

建筑工程深基坑支护技术的应用探索

郭天波

中国二十二冶集团有限公司 河北 唐山 064000

摘要：随着城市化进程加速，建筑工程向高层、地下空间纵深发展，深基坑支护技术成为保障工程安全与质量的核心。本文系统阐述深基坑支护技术的重要性，涵盖施工安全、工程质量及周边环境保护等方面；详细剖析排桩支护、地下连续墙等关键技术；强调施工前准备、过程控制、监测与信息化施工等应用要点；深入探讨地质条件复杂、周边环境多变等应用难题，并针对性提出加强勘察调查、优化设计、提升技术水平等解决策略，为建筑工程深基坑支护技术的科学应用与发展提供参考。

关键词：建筑工程；深基坑支护技术；应用探索

引言：在现代建筑工程领域，深基坑施工是地下空间开发利用的重要环节，其支护技术的应用直接关系到整个工程的成败。随着城市土地资源日益紧张，建筑规模不断扩大，深基坑工程的深度和复杂性与日俱增。深基坑支护不仅要承受土体压力、地下水压力等荷载，还要抵御周边环境变化带来的影响，若支护技术应用不当，极易引发坍塌、沉降等安全事故，威胁施工人员生命安全，造成巨大经济损失。因此，深入探索深基坑支护技术的应用，研究其关键技术、应用要点及问题解决策略，对推动建筑工程行业安全、高效发展具有重要意义。

1 深基坑支护技术的重要性

1.1 确保施工安全

深基坑施工涉及土体开挖与结构建设，作业环境复杂，存在土体坍塌、边坡失稳等安全隐患。深基坑支护技术通过设置挡土结构、支撑体系等，能有效抵抗土体侧压力，防止基坑坍塌。例如，在软土地区施工，采用地下连续墙或灌注桩作为支护结构，搭配锚杆或内支撑，可限制土体位移，避免施工人员与设备被掩埋，保障施工人员生命安全和工程顺利推进。

1.2 保证工程质量

稳定的深基坑支护体系是保证工程质量的基础。合理的支护设计可控制基坑变形，减少对地基土的扰动，避免因土体位移过大导致基础结构出现裂缝、倾斜等问题。在地铁车站等深基坑工程中，精确的支护计算与施工，能确保地下结构的垂直度、平整度符合设计要求，保障主体结构的承载能力和耐久性。

1.3 保护周边环境

城市建设中，深基坑工程往往紧邻既有建筑、道路和地下管线，若支护不当，基坑变形易引发周边建筑物沉降、开裂，道路塌陷，管线破损等问题。深基坑支护

技术通过控制土体变形，可减少周边环境的影响。通过降水井与回灌井结合的方式，可避免因地下水过度抽取导致地面沉降，保护周边环境安全，实现工程建设与环境保护的协调发展^[1]。

2 建筑工程深基坑支护的关键技术

2.1 排桩支护

排桩支护是将钢筋混凝土灌注桩或钢桩等沿基坑周边间隔排列，形成挡土结构的支护方式。其工作原理是依靠桩体自身强度与刚度抵抗土体侧压力，桩间可设置挡土板防止土颗粒流失。灌注桩排桩施工时，机械成孔直径通常600-1200mm，桩间距一般控制在1.5-3m，配筋率约为0.6%-1.2%。在软土地区，通过加大桩径至1000-1500mm，可显著提升单桩承载力。例如，某城市商业综合体深基坑工程，基坑深度达18m，周边建筑物密集，采用直径1000mm、间距2m的钻孔灌注桩，搭配预应力锚索进行斜拉锚固。

2.2 地下连续墙

地下连续墙是在地面采用专门的成槽设备，沿着深基坑周边，在泥浆护壁条件下开挖出一条狭长的深槽，清槽后在槽内吊放钢筋笼，然后用导管法浇筑水下混凝土，筑成一道连续的地下钢筋混凝土墙。其成槽深度可达50-60m，墙厚一般为600-1200mm，混凝土强度等级不低于C30，抗渗等级不小于P6。在软土地层中，墙体深度每增加10m，需增加配筋率0.3%-0.5%以抵抗侧压力。如某地铁车站深基坑工程，基坑深度25m，采用墙厚800mm、深度30m的地下连续墙，作为永久性结构的一部分，既承担基坑开挖时的侧向荷载，又作为车站主体结构的外墙。经检测，墙体垂直度偏差控制在0.3%以内，墙体接缝处渗水量小于0.05L/（m·min），防水效果显著。

2.3 土钉墙支护

土钉墙支护是利用土钉加固原位土体,与喷射混凝土面板相结合,形成一个类似重力式挡土墙的支护结构,以此抵抗墙后传来的土压力。土钉直径一般为100-150mm,长度6-12m,水平和垂直间距均为1-2m,入射角控制在 10° - 15° 。喷射混凝土面板厚度为80-120mm,强度等级C20-C25。某小型民用建筑基坑工程,基坑深度8m,土质为粘性土,地下水位埋深10m,采用土钉墙支护。

2.4 锚杆支护

锚杆支护是将拉杆一端与支护结构连接,另一端锚固在稳定的岩土体中,通过对拉杆施加预应力,将支护结构所受荷载传递到深部稳定地层的一种支护技术。锚杆直径通常为150-300mm,锚固段长度不小于4m,自由段长度根据计算确定,一般不小于6m。预应力施加值为设计拉力的0.5-0.8倍。在某高层建筑深基坑工程中,基坑深度20m,采用排桩-锚杆支护形式,锚杆直径200mm,长度18m(锚固段8m,自由段10m),预应力施加值为500kN。经监测,基坑侧壁最大水平位移为32mm,周边建筑物沉降最大值为18mm,均在安全范围内。

2.5 钢板桩支护

钢板桩支护是将热轧型钢或冷弯薄壁型钢制成的U型、Z型等截面形式的钢板桩,通过振动、锤击或静压等方式沉入地下,形成连续的挡土、挡水结构。常见的拉森钢板桩型号有Ⅲ型、Ⅳ型,Ⅲ型钢板桩宽度400mm,高度130mm,理论重量60kg/m;Ⅳ型钢板桩宽度400mm,高度150mm,理论重量76.1kg/m。在某河道整治工程的基坑支护中,基坑深度6m,土质为砂土,采用Ⅳ型拉森钢板桩,桩长9m,入土深度3m^[2]。

3 建筑工程深基坑支护技术的应用要点

3.1 施工前准备

首先,需进行详细的地质勘察,通过钻探、物探等手段,获取土层分布、地下水水位、岩土力学参数等数据,例如在砂卵石地层中,要明确卵石粒径与密实度,为支护方案设计提供依据。其次,组织专家对支护方案进行论证,结合工程特点与周边环境,确定排桩间距、锚杆长度等关键参数,如临近建筑物的基坑,需严格控制支护结构变形。同时,做好场地清理与平整,搭建临时施工设施,确保机械设备、材料及时进场,并对钢筋、水泥等材料进行严格的质量检验,保证其符合设计要求。

3.2 施工过程控制

严格按照设计与规范要求施工,如排桩施工时,控制成孔垂直度偏差不得超过1%,防止因倾斜影响承载能力;地下连续墙成槽时,保持泥浆比重在1.1-1.3之间,确

保槽壁稳定。加强各工序衔接管理,土钉墙支护需待注浆强度达到设计强度70%后,方可进行下一层土方开挖。实时监测施工质量,对锚杆抗拔力、钢板桩锁口密封性等关键指标进行抽样检测,例如锚杆抗拔力检测数量不少于锚杆总数的5%,且不少于3根。同时,合理安排施工进度,避免因赶工导致安全隐患,确保施工有序推进。

3.3 监测与信息化施工

在基坑周边及影响范围内布置监测点,对基坑侧壁位移、沉降、地下水位、锚杆拉力等进行实时监测,监测频率根据施工进度调整,土方开挖阶段每日至少监测1次。利用自动化监测设备采集数据,并将其上传至信息化管理平台,通过数据分析软件进行处理,预测基坑变形趋势。当监测数据超过预警值时,如基坑侧壁水平位移累计值达到30mm或变化速率大于5mm/d,立即启动应急预案,采取增加锚杆预应力、放缓开挖速度等措施,实现“监测-分析-决策-反馈”的闭环管理,保障基坑安全。

4 建筑工程深基坑支护技术应用面临的问题与解决策略

4.1 面临的问题

4.1.1 地质条件复杂多样

在深基坑施工中,常遇到软土、砂卵石、岩溶等复杂地层。软土地层具有高压缩性、低强度的特点,土体抗剪强度低,易产生较大变形,增加支护结构设计与施工难度;砂卵石地层颗粒间胶结性差,成孔时易出现塌孔现象,影响排桩、锚杆等施工质量;岩溶地区存在溶洞、土洞等不良地质构造,可能导致支护结构失稳或地基不均匀沉降,且地质勘察难以精准探测其分布范围与规模,给支护方案设计带来极大不确定性。

4.1.2 周边环境复杂

城市深基坑工程多位于建筑密集区,周边存在既有建筑物、地下管线、道路等设施。既有建筑物基础形式多样,距离基坑过近时,施工过程中产生的土体扰动易引发建筑物不均匀沉降、墙体开裂;地下管线种类繁多,包括燃气、供水、通信等,若保护不当,施工造成的管线破损可能引发燃气泄漏、停水停电等事故;临近道路车流量大,车辆动荷载会对基坑稳定性产生不利影响,同时施工还需尽量减少对交通的干扰,这些复杂的周边环境因素增加了深基坑支护的难度与风险。

4.1.3 施工技术水平参差不齐

深基坑支护施工涉及多种工艺,对施工技术要求较高。然而,当前建筑市场施工队伍水平良莠不齐,部分施工人员缺乏专业培训,对新技术、新工艺掌握不足。在实际操作中,存在违规操作现象,如排桩成孔深度不

达标、锚杆注浆不饱满等,导致支护结构质量缺陷;部分施工企业为追求经济效益,偷工减料,擅自更改施工参数,降低支护结构安全储备;且施工过程中质量管控不到位,检测手段落后,难以发现潜在问题,严重威胁深基坑工程安全。

4.1.4 设计理论不完善

深基坑支护设计理论仍存在局限性。目前设计多基于经验公式和简化计算模型,对土体力学特性的复杂变化、支护结构与土体的相互作用模拟不够准确。例如,在考虑土压力计算时,传统理论难以精确反映动态施工过程中土体应力应变关系;对复杂地质条件下的支护结构受力分析缺乏有效的理论支撑,导致设计方案保守或不安全;且设计过程中难以全面考虑地下水渗流、地震等因素对支护结构的影响,使得设计成果与实际工程需求存在偏差,影响深基坑支护效果和工程安全性。

4.2 解决策略

4.2.1 加强地质勘察和环境调查

采用多种勘察手段相结合,如钻探、物探、原位测试等,加密勘探点,提高地质勘察精度,针对复杂地层,运用三维地质建模技术,更直观地呈现地层分布与不良地质构造。同时,详细调查周边环境,对既有建筑物进行结构评估和沉降监测,建立地下管线信息数据库,明确管线位置、材质及使用状况。通过全面、准确的地质与环境数据,为支护方案设计提供可靠依据,降低因信息不足导致的工程风险。

4.2.2 优化支护设计方案

引入先进设计理念,结合实际工程条件,采用有限元分析等数值模拟技术,精准计算支护结构受力与变形,充分考虑土体与结构相互作用、地下水渗流及地震等因素影响。针对复杂地质与周边环境,制定多方案比选,结合专家论证优化设计,提高方案的安全性与经济性。此外,加强设计人员培训,及时更新设计知识,推动设计理论与技术的创新应用,确保设计方案符合工程实际需求。

4.2.3 提高施工技术水平

加强施工队伍建设,定期组织专业培训,提高施工人员对深基坑支护新技术、新工艺的掌握程度,严格执行持证上岗制度。建立健全施工质量管理体系,加强对施工全过程的监督,明确各工序质量标准,对关键工序进行重点把控。加大施工技术投入,引入先进机械设备和检测仪器,如自动化成孔设备、锚杆智能张拉系统等,提高施工精度与效率。同时,严厉打击偷工减料行为,保障支护结构施工质量。

4.2.4 加强监测与信息化施工

构建全面的监测体系,合理布置监测点,实时监测基坑侧壁位移、沉降、地下水位、锚杆拉力等关键参数,提高监测频率。采用自动化监测设备与信息化管理平台,实现数据实时采集、传输与分析,运用大数据和人工智能技术对监测数据进行深度挖掘,预测基坑变形趋势。一旦监测数据超过预警值,立即启动应急预案,及时调整施工方案,通过动态管理保障深基坑施工安全^[3]。

结束语

建筑工程深基坑支护技术的应用探索是保障工程安全、推动行业发展的关键课题。从复杂地质与环境应对,到设计施工优化,再到监测信息化升级,每一步探索都凝聚着技术与管理的智慧。这些实践不仅有效降低了工程风险,也为后续项目积累了宝贵经验。未来,随着新材料、新技术的不断涌现,深基坑支护技术将持续创新发展,朝着智能化、绿色化方向迈进,为城市建设与基础设施发展筑牢安全基石,助力建筑行业实现高质量、可持续发展。

参考文献

- [1]张妍.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术[J].中国高新科技.2020(20)69-70
- [2]马传普.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术探讨[J].四川水泥.2020(07):133-135
- [3]解彬彬.深基坑支护施工技术在建筑工程中的应用分析[J].绿色环保建材,2021(1):101-101.