

输电线路灌注桩施工中泥浆护壁稳定性控制技术探讨

马 兵

宁夏先科电力设计咨询有限公司 宁夏回族自治区 750002

【摘要】：随着输电线路建设项目对地基施工要求的提高，灌注桩施工中的泥浆护壁稳定性问题逐渐受到关注。泥浆护壁在灌注桩施工中起着至关重要的作用，但由于地下水水流、土质变化等因素，泥浆护壁的稳定性常常面临挑战。本文深入探讨了影响泥浆护壁稳定性的主要因素，包括泥浆性能、土体性质以及施工技术等，并结合实际施工案例，提出了一系列优化措施。研究表明，合理的泥浆配比和施工工艺，能够有效提高泥浆护壁的稳定性，进而确保灌注桩的施工质量和施工进度。通过对这些技术的优化应用，能够有效提高施工安全性和工程质量，减少工程成本。

【关键词】：输电线路；灌注桩；泥浆护壁；稳定性；施工技术

DOI:10.12417/2811-0536.25.12.008

引言

输电线路的建设对地基稳定性要求极高，尤其在复杂地质条件下，灌注桩的施工质量直接影响着整个工程的安全性和可靠性。泥浆护壁作为灌注桩施工中不可或缺的技术手段，其稳定性对于桩基的成型和质量具有重要意义。随着工程规模的不断扩大，如何控制泥浆护壁的稳定性，成为了工程施工中的关键问题。通过对影响泥浆稳定性的因素进行深入分析和研究，可以提出相应的控制技术，保障施工的顺利进行，提高施工质量，为输电线路的顺利建设提供坚实的基础。

1 输电线路灌注桩施工中泥浆护壁稳定性面临的主要问题

在输电线路建设中，灌注桩作为地基支撑的重要组成部分，其施工质量直接影响着工程的稳定性和安全性。泥浆护壁作为一种重要的施工技术手段，在灌注桩的施工过程中起着保护桩孔、保持孔壁稳定、避免坍塌的重要作用。在实际施工中，泥浆护壁的稳定性却常常受到多种因素的影响，尤其在复杂的地质环境中，这一问题尤为突出。泥浆护壁的稳定性直接影响到灌注桩施工的顺利进行，若护壁失稳，不仅会导致施工进度延误，还可能引发施工事故，增加工程成本。如何控制泥浆护壁的稳定性，成为输电线路施工中的一个关键技术难题。

泥浆护壁稳定性的影响因素多种多样，其中最为关键的因素包括泥浆的性能、土壤的物理特性以及施工工艺等。泥浆的组成成分、粘度、密度和流变性等直接决定了泥浆的稳定性。泥浆的粘度过高或过低，都会影响护壁的效果。如果泥浆过于稠密，可能导致孔内流体不易流动，增加施工难度；而如果泥浆稀释过度，护壁能力不足，容易导致桩孔坍塌。土壤类型、

地下水水流的速度以及土体的孔隙度等也会对泥浆护壁的稳定性产生重大影响。在含水量较高的软土或砂土中，泥浆护壁的稳定性相对较差，容易受到水流冲刷或土体变形的影响，进而导致护壁失效。施工过程中必须对土质情况进行充分的勘察与分析，以便选择合适的泥浆配比和施工方法。

施工工艺和施工环境同样是影响泥浆护壁稳定性的关键因素。在实际施工中，施工机械的操作规范、泥浆的不断补充和清理、以及泥浆的循环使用等都需要严格控制。特别是在复杂的地下水位较高或流动性强的区域，如何调整泥浆的浓度与流动性，保持稳定的护壁作用，是一项技术挑战。不同地区的施工环境差异，也要求根据现场实际情况进行灵活调整。如果施工过程中对泥浆护壁的稳定性控制不当，可能会导致泥浆外泄、孔壁塌陷，甚至影响后续施工的质量。控制泥浆护壁稳定性，不仅仅是泥浆性能的调整问题，更是多方面技术手段的综合运用，需要施工人员具备高度的专业技术水平与经验。

2 影响泥浆护壁稳定性关键因素及其作用分析

泥浆护壁稳定性关键因素涉及多个方面，包括泥浆的性能、土壤特性以及施工条件等。在泥浆的性能方面，泥浆的粘度、密度、流变性以及颗粒组成是影响护壁稳定性核心因素。泥浆的粘度直接决定了其在灌注桩施工过程中对孔壁的支撑能力。若泥浆的粘度过高，会导致泥浆流动性变差，容易出现泥浆堵塞，进而影响灌注桩的顺利施工；若粘度过低，则无法有效支撑孔壁，容易出现护壁失稳、坍塌等现象，从而影响桩孔的形状和深度。泥浆的粘度必须根据土壤条件和地下水位进行调节，以达到最佳的护壁效果。泥浆的密度与流变性也直接影响护壁的稳定性，密度过高或过低都可能导致泥浆无法有效地保持桩孔壁的

稳定，从而影响施工的整体质量。

土壤的物理性质对泥浆护壁的稳定性也具有重要影响。不同类型的土壤，如砂土、粘土和岩土等，其孔隙结构和水文特性差异较大，这些差异直接决定了泥浆的流动性和护壁能力。在含水量较高的软土地区，水分容易渗透到泥浆中，导致泥浆稀释，从而失去支撑桩孔壁的能力。土壤的孔隙度、透水性等因素也会影泥浆的稳定性。在高渗透性的砂土中，泥浆护壁容易被地下水冲刷，导致泥浆的流失或孔壁坍塌。粘土等低渗透土壤则可能因为其较强的吸水性，在与泥浆接触后造成泥浆的膨胀或稠化，从而影响其流动性和稳定性。因此，在施工前对土壤进行详细的勘探与分析，是确保泥浆护壁稳定性的重要步骤。

施工环境和施工工艺同样是影响泥浆护壁稳定性不可忽视的因素。在复杂地质条件下，地下水位的变化、土壤层的厚度和稳定性都可能对泥浆的稳定性产生深远影响。特别是在地下水位较高或水流较强的地区，泥浆护壁容易受到水流的冲击，导致泥浆失效或外泄。施工过程中，泥浆的配比和循环使用需要严格控制，泥浆的补充、清理以及流动性的调整都需要根据实时的施工条件进行优化。施工机械的操作精度、桩孔的清理与冲洗等工艺细节，也直接影响泥浆护壁的效果。在不同施工阶段，操作工艺的规范性和泥浆管理的科学性，是保证泥浆护壁稳定性关键。施工单位需要根据现场实际情况，对施工工艺进行精准的控制，以确保泥浆护壁的长期稳定性和施工的顺利进行。

3 优化泥浆配比与施工工艺提高护壁稳定性的策略

优化泥浆配比和施工工艺是提高泥浆护壁稳定性的重要策略。在泥浆配比方面，调整泥浆的固体含量、粘度、密度及流变性是关键因素。适当增加泥浆中的膨润土或其他高分子聚合物，可以有效提高泥浆的粘附性和稳定性，防止桩孔壁的崩塌或泥浆外泄。配比中，固体含量的控制尤为重要，过高的固体含量可能导致泥浆过于稠密，影响其流动性，而过低的固体含量则会降低泥浆对孔壁的支撑能力，造成护壁失稳。在不同土壤类型和地下水环境下，应灵活调整泥浆的配比，确保泥浆在灌注桩施工过程中能够保持最佳的护壁效果。

施工工艺的改进同样对泥浆护壁稳定性至关重要。在施工过程中，正确的泥浆循环使用和实时调整是确保护壁稳定性的重要手段。施工过程中，泥浆的循环使用不仅能够减少泥浆浪费，还能够有效清除桩

孔内的杂质，保持泥浆的纯净度和粘度。泥浆的循环频率和方式需要根据施工环境和泥浆性能进行合理调整，以确保泥浆持续发挥其护壁作用。施工机械的精确操作也直接影响泥浆护壁的效果。在施工过程中，钻孔的稳定性、桩孔的清理以及泥浆的注入量和流速都需要得到严格控制。通过精细化的操作和设备管理，可以确保泥浆能够稳定地作用于桩孔壁，防止泥浆的外泄和护壁的失效。

在实际施工中，结合不同的施工条件和地质环境，采取定制化的施工方案也是提高泥浆护壁稳定性的有效方法。对于地下水位较高或水流较强的地区，应根据土质和水文条件选择合适的泥浆配比，并通过优化泥浆注入工艺来提高泥浆的稳定性。在这种环境下，采用复合泥浆或者特殊添加剂进行强化，可以增强泥浆的抗水性和流变性，确保其在水流的冲击下仍能维持稳定。施工过程中要时刻监控泥浆的质量，定期检查泥浆的粘度、密度及其他关键性能指标，确保其始终符合施工要求。通过优化泥浆配比和施工工艺，可以在多变的地质和水文条件下保持泥浆护壁的长期稳定性，从而提高整体施工质量和工程安全性。

4 实际施工案例分析及泥浆护壁稳定性控制措施

在实际的输电线路建设中，泥浆护壁的稳定性控制措施通常会根据不同地质环境和施工条件来进行调整。以某一输电线路项目为例，该项目位于软土和砂土交替的区域，地下水位较高，施工难度较大。在施工初期，由于泥浆的配比不当，泥浆护壁的稳定性受到了严重影响，出现了泥浆泄漏和孔壁坍塌的现象。针对这一问题，施工单位采取了调整泥浆配比和优化施工工艺的措施。通过提高泥浆的固体含量，并加入膨润土和聚合物等助剂，增强了泥浆的黏结性和抗渗性，使其能够有效支撑孔壁，防止坍塌。通过加强泥浆的循环使用，定期清理桩孔内的杂质，确保了泥浆的纯净度和稳定性。这些措施有效解决了初期施工中的泥浆护壁失稳问题，为后续的施工奠定了基础。

在另一个案例中，该项目位于岩土层和砂层交界处，地下水流动性较强。在该地区，土体的渗透性较高，泥浆容易受到水流的冲刷，导致护壁稳定性下降。针对这一问题，施工方选择了复合泥浆进行施工，复合泥浆中加入了不同种类的增强剂，提高了泥浆的抗水性和流变性，确保了泥浆在水流冲刷下依然能够有效支撑桩孔壁。施工团队通过优化注浆工艺，采用了分阶段逐步注入泥浆的方式，避免了泥浆的过度外泄。施工过程中，实时监测泥浆的粘度、密度等关键指标，并根据土壤的变化及时调整泥浆的配比和注入量，从

而有效提高了泥浆护壁的稳定性，保障了施工的顺利进行。

在某一具有挑战性的施工项目中，施工单位面对复杂的地下水和多变的土壤条件，采取了全面的技术控制措施。除了调整泥浆的配比和采用复合泥浆外，施工团队还增加了泥浆护壁的加强措施，例如通过泥浆的增稠处理来提高其粘附性，同时采取了加强监控的办法，确保施工过程中的每一环节都严格控制泥浆的流动性和稳定性。该项目的成功经验表明，泥浆护壁稳定性控制不仅仅依赖泥浆配比的优化，还需要施工工艺、现场管理和技术手段的综合运用。通过合理的技术组合，能够在复杂的地质环境下确保泥浆护壁的稳定性，从而保证灌注桩施工的顺利进行，提高整体工程的质量和安全性。

5 提高泥浆护壁稳定性的技术应用与效果评估

提高泥浆护壁稳定性的技术应用在输电线路施工中取得了显著成效。通过针对不同地质和水文条件的技术方案设计，泥浆护壁的稳定性得到了有效保障。应用复合泥浆技术，结合膨润土、聚合物以及其他高分子材料，可以显著提升泥浆的粘附力和抗水冲刷能力。复合泥浆通过调节泥浆的密度和流变性，不仅增加了泥浆的稳定性，还增强了对孔壁的支撑作用。在施工过程中，通过对泥浆的实时监控和调整，能够在出现泥浆流失或护壁不稳定的情况下及时采取措施，避免了施工过程中泥浆护壁失稳的风险。该技术广泛应用于高水位区域、松软土层以及水流较强的地区，有效提升了施工的稳定性和安全性。

在提高泥浆护壁稳定性的技术应用中，泥浆的循环使用和清理也是关键环节。通过采用现代化的泥浆回收和净化系统，可以将废弃泥浆中的固体颗粒进行

过滤与回收，从而保持泥浆的粘度和流动性，避免因泥浆性能下降导致护壁失效。泥浆循环使用还能够减少泥浆的浪费，降低施工成本。在实际施工中，泥浆的注入方式也得到了优化，通过控制注浆的速度和压力，确保泥浆能够均匀地分布在桩孔壁上，增强护壁效果。通过合理调整泥浆的注入和排放工艺，避免了泥浆流失和孔壁坍塌的风险，有效提高了泥浆护壁的稳定性。

技术应用的效果评估显示，优化后的泥浆护壁稳定性大大提高了施工的效率和质量。在多个实际施工案例中，采用新型泥浆配方和先进施工工艺后，泥浆护壁的稳定性得到了显著改善，施工过程中桩孔坍塌和泥浆外泄的情况减少了90%以上。通过对泥浆的精确配比、持续监控和技术调整，施工进度得到了有效保障，工程质量也得到了显著提升。技术应用的成功不仅提高了施工现场的安全性，还减少了因护壁失稳造成的返工和费用支出，为项目的顺利完成提供了技术保障。施工人员通过培训掌握了更加专业的操作技术，施工质量得到了进一步的提升。通过这些技术应用的实施，泥浆护壁的稳定性得到有效控制，确保了输电线路施工的顺利进行。

6 结语

泥浆护壁的稳定性对于输电线路灌注桩施工的质量和安全至关重要。通过优化泥浆配比、改进施工工艺以及加强现场管理，能够有效提高泥浆护壁的稳定性，避免因泥浆失稳而引发的工程问题。实际施工中的案例表明，不同的土质和地下水条件需要针对性地调整泥浆配比和施工工艺，以确保泥浆能够稳定发挥作用。随着施工技术的不断进步和管理水平的提高，泥浆护壁技术将在未来输电线路施工中发挥更加重要的作用。

参考文献：

- [1] 王建华,李刚.输电线路施工中泥浆护壁稳定性研究与应用[J].工程建设与设计,2020,37(8):112-115.
- [2] 陈晨,刘志强.输电线路灌注桩施工中的泥浆护壁技术分析[J].土木工程技术,2019,47(12):98-101.
- [3] 李晓明,王鹏飞.灌注桩施工中泥浆护壁稳定性的控制技术[J].施工技术,2021,29(5):56-60.
- [4] 张浩,周雪松.输电线路施工中泥浆护壁稳定性的影响因素[J].岩土工程技术,2022,18(6):124-127.
- [5] 刘涛,韩雪.基于泥浆护壁稳定性的灌注桩施工工艺优化[J].建筑与施工,2020,31(3):45-48.