

# 公路桥梁旋挖成孔桩基沉渣处理技术探讨

郑勇

(四川公路桥梁建设集团有限公司公路三分公司,四川 成都 610200)

**摘要:**随着我国公路桥梁建设的快速发展,桩基础作为公路桥梁的重要组成部分,其质量受到广泛关注。在我国的桥梁建设中,旋挖成孔桩基成为最常用的桩基形式。然而,在旋挖成孔施工中,经常会出现沉渣问题,如果处理不当,会严重影响成孔质量,给工程留下安全隐患。主要对旋挖成孔沉渣的形成机制进行了分析,并提出了相应的处理措施。

**关键词:**公路桥梁;旋挖成孔;桩基;沉渣

中图分类号:TU753.3

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)35-0124-03

## 0 引言

随着我国经济快速发展,公路建设也有了巨大进步。在公路桥梁施工中,桩基是最基础、最重要的工程部分。为了保证桥梁整体质量和使用寿命,在桥梁建设中对桩基施工工艺要求也越来越高。旋挖成孔桩因具有施工效率高、无泥浆污染等优点被广泛应用于公路桥梁建设中。因此,如何在旋挖成孔桩施工中处理沉渣问题成为工程建设人员关注的重点。

## 1 沉渣形成机制

沉渣是指在钻孔桩施工过程中,钻具与地层发生摩擦而产生的破碎岩块。由于成孔过程中钻具在钻进过程中不断对地层进行挤压,导致钻具周边岩土挤压破碎,形成一些细小的土粒和岩石颗粒,并在孔壁形成泥皮。这些土粒和岩石颗粒随着钻进深度的增加,其比重也会不断增大。如果这些土粒和岩石颗粒没有被冲洗液冲洗掉,就会粘附在孔壁上形成泥皮。泥皮的厚度随着孔壁的深度不断增加而变厚,当其厚度达到一定程度时就会导致孔壁坍塌,并最终形成沉渣。旋挖成孔工艺主要包括:动力头旋转钻进、旋挖钻进、人工挖孔以及水下混凝土灌注等部分。在旋挖成孔施工中,钻具旋转钻进和旋挖钻进的技术都会影响到沉渣的形成。在钻进过程中,由于钻具的旋转,使得钻头不断对地层进行挤压和破碎,这样就会导致孔壁受到扰动,其周围岩层的裂隙不断扩大。当孔壁受到破坏后,就会产生裂隙和空洞。在这些空洞中含有大量的砂粒、泥土和岩屑等细小颗粒,这些细小颗粒会随着钻进过程不断从孔内进入泥浆中,形成沉渣。

## 2 沉渣影响因素分析

沉渣的形成是由多方面因素共同作用的结果。首先,在成孔过程中,由于钻机提升、下钻、回转等施工动作产生的机械振动和冲击,导致孔内泥浆产生波浪运

动,扰动孔壁,使孔壁岩石和黏土颗粒受振松动而剥落,进而形成泥浆柱。在钻进过程中,钻孔深度越大,孔壁受到的振动影响就越大。其次,在成孔过程中,如果钻机上提速度过快或回转速度过快等原因引起孔壁坍塌,导致泥浆柱受到破坏而形成的。再次,在钻进过程中如果钻头转速过快或钻具下沉过快等原因引起的钻头上提速度过大或钻具下沉速度过小也会导致泥浆柱的形成。最后,在钻进过程中如果孔内泥浆不足时会导致孔壁坍塌和钻进速度过慢等原因引起的孔壁坍塌也会形成泥浆柱。以上原因都会导致旋挖成孔桩桩底沉渣形成。另一方面,在钻进过程中如果钻速过快、钻头转速过快等原因会使钻头上提速度过快导致泥浆柱产生振动和冲击,造成孔内泥浆柱破裂。在成孔过程中如果孔壁坍塌或者钻具下沉速度过快导致钻头上提速度过小也会出现孔壁坍塌现象。此外,如果在施工过程中,钻孔深度不合适或者钻头尺寸不合适等导致钻具下沉速度太小也会造成孔壁坍塌现象。

## 3 常规旋挖成孔桩基沉渣处理技术存在的弊端

在旋挖成孔施工中,遇到不同程度的沉渣,我们要根据现场实际情况采取不同的处理措施,下文对常见的沉渣处理措施进行介绍。

(1)当沉渣厚度小于2m时,一般情况下可采取高压水冲,这种方法成本较低,但效果不佳,处理时间较长。因此在具体施工中,一般可采用真空吸泥机配合高压水冲进行处理,这会增加沉渣处理的成本。

(2)当沉渣厚度大于2m时,采用大直径钻孔取芯机进行处理。大直径钻孔取芯机可直接对钻杆内的岩样进行取样分析。如果岩样满足设计要求,可通过检测报告及施工方案对其进行处理;如果岩样不满足设计要求,则可采取加大孔径或更换钻杆的方式进行处理,需要不断调整沉渣处理工艺参数,影响沉渣处理速度。

(3)当沉渣厚度大于10cm时,可通过旋挖钻在钻孔内进行二次清孔,清孔后应再次对沉渣厚度进行检测,确定沉渣厚度是否符合要求。当沉渣厚度达到要求后,可通过更换钻头、钻杆等方式对其进行处理,存在一定的安全隐患,不利于沉渣效果和质量的提升。

#### 4 气举反循环沉渣处理技术

针对常规旋挖成孔桩基沉渣处理技术存在的弊端,可采用更加先进的气举反循环沉渣处理技术,旋挖成孔桩基沉渣处理效果和质量。

##### 4.1 技术的应用原理

气举反循环沉渣处理技术是一种利用气体的压缩和膨胀来实现能量转换的技术,其应用原理如下。

空气压缩机将压缩空气输进风管,空气经风管底部排出和泥浆形成气液混合物。

孔底沉渣在喷出气体的冲击作用下悬浮起来,由于管内、外液体的密度差,孔内泥浆、空气、沉渣的三相流沿导管向上运行,被排出孔口,进入接渣篮。

过滤出泥浆中的沉渣后,过滤后的泥浆又重新进入孔内,反复循环直至孔底沉渣厚度达到规范要求。

这种技术的优点是清渣速度快、清渣能力强,配置简单、技术要求高,适用于大直径和深孔清渣。但也存在一些缺点,如空气压缩机的功率需求较大,进气管的深度和直径需要根据具体情况进行调整,同时还需要考虑安全因素等。

##### 4.2 技术应用范围

虽然气举反循环沉渣处理技术应用在公路桥梁旋挖成孔桩基沉渣处理中具有清渣速度快、效率高、清渣质量等优势。但也有一定的适用范围,相比于传统的沉渣处理技术,气举反循环沉渣处理技术多应用在孔深不超过150m,且对沉渣厚度要求比较高的旋挖成孔桩沉渣清理中。同时,其适用的地层比较广,在黏土层、砂层、砾石层、卵石层、岩层沉渣清理中都可以得到良好的应用。

##### 4.3 结构组成

气举反循环沉渣处理系统的结构组成主要包括以下部分。

(1)气举反循环系统,包括气源、气举泵、空气压缩机、导管、喷嘴、接渣篮、清渣篮等组成部分。

(2)泥浆系统,包括泥浆泵、泥浆搅拌器、泥浆池、泥浆管道等组成部分。

(3)控制系统,包括控制柜、PLC控制器、传感器、执行器等组成部分。

(4)其他辅助设备,包括空气净化器、过滤器、压力表、流量计等组成部分。

气举反循环沉渣处理系统的结构组成主要是为了实现气举反循环沉渣处理的功能,包括将泥浆、空气、沉渣三相流混合,将孔底沉渣悬浮起来,并通过导管排出孔外,同时将过滤后的泥浆重新注入孔内,实现清渣的效果。

##### 4.4 气举正/反循环沉渣处理工艺设备对比

气举反循环沉渣处理工艺设备和气举正循环沉渣处理工艺设备相比,增加了一套9~20m<sup>3</sup>/h的空压机和一套风管。风管在孔底沉渣清理中主要安装在导管内部,这就需要在导管上部增加一个连接阀门,并将气浆混合器布置在风管下部<sup>[4]</sup>。气举反循环沉渣清孔工艺可促使旋挖钻孔底部的沉渣从导管内反出,并于导管上部增加一套三通管,通过三通管可将孔底沉渣排放到接渣篮中。结合气举反循环沉渣处理的原理和工艺特点,在桥梁旋挖桩孔底沉渣清理中,第一次沉渣清理并不适合采用气举反循环沉渣清理技术。否则,在清渣施工中需要逐节拔出导管后,再安装上风管,增加工作量,而且会影响旋挖钻孔桩施工质量。当第一次清孔完成后,再拔出和拆除导管与风管。等钢筋笼下方完成后,二次进行风管安装,风管安装完成后即可进行二次清孔作业。

##### 4.5 气举反循环沉渣处理技术的操作要领

气举反循环沉渣处理技术的操作要领如下。

(1)安装气举反循环沉渣处理系统。在进行清渣前,需要先安装气举反循环沉渣处理系统,包括气源、气举泵、空气压缩机、导管、喷嘴、接渣篮、清渣篮等组件。导管的下放深度需要以出浆管底部到沉渣面30~40cm为宜。尤其是风管下放的深度需要以气浆混合器到沉渣面距离与孔深之比的0.55~0.65来确定,以提升沉渣处理效果。

(2)设置系统参数。根据实际情况,设置系统参数,包括气举反循环沉渣处理系统的压力、流量、风管布置等参数,以保证清渣效果和系统的稳定运行。空压机在运行中风量要控制在6m<sup>3</sup>/min~9m<sup>3</sup>/min,控制导管出水管的直径不低于200mm,送风管的直径不能低于25mm,浆气混合器可采用直径为25mm的水管制作而成,在1m左右长度的范围内,至少需要打设6排孔,每排4个直径不低于8mm的钻孔。开始送风操作时,需要先进行孔内送浆,停止沉渣处理时,需要提前断气断浆,在整个沉渣清理过程中,要注意补浆速度和补浆量,以免因为补浆不足而引起塌孔问题<sup>[4]</sup>。

(3)进行清渣操作。启动气举反循环沉渣处理系统,将泥浆、空气、沉渣三相流混合,将孔底沉渣悬浮起来,并通过导管排出孔外,同时将过滤后的泥浆重新注

入孔内,实现清渣的效果。在清渣过程中,需要注意安全事项,如防止气源泄漏、防止泥浆喷溅等。将需要清理的沉渣放入设备的沉淀池中,然后开启设备的反循环功能,使泥浆从沉淀池中抽出并进入设备内部。在设备内部,泥浆会被分离成固体颗粒和液体两部分,固体颗粒被过滤掉,液体则通过管道输送到下一个处理环节。

(4)清洗设备。清理完沉渣后,需要对设备进行清洗。首先关闭设备的反循环功能,然后开启设备的正循环功能,使清水从管道中流入设备内部进行清洗。清洗完毕后,再次关闭设备的正循环功能。

(5)关闭设备。清洗完毕后,关闭设备的电源,并将设备拆开进行清洗和维护。

#### 4.6 清渣速度控制

在公路桥梁旋挖成孔桩基沉渣处理中应用气举反循环沉渣处理时,循环冲洗液会携带钻渣,快速进入过水断面比较小的钻杆内腔中,这就使得气举反循环沉渣处理中冲洗液的上返流速比较快。从钻探水力学原理中可以看出,冲洗液在钻孔内的上返速度通常是钻渣颗粒群悬浮速度的1.2~1.3倍。气举反循环清渣到钻渣在导管中的运行,可促使形态各异的钻群在狭小的空间内连续不断的作悬浮运动,因此,冲洗液的上升速度比较快<sup>[9]</sup>。但由于返浆速度比较大,若在沉渣清理中采用了直径为200mm的导管,会导致粒径在100~150mm的石块同样被清理出来。冲洗液携带钻渣后会进入钻杆和孔壁后形成的环形空间上返,但由于冲洗液上返断面面积大,上返速度比较慢,因此,在实际清渣中可能会出现比重比较大的渣层颗粒回落情况,需要进行多次重复清孔,从而延长清渣时间。

#### 4.7 注意事项

气举反循环沉渣处理技术的应用要点如下。

(1)选择合适的气举反循环沉渣处理设备。不同的工程环境和沉渣性质需要选择不同的气举反循环沉渣处理设备。例如,对于大直径和深孔清渣,需要选择具有较大处理能力和适应性的设备。

(2)合理设置气举反循环沉渣处理系统的参数。包括气举反循环沉渣处理系统的压力、流量、风管布置等参数,需要根据实际情况进行合理设置,以保证清渣效果和系统的稳定性。

(3)加强气举反循环沉渣处理系统的维护保养。气举反循环沉渣处理系统需要定期进行维护保养,包括清洗、更换滤芯、检查气源等,以保证系统的正常运行和清渣效果。

(4)注意安全事项。在气举反循环沉渣处理系统的操作过程中,需要注意安全事项,如防止气源泄漏、防

止泥浆喷溅等,以确保操作人员的人身安全<sup>[9]</sup>。

(5)合理安排清渣周期。根据实际情况,合理安排清渣周期,避免过度清渣导致沉渣堆积和孔壁坍塌等问题。

总之,气举反循环沉渣处理技术是一种高效、可靠的清渣技术,需要根据实际情况进行合理选择和应用,并严格按照操作规程进行操作和维护,以保证清渣效果和系统的稳定性。

### 5 公路桥梁旋挖成孔桩基沉渣控制措施

在旋挖成孔桩基施工过程中,要保证护筒稳定,及时清除孔底沉渣,通过严格控制钻进速度和泥浆性能等方式来避免泥浆淤积。当出现严重的沉渣时,要采取挖除、压入、射水冲切等方式对沉渣进行清除。在旋挖成孔施工过程中,如果遇到地下水丰富的地层,应及时进行降水处理<sup>[9]</sup>。在处理过程中要采用多种方式相结合的方法来进行,通过合理调配泥浆比重、水灰比、搅拌时间等方式来进行。为了避免出现严重的孔底沉渣,在实际施工过程中应该严格控制钻进速度和泥浆性能,并根据实际情况进行泥浆比重、水灰比、搅拌时间等的调整。在旋挖成孔施工过程中,应严格控制钻孔深度,尽量避免出现严重的沉渣现象。

### 6 结语

综上所述,结合理论实践,分析了公路桥梁旋挖成孔桩基沉渣处理技术,分析结果表明,旋挖成孔施工过程中,孔底沉渣过大时会影响灌注混凝土质量。因此,在实际施工过程中需要结合实际情况选择有效的沉渣处理技术,相比于传统沉渣处理技术,气举反循环沉渣处理技术具有清渣速度快、清渣效果好等优势,值得在旋挖成孔桩基施工中大力推广和应用,以提升清渣质量,提升桥梁基础施工质量。

#### 参考文献

- [1] 陈秀辉.旋挖灌注桩桩底沉渣缺陷处理后受力性能分析[J].水利与建筑工程学报,2022,20(5):143-147,154.
- [2] 甘勇锋.河道整治工程建筑桩基质量分析及处理[J].河南水利与南水北调,2022,51(4):55-57.
- [3] 卢志强.旋挖钻孔桩沉渣产生原因及处理措施[J].工程技术研究,2021,6(16):181-182.
- [4] 任培娥,齐波.高回填、强溶岩区桩基基础施工常见问题处理的实践研究[J].建筑技术开发,2021,48(2):152-153.
- [5] 林立强.桩基检测方法在工程质量事故中处理的应用实例[J].福建地质,2020,39(3):225-232.

作者简介:郑勇(1986—),男,汉族,四川雅安人,本科,工程师,主要从事高速公路施工与管理工作。