

复杂环境条件下深基坑支护技术应用分析

宗元春

(江苏省地质局第五地质大队, 江苏 徐州 221000)

摘要 随着我国城市化进程的加速, 深基坑支护在各类基础设施中的比重越来越大, 特别是在城市密集、地质条件复杂等复杂环境条件下, 深基坑支护已成为确保施工安全和质量的关键。基于此, 本文以徐州市高新区电子产业园区建设项目为例, 深入探讨了复杂环境条件下深基坑支护的设计和 implementation 过程, 分析了技术应用的难点和解决方案, 旨在为类似项目提供有益参考和理论指导。

关键词 复杂环境; 深基坑支护技术; 数字化施工管理; 远程监控技术

中图分类号: TU47

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0031-03

徐州市高新区电子产业园区建设项目对促进区域产业升级具有重要意义, 但项目现场面临地下水丰富、土层变化、周围建筑物密集等复杂的环境条件, 对深基坑支护提出了严峻的挑战。针对项目所面临的复杂环境条件下深基坑支护技术挑战, 本文立足实际, 结合建设项目发展需求, 旨在通过项目中的深基坑支护实践, 探讨深基坑支护技术在复杂环境中的有效应用策略。

1 工程概况与环境条件分析

1.1 工程概况

徐州市高新区电子产业园区建设项目规模大, 技术要求高, 项目总面积达 30 万 m^2 , 旨在打造科研、生产、销售、服务相结合的综合性电子工业园区, 项目顺利实施, 不仅吸引了国内外优秀的电子企业, 也极大地提升了区域科技创新能力和经济竞争力。在项目建设过程中, 基坑开挖至关重要, 为了满足未来建筑物的高荷载要求, 基坑深度定为 15 m, 是类似建设项目中罕见的深度, 对基坑支护结构的设计和施工提出了巨大的挑战。另外, 占地约 5 万 m^2 的巨大的基坑面积意味着需要周密的施工方案, 以确保整个施工过程安全、高效、有序^[1]。在上海科技园建设等规模类似的项目中也遇到了类似的困难, 该项目通过采用先进的配套技术, 严格的施工管理, 保证了周围建筑物的安全, 成功地控制了钻井变形, 徐州市高新区电子产业园建设项目在这一成功经验的基础上, 结合当地的实际情况, 进行了更精确的设计和施工规划, 力求在安全的前提下提高施工效率和施工质量。

1.2 环境条件分析

徐州市高新区电子产业园建设项目的环境条件复

杂多变, 对基坑支护结构的设计和施工提出了更严格的要求, 工程所在地的地质构造比较复杂, 主要包括黏土、粉质黏土、中粗砂层及局部残积土等多种土层, 其中泥浆、粉状黏土形成比较大, 这些土层的塑性和压力性较强, 对坑支护结构的稳定性构成一定的威胁, 同时, 地下水位较高, 平均埋深约 4 m, 季节性降雨影响较大; 雨季期间, 地下水位可升高约 2 m, 增加钻井时漏水的风险。在邻近的商业综合体建设项目中, 没有充分考虑到地质条件的复杂性, 导致钻井过程中出现了严重的漏水问题, 影响了施工时间和质量, 为避免类似问题发生, 徐州市高新区电子产业园建设项目在地质勘查阶段投入了大量的人力物力, 通过勘查和详细分析, 得到了地层分布和地下水位的准确信息, 并在此基础上, 项目组制定了科学的降水支撑方案和措施, 为钻井提供了有力的保障。

2 复杂环境条件下深基坑支护技术的创新

2.1 地质动态适应性与支护系统的“智能感知”

在深基坑支护技术的创新过程中, 地质动力适应支撑系统的“智能感知”技术成为关注的焦点, 这种技术创新不仅仅是监测简单的地质条件变化, 还创造了一个智能化、高度集成的系统, 可以实现从实时数据采集和分析到智能决策的全过程自动化。支撑系统的传感器网络在基坑周围密集分布, 充分捕捉土壤应力变化、过渡路径、地下水位波动乃至精细泄漏的迹象, 这些数据通过高速传输通道在数据处理中心收集, 利用云计算和大数据技术的强大计算能力进行深度勘探和分析, 人工智能算法能够快速识别地质条件的演变, 预测潜在危险点, 实时评估支撑结构的状态。基于对这些数据和预测的准确分析, 支撑系统可以自动调整

支撑强度、刚度或结构形状,使其完美地适应地质条件的动态变化,这种“智能感知”不仅增加了支撑结构的适应性和稳定性,而且降低了施工过程中的不确定性和风险性,同时也为施工管理者提供了更直观、全面的信息支持,帮助他们做出更明智、更合理的决策,确保深基坑工程的顺利进行。

2.2 环境友好型支护材料的创新应用

随着社会对可持续发展的重视,虽然混凝土、钢铁等传统支撑材料具有较高的强度和稳定性,但其生产和使用过程往往伴随着较大的环境负荷,因此,环保支撑材料的开发和应用已成为支撑技术创新的重要方向。在复杂的环境条件下,深基坑支护技术也注重环保支撑材料的创新应用,这些新材料包括高性能纤维复合材料、生物材料和可生物降解材料,不仅具有优良的机械性能,而且可以满足支持深孔的严格要求,还具有低能耗、低排放、可回收等环保特性,例如,高性能纤维复合材料可以通过精确设计纤维和晶粒配方,实现高强度、轻量化和耐腐蚀性,同时减少对传统原材料的依赖。

2.3 数字化施工管理与远程监控技术的整合

数字化施工管理与远程监控技术的融合也起着至关重要的作用,这种融合不仅提高了施工过程的精准管理水平,而且提高了施工现场的安全性和效率。通过集成BIM、地理信息系统、物联网等先进技术,实现对整个施工过程的视觉和数字化管理。BIM技术为深基坑支护项目提供精确的三维模型,帮助施工人员更好地了解设计意图和施工要求。GIS技术用于监测和分析施工区域地质环境、交通状况等外部因素,为施工决策提供数据支持。物联网技术将现场设备和传感器连接起来,形成大规模数据网络,实现监控。远程监控技术提高了施工管理的便利性和效率,通过安装高清摄像机、无人机等监控设备,管理人员可以远程查看施工现场的实际情况,及时发现问题并加以解决;同时,结合智能分析算法,远程监控系统还可以进行智能评估,优化施工过程,提高施工质量和效率,这种数字化施工管理与远程监控技术的结合为深坑支撑作业序列提供了有力的技术保障。

3 深基坑支护技术选择与设计

3.1 支护方案选择

徐州市高新区电子产业园项目所在地地质条件复杂,包括多层泥土、砂土、局部岩层,地下水位高,

重要道路、建筑物、地下管线的分布,施工环境敏感,因此,在选择配套方案时,应考虑坑稳定性、抗变形性、抗渗透性、施工安全性等诸多因素。在充分研究国内外类似项目经验的基础上,项目团队提出了包括土钉墙、SMW工法桩、排桩支护以及“地下连续墙+内支撑”在内的多种支撑方案,经过详细的技术经济对比,确定了采用“地下连续墙+内支撑”的组合支撑体系,该方案不仅能有效控制基坑时的水平位移和降落,保证基坑的稳定性,还能有效地阻挡地下水,满足工程的防渗要求^[2]。徐州市高新区电子产业园建设项目地下连续墙设计深度达20 m,根据地质调查结果确定墙厚度为1.0~1.2 m,满足不同土层承载力要求,在施工过程中,通过实时监测数据反馈,基坑的最大水平位移小于30 mm,远低于设计允许值,并成功验证了支护方案的合理性和有效性。

3.2 设计要点

根据地质调查报告中的土层分布和力学参数,通过计算分析确定不同土层下的合理墙体厚度,以保证墙体有足够的承载力和抗渗透能力,使用高强度炮弹进行加固,并根据墙体的强度特性进行精确设计,以提高墙体的整体稳定性和耐久性,采用先进的接头技术,如接头管柄或钢接头,保证接头部位的强度和密封性,防止地下水渗透。根据基坑的基本深度和变形控制目标,采用“分钻支撑”策略合理分配支撑位置和形状,支撑形式包括钢支撑和钢筋混凝土支撑相结合,以适应不同钻井阶段的要求,通过结构力学分析软件对支撑体系进行强度分析,确保支撑结构的安全性和稳定性,同时在施工过程中考虑不确定性,进行必要的支撑结构强化设计。根据地下水位的分布情况制定详细的降雨计划,通过设置降雨井组和安装其他设备,有效地将地下水位降低到基坑表面以下一定距离,为基坑创造有利条件,在基坑周围设置正确的排水系统,包括集水井、排水沟、雨水收集系统,防止雨水灌溉、地下水突然涌出等不良情况的发生,同时加强排水系统的维护和管理,确保排水畅通。

徐州市高新区电子产业园建设项目在施工过程中,通过实时监测系统对支护结构的坑洞变形、地下水位和强度进行了综合监测,监测数据表明,地下连续墙的最大水平位移在30 mm以内,支护结构内的应力分布均匀,无极限,降雨效果明显,地下水位保持在安全范围内,这些数据为支撑方案的有效性提供了有力的支撑。

4 技术应用难点及解决思路

4.1 地质条件复杂

徐州市高新区电子产业园建设项目所处区域的地质条件极其复杂,含有多层不同性质的土壤,如黏土、沙土、局部岩石等,不同土层之间的力学特性,给支撑结构的设计和施工带来了较大的挑战,此外,地下水位高变化,增加了钻井过程中的不确定性。项目开始时,大量投入地质勘探工作,采用多种勘探方法(如钻探、自然勘探等)获取详细的地质信息,准确了解地层分布、土层特征、地下水位、水文地质条件,根据地质勘查成果,采用先进的工程软件进行支撑结构优化设计,根据不同土层的特性,调整地下连续墙的壁厚、起头和接头处理,确保支撑结构经济、安全。在基坑开挖过程中,安排高强度的监控点,采用高精度的监控设备(如全站仪、倾斜仪等)对基坑变形、地下水位、支撑应力状态进行监控,一旦发现异常情况,立即组织专家组进行分析评估,并相应调整施工方案^[3]。根据监测数据和地质变化情况,动态调整基坑开挖顺序、支护结构布局和降雨措施,确保基坑的安全性和稳定性。此项目通过详细的地质勘察和优化支撑结构设计,成功克服了地质条件的复杂挑战,在施工过程中,通过实时监测数据反应,及时调整支撑结构和降水方案,有效控制了坑洞变形和地下水位,确保了施工安全和环境稳定。

4.2 变形控制难度大

由于基坑深度大,面积大,对周围环境的保护要求很高,对基坑变形的控制提出了很高的要求,如果变形超过允许范围,将对周围建筑物,道路和地下管道产生严重影响,采用高精度监测设备,如 GPS、激光测距仪等,实时全面监测基坑的变形,利用有限元分析软件对基坑开挖作业进行数值模拟,预测基坑变形方向和支撑结构受力状态,为施工提供科学依据,建立基坑变形预测预警系统,根据监测数据和数值模拟结果,可以预测基坑变形的早期走向,确定预警门槛,一旦变形临近或超过预警门槛,应急响应机制立即启动。针对可能出现的变形问题,提前制定强化计划,如增加临时支撑,调整基坑开挖顺序,强化降雨等,确保基坑变形在可控范围内。徐州市高新区电子产业园建设项目通过高精度监测和数字分析,成功预测和控制了坑体变形,监测数据表明,基坑的最大水平位移小于 30 mm,远低于设计允许值,有效地保证了周围环境的安全。

4.3 周边环境保护

关键道路、建筑物和地下管道等敏感的环境元素分布在项目周围,在项目施工过程中,噪声、振动和潜在的基坑变形可能会受到影响,在施工前进行全面的环境影响评估,以确定施工活动对周围环境的潜在影响,根据环境影响评价结果,制定详细的建筑环境保护计划,包括减振、减噪措施(如设置隔音屏、使用低噪音设备)、防尘措施(如喷粉、设置屏障)和控制基坑变形措施,在施工过程中,加强对周边环境的监测,及时发现和处理潜在的环境问题,同时建立与周边居民和单位的沟通机制,及时反馈施工进度和环保措施的实施情况,建立完整的应急响应机制,制定潜在环境问题的应急计划,定期组织演习,一旦发生环境事故或紧急情况,应急响应机制立即启动并迅速处理^[4]。在施工过程中,徐州市高新区电子产业园建设项目严格实施了建筑环境保护工程,采取了有效措施,减少其对周边环境的影响,通过加强与周边居民和单位的沟通与合作,赢得了社会各界的广泛认可和支持^[5]。

5 结束语

在探索复杂环境条件下深基坑支护技术的创新过程中,不仅见证了技术边界的不断拓展,而且深刻地认识到了科技创新与可持续发展之间的和谐共存,随着技术的不断进步和应用的深入推进,深基坑支护技术将更加智能化、绿色化、高效化。未来,深基坑支护技术系统将成为能够实现自我感知、自我调节、自我优化的智能体,不仅能保证工程的稳定性和安全性,还能减少对自然环境的影响,实现人与自然的和谐共处。因此,我们应在科技创新浪潮中携手前进,开启深基坑支护技术的新篇章,让每一个工程项目成为城市建设的基石,让每一个技术创新成为推动社会可持续发展的强大动力。

参考文献:

- [1] 徐承明,徐成贤.浅谈深基坑支护技术在工程中的应用[J].中国建材科技,2019(04):153-156.
- [2] 李玮.浅析建筑工程施工中深基坑支护的施工技术[J].建材与装饰,2020(04):22-23.
- [3] 袁林.建筑工程中深基坑支护施工技术探讨[J].中国住宅设施,2020(06):122-124.
- [4] 代金龙.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理[J].科学技术创新,2020(18):116-117.
- [5] 刘珩.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理探讨[J].中国建筑金属结构,2020(10):24-25.