 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i5.10265

Research on Installation Difficulties and Quality Control of Larsen Steel Sheet Piles in Deep Foundation Pit in Soft Soil Areas

Zhujie Han

Shanxi Wujian Group Co., Ltd., Hejin, Shanxi, 030013, China

Abstract

As a prevalent support structure, Larsen steel sheet piles have gained widespread application in deep foundation pit engineering due to their construction convenience, excellent waterproof performance, and reusability. However, under soft soil conditions, challenges such as tilt displacement during installation, joint leakage, and uneven pile penetration resistance frequently occur, directly impacting foundation pit safety and construction quality. Addressing these issues, this study systematically analyzes installation difficulties of Larsen steel sheet piles in soft soil regions through engineering practice, proposing targeted control measures covering construction preparation, process monitoring, and quality inspection. Research demonstrates that optimizing construction techniques, enhancing process monitoring, and improving quality management systems can significantly enhance steel sheet pile construction quality, thereby providing reliable safeguards for deep foundation pit engineering safety.

Keywords

larsen steel sheet pile; soft soil area; deep foundation pit; construction challenges; quality control

拉森钢板桩在软土地区深基坑中的打设难点与质量控制研究

韩祝捷

山西五建集团有限公司，中国 · 山西 河津 030013

摘　要

拉森钢板桩作为常见的支护结构形式，因其施工便捷、止水性能良好及可重复利用等优势，在深基坑工程中得到广泛应用。然而，在软土条件下，钢板桩打设过程中易出现倾斜偏位、锁口渗漏、沉桩阻力不均等问题，直接影响基坑安全与施工质量。围绕上述问题，本文结合工程实践，对拉森钢板桩在软土地区的打设难点进行系统分析，从施工准备、工艺控制及质量检测等方面提出针对性控制措施。研究表明，通过优化施工工艺、加强过程监测及完善质量管理体系，可显著提升钢板桩施工质量，为深基坑工程安全提供可靠保障。

关键词

拉森钢板桩；软土地区；深基坑；施工难点；质量控制

1 引言

拉森钢板桩因施工便捷、止水性能较好而被广泛应用，但在实际打设过程中，受软土结构松散及摩阻力变化影响，桩体易产生偏移、倾斜及锁口咬合不严等问题，削弱支护效果。部分工程对软土特性认识不足，施工组织与质量控制措施不完善，进一步加剧了施工风险。因此，有必要系统分析其施工难点并优化质量控制措施，以提升基坑工程的安全性与可靠性。

【作者简介】韩祝捷（1986–），男，中国山西河津人，本科，高级工程师，从事建筑工程施工管理研究。

2 软土地区深基坑工程特点分析

2.1 软土工程性质及其影响

软土作为典型弱地基材料，具有高含水率、大孔隙比及结构疏松等特征，有效应力水平较低，致使抗剪强度与承载能力不足。在外荷载作用下，土体骨架易压缩重排，产生显著变形与沉降，其时效性与非线性特征对基坑围护稳定性产生持续影响。钢板桩施工依赖周围土体提供侧向约束，而软土侧限能力弱，桩体易偏离设计轴线并产生附加弯矩，削弱整体受力性能。同时，软土具流塑性，在振动扰动下易软化或流动，诱发桩周失稳，并可能在围护体系中形成连锁影响。因此，准确把握软土工程性质，是优化施工工艺与控制变形的基础。

2.2 地下水条件复杂性

软土地区地下水条件复杂，水位普遍较高，并与土体形成明显的水土耦合关系。地下水改变土体有效应力状态，降低抗剪强度，同时增加围护结构所承受的水压力。在钢板桩体系中，锁口为薄弱部位，密封不良时地下水易沿接缝渗入，形成持续渗流通道。渗流不仅导致坑内水位上升，还可能引起细颗粒土流失，削弱地基稳定性，甚至诱发管涌等风险。随着开挖加深，水压力梯度增大，对止水性能提出更高要求。因此，需综合考虑水文地质条件，优化止水措施与施工工艺，以保障基坑整体安全。

2.3 基坑施工环境约束

城市软土地区基坑工程往往处于高度开发环境中，周边建筑、地下管线及交通设施分布密集，使施工活动受到多重约束。围护结构在施工及使用阶段产生的位移与变形，可能直接传递至邻近结构，引发沉降、倾斜甚至结构损伤，因此对变形控制提出了更为严格的要求。在此条件下，钢板桩施工过程中产生的振动与噪声成为不可忽视的影响因素，尤其是在采用振动沉桩工艺时，其传播范围与强度可能对周边敏感结构产生不利作用。与此同时，施工场地通常空间有限，设备布置、材料堆放及作业组织均需精细化管理，以避免对既有环境造成干扰。工程实施不仅需要满足结构安全与施工效率要求，还需兼顾环境保护与社会影响控制。由此，施工方案的制定需在多重约束条件下进行权衡，通过优化工艺选择与施工流程，使钢板桩围护结构能够在复杂环境中实现安全、可控与高效的建造目标。

3 拉森钢板桩打设过程中的主要难点

3.1 桩体垂直度控制困难

软土具有高压缩性、低强度和侧向约束能力弱等工程特征，决定了钢板桩在打设过程中极易受到土体不均匀反力的影响而产生偏斜。特别是在桩长较大、入土深度较深的条件下，桩身一旦在初始阶段出现微小倾角，随着沉桩过程持续推进，偏差往往会沿桩长方向逐步放大，进而影响围护结构的整体线形与受力状态。垂直度失控不仅会削弱桩体之间的协同工作能力，还可能导致后续冠梁、支撑体系及相邻构件安装精度下降，增加基坑变形与局部失稳风险。与此同时，施工机械自身稳定性、导向装置刚度以及操作控制水平，均会对桩体姿态产生直接影响。当振动锤、履带吊或导架系统存在轻微晃动时，桩体在软土中更容易沿阻力较小方向偏移。因此，垂直度控制并非单纯的测量校正问题，而是涉及设备性能、导向措施、施工节奏与现场管理的综合性质量控制内容，其控制效果直接关系到钢板桩围护体系的成型质量与结构安全。

3.2 锁口咬合与止水问题

钢板桩围护结构的连续性与防渗性能主要依赖锁口连接质量，而软土环境中高含水率、高黏性及泥浆附着显著增加了锁口咬合失效的可能性。在沉桩施工过程中，锁口部位常因泥浆、细颗粒土或杂质进入而发生堵塞，使相邻桩体无法顺利闭合；若桩体在振动下产生局部扭转或变形，还会进一步削弱锁口的嵌固精度，导致咬合不紧密甚至出现错缝现象。锁口连接一旦存在缺陷，地下水便可能沿接缝形成渗流通道，破坏围护结构的整体止水效果。在地下水位较高或承压水作用明显的场地中，渗漏不仅会引发坑内积水和土体流失，还可能诱发坑外地表沉降、管线变形以及局部突涌等工程风险。由此可见，锁口问题并非局部构造瑕疵，而是直接关联基坑防渗安全和环境稳定的重要因素。对于软土地区钢板桩施工而言，锁口清洁、拼接精度以及止水辅助措施的可靠性，均应纳入全过程重点控制范围。

3.3 沉桩阻力不均与施工效率问题

软土层虽整体表现为强度较低，但其空间分布并非完全均质，不同区域在含水率、孔隙比、夹层分布及固结程度方面常存在差异，这使钢板桩在打设过程中面临明显的沉桩阻力不均问题。当桩尖穿越局部硬夹层或较密实土层时，沉桩阻力会突然增大，造成设备振动增强、能耗上升和施工节奏中断；而在极软弱土层中，桩体又可能因阻力过小而下沉过快，导致桩身姿态难以及时修正，甚至诱发锁口拉裂、桩端变形等质量缺陷。阻力变化的不确定性使现场施工难以保持均衡推进，往往需要频繁调整机械参数与作业工序，从而降低整体施工效率，并加剧设备疲劳和构件损耗。更为重要的是，沉桩阻力的不均衡还会影响桩体最终入土深度和相邻桩之间的协调状态，使围护结构在成型阶段即埋下受力不均的隐患。因此，对软土场地中土层变化的准确识别、沉桩过程的动态监测以及施工参数的及时优化，是保障钢板桩施工质量与效率的重要基础。

4 施工工艺优化与技术措施

4.1 打设工艺选择与优化

在软土地区进行钢板桩打设时，选择合适的打设工艺是确保施工质量和效率的关键。振动沉桩法因其高效的施工速度在软土地区广泛应用，但由于振动可能对周围环境造成影响，尤其是在敏感区域，如临近建筑物或重要设施时，可能会引发地基沉降或结构损害。因此，在这些区域，采用静压法或与振动沉桩法相结合的方式是一个优化的选择。静压法可以有效降低振动影响，减少对周边环境的干扰，并且能够实现更加平稳和精确的桩体打设。通过合理选择和优化工艺，不仅能提高施工效率，还能在确保施工质量的同时，减少对环境的负面影响。此外，对不同工艺的组合应用，能够充分发挥各自的优势，达到提高施工质量、缩短工期、降低成本的目的。打设工艺的科学选择与优化，直接关系到钢板桩围护结构的质量和工程的安全性。

4.2 导向装置与施工精度控制

为了确保钢板桩的垂直度，导向装置的设置至关重要。

在施工过程中，桩体的垂直度直接影响围护结构的稳定性和长期性能。导向架可以有效引导桩体的定位，避免在打设过程中发生倾斜或偏移。导向装置的精确定位使得桩体的安装更为稳固，提高了施工的精度和质量。在打桩过程中，实时监测桩体位置是保证施工精度的有效措施。通过精准监测和数据反馈，可以及时发现偏差并进行纠正。设备参数的调整，如沉桩速度和力矩的控制，能够帮助施工人员及时调整方向，确保桩体安装符合设计要求。这一过程的精确控制不仅保障了结构的稳定性，还提高了施工过程的安全性和高效性。施工过程中严格的精度控制有助于确保每根钢板桩的安装符合设计标准，从而提高整体项目的质量。

4.3 锁口处理与止水技术

钢板桩的锁口处理对结构的稳定性和防水效果有着至关重要的作用。在施工前，必须对钢板桩的锁口进行彻底清理和润滑处理，以确保各桩板之间的咬合顺畅。锁口的清洁度直接影响到桩体的结合紧密性，进而影响围护结构的防水性能。为增强防水效果，部分钢板桩的锁口可采用密封材料进行处理，提升锁口的止水性能，防止水分渗透。在关键部位，尤其是易受水压影响的部位，应设置附加的止水措施，如注浆加固或采用止水钢板等。这些措施能够有效提高结构的整体防水性能，确保围护结构在长期使用中的稳定性和抗水渗透能力。通过锁口处理与止水技术的优化，能够在防水要求较高的工程中有效保障结构的完整性，防止水渗透对基础设施造成破坏，确保项目的顺利进行与安全性。

5 质量控制与施工管理措施

5.1 施工前准备与质量控制

施工前的准备工作是确保钢板桩围护结构质量的关键环节。首先，地质条件的详细勘察至关重要，通过勘察可了解土层分布及地下水情况，为制定科学合理的施工方案提供数据支持。不同土壤类型和地下水位会对施工方式产生影响，因此，在制定施工方案时，必须考虑这些因素的影响，以确保施工过程中不出现意外问题。除地质勘察外，钢板桩材料的质量检验也是施工准备的重点。钢板桩作为围护结构的核心材料，其规格和性能必须符合设计要求，确保其承载力和稳定性。在施工前进行全面的质量检验，可以避免因材料问题引发的施工安全隐患，为后续施工提供坚实的基础保障。通过严谨的前期准备工作，施工过程能够更加顺利，确保围护结构的稳定性与安全性。

5.2 施工过程监测与动态调整

在施工过程中，实时监测和动态调整是保证施工质量和安全的有效手段。建立完善的监测体系，是施工过程中的一项重要措施。通过监测桩体垂直度、沉桩速度及周边土体变形等关键指标，能够实时掌握施工进展情况，发现潜在的问题。尤其是在深基坑施工中，土体变形可能会对周围建筑物和地下设施造成影响，因此，及时发现并调整施工方案显得尤为重要。通过数据分析，施工人员可以对不同施工阶段的情况进行全面评估，识别潜在风险，调整施工参数，确保施工过程的平稳进行。动态调整施工方案不仅能够提高施工适应性，减少意外风险，还能提升施工效率，降低成本，确保工程在预定时间内顺利完成。监测与调整机制是现代施工管理的重要组成部分，有助于实现精准施工。

5.3 施工后检测与维护措施

施工完成后，对钢板桩围护结构进行全面检测是确保工程质量的必要步骤。检测内容包括桩体垂直度、锁口密封性及整体稳定性等关键指标，这些因素直接关系到围护结构的安全性和长期可靠性。通过检测，能够发现潜在的结构缺陷或质量问题，确保施工后结构能够满足设计要求并承受长期使用中的荷载。此外，基坑开挖过程中，围护结构的变形情况应持续监测，以便及时发现因土壤沉降或其他外部因素引发的变形问题。如果发现异常，应立即采取加固措施，以确保结构的稳定性和安全性。在基坑开挖阶段，特别是在深基坑施工中，土体的变化可能对桩体产生较大影响，及时的检测和加固措施能够有效防止事故发生。因此，施工后的检测和维护措施是确保工程安全、稳定运行的关键环节，具有重要的实际意义。通过完善的检测与维护措施，能够为钢板桩围护结构的长期稳定性提供保障。

6 结语

拉森钢板桩在软土地区深基坑工程中具有广泛应用前景，但其施工过程受土体特性与环境条件影响较大。通过对打设难点的系统分析，可以看出，施工质量的关键在于工艺选择、过程控制及管理体系的完善。未来工程实践中，应进一步加强技术研究与经验总结，推动施工工艺不断优化。同时，结合信息化手段提升监测与管理水平，将有助于提高工程安全性与施工效率。通过持续改进与创新，拉森钢板桩技术将在软土地区深基坑工程中发挥更加重要的作用。

参考文献

[1] 边广生,王傲寒,周雅馨.华东沿海地区软土深基坑工程拉森钢板桩选型分析[J].建筑技术,2023,54(21):2606-2608.

[2] 储长付,罗传华,赵安民.拉森钢板桩在铜陵地区基坑支护中的运用实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(04):51-55.

[3] 蔡颖,李伟,李超友,等.孟加拉国砂土环境下拉森钢板桩顶管工作井施工应用研究[J].中国建筑金属结构,2026,25(03):138-140.

[4] 鹿存龙.泵站泵房建设工程中拉森钢板桩基坑支护施工技术研究[J].工程机械与维修,2025,(11):114-116.

[5] 何星星,吕志刚.富水砂层地质拉森钢板桩基坑支护动态设计实践[J].广东土木与建筑,2025,32(08):18-21.