测预警技术在风险防控中的应用

监测警报技术能给深基坑土方开挖的安全控制赋予动态按照，施工时候要围绕支护结构位移，坑顶沉降，周边建筑物变形，地下水位，支撑轴力，道路沉降以及管线变化等情况设置监测点，从而创建起包含基坑内部，坑边区域和周边环境的监测系统，监测到的数据应当同设计的警报值做比较，一旦出现位移增速过快，水位不正常起伏或者支撑受力突然改变的情形，就要立即剖析缘由，并采取限速开挖，停止施工，加强支护，增添排水等应对办法。信息化监测设备可以提升数据采集的频率，让警报更为及时，缩减人工巡视迟缓所产生的风险。

四、深基坑土方开挖施工安全管理措施

（一）完善施工前安全风险识别机制

施工前要识别安全风险，这需围绕工程地质状况，周边环境，设计图纸以及施工资源安排来做，基坑开挖之前得检查勘察资料同实际情形是否相符，着重了解土层分布情况，地下水位高低，是否存在软弱夹层，既有管线走向还有临近建筑的基础类型等信息。对于开挖深度大，周边环境繁杂或者地下水影响突出的地方，应当执行专门的风险评定，清楚坍塌，渗漏，沉降，支撑变形这些主要风险源，施工计划里要把开挖先后次序，支撑关键部位，排水防涝设置，观测指标以及安全守护准则详细化，这样才能把风险识别成果变成具体的经营需求。

（二）加强施工过程动态监督与技术控制

施工过程的动态监督要覆盖土方开挖，支护施工，降排

水运作以及现场运输这些重要部分，开挖工作应当按照预先核准的方案来掌控分层厚度，分段范围以及作业顺序，不能私自更改施工流程^[4]。坑边地带要限定车辆通行和材料堆放，机械设备的作业范围也要和支护结构，临边防护以及运输通道维持安全间距，现场管理人员要遵照监测数据，巡查记录以及施工进度，不断跟进支护变形，坑内积水，边坡裂缝，地表沉降等情况。出现开挖面不正常，支撑节点松动或者排水系统运行不稳定的时候，就要及时调节施工节奏，并采取技术处理措施。

（三）健全突发事件应急处置机制

突发事件应急处置机制应针对深基坑土方开挖中可能出现的坍塌、涌水、支护失稳、周边沉降超限和机械事故等情况进行设置。应急预案需明确预警条件、处置流程、人员分工、物资储备和信息报告要求，保证险情出现后能够快速组织处理。施工现场应配备砂袋、水泵、钢支撑、发电设备、照明设施和警戒材料等应急资源，并保持通道畅通，便于抢险设备及时进入作业区域。对监测数据异常、坑壁裂缝扩大或渗水量突然增加等情况，应立即划定危险范围，暂停相关作业，组织技术复核和加固处理。定期开展应急演练，有助于提高现场人员对突发风险的识别能力和协同处置能力。

五、深基坑土方开挖施工安全管控技术应用效果提升

（一）提升施工安全风险防控能力

安全经营技术得以应用时，会提升深基坑土方开挖全过程的风险识别及控制水平，开挖之前执行风险检查，施工期间实施动态监测并发出异常状况警报，这样就把基坑变形，地下水起伏，支撑受力改变等隐秘问题转变成可观测，可剖析的数据形式。按照监测成果来调节开挖速率，支撑节点以及排水力度，就能防止风险在短时间内大幅增长，细致调控坑边荷载，机械运转，人员行走以及临边保护，也能够缩减因人为操作错误而产生的安全风险，安全经营技术并非仅仅在事故发生之后采取被动应对措施，而是凭借预先察觉，进程跟进以及适时干涉，使得坍塌，涌水，沉降超标之类的风险得以更为有效地预防。

（二）促进施工技术与管理措施融合

要改善深基坑土方开挖的安全管控成果，就得让施工技术和现场经营举措相互配合，分层分段开挖，支护施工，降水排水控制及监测报警这些技术手段，要靠施工组织，岗位职

责，技术传达以及现场核查来落实^[5]。管理层针对施工方案，作业步骤，机械调配和材料存放实施统一规划，这样就能确保技术手段在实际施工阶段得以开展，而且技术数据还能给经营决策赋予参考，比如按照支护位移和水位波动来调节施工次序，依照沉降检测情况来掌控坑边载荷，当技术方法与经营制度关联之后，就可以缩减施工现场各个环节之间的脱钩状况，促使安全监管由单个技术运用转变为全面协作经营。

（三）保障深基坑工程安全稳定实施

深基坑土方开挖安全管控技术的持续应用，有助于维持基坑结构、周边环境和施工过程的稳定状态。开挖阶段通过合理控制土体卸荷速度，能够减小支护结构受力突变，保持坑壁和坑底处于相对稳定状态。降排水、支护加固和监测预警共同作用，可降低地下水、土体位移和周边沉降对工程的不利影响。对道路、管线、邻近建筑物等敏感对象进行重点保护，也能减少施工对外部环境的干扰。安全稳定的施工条件能够为后续垫层、防水和地下结构施工提供可靠基础，避免因基坑异常导致停工、返工或加固处理，使深基坑工程按照既定技术要求有序推进。

结语：

深基坑土方开挖施工时，安全管控需融入风险识别，技术应用以及现场管理的各个环节当中，经由分层分段开挖，支护降排水配合，监测报警并执行应急处理这些举措，可以有效地掌控基坑的变形情况，防止涌水现象发生，抑制沉降趋势，而且还能改善施工组织方面的风险，从而提升现场的安全经营水平，促使深基坑工程做到安全，稳定又稳步地向前推进，进而给后续的结构施工形成根基。

【参考文献】

- [1]王凯,杜若平,李世勇,等.某安置房项目深基坑土方开挖施工技术方案研究[J].散装水泥,2025,(4):64-66.
- [2]王婷.建筑工程深基坑土方开挖施工及支护技术分析[J].居业,2025,(5):91-93.
- [3]王清政.土木工程中深基坑土方开挖施工技术及标准化应用[J].大众标准化,2025,(9):37-39.
- [4]李创昭.建筑工程深基坑土方开挖及支护施工技术研究[J].中国建筑装饰装修,2025,(5):174-176.
- [5]甘军.富水层深基坑支护与土方开挖安全施工技术研究[J].工程技术研究,2024,9(24):91-93.