

钻孔灌注桩技术在路桥施工中的应用

龙运^①

(武汉广益交通科技股份有限公司, 湖北 武汉 430074)

摘要: 为给路桥施工中钻孔灌注桩技术的应用提供参考, 本文利用案例分析法, 以某路桥施工项目为对象, 介绍路桥施工中钻孔灌注桩技术的应用准备, 同时对路桥施工中钻孔灌注桩技术的应用流程与结果进行进一步探究。得出以下结论: 路桥施工中, 钻孔灌注桩施工需要预先准备设备和机具, 从施工定位阶段、成孔阶段、钢筋笼制作与吊装、混凝土灌注等环节控制施工质量, 最终使路桥基础承载力达标, 这表明钻孔灌注桩技术在路桥施工中具有较大的推广优势。

关键词: 钻孔灌注桩技术; 路桥施工; 护筒

中图分类号: U416.1; U445.551 **文献标志码:** A



在国民经济快速发展进程中, 道路桥梁工程数量日益增多, 桩基础应用量随之增加。钻孔灌注桩技术是路桥施工中的常用技术, 兼具防治岩土体滑动、锚固基础、支护边坡等作用, 可以解决断桩、塌孔、泥浆排放、缩径等问题, 确保路桥施工效率。因此, 研究路桥施工中钻孔灌注桩技术的应用具有非常重要的现实意义。

1 路桥施工项目概述

某路桥施工项目跨越主干道, 全长3856.23 m, 桥宽2×15.5 m, 双向6车道, 横断面为3.5 m人行道及

栏杆+11.5 m车行道+1 m栏杆式分隔带+11.5 m车行道+11.5 m车行道, 左幅桥面横坡向外1.5%。桥墩桩基采用C30混凝土, 上设排架小墩柱, 墩柱与钢梁交接位置为扩大截面柱头, 安全等级为一级, 使用年限为100年, 设计时速为120 km/h。共设置路桥段135跨, 基础为1858根大型钻孔灌注桩。

拟建路桥场地地势高差起伏显著, 孔口高程最大为196.25 m, 高差为6.02 m。路桥地质土层可以简单划分为淤泥质粉质黏土、粉质黏土、硬塑黏土、黏土, 具体如表1所示。

表1 路桥施工地质土层基本性质

土层	厚度	含水量/%	孔隙比	湿重度/(kN/m ³)	液限/%	塑性指数	液性指数	压缩系数	摩擦角/°	内聚力/kPa
淤泥质粉质黏土	15.0m	38.1	1.077	18.12	37.02	13.25	1.08	0.55	17.0	6.55
粉质黏土	9.5m	34.51	1.003	18.22	36.58	14.18	0.85	0.53	4.1	20.82
硬塑黏土	13.5m	25.76	0.732	19.85	33.54	10.69	0.26	0.21	16.9	56.98
黏土	—	27.89	0.781	19.69	42.89	18.26	0.29	0.18	10.9	92.61

拟建路桥场地沿线环境水为地表水、地下水, 地表水水量一般, 稳定水位为0.00~5.96 m, 地下水为孔隙潜水, 对混凝土有微腐蚀作用。

2 钻孔灌注桩技术在路桥施工中的应用准备

2.1 现场准备

根据施工现场实际情况, 利用黄土换填黏土, 分层夯实换填层, 为护筒埋设提供稳定基础。

根据钻孔灌注桩技术应用需求, 安排一定数量的机操工、钢筋工、混凝土工及其他工种。同时应根据需要准备钻机、汽车式起重机、挖掘机、泥浆泵、全站仪、电焊机等设备机具^[1]。

2.2 测量评估

选择不受施工干扰位置布设桩轴线控制点、标准点, 根据标准点测放桩位点。确定桩位点后, 借助“十字线法”, 确定钢护筒位置并复核桩位点。

2.3 设备调试

根据钻孔灌注桩技术应用要求, 技术人员应事先准备钻机(含底座、行走机构)、砂石泵组(减速传动系统、转盘、操作系统、正副卷扬机)、钻渣分离设备(含偏心轴、筛面、电动机、筛箱的机械振动筛)与配套动力钻具(图1)、龙门式钻塔。其中钻渣分离设备指借助泥浆分离器(站)对钻渣泥浆进行分

离, 处理能力为 $15 \text{ m}^3/\text{h}$ 。同时, 技术人员可将浅层循环流体返回率调整在 3.0 m/s 内, 深层循环液小于下滑速度 0.18 m/s , 在输液泵启动后注满水, 第一驱动真空泵压达到 $0.5 \times 10^4 \text{ MPa}$, 砂砾泵、真空泵、封闭系统默契配合, 启动后逐步开放砂砾泵出口阀, 形成阀门开度可调的反冲洗周期。确保整个周期内钻孔基础底部牢固且钻头垂直度达标。

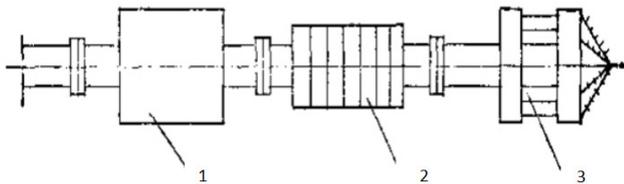


图1 钻具结构组成

图1中: 1为导正器, 可以在反循环钻探期间导正, 确保垂直桩孔达标; 2为加重钻杆; 3为钻头。根据钻具结构, 技术人员可以在作业开始前可靠连接全部地面钻具, 确保钻具之间无堵塞、泄露问题, 利用孔循环介质表面冲洗孔, 底部超出 $150 \sim 200 \text{ mm}$ 。同时根据单颗切削具切入土体要求压力, 技术人员可以将钻行速度设定在 $1.4 \sim 1.7 \text{ m/s}$ 。

2.4 准备材料

根据钻孔灌注桩技术应用要求, 应选择强度等级超过42.5R的水泥, 砂率在 $40\% \sim 45\%$ 之间的砂粉, 设定水灰比在 $0.5 \sim 0.6$ 之间, 坍落度在 $180 \sim 220 \text{ mm}$ 之间, 初次凝结时间长于 8 h 。

3 钻孔灌注桩技术在路桥施工中的应用流程

3.1 护筒埋设

为保证成孔垂直度、桩径达标并阻挡地表水渗透, 技术人员以护筒中心线、桩孔中心线位于同一直线为目标, 用钻机挖掘护筒坑, 护筒坑超出钻头直径 20 cm 。

护筒坑挖设完毕后, 埋入厚 6 mm 、高 600 mm 、内径 1400 mm 的护筒(含溢浆口), 控制钻孔灌注桩中心位置运行偏差、钢护筒倾斜度分别在 50 mm 、 1% 以内。

埋入护筒后, 应分层密实夯击护筒底部、周边填筑黏土, 确保护筒埋设高度超出地面 0.3 m (或稳定后承压水位 2 m)。

3.2 钻机就位

根据桩型, 结合钻孔深度与土壤污泥情况, 确定钻孔机位置, 保证钻孔机排放量、加工参数与设计要求相符。同时以钻头垂直度为依据, 由桩顶直接对照底部, 确定孔径、桩孔垂直度均与要求相符^[2]。

3.3 钻进成孔

启动砂石泵后, 依据正常启动、缓慢旋转钻进相互切换的方式, 前期按钻头运作, 调整钻床至钻头吸入口无堵塞。同时调整材料加入速度与循环液配比,

规避反循环中断。若钻进期间出现砂石泵异常排水且循环液无法反循环问题, 应在检查循环管路系统真空度的基础上, 检修管路系统漏气位置(管路接头密封位置、砂石泵盘根位置、水龙头压盖位置等), 确保系统密封性良好。延长启动时间, 规避灌注泵启动注水量不足或系统内空气排出不彻底导致循环终端问题。钻头下降到预定深度后, 钻头加压, 旋土入钻筒, 钻筒内挤满泥土后反转钻头, 封闭底部, 将钻头提出孔外, 同时倒出弃土。

根据土壤层变化情况调整钻机钻进速度、运转速度与泥浆配比, 每间隔 45 m 进行一次钻孔垂直度校正, 规避缩径、塌孔问题。在钻孔垂直度校正期间, 应综合利用人工观察与电子控制手段, 结合现场地质条件进行合理控制。若由硬地层向软地层钻进, 则应适当提升钻孔速度。若由软地层向硬地层钻进, 则应调低钻孔速度。若遇到砂层, 则应提高泥浆相对密度, 慢转速慢钻进^[3]。

根据路桥施工项目护筒底口松散层钻进特点, 为规避地层渗漏性过大引发的水头无法保持问题, 可以选择泥浆钻进, 保护孔壁至孔内地下水以下, 确保钻进作业顺利进行。泥浆性能指标如表2所示。

表2 泥浆性能指标

泥浆性能指标	初始配置	钻进环节
相对密度/(g/cm^3)	1.06~1.10	1.05~1.08
含砂率/%	≤ 3	≤ 3
黏度/s	17~19	17~21

在钻孔后, 利用正循环进行首次清孔, 完成孔内颗粒状物体向孔外排除。清孔后沉渣厚度小于 50 mm , 泥浆相对密度达到 $1.03 \sim 1.10$, 黏度达到 $17 \sim 20 \text{ s}$, 含砂率小于 3% 。

3.4 安放钢筋笼

首先, 利用双面焊法, 在图纸标注的主筋位置焊接, 焊接长度超过 10 d 。

其次, 利用加强箍成型法, 根据《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63—2007)关于钢筋笼制作的要求, 在主筋内侧布置加强筋。将垫块设置在钢筋笼外侧, 吊环则设置在钢筋笼顶端, 根据设计要求复核钢筋笼内钢筋间距、直径、垂直度^[4]。

最后, 对照孔位, 借助小型吊装机具(25 t 起重机)支持的双吊点法, 第一个吊点位于骨架下部, 第二个吊点位于钢骨架长度中点、上三分点之间。应在起吊前加强内部长骨架刚度, 先起吊第一个吊点, 促使钢骨架稍微远离地面, 再同时起吊第一个吊点和第二个吊点。在第二个吊点持续上升过程中逐步松弛第一个吊点, 直到骨架、地面呈 90° 。在不接触孔壁的情况下缓慢下放钢筋笼(吊筋位于加强箍上), 到达设计位置后, 解除第一个吊点, 对骨架顺直度进行检查, 发现弯曲时应第一时间进行垂直度调整。调整完成后立即加固, 规避后期作业出现钢筋笼偏移、上浮问题。

3.5 下导管

首先,选择直径为250 mm、厚8 mm的无缝钢管制作导管,利用橡胶垫配合丝扣密封连接导管,保证每一节导管长度相同,一般导管长度在1.5~4.0 m之间^[5]。

其次,试拼接导管,进行气密性测试,确定导管连接气密性后,利用磁漆标注连续标尺,标尺为0.5 m,配合导管全长尺寸标注,为后期混凝土灌注期间提升导管高度控制提供依据。

最后,埋入导管,控制导管底部、孔底之间距离超出300 mm但小于500 mm,使用前保证水压力在0.6~1.0 MPa之间下密封。

在钻进成孔最后阶段,停止旋转钻头,钻头与洞底部相距65 cm±5 cm,保证循环液反循环,同时经抽水泵反循环注入新泥浆(含沙量小于4%)、排除渣土。持续反循环30 min±10 min,在导管内腔形成负压,促使导管、孔壁之间的泥浆、孔底沉渣向孔底流动,将导管内腔的泥浆排出孔外,确保泥沙洞底沉积物厚度达到设计要求(小于50 mm)。

3.6 灌注混凝土

二次清孔结束后,应第一时间浇筑混凝土。在混凝土初次凝结时间内连续灌注,导管埋入混凝土深度应超出200 cm小于600 cm。在灌注期间,可利用测绳法确定混凝土灌注深度,即准备1个质量为3 kg、长度为300 mm的测锤,侧锤上绑缚测绳,将侧锤放置于孔底,记录灌注深度并取值,每次勘测时测绳均与圆钢板中心相连,灌注深度为两次测量差值。若出现非连续灌注问题,可利用窜点导管法,提升导管30 cm左右,增加混凝土流动性,缩短混凝土在导管内的留置时间,确保桩身、周边地层有效结合^[6]。同时对孔口浆液上返情况进行观察,直至孔口结束返浆。一般每根钻孔灌注桩的混凝土灌注时间应少于8 h,规避因灌注时间过长导致孔底沉渣过厚、孔洞坍塌问题。

3.7 拆管成桩

灌注深度达到设计要求后,逐级拆卸导管,时间在15 min内。导管拆卸完成后,依据桩顶标高超出设计标高1 m的标准,结合设计桩标高要求,处理桩头多余位置,确保剩余部分无夹泥、浮浆。在混凝土抗压强度达到5 MPa(或设计混凝土强度的25%以上)时,对地面以上可拆卸护筒进行拆除,完成钻孔灌注桩施工。

4 钻孔灌注桩技术在路桥施工中的应用结果

为了解路桥钻孔灌注桩轴向抗压承载力特征,随机选择桥墩试桩,对其进行测试^[7]。试桩长为36.2~40.9 m,设计桩径为1000 mm,设计承载力为8000 kN,沉渣厚度小于5 cm,施工技术为反循环,清孔工艺为二次清孔,试块强度为38.0 MPa。依据慢速维持荷载法,依托极限加载值为18000 kN的静荷载试架(5片8000~10000 kN钢梁组成)进行测试,试验装置见图2。

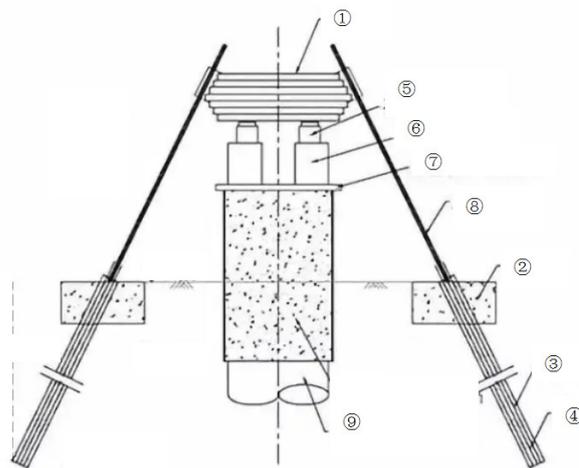


图2 静荷载试架

图2中:①为冠梁;②为圈梁;③为灌浆;④为地锚;⑤为荷重传感器;⑥为液压千斤顶;⑦为承重板;⑧为对拉螺栓;⑨为灌注桩。利用3200 kN级的千斤顶输出加载力,动态测读桩顶沉降,位移传感器精度为200 μs/mm,量程为100 mm,得出的结果如表3所示。

表3 钻孔灌注桩静荷载值

时间/min	1	9	17	25	33	41	45
沉降值/mm	0.12	0.75	0.60	0.96	1.12	0.80	0.80

如表3所示,钻孔灌注桩荷载达到18000 kN时,桩顶沉降值小于2 mm,表明路桥钻孔灌注桩承载力与设计要求相符。

5 结束语

综上所述,钻孔灌注桩技术在路桥建设领域呈现适应能力强、承载力高、抗震能力强的特点。因此,在现场应用该技术时,技术人员应根据实际情况,深入研究钻孔灌注桩施工技术的应用方法与质量管控要点,严格管控桩孔位置土体排出、孔内沉渣清除、钢筋笼安装及放置、混凝土浇筑等环节,规避施工技术应用问题。

参考文献

- [1] 宋剑锋,尚珊珊.路桥工程钻孔灌注桩施工技术分析[J].交通世界,2021(36):35-36.
- [2] 王明哲.关于公路桥梁施工中钻孔灌注桩施工技术的应用分析[J].科学技术创新,2022(20):109-112.
- [3] 李伟.软土地区关键式钻孔灌注桩试验桩施工技术[J].浙江建筑,2022(2):53-56.
- [4] 王运强.路桥施工中钻孔灌注桩技术探究[J].中国公路,2020(1):116-117.
- [5] 黄学明.某变电站钻孔灌注桩试桩试验研究与分析[J].工程建设与设计,2022(17):214-216.
- [6] 冯勇.桥梁钻孔灌注桩桩端后压浆承载特性分析[J].山东交通科技,2022(3):110-111.
- [7] 董小龙.路桥施工工程中钻孔灌注桩施工技术的应用探微[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021(2):176-177.