

# 市政道路桥梁桩基础施工中的旋挖钻技术研究

文 / 范汉杰 上海三维工程建设咨询有限公司合肥分公司

**摘要:** 随着社会经济发展速度不断加快,市政道路桥梁工程建设规模日渐扩大,施工环节面临的地质环境更加复杂。通过将旋挖钻施工技术应用在桥梁工程中,能够提升桩基结构承载力,避免在桥梁长期运营期间出现不均匀沉降现象。由于旋挖钻施工复杂,在具体实施环节还应明确施工要点,制定专项可行的施工质量管理对策。针对以上背景,本文首先阐述旋挖钻技术的原理及应用优缺点,明确旋挖钻施工流程,制定旋挖钻管控对策,以供参考。

**关键词:** 市政道路桥梁桩基础; 旋挖钻技术; 应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.059

## 引言

为有效满足日渐提升的桥梁工程桩基础施工质量要求,应积极使用旋挖钻技术,增强桩基基础结构稳定性,分析可能影响旋挖钻施工技术应用水平的各类因素,优化施工流程,选择适宜的施工机械设施,确保旋挖钻技术能够充分发挥出应有作用。

### 一、旋挖钻施工原理及应用优缺点

#### (一) 旋挖钻施工原理

旋挖钻就是在泥浆护壁条件下,借助旋挖钻机上的钻盘或动力头等设施,带动可伸缩式钻杆与钻杆底部的钻头旋转,使用钻斗底端与侧面开口上的切削工具切削岩土,将切削下的岩土从开口处进入到料斗中。在料斗中装满碎屑的情况下,由伸缩钻杆将钻头提到孔口后自动卸土,而后再将钻头伸入孔底继续钻进,直至钻到设计孔深。

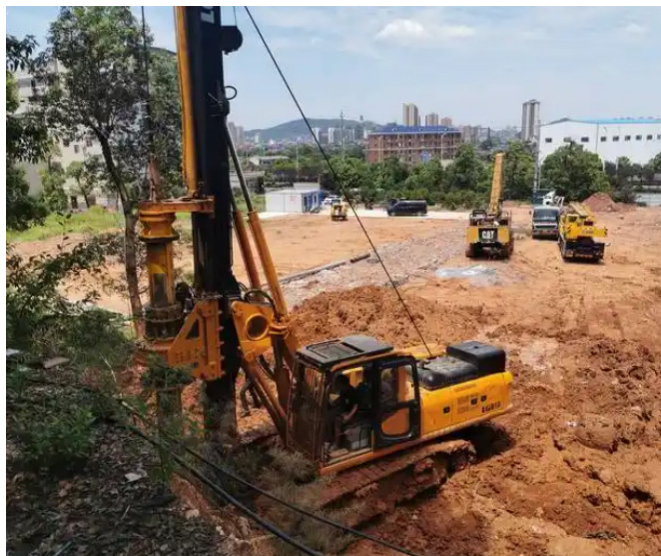


图1 旋挖钻机

#### (二) 旋挖钻技术应用优缺点

##### 1. 旋挖钻应用优点

旋挖钻过程中会在孔壁上形成较为明显的螺旋线,进一步增强桩体能够承载力。旋挖钻对各类地质条件的适应度良好,应用范围大。钻机多为液压履带式伸缩底盘结构,可以随意移动钻机位置,有效节省钻进时间。

相较于其他成孔方式而言,旋挖钻期间的深度、垂直度可以经过电子控制系统中的显示屏显示,自动化水平更高。

##### 2. 旋挖钻应用缺点

旋挖钻环节使用静态泥浆护壁钻斗取土,形成护壁泥皮,整体稳定性较差,对泥浆的要求高。且旋挖钻前期投入成本高,应结合桥梁工程具体建设要求选择适宜的成孔方式。

### 二、钻孔旋挖钻施工流程

#### (一) 施工准备

施工准备工作需由专业测量人员应与设计单位进行密切沟通,依照设计图纸内容在施工现场绘制轴线以及控制网,切实增强控制网精准度,测量各放线桩位点。作业平台需要比地面高出1米,使钻孔工作开展期间的孔内水压力能够被控制在合理范围之内。在平台上部布设钢板,进一步扩大受力面积,避免平台出现变形、位移或者钻机不均匀沉降问题。

严格遵照施工图纸具体要求定位桩线,测量环节可以使用全站仪、钢卷尺。在桩基础设置轴线,由轴线引出桩位线。利用小木桩或钢筋标定精准定位轴的中心坐标点,依照桩半径绘制半径画面。各种检查标记的装备轴线、桩位坐标点,及时修补破坏或缺损的装备标记。

#### (二) 护筒埋设

在钻孔旋挖钻基础施工过程中,钢护筒施工水平可直接影响到基础结构各项性能,应结合地质参考资料及图纸内容确定钢护筒埋设位置。使用电子全站仪合理设置钢护筒埋设长度。钢护筒使用12mm的钢板制作。为保障护筒结构强度,还应在护筒上、下、中段各焊接一道加劲肋。在护筒顶端设置进出浆口,焊接吊环。

着重在护筒埋设过程中检验护筒结构尺寸,包括护筒结构顶部、纵横部位等,确保护筒结构的实质偏差值、桩位差值与桩位置相符。结合钻孔旋挖钻基础直径,增强护筒的防水性能。在两节护筒连接过程中使用电焊手段,对连接部位进行水密性测试,避免护筒处存在渗水情况。

护筒埋设施工质量可直接影响到后续桩基成孔质量，还需在埋设前首先使用挖掘机清理多余的回填土，使护筒缓慢就位，最后进行下压。下压环节也应当进行全程检测，结合检测结果及时调整护筒垂直度，使钻孔中心与护筒中心一致。使用垂球检测护筒垂直度，在确保垂直度合格后回填高质量粘土，利用分层压实的方式增强周边土体结构的密实度，避免出现坍塌等事故。

**(三) 泥浆配置**

旋挖钻设施的成孔速度较快，土层的密实度也较高，因此在泥浆配制过程中可以加入羧甲基纤维素等材料。在市政道路桥梁桩基础中，羧甲基纤维素含量应为膨润土用量的 0.03%；膨润土的实际用量为用水总量的 90%；纯碱用量为膨润土用量的 0.5%。结合配制比例制作的泥浆密度为 1，pH 值为 9.0，粘度为 22。在泥浆使用过程中，可以在孔壁周边形成约 2mm 厚的泥皮。

新配置泥浆时，泥浆的沉淀厚度应符合设计标准，无需进行清空处理。仅使用传统泥浆配制方法生产泥浆，泥浆的生产成本较高，容易对周边环境造成不利影响，因此还需要对多余泥浆进行回收再用，进一步泥浆使用效率。为避免后续泥浆性能下降，泥浆中的含砂率超出设计标准，还可以使用水力旋转装置对泥浆进行再处理，直至性能符合施工要求。

**(四) 钻孔**

设置好护筒结构后需就就位钻机。就位时的钻头对准测量桩位，对中误差值应处于 2cm 范围内。在钻机安装前事先夯平安装位置，防止在钻进期间出现倾斜或下限问题。结合施工现场复杂地质条件特征，严格控制护筒施工环节的各类参数。在钻进过程中，如护筒泥浆面高出地下 2 米，还需要在钻进过程中定期补充浆液，确保钻孔时的孔壁始终处于稳定状态。

钻孔初期，钻机主动杠杆在进孔前需对钢丝进行吊紧处理，着重控制钻机钻进速度。在钻杆进入孔内后，逐步提升钻速与钻压力。注意钻进速度需结合地质勘察资料确定，从软层到深层的地质，钻进速度也需要持续减缓。

在现场存在砂砾层的情况下，钻孔过程中也容易出现钻具移动、钻孔倾斜等问题，需要注重调整钻进速度，增加钻进期间的水泥浆液灌入量。在钻机上也可安装导向装置，严格控制钻孔方向，避免钻孔偏差度与设定目标存在较大差距。如砂砾层松散并且容易坍塌，还需要在钻进过程中调整泥浆配比方案，适当增加泥浆黏度。严格控制钻孔的水头高度，防止出现冲刷液冲刷孔壁等问题；起伏不平岩面钻进时，应遵循轻压慢转原则，在岩层穿过后逐渐恢复钻进参数，保障钻进工作持续稳定开展。

在开钻后，需要使泥浆始终处于充足状态，确保水头高度高出地下水位，防止钻进偏差较大。注意在钻进过程中，底盘斗始终处于关闭状态，防止钻土进入孔中，

对后期施工水平造成不利影响。注意在旋挖钻施工过程中，不仅需严格控制钻进尺寸，也应当选择适宜的钻头设施。如果钻进尺寸较大的情况下，会出现缺土等问题；在钻进量较小的情况下，旋挖钻施工进度会受不利影响，使工程整体施工效率下降。

在钻孔过程中也是要做好误差检验与控制工作，首先在钻进前设定一个允许误差值，测定护筒标高，将护筒标高作为施工基准点，防止误差值超过预定设计值。做好施工期间各部门的沟通交流工作，使用动态监管方式，避免出现质量问题。使用适宜验孔设施，严格测定孔深、孔径与倾斜度。将测定结果交给监理工程师审核，审核通过后才可进行后续施工。

**(五) 清孔**

在旋挖钻施工过程中，清孔目的就是控制沉淀层深度，确保桩底部承载力与预期目标相符。在钻孔工作实施环节，施工人员应采用合理方式将孔内的泥浆清理干净，避免残留杂物被灌注在旋挖钻内，对桩体结构的基坑支护效果造成不利影响。在泥浆注入时使用循环利用方式，确保沉浆能够被顺利排出。将泥浆泵从平台接入桩孔内，注意在清孔环节中的钻头处于小冲程运动状态，增强钻孔清理效果。

**(六) 混凝土灌注**

依照配合比设计要求，将混凝土材料的坍落度控制在 18 ~ 22cm、骨料直径控制在 0.5 ~ 3cm。注意在搅拌混凝土前也需要精确测量石料、水量等，确保混凝土还有比较精确。在混凝土搅拌过程中应采用连续不间断搅拌方式，如果搅拌设备因故停止 30 分钟以上，需要将内部混凝土全部清理干净，重新搅拌新混凝土。

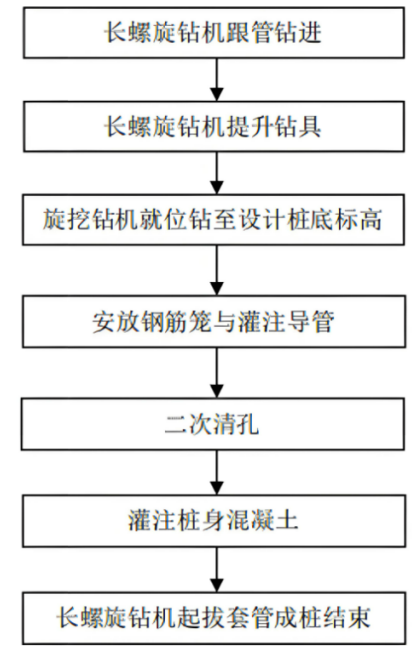


图 2 旋挖钻施工流程

注意在混凝土灌注过程中严格检查灌注高度，对导管进行及时拆除与提升处理。将导管深度控制在 2 ~ 4m

之间,最大不得超过5m。避免在混凝土浇筑过程中出现导管漏水或者进水等问题。在混凝土浇筑完毕至初凝阶段解除钢筋笼,避免钢筋笼的粘接力受到不利影响。

在混凝土浇筑作业工作开展环节,也需时刻使用测锤检测混凝土上升高度,适当提升或拆除导管,确保包括埋设导管深度始终处于合理范围内,避免在混凝土浇筑过程中出现断桩问题。

### 三、市政道路桥梁桩基础旋挖钻员工管控对策

#### (一) 建立施工管控机制

针对存在于工程施工环节的各类问题,管理部门还需要制定出专项管理机制,进一步增强施工团队意识,将施工期间的各项问题控制在源头。落实施工管理目标及任务,及时发现并解决存在于管理期间的不足之处。细化管理流程,由监理单位及施工部门共同配合解决施工环节的各类隐患,管理部门需要在施工期间深入施工,与施工人员进行充分沟通交流,在确保施工无问题的情况下才可开展后续施工工作。例如在旋挖钻到岩土附近时,因地质缺陷容易出现塌孔情况。在发生塌孔问题后需及时挪开设备,在附近设置安全标识,上报给监理单位与业主方。各参建方明确孔内实际情况,收集相关影像资料后,向孔中及时回填C15混凝土,确保混凝土回填高度超出塌孔处上方0.5米,待混凝土强度重新达到70%后才可以重新钻孔。借助先进大数据手段构建施工信息管理平台,记录下施工全过程,为工程管理提供重要理论依据。在工程重要工序及复杂工序施工过程中还需要加大管控力度,对问题整改情况进行及时审查,在问题得到及时解决的情况下才能够进行后续施工工作。

#### (二) 落实施工管理职责

在市政道路桥梁桩基础工程建设项目建设环节应用自上而下的分级管理体系,结合施工要求合理,分配不同部门及各级工作人员职责。做好各参建单位沟通交流工作。在市政道路桥梁桩基础工程建设项目施工管理环节,各建设单位需要进行及时沟通,结合工程实际情况提前做好施工计划准备。定期召开施工技术研讨会,分析工程施工情况。明确施工期间可能遇到的难点问题,制定预先管控对策,避免施工工作对后续施工造成不利影响。加大各操作流程管控力度,对每道工序展开管理及管控。

突破传统管理模式,对项目进行提前管理。建设单位在办理基本建设手续环节,申请管理提前介入,打好时间差,压缩项目建设周期,确保工程项目建设时间更加充裕。为保障工程建设,还需要践行轻审批、重管理的项目管理理念,进一步加快工程管理速度。

#### (三) 控制工程风险

首先,积极引进国内外先进管理经验。虽然我国市政道路桥梁桩基础工程管理体系日渐完善,但与发达国家相比依然存在一定缺陷,需相关管理部门结合市政道

路桥梁桩基础工程特征,不断完善现有管控对策,落实管理责任体系,从根本上提升施工管理水平。

其次,强化施工管理环节的融合性。将市政道路桥梁桩基础工程管理工作与自然科学管理融合在一起,尽量落实绿色管理理念,进一步提升国内施工资源利用率,确保市政道路桥梁桩基础工程绿色施工管理及管理工作能够在推动地区可持续发展过程中发挥出重要作用。

最后,加大工程施工管理力度,控制工程施工风险。注重在工程管理过程中落实管理机制,特别是各阶段资金流动风险管理。就市政道路桥梁桩基础工程合同签订、旋挖钻施工环节的设备与材料进行严格检验,禁止没有施工资质的企业进入市政道路桥梁桩基础工程。

#### 结语

综上所述,旋挖钻以其高效地钻进能力、强大的适应性以及稳定的孔壁质量等优势使得它在复杂的地质条件下,能够有效提高作业效率,降低成本,并且提升工程的安全性。在市政道路桥梁桩基施工中,旋挖钻杆成孔经过一系列严谨的工艺步骤,确保了施工的高效性与安全性。通过对每一个环节的精细管理与执行,实现工程的顺利推进,对施工过程的每一个细节都需严格把控,以最终达到设计的要求,确保工程的质量与安全。随着技术的不断发展,旋挖钻的性能有望进一步提升,为未来市政道路桥梁桩基础工程施工提供更强大的技术支持。

#### 参考文献

- [1] 袁岑晚. 道路桥梁施工中的干成孔旋挖桩施工技术[J]. 汽车周刊, 2024, (10): 115-117.
- [2] 隋航. 道路桥梁施工中的干成孔旋挖桩施工技术[J]. 汽车周刊, 2024, (09): 131-133.
- [3] 王继虎. 市政道路桥梁施工中桩基础干成孔旋挖桩施工技术要点探析[J]. 技术与市场, 2024, 31(06): 127-129.
- [4] 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.
- [5] 胡超峰. 道路桥梁施工中干成孔旋挖桩施工技术研究[J]. 运输经理世界, 2024, (16): 98-100.
- [6] 许伟. 道路桥梁施工中的干成孔旋挖桩施工技术[J]. 散装水泥, 2024, (01): 48-50.
- [7] 李春林. 道路桥梁施工中的干成孔旋挖桩施工技术[J]. 四川建材, 2023, 49(07): 172-174.
- [8] 孟祥德. 道路桥梁工程桩基础干成孔旋挖桩施工技术分析[J]. 工程技术研究, 2023, 8(06): 211-213.
- [9] 赖海英, 杨静. 旋挖钻施工技术在桥梁桩基工程中的应用[J]. 交通建设与管理, 2021, (01): 64-65.
- [10] 朱日成. 关于旋挖钻在桥梁桩基成孔施工中的问题及对策[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(02): 115+117.