

# 浅谈水下灌注桩施工管理与质量控制

胡剑飞

北京锐诚工程管理有限公司 北京 100010

**摘要：**水下灌注桩基础工程施工，主要包括成孔、钢筋安装和水下混凝土灌注三项主要工作，做好这三项工作的最终目的是，保证桩的长度、直径、位置、高程、垂直度、混凝土强度等要符合设计要求，进而确保桩基础的承载能力。因此，在施工管理和质量控制上，要紧紧围绕设计提出的各项指标，按照有关施工规范的控制标准，对灌注桩基础工程施工的各个环节进行管理。

**关键词：**钻孔灌注桩；泥浆比重；孔斜率

## 引言

钻孔灌注桩作为一种重要的基础形式，在桥梁等水工建筑物工程中得到广泛应用。与沉入桩相比，它具有噪音低、震动小的特点，且施工方便、造价低，对周围环境及邻近建筑物影响小，能适用于各种地质条件，并成较大的单桩承载力。随着社会经济发展的需要，钻孔灌注桩的桩长和桩径不断加大，单桩承载力的要求也越来越高。如果施工中的任何一个环节出现问题，都将直接影响整个工程的质量和进度，甚至给投资者造成巨大经济损失和不良社会影响。

## 1 工程概况

### 1.1 设计概况

方氏渠左堤路桥，即西北沟入渠口交通桥，位于方氏渠（桩号10+160）左岸，该工程共设基础桩8颗。两排中墩桩4颗，直径1.00m，桩长20.00m；两边台桩4颗，直径1.00m，桩长15.00m。根据地质勘探结果判定，该工程基础所处的场地，35m深度以内均为软弱地基层，由于没有较好的持力土层，因此，基础采用摩擦桩设计。

### 1.2 地质条件

根据地质勘探结果，桥基础范围内地下土层土质主要以粉质性土层为主，除了表层人工填土外，大多为粉质性黏土层、粉土层和粉质性细砂土层。

### 1.3 水文条件

根据勘察，在35m深度范围内，桥区基础范围内共分布两层地下水。上层为潜水层，主要含水层在粉土层，水位埋深约为6.2--6.4m，水位高程在28.70--29.30m之间。下层为承压水层，主要含水层在粉砂层，隔水顶板高程约为19.10--19.40m，水位高程23.00--23.20m，水头约为3--4m。

### 1.4 条件分析

影响灌注桩施工的地质水文因素主要两大方面：一

个是桩身长度范围内所对应的土层土质性质。另一个是施工期的地下水状况，包括施工区域的潜水层和承压水层。承压水比较稳定，受季节和河道水位的影响较小，但对钻孔施工的影响是主要的。

所以，在钻孔施工时，首先要针对摩擦桩特点进行控制，要确保桩的有效长度和直径不小于设计，从而保证桩的承载能力。其次，从地质情况看，粉质性土层遇水稳定性差，尤其在地下水的共同作用下，很容易坍塌。因此，要选择适应性强的、工艺成熟的钻孔设备和工艺，并采取泥浆护壁等各项成孔质量保证措施，确保证成孔顺利和稳定，杜绝缩径、扩径、坍塌等严重质量问题的发生，采取的主要控制措施有以下几个方面。

## 2 钻孔设备的选择

根据设计参数和地质水文条件选择合适的钻孔设备，是提高成孔质量和施工效率的关键。反循环钻机具有适应性强，钻进效率高，出渣快且干净，沉淀少，对泥浆要求不高，需要的泥浆比重小，护壁质量好，护壁厚度小，桩承载力（摩阻力）损失小等特点。该工程选用BZCDF150型号反循环钻机，其最大钻孔深度150m，钻孔直径0.5-1.5米，适应包括各种填土、粘土、粉土、砂土、砂砾石层等松散性土层，可满足该工程桩基础的成孔要求<sup>[1]</sup>。

## 3 钻前准备工作

包括场地平整碾压、测量放线、埋设护筒、设置泥浆池、备置粘土、泥浆拌制和检测、钻孔设备安装就位及调试等等。以上各项工作与成孔质量均密切相关，施工中严格按施工规范进行控制。

## 4 试验桩

全部准备工作完成后，即可打第一棵桩，一般情况下第一根桩可作为试验性的桩来施工，主要目的是通过第一根桩获取各项成孔数据，与规范标准中的理论数据

进行比对和调整,用来指导其它桩的施工。因为,每个工程都存在其特殊性,不能忽视理论数据的指导作用,但理论与实际会有一定的偏差,通过实践来调整这种偏差,使其更加准确,对施工有更好的指导意义。因此,在试验桩施工时,要做到精细管理,规范操作行为,详细采集各种数据,认真分析,详细记录。质检人员要严格按照设计和规范要求对各个环节进行检查,防止出现纰漏。

## 5 钻孔

成孔是灌注桩施工最关键的环节,桩的质量取决于成孔的质量,桩径、桩长、桩底高程、垂直度是钻孔施工必须严格控制的四项重要指标,针对摩擦桩特点,其长度、直径不小于设计值,不得出现严重的缩径、扩径、坍孔和孔斜率超标等严重质量问题。若上述指标出现问题,无论如何都会降低摩擦桩的承载能力。因此,在反循环钻机成孔工艺中,主要着重以下几个方面。

### 5.1 对初始钻进的要求

护筒以下2.0米以内范围内钻孔是关键。开钻前将泥浆注入孔内,然后徐徐将钻头沉入,慢速开动钻机,目的是做好孔口的护壁工作,防止孔口因造壁出现缺陷而坍塌,因为上部土层多为填土或是有机质高的土质,同时在护筒埋设时,即便是原状的土层也会被人扰动,如果造壁不牢固,在水的长时间浸泡和搅动下,很容易造成孔口坍塌护筒下沉。因此,必须控制初始的钻进速度,同时适当加大泥浆的比重(稠度),应控制在1.25左右,可有效的提高造壁质量,有效减小孔口坍塌护筒下沉的现象发生<sup>[2]</sup>。

### 5.2 正常钻进

超过孔口段,可按正常钻进速度施工,要经常检查钻渣,了解土层情况,不同的土层采取不同的施钻方法,及时调整泥浆稠度。含有黏性土质的土层一般比较稳定,可以正常速度钻进,泥浆比重可适当降低1.15左右,有利于钻进进度,同时不影响造壁和钻渣抽排,因为,一般这种性质的土层所形成的钻渣较细腻,颗粒小,容易和泥浆均匀混合形成粥样混合物,在孔内泥浆比重较小、孔内所形成的泥浆对孔底压力较小的情况下,仍可以顺利排渣<sup>[3]</sup>。如果出现中粗砂、砂砾及其他松散性土层时,首先就是要适当放慢钻进速度,同时要加大泥浆比重,一般将泥浆控制在1.25左右,或更高一些,在这种土层钻孔要以造壁为主,保证孔壁稳定是首要工作,同时在加大泥浆比重情况下,有利于钻渣的悬浮,并增大泥浆对孔底的压力,有利于较大颗粒钻渣的抽排。

### 5.3 泥浆控制

首先,泥浆的补充十分重要,要保证孔内泥浆液面的高度,要始终保持在允许的最大高度,以增大孔内泥浆对孔壁的压力,防止地下水外渗破壁坍孔,同时也提高泥浆对孔底的压力,有利于钻渣的抽排。在施钻过程中,如出现泥浆液面的突然大幅度下降,同时有大量气泡上浮,这种情况下大多是因为坍孔所造成的,发生时立即停止钻进,并提升钻头,采取大量回填粘土的措施,并放慢钻孔速度,重新施钻。其次,在整个施钻过程中要严格控制泥浆的比重,要按时抽样检测,了解土层土质情况,随时调整泥浆比重,增减泥浆稠度。

### 5.4 钻孔设备检查及纠偏

要定时检查钻孔设备,一是不出故障,这样才能保证钻孔工作的顺利进行,提前发现问题,及时解决。如果因设备故障造成长时停钻,且钻头不能提升离开孔底一定高度,钻渣和泥浆沉淀将会埋住钻头。二是检查钻机的位置是否有轻微的移动,施钻平台是否出现倾斜,钻杆的垂直度是否出现偏差,如果上述情况存在问题,要及时纠偏,加固施钻平台,保证钻孔位置和垂直度不出问题<sup>[4]</sup>。

### 5.5 钻孔深度控制

当孔底接近设计高程时,要降低钻机的钻进速度,并加大深度测量次数,此时的孔底高程是以深度测量进行控制,要以孔边深度为准,因钻头为锥形,中间略深于边缘,当孔边深度达到设计高程时,方可停止钻进,同时要考虑沉淀厚度对井深的影响,规范要求摩擦桩沉淀厚度不允许大于30cm,所以井深在实际控制时要比设计增加30cm,这样才能保证实际桩长不小于设计桩长。在工程实践中,摩擦桩的实际桩长允许大于设计桩长,这个长度没有具体要求,但沉淀厚度有硬性规定,所以实际井深要大于等于设计井深+允许沉淀厚度,也就是说沉淀厚度不超标,井深就可以满足设计桩长的要求。

### 5.6 清孔与沉淀控制

清孔要彻底,钻孔完成后钻渣要抽排干净,防止沉淀厚度超标,同时要降低较大的泥浆比重,有利于砼灌注。清孔后的泥浆比重一般控制在1.10左右,泥浆含砂量大时偏高一些,相反则低一些。清孔工作完成后方可撤出钻孔设备。沉淀厚度是指清孔完成时的深度与砼灌注前的深度差。所以,必须加快验孔、钢筋安装和砼灌注的准备工作,缩短沉淀时间,是减小沉淀厚度的有效办法<sup>[5]</sup>。

### 5.7 验孔

成孔设备撤出后要及时验孔,验孔主要检验孔径、孔深、孔位、垂直度是否符合设计要求,偏差是否在规

范允许范围内。验孔器一般可现场制作，用直径不小于20mm的钢筋焊制，其外径不小于孔径，为防止对井壁的破坏，其下端做成锥形，验孔器的长度一般不小于5.0m，用吊装设备垂直放入孔内，如果验孔器能顺利到达孔底，证明孔径符合要求，如果不能顺利到达孔底或被卡住，说明孔径有问题，或存在严重的孔斜现象，此时要停止下一步工作，对钻孔进行处理，这种情况一般都要回钻。

关于出现孔斜率超标的问题，我认为有以下几种原因：一是在施钻过程中，钻机位置移动或倾斜造成。二就是土层出现严重不均匀现象，比如钻头的一侧出现极其坚硬的土层。三是钻孔设备问题，钻杆或钻头严重变形，或连接松动。对于反循环成孔工艺来讲，在施工中只要仔细观察，及时采取措施纠偏，一般可避免出现孔斜率超标问题。在实际工作中，验孔器能顺利到达孔底时，其孔斜率基本可满足要求，是简易判断孔斜率是否超标的有效办法。

孔斜率的测量与计算：当验孔器进入钻孔时，测得两个方向的偏中值分别是X1、Y1，到孔底时为X2、Y2。其孔斜率为： $(\sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2}) / (H-L) * 100\%$

式中：H为成孔深度，L为验孔器长度， $\Delta X$ 和 $\Delta Y$ 是验孔器上下端吊绳在两个方向上偏中的差值。

## 6 钢筋笼安装与灌注水下混凝土

根据实践，对钢筋笼安装与灌注水下混凝土这两项工作的注意事项总结如下：

第一，钢筋笼成型尺寸及保护层的有效控制办法，钢筋笼较长还要考虑分段成型，入孔再连接的问题。就位后固定钢筋位置，保证砼灌注时不位移，保证与墩柱钢筋的顺利连接，尤其是这种桩柱之间不设平台或系梁的对接设计。

第二，不断桩是硬性要求，第一下灌注要淹没导管1.5m以上，要用不小于2m<sup>3</sup>大料斗放料时向下的冲击力，将沉淀冲开并向上托起，之后再改用小料斗。为保证灌注顺利，要及时拆卸导管，拆卸时要准确测量砼淹没导管的高度，计算可拆的长度。

第三，导管首次埋入混凝土灌注面以下不应小于1.5m，灌注过程中导管埋入混凝土的深度均不得小于2m。

第四，灌注的桩顶标高要高于桩顶设计标高80cm左

右比较稳妥，保证凿桩后桩顶砼无泥浆夹渣等。

## 7 灌注桩检测

凿桩完成由有检测资质的专业检测单位，利用应力波反射仪KON-PIT(N)进行无损检测，该检测仪主要检测桩身的完整性，包括桩长，桩身有无数缩径、扩径、裂缝、离析、蜂窝、空洞、夹泥、断桩及二次浇筑面等，并对桩的完整性、缺陷程度及位置做出综合判断，将成桩质量化分成四个等级。

一类桩：桩身完整。

二类桩：桩身有轻微缺陷，但不会影响桩承载力正常发挥。

三类桩：桩身有明显缺陷，对桩身结构承载力有影响。

四类桩：桩身存在明显缺陷。

按照上述措施及要求，该工程全部灌注桩均达到一类桩标准。

## 结语

在方氏渠左堤路桥的水下灌注桩施工过程中，我们通过精细的施工管理和严格的质量控制，确保了工程的顺利进行和最终的成功完成。每一步施工环节都严格按照规范和设计要求进行，从钻孔设备的选择到钢筋笼的安装与水下混凝土的灌注，每一个细节都得到了充分的重视和精细的操作。通过这些努力，我们最终实现了全部灌注桩均达到一类桩标准的优异成果。这不仅为工程的整体质量奠定了坚实的基础，也为我们未来的施工工作积累了宝贵的经验。

## 参考文献

- [1]王海龙.桥梁钻孔灌注桩施工工艺及质量控制要点[J].中华传奇(下旬),2022(36):185-186.
- [2]燕钦德.混凝土基础结构施工中钻孔灌注桩的质量控制[J].价值工程,2022,(17):157-159.
- [3]欧庭祝.钻孔灌注桩水下混凝土灌注施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023,(16):111-112.
- [4]王移山,崔学志,袁振,倪昌盛,张琦.精确控制泥浆下灌注桩混凝土施工顶标高的方法分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023,(18):154-155.
- [5]陈伟浩.混凝土灌注桩质量控制要点[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024,(13):120-121.