

# 浅析市政钻孔灌注桩施工的工艺重点

杨亮

太原市政建设集团有限公司, 山西 太原 030002

[摘要] 本文聚焦市政钻孔灌注桩施工, 系统解析其核心技术。通过深入剖析施工准备、钻孔作业、钢筋笼制作安装及混凝土浇筑等关键环节, 详细阐述各阶段技术要点与质量管控措施, 旨在为市政工程建设提供理论支撑与实践指引, 切实保障施工质量与工程安全, 助力提升市政工程建设整体水平。

[关键词] 市政工程; 钻孔灌注桩; 施工工艺; 质量控制

DOI: 10.33142/aem.v7i6.17004

中图分类号: U416

文献标识码: A

## Brief Analysis of the Key Technological Points of Municipal Drilling and Grouting Pile Construction

YANG Liang

Taiyuan Municipal Construction Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030002, China

**Abstract:** This article focuses on the construction of municipal bored pile and systematically analyzes its core technology. Through in-depth analysis of key links such as construction preparation, drilling operations, steel cage production and installation, and concrete pouring, this article elaborates on the technical points and quality control measures at each stage, aiming to provide theoretical support and practical guidance for municipal engineering construction, effectively ensure construction quality and engineering safety, and help improve the overall level of municipal engineering construction.

**Keywords:** municipal engineering; drilled pile; construction technology; quality control

### 引言

在市政工程建设中, 钻孔桩因其适应性强、承载力高、施工噪声低等优点, 已成为应用广泛的基础形式之一。然而, 钻孔桩的施工过程复杂, 涉及众多环节, 每个环节的施工质量都会对整体工程质量产生重大影响。因此, 深入研究市政钻孔灌注桩施工的工艺重点, 加强施工过程中的质量控制, 对于保障市政工程的顺利建设和长期稳定运行具有重要意义。

### 1 施工准备阶段工艺重点

#### 1.1 场地勘察与设计图纸审核

施工前, 必须进行详细的现场调查, 充分了解施工现场的地形、地质和地质条件

水文条件等。通过地质勘察报告, 明确地层结构、土层物理力学性质、地下水位高度及变化规律等信息, 为后续施工方案的制定提供准确依据。同时, 组织专业人员对设计图纸进行仔细审核, 核对图纸中的桩位坐标、桩径、桩长、混凝土强度等级等关键参数, 确保设计意图与实际施工条件相匹配, 及时发现并解决图纸中存在的问题。

#### 1.2 施工机械与材料准备

施工机械的选配需综合考量工程规模、地质条件及工艺需求, 精准选定钻孔机械、钢筋笼加工设备、混凝土浇筑设备等。设备不仅要性能可靠、运行稳定, 数量也需满足工期与质量要求, 为施工有序推进筑牢硬件基础。原材料管控方面, 钢筋、水泥、砂石等均需严格把关。钢筋必须具备出厂质量证明及复验报告, 其品种、规格与性能指

标应完全契合设计规范与相关标准, 从源头保障工程品质。; 水泥需选用质量稳定、强度等级符合设计要求的品种, 并对其强度、安定性等指标进行检验; 砂石的含泥量、粒径级配等指标应满足规范要求, 不合格材料严禁进入施工现场。

#### 1.3 测量放线与护筒埋设

使用全站仪、水准仪等测量仪器, 根据设计图纸准确测量和放置桩位。桩位布置误差应控制在规范允许范围内, 群桩一般 $\leq 20\text{mm}$ , 单排桩一般 $\leq 10\text{mm}$ 。桩位测量和布置完成后, 应采用十字法设置保护桩, 以方便施工过程中桩位的复核。

套管理设是钻孔灌注桩施工的重要组成部分, 其作用是固定桩位、引导钻孔方向、隔离地表水、保护孔口。套管一般由钢制成, 内径比桩径大  $200\sim 400\text{mm}$ 。黏性土的埋深不应小于  $1.5\text{m}$ , 砂土的埋深应不小于  $2\text{m}$ 。套管应垂直埋设, 其顶面应高出施工水位或地下水位  $1.5\sim 2.0\text{m}$ , 至少高出施工地面  $0.3\text{m}$ 。套管周围应分层回填黏土, 以确保其稳定性, 防止钻井过程中发生倾斜、位移或泄漏。

### 2 成孔阶段工艺重点

#### 2.1 钻孔工艺选择与操作要点

钻孔灌注桩施工中, 钻孔工艺和泥浆控制是保障施工质量的核心环节。需依据地质条件精准选择钻孔工艺, 回旋钻适用于软土、黏性土地层, 能提供平稳钻进; 冲击钻则在岩石、卵石等坚硬地层中更具优势, 可有效破碎硬岩。钻进过程中, 速度把控至关重要。软土层质地疏松, 可适

当加快钻进效率；但在硬土层、砂层等易塌孔区域，过快钻进会加剧土体扰动，必须放缓速度，避免孔壁失稳坍塌。泥浆作为钻孔施工的“生命线”，兼具护壁、悬浮钻渣和冷却钻头等多重功能。其比重、黏度、含砂率等指标需动态调整：一般比重保持在 1.1~1.3，确保泥浆具有足够压力支撑孔壁；黏度控制在 18~22s，利于钻渣悬浮；含砂率低于 4%，减少对孔壁磨损。施工时，要实时监测泥浆面高度，确保其高于地下水位 1.0m 以上，通过及时补浆维持压力平衡，为孔壁稳定筑牢防线。

## 2.2 孔径、孔深与垂直度控制

在钻孔灌注桩施工中，孔径、孔深和垂直度是衡量成孔质量的核心指标，直接关系到桩基承载能力与整体结构安全。施工过程中，需建立严格的质量监测体系，确保各指标符合设计标准。

孔径检测关乎桩身截面积与承载性能。施工中，应运用先进的孔径检测仪（如伞形孔径仪、超声波检测仪等），定期对成孔进行多点扫描，实时获取孔径数据。同时配合测绳辅助测量，双重验证数据准确性。必须保证实际孔径不小于设计桩径，避免出现缩径现象，防止因桩身有效截面积不足导致承载力下降。若检测发现孔径偏差，需及时采用扫孔工艺，通过钻头反复上下扫动，修整孔壁，恢复设计孔径。

孔深作为决定桩基持力层位置的关键参数，直接影响工程基础稳定性。施工中需采用测绳结合钻机深度计数器进行测量，以地质勘察资料为参考，确保孔深精准抵达设计标高，使桩基能够有效嵌入持力层。对于深孔灌注桩，更要加强孔深复核，避免因测量误差导致桩基未达预定持力层，造成承载力不足。

垂直度控制是保障桩基受力均匀、避免偏心承载的重要环节。施工时，可在钻机上安装高精度垂直度监测装置，如电子陀螺仪、激光垂准仪等，实现钻进过程中的实时动态监测；也可采用传统吊线法，通过吊锤与孔口基准线对比，定期检查垂直度偏差。规范要求成孔垂直度偏差不得大于 1/100 桩长，若超出允许范围，需立即采取纠偏措施。针对轻微偏差，可调整钻机角度、低速钻进修正；对于较大偏差，需回填黏土至偏差部位以上，重新钻孔纠偏，确保桩基垂直精度，避免因倾斜导致受力不均，影响整体结构安全。

## 2.3 清孔施工

清孔是钻孔灌注桩施工的关键工序，直接影响桩基承载性能。其核心目标是清除孔底沉渣，降低泥浆含砂率，确保桩体与地基有效结合，提升桩基承载能力。

清孔通常分两次实施。终孔后即刻开展第一次清孔，运用正循环或反循环清孔工艺，借助泥浆流动的冲刷力，将孔内大部分钻渣携带排出，为后续施工奠定基础。待钢筋笼精准安装、导管下放到位后，随即进行第二次清孔。此时通过导管注入新鲜泥浆，以置换孔内悬浮大量钻渣的

旧泥浆，进一步降低含砂率，同时减少孔底沉渣堆积。

清孔质量控制有着严格标准：端承桩以桩端承受荷载为主，要求孔底沉渣厚度必须 $\leq 50\text{mm}$ ，确保桩端与持力层紧密接触；摩擦桩依靠桩周摩擦力承载，孔底沉渣厚度需控制在 $\leq 100\text{mm}$  以内，保障桩土间的摩擦效应。只有严格把控这两次清孔环节，才能让各项指标契合设计与规范要求，筑牢桩基工程质量根基。

## 3 钢筋笼制作与安装阶段工艺重点

### 3.1 钢筋笼制作

钢筋笼制作应在平整、干燥的场地进行，钢筋的加工、连接应符合设计和规范要求。钢筋的矫直、切割、弯曲等加工工序应严格按照设计图纸进行，确保钢筋尺寸的准确性。钢筋连接可以通过焊接、机械连接等方式实现。焊接接头应符合焊接质量标准，机械连接接头应具有可靠的连接强度和密封性。

钢筋笼的加强箍应牢固地焊接在主筋上，螺旋箍应与主筋紧紧地绑在一起，以确保钢筋笼的整体刚度和稳定性。钢筋笼生产完成后，应对其尺寸、钢筋间距、焊接质量等进行检查验收。检验合格后方可用于施工。

### 3.2 钢筋笼安装

钢筋笼安装质量直接影响桩基承载性能，施工中需多环节精细把控，避免变形、移位等问题。吊装环节，应选用匹配吨位吊车，采用专用吊装扁担或合理设置吊点，分散受力。吊装扁担能有效均衡荷载，吊点布置需依据钢筋笼尺寸、重量科学计算，防止起吊时因应力集中导致笼体扭曲变形。起吊时动作要平稳，避免剧烈晃动。

在下降过程中，有必要保持缓慢、均匀和垂直地插入孔中。施工人员需要实时监控，防止钢筋笼与孔壁碰撞，造成塌孔风险。如果遇到阻力，请立即暂停并调查原因，然后再继续操作。

钢筋笼降至设计标高后，应及时固定。焊接吊筋是常用方式，将适配钢筋与钢筋笼主筋牢固焊接，另一端锚定在孔口；也可利用型钢横跨孔口，将钢筋笼可靠支撑其上。固定完成后需复查稳固性，确保在混凝土灌注时不发生上浮或下沉。

## 4 混凝土灌注阶段工艺重点

### 4.1 混凝土配制与运输

混凝土配合比需依据设计强度等级与施工工况科学设计，精准选用适配的水泥、骨料及添加剂等原材料，确保混凝土具备优良的和易性、流动性与强度性能。搅拌环节中，必须严格把控搅拌时长与原材料计量精度，保障混凝土质量稳定均一。混凝土运输宜采用搅拌车，运输全程搅拌筒需保持低速旋转，有效避免离析现象。施工时应综合混凝土初凝时间与运输距离，合理规划运输时长，确保混凝土在初凝前完成浇筑。若运输耗时过长或出现离析，可在浇筑前进行二次搅拌，但严禁擅自加水，以维持凝

土配合比的准确性与强度达标性。

#### 4.2 导管安装与混凝土灌注

导管安装前,必须开展水密性试验,确保各连接部位牢固密封,杜绝混凝土浇筑时出现漏水隐患。同时,需将导管底部与孔底间距精准控制在 300~500mm 范围内。混凝土浇筑采用导管法施工,首批混凝土灌注需确保导管埋深不低于 1.0m,以形成有效密封。浇筑全程应保持连续、均匀,严格把控浇筑速度,避免过快引发钢筋笼上浮,或过慢导致混凝土离析。施工中,需实时监测混凝土面上升高度,依据测量数据灵活调整导管,使导管埋深稳定维持在 2~6m,严防导管脱离混凝土面,杜绝断桩风险。

#### 4.3 桩顶混凝土控制

桩顶混凝土灌注高度直接影响桩基质量,规范要求超灌高度控制在 0.8~1.0m。这是因为混凝土灌注时,桩顶部分易形成浮浆层,且粗骨料下沉导致混凝土密实度不足,通过超灌可有效排除浮浆和松散混凝土,确保桩头强度达标。

超灌部分需在混凝土初凝前及时凿除。此时混凝土强度较低,便于施工且能减少对下部混凝土的扰动。凿除时应将浮浆、离析等松散部分彻底清除,直至露出均匀密实的混凝土面,使桩顶标高符合设计要求。

施工中尤其要注意保护桩身主筋。主筋是桩基受力的关键,任何损伤都会削弱桩基承载能力。建议采用分层凿除的方式,避免使用大冲击力工具直接接触主筋,可在主筋周边预留少量混凝土进行精细化处理,确保主筋完整不受损。

### 5 施工质量控制与常见问题处理

#### 5.1 质量控制措施

在工程建设中,构建完善的质量保证体系是保障施工质量的基石。需制定清晰的质量管理制度,明确项目经理、技术负责人、施工队长及一线工人等各级人员的质量职责,形成层层负责、全员参与的质量管理格局。

施工过程中,质量检查与监督需贯穿始终。严格落实“三检”制度:班组完成每道工序后,先进行全面自检,及时发现并整改问题;施工队随后开展复检,从技术规范和施工标准层面复核质量;最后由项目部进行终检,对工序质量进行最终把关,确保质量符合设计及规范要求。

材料与设备管理同样关键。对钢筋、水泥、砂石等原材料及预制构件等半成品,要严格执行进场检验和抽样送检制度,杜绝不合格材料用于工程。同时,定期对钻机、起重机等施工机械设备进行维护保养,及时排查故障隐患,保障设备稳定运行,为工程质量和施工安全提供坚实保障。

#### 5.2 常见问题及处理方法

在桩基施工过程中,孔壁坍塌、钢筋笼上浮和断桩是常见的质量问题,若处理不当,将严重影响工程质量和进度。

孔壁坍塌是桩基施工中的一个难题。泥浆性能不合格是导致孔壁坍塌的关键因素之一。如果泥浆比重、黏度、含砂量等指标不达标,就无法在孔壁形成坚实的护壁层,

难以抵抗土压力和水压力。钻进速度过快会使孔壁土体受到的扰动加剧,破坏土体的原始应力平衡,导致孔壁失稳。护筒埋设深度不足,则无法为孔口段土体提供足够的支撑和保护,容易引发孔口坍塌。一旦发生孔壁坍塌,首先应调整泥浆性能,通过添加膨润土、纤维素等材料,提高泥浆的护壁能力;同时放慢钻进节奏,最大程度减少对孔壁的扰动;还要加深护筒埋设深度,增强对孔口土体的约束。若坍塌情况较为严重,可向孔内回填黏土或片石,待回填材料稳定后,再重新钻孔施工。

钢筋笼上浮常出现于混凝土灌注阶段。浇筑速度过快时,混凝土对钢筋笼产生强大上浮力,尤其当混凝土面接近笼底,稍有不慎就会引发上浮;而导管埋深过深,导致混凝土流动受阻,同样会加剧钢筋笼上浮风险。此外,钢筋笼固定不牢,无法有效抵抗混凝土的上浮力,同样是导致上浮的重要原因。为应对这些问题,施工人员必须严格规范混凝土浇筑速率,尤其在混凝土面接近钢筋笼底部时,需减缓浇筑速度;合理调节导管埋深至 2~6m,保障混凝土顺利灌注;并且加强钢筋笼的固定,可采用增加固定钢筋数量、提高固定点强度等方式,确保钢筋笼在灌注过程中保持稳定。

断桩是桩基工程中危害极大的质量事故。混凝土供应不及时,会导致灌注作业中断,先浇筑的混凝土初凝后,与后浇筑的混凝土之间难以形成有效连接,从而造成断桩。导管堵塞会阻碍混凝土的正常灌注,若处理不及时,也会引发断桩。导管拔出混凝土面,使得混凝土无法连续灌注,同样会形成断桩。当发生断桩情况时,需根据断桩的具体位置和严重程度,采取相应的处理措施。对于浅层断桩,可采用开挖接桩的方式;而对于深层断桩,则多采用补桩的方法,以确保桩基的承载能力满足设计要求。

### 6 结论

市政钻孔灌注桩施工涵盖施工准备、钻孔作业、钢筋笼制作安装及混凝土浇筑等核心环节。施工全程需精准把控各工序技术要点,强化质量管控,妥善处置突发问题,方能确保桩基施工质量达标,为市政工程筑牢安全根基。伴随市政建设的持续推进,钻孔桩施工技术也将与时俱进,不断革新优化,以适应更高标准的工程建设需求。

#### [参考文献]

- [1]李海斌.试论市政工程中钻孔灌注桩施工工艺的要点[J].建材与装饰,2024(09):020.
- [2]雷鏊.市政工程钻孔灌注桩施工工艺探析[J].散装水泥,2024(6):23-25.
- [3]廖松海.路桥施工中钻孔灌注桩施工技术的探讨——以某市政路桥工程为例[J].掌研科技,2024(20):144-146.
- [4]张金涛,郭丰杰,高合川.市政工程钻孔灌注桩施工质量事故预防措施研究[J].掌研科技,2025(1):1.

作者简介:杨亮(1987.11—),男,毕业院校:兰州理工大学,所学专业:土木工程。