

市政道路桥梁工程钻孔灌注桩施工技术的探讨

文 / 郭陆杰 安徽开埠建筑有限公司

摘要：在市政道路桥梁工程建设中，随着现场情况以及施工条件的愈发复杂，对技术选择及规范操作都提出了更高要求，其中的钻孔灌注桩施工技术因具有强度高、稳定性强等多重优势，逐步在各类工程中得到了广泛应用。因此，为了提高钻孔灌注桩施工技术水平，需通过深入探讨该技术，明确护筒埋设、钻孔清孔以及灌注混凝土等关键工序的技术要点，确保市政道路桥梁工程高质量完成。

关键词：市政道路桥梁工程；钻孔灌注桩施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.056

引言

钻孔灌注桩施工技术的成熟度高，可形成良好的加固效果，提高工程基础结构的稳固性，在市政道路桥梁工程中具有较强的适应性，施工阶段可采取机械化钻孔方式，在地基土中打造出多个桩孔，通过内置钢筋笼、混凝土灌注等工序，形成强度、承载力高的桩基，改善不良地质条件，有效提升道路桥梁工程的承载力及抗震性能，延长市政道路桥梁工程的使用寿命，降低维护频率。因此，加强对钻孔灌注桩技术的深入研究意义重大，可通过明确各环节的技术要点，提高市政道路桥梁工程的整体建设质量，优化提升道路桥梁的使用性能。

一、市政道路桥梁工程钻孔灌注桩施工技术

(一) 测放桩位

在钻孔灌注桩施工阶段，涉及钻孔及混凝土灌注等

多个复杂工序，钻孔的精准度直接影响后续施工效率及质量，需做好前期的桩位测放工作，精准定位桩位，提高钻孔施工的准确性，减少误差及偏差。因此，在正式施工前需先组织开展实地勘察工作，明确市政道路桥梁工程的地质及水文条件，为桩位测放提供完善的数据支持。而后可采用坐标法测放灌注桩桩位，测放前应对桩位坐标进行复核，确保全站仪以及水准仪等测量设备处于良好状态下，将控制网布设于稳定、不易破坏的位置，在施工环节提供准确的定位基准，精准放出桩位中心线、桩基中心点等位置，将误差控制在最小范围内。复测后提交审核，确定通过后再进行下一工序，可通过控制桩将桩位引至桩外，按流程埋设护筒，而后再次进行校核，确保护筒垂直度以及桩位准确性都满足标准要求，图1为钻孔灌注桩工艺流程。

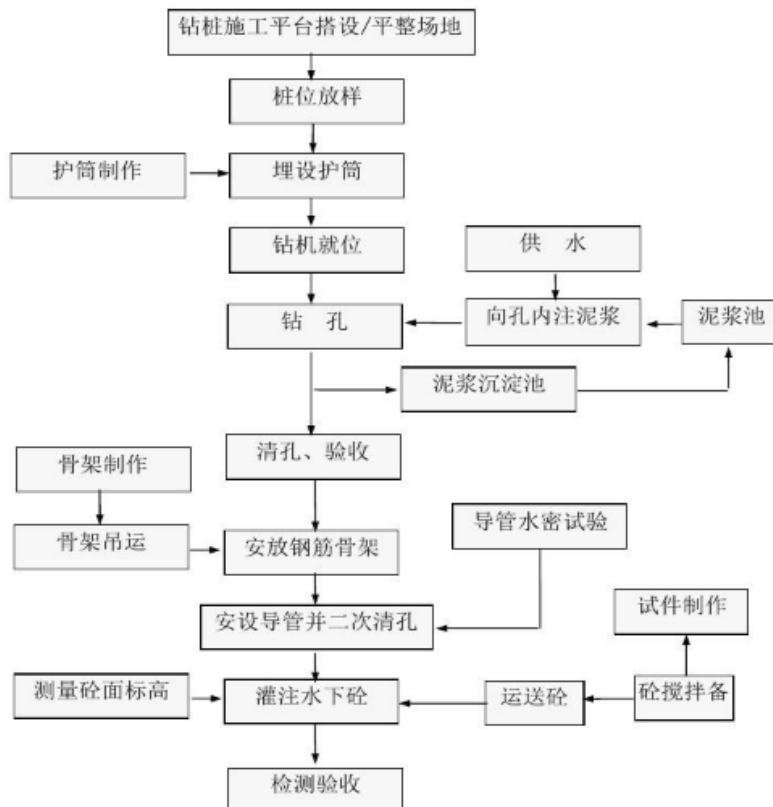


图1 钻孔灌注桩工艺流程

（二）护筒埋设

在钻孔灌注桩施工阶段，埋设护筒能够有效提升灌注桩质量，减少孔壁坍塌等问题，尤其是在土质较差的施工环境下，钻孔阶段更需通过埋设护筒的方式，保护孔口，规避孔口塌落问题。因此，需根据市政道路桥梁工程的施工条件以及设计要求，对护筒进行制作，合理设置护筒的壁厚、高度等关键参数，确保护筒内径大于桩径。因此，可根据桩径计算护筒直径，同时要结合土质情况，明确护筒长度。埋设护筒的过程中，可采取机械化与人工操作相结合的方式，在条件适合的位置进行机械化操作，局部等无法进行机械操作的位置，转而采取人工方式挖孔，在挖至标准深度后，对护筒进行埋设，将周边土夯实，形成良好的密实状态，为后续施工作业的高效进行创设基础条件。

（三）泥浆制备

为了提高泥浆制备效率，以满足钻孔灌注桩施工要求，可通过设置泥浆循环设施，在现场适宜位置布设泥浆池的方式，对泥浆进行循环利用。因此，应合理设置泥浆池的长度以及宽度，划分出吸浆、储浆以及沉淀等多个池体结构，提高泥浆循环效率，减少废浆的产生，实现绿色环保的施工目标。在泥浆池使用阶段，钻孔所形成的钻渣泥浆可通过泥浆槽进行输送，直达沉淀池，经过沉淀处理后，再将这部分泥浆输送至储浆池中，而后根据施工阶段的实际需求，将泥浆流入到吸浆池中，就可通过高压软管将浆液注入孔内，用于完成孔底沉渣的冲击作业，减少整个施工阶段的泥浆需求量。在泥浆池布设阶段，可结合现场工况条件及实况，优化完善其功能配置，或将储浆池与吸浆池相合并，快速完成人工造浆工作，与钻孔等进度保持较强的协同性，提高泥浆循环利用效率。可在沉淀池以及吸浆池中安装泥浆泵，以确保池中的多余泥浆能够快速排出。

（四）钻孔

首先，在钻孔过程中，初步操作时应注意不可落杆，保证钻孔的可控性，以形成护壁固孔效果，减少过程中的塌孔等问题。在操作前应先检查造浆情况，确保达到要求后，再依照放线定位进行钻进作业，一般需结合土层分布状态，对钻孔进尺速度进行调整及控制，尤其是第一根桩钻孔阶段，需依照土层情况尽可能地放慢钻进速度，提高钻孔的质量效果；其次，在钻孔过程中，应动态关注及检查孔内泥浆情况，以此为依据判断土层分布状态，若出现偏离设计要求的情况，需将泥浆样本保留，开展检验复核工作，灵活调整施工参数，以保证钻孔质量。在钻孔中需将泥浆相对密度、含砂率以及黏度等关键参数控制在标准区间内。当施工现场的土质优良时，可将泥浆的黏度及含砂率适当降低，以保证钻孔效率。但是市政道路桥梁工程的现场土质较软时，则应在钻孔阶段先将钻头提升，再扫孔后将泥浆浓度提升，保证钻孔成型效果，以免出现缩孔问题；最后，在钻孔阶段需详细记录各项数据，如钻孔的时间、泥浆黏度、含砂率等等，为施工措施的优化调整提供重要依据。同时应结合钻杆与钻头相加的高度和，明确最为适合的钻孔深度，当深

度超出钻杆或钻头长度后，需结合孔底设计标高，对接钻杆数量进行计算，预留出适合的深度，保证钻孔质量及施工参数的准确性。

（五）清孔

在钻孔完毕后需及时开展清孔工作，加快上下工序的衔接速度，为后续的混凝土灌注等工序提供基础条件，提高钻孔灌注桩施工技术效果。首先，当钻进至设计深度后，先将钻头高度适当提升，一般以30-50cm为最佳提升高度，将按比例配制的泥浆灌入孔中，将带有钻渣的泥浆置换出去，直至孔内泥浆状态符合要求为止。清孔持续三十分钟时，需将钻渣全部置于泥浆池中，通过适量注入清水，提高循环泥浆的质量效果；其次，清孔操作结束后，及时对成孔质量进行检查，尤其是沉淀层厚度，需运用专用设备进行检测，根据技术标准对比其质量，判断是否能够达到合格标准。清孔完毕后，安排专人对泥浆指标、桩孔的深度等参数进行仔细检查，尤其是孔深，需符合设计要求，泥浆黏度、含砂率以及相对密度等，也要达到标准要求。在质量检测阶段，可使用含砂测定仪等设备，以保证检测结果的准确性；最后，清孔过程中，还应对外期成孔质量进行检查，尤其是桩径、垂直度都要达到设计要求，消除孔位偏差、倾斜等缺陷。若存在沉渣残留问题，将降低灌注桩的承载力。因此，清孔中需注重运用泥浆冲刷所形成的压力，将孔底沉渣排出，在保护孔壁的同时，有效清理孔洞。

（六）钢筋笼与导管下放

在市政道路桥梁工程的钻孔灌注桩施工阶段，钢筋笼的材质及性能，会影响整体质量效果。因此，需根据工程设计要求，选择应用适配的钢筋笼材料，严格控制材料直径及型号。在制作阶段，若钢筋笼过长，则要采取分节制作方式，保证各节质量，同时按规定预留出适合的搭接长度，为多节钢筋笼的焊接操作提供便捷条件。钢筋笼的错位焊接中，务必要将预留长度控制在标准范围内，以保证焊接质量，同处于一个截面的接头数量，也要依照要求进行控制，并在钢筋笼周边布设保护层，形成对钢筋笼的保护作用，延长使用期限。在钢筋笼安装过程中，可同时安排几台焊机，对钢筋进行同步分节段焊接，提高焊接的整体性，减少焊接质量缺陷。为了便于下放钢筋笼，一般可在现场情况适宜的情况下，直接制备钢筋笼，使用吊车将之吊至指定位置，确保钢筋笼能够保持垂直状态，精准置于对接位置，确定无偏差等问题后，将钢筋笼固定于钻架上，确保钢筋笼的中心点与桩位中心保持一致，提高钢筋笼下放的可靠性及牢固性，以免后续灌注环节出现钢筋笼移位、浮动问题，如图2。另外，在下放导管时，需根据孔径等参数，选择直径及长度适合的导管，运用螺纹将导管部分相连接，应确保导管上设有明确的刻度，在后续混凝土灌注中对埋深度进行测量，保证施工操作的精准度。为了提高导管使用效率，满足混凝土连续灌注要求，应在下放前先检查导管质量，确保其水密性、承压性都符合要求后，再将导管下放至孔底的适宜位置。



图2 钢筋笼下放

(七) 水下混凝土灌注

在钻孔灌注桩施工过程中，水下混凝土灌注是重点工序，为了提高灌注效果，保证桩基成型质量，需在正式灌注前，先对孔底沉淀厚度进行测量，当厚度符合要求时，才能正式进行灌注作业，若沉淀厚度超出允许值，则要再次进行清孔操作，可使用高压水枪，形成对沉淀层的水压冲击影响，将沉淀物快速置换出来，提高沉淀厚度的标准性。混凝土灌注阶段，应保证材料供应的及时性，确保储料都中的混凝土充足，能够根据施工进度，为灌注作业的高效进行提供充足的材料支持，尤其是首批混凝土应连续灌注，确保导管能够顺利埋入混凝土中。在实际灌注过程中，应使用测绳动态探测孔内混凝土面的标高，及时调整埋管深度。在混凝土灌注后，导管需埋入混凝土1m以上的深度，操作环节埋深应控制在2-6m的范围内，以保证灌注效果，埋深过深、过浅，都可能影响施工效率，致使拔管更为困难。需要注意的是，施工操作中可根据桩基、立桩直径，将立柱钢筋埋设到桩体内，但是由于受到施工工序及操作工艺的影响，立柱钢筋在埋入到灌注桩中时，其难度普遍较大，可通过采取将灌注桩顶部高程降低的方式，先对其质量进行检查及验收，无问题后再浇筑模板，促使灌注桩高度达标。另外，在施工完毕后拆除导管时，应预先根据设计要求导管理深进行测量，根据测量结果确定土质分布情况，判断操作环节有无桩径变化情况，验证分析施工质量。还可采取随机取样方式，分别针对混凝土灌注桩的上中下部分进行取样，制备混凝土试块，通过开展抗压强度试验，明确桩体强度及承载力，确保符合设计要求。

二、钻孔灌注桩施工技术应用中的质量控制要点

(一) 断桩质量控制

在市政道路桥梁工程施工阶段，灌注桩作为常用桩型，极易受到多种因素的影响，若控制不到位，则可能出现断桩等方面的质量缺陷。因此，在施工操作中需注意此类问题，采取相应预防措施，规避断桩问题的发生。首先，在选择导管的过程中，应尽可能地提升其水密性，以保证混凝土灌注作业的顺利进行，减少漏水情况。因此，施工前需先开展水密性试验，确定达标后再按顺序及编号，依次组装导管。导管的直径也要加强控制，确保符合桩径尺寸、最大石粒粒径，应尽可能地选择大直径管道，减少施工操作中的卡管情况；其次，在下放导管的过程中，需确保导管埋入到混凝土的适宜深度内，减少导管的下口悬空，灌

注环节导管也要处于标准深度范围内，确保混凝土材料具有较强的流动性、坍落度，以保证灌注效果，减少断桩问题。

(二) 缩孔质量控制

在钻孔灌注桩施工过程中，孔径小于桩径时，则更易出现缩孔问题，若缺少对此类问题的规避及处理，则可能导致钻孔灌注桩的承载力低于预期要求，埋下市政道路桥梁工程建设、使用期间的质量安全隐患。因此，应先明确引起缩孔的原因，再采取针对性的处理措施，减少缩孔情况，保证钻孔灌注桩的施工质量。如钻具补焊操作过于滞后，或钻锥磨损而未能及时处理，都会导致钻孔尺寸与设计值产生偏差，产生缩孔问题。当施工现场的钻进地层中存在大量软塑土时，钻孔后将更易受到土质膨胀的干扰及影响，致使孔径逐步缩小。因此，在钻孔过程中，应动态检查钻头尺寸，只要发现偏差，第一时间进行更换或补焊，确保其尺寸符合设计要求。针对施工现场存在的软塑土，可选择失水率低的泥浆进行护壁施工，减少缩孔的可能性。若缩孔严重，则要先停止继续钻进，通过运用钻具进行扫孔后，将尺寸问题解决。

(三) 斜孔质量控制

在钻孔灌注桩施工过程中，钻孔偏斜会导致孔成型质量大打折扣，影响后续内置钢筋笼、混凝土灌注等作业的顺利进行。因此，需在施工中严格控制钻孔质量，减少斜孔问题，一般情况下，钻机不稳、地面土质分布不均，都会影响钻孔质量，产生斜孔情况。因此，钻孔施工前需先对施工现场进行夯实及平整处理，为钻机操作提供良好的基础条件，可将轨道枕木铺设于施工地面上，使用转盘安装钻机，并将起重滑轮轴安装于底座水平位置，通过对卡孔以及护筒中心进行固定，实现钻机的精准对接，提高钻机安装的准确性，减少施工操作中的移位情况。另外，市政道路桥梁工程的现场不平整，可选择应用大自重钻机，在钻进过程中只要遇到孤石等情况，将钻进速度放慢，针对偏斜处多次扫孔，对孔洞位置进行调整。

结语

综上所述，在市政道路桥梁工程中应用钻孔灌注桩施工技术，能够显著提高工程结构的稳定性及承载力，保证工程建设水平，科学延长道路桥梁工程的使用寿命。因此，需明确钻孔灌注桩技术要点，将其技术作用充分发挥，增强工程结构的安全性及耐久性。

参考文献

- [1] 曾庆. 市政桥梁工程施工中钻孔灌注桩施工技术的运用探讨[J]. 辽宁青年, 2023(06): 143-145.
- [2] 任杰. 市政道路桥梁工程旋挖钻孔灌注桩施工技术[J]. 科学技术创新, 2024(12): 136-139.
- [3] 段春平. 市政桥梁工程基础钻孔灌注桩施工技术探讨[J]. 房地产导刊, 2020, 000(11): 119.
- [4] 陆杨洁. 市政道路桥梁工程中钻孔灌注桩施工中的问题及解决措施[J]. 新材料新装饰, 2022(11): 4.
- [5] 汤勇. 浅谈公路桥梁工程中的钻孔灌注桩施工技术[J]. 精品, 2020, 000(20): 157.
- [6] 何成. 道路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用探析[J]. 智能城市应用, 2024, 7(06): 44-46.