

# 桥梁土木工程中钻孔灌注桩施工技术

邹宝竹

江西远富建筑有限公司 江西 抚州 344000

**摘要:** 桥梁土木工程中, 钻孔灌注桩施工技术至关重要。该技术通过钻孔并灌注混凝土形成桩体, 有效增强地基承载力, 确保桥梁结构稳定。施工流程包括场地准备、护筒埋设、制备泥浆、钻孔、清孔、钢筋笼安装及水下混凝土灌注等关键环节。需严格控制泥浆性能、孔深孔径及钢筋笼焊接质量, 预防塌孔、断桩和缩颈等常见问题。科学的施工管理和严谨的质量控制, 是确保钻孔灌注桩工程质量的关键。

**关键词:** 桥梁土木工程; 钻孔灌注桩; 施工技术

引言: 桥梁土木工程中的钻孔灌注桩技术, 作为提升地基承载力与稳定性的核心工艺, 其重要性不言而喻。该技术通过精准钻孔与高效灌注, 将混凝土与钢筋笼紧密结合, 形成坚固桩体, 有效分散并承载上部结构荷载。本文旨在深入探讨该技术的施工要点、关键流程及质量控制措施, 以为桥梁工程的安全与耐久性提供坚实的技术支撑。

## 1 钻孔灌注桩施工技术概述

### 1.1 技术原理

(1) 基本概念: 钻孔灌注桩是通过钻孔技术在土体中形成一定深度和直径的孔, 然后在孔内放置钢筋笼, 并灌注混凝土而形成的桩体。这种桩体不仅能够深入土层或岩层, 与周围土体形成紧密结合, 还能够有效分散上部结构的荷载, 提高地基的整体承载力和稳定性。

(2) 工作原理: 钻孔灌注桩的工作原理主要基于土力学和混凝土材料的力学特性。在施工过程中, 钻孔机具利用不同的钻进方式(如冲击钻、回转钻、冲抓钻等)在预定位置形成孔洞, 并通过泥浆循环系统保持孔壁的稳定。随后, 在孔内放置预先制作好的钢筋笼, 钢筋笼的加入增强了桩体的抗拉和抗剪能力。最后, 向孔内灌注混凝土, 待混凝土凝固后, 与钢筋笼及周围土体共同构成一个坚固的桩体, 承担上部结构的荷载。

(3) 不同钻孔方法的适用性: 1) 冲击钻: 适用于坚硬岩层或卵石层的钻进, 具有较高的钻进效率和较好的成孔质量。但噪音大, 对周围环境影响较大。2) 回转钻: 适用于各种土层和软岩层的钻进, 钻进过程中振动小, 噪音低, 对周围环境影响小。但钻进速度相对较慢, 且对泥浆性能要求较高。3) 冲抓钻: 主要用于抓取松散土体和软质岩层, 具有抓取效率高、成孔速度快的优点。但在坚硬岩层中钻进效果较差。

### 1.2 施工流程

钻孔灌注桩的施工流程是一个系统而复杂的过程, 包括多个相互关联的环节。(1) 场地准备: 在施工前, 需对场地进行清理和平整, 确保施工区域无杂物和障碍物。同时, 根据设计要求进行桩位放样和测量, 确定每个桩的具体位置。(2) 埋设护筒: 护筒的主要作用是保护孔口、防止塌孔, 并作为钻孔的导向。护筒的埋设应垂直、稳固, 并符合设计要求。在埋设过程中, 需注意护筒的内径、高度和埋设深度等参数。(3) 制备泥浆: 泥浆在钻孔过程中起到润滑钻头、冷却钻具、悬浮钻渣和稳定孔壁的作用。泥浆的制备应根据地质条件和施工要求进行, 包括选择合适的原材料、控制水灰比和泥浆的粘度等指标。(4) 钻孔: 采用合适的钻孔方法进行钻孔作业。在钻孔过程中, 需根据地质情况调整钻进参数(如钻压、转速、泥浆流量等), 并随时观察孔内情况, 防止塌孔、缩径等问题的发生。(5) 清孔: 钻孔完成后, 需进行清孔作业以清除孔内的钻渣和泥浆残留物。清孔的方法有多种, 如空压机喷射、砂浆置换等。清孔的目的是确保孔壁的干净和混凝土灌注的顺利进行。(6) 钢筋笼制作与安装: 钢筋笼是钻孔灌注桩的重要组成部分, 其制作应严格按照设计要求进行。在制作过程中, 需确保钢筋的直径、数量、间距等符合设计要求。钢筋笼的安装需在清孔完成后进行, 安装过程中需保持钢筋笼的垂直度和位置准确。(7) 灌注混凝土: 最后一步是向孔内灌注混凝土。在灌注前, 需对混凝土进行充分的搅拌和检测, 确保其性能符合设计要求。灌注过程中需控制混凝土的灌注速度和高度, 防止产生断桩、缩颈等质量问题。同时, 需采取措施防止混凝土从孔口溢出并污染周围环境。待混凝土凝固后, 即可形成坚固的钻孔灌注桩体<sup>[1]</sup>。

## 2 钻孔灌注桩施工关键技术

### 2.1 场地准备与护筒埋设

(1) 场地准备：场地准备是钻孔灌注桩施工的第一步，也是至关重要的一步。它直接影响到后续施工的顺利进行和工程质量。首先，需要对施工区域进行清理，移除所有杂物、树木和建筑废弃物，确保施工区域的整洁和平整。接下来，根据设计要求进行地形测量和桩位放样，确定每个桩的具体位置，并做好标记。同时，对松软或不平整的地基进行夯实处理，以提高地基的承载能力。在河流、湖泊等水域环境中施工时，还需进行筑岛或围堰作业，以创造稳定的施工平台。(2) 护筒埋设：护筒的主要作用是保护孔口、防止塌孔，并作为钻孔的导向。护筒的选择应根据地质条件、孔径大小和施工要求来确定。一般来说，护筒应选用有足够刚度和强度的材料制成，如钢板或钢筋混凝土。护筒的内径应稍大于设计孔径，以便于钢筋笼的安装和混凝土的灌注。护筒的（埋设深度）应根据孔深、水位和地质条件来确定，一般应高出地面或水面一定距离，以防止水流或杂物进入孔内。护筒的埋设应垂直、稳固，底部应嵌入土中一定深度，以确保其稳定性和防止塌孔。在埋设过程中，应使用水准仪和垂球等工具检查护筒的垂直度和位置准确性。

## 2.2 制备泥浆与钻孔施工

(1) 泥浆制备：泥浆在钻孔灌注桩施工中起到至关重要的作用。它不仅能够润滑钻头、冷却钻具、悬浮钻渣，还能够稳定孔壁、防止塌孔。泥浆的配置应根据地质条件和施工要求进行。一般来说，泥浆应具有良好的流动性、粘度和稳定性。常用的泥浆材料包括膨润土、粘土和添加剂等。在配置过程中，应严格控制（泥浆配比）、泥浆密度和粘度等参数，以确保泥浆的性能符合施工要求。同时，在施工过程中应定期检测泥浆的性能指标，并根据需要进行调整<sup>[2]</sup>。(2) 钻孔施工：钻孔施工是钻孔灌注桩施工的核心环节。它直接影响到桩径、桩长和桩身质量。在钻孔过程中，应根据地质条件选择合适的钻头和钻进方法。例如，在坚硬岩层中可选用冲击钻或牙轮钻等硬岩钻头进行钻进；在软土层中可选用回转钻或螺旋钻等软土钻头进行钻进。同时，应合理控制钻进速度、钻压和泥浆流量等参数，以确保钻孔的垂直度和孔径大小符合设计要求。在钻进过程中，应随时观察孔内情况，注意孔壁稳定性和孔内水位变化等问题，并采取相应的措施进行处理。此外，还应建立完善的泥浆循环系统，确保泥浆的循环利用和排放符合环保要求。

## 2.3 清孔与钢筋笼安装

(1) 清孔：清孔是钻孔灌注桩施工中的一个重要环

节。它的目的是清除孔内的钻渣和泥浆残留物，确保孔壁的干净和混凝土灌注的顺利进行。清孔的重要性不言而喻，因为孔内的残留物会严重影响混凝土的灌注质量和桩身强度。常用的清孔方法有空压机喷射、泥浆置换和泥浆泵吸等。在选择清孔方法时，应根据地质情况、孔深、孔径和孔内残留物的性质来确定。在清孔过程中，应严格控制清孔时间和清孔效果，确保孔内无残留物且孔壁稳定。(2) 钢筋笼安装：钢筋笼的安装是钻孔灌注桩施工中的关键环节之一。在安装前，需对钢筋笼进行仔细检查，确保其尺寸、形状和焊接质量等均符合设计要求。此外，还需检查钢筋笼上的加强箍筋和吊环是否设置合理、牢固。安装时，首先需利用起重设备（如吊车）将钢筋笼平稳地吊起，对准孔口后缓慢下放。在下放过程中，应特别注意保持钢筋笼的垂直度，避免与孔壁发生碰撞导致变形或损坏。同时，要密切注意钢筋笼的下放速度，避免过快或过慢导致孔内泥浆波动过大或钢筋笼卡住。为了确保钢筋笼在孔内的位置准确，可在钢筋笼顶部设置定位筋或导向环，使其在下放过程中能够沿着预定位置顺利下沉。当下放到设计深度后，应立即进行固定，防止其上浮或移位。在安装过程中，还需注意加强现场的安全管理和监控。作业人员应佩戴好安全帽、安全带等防护用品，严格遵守安全操作规程。同时，应设置专人指挥和监督安装过程，确保施工安全和顺利进行<sup>[3]</sup>。

## 2.4 水下混凝土灌注

(1) 水下混凝土特点：水下混凝土与普通混凝土相比，具有一些独特的特点。由于它是在水下环境中进行灌注的，因此要求混凝土具有良好的流动性和抗分散性，以确保能够顺利填充孔内的各个角落并紧密包裹钢筋笼。同时，由于水下环境对混凝土的性能有一定影响，因此还需对混凝土的配合比进行适当调整，以提高其强度和耐久性。(2) 混凝土灌注施工技术要点：1) 首批混凝土灌注量：首批灌注的混凝土量至关重要，它应足够大以确保能够顺利排出孔底的泥浆和残留物，并形成坚实的混凝土桩头。因此，在计算首批灌注量时，应充分考虑孔深、孔径和泥浆性能等因素。2) 导管法浇筑：水下混凝土灌注常采用导管法进行。导管应选用合适的直径和壁厚，以确保其刚度和强度满足施工要求。在灌注过程中，应先将导管插入孔底一定深度（通常为30-50cm），然后徐徐提升导管并同时灌注混凝土。灌注过程中应保持导管口始终埋入混凝土内一定深度（通常为2-6m），以避免混凝土与泥浆混合形成夹泥层。3) 灌注速度：灌注速度应适中，过快或过慢都可能

导致灌注质量下降。过快可能导致混凝土离散、分层；过慢则可能使混凝土初凝时间过早，造成堵塞导管或断桩等问题。4) 防止断桩措施：为防止断桩现象的发生，应采取一系列措施。如严格控制混凝土的配合比和坍落度；保证导管的埋深和提升速度；避免在灌注过程中长时间停顿或突然中断等。同时，在灌注过程中应加强现场监控和检测力度，一旦发现异常情况应立即采取措施进行处理<sup>[4]</sup>。

### 3 施工质量控制与常见问题处理

#### 3.1 施工质量控制

在钻孔灌注桩的施工过程中，严格的质量控制是确保工程质量的关键。(1) 泥浆性能检测是不可或缺的一环。泥浆的密度、粘度和含砂率等参数直接影响钻孔的稳定性和成孔质量。因此，需定期检测泥浆性能，及时调整泥浆配比，以确保其具有良好的护壁性能。(2) 孔深和孔径的检测同样重要。使用精确的测量工具，如测绳和孔径仪，对钻孔的深度和直径进行实时监测，确保钻孔达到设计要求的深度和孔径范围，防止超钻或欠钻现象的发生。(3) 钢筋笼作为桩身的主要受力结构，其焊接质量直接关系到桩体的整体强度和稳定性。因此，在钢筋笼制作和安装过程中，需严格检查焊接接头的质量，确保焊接长度、焊接饱满度等符合规范要求，无焊接缺陷存在。(4) 为了全面掌控施工质量，还应建立完善的质量监控体系与管理制度。这包括明确各级管理人员的职责和权限，制定详细的施工工艺流程和操作规范，加强现场巡查和检测力度，及时发现并处理施工中的问题。同时，建立质量奖惩机制，激励施工人员提高质量意识和施工技能，确保每一道工序都符合质量标准。

#### 3.2 常见问题与处理方法

在钻孔灌注桩施工中，塌孔、断桩和缩颈是常见的问题。针对这些问题，需采取相应的预防与处理措施。(1) 塌孔主要是由于孔壁稳定性差或泥浆性能不佳造成的。预防塌孔的关键在于加强泥浆性能的调控和孔壁的

清理工作，确保泥浆具有良好的护壁性能和孔壁的干净无泥皮。同时，合理控制钻进速度，避免过快导致孔壁坍塌。在塌孔发生时，应立即停止钻进，采取有效措施进行处理，如回填粘土并重新钻孔。(2) 断桩则是由于混凝土灌注不连续或混凝土流动性不足造成的。为预防断桩，需严格控制混凝土的配合比和坍落度，确保混凝土具有良好的和易性和流动性。在灌注过程中，应合理控制灌注速度并保证导管的埋深和提升速度符合规范要求。一旦发现断桩迹象，应立即采取措施进行补救，如注浆法或重新成孔。(3) 缩颈问题往往由于孔壁泥皮过厚或混凝土灌注时导管提升过快引起。为预防缩颈，应加强泥浆的管理和孔壁的清理工作，确保孔壁干净无泥皮。同时，在混凝土灌注过程中，应严格控制导管的提升速度，避免过快导致混凝土不能充分填充孔壁。发现缩颈现象时，可根据具体情况采用扩大孔径或注浆加固等方法进行处理。

#### 结束语

桥梁土木工程中，钻孔灌注桩施工技术的运用，不仅保障了结构的安全稳固，还提升了地基的承载性能。通过严格施工流程、精准控制关键参数及有效预防常见问题，我们确保了钻孔灌注桩的高质量完成。未来，随着技术的不断进步与创新，钻孔灌注桩将在桥梁工程中发挥更加重要的作用，推动土木工程领域的持续发展。

#### 参考文献

- [1] 吴兴华. 桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术[J]. 交通世界, 2022(18): 44-46.
- [2] 李玉龙. 桥梁工程中钻孔灌注桩施工技术应用[J]. 散装水泥, 2022(03): 124-126.
- [3] 李金柱. 桥梁钻孔灌注桩施工技术研究[J]. 交通建设与管理, 2022(02): 90-91.
- [4] 陈清艺. 钻孔灌注桩施工技术在桥梁施工中的应用[J]. 江西建材, 2022(03): 168-169.