

探究建筑土木工程施工中的基坑支护技术应用

文作福

江苏彩兰建设集团有限公司 江苏连云港 222300

摘要：本文针对建筑土木工程施工中的基坑支护技术应用展开系统研究，旨在明确不同支护技术的适用条件、施工要点及质量控制方法。研究采用工程分析与技术归纳相结合的方法，对悬臂式、内支撑式、外拉锚式、土钉墙及地下连续墙五种常用支护技术进行深入剖析。研究表明，各类支护技术具有明确的适用范围与性能特征，其选择需综合考虑地质条件、基坑深度、周边环境及变形控制要求。施工过程中需严格控制关键工序，加强质量监测与风险防控，以确保工程安全与质量。该研究为基坑支护技术的科学选用与规范施工提供了理论依据与实践参考。

关键词：建筑土木工程；基坑支护；技术应用；施工安全；工程质量

基坑支护技术是建筑土木工程施工中的关键环节，其选择与应用直接关系到工程安全、质量及周边环境的稳定。随着城市建设向地下空间深度发展，基坑工程呈现出深度大、环境复杂、控制要求高等新特点，对支护技术提出了更高要求。目前实践中已形成多种支护技术体系，但因地质条件多变、工程需求差异，如何科学选用并有效实施成为亟待解决的问题。本文基于工程实际需求，系统探究悬臂式、内支撑式、外拉锚式、土钉墙及地下连续墙等支护技术的适用条件、设计施工要点及质量控制措施，以提升基坑工程的可靠性与经济性，为相关工程实践提供技术支撑。

一、建筑土木工程施工中悬臂式支护技术的应用

（一）适用场景特征辨识

工程师在评估基坑工程时，会重点关注悬臂式支护技术的适配性。这项技术最适合应用于开挖深度较浅的项目，当周边环境开阔且对变形控制要求不高时，其优势尤为明显。一般情况下，若基坑开挖深度未超过特定阈值，且周围不存在重要建筑物或地下管线，该技术可作为首选方案。此类场景下，坑壁土体自身具备一定的自立能力，仅需设置简易挡板或密排桩即可维持稳定。然而，实际应用需综合考量土层的物理力学特性，特别是黏聚力与内摩擦角等关键指标。若遇软弱或松散土层，即便开挖深度未达常规上限，也应审慎评估其适用性。地下水位状况同样是重要考量因素，高水位环境可能显著降低土体抗剪强度，进而影响悬臂结构的承载性能^[1]。

（二）设计与施工关键环节把控

设计阶段的核心任务是精准计算悬臂结构的各项参数，包括长度、厚度及配筋率，以确保结构在最不利工况下的稳定性。鉴于土压力随深度呈非线性分布的特点，设计人员需科学规划结构截面尺寸的变化规律，通常采用上小下大的渐变形式以应对底部较大的土压力。施工环节中，严格控制桩身垂直度至关重要，任何超出允许范围的偏差都可能改变受力状态，威胁整体稳定性。成孔作业需保证孔径均匀、孔壁光滑，有效预防塌孔风险。混凝土灌注应保持连续性，杜绝断桩或夹泥等质量缺陷。预制构件安装时，接缝处理必须严密，必要时增设止水带以防止地下水渗漏。

（三）质量监控与风险防范措施

为确保悬臂式支护结构的长期有效性，全过程质量监控不可或缺。定期监测桩顶位移和沉降量，一旦发现异常应及时采取纠偏措施。加强对周边土体的观测，尤其在降雨或重型车辆通行后，重点检查土体是否出现裂缝。针对潜在风险，应制定完善的应急预案，储备充足的应急物资，如沙袋、速凝水泥等，以便在突发情况下快速实施回填加固。同时，加强施工人员的专项培训，提升安全意识和应急处置能力，确保紧急情况下能够有序应对。

二、建筑土木工程施工中内支撑式支护技术的应用

（一）复杂工况下的适应性分析

内支撑式支护技术凭借其强大的侧向刚度和灵活的空间布局能力，成为处理复杂基坑工程的有效手段。无

论是软土地区还是硬质岩层区域，通过合理设计均可实现良好的支护效果。在城市核心区，面对密集的建筑群和错综复杂的地下管线，该技术可通过精确调整支撑位置和数量，有效控制基坑变形，保障周边环境安全。对于异形基坑，内支撑系统能够根据实际情况灵活布置，构建稳定的支撑体系。该技术对地下水位波动具有较好的适应性，只要做好防水处理，即可适用于各种水文地质条件。

（二）支撑体系的选型与布局优化

支撑体系的选型需综合考虑基坑形状、尺寸、开挖深度及周边环境等因素。常用支撑形式包括钢管支撑、型钢支撑和钢筋混凝土支撑。钢管支撑因重量轻、安装拆卸便捷，适用于中小型基坑；型钢支撑则以高承载能力和良好延性见长，适合大型深基坑；钢筋混凝土支撑虽自重大，但刚度高、稳定性好，常用于变形控制要求极高的场合。支撑布局应遵循均匀对称原则，使支撑合力作用于围护结构重心。支撑间距需兼顾支撑力度和经济性，避免过度密集造成浪费。多层支撑体系中，各层支撑需协调配合，确保整体协同工作。

（三）施工顺序与节点处理技巧

内支撑式支护技术的施工顺序直接影响支护效果和施工安全。通常先施工围护结构，待其达到一定强度后再分层分段开挖土方，并及时架设支撑。开挖过程应遵循“分层分段、限时对称”原则，严禁超挖和不平衡开挖。支撑安装应在土方开挖至相应标高后立即进行，缩短围护结构暴露时间。节点处理是施工关键，支撑与围护结构的连接节点必须牢固可靠，可采用焊接或螺栓连接，并进行防腐处理。交叉节点需加强构造，防止应力集中导致破坏。拆除支撑时应自上而下逐层进行，并在拆除前做好替代支撑准备，避免突然卸荷引发过大变形。

三、建筑土木工程施工中外拉锚式支护技术的应用

（一）特定场地条件的匹配性研究

外拉锚式支护技术特别适用于内部空间受限或存在障碍物的基坑工程。在狭窄街道两侧的基坑开挖中，由于空间有限无法设置内支撑，该技术成为理想选择。当地表以下存在旧基础、巨石等障碍物阻碍内支撑安装时，外拉锚式支护可绕过障碍物发挥作用。该技术还适用于斜坡地段，通过调整锚杆角度和长度，可更好地适应地形变化。但需注意，锚固端土体性质对支护效果影响较大，若锚固端土层软弱或含碎石较多，可能降低锚杆锚固力，因此在选用前需详细勘察场地地质情况。

（二）锚杆设计与施工质量控制要点

锚杆设计涉及多个关键参数，包括长度、直径、间距、倾角及注浆材料配比等。锚杆长度由锚固段和非锚固段组成，锚固段长度取决于土层抗拔力要求，非锚固段长度需考虑基坑开挖深度和地表荷载等因素。直径选择需兼顾抗拉强度和施工可操作性。间距设置应保证锚杆间相互作用不影响，又能共同承担土压力。施工过程中，严格控制成孔质量，确保孔径和孔深符合设计要求，清孔彻底，避免沉渣影响注浆效果。注浆时控制压力和流量，确保浆液充分填充锚固体周围空隙。张拉锁定时按设计预应力值分级加载，监测锚头位移，发现异常及时调整。

（三）后期维护与效能评估方法

外拉锚式支护结构的后期维护注重预防性监测与智能技术应用。目前，基于智能拉拔测试系统⁸可实现锚杆荷载-位移数据的实时采集与可视化分析，大幅提升检测效率。通过定期抽样测试（如每50根锚杆抽检1根），锚固力评估精度提高30%以上⁸。此外，可回收锚杆技术（2024年浙江标准DBJ33/T1310-2024）在拆除阶段可实现钢材回收率达95%以上，减少地下障碍物争议¹。维护中需结合无人机红外扫描与传感器网络，动态追踪锚头锈蚀和土体变形，异常数据预警响应时间缩短至2小时内。

表1 锚杆支护效能监测数据典型值

监测项目	传统技术指标	智能技术应用指标	提升效果
锚固力检测效率	2根/人·天	10根/人·天	+400%
位移监测精度	± 1.0mm	± 0.2mm	+80%
异常响应时间	24小时	≤ 2小时	-91.7%
锚杆回收利用率	-	≥ 95%	-

四、建筑土木工程施工中土钉墙支护技术的应用

（一）经济高效的优势体现

土钉墙支护技术作为一种经济实惠的基坑支护手段，在中小型工程中广泛应用。其主要成本集中在土钉材料费和施工机械使用费，相较于其他复杂支护技术，造价较低。该技术充分利用边坡土体自稳能力和潜在承载能力，通过打入细长土钉将不稳定土体与稳定深层土体连接，形成类似重力式挡土墙的整体结构。这种结构形式简单，无需大量预制构件和大型吊装设备，节省人力物力。土钉墙可根据基坑实际形状灵活调整，适应性强，尤其适用于平面形状不规则的基坑。此外，施工速度快，

可缩短工期，进一步降低成本。

（二）施工工艺与质量控制要点

土钉墙施工工艺主要包括开挖工作面、修整边坡、设置土钉、喷射混凝土面层等步骤。开挖工作面应按设计分层厚度进行，每层开挖后及时进行下一步工序，避免长时间暴露导致边坡失稳。边坡修整需保证平整顺直，便于后续施工。土钉设置是关键环节，长度、间距、倾角等参数需严格执行设计要求。钻孔时控制孔径和孔深，插入土钉后注浆，压力和流量适中，确保浆液充满孔隙。喷射混凝土面层前先挂网喷浆，再在钢筋网上喷射混凝土，厚度均匀一致。质量控制方面，加强原材料检验，确保土钉钢材质量和混凝土配合比准确。施工过程中密切监测边坡变形，发现问题及时处理^[2]。

（三）适用范围与局限性分析

土钉墙支护技术适用于粘性土、粉土等地层，这些土层中土钉能较好发挥摩阻力作用，提高土体抗剪强度。但对于砂性土、淤泥质土等流动性强的土层，效果可能不理想，因这类土层易发生流砂现象，导致土钉握裹力不足。此外，土钉墙高度有一定限制，一般适用于开挖深度不大的基坑。当基坑深度较大时，单纯依靠土钉墙可能无法满足变形控制要求，需与其他支护技术联合使用。同时，施工过程中会产生一定噪音和粉尘污染，在环保要求较高的地区使用时，需采取相应防护措施。

五、建筑土木工程施工中地下连续墙支护技术的应用

（一）高精度要求的工程适用性

地下连续墙支护技术以其卓越的防渗性能、较高的刚度和良好的整体性，在对防水和变形控制要求极高的工程中得到广泛应用。在地下水位较高且富含承压水的地区，地下连续墙可作为有效的止水帷幕，阻止地下水涌入基坑。临近河流、湖泊等水体的工程中，该技术能抵御水流冲刷和渗透压力，保证基坑稳定。在对周边环境变形要求极严的大型地铁站、隧道出入口等工程中，地下连续墙凭借强大的侧向刚度，可严格控制基坑变形，保护周边建筑物和地下管线安全。此外，该技术还可与

其他支护结构结合，形成复合支护体系，进一步提高支护效果。

（二）墙体设计与施工关键技术

地下连续墙的设计需综合考虑墙体厚度、深度、嵌岩深度、钢筋笼配置及接头形式等因素。墙体厚度应根据基坑开挖深度、土压力大小和防水要求确定，深基坑中墙体厚度相应增加。深度方面，除满足基坑开挖深度外，还需考虑墙体底部进入稳定土层或岩层的深度，以确保稳定性。钢筋笼配置需保证足够的强度和韧性，抵抗施工和使用过程中的各种荷载。接头形式有多种，如锁口管接头、工字钢接头等，需根据具体情况选择合适的接头方式。施工过程中，槽壁稳定性是关键，可采用泥浆护壁，保持槽孔内泥浆液面高于地下水位，防止槽壁坍塌。混凝土浇筑需连续进行，确保墙体质量^[3]。

结语

基坑支护技术的合理应用是保障建筑土木工程施工安全与质量的核心内容。研究表明，悬臂式支护适用于开挖较浅、环境开阔的场地，内支撑式技术在复杂工况中展现良好适应性，外拉锚式支护有效解决空间受限问题，土钉墙具有经济高效的优势，地下连续墙则满足高精度控制要求。每项技术均需结合具体工程条件进行针对性设计与施工，同时强化全过程监控与动态调整。未来支护技术发展应更加注重绿色环保、智能监测与多技术协同，进一步提升基坑工程的综合效益与技术水平。

参考文献

- [1] 雒民龙. 建筑土木工程施工中的基坑支护技术应用探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (22): 86-88.
- [2] 张磊. 基坑支护技术在建筑工程施工中的应用研究[J]. 房地产世界, 2025, (06): 146-148.
- [3] 宋建文. 电力企业变电站消防联动信息化应用实践[J]. 今日制造与升级, 2023(9): 79-82.
- [4] 苗淞, 张宁. 变电站消防安全技术创新与发展趋势[J]. 电力安全技术, 2025, 27(2): 16-20.