

# 水利施工钻孔灌注桩施工技术分析

刘鹏飞

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 本文围绕水利施工中钻孔灌注桩施工展开。先阐述其核心原理与适用条件,接着详细介绍核心施工流程,涵盖施工准备、钻孔、清孔处理等环节技术要点。还深入探讨钢筋笼制作、运输与安装技术,以及混凝土浇筑技术要点、常见问题防控和养护要点。通过全面分析各环节,旨在为水利施工中钻孔灌注桩施工提供系统、专业的技术指导,确保施工质量和工程安全,提高钻孔灌注桩在水利工程基础加固中的有效性和可靠性,推动水利工程建设技术发展。

**关键词:** 水利施工; 钻孔灌注桩; 施工技术; 钻孔工艺; 质量控制

引言: 在水利工程建设中,基础施工的质量直接关系到整个工程的稳定性与安全性。钻孔灌注桩作为一种常见且重要的基础形式,因其适应性强、承载力高等优点,被广泛应用于各类水利构筑物的基础加固。然而,水利施工环境复杂,地质条件多变,地下水丰富,这对钻孔灌注桩的施工技术和质量控制提出了更高要求。本文将深入探讨水利施工中钻孔灌注桩的施工核心原理、适用条件、核心施工流程与技术要点等内容,为实际工程提供科学、合理的指导。

## 1 钻孔灌注桩施工核心原理与适用条件

钻孔灌注桩施工的核心原理是通过专用钻孔设备在地基中钻出符合设计要求的桩孔,在钻孔过程中采取有效的护壁措施,防止孔壁坍塌,待钻孔达到设计深度后,清除孔底沉渣,然后放入钢筋笼,浇筑混凝土形成灌注桩,最终通过桩体与地基土层的摩擦力、端承力共同承担上部结构荷载,实现基础加固的目的。

在水利施工中,钻孔灌注桩的适用条件主要结合水利工程的地基特点和上部结构要求确定,具体包括:(1)适用于各类软弱地基、砂土地基、砂卵石地基及岩层地基,尤其适合处理水利工程中常见的软土地基,可有效提高地基承载力;(2)适用于要求基础沉降量小、承载力高的水利构筑物,如泵站机房、水闸闸室、堤坝防渗墙基础等;(3)适用于地下水水位较高、地质条件复杂的施工场景,通过合理的护壁工艺,可有效抵御地下水对孔壁的冲刷和渗透,保障钻孔施工顺利进行;(4)适用于施工空间有限、对周边原有水利设施影响要求较高的区域,其施工过程相对隐蔽,对周边土体扰动较小,可减少施工对原有工程结构的破坏<sup>[1]</sup>。

## 2 水利施工钻孔灌注桩核心施工流程与技术要点

### 2.1 施工准备

施工准备是钻孔灌注桩施工的基础,关乎后续施工

与质量,涵盖场地、设备、材料和技术四方面。(1)场地准备:结合水利施工地形,清理杂物杂草、平整场地、修整便道,保障设备通行。地下水水位高或场地积水时,设排水设施降水位、排积水,防场地泥泞。依桩位设计划分区域并做好标记,控制桩位偏差。(2)设备准备:依地质条件和桩体参数选钻孔设备,回旋钻机适用于砂土、软土地基;冲击钻机适用于砂卵石、岩层地基;旋挖钻机适用于工期紧、地质简单场景。同时配备护壁、清孔、钢筋笼加工、混凝土浇筑等设备,全面检查、调试、保养,确保正常运行。(3)材料准备:水泥、砂石、钢筋、外加剂等原材料要符合质量要求,进场前检验。水泥选符合设计强度等级且具抗渗、耐久性的品种;砂石控制含泥量与颗粒级配;钢筋选符合设计要求的热轧钢筋,表面无缺陷;外加剂依施工需求选,改善混凝土性能。(4)技术准备:熟悉图纸,明确桩体设计参数;分析地质资料,制定合理施工方案,明确各环节技术要求与操作规范;对施工人员技术交底,确保规范施工。

### 2.2 钻孔施工

钻孔施工是钻孔灌注桩核心环节,其质量决定桩孔垂直度、孔径和孔深,影响桩体承载能力。施工需遵循“先慢后快、分层钻孔、及时护壁”原则,依地质条件调整钻孔速度与护壁工艺。(1)设备安装与初始钻孔:钻孔前,牢固安装钻孔设备,调整钻机垂直度与水平度,防止钻孔时倾斜、移位,保障桩孔垂直度。将钻头对准桩位中心启动钻机,初期速度不宜快,避免钻头偏移,待钻深达1-2m后,逐步加快速度。(2)护壁工艺:水利施工中,地下水丰富、土层稳定性差,要选合适护壁方式。泥浆护壁适用于砂土、软土地基及地下水水位高区域,制备合格泥浆注入桩孔,利用其静压力平衡地下水压力,吸附岩渣排出。需控制泥浆比重、黏度和含砂量,持续补充,保持液面高于地下水水位0.5-1.0m。钢套管护壁适

用于砂卵石、岩层地基或泥浆护壁不佳区域,按设计沉入钢套管,其直径略大于桩径,沉入时确保垂直、接口密封。(3)过程检查:钻孔中定期测深度和垂直度,及时纠偏。达设计深度后,全面检查孔径、孔深、垂直度,不符合要求及时整改<sup>[2]</sup>。

### 2.3 清孔处理

清孔处理的目的是清除桩孔底部的沉渣,减少沉渣对桩体端承力的影响,保障桩体与地基土层的有效结合,提高桩体承载能力。清孔处理需在钻孔达到设计深度、检查合格后立即进行,避免沉渣沉积,清孔过程中需保持孔壁稳定,防止孔壁坍塌。(1)水利施工中常用的清孔方式包括换浆法、抽浆法和掏渣法,具体选用哪种方式,需结合地质条件和沉渣厚度确定。换浆法适用于沉渣厚度较小、泥浆性能较好的场景,通过注入新的合格泥浆,替换桩孔内含有大量岩渣的旧泥浆,逐步降低泥浆中的含砂量,达到清孔目的;抽浆法适用于沉渣厚度较大、砂卵石含量较高的场景,利用抽浆设备将桩孔底部的沉渣和不合格泥浆抽出,同时注入新的泥浆,确保清孔效果;掏渣法适用于冲击钻孔施工,利用掏渣筒将桩孔底部的岩渣掏出,再补充泥浆,直至沉渣厚度符合要求。(2)清孔质量需符合以下要求:桩孔底部沉渣厚度需控制在设计要求范围内,对于端承桩,沉渣厚度不得超过规范规定的限值;清孔后的泥浆比重、黏度和含砂量需符合设计要求,确保泥浆具有良好的护壁效果和排渣能力;清孔完成后,需对沉渣厚度进行复查,若沉渣厚度超过限值,需重新清孔,直至合格。

## 3 钢筋笼制作与安装技术要点

### 3.1 钢筋笼制作

钢筋笼制作需在专用加工场地进行,根据设计图纸确定钢筋笼的规格、尺寸、钢筋间距和数量,选用合格的钢筋进行加工。(1)对钢筋进行调直、切断,去除钢筋表面的锈蚀、油污和杂物,确保钢筋表面干净、平整;然后按照设计要求进行钢筋弯曲成型,制作钢筋笼的主筋、箍筋和加强箍,主筋的长度需符合桩长要求,箍筋的间距需均匀,加强箍需设置在钢筋笼的两端和中间部位,间距根据设计要求确定,增强钢筋笼的整体性和刚度。(2)钢筋笼的绑扎或焊接需符合规范要求,绑扎时,主筋与箍筋、加强箍的连接需牢固,绑扎点间距均匀,不得出现松动现象;焊接时,焊缝需饱满、平整,无夹渣、气孔、裂纹等缺陷,焊缝长度和厚度需符合设计要求,避免出现虚焊、漏焊现象。钢筋笼制作完成后,需对其规格、尺寸、钢筋间距、焊缝质量进行全面检查,确保符合设计要求,检查合格后,做好标记,等待安装<sup>[3]</sup>。

### 3.2 钢筋笼运输

钢筋笼运输环节对于保障其质量至关重要,必须依据施工场地的具体状况,如场地空间大小、道路状况等,同时综合考虑钢筋笼的长度与重量,精心挑选适宜的运输设备。(1)常见的运输设备有平板车和起重机等,平板车适用于短距离、场地较为开阔的运输场景;起重机则常用于将钢筋笼吊运至运输车辆上,或在不同高度位置进行转移。(2)在运输期间,要采取切实有效的固定措施。利用专业的绑扎工具和固定装置,将钢筋笼牢固地固定在运输设备上,防止其在运输过程中因晃动、颠簸而发生变形、移位或者损坏。对于长度较长的钢筋笼,建议采用分段运输的方式,每段长度要便于运输和装卸。运输过程中,要始终保持钢筋笼的垂直状态,避免出现弯曲、扭曲等情况。并且,要提前规划好运输路线,确保路线平整、顺畅,尽可能减少颠簸,全方位保障钢筋笼在运输过程中的质量安全。

### 3.3 钢筋笼安装

钢筋笼安装需在清孔合格后立即进行,避免间隔时间过长,导致孔底沉渣厚度增加,影响桩体质量。安装前,需检查钢筋笼的规格、尺寸和完整性,清除钢筋笼表面的杂物和泥土;然后利用起重机将钢筋笼吊至桩孔上方,调整钢筋笼的垂直度和中心位置,确保钢筋笼的中心与桩孔中心重合,垂直度符合设计要求。(1)钢筋笼安装过程中,需缓慢下放,避免钢筋笼碰撞孔壁,导致孔壁坍塌;下放速度需均匀,根据孔壁情况适时调整,若遇到阻力,不得强行下放,需查明原因,及时处理后再继续下放。对于分段制作的钢筋笼,需在孔内进行对接,对接时,需确保主筋对齐,焊缝质量符合要求,对接完成后,需检查钢筋笼的垂直度和位置,确认无误后,继续下放,直至钢筋笼达到设计标高。(2)钢筋笼安装到位后,需采取固定措施,将钢筋笼牢固固定在孔口,防止钢筋笼在混凝土浇筑过程中发生上浮、移位,确保钢筋笼的安装质量。

## 4 混凝土浇筑技术要点及常见问题防控

### 4.1 混凝土浇筑技术要点

混凝土浇筑前,要对桩孔再次复查,核查孔底沉渣厚度、孔壁稳定性及钢筋笼安装位置,确保达标;同时检查浇筑设备,保证运行正常、管道畅通。采用导管浇筑法,导管选强度高、密封性好的钢管,直径依桩径确定,浇筑前做水密性试验防渗漏。(1)导管安装与初灌:安装导管要确保垂直,接口密封严实,底部距孔底0.3-0.5m,便于混凝土流出且防沉渣堵塞。浇筑前在导管内放隔水栓,防混凝土与泥浆混合。将合格混凝土倒入料

斗,经导管缓慢注入桩孔,持续补充混凝土,保持导管内液面高于孔内泥浆液面,防泥浆污染混凝土。(2)浇筑速度与导管提升:控制浇筑速度,过快易离析,影响密实度;过慢会中断,出现冷缝,影响整体性。定期测浇筑高度,及时提升导管,提升速度与浇筑速度同步,确保导管底部埋入混凝土2-6m,防导管拔出致泥浆涌入断桩。(3)连续浇筑与桩顶处理:浇筑要连续,特殊情况中断时间不得超混凝土初凝时间,超则需有效处理。浇至桩顶设计标高以上0.5-1.0m时停止,预留浮浆层,凝固后剔除,保证桩顶质量<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 常见浇筑问题及防控措施

水利施工中,钻孔灌注桩混凝土浇筑过程中,受施工环境、施工工艺等因素影响,易出现混凝土离析、断桩、桩顶浮浆过厚等问题,需采取针对性的防控措施,确保浇筑质量。(1)混凝土离析主要是由于混凝土配合比不合理、浇筑速度过快、导管抖动剧烈等原因导致,防控措施主要包括:严格控制混凝土配合比,确保砂石、水泥、外加剂的用量符合要求,改善混凝土的和易性;控制浇筑速度,避免过快浇筑;浇筑过程中,避免导管剧烈抖动,保持导管垂直、稳定,同时定期搅拌混凝土,防止混凝土分层离析。(2)断桩是混凝土浇筑过程中最严重的质量问题之一,主要是由于导管拔出混凝土液面、浇筑中断时间过长、孔壁坍塌等原因导致,防控措施主要包括:浇筑过程中,严格控制导管理入深度,定期测量混凝土浇筑高度,及时提升导管,避免导管拔出混凝土液面;确保混凝土浇筑连续进行,若需中断,需控制中断时间在混凝土初凝时间以内;加强孔壁保护,做好护壁工作,防止孔壁坍塌,若发生孔壁坍塌,需及时处理,必要时重新钻孔。

#### 4.3 混凝土养护技术要点

混凝土养护是保障混凝土强度增长、提高混凝土耐久性的重要环节,尤其在水利工程中,混凝土长期处于水环境中,养护质量直接影响桩体的抗渗性和使用寿命。

混凝土浇筑完成后,需及时进行养护,养护时间不得少于规范要求,一般不少于14天。(1)养护方式需结合施工环境和水利工程特点确定,对于地下水位较高的区域,可采用自然养护,在桩顶覆盖保湿材料,如土工布、麻袋等,定期洒水,保持混凝土表面湿润,防止混凝土表面开裂;对于干燥、炎热的区域,需加强保湿养护,增加洒水次数,必要时设置遮阳设施,防止混凝土水分过快蒸发;对于水下浇筑的混凝土,可利用地下水进行自然养护,确保混凝土在湿润环境中强度稳定增长。(2)养护过程中,需定期检查混凝土的强度增长情况,观察混凝土表面是否出现裂缝、破损等缺陷,若发现问题,需及时采取整改措施,确保混凝土养护质量<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

水利施工中钻孔灌注桩施工是一项系统且复杂的工作,涉及多个环节和众多技术要点。从施工准备到钻孔、清孔,再到钢筋笼制作安装以及混凝土浇筑与养护,每个环节都紧密相连、相互影响。只有严格遵循施工规范,精准把握各环节技术要点,有效防控常见问题,才能确保钻孔灌注桩的施工质量。未来,随着水利工程建设规模不断扩大和技术不断进步,我们需持续优化施工工艺,加强技术创新,提高钻孔灌注桩施工的效率和质量,为水利事业的可持续发展提供坚实保障。

#### 参考文献

- [1]黑希林.建筑工程中钻孔灌注桩施工监理要点探讨[J].工程技术研究,2022,7(20):212-214.
- [2]张盼.水利工程钻孔灌注桩施工技术探讨[J].工程建设与设计,2022(09):77-79.
- [3]胡波.桩基工程钻孔灌注桩施工监理质量控制分析[J].房地产世界,2022(06):131-133.
- [4]黄富民.水利工程钻孔灌注桩施工监理控制措施[J].工程技术研究,2021,6(17):205-206.
- [5]张崇昌,陈环.水利施工中的钻孔灌注桩施工技术分析[J].中国新技术新产品,2021(08):123-125