

静钻根植桩施工技术的应用探讨

代雪莹

(浙江求是工程咨询监理有限公司, 浙江 杭州 310012)

摘要 静钻根植桩技术作为一种新型的地基处理方法, 凭借其高效率、低扰动的特性, 越来越多地应用于复杂的工程建设中。该技术在城市地基加固、桥梁与道路工程支撑、水利和防洪工程以及高层建筑地基处理与深基坑支护等多个领域展现出卓越的性能和广泛的适用性。通过精确的施工控制和对环境影响的最小化, 静钻根植桩技术不仅能提升工程的稳定性和安全性, 也能显著降低建设过程中的环境风险。本文旨在全面探讨静钻根植桩技术的应用, 展现其在现代工程建设中的价值和潜力。

关键词 静钻根植桩技术; 城市地基加固; 支撑系统; 防洪工程

中图分类号: TU47

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0031-03

在现代工程建设中, 地基处理技术的选择和应用对于确保工程质量和延长使用寿命具有决定性作用。特别是在面临复杂地质条件和高环境保护要求的项目中, 传统的地基处理方法往往难以满足工程需求。静钻根植桩技术作为一种创新的解决方案, 以其独特的施工方式和优异的性能特点, 为工程提供新的可能性。这种技术不仅能够有效应对各种工程挑战, 还能在减少环境影响和提高施工效率方面发挥重要作用。

1 静钻根植桩技术的原理

静钻根植桩技术融合了静力钻进与根植加固的原理, 主要通过高精度的静力钻机直接作用于钻杆和钻头, 实现无振动、低噪声的钻进过程, 以此最小化对周围土层和环境的扰动。技术核心在于利用静压力将钻具压入地下, 达到预定深度后, 通过钻杆中心输送混凝土或其他材料, 形成桩体。与此同时, 静钻技术通过实时监控钻进参数, 如钻进速度、钻压和扭矩等, 确保施工过程的精确控制, 从而提高桩体的竖直度和位置精度。此技术不仅适用于多种地质条件, 包括软土、砂土及部分硬岩地层, 还能有效控制桩体的形状和质量, 保障结构的稳定性和承载力。此外, 静钻根植桩的施工不会产生大量土屑, 能进一步减少对环境影响, 体现出该技术在现代城市建设和基础设施项目中的应用优势和环保价值^[1]。

2 静钻根植桩技术的优势

2.1 高效率与低噪声作业

静钻根植桩技术以其高效率与低噪声作业的特点, 在城市建设和基础设施工程中得到广泛应用, 尤其是在对环境噪声敏感的区域。这种技术通过采用静力钻

进方式替代传统的打击或振动桩进入地层, 能显著降低施工过程中的噪声和振动, 减少对周边建筑物和居民生活的影响。此外, 静钻根植桩技术的高效率体现在其能够快速穿透各类土层, 即使是在硬土层或含有砾石的复杂地质条件下也能保持良好的施工进度, 这是因为静力钻进能够持续施加压力, 保证桩身稳定地进入地下, 而无需频繁调整设备或更换钻头。这种技术的应用不仅能提升工程项目的施工效率, 还能优化工期和成本管理, 同时, 由于减少施工过程中的振动, 静钻根植桩在提高地基承载能力的同时, 也能减少对邻近地基的干扰, 保障工程的安全性和稳定性。

2.2 减少土壤扰动

静钻根植桩技术通过其独特的施工方式能显著降低土壤扰动, 保护了土体结构和周围环境的稳定性。传统的打桩方法, 如冲击打桩或振动打桩, 会在土层中产生大量的振动和扰动, 不仅会影响土壤的结构完整性, 还会导致周边建筑物的沉降或损害。与此相反, 静钻根植桩技术采用的是连续旋转钻进, 配合特制的钻头进行土壤切割, 从而实现了桩孔的形成。这种方法几乎不会产生振动, 能减少对土壤原有结构的干扰, 尤其是在黏土、淤泥层等敏感土层中的应用尤为突出。此外, 静钻技术能够精确控制钻进速度和方向, 进一步减少对周围环境的影响, 特别是在城市密集区域或靠近既有结构的地方施工时, 其优势更为明显^[2]。

3 施工工艺

3.1 设备与材料

在静钻根植桩施工过程中, 选用的设备与材料对于确保工程质量和效率至关重要。首先, 核心设备为

专业的静力钻机，配备有高精度的控制系统和能够适应不同地质条件的钻头，确保了钻孔的准确性和施工的高效率。此外，钻机通常配备先进的监控系统，能够实时监测钻进过程中的各项参数，如钻进速度、扭矩和压力，从而优化施工参数，保障施工安全和桩体质量。在材料选择上，根植桩的主体材料通常包括高强度的混凝土和钢筋笼。混凝土需满足一定的强度等级和流动性要求，以保证在灌注过程中的均匀性和桩体最终的承载能力；钢筋笼的设计和制作则需要根据工程设计要求和地质条件进行优化，确保其在桩体内部能有效承受拉伸、压缩及弯曲等多种力学性能的需求。同时，为提高施工效率和桩体性能，在特定条件下还会采用预制桩或添加特种添加剂改善混凝土性能。

3.2 施工流程

静钻根植桩的施工流程是一项精细且复杂的作业，其关键在于精确控制与高效执行。首先，施工前的准备工作包括地质勘察、设计桩位布置以及设备的调试和准备。地质勘察为后续施工提供必要的地质数据，确保设计的合理性和安全性。之后，进行施工布点，精确标出每个桩的位置。随后，静力钻机被运至指定位置，开始钻孔作业。钻孔过程中，实时监控钻进参数，如钻进速度和扭矩，确保桩孔的质量。钻达设计深度后，根据需要进行桩底清理，以保证桩底的清洁和承载力。接下来是钢筋笼的下放和混凝土的灌注，这一步骤要求高度的精准度和速度，以避免混凝土初凝前的质量问题。特别是混凝土的灌注，需要确保连续性和避免气泡或分层，保证桩体的均匀性和整体性。在混凝土达到一定强度后，进行桩头处理，包括桩头的切割和平整，以便于后续的上部结构施工。在整个施工过程中，质量控制和安全监管是贯穿始终的重点，从钻孔、灌注到桩头处理的每一步都需要严格按照施工规范执行，确保施工质量和工程安全。

3.3 关键施工技术点

在静钻根植桩的施工过程中，几个关键技术点的精确掌握和应用是确保工程成功的决定性因素。首先，钻孔精度的控制是基础，包括钻孔的直径、深度及其在空间中的精确位置。采用高精度导航和定位系统，结合地质条件反馈调整钻进参数，是保证桩孔质量的前提。其次，钢筋笼的制作和下放需要特别注意。钢筋笼的直径、长度和绑扎质量直接关系到桩体的承载能力和整体稳定性，钢筋笼下过程中保持其垂直性和防止变形是关键。再者，混凝土的灌注质量控制同样重要。需要确保混凝土的均匀性和充填性，避免分

层和孔洞的产生。这通常通过连续灌注和采用适当的混凝土流动性来实现。此外，施工过程中的质量监测不可忽视，实时监控桩体施工的各项指标，包括但不限于钻孔参数、混凝土的压力和灌注速度，以及钢筋笼的位置和状态。最后，桩头处理的精确度也是确保上部结构顺利施工的关键，包括桩头的切割、平整和接口处理^[3]。

4 静钻根植桩施工技术的应用

4.1 在城市地基加固中的应用

静钻根植桩施工技术在城市地基加固项目中扮演着至关重要的角色，尤其是在现代城市复杂多变的地质环境及其密集的建筑布局中。城市地区常遇到的地基加固需求包括老旧建筑的结构加固、地下空间的开发利用以及高层建筑的地基承载力提升等。静钻根植桩技术以其最小的土壤扰动和高度的施工精确性，在这些应用场景中显示出了显著的优势。例如，在老旧建筑加固中，考虑到周围环境的保护及施工影响的最小化，静钻根植桩通过其几乎不产生振动的施工方式，能避免对邻近结构的潜在损害，同时能提高地基的承载能力，确保建筑物的安全稳定。此外，该技术允许在狭小空间进行操作，能极大地增强其在城市复杂环境中的适用性。

另外，在城市地下空间的开发和利用中，如地铁站、地下车库以及城市隧道等工程，静钻根植桩技术的应用同样显得尤为重要。在这些项目中，需要在现有城市基础设施中穿插进行施工，对施工精度和环境影响的要求极高。静钻根植桩不仅能够提供必要的地基支持，保障施工安全，还能通过其高效率的施工流程，缩短工期，减少对城市正常运行的影响。尤其在地下连续墙的构建时，静钻根植桩技术能够确保墙体的精确性和整体稳定性，为后续的地下结构建设提供了坚实的基础。这些特性使得静钻根植桩成为城市地基加固和地下空间开发不可或缺的技术手段，其在提高工程质量、保证建筑安全以及促进城市可持续发展方面的作用不容小觑。

4.2 用于桥梁与道路工程的支撑系统

在桥梁与道路工程的支撑系统建设中，静钻根植桩技术展现了其不可替代的优势，特别是在需要超高承载力和极端稳定性的关键工程中。桥梁工程，尤其是跨越水体或复杂地质条件地区的桥梁，对地基的稳定性和承载力要求极高。静钻根植桩技术能够深入地层，通过高精度的钻探设备准确地达到预定深度，确保桩基能够承受桥梁在长期使用中产生的各种负荷，

包括车辆负荷、环境负荷以及极端天气情况下的负荷。此外,该技术在施工过程中产生的扰动极小,对水下生态系统或附近地区的影响微乎其微,这对于跨越自然保护区或生态敏感区的桥梁工程尤为重要。

在道路工程中,静钻根植桩同样发挥着关键作用,尤其是在地形复杂或地质条件不稳定的区域。道路建设不仅要考虑即时的承载需求,还需考虑长期的地质稳定性和环境变化对道路基础的影响。静钻根植桩通过其精确的施工控制,能够在这些复杂条件下提供坚固的支撑,确保道路工程的安全和耐久性。此外,该技术在施工中的低噪声和快速执行特性,使得道路工程能够在不干扰周边社区和交通的情况下迅速完成,能极大地减少工程对公共生活的影响。特别是在城市内部或交通繁忙区域的道路更新和加固工程中,静钻根植桩技术的这些优点尤为突出^[4]。

4.3 在水利和防洪工程中的应用

在水利和防洪工程领域,静钻根植桩技术的应用提供了一种高效且可靠的解决方案,以应对由于水文地质条件复杂带来的工程挑战。水利工程,如大坝、水闸、护岸等,其稳定性直接关系到工程安全和防洪效能,因此对地基支撑系统的要求极为严苛。静钻根植桩技术以其能够适应各种地质条件的优势,成为构建这些结构地基的首选技术。尤其是在河流、湖泊和海岸线等水体附近施工时,该技术能够有效控制施工过程中的土壤扰动,减少对水体和周边环境的影响,同时能确保地基结构的稳固性和防渗性。例如,在大坝建设中,静钻根植桩不仅用于增强大坝本体的稳定性,还可以作为防渗墙的一部分,有效防止水体下渗,保护大坝基础。

此外,在防洪工程中,静钻根植桩技术同样发挥着重要作用。防洪墙、导流渠等结构的建设往往需要在复杂多变的地质环境下进行,而静钻根植桩以其施工精度高、适应性强的特点,能够确保这些防洪设施坚固耐用,有效承受洪水压力。在施工过程中,静钻根植桩技术的高效率 and 低噪声特性也意味着可以快速完成施工任务,最小化对周围社区和生态系统的干扰。特别是在紧急防洪措施需要迅速部署时,静钻根植桩技术的快速响应能力显得尤为重要。

4.4 高层建筑地基处理与深基坑支护

高层建筑地基处理是现代城市建设中的一项挑战性工作,其稳定性和安全性直接影响到建筑的使用寿命和安全。静钻根植桩技术在高层建筑地基处理中发挥着至关重要的作用,特别是在地质条件复杂或承载

力要求极高的场合。该技术通过高精度的钻探设备深入地层,准确地安装混凝土桩或钢桩,以达到加固地基、提高承载力的目的。这种方法不仅可以精确控制桩的位置和深度,还可以通过调整桩的直径和材料来适应不同的工程需求,从而确保高层建筑的地基具有足够的稳定性和安全性。此外,静钻根植桩施工过程中引起的振动极小,几乎不会对周围建筑物或地下设施造成影响,这一点对于密集的城市环境尤为重要^[5]。

在深基坑支护工程中,静钻根植桩同样展现出其独特的优势。深基坑工程通常涉及大规模的土方开挖,需要有效的支护系统来确保开挖过程中的土体稳定和防止周边建筑物的位移。静钻根植桩技术能够提供强有力的支撑体系,通过构建连续墙体或桩群来阻挡土壤的滑移和水的渗透。相比于传统的支护方法,静钻根植桩能够更快地完成支护体系的构建,且施工过程中的扰动极小,能有效减少对周边环境的影响。此外,静钻根植桩的高承载能力也使其成为深基坑支护中不可或缺的技术之一,尤其是在地下水位较高或土质较差的地区,静钻根植桩提供的稳固支护为深基坑工程的安全施工提供了有力保障。

5 结束语

静钻根植桩施工技术在现代工程建设中显示出了其独特的价值和广泛的适用性。从城市地基加固到桥梁与道路工程的支撑,再到水利和防洪工程的关键应用,以及在高层建筑地基处理与深基坑支护方面的重要作用,这一技术通过其高效率、低扰动的特点为解决复杂工程挑战提供了有效方案。其能够在保护环境和减少对周围建筑影响的同时,确保工程的安全性和稳定性,能显著提升工程质量。

参考文献:

- [1] 周佳锦,马俊杰,俞建霖,等.静钻根植桩施工环境效应现场试验研究[J].土木工程学报,2024,57(03):93-101.
- [2] 周晓宇,周良,闫兴非.基于工业化建造的静钻根植桩应用研究[J].中国市政工程,2023(05):16-21,116.
- [3] 陶东新,刘洪涛,陈世锋,等.静钻根植桩的应用研究[J].中国煤炭地质,2023,35(02):57-60,66.
- [4] 凌造,王卫东,吴江斌,等.静钻根植桩中水泥土力学性能试验[J].地下空间与工程学报,2022,18(S1):106-113.
- [5] 倪张江.房屋建筑基础工程建设中静钻根植桩施工研究[J].工程建设,2022,54(02):63-68.