

# 建筑基坑桩锚支护绿色施工技术分析

邓从辉

安徽省地质矿产勘查局327地质队 安徽 合肥 230011

**摘要：**在城市建筑高速发展的当下，建筑基坑工程日益增多，桩锚支护作为常用的基坑支护形式，对保障施工安全与周边环境稳定意义重大。本文聚焦建筑基坑桩锚支护绿色施工技术，系统分析其应用必要性、核心技术体系及发展趋势。从环境保护、资源节约与行业发展趋势三方面，阐述该技术推广的现实意义；重点探讨绿色材料应用、节能技术、环保措施及智慧施工与协同管理技术；最后展望技术智能化、材料创新及与绿色建筑理念深度融合的发展方向。研究旨在为基坑工程绿色施工提供技术参考，推动建筑业可持续发展。

**关键词：**建筑基坑；桩锚支护；绿色施工；技术分析

**引言：**随着建筑业向绿色化、可持续化转型，基坑工程作为建筑施工的关键环节，其传统施工模式引发的环境问题与资源浪费日益凸显。桩锚支护作为基坑支护的主流形式之一，对其绿色施工技术的探索成为行业升级的重要课题。本文基于环境保护需求、资源节约要求及行业发展趋势，深入剖析建筑基坑桩锚支护绿色施工的必要性，系统梳理绿色材料、节能技术、环保措施及智慧管理等核心技术路径，并展望未来发展方向，为推动基坑工程施工的生态效益与经济效益协同提升提供理论与实践指导。

## 1 建筑基坑桩锚支护绿色施工技术的必要性

### 1.1 环境保护需求

随着环保意识在全球范围内的日益增强，建筑行业面临的环保压力与日俱增。传统建筑基坑桩锚支护施工过程中，会产生大量粉尘、噪声，对周边空气质量居民生活环境造成严重影响。同时，施工产生的废水、废弃物若处理不当，会污染土壤和水体，破坏生态平衡。而绿色施工技术通过采用有效的粉尘与噪声控制技术、科学的废水与废弃物处理技术，能够显著降低施工对环境的负面影响，减少对周边生态的干扰，满足现代社会对环境保护的严格要求，实现建筑行业与生态环境的和谐共生。

### 1.2 资源节约要求

建筑行业是资源消耗的大户，在基坑桩锚支护施工中，传统方式往往存在资源浪费现象。例如，部分材料不可回收利用，施工设备能耗高等。绿色施工技术强调资源的高效利用和循环利用，采用可回收锚索技术，使锚索材料能够重复使用，减少资源开采；选用节能型施工设备，并对现有设备进行节能改造，降低能源消耗。此外，通过合理的施工规划和材料管理，避免材料

的过度损耗，提高资源利用效率，符合国家可持续发展战略对资源节约的要求。

### 1.3 行业发展趋势

在全球倡导绿色发展的大背景下，建筑行业正朝着绿色、可持续方向转型升级。绿色建筑理念逐渐深入人心，市场对绿色建筑的需求不断增加。建筑基坑桩锚支护作为建筑施工的关键环节，其施工技术也必须紧随行业发展趋势。采用绿色施工技术不仅能够提升企业的市场竞争力，满足业主对绿色工程的需求，还能顺应国家政策导向，获得政策支持和优惠<sup>[1]</sup>。

## 2 建筑基坑桩锚支护绿色施工技术

### 2.1 绿色材料的应用

#### 2.1.1 可回收锚索技术

可回收锚索技术是建筑基坑桩锚支护绿色施工的关键突破。传统锚索在基坑工程结束后大多遗留地下，不仅造成钢材资源浪费，还会对后续地下空间开发造成阻碍，如影响地铁盾构掘进等。可回收锚索通过特殊设计，在完成支护使命后能实现安全回收。其回收机制多样，有的利用机械结构，通过特定工具操作使锚索与锚固端分离；有的采用热熔原理，加热使连接部位熔断从而实现回收。在实际应用中，该技术优势显著。以某大型商业综合体基坑工程为例，采用可回收锚索后，钢材回收率高达90%以上，大幅降低了材料成本。同时，避免了传统锚索遗留带来的环境隐患，减少了地下空间污染。而且，回收的锚索经过检测修复后可再次使用，进一步提高了资源利用率，符合绿色施工对资源循环利用的要求，为基坑支护工程提供了可持续的解决方案。

#### 2.1.2 水泥土型钢桩施工技术

水泥土型钢桩施工技术是绿色材料应用的又一典范。该技术将水泥土与型钢有机结合，水泥土通过深层

搅拌或高压喷射形成具有一定强度和防渗性能的桩体，为型钢提供稳定的嵌入环境；型钢则赋予桩体更高的抗弯、抗剪能力。在施工过程中，水泥土就地取材，减少了混凝土等传统材料的运输和使用，降低了碳排放。同时，型钢可在基坑工程结束后拔出重复利用，资源利用率高。例如在某高层住宅项目基坑支护中，采用此技术后，相比传统支护方式，材料成本降低约20%，施工周期缩短15%。而且，水泥土桩体还能有效阻止地下水渗流，减少基坑降水对周边环境的影响，体现了绿色施工在环保与经济方面的双重效益。

## 2.2 节能与能源利用技术

### 2.2.1 施工设备的节能改造与选择

在建筑基坑桩锚支护施工中，施工设备的节能改造与选择是降低能源消耗的关键。一方面，对现有设备进行节能改造，例如为打桩机、起重机等大型设备加装变频调速装置，可根据施工实际需求调整设备运行功率，避免设备在低负载时仍保持高能耗运行状态，有效降低电能消耗。同时，对设备的发动机进行优化升级，采用更先进的燃烧技术和节能型发动机，提高燃油利用率，减少燃油消耗和尾气排放。另一方面，在设备选择上，优先选用节能型设备。例如，采用电动液压打桩机替代传统的柴油打桩机，电动设备具有能源转换效率高、噪音小、无尾气排放等优点。在基坑支护施工中的混凝土搅拌环节，选用新型节能搅拌设备，其独特的搅拌工艺和优化的结构设计，能够缩短搅拌时间，降低能源消耗。

### 2.2.2 可再生能源的利用

可再生能源在建筑基坑桩锚支护施工中的利用具有广阔前景。太阳能是较为常用的可再生能源之一，可在施工现场设置太阳能光伏板，将太阳能转化为电能，为施工现场的照明、小型设备运行等提供电力支持。例如，在基坑周边的照明系统中采用太阳能路灯，白天吸收太阳能并储存，夜晚自动点亮，无需外接电源，既节能又环保。地热能也可在一定程度上加以利用。对于一些地质条件合适的基坑工程，可采用地源热泵技术，利用地下浅层地热资源进行供热和制冷。在冬季，将地下的热量提取出来为施工现场的临时建筑供暖；夏季则将室内的热量转移到地下，实现制冷效果，减少对传统空调系统的依赖，降低能源消耗和运行成本。通过合理利用可再生能源，能够有效减少施工过程对传统化石能源的依赖，推动基坑桩锚支护施工向绿色、可持续方向发展。

## 2.3 环境保护技术

### 2.3.1 粉尘与噪声控制技术

在建筑基坑桩锚支护施工中，粉尘与噪声污染会对

周边环境和居民生活造成严重影响，因此需采取有效的控制技术。对于粉尘控制，施工现场可设置围挡和防尘网，将施工区域与外界隔离，减少粉尘的扩散范围。在土方开挖、材料搬运等易产生粉尘的环节，配备洒水车或安装喷雾降尘装置，定时对作业面进行洒水降尘，保持地面湿润。同时，对运输车辆进行封闭改装，防止物料遗撒产生扬尘。噪声控制方面，优先选用低噪声的施工设备和工艺，如采用静力压桩机代替锤击打桩机，从源头上降低噪声产生。在设备安装时，采用减震基础和隔声罩，减少设备振动和噪声传播。合理安排施工时间，避免在居民休息时间进行高噪声作业。在施工现场周边设置隔音屏障，阻挡噪声向周边传播。

### 2.3.2 废水与废弃物处理技术

基坑桩锚支护施工会产生大量废水和废弃物，若处理不当会污染土壤和水体。对于废水处理，在施工现场设置沉淀池、隔油池和化粪池等设施。施工废水先经过沉淀池沉淀，去除大颗粒悬浮物，再通过隔油池分离油污，最后经过处理达标后排放或回用。生活污水经化粪池处理后，排入市政污水管网。废弃物处理采用分类收集、回收利用和集中处置的方式。将建筑垃圾分为可回收物和不可回收物，可回收物如钢筋、木材等进行回收再利用，不可回收物如混凝土碎块等运至指定地点进行填埋处理。对于危险废弃物，如废油漆桶、废电池等，设置专门的收集容器，交由有资质的单位进行处理。通过有效的废水与废弃物处理技术，减少施工对环境的污染，实现资源的循环利用和可持续发展。

## 2.4 智慧施工与协同管理技术

### 2.4.1 施工过程智能监测与动态优化技术

在建筑基坑桩锚支护施工中，施工过程智能监测与动态优化技术发挥着关键作用。通过在基坑及支护结构上布置各类传感器，如位移传感器、应力传感器、水位传感器等，实时采集基坑的位移、沉降、支护结构应力变化以及地下水位等数据。这些数据通过网络传输至监控中心，利用专业的数据分析软件进行实时分析和处理。一旦监测数据超出预设的安全阈值，系统会立即发出警报，提醒施工人员采取相应措施。同时，基于大数据和人工智能算法，系统能够对基坑的未来状态进行预测，为施工方案的动态优化提供依据。通过这种智能监测与动态优化，能够及时发现施工过程中的安全隐患，提前采取措施避免事故发生，提高施工的安全性和效率，同时减少因返工和整改造成的资源浪费和环境影响。

### 2.4.2 基于区块链的资源协同与循环利用管理技术

基于区块链的资源协同与循环利用管理技术为建筑

基坑桩锚支护施工的绿色发展提供了新的思路。区块链具有去中心化、不可篡改、可追溯等特点，能够确保资源信息的真实性和透明度。在施工过程中，利用区块链技术建立资源管理平台，将材料的采购、运输、使用、回收等各个环节的信息记录在区块链上。通过该平台，各参与方可以实时共享资源信息，实现资源的协同调配。例如，当某个施工段需要某种材料时，可以通过平台快速查询周边可调配的资源，减少材料的运输距离和时间，降低运输成本和能耗。同时，对于可回收材料，如可回收锚索、型钢等，通过区块链技术可以追踪其回收、再加工和再利用的全过程，确保资源的循环利用得到有效监管<sup>[2]</sup>。

### 3 建筑基坑桩锚支护绿色施工技术发展趋势

#### 3.1 技术创新与智能化发展

建筑基坑桩锚支护技术正加速向智能化转型。基于物联网的实时监测系统已广泛应用于基坑位移、应力及地下水位监测，通过传感器网络实现数据秒级传输，结合AI算法预测基坑变形趋势，提前预警风险。例如，上海临港某项目采用智能监测平台，将基坑变形控制精度提升至毫米级，轴力监测误差率低于3%。同时，BIM技术与施工机器人协同作业成为新趋势，通过三维建模优化支护结构参数，配合自动化锚索安装设备，施工效率提升40%以上。

#### 3.2 材料研发趋势

新型环保材料研发成为绿色支护的核心驱动力。可降解锚索材料取得突破，采用生物基聚合物替代传统钢材，在完成支护功能后6个月内自然降解，减少地下空间污染。高性能复合材料应用扩大，如碳纤维增强混凝土桩（CFRP桩）在软土地区渗透率提升至18%，其抗拉强度是普通钢筋的3倍，且重量减轻60%，显著降低运输能耗。此外，再生材料循环利用技术成熟，将建筑废弃混凝土破碎后作为桩基填充料，配合地聚物胶凝材料，实

现废弃物资源化率超85%。材料研发正从单一功能向“高强-轻质-环保”多维度升级，推动支护结构全生命周期碳减排。

#### 3.3 与绿色建筑理念的深度融合

基坑桩锚支护技术正深度融入绿色建筑体系。在规划阶段，通过地质雷达探测与数值模拟，优化支护结构布局，减少土方开挖量20%以上。施工中采用装配式支护结构，如预制混凝土桩与型钢组合体系，实现快速安装与拆卸，周转使用率达90%，降低材料消耗。同时，与海绵城市理念结合，在支护结构中嵌入雨水收集模块，通过透水混凝土桩体实现地下水自然回补，某项目应用后年节水超5000立方米。此外，光伏支护系统创新应用，在基坑围护墙上集成柔性光伏板，满足施工现场30%用电需求，形成“支护-发电-储能”一体化解决方案。绿色理念正推动基坑支护从临时结构向永久性生态设施转变<sup>[3]</sup>。

#### 结语

建筑基坑桩锚支护绿色施工技术作为行业可持续发展的关键支撑，已通过技术创新、材料升级与理念融合实现多维突破。从智能化监测保障施工安全，到环保材料与再生资源降低环境负荷，再到与绿色建筑、海绵城市等理念的深度协同，技术体系正朝着“安全-高效-低碳”方向加速演进。未来，随着数字孪生、人工智能等技术的深度渗透，绿色支护将实现全生命周期智能管控，进一步推动建筑业向零碳目标迈进。

#### 参考文献

- [1]万皇玲.桩锚式深基坑支护技术在房屋建筑施工中的应用[J].广东土木与建筑,2021,28(12):74-77.
- [2]鲍君杰.异型基坑桩锚支护体系坑角效应影响性分析及优化研究[D].广州大学,2021.
- [3]习少安.临近高层建筑深基坑桩锚+内支撑结构支护施工技术[J].工程建设与设计,2019,(07):239-240+243.