

基于复杂地质条件下房建施工深基坑支护技术优化研究

王天庆

民航机场建设工程有限公司 天津 300450

【摘要】：在复杂地质条件下的房建深基坑工程施工中，通常伴随着地下水位变化大以及淤泥质土、软土层条件复杂等多种不利因素的影响，而支护技术的选择及其应用状况关系着整个工程的安全可靠性。目前复杂地质条件下的房建深基坑施工存在的主要问题在于支护方案针对性差、施工工艺随意性高、缺乏完善的监控报警系统等。通过加强支护方案针对性、严格控制施工工艺流程、建立完善的监控报警系统等方式可以改善支护效果，并且控制基坑的变形沉降情况。保证工程安全、顺利进行的同时，具备较好的经济和环境效益，对同类型项目的落实也具有较高参考价值。

【关键词】：复杂地质条件；房建施工；深基坑支护

DOI:10.12417/2811-0536.26.04.066

引言

随着城市发展速度不断加快，城市核心区建筑物高度逐渐提升，因此深基坑技术在房屋建筑工程中得到了十分广泛的运用。但在岩溶发育、地下水资源充沛、地质构造复杂等复杂地质条件区域，进行房屋建筑深基坑支护施工仍然面临一系列问题。

1 深基坑支护核心技术要点

1.1 支护结构选型要点

深基坑支护结构的选择需要参考多种因素做出决定，例如地质状况、基坑开挖深度以及周围环境等条件^[1]。常用的支护类型主要有灌注桩加预应力锚索的复式支护、地下连续墙支护、分级放坡加喷射砼及钢筋网片联合支护等。对于岩溶比较丰富或者地层自承能力较差的地段，通常会选择应用灌注桩加冠梁、锚索联合支护结构，利用灌注桩坚硬的特点承担来自地层的压力，并且用冠梁分担侧向土压力，而锚索则主要依靠全长注浆的方式提升抗拔承载量。当坡率较小并且地质状况不复杂的情况下，可以采取分级放坡喷射砼的支护方案，在确保安全的前提下也可以节约建造成本。此外在地下水位较高，并且地层渗透性较强的地区，适合采用地下连续墙支护，达到抵御土压力以及地下水渗入的目的。

1.2 施工工艺核心要求

施工工艺合理性关系到支护的实际效果，基坑的开挖需要分层、分段展开工作，而且有必要控制好每层开挖厚度以及开挖的间隔距离，避免出现开挖太厚、

太长的情况而导致基坑变形。钻孔灌注桩施工时通常采用跳跃式打法，避免邻近桩孔塌方，并且可以配合钢筋笼自带的耳环筋，保证桩体保护层厚度及钢筋数量不受损。此外锚索张拉及注浆须严格按照规定的增加荷载要求进行，在二次压力注浆封闭时，即可使锚索更好地与土壤黏结。在进行绿植边坡施工时，可以采用客土喷播和挂网养护结合的方式施工，一方面可以巩固该段山坡，另一方面也可以满足环保要求。

1.3 监测预警关键指标

监控报警是保障基坑工程施工安全的有效措施。监控量测工作主要收集基坑围护结构墙体的水平位移、地面沉降、深层土体位移、地下水位变化、支撑轴力等参数。因此监控点布置应科学合理，例如，在边坡顶部按合理间隔布置监控点，即可对整个边坡进行全面监控。而且对监控数据分析要及时，如果监控参数超过设计规定值，则应尽快采取相应的对策。

1.4 水文地质适配原则

在复杂的地质环境中，水文地质条件对支护施工能产生较大影响^[2]。地下水的类型比较丰富，有上层滞水、基岩裂隙水、岩溶水等多种形式，地下水位的变化会导致基坑内积水、土质松软等情况发生。因此支护方法的选择有必要考虑到水文地质的因素，在支护过程中可以使用高压旋喷桩、三轴搅拌桩等方式，建立止水帷幕墙阻隔地下水渗入。施工阶段还可以安装坡顶坡脚排水沟、集水井以及沉淀池，建立合理的排水体系，及时排出地下水，使施工过程中地下水位得到有效控制，保持相对平稳状态。

1.5 周边环境协同要点

深基坑工程的实施同时要考虑周围环境的安全性，防止深基坑施工破坏周围道路、地下管线、建筑物及构筑物，在施工之前工作人员有必要探测清楚周围的管线布置情况，并做好相应的保护措施。尤其是在基坑临近周围的建筑和道路时，就要提升支护体系的整体刚性和强度，尽量减少施工过程中的振动影响。在整个施工的过程中，还要注意检测周围建筑的沉降位移，以及管线变形的情况，并随时优化调整自己的设计方案，以保证周围环境及自身施工安全。

2 复杂地质条件下深基坑支护技术应用现状

2.1 支护设计适配性不足

部分工程在支护设计之前地质勘察工作比较粗略，无法精确掌握地层分布、岩溶发育以及地下水的分布特征，导致设计内容针对性较差，支护也难以适应当地的地质条件。也有部分工程会盲目套用惯常使用的支护形式，在施工前并没有综合考虑周围环境等对支护结构的影响。例如，在其附近有较多管道的位置依旧采取普通的支护方式，而并未提高其抗变形性能，导致支护体产生变形裂缝等情况。

2.2 施工工艺执行不规范

在施工当中部分施工单位没有严格按照制定出来的施工方案执行，土方开挖工作比较随意，容易出现超挖，或者开挖速度过快等问题，致使基坑的侧壁受到不平衡的压力，产生变形与下沉。而且部分工程负责人对主要施工工艺参数的把控不到位，在钻孔灌注桩施工过程中，设置钢筋笼的位置偏差太大，在锚索施工过程中的张拉加荷也不标准。同时部分工程中注浆量和注浆压力达不到要求，以至于支护结构整体的受力及稳定性也存在问题，此外工程落实阶段没有注重应用新式施工技术，仍然使用传统的施工方式，对解决复杂地质环境施工状况的效果不理想。

2.3 监测预警体系不完善

部分工程的监控预警系统有较大缺陷，项目的监测点设置不当，无法完全反映基坑重要部位的情况，导致部分危险因素未能被提前发觉^[3]。而且监测频率并未随着项目建设进展、土层状况的变化灵活变动，在不良天气或开挖加深阶段这些特定时刻监测频率偏低，无法时时了解围护墙体位移及地下水流变动的信息。同时监测所得信息的处理利用滞后，无法即时反馈给施工现场供建设单位做出合理决策，以至于错过防范危机的黄金调整窗口期。

2.4 水文地质应对措施单一

对于较为复杂的工程水文地质环境，部分项目只采取单一的堵水或者疏水方法。例如只利用排水沟进行排水，而没有使用其他可靠的截水帷幕，造成基底有大量地下水渗入，集水窝点处也存在大量的积水，导致支护体系失衡。也有部分工程中存在应用的截水帷幕施工工艺较差、高压旋喷桩之间的咬合不良、三轴水泥搅拌桩喷浆不密实等情况，导致无法有效阻止地下水侵入。此外若工程中存在排水方案设计不够合理、集水井以及排水沟分布间距太宽等细节问题，也会导致排水效果差，无法控制地下水位变化。

2.5 风险应急处置能力薄弱

部分工程对风险管理的应急处置工作不够标准，项目缺乏处理复杂地质条件下潜在风险的能力^[4]。例如，针对边坡坍塌、突泥涌水、支护异常变形等现象所编写的应急预案不够完善。而且应急储备物资缺乏应急抢险工具、材料等，同时施工人员应急预防手段薄弱，因此在面对突发状况时，无法及时响应，以至于险情扩大酿成安全生产事故。

3 复杂地质条件下深基坑支护技术优化策略

3.1 优化支护设计适配性

开展精细地质勘探工作，需要采用多种勘探方法相结合的方式，对土层分布、岩溶发育状况以及地下水的种类和分布特征等进行全方位勘探，同时准确把握地质参数信息，为设计方案提供有效的参考依据。还有必要结合地勘资料分段设计，在不同的地段，根据具体的地质状况，以及周围环境的要求，制定不同的支护措施。例如，对于基坑较深、地质比较复杂的地区，可以采取灌注桩加冠梁并配合使用预应力锚杆的混合支护方式，通过对桩体与锚杆的位置合理布局，提升支护体系的可靠性。此外需要注重支护结构各个组成部分之间的联系，保障整个支护结构中的冠梁、锚杆、支护桩等环节之间能产生有效的支撑作用，最终发挥整个支护体系的最大效用。

3.2 规范施工工艺执行标准

合理编制基坑开挖方案，需要严格执行分层分段、同步交替的基坑开挖原则，对每层开挖厚度控制在1.5m以内，而且段长不得超过15m，杜绝超挖造成基坑坍塌的现象。同时基坑边坡需预留20~30cm厚的土层作为预留层，通过人工刷坡的方式精细修整边坡，以达到稳定和设计要求的坡度。还要严格把控核心施工工艺参数、灌注桩机械成孔环节、跳跃式打法施工工艺，降低临近桩孔出现塌孔情况的概率，此外可以

使用钢筋笼所带耳环筋固定,保证其保护层以及钢筋笼整体性,使桩体桩基受力更强。锚索张拉则需要严格按照一级加荷标准进行作业,并执行二次压力灌浆封闭作业,进而增加锚索与土层之间的黏结强度,更好地将预应力传递到基坑上。也可以推广新颖施工办法的应用,例如在绿化坡面施工的过程中采取客土喷播配合挂网养护新技术,达到加固坡面目的,同时也可以满足环保要求。

3.3 完善监测预警体系建设

优化工程测点布置需要在坡顶、基坑侧壁及周边建筑物、地下管线及其他重要场所均设立监测点,监测区内监测点平均间距为20~30m,合理安排布设监测点位,为后边常态化、精细化监测奠定基础。还要提高观察频率和准确性,通常情况下施工期间每隔三天测量一次,若是遇到下雨、扩挖加深,以及其他特殊状况,则每天都需测定各个监测点,并利用先进设备提升监测效率。例如,采用全站仪、自动倾斜报警器、深层土体位移观测系统等现代化设备,保证观测数据准确真实可靠。此外建立数据分析机制也很有必要,具体针对所获取信息与设计限值进行比较,如有超出则需要即刻反馈给甲方项目负责人并采取应对措施。

3.4 多元化应对水文地质问题

加强止水帷幕施工质量控制,可以针对不同水文地质条件运用不同的止水方法。例如,对于地下水丰富,地层比较透水的区域,可以采取高压旋喷桩的方式做成防渗帷幕,而针对管桩比较多或者净空较小的位置,则可以采用三轴搅拌桩做止水帷幕,保证桩身衔接紧密,注浆饱满均匀。同时需要改良排水设施的设计方案,在坡上沿以及坡脚都可以增设排水沟,还可以通过在适当的位置增设集水井、加装三级过滤沉淀池等方式加快排水速度,以便快速排出地下水,使得地下水位始终低于基坑底部1.5m。此外有必要灵活

调节水文处理办法,通过对基坑内水位进行实时观测,尤其是降雨量大小,及时对排水泵的数量、止水方法适当增减调控,降低地下水波动对支护体系产生的冲击。而对于岩溶发达的地方,则可以采用旋喷桩配合灌注桩的方法,避免漏水漏浆及基坑塌陷。

3.5 强化风险应急处置能力

工程施工团队可以细化风险应急方案,对于边坡滑落、突泥涌水、支护体系异常变形等不同类型的风险,细化相应的应急处理程序,明确各岗位分工及相关工作重点。例如,针对小规模滴漏采取泥浆堵漏的方式,大规模高压涌水时则选用速效水泥等快速封堵材料层层压注填塞,必要时还可以辅之以注浆管加压注浆。而若是支护体系发生异常形变,可以采取应急卸载、注入浆液加固或者用沙包封堵等方式进行临时支护。此外需要准备足够的应急材料及工具,例如速效水泥、注浆机、沙包、水泵等应急材料,同时设专岗专人昼夜值班,确保应急器材随叫随到。并且提升项目部工作人员突发状况下应急自救的操作水平,在真正有危险发生时,可以迅速启动应急预案并正确处理。

4 结语

复杂地质条件下房建施工深基坑支护技术优化,与项目工程的安全、顺利、快速进展息息相关。然而目前复杂地质条件下,房建施工深基坑支护技术中存在支护设计适配性不足、施工工艺不够规范、监测预警机制不够健全、水文地质应对措施单一以及应急措施薄弱等问题,影响工程质量和安全性。针对此类问题,可以通过严格规范施工工艺要求、健全监测预警系统、丰富水文对策等优化措施,提高复杂地质条件下房建施工深基坑支护的安全可靠程度,并把基坑变形和下沉控制在设计要求之内,保证工程质量的同时,也充分考虑经济性和环境友好程度,促进房建施工深基坑支护技术水平的提升。

参考文献:

- [1] 王朝兴.房建项目深基坑支护技术施工问题深度研究及实践优化[J].工程机械与维修,2025,(07):53-55.
- [2] 郭尚贤.房建施工中深基坑支护技术的应用与控制策略分析[J].中华民居,2024,17(06):153-155.
- [3] 王小亮.房建项目施工中深基坑支护技术问题研究[J].居业,2023,(12):35-37.
- [4] 郭颖.深基坑支护技术在房建施工中的运用[J].工程技术研究,2022,7(08):82-84.