

中小型河道免围堰快速钻孔注浆施工方法

冯志友 余国爱

中国水利水电第十四工程局有限公司 云南 昆明 650200

【摘要】：依托 2020 年提质增效工程龙城街道盛龙路污水干管完善工程过河段不良地层注浆加固的成功实施，以工程实体为基础，论述免围堰快速钻孔注浆加固施工方法、工艺流程及该方法良好的经济效益和社会效益，为类似项目提供施工经验。

【关键词】：河道；围堰；注浆加固；施工技术

DOI:10.12417/2705-0998.26.05.017

引言

在河道钻孔注浆施工中，传统工艺主要先进行围堰施工，然后在进行河道钻孔注浆加固工作，而传统围堰工艺主要有土石方围堰^[1]，钢板桩围堰等^[2]，该类工艺对河道水体及周边建（构）筑物扰动较大，且易受施工环境条件限制（下河道路狭小，施工区域局限等），在这种工况下采取免围堰快速钻孔注浆加固施工工法施工，可以有效避免大体积土方开挖及填筑、减少大型设备进出场频次，有效保护河道水体及周边建（构）筑物、在确保工程的施工质量和施工安全的前提下进一步节约工程成本及施工工期。免围堰快速钻孔注浆加固施工方法凭借自身工期短、环保性好、安全可靠、成本低廉等特点；在中小型河道钻孔注浆施工中逐渐受到各参建方的青睐。

1 工程概况

2020 年提质增效工程龙城街道盛龙路污水干管完善工程 WB17~WB18 号井段正穿龙岗河干流，顶管井的中心距离长度约 91.52m，两井的井壁之间距离约 85.67m，采取泥水平衡岩盘顶管机进行两次顶管下穿龙岗河干流。WB17~WB18 井段下穿龙岗河干流河床范围的顶管上部埋深约 4.9m~5.0m。地层依次为：素填土层（粘性土、砂粒及建筑垃圾）厚度约 2.7m、含砾粉质粘土层厚度约 4.0m、中粗砂厚度约 1.5m、砾砂层厚度约 2.6m~4.6m、弱风化大理岩 3.5~14.7m。下穿龙岗河干流范围内顶管顶部地层为素填土（粘性土、砂粒及建筑垃圾、块石）、含砾粉质粘土层、中粗砂层，污水干管顶管穿越素填土层（粘性土、砂粒及建筑垃圾）、粉砂质粘土、弱风化大理岩、含砾粉质粘土、砾砂、弱风化大理岩；岩溶溶蚀现象严重（无充填、充填粘土），局部存在溶洞（无充填）。为保证顶管机穿越河道时顺利顶进，采取注浆加固地层方式，对岩土分界面（上软下硬地层）、砾砂层及岩溶溶蚀区域进行预加固，预加固地层范围为污水干管管道顶进范围外 2.0m 区域，孔间排距为 1.0m，单孔造孔深度约 6.0m，加固深度为岩土分界面~管

道顶部 2.0m 范围，加固深度约 3.0m 左右。注浆加固大样见图 1^[3]。

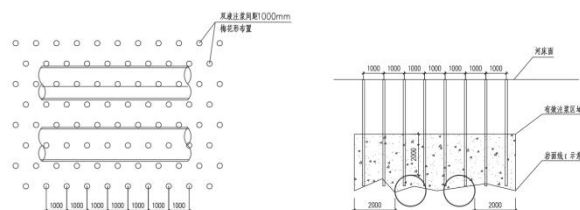


图 1 注浆加固大样图

2 施工工艺流程及操作要点

中小型河道免围堰快速钻孔注浆加固施工工法，首先利用塑料桶或铁油桶配合木模板、钢管搭设钻机操作平台（“浮船”），“浮船”宽约 4m，长约 6m “浮船”搭设完成后将钻机与“浮船”进行连接，钻机架设在“浮船”中间位置，确保连接稳固，待钻机与“浮船”连接完成后即可下河进行钻孔注浆作业，为方便调整钻机位置和固定“浮船”，“浮船”四周安装安全绳，安全绳与岸上固定构筑物或固定桩进行连接。中小型河道免围堰快速钻孔注浆加固施工详见图 2。



图 2 中小型河道免围堰快速钻孔注浆施工示意图

作者简介：冯志友(1991-)，男，广东阳江人，助理工程师，主要从事市政工程建设管理工作。

余国爱(1995-)，男，云南曲靖人，工程师，主要从事市政工程建设管理工作。

2.1 施工工艺流程

中小型河道免围堰快速钻孔注浆加固主要施工工序为施工准备（“浮船”搭设、“浮船”与钻机连接）、测量孔位、钻机校正、钻孔、制浆、注浆、封孔，依次逐孔循环施工，施工工艺流程详见图3。

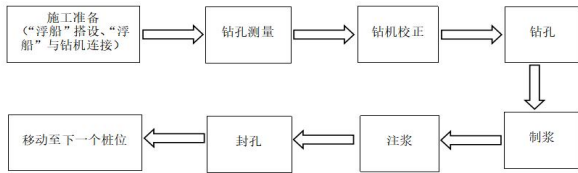


图3 施工工艺流程图

2.2 主要施工工艺及操作要点

2.2.1 施工准备

(1) 收集并熟悉注浆区域水文、综合管线、周边建（构）筑物等相关资料，组织技术人员实地踏勘，了解并掌握现场地质及地下障碍物等情况，编制专项施工方案。

(2) 准备注浆施工所需材料、机械设备，组织施工人员进场，由项目部人员向队伍管理人员和作业人员进行安全、技术、质量交底。

(3) 搭设钻孔注浆设备操作平台-“浮船”，保证“浮船”结构受力稳定，将钻孔注浆设备与“浮船”进行连接。

2.2.2 测量孔位

(1) 根据图纸测放出注浆加固区域轴线，然后根据轴线位置及设计注浆孔布置图布置孔位，并使用全站仪对注浆孔位置进行放样，要求孔位偏差不大于10cm。

(2) 注浆处理注浆孔钻孔编号为ZJK1、ZJK2依次往后编号。

2.2.3 钻机校正

(1) 根据注浆孔位置校正钻机，保证钻机钻杆下钻位置与钻孔放样位置一致。

(2) 钻机校正时利用四周牵引绳进行校正。

(3) 校正完成后将牵引绳固定，确保钻机施工时位置不发生偏移。

(4) 正式钻孔前，需在钻孔位置埋设护筒，护筒直径大于钻杆直径。护筒插入河床底面约30cm，高出河道水面约30cm，用于隔离河水，防止河水进入钻孔内部影响钻孔及后期注浆质量。

2.2.4 钻孔

(1) 由专业测量人员按照施工图纸注浆加固区域布孔位置进行现场测放，现场将测放点位交于现场施工技术人员。依据设计意图与钻孔布孔原则，注浆加固区域注浆孔平行布设，

孔位间排距1.0m。先钻边排孔，后钻内排孔。

(2) 本工程采用“浮船”搭载潜孔钻机进行钻孔，注浆孔钻孔直径100mm。因本工程钻孔注浆区域位于河床下方，地层含水量较大，钻孔过程中严格控制水、泥浆和用量，严禁使用对河道水质有污染的润滑液。

(3) 因钻孔采用“浮船”搭载潜孔钻机进行，保证“浮船”的稳定性是确保钻孔位置精确的关键，钻孔过程中保证牵引绳固定稳固，且钻孔过程中加强钻杆垂直度复核，确保孔位准确及垂直度满足设计要求。

(4) 钻孔过程中现场技术人员因利用钻孔综合成果表详细记录钻孔深度、孔径、钻孔时长，岩性芯样等数据，尤其是钻孔过程中出现涌水、塌孔、卡钻、掉钻等异常情况时更应该做特殊标识，以此作为指导注浆施工及分析注浆质量的基本资料。

(5) 针对岩溶区钻孔，应核实岩溶大小（高度、宽度）范围^[4]。

2.2.5 制浆

(1) 安装设计图纸的要求，双液浆为水泥浆液和水玻璃的混合浆液，水泥采用P.O.42.5R普通硅酸盐水泥，水玻璃采用35（波美度）。拌制用水使用自来水公司供水，严禁利用河水或雨水进行浆液制拌^[5]。

(2) 浆液采用现场机械拌制，施工现场配备标准拌浆筒、电子秤、泥浆比重仪等装置，采用标准制浆设备进行现场制浆液，在浆液制拌时，按设计浆液泥浆比重进行浆液配置，配置时，严格采用称量设备对各类浆液原材料进行称重配置，严禁凭经验、凭感觉随意添加各类原材料。浆液制拌完成后邀请现场监理工程师见证测定浆液比重，确认符合设计要求后方可进行注浆作业。

(3) 浆液制拌时需注意匀速、分散加入水泥、水玻璃等原材料，在浆液搅拌过程中，做好浆液搅拌时间控制，使得浆液中的各种原材料混合均匀，保证制拌的浆液无结块、无颗粒、无沉淀等情况。

2.2.6 注浆

(1) 双液注浆设计水灰比1:1，双液注浆泵压为0.2~0.6MPa，正式注浆施工前，应做实验孔，以确定现场注浆最佳浆液配合比及注浆压力。

(2) 注浆施工顺序应按分序加密的原则，先施工最外侧注浆孔，其后施工内部注浆孔，依次按序施工，采用间隔跳跃式注浆顺序，注浆的顶、底高程及注浆布置范围根据平、剖面图实施。

(3) 正式注浆施工前，邀请参建各方现场见证施工工艺性实验，以确定现场注浆最佳浆液配合比。正式注浆过程中，

严格按照工艺性实验参数进行注浆。

(4) 注浆施工必须使用灌浆自动记录仪进行记录。注浆自动记录仪应经有关部门鉴定和率定,能自动、准确地测记灌浆压力、注入率、浆液水灰比等灌浆参数,保证记录成果的真实性和准确性,同时以人工记录为辅助,记录注浆施工过程中串浆、串水等异常情况^[6]。

(5) 达到设计灌浆压力最大值,注入率小于 $1\sim 4\text{L}/\text{min}$,持续30分钟,可结束灌浆作业,对于单个注浆孔长时间无法注满时,现场应立即停止注浆,并及时将现场实际情况上报参建单位,邀请参建各方现场踏勘,共同商讨解决措施。

2.2.7 封孔

(1) 现场所有的注浆孔及检查孔施工完成后,均应清除孔内异物及积水,在监理工程师的现场指导下进行封孔处理。

(2) 所有注浆孔与检查孔注浆(或压水)结束后应紧接着进行灌浆封孔。灌浆封孔采用“压力灌浆封孔法”,浆液采用水灰比为0.5:1的浓水泥浆。

(3) 封孔注浆结束后,应清理孔口浮浆,并将孔口所注浆液磨平,保证现状路面平整性^[7]。

3 质量控制措施

(1) 对工程施工中易出现的“质量通病”采取质量检查员、现场副经理负责制。重点施工工序采用跟班作业的方法,控制质量通病的发生。对业主、监理在施工过程中提出的质量问题、管理问题,由项目负责人负责,并及时采取纠正和预防措施。

(2) 施工进场落实浆液材料后,即进行不同水灰比的小样配比试验,确定水灰比1:1、0.8:1、0.5:1的材料用量。双液压浆时,确定水玻璃与不同水灰比的水泥浆配比和缓凝剂的掺量,便于施工工艺控制。施工时因受水文地质条件的影响,应及时调整混合比例。

(3) 注浆过程中严格按照试验配比控制水泥浆及水玻璃浆液比例,以免发生堵孔现象,影响注浆质量。注浆过程中相关问题的处理是保证工程质量的关键因素,对施工过程中出现的问题要及时采取措施以及解决。注浆前后,及时进行物探资料对比,检验注浆效果,对于未达到要求的,进行补充注浆。

(4) 注浆过程是控制整个岩溶注浆质量的关键,是重点控制的过程。注浆工艺必须按照试验先行的原则进行工艺试验,通过试验确定设备参数,浆液配合比,注浆过程控制重点是压力和流量,应指派专人实施监控。^[8]

(5) 岩溶发育区地质情况十分复杂,对注浆过程中反映出的不同现象需要分析判定并采取相应措施。判定不同现象的主要依据是钻孔记录、注浆压力、注浆数量、冒浆情况等,对这些数据应集中综合分析,不能只看一项数据而确定措施。

(6) 注浆施工完成后要及时组织参建各单位进行现场检验,对不合格点要补充注浆。

4 安全文明施工

4.1 安全措施

(1) 坚决贯彻“安全第一,预防为主,综合治理”的国家安全生产方针,强化安全法制观念,建立健全以“风险源辨识管理”为主线,以“过程监控”为中心安全保证体系,将安全生产工作抓细、落实。

(2) 做好新进场员工入场教育及安全生产培训工作,增强员工安全意识。

(3) 严格落实三级交底管理制度,真正做到无方案不施工、不交底不施工,将安全技术交底工作做实、做透,使管理人员知道怎么管、作业人员知道怎么干。

(4) 河道注浆加固施工避免主汛期施工,施工期间与上游水库、河道等管理中心做好联动,加强巡视巡查,遇到上游水库放水、河道水位上涨等情况及时将施工人员及设备撤离至安全区域。

(5) 加强注浆设备维护保养,严禁设备“带病”作业,设备故障时立即停止作业,由专业设备维修工进行检查、维修。

(6) 注浆设备操作人员熟悉施工流程,全面掌握设备操作规程及设备性能。

(7) 每班钻孔注浆施工结束后,应立即对当班使用的钻杆、注浆泵及胶管等进行清洗,防止因浆液凝结造成注浆管道堵塞,影响下一班注浆作业进度及安全。

(8) 施工现场临时用电由专业电工布设,严格采用“一机一闸一箱一漏”。施工过程中要由专业电工经常检查施工现场配电箱、电器、电缆等是否存在漏电现象,防止涉水作业或雨中作业引起触电事故。现场电路出现故障时,及时通知专业电工进行处理,严禁无证人员私自处理。

(9) 所有注浆施工人员配备水作服,岸边配备足够数量的救生衣、救生圈。

(10) 注浆区域上下游两侧各增加2个固定桩连接2条安全绳,用于应急救援。

4.2 环保措施

(1) 现场要加强场容管理,使现场做到整齐、干净、节约、安全、施工秩序良好,“工完、料净、场地清”。

(2) 现场施工事宜的机械设备要做好定期维护保养,保持其良好的运行状态。尤其是河道钻孔注浆设备,要随时检查设备运行状态,确保良好运行,当设备出现故障时需撤离到河岸边修理,避免因设备漏油或维修设备时的废旧油污污染河道。

(3) 注浆施工时, 现场管理人员加强现场管控, 防止浆液流入河道内, 影响河道水质。

(4) 现场浆液制拌时做好扬程控制, 河道钻孔注浆设备及水泥堆放区域做好防雨措施, 注浆设备停放区域每日注浆施工完成后进行清扫, 做到工完场清。

5 结语

中小型河道采用免围堰快速注浆施工方法已成功应用 2020 年提质增效工程龙城街道盛龙路污水干管完善工程过河

段顶管注浆加固施工。该施工方法操作简单、方便, 可有效解决河道内钻孔注浆需先进行围堰施工的施工难题, 避免了大体积土方开挖、填筑, 对周边环境影响较小, 并且在实施过程中不断对施工工艺以及施工步骤的衔接上进行优化完善, 使得现场施工便利迅速, 减少施工人员投入, 最大限度保证了现场文明施工要求, 最大限度的节省现场施工工期, 较以往土石方围堰、钢板桩围堰等传统围堰注浆加固工艺节约工期约 40 天, 加快了施工进度, 有较好的经济效益和社会效益, 节约人工及机械等成本费用约 45.68 万元, 经济效益显著。

参考文献:

- [1] 陈春林. 土石围堰施工技术及不利因素处理措施应用[J]. 中国住宅设施, 2022(12):120-122.
- [2] 陈家声, 杜先顺, 魏涵雨, 薛海涛. 钢板桩围堰在深水感潮河道的施工应用[J]. 云南水利发电, 2022, 38(09):52-55.
- [2] 陈春林. 土石围堰施工技术及不利因素处理措施应用[J]. 中国住宅设施, 2022(12):120-122.
- [3] 于江浩, 李薇薇, 梁蕊宏, 李军霞, 崔新盛, 刘凯. 定向钻穿越土岩交替复杂地层注浆加固处理案例分析[J]. 电缆勘测设计, 2023(S2):72-78.
- [4] 赵志峰. 帷幕灌浆技术在水库加固感潮中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(04):126-128.
- [5] 张崇峻. 水泥-水玻璃双液浆材料的性能研究[J]. 机械与维修, 2023(05):207-209.
- [6] 汤宣鹤. 浅埋杂填土富水地段地表袖阀注浆加固技术的应用[J]. 交通世界, 2023(11):137-140.
- [7] 彭中伏, 王科伟, 罗桂军. 特殊复合地层袖阀管注浆加固技术研究[J]. 工程技术研究, 2021, 6(23):55-57.
- [8] 庞林军, 杨圆. 地铁区间隧道盾构穿越岩溶区段基础处理施工[J]. 云南水利发电, 2017, 33(01):80-87.