

# 建筑工程钻孔灌注桩施工技术分析

赵东民

(安徽建工(宿州)投资发展集团有限公司, 安徽 合肥 230011)

**摘要** 本文聚焦建筑工程钻孔灌注桩施工技术, 对其工艺流程和主要环节进行全方位研究。研究内容涵盖施工准备、泥浆护壁工艺、钢筋笼制作安装、混凝土浇筑等重要环节, 重点分析各环节技术要点及质量控制措施。通过优化施工流程、强化过程管控, 构建标准化的操作规程框架, 以期为工程现场提供技术参考, 进而保证工程质量符合规范要求, 最终实现工程安全、经济、高效的建设目标。

**关键词** 钻孔灌注桩; 泥浆护壁技术; 钢筋笼制作; 混凝土灌注技术

中图分类号: TU74

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.01.029

## 0 引言

钻孔灌注桩是建筑工程领域的主要施工技术之一, 具有适用范围广、承载力大、噪声低等优点, 在各类土木工程中得到广泛应用。深入研究钻孔灌注桩技术, 对提高工程质量、保证作业安全有重要的现实意义。该技术中包含很多的理论知识和技术信息, 尚需进一步挖掘探究, 以便更好地掌握相关知识。本文将对钻孔灌注桩的核心技术进行全方位的分析, 并对钻孔灌注桩的未来发展进行探讨。

## 1 钻孔灌注桩施工流程分析

### 1.1 施工准备阶段

施工前场地准备工作是保证工程顺利进行的先决条件。清除施工现场的障碍物、废弃材料、旧建筑残骸等, 对软弱地基进行加固, 提高其承载能力, 保证设备稳定运行, 符合规范要求。

测量放样是确定桩位的准确步骤。用全站仪或精密经纬仪按设计文件要求标定桩位中心点, 设置永久性标识牌, 布置控制桩作为动态监测参照。施工期间不断观察记录桩位偏离数值, 并将桩位偏离数值控制在允许范围内。

根据工程规模、地质条件、设计要求选择合适的钻孔机械, 如旋挖钻机、冲击钻机、回转钻机等, 保证钻孔机械性能良好、运转正常。同时准备好钢筋加工设备、混凝土搅拌设备和吊车、导管等辅助设备。在材料上, 要控制好钢筋、水泥、砂石等原材料的质量。钢筋要有出厂合格证和复试报告, 水泥要达到一定的强度等级并符合质量要求, 砂石的粒径大小和含泥量要符合设计要求。

按照工程项目的实际需要来制订施工方案, 包含工艺流程设计、技术参数确定、质量控制要点和安全防护措施等内容。此方案要由企业内部的专业技术人员审查, 还要请外部的专家来论证评定。审核通过后提交给监理方、建筑单位存档备案, 取得同意批复文件后才可以开展具体工作。

### 1.2 钻孔施工阶段

根据地质勘查资料及工程设计标准, 慎重选择适合的钻孔设备。软土层施工时, 旋挖钻机效率高、成孔速度快, 故为首选; 硬岩或含大粒径卵石地层应采用冲击式钻进装置。安装设备时一定要按照相关的技术规范来, 基础的承载能力要足够, 还要准确校准水平度以及垂直精度参数, 这样才能保证后续的工作安全可靠。

泥浆在钻孔时起到护壁、携渣、冷却钻头的作用。根据地质情况选择合适的泥浆, 一般为膨润土、水、添加剂按一定比例混合。钻孔过程中要不断往孔内加泥浆, 使孔内的泥浆液面比地下水位高出一定的距离, 形成泥浆护壁, 防止孔壁坍塌。及时清除孔内排出泥浆中的钻渣, 保证泥浆性能指标合格<sup>[1]</sup>。

钻孔的深度必须按照设计方案进行。施工时, 用测绳等工具定时检测实际进尺数据并做好记录。接近设计标高时, 降低转速以保证准确达到设计标高。桩基质量好坏主要看其垂直度是否准确, 可以在钻机上加装专门检测垂直度的装置来进行实时监测。

### 1.3 清孔与钢筋笼制作安装

清孔是钻孔灌注桩施工的重要环节, 其主要目的是彻底清除孔底沉渣、有效降低泥浆含砂量, 减小桩

作者简介: 赵东民(1980-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑工程。

端阻力损失、提高桩基承载力、改善混凝土浇筑质量。常用的清孔方法有三种：（1）换浆法适用于冲击或冲抓成孔，通过循环置换含砂量大的泥浆直至各项指标达标；（2）掏渣法采用人工或机械直接掏出孔底厚残渣，多用于冲击钻成孔；（3）喷射置换法利用高压水枪或空气吸泥机冲排沉渣，常与其他方法配合使用；质量控制方面，需严格把控泥浆相对密度在 1.1 ~ 1.15 范围内、黏度 17 ~ 20 Pa·s、含砂率小于 2%、胶体率不低于 98%，同时确保沉渣厚度符合设计要求——端承桩不超过 50 mm，摩擦型桩不超过 100 mm。

钢筋笼制作要严格按照设计图纸进行准确的下料、加工。根据桩长及钢筋笼分节长度将钢筋切割成相应尺寸，然后按设计规定的钢筋规格、间距和搭接长度绑扎或焊接钢筋。制作时需保证钢筋笼整体刚度和稳定性，在钢筋笼内部设置加强箍筋，并每隔一定距离设置十字撑或者三角形支撑。

钢筋笼制作完毕后应严格进行验收工作。检查钢筋的品种、规格、数量是否满足设计要求，钢筋焊接或者绑扎是否合格，有无漏焊、虚焊现象。同时测量钢筋笼的直径、长度、主筋间距等尺寸偏差，保证在规范允许偏差内。另外，还要检查钢筋笼保护层厚度是否达到设计要求，一般在钢筋笼外侧设置混凝土垫块或者焊接耳筋来保证保护层厚度。

钢筋笼安装一般用吊装设备。作业时要准确控制升降速度，保证运行平稳，防止碰触孔壁造成坍塌或者变形。钢筋笼到达设计标高后，需要加固，可以在顶部加拉结钢筋，用它来牢牢系在孔口横梁上，防止混凝土灌注时上浮。同时保证钢筋笼中心线与桩孔轴线相吻合，偏差数不超过有关技术标准所允许的偏差数值<sup>[2]</sup>。

#### 1.4 混凝土灌注阶段

混凝土配合比设计要按照桩身混凝土设计强度等级、耐久性要求和施工工艺等来开展。通过试验来确定各种原材料的用量比例，使混凝土具有较好的和易性、流动性和强度。搅拌时必须严格按照配合比投料，保证各种原材料计量准确无误，控制好搅拌时间，使混凝土充分搅拌均匀，一般搅拌时间不应少于最短规定值。

导管是混凝土灌注工程的设备，导管安装质量影响施工效果。导管材料应选用无缝钢管，内壁要光滑、圆整，各节之间连接要牢固、密封性能好。实际施工时要根据孔深和单根长度来选择组合方案，导管底部距离孔底的间距在 300 ~ 500 mm 之间。在正式灌注前，要对导管进行水密性检验、承压能力评定，对导管的

密封性和机械强度做全面检查，防止漏浆、破损等现象的发生。

混凝土灌注时要控制灌注速度、灌注高度。灌注速度过快会造成钢筋笼上浮、混凝土离析；速度过慢容易造成断桩事故。开始灌注时应减慢灌注速度，保证混凝土顺利充满导管底部及桩孔底部。随着灌注的进行，可以逐渐加快灌注速度，但是速度不能大于 2 m/min。

导管埋深一般控制在 2 ~ 6 m。埋深不够容易造成混凝土灌注过程中导管脱离浆面，引起断桩事故；埋深过大则会使混凝土上行阻力增大，引起钢筋笼漂浮或者管道堵塞等现象。拔管时要匀速平稳，单次提升高度最好控制在 6 m 之内，实际操作时要按照现场施工情况和实际埋深参数来定。

为了有效防止混凝土离析，必须注意和易性与流动性的协调平衡，严格控制配合比参数和搅拌时间。灌注施工中要不断检测并记录坍落度数据，保证符合设计规范要求。断桩危险，保持连续浇筑工作十分重要，任何意外停止都应控制在 30 min 内。建立健全的质量管理体系，对可能出现的各种问题进行跟踪观察，及时发现和处理堵管、钢筋笼上浮等问题，保证整个工程的各项质量指标都符合要求<sup>[3]</sup>。

#### 1.5 桩头处理与质量检测

混凝土灌注完毕后，要等待桩身混凝土硬化到设计强度，这是保证桩体稳定、承载力的重要环节。强度达标后，准确截断桩头超灌部分到设计标高，操作时保护桩身完整性。再清除桩头浮浆、松散混凝土、杂物，使表面平整干净，为检验验收做好准备。成桩质量检测不能马虎，低应变动力检测和超声波检测法常用，前者靠应力波反射来判定桩身完整性和缺陷所在，后者靠超声波参数变化来评判桩身密实度和缺陷。

### 2 钻孔灌注桩施工关键技术要点

#### 2.1 钻孔技术要点

钻孔灌注桩施工时要充分考虑复杂地质环境，合理选择成孔工艺。在软土地层（淤泥、淤泥质土）中，旋挖钻机由于效率高、可靠性好而被首选，成孔速度快、地层扰动小、孔壁完整、效率高。对于砂土层，尤其是中粗砂地层，应优先使用冲击式钻机，冲击式钻机依靠不断振动来完成碎屑分离的任务，同时配合泥浆护壁技术防止孔壁坍塌，满足砂质地层的工程要求。硬岩区（强风化岩、中风化岩），牙轮钻机和潜孔锤钻机由于动力性能强，可以满足坚硬岩石的破碎要求，保证深部钻探的质量。

防止塌孔的首要措施就是保证泥浆性能参数符合

技术规范要求,根据地质条件调节泥浆的密度、黏度和含砂量。在易塌孔地层中,应适当增大泥浆比重,增大对孔壁的压力强度,保持稳定的护壁效果。同时控制钻进速度,防止过快造成孔壁土体应力释放过快引发坍塌事故。施工期间要不断向井内灌注泥浆,使液面标高始终高于地下水位标高一定数值,防止外部水力因素破坏护壁<sup>[4]</sup>。

防偏孔措施,钻机安装时底座要水平、钻杆要垂直、钻头中心与桩位中心要一致,在允许误差内。钻进时,定时对钻杆垂直度进行检查,钻机上可装设垂直度检测仪器随时检测。发现偏孔立即调整钻机或采用上下反复扫孔的方法。对偏孔严重的,回填黏土或片石至偏孔上方0.5 m以上,再重新钻进。

## 2.2 泥浆护壁技术要点

泥浆配制要依据地质情况、钻探工艺和工程需求。一般以膨润土为主,加水和其它辅助剂(纯碱或纤维素)按比例混合均匀形成稳定的体系。软土地层中泥浆密度宜调到1.05~1.10,黏度保持在16~18 Pa·s;沙质土壤作业时,应将密度调到1.15~1.25,黏度提高到18~22 Pa·s;岩石类地貌中可以适当降低参数,密度保持在1.02~1.06,黏度维持在16~20 Pa·s。同时含砂量不能大于4%,胶体含量大于95%。

泥浆循环系统由泥浆池、沉淀池、循环槽、泥浆泵等组成。泥浆池和沉淀池要设置得当,容量要符合施工要求,一般泥浆池容量为钻孔体积的1.5~2倍。循环槽要有一定的坡度,使泥浆能顺畅地流动。施工时要对泥浆循环系统加以管理,定时观测泥浆性能指标,依照检测结果调节泥浆配比,及时清除沉淀池里的钻渣,防止影响泥浆品质;还要保持泥浆循环系统密封性,防止泥浆泄露造成污染。

## 2.3 钢筋笼制作与安装技术要点

钢筋笼焊接可以采用双面焊或者单面焊,长度和质量要符合规范的要求。双面焊时,焊缝长度不小于5d(d为钢筋直径);单面焊时,应大于10d。焊接时焊缝必须饱满,无气孔,夹渣等。钢筋笼连接可以采用机械连接或者焊接,机械配件必须保证质量合格,焊接时要注意焊接效果。制作过程中应对焊接处进行抽查,并进行拉伸、弯曲试验,看是否达到设计规定的强度要求<sup>[5]</sup>。

为保证钢筋笼保护层厚度满足标准,可在外侧加设混凝土垫块或者焊接耳筋。混凝土垫块要有足够的强度和耐久性,根据设计规范选择规格、间距,一般每2~4 m设一组垫块,每组不少于3个,均匀分布

在四周。焊接耳筋时要控制好尺寸精度和焊缝质量,保证钢筋笼与孔壁的保护层厚度达到设计要求,且不小于50 mm。

## 2.4 特殊地质条件下的混凝土灌注技术要点

特殊地质条件下的混凝土灌注有不同技术要点:在砂层地质条件下,因砂层透水性强易致泥浆失水、孔壁坍塌影响混凝土灌注质量,灌注前要确保泥浆性能指标符合要求,提高泥浆黏度和比重增强护壁效果,灌注时要严格控制速度,避免孔内压力急剧变化引发坍塌,增加导管埋深至3~6 m,增强混凝土对孔壁的压力,防止砂层塌落混入混凝土;溶洞地质情况复杂,灌注时易出现混凝土流失、桩基承载力不足等问题,施工前要通过地质勘察详细了解溶洞分布、大小和填充情况,小型溶洞可采用抛填片石、黏土袋等方法堵塞处理后再正常灌注,大型溶洞可采用钢护筒跟进至溶洞底部提供稳定支撑环境,灌注过程中要密切观察孔内泥浆面变化,发现混凝土流失及时补灌,确保桩身混凝土连续性和完整性;坚硬岩石地质条件下钻孔难度大、孔壁粗糙,混凝土灌注阻力大,灌注前要清理孔壁去除浮渣和松散岩石颗粒,适当调整混凝土配合比,增加流动性,以便填充孔壁与钢筋笼间空隙。灌注过程中要控制好灌注高度和导管埋深,避免因混凝土上行阻力过大导致钢筋笼上浮或导管堵塞等问题。

## 3 结束语

钻孔灌注桩施工技术 in 建筑领域中占有非常重要的地位,工序规范及关键因素控制的好坏决定着桩基工程质量的好坏。分析各个环节的工艺流程,探究核心技术,可以明确每一个操作的具体要求以及相应的质量控制标准。在实际建设过程中,技术人员要按照规程进行工作,加大监督力度,及时消除存在的隐患问题。只有这样,才能使工程实现预定的目标,保证建筑物质量,促进我国建筑业向更高层次发展。

## 参考文献:

- [1] 丁冰峰,徐州,汪正鸣.建筑工程中钻孔灌注桩施工技术的应用要点分析[J].中国厨卫,2023(01):51-53.
- [2] 王睿.钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用探究[J].智能城市,2021,07(06):144-145.
- [3] 张磊.建筑工程中钻孔灌注桩施工技术的应用要点分析[J].安徽建筑,2022,29(08):27-28,101.
- [4] 唐文斐.钻孔灌注桩技术在建筑工程施工中的应用[J].住宅与房地产,2023(17):110-112.
- [5] 何斌.高层建筑桩基工程施工技术及管理[J].工程技术研究,2022(08):143-145.