

基坑支护工程风险防控研究

王哲 曹英汀*

河北建研建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]近年来,随着城市建设速度不断加快,基坑支护工程的风险逐渐加大,在安全管理以及防范方面都存在一定困难。当前,国内工程中大多使用桩板支护、钢支撑以及土钉墙等形式的支护结构,并运用监测技术对基坑变形及支护受力等方面进行观察,但是在复杂的地质条件下以及紧密的城市环境中,依旧存在不稳定因素,如失稳、漏水等情况。基坑支护工程风险防范的研究意义重大,既能增加施工过程中安全性与质量、减少事故发生的概率,又能为此类施工管理的信息化、智能化提供支持,保证高风险工程项目的建设。

[关键词]基坑支护; 基坑支护工程; 风险防控

DOI: 10.33142/aem.v8i1.18912

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Research on Risk Prevention and Control of Foundation Pit Support Engineering

WANG Zhe, CAO Yingting*

Hebei Jianyan Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: In recent years, with the continuous acceleration of urban construction speed, the risks of foundation pit support engineering have gradually increased, and there are certain difficulties in safety management and prevention. At present, most domestic engineering projects use support structures such as pile sheet support, steel support, and soil nail walls, and use monitoring technology to observe the deformation of foundation pits and the stress of support. However, in complex geological conditions and tight urban environments, there are still unstable factors such as instability and water leakage. The research on risk prevention in foundation pit support engineering is of great significance. It can not only increase the safety and quality of the construction process, reduce the probability of accidents, but also provide support for the informatization and intelligence of such construction management, ensuring the construction of high-risk engineering projects.

Keywords: excavation support; excavation support engineering; risk prevention and control

引言

随着城市建设步伐的加快和地下空间开发利用的需求日益迫切,基坑支护工程越来越多的应用到当下的建筑工程、市政工程和交通工程之中。基坑工程一般处在人流量大,建筑物集中的市区内,工程环境恶劣,地质情况复杂,开挖较深,四周的房屋建筑、道路上还有大量的地下管道纵横交错,这就导致了基坑支护施工过程中面临着一系列的安全隐患,如:支护结构变形、失稳、漏水、塌陷、周围环境破坏等,并且给施工安全、施工质量及施工进度都带来了极大的考验。我国目前的基坑支护在结构设计、施工管理及监测技术上都有了一定的进步,但是在深大基坑、软土层地区及复杂的工程环境中基坑的风险防范措施还是存在着监测不到位、预警不及时、施工组织不力等问题,而国外在基坑安全管理上有相对成熟的处理经验,采取了全方位管控、动态化管理及智能化监测的理念,针对高风险工程进行了完整的防范体系。因此系统化地对基坑支护工程中的风险特征及其应对措施进行探讨研究,既能保证了施工过程的安全性和工程质量,也能使施工单位制定出合理的施工方案,节约了施工成本,推动了工程信息化、智能化管理的发展,还推动了基坑工程向更高风险方

向的发展趋势,具有十分重要的理论意义与现实价值。本文就是从基坑支护工程施工特征,风险现状及其防范对策入手,探索出完整的基坑支护工程风险控制方法,对基坑支护工程提供有效的参考意见和依据。

1 基坑工程施工的特点

基坑工程的施工复杂程度高、危险系数大且项目独特性强,其支护体系为临时构筑物,安全性储备少但风险相对较高,必须进行严密监测及应急准备。基坑工程受地质状况及周围环境影响很大,各个地方差异巨大,不同的基坑必须根据现场实际需求单独设计,综合了岩石力学、土壤力学、结构学、施工技术等多方面的知识,是较为复杂的集成化的工程,必须要做到信息化施工并实时监控。在施工中基坑可能会随着时间与空间的变化而发生变形,同时也会导致基坑四周的地层出现位移或地下水面发生变化等一系列的问题,另外基坑施工成本高、时间跨度大,在建筑物密集处施工更是难上加难,需要统筹兼顾各种因素才能保证该工程建设的安全可靠且高效。

2 基坑支护工程风险防控现状

2.1 国内基坑支护工程风险防控实践

在国内,随着城市化进程加快、地下空间开发利用越

来越多,基坑支护工程施工规模和难度也在不断增大,相关的风险管理也越来越受关注,在具体实施过程中,全国各地的工地都普遍采取桩板式支护、钢支撑支护、土钉墙等不同的支护方式,来满足不同的土壤和挖深需求;施工时,监测技术得到广泛的应用,例如沉降测量、测斜监测、孔隙水压力测量等,用以随时了解基坑及其周围土壤、地下水的变化情况,以便发现问题、防范风险;另外施工场区普遍有建立安全生产规章制度与施工操作规程,重视现场施工人员认证培训、方案审批和监督管理,避免人为疏忽带来潜在危险^[1]。但是因为基坑工程大多处于地质情况比较差的地方,开挖深度较大,周围环境也较密集,在具体施工时,依然存在支护结构位移、支护失稳、渗漏甚至坍塌的风险,给施工安全、质量以及周边环境都带来了较大的威胁。这也反映了国内基坑支护工程面对高危复杂环境,仍然面临着很大的挑战。

2.2 国外基坑支护工程风险管理经验

在国外,基坑支护工程风险管理较早,尤其在城市地下工程建设和深基坑开挖领域有着非常丰富的经验,在施工前期都会做好详细的风险评估和设计方案的调整,采用先进的仪器设备来实现对于基坑及其周围环境的实时监测,例如对于地面沉降,地下水位的观察以及支撑体系受力、变形情况监测等,都可以实时了解到工程施工的状况以及存在的施工隐患;国外施工过程一般采取全程化管理和严格的管控机制,有明确的施工职责、流程以及安全标准措施,并且定期巡查、审核,保障了对风险的跟踪。另外,国外基坑工程中普遍实行信息化管理,通过对施工过程中数据的整理以及三维可视化的方式将基坑变形的发展规律、土体物理参数变化以及支护体受力状态进行综合研究,以此来进行合理化的施工管理。

2.3 现有风险防控措施的不足与挑战

虽然国内外对地铁基坑支护工程施工的风险控制已经有了很多的经验和控制方法,但是在具体的应用过程中还是存在着许多的弊端和困难。首先,基坑工程由于地质情况较为复杂、基坑开挖深度越来越深,周围环境制约等因素使得其施工风险较大,现有的监控量测手段及管理水平,在遇到一些复杂或者紧急情况的时候不能够及时有效的对一些安全隐患进行全面的捕捉。其次,个别项目对于风险分析及施工组织设计方面的重视不够,风险分析缺乏全面性,施工方案的选择同当地地质状况并不相符,容易造成支护体系变形、漏水甚至局部失稳等隐患。此外,尽管监控量测的技术及仪器越来越先进,但是监控量测时存在滞后、数据整合不足以及预警效率比较低的现象,很难做到为施工现场提供全过程、实时化的辅助作用;而且现场施工管理时缺乏统一的标准及规定,从业人员技术水平参差不齐,应急反应能力较弱,增加了基坑施工的风险^[2]。最后,由于城市地下空间利用程度的加深以及工程建设规模越来越大,基坑支护工程所处环境复杂程度越来越高,

风险因素种类越来越多,现有的防范措施面对高风险、高难度工程和突发事件时仍然存在较大的挑战,表现出技术防范、管理防范、制度防范等方面还有待提高和完善。

3 基坑支护工程风险防控策略

3.1 施工前期风险评估与预防措施

在基坑支护工程施工中,施工前的风险分析以及防范策略是整个工程安全保障工作的核心内容,决定了整个项目能否有序施工以及质量是否有保证,在施工之前需要全面汇总整理工程地质条件、地下水分布、四周环境状况以及以往施工经验,对基坑开挖深度、土壤种类、支护结构类型以及四周建筑受影响情况等合理预估计算,分析预测出潜在的风险部位以及可能发生的危险问题,在此基础上还需要设定相应的风险划分标准,对各类风险进行分类区分,确定出高风险段落以及需要重点防护的位置。在风险防范措施上要根据自身的项目特征制定施工方案及安全防护方法如合理选择支护结构体系以及支撑位置及施工顺序,控制土层开挖量以及支护结构施工速度,对于四周的地表设施和建筑物做好一定的保护措施和加固手段,在施工前做好监测规划和警示预案,布设沉降监测点、测斜仪器、孔隙压力计等监测装置,对基坑支护的结构以及周围土质的变形程度以及水压力情况进行实时监测,能够在后续施工阶段及时发现问题并予以处理。同时还要对施工人员开展专项培训教育工作,提升其风险辨别能力以及突发情况下处理技能,使得各个施工环节都能够事先做好充足准备并且实施有效监管,进而为工程中整个基坑支护过程安全顺利的开展以及降低风险提供了强有力保障。

3.2 优化设计与施工方案

在基坑支护工程中,优化设计方案和施工方法是减少施工危险、保障工程安全和施工质量的关键步骤。对于不同的地层条件、基坑深度以及周围环境,施工设计方案必须全面兼顾支护结构型式、支撑设置、开槽顺序与施工工法等是否合理,从而保证应力平衡、土质稳固和易于施工性。在设计方案方面,则必须结合详尽的地质勘探报告,就土质结构状况、地下水水位高低以及相邻建筑的影响进行全面研究,合理选用桩板支护、钢结构支撑、土钉墙或组合型支护结构,确定支撑间隔及桩间距和防护厚度,增强支护装置抗压强度和结构稳定性。而施工工序就必须综合考量基坑深浅程度、施工节点和场地因素来拟定科学恰当的的施工顺序及施工步骤,明确各道工序的开挖规模、防护安装及加固方式,使得施工进程中的结构位移量小、土质稳固度强并预留余地以处理可能发生的意外情况。另外在设计方案之中还需考虑排水、排洪、相邻建构物保护、施工人员进出道路等问题,做到既满足了设计的需要,也达到了施工安全和现场管理的要求。

3.3 地质勘察与监测技术应用

基坑支护工程中地质勘察和监测技术的运用是保证

安全生产和支护结构稳定的必要工作。地质勘查基于对基坑周围土层结构、地下水资源、岩石性质、地质构态的研究,为支护体系的选择、施工方案的确立和安全预估等提供了重要参考;在施工作业时,监测技术的应用能了解整个施工期间基坑土质和周边环境的变化、支护系统的力学状态变化、地下水水位的高低变化,对施工具有重要意义。常见的监测方法主要有沉降测量、倾斜观测、孔隙水压力测定还有激光扫描、三维成像等高精尖的技术方法,在施工现场布置测站、传感器对基坑支护体系和土质情况进行长期的跟踪观察,做到对支护体系的安全防范于未然^[3]。监测结果可用于判断基坑位移的发展态势、支护系统所承受的作用力大小和分布情况、施工过程中出现的各种反常情况等,为施工的改进和管理提供信息来源。同时监测数据的整理分析可以通过信息化平台进行储存并生成相应的图像展示出来,对信息进行实时更新,从而对整个施工过程进行精细的管控。

3.4 安全管理与应急预案体系建设

在基坑支护施工中,安全管理和应急机制建设是保证安全和减少风险的关键。首先,健全安全管理机制,明晰施工单位、监理单位、设计单位的职责分配,建立施工单位安全生产制度和操作规程,对施工现场各环节进行全面监督,使施工行为严格按照规范和要求执行。其次,根据基坑工程开挖深度、土壤性质以及周围环境状况等来综合分析施工的风险因素,做到有目的的重点防范、有步骤的风险管控,提升施工现场的安全警觉性,最后,在此基础上,编制合理可行的应急方案,包括突发土体位移、支护体系失效、涌水漏水或者坍塌等各种突发事件的处理程序和职责划分,做到紧急时刻可以第一时间迅速做出回应和解决。现场还应该设置相应的应急器材及防护设备并适时开展应急培训,锻炼施工队伍应对突发情况的能力以及处理问题的经验方法等。与此同时还要把安全生产制度同施工监测系统结合起来,利用监测数据第一时间捕捉到危险迹象、指挥应急工作的开展,完成监测-预警-响应的闭合循环工作流程。

3.5 信息化与智能化技术在风险防控中的应用

对于深基坑支护工程,信息化及智能化技术的应用也是当前风险管理的重要方式之一,其能实现项目施工过程的科学化管理、合理决策、安全施工等。而通过将地质勘探资料、设计方案、施工进度与监测数据数字化集成,建立基坑工程信息管理系统来对施工全过程进行实时跟踪和动态监测。同时利用智能传感网、物联网技术、无人机、

激光雷达、三维建模等智能化手段对基坑支护结构及周围岩土体的变形、沉降、支护应力、地下水位等重要指标实施长期动态精准监控。最后通过对数据的处理、统计分析,结合可视化技术实现风险预警信息的发布,进而辅助施工管理人员做出正确决定^[4]。并且信息平台可以对施工方案、监测结果、现场进度记录与安全保护措施等进行集中管理,使工程建设中的信息具有可追、互通的特点。方便各相关方协作配合、及时应对突发状况。智能化风险分析系统亦可通过提取大数据对历史数据进行分析和风险判断,并提醒施工单位防范风险、调整施工工序及支护方式,从而提高施工速度、减少事故的发生次数。

4 结语

基坑支护工程是一项风险大、技术复杂的施工工艺,基坑的安全和稳定直接影响工程建设的质量、施工进度以及周边环境的安全。本文基于对基坑工程施工作业特点、风险状况和国内外风险管理的研究,认为基坑工程风险控制应从施工前的风险评估、基坑设计方案改进、地质调查与监控、安全管理和应急方案建立,以及信息技术、智能化技术等各个层面进行全面管理。科学的风险管控不仅可以减少施工过程中的事故发生概率,提升工程质量水平和施工效率,更为今后城市地下空间利用、高危基坑支护工程的开展提供了合理的技术指导和管理借鉴。今后随着技术水平的革新,管理水平的进步,基坑支护工程的风险防范会越来越准确化、智能化、精细化,保障工程安全、稳定、可持续发展。

[参考文献]

- [1]郑丹丹.深基坑支护工程施工风险评价研究[D].沈阳:沈阳建筑大学,2024.
- [2]张薇.城市深基坑工程施工风险管理研究[D].青岛:青岛理工大学,2022.
- [3]陈孝刚,林叶,张冬辉.深基坑工程风险分析和风险控制措施[J].建筑技术,2021,52(1):63-67.
- [4]郑尚会,王腊梅.深基坑支护工程造价管控研究[J].建筑经济,2021,42(7):75-79.

作者简介:王哲(1995.1—),毕业院校:河北工业大学,所学专业:土木工程专业,当前就职单位:河北建研建筑设计有限公司,职务:岩土设计,职称级别:助理工程师;
*通讯作者:曹英汀(1999.7—),毕业院校:河北水利电力学院,所学专业:勘察技术与工程,当前就职单位:河北建研建筑设计有限公司,职务:技术员,职称级别:助理工程师。