

# 拦河闸地基加固工程水泥搅拌桩的应用与施工质量控制

王乐乐

河南省水利第二工程局集团有限公司 河南 郑州 450016

**摘要:** 随着水利工程建设的不断深入,地基加固技术的重要性日益凸显。水泥搅拌桩技术以其独特的加固效果和施工便捷性,在拦河闸地基加固工程中得到了广泛应用。本文将从技术原理、应用、施工质量控制等多个角度,全面阐述水泥搅拌桩在拦河闸地基加固工程中的具体应用及施工过程中的质量控制措施,以期对相关工程的实施提供更为详尽的理论支撑和实践指导。

**关键词:** 拦河闸;地基加固;水泥搅拌桩;承载能力;施工质量控制

## 引言

在水利工程中,拦河闸的稳定性至关重要,它直接关系到整个工程的安全与效益。地基加固作为提高拦河闸稳定性的关键环节,其技术选择与实施质量显得尤为重要。水泥搅拌桩技术以其经济、高效、环保等特点,在地基加固领域占据了重要地位。本文旨在深入探讨水泥搅拌桩在拦河闸地基加固工程中的应用及施工质量控制措施,以期对相关工程提供有益的参考。

## 1 水泥搅拌桩在拦河闸地基加固中的具体应用

### 1.1 加固机理的深入分析

水泥搅拌桩的加固机理主要是通过将水泥浆液与地基土进行强制搅拌,使二者在物理和化学反应的作用下形成具有较高强度和稳定性的复合地基。在拦河闸地基加固中,这种技术能够显著提高地基的承载力,有效减少地基的沉降变形,进而保证水闸在各种工况下的稳定运行。

### 1.2 施工过程

水泥搅拌桩的施工过程是一个精细化、技术化的操作流程,每一步都需严格把控以确保施工质量和加固效果。首先进行定位,施工人员利用GPS或全站仪等专业测量设备确定桩位,确保位置准确无误,为后续桩机就位奠定基础。其次是预搅下沉,这一步骤中,操作人员需驾驶专业的钻机搭配合适直径的钻头,按照预定的深度进行向下切土钻进,期间要保持垂直度和孔径的一致性。达到设计孔深后停止钻进。预搅下沉的同时,启动水泥浆搅拌机按照确定的配比进行水泥浆的制备,为下一步喷浆做好准备。再次进入提升、喷浆搅拌环节。喷浆是水泥搅拌桩施工中的关键环节,喷浆时要控制注浆压力和桩机提升速度,确保浆液能够均匀、连续地喷入中,同时桩机通过不断搅拌,将注入的水泥浆液和地基土进行充分搅拌。以确保浆液和地基土能够充分混合,

形成均匀、密实的加固柱体。最后进行重复搅拌或重复喷浆搅拌。通过上述工序,这些加固柱体与周围的土体紧密结合,共同构成复合地基,从而有效提高地基的整体强度和稳定性。

### 1.3 设计的关键要点

#### 1.3.1 桩位布置

为了确保加固效果的最大化,设计人员需要对地质勘察数据进行深入的分析,这些数据包括地基的土层分布、土层厚度、土壤类型及其物理力学性质等。通过对这些数据的细致研究,设计人员能够准确评估地基的承载力和稳定性,从而科学地确定桩位的具体位置和间距。合理的桩位布置不仅能够确保桩与桩之间形成有效的加固网络,还能优化地基的应力分布,提高地基的整体承载能力。设计人员通常会采用网格状布置或者梅花形布置等方式,确保每一根桩都能充分发挥其加固作用,同时避免桩与桩之间的干扰<sup>[1]</sup>。此外,设计人员还需要考虑施工的可操作性,确保桩位布置既符合工程要求,又便于施工操作。

#### 1.3.2 桩径与桩长

设计人员需要根据地基的承载力和变形要求来综合考量桩径和桩长的设定。承载力要求高的区域,通常需要更大的桩径以提供更大的加固截面,从而提升地基的承载能力。同时,桩长的设计也要充分考虑地基的土层分布和力学性质,确保桩身能够穿透软弱土层,达到承载力更高的土层。在避免资源浪费的前提下,设计人员应进行精细化的计算和分析,以确定最合适的桩径和桩长。过大的桩径和桩长不仅会增加材料成本和施工难度,还可能对周边环境造成不必要的扰动。因此,通过科学的分析和计算,找到承载力和经济效益之间的平衡点,是桩径与桩长设计的核心目标。这种精细化的设计方法,能够确保水泥搅拌桩在实现最佳加固效果的同

时,也达到资源利用的最优化。

### 1.3.3 固化剂选择

通常情况下,高质量的水泥是作为固化剂的首选。这是因为水泥能够与地基土壤有效混合,通过一系列的物理化学反应,形成具有较高强度和耐久性的复合地基。选用强度等级为42.5级以上的普通硅酸盐水泥可以确保搅拌桩的强度和稳定性。除了基础的水泥固化剂外,根据工程的具体需要,还可以添加适量的添加剂来改善施工性能和桩体质量。例如,可以掺入速凝剂来加速水泥的凝固过程,这在需要快速达到工程强度要求的情况下非常有用。同时,减水剂的使用可以减少拌合用水量,从而在保证工作性能的前提下降低水灰比,提高桩体的强度<sup>[2]</sup>。添加剂的配比也是一项精细的工作,需要根据土壤条件、工程要求和施工环境进行个性化调整。合理的配比能够最大化地发挥固化剂和添加剂的效能,从而提升搅拌桩的整体性能。

## 2 水泥搅拌桩施工质量控制策略

### 2.1 施工前准备工作

#### 2.1.1 地质勘测

在施工前进行详细的地质勘测是至关重要的,地质勘测能够揭示地基中各土层的分布情况。不同土层具有不同的物理力学性质和承载力,了解土层分布有助于确定桩的打入深度和施工方案。通过勘测,可以获取地基土壤的物理力学参数,如密度、含水量、压缩模量等。这些数据对于评估地基的稳定性和承载力至关重要,也为后续设计提供了必要的依据。地质勘测还能帮助识别地基中可能存在的潜在风险,如软弱夹层、地下空洞等。这些风险因素若及时发现和处理,可能会对施工过程和使用安全造成严重影响。基于地质勘测的结果,可以制定出更为精确和合理的施工方案。例如,在土层较软或含水量较高的区域,可能需要采取特殊的加固措施或调整桩的设计参数。

#### 2.1.2 施工组织设计

根据地质勘测结果和具体的工程要求,编制详细的施工组织设计是确保水泥搅拌桩施工顺利进行的关键。这一步骤涵盖了多个重要方面:首先,确定合理的施工顺序是至关重要的。结合地质条件和工程特点,规划出最优的施工路径,从而确保各施工环节之间的顺畅衔接。这不仅可以提高施工效率,还能有效减少不必要的资源浪费。其次,明确工艺流程也是施工组织设计中的重要一环。通过细化每个施工步骤,确保操作人员能够清晰了解自己的工作职责和操作要求,从而保障施工质量。此外,制定严格的质量标准也是必不可少的。明确

各项质量指标和验收标准,为施工过程中的质量控制提供有力依据。最后,安全措施的设计同样不容忽视。在施工组织设计中,必须充分考虑施工安全,制定详细的安全操作规程和应急预案,确保施工人员的安全。

#### 2.1.3 技术培训

技术培训不仅包括操作技能的提升,更注重质量意识的培养。通过专业培训,施工人员能够熟练掌握水泥搅拌桩的施工技术和操作方法,了解施工过程中的注意事项和常见问题,从而在实际施工中能够准确执行施工方案,减少操作失误<sup>[3]</sup>。此外,技术培训还强调质量意识的重要性,让施工人员深刻理解施工质量对工程安全和使用寿命的直接影响。通过案例分析、质量事故讲解等方式,提高施工人员对质量的重视程度,使他们在施工过程中始终牢记质量第一的原则。

## 2.2 施工过程中的质量控制

### 2.2.1 原材料控制

在施工过程中的质量控制环节,原材料控制是至关重要的一环。主要体现在:(1)水泥质量控制:水泥作为水泥搅拌桩的主要原材料,其质量直接影响到搅拌桩的强度和耐久性。因此,必须对进场的水泥进行全面的质量检查。检查内容包括水泥的标号、生产日期、合格证等,进场后取样进行复检,确保其符合设计要求和相关标准。对于不合格的水泥,应坚决予以退场处理。(2)其他原材料控制:除了水泥之外,对于施工中使用的其他原材料,如添加剂、拌合用水等,也应进行严格的质量控制。这些原材料的质量同样会影响到搅拌桩的性能。因此,在材料进场前,应对其进行全面的检查,确保其质量符合要求。(3)材料存储与管理:对于进场的原材料,应做好存储和管理工作<sup>[4]</sup>。水泥等易受潮的材料应存放在干燥、通风的仓库中,避免受潮结块。同时,应建立完善的管理制度,确保材料的合理使用和及时补充。

### 2.2.2 设备检查与维护

设备检查与维护在水泥搅拌桩施工中具有举足轻重的地位。为确保搅拌桩设备的正常运行,应定期进行全面的检查。这包括对设备的机械部件、电气系统以及液压系统等进行仔细检查,以及时发现并解决潜在的问题。除了检查外,预防性维护同样重要。例如,定期更换液压油、清洗散热器等,可以延长设备的使用寿命并减少故障发生的概率。搅拌桩设备的精度对于施工质量也至关重要。因此,应定期对设备进行校准,确保其精度满足施工要求。通过对搅拌桩设备的定期检查和专业维护,可以显著降低施工过程中的故障率,从而提高施

工效率和质量。这不仅是保障施工进度的关键，也是确保工程整体质量的重要环节。

### 2.2.3 关键参数控制

在施工过程中，严格控制关键参数是确保水泥搅拌桩质量的核心。主要包括：（1）水灰比：控制水泥浆的比重和喷浆压力是关键，这直接影响到搅拌桩的强度和可靠性。通常建议施工前进行试验桩以确定最佳水灰比。（2）下沉或提升速度：通过控制电机的转速，控制桩机的下沉或提升速度，确保搅拌桩内的水泥和地基土均匀混合，提高施工质量。转速过快或过慢都可能影响混合效果，因此需要根据具体情况进行调整。（3）喷浆压力：喷浆压力的大小，关乎水泥浆的实际用量。足够的水泥浆是强度满足要求的基本保障。（4）搅拌次数，喷浆过程中的搅拌是水泥浆液与地基土混凝土均匀的关键；受下沉或提升速度的影响，搅拌时间的不足可能导致混合不均匀，影响桩体质量。所以要通过重复搅拌或重复喷浆搅拌达到搅拌均匀的效果。（5）施工速度：合理安排施工速度至关重要，既要保证施工质量，又要确保工期。过快的施工速度可能导致施工质量下降，而过慢则可能影响工程进度。

### 2.2.4 施工现场管理

施工现场管理是确保水泥搅拌桩施工安全、有序、高效进行的关键环节。首先，合理安排施工进度是施工现场管理的重要任务。通过制定详细的施工计划，明确各阶段的任务和时间节点，确保施工进度不受延误，从而保障工程的顺利完成。其次，保持现场整洁也是施工现场管理的重要内容。通过定期清理施工现场，及时清除杂物和垃圾，确保施工环境的整洁和安全，为施工人员创造一个良好的工作环境。最后，及时处理施工废弃物是施工现场管理不可忽视的一环。废弃物的及时处理不仅能够保持现场环境的清洁，还能有效减少对环境的影响，符合环保要求。

## 2.3 施工后的质量检测与评估

### 2.3.1 质量检测

完成水泥搅拌桩施工后，质量检测是确保工程质量的关键环节。一是桩身强度检测：采用钻芯取样等方法，对桩身不同深度进行抗压强度测试，确保桩身各处均达到设计要求。这些测试能够直观反映桩身的承载能力，是评估搅拌桩质量的重要指标。二是通过复合地基承载力试验，测定地基承载力是否达到设计预期，因此这一检测环节至关重要。通过全面的质量检测，可以确保水泥搅拌桩的施工质量，保障其在实际使用中的安全性和稳定性。

### 2.3.2 承载力试验与沉降观测

承载力试验与沉降观测是评估加固后地基效果的重要环节，承载力试验是通过测量地基在逐渐增加荷载下的反应，来确定地基的极限承载能力。这种方法可以直观地反映加固后地基的强度提升情况。常用的承载力试验方法有平板载荷试验、静力触探试验等，通过这些试验可以获得地基的承载力特征值，为后续工程设计和施工提供依据。沉降观测是通过定期监测地基的沉降情况，来评估加固效果的一种有效手段。通常在地基加固前后以及使用过程中进行定期观测，通过对比分析沉降数据，可以判断加固措施是否有效，以及预测地基的长期稳定性。

### 2.3.3 调整施工方案

根据质量检测、承载力试验与沉降观测的结果，我们可以获取关于地基加固效果的直接反馈。如果发现任何不符合设计要求或预期性能的问题，就必须及时调整施工方案和质量控制措施。例如，如果承载力试验结果显示某些区域的承载力低于预期，我们可能需要增加搅拌桩的密度或改进桩的施工工艺。同样，如果沉降观测表明某些区域沉降过快，这可能意味着需要对这些区域进行额外的加固处理。调整施工方案不仅仅是为了解决当前的问题，更重要的是为了避免类似问题的再次出现。通过对施工方案的持续改进和优化，我们可以确保后续施工的质量，并提高整个地基加固工程的可靠性和耐久性。

## 结语

水泥搅拌桩作为一种高效、经济的地基加固技术，在拦河闸地基加固工程中具有广泛的应用前景。通过深入分析加固机理、合理设计以及严格的质量控制策略的制定与实施，可以确保水泥搅拌桩的加固效果达到最佳状态。随着科技的不断进步和施工技术的日益完善，我们有理由相信，水泥搅拌桩将在未来的水利工程中发挥更加重要的作用。

## 参考文献

- [1] 张爱疆. 水利工程中水泥搅拌桩施工技术的质量控制措施[J]. 河南科技, 2020, (09): 78-79.
- [2] 李作恒. 水泥搅拌桩施工技术及其质量控制[J]. 中国交通建设监理, 2021, (01): 33-34.
- [3] 王鑫. 水泥搅拌桩施工质量控制及管理[J]. 交通标准化, 2023, (06): 03-04.
- [4] 王志华. 水泥搅拌桩施工工艺与质量控制[J]. 工程与管理, 2020, 37(6): 45-52.