

建筑工程基坑围护施工技术应用

靳亲龙

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450000

【摘要】：随着城市化进程的加速，高层建筑如雨后春笋般涌现，基坑围护施工技术作为建筑工程基础施工的关键环节，对于保障工程的安全、质量和进度起着至关重要的作用。本文详细阐述了常见的基坑围护施工技术并进行分析，旨在为建筑工程从业者提供有益的参考，推动基坑围护施工技术的不断发展与完善。

【关键词】：建筑工程；基坑围护；施工技术；应用

DOI:10.12417/2811-0536.26.08.003

1 引言

基坑围护是为保障基坑开挖及地下施工安全，在周边建造的临时性或永久性挡土、止水构造。在建筑工程建设中，基坑工程是基础施工的重要组成部分。基坑围护结构不仅要承受基坑开挖过程中土体的侧向压力、地下水压力等，确保坑壁的稳定性，防止坍塌事故的发生，还要为后续的基础施工创造良好的作业条件^[1]。

不同的地质条件、周边环境以及工程要求，决定了基坑围护施工技术的多样性和复杂性。合理选择与应用基坑围护施工技术，是实现建筑工程经济效益、社会效益和环境效益相统一的必要保障^[2]。

2 基坑围护的重要性

2.1 保障主体建筑安全稳定

基坑是建筑物地下部分施工的操作空间，其坑壁土体若缺乏有效围护，在开挖过程中极易因土体自重、地下水压力等因素发生坍塌。一旦坍塌事故发生，正在施工的地下结构将遭受严重破坏，后续的地上建筑施工更是无从谈起，甚至可能引发连锁反应，导致整个项目报废。

2.2 保护周边环境设施

现代建筑多处于城市密集区，基坑周边往往紧邻其他建筑物、交通要道或密集的地下管线网络。基坑施工引发的土体位移、地下水位变化等，若不加以控制，会对周边环境造成影响。周边建筑物可能因地基不均匀沉降出现墙体开裂、倾斜甚至倒塌；地下管线如供水、供电、通信管线等，稍有位移或变形就会造成管线破裂、断电、断水等事故，影响城市正常运转，引发社会问题。

3 常见基坑围护施工技术

3.1 土钉墙支护技术



(1)原理：土钉墙支护是通过在土体内设置一定长度和密度的土钉，将土体加固成一个复合土体结构。土钉通常采用钢筋制成，一端与土体接触，另一端通过垫板和螺母与喷射混凝土面层相连。在基坑开挖过程中，土体产生变形，土钉受拉，依靠土钉与土体之间的摩擦力以及土钉对土体的约束作用，将土体的侧向压力传递到稳定的土体中，从而维持基坑边坡的稳定。

(2)优点：施工设备简单，工艺成熟，操作方便，施工速度快，能有效缩短工期。材料用量相对较少，成本较低，具有较好的经济性。对周边环境的扰动较小，适用于场地狭窄、周边建筑物密集的基坑工程。

(3)缺点：土钉墙支护的基坑深度一般不宜过大，通常适用于开挖深度小于12米的基坑。土体的自立性要求较高，在软弱土层或流沙层等不良地质条件下，应用受到一定限制。对地下水的控制能力相对较弱，若地下水位较高，需配合降水措施。

(4)适用范围：适用于地下水位以上或经降水后的人工填土、粘性土、粉土等地质条件较好的基坑，如一般多层住宅、小型工业厂房等浅基坑工程。

3.2 灌注桩支护技术



(1) 原理：灌注桩支护是利用钻孔机械在地基土中钻出桩孔，然后放入钢筋笼，灌注混凝土形成桩体。这些桩体相互连接或与冠梁、腰梁等连接，形成一道连续的挡土结构。在基坑开挖时，灌注桩承受土体的侧向压力，通过桩身将力传递到深部土体或桩端持力层，确保基坑边坡的稳定。

(2) 优点：桩身强度高，刚度大，能有效抵抗较大的侧向荷载，适用于较深基坑的支护，一般可用于开挖深度 10-20 米的基坑。施工过程对周边土体的扰动相对较小，对临近建筑物和地下管线的影响较小。可根据不同的地质条件和工程要求，灵活调整桩径、桩长、配筋等参数。

(3) 缺点：施工工艺相对复杂，需要专业的钻孔设备和施工队伍，施工周期较长。造价相对较高，由于钢筋、混凝土等材料用量较大，成本高于土钉墙支护。灌注桩之间的止水效果较差，一般需要结合止水帷幕（如深层搅拌桩、高压旋喷桩等）共同使用，以防止地下水渗漏。

(4) 适用范围：广泛应用于各类土质条件下的深基坑工程，尤其是在软土地层、砂土地层以及对基坑变形控制要求较高的大型商业建筑、高层住宅等项目。

3.3 地下连续墙支护技术



(1) 原理：地下连续墙是通过专用的挖槽设备，沿着基坑周边逐段开挖狭长的沟槽，在沟槽内吊放钢筋笼，然后灌注混凝土，形成一道连续的钢筋混凝土墙体。这堵墙既是基坑的围护结构，又可兼作地下室外墙，具有挡土、止水、承重等多重功能。在基坑开挖过程中，地下连续墙依靠自身的刚度和强度，承受土体的侧向压力、水压力以及上部结构传来的竖向荷载。

(2) 优点：整体性、防渗性和耐久性好，墙体刚度大，能有效控制基坑的变形，适用于对变形要求极为严格的深基坑工程，如地铁车站、超高层建筑地下室等。可适应各种复杂的地质条件，包括软土地层、砂卵石地层、岩石地层等。施工时对周边环境的影响小，噪声、振动等公害较少，可在城市密集区等环境敏感区域施工。

(3) 缺点：施工技术难度高，需要专业的设备和经验丰富的施工人员，施工成本昂贵。地下连续墙的混凝土浇筑质量较难控制，容易出现夹泥、露筋等缺陷。后期如需拆除或改造，难度较大，成本较高。

(4) 适用范围：主要应用于超深、超大基坑工程，以及周边环境复杂、对基坑变形和防水要求极高的项目，如城市轨道交通枢纽、大型地下综合体等。

4 基坑围护施工技术应用要点

4.1 施工前准备

(1) 详细勘察地质条件：通过地质勘察报告，全面了解基坑所在地层的岩土性质、地下水位、含水层分布等信息，为合理选择围护施工技术提供依据。对于复杂地质条件，必要时进行补充勘察^[3]。在遇到深厚软土、高水位等复杂场地时，施工方案就要着重考虑止水与加固措施；而处于地震区时，则需要深入了解场地土的液化特性，提前制定抗震预案，为后续施工打下坚实基础。

(2) 周边环境调查：调查基坑周边建筑物、地下管线、道路等的分布情况，测量其与基坑边界的距离，评估基坑施工对其可能产生的影响，并制定相应的保护措施。

(3) 编制施工方案：设计工作需要综合考量众多因素。基坑深度是主导支护选型与强度设计的关键因素；周边环境的复杂程度影响极大，要对临近建筑物、管线等进行细致排查，设定合理的变形控制指标，精心设计围护结构以及施工顺序。设计完成后，还需要由专家团队从技术、安全、经济等多个维度进行严格审核，坚决杜绝因设计缺陷而引发安全事故。

(4) 施工场地的准备: 施工场地的准备工作虽然繁琐, 但却至关重要。首先要进行场地平整, 将凸起的部分铲平, 低洼之处填平, 以便机械设备和施工材料能够顺利就位; 接着清理旧建筑基础、地下障碍物等, 避免施工过程受到干扰; 搭建办公、生活、材料仓库等临时设施, 规范人员生活与物资管理; 合理规划施工道路, 确保运输畅通无阻, 为工程开启做好充分准备。

4.2 支护结构施工

4.2.1 土钉墙支护

土钉钻孔依设计精准操作, 遇障调位置; 土钉插入居中顺直、注浆饱满; 钢筋网片绑牢, 搭接合规, 喷混凝土控喷头距、角度、厚度, 保坡面匀实无空鼓裂缝。

4.2.2 排桩支护

灌注桩施工, 钻机就位保水平垂直, 钻进盯泥浆参数防塌孔; 钢筋笼下放轻缓垂直, 遇阻查因(变形、缩径等)妥善处; 混凝土灌注连续快速, 控导管埋深2-6米防断桩。预制桩沉桩前精确定位, 锤击选锤重、落距控锤击应力, 静压匹配压桩力与入土深度, 保垂直入土达标高。

4.2.3 地下连续墙

导墙施工保轴线、垂直度与强度, 防变形开裂扰成槽; 成槽依地层选工艺, 控槽壁垂直度, 实时监测泥浆液位补浆防塌; 钢筋笼下放查焊点、吊点, 多吊车协同平稳入槽防扭曲; 混凝土灌注保导管密封、首灌量足, 防堵塞、拔空, 保墙体密实。

4.3 监测与维护

4.3.1 监测内容

基坑围护施工期间及使用阶段, 应进行全面的监测, 包括基坑边坡的水平位移、竖向位移、深层土体位移、地下水位变化、支撑结构内力、周边建筑物沉降与倾斜等。通过实时监测, 及时掌握基坑及周边环境的变形情况^[5]。

4.3.2 监测频率

根据基坑施工进度和变形情况, 合理确定监测频率。在基坑开挖初期、变形速率较大以及遇到恶劣天气等特殊情况下, 应加密监测频率。一般情况下, 每天至少监测1-2次, 当变形超过预警值时, 应立即停止施工, 采取相应的应急措施。

4.3.3 维护管理

定期对基坑围护结构进行检查, 查看有无裂缝、

渗漏、变形等异常情况。对监测设备进行维护保养, 确保监测数据的准确性。发现问题及时处理, 如对出现渗漏的部位进行封堵, 对变形过大的支撑结构进行加固等。

5 施工中常见问题及解决措施

5.1 支护结构变形

(1) 原因分析: 一方面, 土体参数取值不准确, 设计计算的土压力与实际偏差较大, 导致支护结构强度、刚度不足; 另一方面, 施工过程中土方开挖顺序不合理、超挖, 未及时架设支撑, 使支护结构承受过大侧向压力。此外, 地下水水位变化、暴雨冲刷等外界因素也可能削弱土体强度, 增加支护结构变形风险^[6]。

(2) 预防与处理措施: 设计阶段, 采用原位测试、经验类比等多种方法精确获取土体参数, 优化支护结构设计; 施工时, 严格遵循土方开挖原则, 开挖一层、支护一层, 限时完成支撑作业, 减少基坑暴露时间。一旦发现支护结构变形接近预警值, 立即停止土方开挖, 在变形部位增设临时支撑(如型钢支撑), 对坑外土体进行加固(如采用注浆加固), 同时加强监测频率, 根据变形发展趋势调整处理措施^[7]。

5.2 渗漏水问题

(1) 原因分析: 地下连续墙施工中, 槽段接头处理不当, 如接头处夹泥、混凝土浇筑不密实, 是常见渗漏源; 排桩支护桩间土未有效止水, 如桩间挂网喷浆不密实、止水帷幕存在缺陷; 此外, 基坑周边存在未探明的地下空洞、旧有管线渗漏通道等, 也会引发基坑渗漏水^[8]。

(2) 处理方法: 对于轻微渗漏水, 采用引流管引流, 在渗漏点周围喷射快凝混凝土堵漏; 若渗漏水较严重, 查找渗漏通道, 如地下连续墙接头部位, 可采用高压旋喷注浆封堵, 对桩间渗漏可重新施工桩间止水帷幕(如深层搅拌桩止水), 同时加强基坑排水, 降低水压, 防止渗漏扩大。在施工前, 利用地质雷达等设备详细探测周边地下情况, 提前处理潜在渗漏隐患。

5.3 周边建筑物沉降

(1) 原因分析: 基坑开挖引起周边土体应力重分布, 土体产生侧向位移与沉降, 传递至建筑物地基, 导致建筑物不均匀沉降。尤其是软土地层, 土体流变特性明显, 沉降发展持续时间长; 此外, 降水不当使地下水位大幅下降, 造成土体有效应力增加, 加速建筑物沉降。

(2) 预防与处理措施: 施工前, 对周边建筑物进行详细勘察评估, 制定针对性的保护方案, 如采用隔离桩、跟踪注浆等措施减少土体位移对建筑物影响。降水过程中, 优化降水方案, 控制降水速率与水位降深, 通过回灌井回灌地下水, 维持周边土体原有水位。一旦发现建筑物沉降超标, 立即对建筑物基础进行加固^[9]。

6 结论

建筑工程基坑围护施工技术种类繁多, 各有优缺

点和适用范围。在实际工程中, 必须充分考虑地质条件、周边环境、工程规模和造价等因素, 科学合理地选择围护施工技术, 并严格按照施工规范和设计要求进行施工。加强施工过程的质量控制、监测与维护管理, 及时发现并解决问题, 确保基坑工程的安全与稳定。随着建筑技术的不断发展, 基坑围护施工技术也将不断创新与进步, 为城市建设中的各类基坑工程提供更加可靠、高效的解决方案, 推动建筑行业的可持续发展^[10]。

参考文献:

- [1] 马信明. 建筑工程基坑围护施工技术应用[J]. 价值工程, 2024, 43(27): 106-108.
- [2] 邓履冰. 灌注桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用探索[J]. 城市建筑, 2024, 21(16): 202-205.
- [3] 孙永华, 韩刚. 深基坑支护施工技术在建筑管理中的应用原则与技术分析[J]. 现代装饰, 2024, 590(21): 70-72.
- [4] 冯林林, 张博楠, 刘彬. 基坑围护结构监测分析[J]. 河南科技, 2024, 51(13): 65-69.
- [5] 胡桂宝, 万成中, 沈志亚, 等. 高层建筑基坑围护地下连续墙施工技术研究[J]. 工程质量, 2023, 41(12): 5-8.
- [6] 丁洪. 建筑工程施工中深基坑支护的施工技术探讨[J]. 广东建材, 2023, 39(7): 100-102, 95.
- [7] 刘海江. 建筑工程基坑围护施工技术分析[J]. 建材发展导向(上), 2022, 20(8): 80-82.
- [8] 陈贺. 深基坑支护施工技术的应用研究[J]. 低温建筑技术, 2022, 44(5): 119-122.
- [9] 段芳草, 郜记华. 建筑工程中基坑围护施工技术的应用[J]. 新材料·新装饰, 2022, 4(19): 72-74.
- [10] 彭传飞. 深基坑支护施工技术探析[J]. 工程管理, 2022, 3(10): 65-67.