

# 临河深基坑锁扣钢管桩施工对比应用技术研究

张桂栋

中电建建筑集团有限公司 北京 100000

**摘要：**以绍里木城市供水项目取水泵房基坑工程支护设计为背景，对比分析锁扣钢管桩传统振动沉桩法与新型静压沉桩法。从施工效率看，传统法单日沉桩多但总工期受环境影响，静压法单日少但工期稳定；支护效果上，静压法使桩周土更密实，沉降小；成本投入方面，静压法设备成本高但全周期成本低。基于此提出根据工程条件选方法、加强监测、提升人员技术与优化设备配置等策略，为临河深基坑施工提供参考。

**关键词：**临河深基坑；锁扣钢管桩；施工对比

## 引言

临河深基坑工程受地质条件复杂、周边环境敏感等因素制约，支护结构施工面临诸多挑战。锁扣钢管桩凭借其良好的止水与支护性能，在临河深基坑工程中广泛应用。绍里木城市供水项目取水泵房工程紧邻Luachimo河，不同施工方法对工程的安全、质量、效率及成本影响差异显著，项目基坑支护设计需进行严格分析论证。传统振动沉桩法与新型静压沉桩法作为两种主要施工方式，各有优劣。深入研究二者施工对比与应用技术，可合理选工法、优方案，提临河深基坑水平，保安全与效益。

### 1 锁扣钢管桩施工方法概述

在临河深基坑工程中，锁扣钢管桩作为重要的支护结构，其施工方法的选择与实施对工程安全及质量影响重大。常见且具代表性的施工方法主要有传统振动沉桩法与新型静压沉桩法。传统振动沉桩法借助振动锤产生的高频激振力，克服钢管桩与周边土体间的阻力，促使其逐步沉入预定位置。该方法操作相对简便，设备构成不复杂，对施工场地的适应能力较强，在各类地质条件下均有一定应用空间。在沉桩过程中，振动作用能使桩周土体产生相对位移，降低土体对桩的摩擦阻力，有助于钢管桩快速下沉。然而，其缺点也较为明显，振动产生的能量会对周边环境造成干扰，尤其对于临河的软弱土层，引发土体液化、周边建筑物不均匀沉降等问题，影响基坑及周边环境的安全稳定。新型静压沉桩法则是利用静力压桩机，通过自身的重量和配重提供反力，将钢管桩平稳、缓慢地压入土中。此方法施工时无显著振动和噪音，对周边环境的干扰极小，能有效减少对临河土体的扰动，避免因振动导致的土体结构破坏和性能劣化。静压沉桩通过缓慢挤压让桩周土体更密实，能增强土体与钢管桩的摩擦力，提升支护结构稳定性。不过该方法需大型静力压桩设备，购置与运输成本较高，对施

工场地承载能力也有要求。振动沉桩与静压沉桩各有优劣，临河深基坑工程需综合地质、环境、工期及成本，选择适配施工方法。

## 2 施工对比分析

### 2.1 施工效率对比

选取某类似项目基坑工程作为研究对象，该基坑开挖深度达12m，支护体系采用锁扣钢管桩结构，施工阶段分别引入传统振动沉桩法与新型静压沉桩法开展平行对比试验。在单班作业周期内，传统振动沉桩法依托高频振动设备的冲击作用，可实现约50根钢管桩的沉入作业，其核心优势在于通过振动能量克服土体阻力，沉桩速率较快；而新型静压沉桩法依赖静力压桩机的持续压力将桩体压入地层，受设备运行机制与压力传递效率影响，单日仅能完成约30根钢管桩的施工任务，单桩施工效率较传统方法存在明显差距。从工程整体进度管控视角分析，两种施工方法的实际工期差异较小。传统振动沉桩法在作业过程中，振动波会向周边地层扩散，为避免对周边土体稳定性造成过度扰动，需在相邻桩体施工间隔期间等待振动效应完全衰减，此过程会产生一定的工期损耗；振动作业可能引发周边环境的振动超标问题，需根据监测数据调整施工节奏，甚至出现阶段性停工。新型静压沉桩法全程无振动干扰，无需设置振动衰减等待时间，且对周边环境的影响处于可控范围，有效减少了因环境因素导致的工期延误，最终使得两种方法的总工期基本持平，展现出不同施工场景下的效率适配特性<sup>[1]</sup>。

### 2.2 支护效果对比

(1) 基坑开挖期间，依托自动化监测系统对两类沉桩工艺下锁扣钢管桩支护结构力学行为及环境变形开展全过程追踪。传统振动沉桩技术因高频振动致使桩周土体原生结构重塑，颗粒间嵌固效应失效，引发局部密实

度离散分布,甚至形成微裂隙与松动区。该土体扰动显著削弱桩土协同工作效能,致使支护结构对基坑侧壁约束能力下降。监测数据显示,采用该工艺时基坑周边地表最大沉降达8mm,沉降区域呈现分散性特征,局部存在超限风险。(2)相较之下,新型静压沉桩技术通过持续施加静荷载实现桩体贯入,施工过程中土体受挤压作用均匀且渐进,有效维持桩周土体结构完整性。在此工况下,桩土界面摩阻力显著提升,增强了支护体系整体抗变形能力,实现对基坑侧壁水平位移与地表沉降的有效控制。(3)临河深基坑锁扣钢管桩施工监测数据显示,静压沉桩工艺的沉降控制效果显著。该工艺下,基坑周边地表最大沉降量仅为3mm,相较于振动沉桩法,沉降量降低幅度达62.5%,有效减少了地表变形。从沉降区域分布来看,静压沉桩工艺产生的沉降集中在基坑边缘有限范围内,未出现大范围扩散情况,避免了对周边土体、建(构)筑物及地下管线的扰动,未造成不利环境影响。这一监测结果充分证实,静压沉桩工艺在临河深基坑支护中,具备更优的稳定性与可靠性,为工程安全提供有力保障。

### 2.3 成本投入对比

从设备成本维度分析,传统振动沉桩法所使用的振动锤与配套设备技术成熟、生产厂家众多,设备购置成本相对较低,同时市场租赁资源丰富,单日租赁费用处于较低水平,初期设备投入具有明显优势。新型静压沉桩法需配备大型静力压桩机,此类设备集成了高压液压系统与精密控制系统,制造工艺复杂,设备购置成本约为传统振动沉桩设备的2-3倍,且市场租赁数量相对较少,租赁费用也高于振动沉桩设备,导致其初期设备成本显著高于传统方法。但从工程全周期成本角度核算,新型静压沉桩法的综合成本反而略低于传统振动沉桩法。传统振动沉桩法因振动干扰较大,需针对周边环境采取专项防护措施,如在施工区域周边设置隔振沟、布置减振垫层等,此类环保与防护措施的材料采购、施工安装均会产生额外成本;振动导致的桩周土体松动可能引发基坑支护结构的局部变形,为确保支护体系安全,需增加内支撑加固、桩体补强等措施,推高施工成本。新型静压沉桩法因无振动、低扰动特性,无需额外投入环境防护与结构加固费用,虽设备成本较高,但通过减少其他环节的成本支出,最终实现了综合成本的优化,在该工程案例中,其总成本较传统振动沉桩法降低约5%-8%,展现出良好的经济性优势<sup>[7]</sup>。

## 3 优化策略与建议

### 3.1 根据工程条件合理选择施工方法

(1)地质条件适配性分析。深基坑锁扣钢管桩施工工法选型的核心要素是地质条件评估。需系统剖析地层岩性、土体密实程度、地下水赋存状态及渗透性能等关键参数。当场地以密实粘性土或砂性土为主,且地下水位埋深大、水力联系微弱时,振动沉桩技术具备显著优势。该工法凭借高频振动产生的共振效应,可有效降低桩土间摩阻力,在保证施工效率的因设备配置简洁,能大幅缩减前期装备投入成本。(2)环境约束条件响应。周边环境敏感性对施工工艺选择形成刚性约束。需针对邻近建(构)筑物结构稳定性、地下管线分布状态及生态保护需求进行专项评估。若基坑周边存在精密仪器设备、历史建筑或重要市政管线,振动沉桩产生的振动波易引发土体扰动,导致管线位移、建筑物沉降超标等风险。在此工况下,静压沉桩技术通过液压系统施加稳定荷载,实现桩体渐进贯入,可将施工对周边环境的影响控制在极小范围内,确保环境安全。(3)工期与成本协同优化。工期要求是施工方案决策的关键变量。当工程存在严格工期节点限制,且地质环境条件允许时,振动沉桩凭借其高效的单日成桩能力,可有效压缩关键线路工期。若项目工期弹性较大,但对施工质量和环境安全要求严苛,则静压沉桩技术虽单桩施工效率较低,但其显著减少的质量缺陷修复成本与停工损失,可实现全生命周期成本优化,最终达成工期目标与质量安全的平衡统一。

### 3.2 加强施工过程监测

临河深基坑锁扣钢管桩施工期间的监测工作需构建全流程、高精度的技术体系,通过实时数据反馈实现施工过程的动态调控,为支护结构安全与周边环境稳定提供技术支撑。监测系统的布设应覆盖关键控制指标,包括基坑侧壁水平位移、周边地表沉降、桩体应力应变及地下水位变化等,监测点的布置需结合基坑形状、地质条件及周边环境敏感点分布,确保监测数据的代表性与连续性。在基坑阳角部位及临近重要建(构)筑物区域,应加密监测点布设密度,缩短数据采集间隔,以捕捉潜在的变形风险。监测数据的分析与应用需建立标准化流程,通过专业数据处理软件对实时采集的位移、应力等参数进行趋势分析与阈值预警,当监测值接近或达到预设预警值时,需立即启动应急响应机制,调整施工参数。若监测发现传统振动沉桩法施工区域周边地表沉降速率加快,可通过减小振动锤功率、延长相邻桩体施工间隔或增设临时支护结构等措施,控制土体扰动范围;对于新型静压沉桩法,若监测显示桩体垂直度偏差超出允许范围,需及时调整压桩机机位与压力施加速

率,避免桩体受力不均引发结构损伤<sup>[3]</sup>。

### 3.3 提高施工人员技术水平

(1) 施工人员专业素养是临河深基坑锁扣钢管桩施工质量与安全的关键保障。构建完善的培训体系,需聚焦施工工艺技术特性,着重强化桩体加工质量管控、设备标准化操作、锁扣连接技术要点及临河特殊施工工艺培训。对于传统振动沉桩工艺,应系统培训振动锤参数调试方法,依据地层阻力精准调节振动频率与振幅,规避桩体偏斜及土体过度扰动风险;针对新型静压沉桩工艺,需加强压桩机压力调控、桩体垂直度校准及异常工况识别培训,确保静压力施加符合施工要求,避免桩体破损或入土深度不足。(2) 培训模式应采用理论与实践深度融合的方式。除专业理论教学外,需设置现场实操训练环节,通过模拟施工平台构建不同地质条件下的沉桩场景,使施工人员熟练掌握振动沉桩与静压沉桩操作技能,精准把控垂直度调整、锁扣密封等核心工序。

(3) 建立健全施工人员技术考核与激励机制。定期开展技术能力评估,考核内容涵盖设备操作熟练度、工艺参数控制精度及应急处置能力等维度,并将考核结果与职业发展、薪酬体系挂钩,激发人员提升技术水平的内生动力。鼓励施工人员参与技术创新活动,针对施工难题开展技术研讨与优化实践,形成“培训-实操-考核-创新”的良性循环,持续提升施工团队整体技术水平,为临河深基坑锁扣钢管桩工程质量提供可靠的人力资源支撑。

### 3.4 优化设备配置与维护管理

施工设备的性能状态直接影响临河深基坑锁扣钢管桩的施工质量与效率。在设备选型阶段,需综合考量地质条件、施工工艺及工期要求,选择适配的机械设备。对于振动沉桩工艺,应选用功率可调、稳定性高的振动锤,并配备高精度的垂直度监测装置,确保桩体精准定位;采用静压沉桩工艺时,需配置压力控制精度高、液

压系统稳定的压桩机,搭配自动化数据采集设备,实现施工参数的实时记录与分析。设备进场前,需严格进行性能检测与调试,重点核查振动锤的振动频率、压桩机的压力输出等关键指标,保证设备处于最佳运行状态。在临河深基坑锁扣钢管桩施工中,需建立常态化设备维护制度。按周期对振动锤、压桩机等设备开展润滑作业,选用适配润滑剂减少磨损;定期校准振动频率、压力输出等关键参数,及时更换老化部件,排查并消除隐患,降低设备故障导致的停工风险。同时引入智能化设备管理系统,在设备关键部位设传感器实时采集运行数据,借助大数据分析预测故障,提前制定维护计划,保障施工连续稳定,为该工程施工提供可靠设备支持<sup>[4]</sup>。

### 结束语

临河深基坑锁扣钢管桩施工中,传统振动沉桩法与新型静压沉桩法在施工效率、支护效果和成本投入等方面存在明显差异。在实际工程中,应根据工程地质、周边环境、工期要求及成本预算等因素,合理选择施工方法。加强施工过程监测,提高施工人员技术水平,优化设备配置与维护管理,能够有效提升施工质量与安全,降低施工成本。随着技术的不断进步,需探索更高效、环保、经济的施工方法,推动临河深基坑工程技术的发展及应用。

### 参考文献

- [1] 吕利.深基坑锁扣钢管桩支护施工技术研究[J].河南建材,2025(2):41-44.
- [2] 莫山峰,董少帅,郑力.深厚黏土条件锁扣钢管桩围堰应用技术[J].山西交通科技,2025(1):100-104.
- [3] 吴小雨.岩溶区深水锁扣钢管桩下口管涌堵漏及加固施工技术[J].四川建筑,2025,45(1):166-168.
- [4] 刘栗州.临河深基坑锁扣钢管桩施工对比应用技术研究[J].中国建筑金属结构,2023,22(8):53-55.