

# 路桥工程建设的钻孔灌注桩施工技术研究

康振华

上海外经集团控股有限公司

**摘要:**随着我国城市化水平不断提高,市政路桥工程建设的任务量越来越大,建设要求越来越高,从传统施工技术已经无法满足现代化建筑领域的需求。而随着科学技术的不断突破,越来越多的施工技术具有了实用性,其中,钻孔灌注桩施工技术以其出色的资源利用率与施工速度脱颖而出,获得了广大建筑企业的喜爱。但通过实际调研与文献综述可知,该技术在我国的出现时间晚,发展速度慢,尚未形成完善的管理与控制体系,这导致大部分企业的技术应用流于表面,本质上依旧没有脱离传统施工框架。为解决这一问题,进一步提高我国建筑领域发展水平,本文从实证工程采用钻孔灌注桩技术进行施工的步骤入手,以表格的形式分析了钻孔灌注桩施工质量控制,最后通过实际案例做进一步说明。希望能为有关企业与工作人员提供参考。

**关键词:** 路桥工程; 钻孔灌注桩施工; 工程建设

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.14.057

## 前言

近些年,我国城市化水平与要求不断提高,钻孔灌注桩基础技术逐渐成熟,其表现出的优势使其受到建筑市场内大量企业的青睐。其优势主要表现在对资源的利用率与施工效率两个方面,能够帮助企业实现经济效益与时间效益的双丰收,整体施工效果也要远超其他施工技术。特别是对于城市桥梁等规模较大且对技术水平要求较高的建筑,应用钻孔灌注桩施工技术能够快速完成施工,还能够便在实践中出现施工逻辑混乱导致质量下降的现象,其能够进一步稳固桥梁基础,提高城市居民的出行体验。相较于传统施工技术,在同水平资金、时间与人力投入下,钻孔灌注桩施工技术能够为工程的工期提供有效的保障,让建筑企业能将更多的精力放在工程质量管控方面。

现阶段,我国大部分市政路桥施工都会采用钻孔灌注桩技术,其能够消除目标施工环节与其他环节之间的缝隙,提高工程的整体性,对路桥工程的整体承载力有着非常高的积极作用。另一方面,将钻孔灌注桩设置在基础土层连接处,能够大幅度降低上部桥梁自动对地基的影响,为上部桥梁提供较强的性能保障,有效避免桥梁在拉力作用下出现变形和使用寿命降低的现象。

## 一、工程采用钻孔灌注桩技术进行施工

### (一) 施工准备与定位

施工人员需要在开始正式施工结构之前清理施工场地,坚决杜绝泥沙、垃圾以及大面积灰尘的出现,为场地的平整提供保障。此外,施工准备环节的另一项重要工作就是技术交底,企业需要向基层施工人员以及基层管理人员发放相关施工资料,还需要让设计人员了解施工场地及场地附近的地理信息,包括地质、岩层、水文等,还需要精准定位地下管线,避免出现不可控的安全

事故。为实现这一目的,企业需要使用钻孔法对场地3m以下的位置进行测量,并通过全站仪等工区定位杆。对于杆位的纵横坐标检验工作来说,就需要使用钢丝绳,让钻孔的位置与设计杆位偏差 $<50\text{mm}$ 。其中,使用骑马桩进行定位的效果更好,也更有利于后期维护施工<sup>[1]</sup>。

### (二) 钻孔护筒埋设

基层施工人员在埋设护筒时,需要综合人工施工与机械施工两种手段,在小型挖掘机进行工作的过程中借助人进行辅助。此时,挖掘机所挖的圆坑深度不能小于护筒深度,超出的部分应该维持在 $30\text{cm}\sim 50\text{cm}$ 之间。且圆坑直径也不能小于护筒深度,超出的部分应维持在 $40\text{cm}\sim 100\text{cm}$ 之间。完成挖掘工作后,桶坑的坑底填充夯实,对于这一步而言,大多数建筑企业会选用泥浆材料,并标记坑底钻孔位置,以便放置护筒,通过十字线加线坠标出护筒的位置,为了提高坑底中心与护筒中心的一致性,就需要根据实际需求持续调整护筒的放置位置<sup>[2]</sup>。

### (三) 泥浆制作

此类施工需要非常精准的泥浆量,因此建筑企业必须在预拌砂浆之前对其进行检测,规划最合适的泥浆量配比,将桩混凝土的总量乘以二,得到最优泥浆量,还需要考量地层之间的区别,对泥浆的比重进行调整。

### (四) 冲击钻进成孔

#### 1. 靠近护筒钻孔

钻孔作业离不开泥浆填充工作,填充时需要确保泥浆的密度保持在 $1.4$ 至 $1.5$ 之间,进尺也是另一个需要注意的指标<sup>[3]</sup>。现阶段,我国大多数建筑企业在开展护筒刃脚钻孔时会选用短冲程钻孔的方式来完成工作,这能够大幅度提高刃脚的坚固程度。若钻孔深度超过一定的盖度范围,就能够在严格参考当地土壤条件的基础上,通过正常冲程完成作业。

#### 2. 砂岩层的钻孔

我国大多数建筑企业会采用低压锤冲击的方式钻探泥质砂岩层。这需要基层施工人员将侧刃冲击力也纳入考量范围,尽可能提升冲击波的高度,在不降低设备性能的基础上开展泥浆填充工作,泥浆的密度需要维持在 $1.1$ 至 $1.2$ 之间。随着高度的升高,每两米就需要重新钻孔并采集钻渣,以便时刻掌握对应岩层的土壤状况,从而最大限度提高数据记录的准确性,为后续的钻孔清理与泥浆更换提供依据,加强施工的时效性,为锥体作业的质量保驾护航<sup>[4]</sup>。

### (五) 验孔与清孔

钻孔探测工作设计的专业较多,整体过程表现出非常高的系统性,其具体步骤如下:

第一步需要在螺栓孔顶部捆绑测井绳,并借助钢丝,将钻孔装置与螺栓进行固定。锚钻触底后,基层施工人员需要借助米尺,确定钢丝与桩芯的长度。确保钻

进中心平面位置不超过5cm，倾斜角度不小于1%，设计桩孔径与设计桩身都要保持在5cm左右。随后需要通过平均转速提高施工人员对污泥的控制力度，将其比重控制在1.03至1.10之间，将胶体率维持在98%以上，以满足我国政府出台的施工标准。完成换浆工作后，基层管理人员需要进行试样检验，主要检测区域内试样的黏度与含沙量<sup>[5]</sup>。

**(六) 钢筋笼制作及下放**

我国对于钢筋笼的使用有着非常明确的政策规定，建筑企业必须完全遵守施工标准完成其制作。主要包括必须错开接合部位，以及总断面的面积不应超过其所在缝线区面积的一半。

吊放钢筋笼是一项非常复杂的工作，其具体施工过程如下：

第一步需要设置吊筋，这需要参考孔顶标高；第二步为起吊，这需要基层人员沿着其直径的方向拴好吊点，此外，出于降低钢筋笼变形概率的目的，吊起后需要采取一定的保障措施，让钢筋笼始终保持平直状态；第三步为钢筋笼的吊装，这需要基层人员提高对孔耐心，做到轻放慢放，若存在阻碍，就需要随起随落，正反旋而下，严禁抬得过高以及迅速下落，或用力下落，这很容易导致其与孔壁发生碰撞，最终演变为塌孔；第四步为下料，这需要基层人员通过人工换班或机械化监控的方式，实时监控孔内水位变化，一旦水位出现异常，就要停工，并对施工场地进行检查，及时排除塌孔隐患；第五步就需要连接混凝土块与钢筋笼骨架，一般会采用骨架外侧绑扎法，大多数情况下会设置8块垫块，其间隔较为均匀，一般为两米，这能够大大加强建筑企业对混凝土保护层控制力度；最后，随着钢筋笼的高度逐渐低于标高，基层人员就需要提高警觉性，避免出现中心偏斜的现象，降低返工概率<sup>[6]</sup>。

**(七) 安装导管**

导管安装之前必须对管道内侧进行清理与打磨，在提高其平滑程度的基础上，确保内径的一致性与接口的固定性<sup>[7]</sup>。基层施工人员还需要事先开展测试，并对试拼、连接拉力等参数进行编号，确认无误后再进行使用。装配工作结束后需要二次测试，将偏差控制在0.5%以内，不可超过10cm。

**(八) 灌注混凝土**

**1. 首批封底混凝土**

首次灌注混凝土时，基层施工人员需要精准把控护筒深度，确保其超过一米后，根据参数以及导管底部的填充参数设定混凝土灌注总量，其计算公式如式1所示。

$$V \geq \pi D_2 (H_1 + H_2) / 4 + \pi d^2 h / 4 \quad (式1)$$

公式中将所需的混凝土灌注总量表示为V，单位为立方米 (m<sup>3</sup>)；将桩孔直径表示为D，单位为米 (m)；导管底至桩孔底的距离表示为H1，取固定值0.4m；首次埋置的导管深度为H2，单位为米 (m)；导管内径表示为d，单位为米 (m)；若桩孔内的砵量达到H2（首次埋置导管深度），将其砵柱要求高度表示为h，单位为米 (m)，管外压力对其的作用主要表现在数值平衡方

面<sup>[8]</sup>。

基于此，基层施工人员需要再次测量沉降层底层在钻孔中的深度。若厚度满足施工标准，就应该尽快完成混凝土的灌注工作。

**2. 水下混凝土浇灌**

若混凝土的浇筑工作需要在水下进行，就要在砵液罐中放置钢网，降低管路堵塞概率。需要注意的是，首次灌装的材料浇筑需要建立在漏斗填满的基础上开展，为首次灌装的顺利完成提供保障。需要注意的是，钻底砵很容易在浇筑的过程中出现脱落现象，这会对灌装结果产生影响，导致施工人员得到错误的结果。这就需要施工人员在灌装的过程中加大对混凝土状况的监控力度，随时留意管内水位变化，提高安装的时效性，为后续的管路拆除与升级奠定基础<sup>[9]</sup>。

**(九) 泥浆处理与桩基检测**

钻孔桩施工会产生建筑垃圾，建筑垃圾中有八成以上都是废泥浆。为了贯彻可持续发展观念，建筑企业必须降低施工对周围环境的影响，这就需要引入专业的建筑垃圾处理设备，如污泥分离器等，将泥浆处理后运送至专门的储存场进行后续处理<sup>[10]</sup>。

**二、钻孔灌注桩施工质量控制**

我国钻孔灌注桩施工质量标准如表1所示。

表1 我国钻孔灌注桩施工质量标准

项目	检查项目	允许偏差或允许值	检查方法
主要项目	桩位	设计要求	基坑开挖前量护筒，开挖后量桩中心
	孔深	+300 mm	只深不浅，用重锤测，或测钻杆、套管长度、嵌岩桩应确保进入设计要求的嵌岩深度
	桩体质量检验	按基桩检验技术规范，如钻芯取样，大直径嵌岩桩应钻至桩尖下50 cm	按基桩检验技术规范
	混凝土强度	设计要求	试件报告或钻芯取样送检
一般项目	承载力	按基桩检验技术规范	按基桩检验技术规范
	垂直度	设计要求	测套管或钻杆，或用超声波探测，干施工时吊垂球
	桩径	设计要求	井径仪或超声波检测，干施工时用钢尺量
	泥浆比重（黏土或砂性土中）	1.15-1.20	用比重计测，清孔后在距孔底50 cm处取样
	泥浆面标高（高于地下水位）/m	0.5-1.0	目测
	沉渣厚度：端承桩摩擦桩	≤50 mm	用沉渣仪或重锤测量
	混凝土坍落度：水下灌注/mm	160-220	坍落度仪
	钢筋笼安装深度/mm	±100	用钢尺量
	混凝土充盈系数	>1	检查每根桩的实际灌注量
	桩顶标高/mm	+30 -50	水准仪、需要扣除桩顶浮浆层及劣质桩体

**三、工程概况**

案例工程公路工程路线全长约30.085公里，路基宽度10.2m，路面宽度与路基同宽，采用沥青混凝土路面；桥梁508.51m/10座，涵洞183道。案例中桥梁的上部均为预应力混凝土小箱梁，具有单柱式、双柱式两种不同的桩身，钻孔灌注桩柱共计128根。从整体角度来看，桥梁桩身呈“U”型分布。

### （一）施工前准备

钻孔灌注桩基础施工过程十分复杂，施工过程中存在大量难以攻克的难点，为了降低这些难点对施工的影响，施工单位需要事先了解场地内的地理信息，包括地形、土质、岩层、水文、气候、周边建筑环境等，并在此基础上对既定方案与图纸进行微调，这种准备工作能够大幅度提升施工方案与图纸的可行性。随后，基层施工人员需要让施工现场状况达到企业与政府的标准，严禁施工场地内出现垃圾，如杂草、废物、污泥、石块等，保持场地内整洁<sup>[11]</sup>。若场地内存在软土地路基，需要先进行加固，加固的主要方式为强夯技术；建筑企业还需要针对施工中可能使用的设备与材料设置专门的岗位，并确保设备管理人员与材料管理人员持证上岗率达到100%，通过维护与检修延长设备与材料的使用寿命与保存寿命，避免因使用或保存不当影响整体施工质量；实践需要严格遵守施工图纸中标注的信息与参数，施工与检查需要同步进行，提高质量控制力度，降低放样出现错误的概率；钻机的定位需要全站仪的辅助，并在定位后正确使用定位锤完成检查工作，为后续施工奠定基础。

### （二）护筒制作和埋设

埋设护筒的主要作用在于定位桩。除非出现极个别的特殊状况，否则桩直径不应该超过护筒内径，二者的差值应该维持在0.2m上下，护筒高度也应该维持在3m。若桩施工场地不具备达标的地质条件，就需要根据实际情况调整护筒，适当将其升高。为了降低泥浆循环的难度，基层人员可以在护筒顶部安装出浆口。随后，护筒埋设可以选用挖控模式进行施工。随着孔深逐渐达到施工要求，要开始准备护筒的置入工作，调整护筒与地下水位的距离。若需要在水中埋设护筒，人工无法完成作业，需要使用机械化设备，提高整体施工质量<sup>[12]</sup>。

### （三）钻孔施工

基层施工人员需要为钻机的平滑程度提供保障，并确保设备能够在健全的状态下运行。这需要设备管理人员时刻留意设备运转位置的灵活性以及润滑油总量，避免钻机在工作过程中出现安全事故。还需要在投入使用之前检查钻孔质量。实践过程中，基层施工人员需要重点关注以下几点内容：

钻孔深度每超过2m，就需要重新测量钻机的垂直度，避免因长时间施工而出现垂直度误差，为连续钻孔奠定基础。钻孔工作需要与记录工作、检测工作同时进行，特别是要给予泥浆性能以额外的关注。若出现未达到施工标准就要及时更换。此外，水头需要始终高于护筒底口，护筒之间的距离要保持均匀，尽可能维持在50cm上下<sup>[13]</sup>。

### （四）成孔和清孔

清孔必须建立在成孔的基础上，通过小冲程让沉渣被搅动。搅动后可以开始首次清孔，这需要根据实际情况适当抬高钻机锤头，从而调整锤头与孔底的距离。

### （五）钢筋笼放置

基层施工人员需要在安装之前检验钢筋笼的质量与性能，避免在运输和存储的过程中出现质量问题。若确实发现问题，就需要使用吊车调整其位置。完成安装施工后需要将其放进孔洞，并检查相关参数，如坐标、垂直度等。在所有参数都达标后，可以选用加强箍增加钢筋笼的坚固程度，并依照实际情况适当添加防浮管避免钢筋笼上浮。

### 结语

通过文中介绍可知，现阶段我国的建筑企业在使用钻孔灌注桩施工路桥工程时，需要不断加强对各个环节的管理和控制力度，相关人员要布线了解最新的施工工艺，对现有的施工体系与施工方法进行创新。这也成为建筑企业在激烈的市场竞争中获得核心竞争力的主要手段之一。此外，我国有关部门也要给予一定的政策倾斜和资金支持，改变建筑领域的现行投资结构，提高建筑企业的社会地位，让公路桥梁工程能够稳步发展。

### 参考文献

- [1] 靳皓宇, 舒寅笛, 宋家由, 等. 后压浆钻孔灌注桩在冲洪积地质特征中的应用与研究[J]. 安徽建筑. 2022, 29(6).
- [2] 蔡鹏. 软土地质大直径超长钻孔灌注桩施工关键技术研究[J]. 建筑施工, 2022, 44(3): 435-437.
- [3] 黄悦. 钢筋混凝土钻孔灌注桩施工技术在漆水河渡槽基础工程中的应用研究[J]. 地下水, 2022, 44(05): 273-274.
- [4] 冯伟军. 市政路桥工程建设的钻孔灌注桩施工技术[J]. 石油化工建设, 2022, 44(3): 116-118.
- [5] 廖四尧. 关于公路桥梁施工中钻孔灌注桩技术的应用分析[J]. 工程管理, 2020, 1(2): 8-9.
- [6] 朱泽豪. 关于公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用分析[J]. 四川水泥, 2020(3): 59.
- [7] 管洪申. 超深钻孔灌注桩施工技术在沪南公路改建项目中的应用[J]. 上海建设科技, 2022(03): 34-37.
- [8] 刘东奇. 轨道交通车辆段钻孔灌注桩施工技术和质量控制要点[J]. 工程机械与维修, 2022(03): 252-255.
- [9] 王晓宇. 冲铣法(潜孔锤+双轮铣)工艺在地下连续墙施工中的应用[J]. 科技创新与应用. 2018, (12).
- [10] 肖必飞. 岩溶复杂地质条件下的高速公路桥梁桩基施工技术[J]. 工程技术研究, 2020, (7).
- [11] 冯伟军. 市政路桥工程建设的钻孔灌注桩施工技术[J]. 石油化工建设, 2022, 44(03): 116-118.
- [12] 王桂亚. 产业园区周边岩溶地质条件下的桥梁钻孔灌注桩施工技术[J]. 石油化工建设, 2022, 44(03): 122-124+167.
- [13] 陈文杰, 傅建忠. 高层住宅建筑工程后注浆钻孔灌注桩施工技术应用研究[J]. 中国住宅设施, 2022(02): 154-156.