

目标,统一河道保护范围的划定标准,赋予相关部门明确的管理职责,为保护工作提供坚实的法律依托。

健全部门协调机制。建立由水利、环保、国土等部门组成的河道管理联席会议制度,定期研究解决河道保护中的重点难点问题,确保各方职责明确、信息共享、执法联动^[7]。

强化技术支撑体系。加强对河道调查评估、保护范围划定等关键技术的研发投入,编制出台相关的技术规范标准,建设覆盖全国的河道信息管理平台,为保护工作提供有力的技术支撑。

完善公众参与机制。在河道保护规划编制、保护范围划定等重大决策中,广泛听取沿岸居民、相关企事业单位等各方面的意见建议,并及时反馈。鼓励公众参与河道巡查、环境监测等,增强公众的保护意识和责任担当。

创新投融资模式。将河道保护纳入地方财政预算,并设立专项资金予以支持。鼓励社会资本通过 PPP (社会资本方是指与政府方签署 PPP 项目合同的社会资本或项目公司。

在 PPP (Public-Private Partnership) 项目中,社会资本方通常具有以下特点:

多元化的组成:包括符合条件的国有企业、民营企业、外资企业、混合所有制企业以及其他投资主体等,只要具备相应的能力和资质,都可以作为社会资本方参与 PPP 项目。

承担项目建设与运营责任:依据合同约定,负责 PPP 项目的建设、运营、管理、维护等工作。例如,在污水处理厂的 PPP 项目中,社会资本方要承担污水处理厂的建设任务,并在建成后负责日常的运营,确保污水处理达标。

获得相应回报与承担风险:社会资本方在合同约定的期间内,就其提供的公共产品和服务获得补偿,补偿方式可能包括使用者付费、政府付费以及可行性缺口补助等。同时,社会资本方也需要承担项目建设、运营过程中的各种风险,如市场风险、技术风险、政策风险等。

发挥专业优势:社会资本方往往在特定领域具有专业的技术、经验和管理能力,能够为 PPP 项目带来更高的效率和质量。比如,专业的环保企业在参与环境治理类 PPP 项目时,能凭借其专业的技术和丰富的经验,更好地实现项目目标。) 、特许经营等方式参与河道环境综合治理,形成政府、社会资本、公众的多元投入机制^[8]。

强化监管执法力度。健全河道巡查、违法行为举报等

制度,完善经济、行政、刑事等多元化的责任追究机制,对破坏河道资源的行为予以严惩不贷。

开展国际交流合作。积极学习国外先进的河道管理经验,引进适用的技术方法,拓展国际合作渠道,共享全球水资源管理的最新理念和最佳实践。

8 结语

总之,只有通过上述系统性的政策措施,才能切实推动我国河道保护工作的深入开展,维护河流安全、水质、生态,为人民群众创造更加优美宜居的生活环境。在此过程中,我们还需注重科技创新的引领作用,充分利用现代信息技术手段,提升河道管理的智能化水平,同时强化跨部门协作,形成合力,以确保河道管理与保护的可持续性,为构建人与自然和谐共生的生态环境提供坚实保障。此外,我们还应当深化理论研究,探索河道管理与生态修复的内在规律,通过科学规划与实施,促进河道生态系统功能的优化与恢复,进而为实现水资源的可持续利用和生态环境保护提供强有力的理论与技术支撑。

参考文献

- [1] 叶乐乐.中小型河道管理存在的问题和对策探讨[J].水上安全, 2025,(01):40-42.
- [2] 许文骏.综合视角下的河道管理困境与生态治理建议[J].中国资源综合利用,2024,42(10):133-135.
- [3] 高婧.河流生态环境保护与河道管理实践[J].水上安全,2024,(15): 185-187.
- [4] 普芹英.河岸线保护和利用管理的措施与建议[J].水利技术监督, 2024,(05):53-56.
- [5] 程似俊.信息技术在河道管理中的应用[J].水上安全,2024,(03): 58-60.
- [6] 程似俊.河道管理存在的问题及对策[J].水上安全, 2023,(15): 154-156.
- [7] 侯琳,王勇.遥感技术在助力提升河湖管理能力方面的应用[C]//中国水利学会.2023中国水利学术大会论文集(第二分册).松辽水利委员会流域规划与政策研究中心;松辽水利委员会水文局(信息中心)黑龙江中游水文水资源中心,;2023:380-384. DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.088166.
- [8] 张荔,全祥明,尚雪梅.河道管理现存问题及生态治理建议[J].城市建筑空间,2023,30(S1):357-358.

Research on atmospheric pressure tool replacement technology for deep buried tunnel slurry shield tunneling

Yaling Tian Tianyang Li Wei Liang

Changjiang River Scientific Research Institute, Wuhan, Hubei, 430010, China

Abstract

This paper introduces the principle, technical points and precautions of the normal pressure opening and tool changing of the cutter head of the slurry shield in the completely and strongly weathered granite stratum, based on the case of the normal pressure tool changing of the Yuehai 20 slurry shield in the the Pearl River Delta Water Resources Allocation Project. Based on the monitoring data of surface settlement during the opening of the slurry shield tunnel, the impact of the normal pressure opening process on the formation loss was analyzed. The results indicate that the atmospheric pressure tool replacement technology of the Yuehai No. 20 slurry shield tunnel is suitable for composite formations of fully and strongly weathered granite, and has minimal disturbance to the formation. It can provide a reference case for tool replacement operations in similar projects.

Keywords

Mud water shield tunneling; Constant pressure knife change; construction technology; Monitoring and analysis

深埋隧洞泥水盾构常压换刀技术研究

田亚岭 李天阳 梁蔚

长江科学院工程安全与灾害防治研究所, 中国·湖北 武汉 430010

摘要

本文结合珠江三角洲水资源配置工程粤海20号泥水盾构常压换刀案例, 介绍泥水盾构刀盘的刀具在全、强风化花岗岩地层中进行常压开仓换刀的原理、技术要点以及注意事项。依据开仓地表沉降监测数据, 分析了泥水盾构常压开仓过程对地层损失的影响。结果表明粤海20号泥水盾构常压换刀技术适用于全、强风化花岗岩的复合地层, 同时对地层扰动较小, 可为类似工程的换刀作业提供借鉴案例。

关键词

泥水盾构; 常压换刀; 施工工艺; 监测分析

1 引言

目前在穿越河隧道等工程建设中盾构法施工最为普遍, 同时长距离、大直径盾构隧道在重大水利工程中明显增多^[1]。大直径、深埋、长距离隧道多数是软硬不均匀的复合地层, 在盾构施工过程中盾构机刀具磨损的速度较快, 为保障工程的顺利实施, 常压换刀工法成为解决这类问题的主要方法。

在破碎地层开仓易发生施工安全风险, 因此常压开仓过程中需综合分析地下水、地质以及周边环境等因素的影响。文献^[2-4]系统总结了常压换刀(加固地层类、更换刀盘设计类)与带压换刀的换刀技术原理、关键技术流程、适用的范围以及换刀的优缺点。文献^[5]通过对盾构掘进参数的优化, 结合地质条件的变化, 加强过程控制降低了刀盘结泥

饼的概率, 有效的减少开仓换刀频次。

2 工程概况

珠江三角洲水资源配置工程盾构隧道顶埋深45.21 ~ 50.36m, 线路平面最小曲线半径为494m, 该区段采用管片衬砌, 利用不锈钢螺栓错缝拼装。沿线基岩分布主要为奥陶系侵入的细粒斑状黑云母二长花岗岩及第三系下统莘庄村组地层, 以泥质粉砂岩为主, 胶结以泥质为主。线路沿线广泛分布第四系地层, 含水层和透水层较多, 地下水位高程在0m ~ 2m。

3 工法原理

空心式刀盘辐臂与常压可更换刀筒设计是常压可更换刀盘换刀的技术核心。刀盘上的主梁一般采用空心箱体式设计, 刀筒设计采用背装式。在空心辐臂内操作可伸缩油缸配合刀具更换设备将刀具从刀筒内抽出, 利用刀腔闸板可隔开刀盘前方的高压仓和刀臂段的常压舱, 刀具修复后打开刀腔

【作者简介】田亚岭(1990-), 男, 中国河南邓州人, 硕士, 工程师, 从事大坝安全监测研究。

闸板进入空心辐臂内装回刀具，完成常压换刀作业。

4 施工工艺

常压换刀通过隔离出来一个独立区域并与外界联接保持常压，阻断刀盘舱的高压区域，保证更换刀具能在一个常压环境。泥水盾构常压开仓换刀作业流程见下图1。

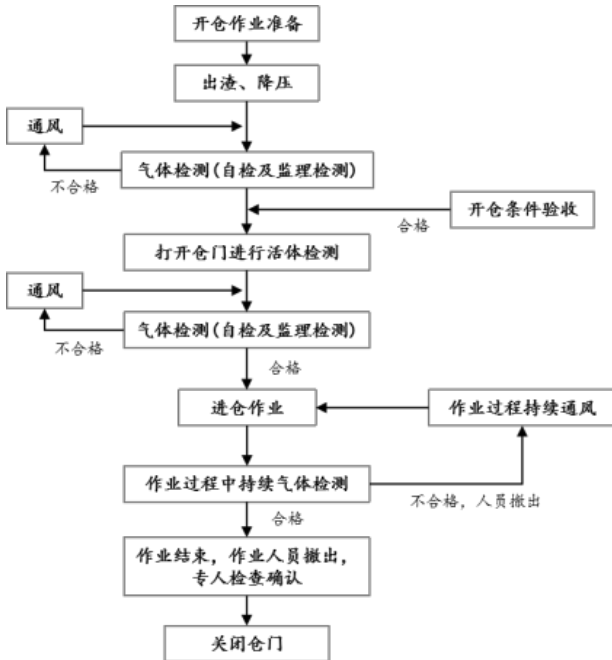


图1 泥水盾构常压开仓换刀作业流程图

4.1 停机准备

盾构到达既定开仓换刀位置前4~5环同步增大盾尾油脂及同步注浆注入量，确保管片壁后间隙同步注浆填充饱满及增强尾刷密封性，增强盾尾密封性。在到达开仓位置时最后30cm可不注浆，以膨润土代替浆液填充，以免浆液过多包住盾尾。盾构停机后，利用盾体径向孔注入惰性浆液，在盾壳外形成封闭止水圈，以保证盾壳与地层之间的间隙得到有效填充，可避免盾尾后封水环施工过程中盾尾被包裹风险。

4.2 出渣降压

泥水盾构机为气垫式泥水盾构，为达到进仓条件，需要使用高压空气置换泥水仓和气垫仓底部的泥浆。泥水盾构机通气单个空压机75kw，排量为 $10\text{m}^3/\text{min}$ ；压力10bar，配备两台空压机，充气容积达到所需压力需要的时间为8min。整个置换过程平稳进行，整个置换过程可采用旁通模式置换。

4.3 库掌子面有害气体监测

为避免掌子面涌出的有害气体危害常压进仓人员的健康与生命安全，进仓前需检测一氧化碳、一氧化氮、甲烷等有害气体的浓度。现场实际操作中，利用气体检测仪器对入仓内上下左右的空气进行监测，利用防爆手电探查掌子面地层情况，开展土仓内的全面检测，反复确认仓内空气质量合

格以及地层稳定，需现场负责人复核确认。同时开仓过程中实时对土仓内气体进行检测，若发现异常立即撤离换刀人员。

4.4 进仓作业

首先需判断掌子面稳定情况。进仓后，检查人员主要依据盾体后方的来水以及察看掌子面地层情况来判断掌子面是否稳定，通过现场影像实时监控掌子面稳定情况，确保进仓作业人员安全。

其次进行刀具检查、更换。刀盘清洗后，主要检查刀具的磨损、偏磨量以及刀具螺栓松紧情况，而对于刮刀需检查合金探头的磨损。检查过程中要做好刀具检查记录。刀具更换需转动刀盘将待更换的刀具调整到适合位置，而后对其周围刀具进行清理，方便利用工装拆卸刀具。刀具更换主要以刀具磨损量来判断，参照标准当磨损量超过一下数值时进行及时更换，见表1。

表1 刀具更换磨损量统计

序号	刀具类型	岩石地质	软土层
1	边缘滚刀	$\geq 15\text{mm}$	$\geq 20\text{mm}$
2	正面滚刀	$\geq 20\text{mm}$	$\geq 25\text{mm}$
3	中心滚刀	$\geq 25\text{mm}$	$\geq 30\text{mm}$
4	边缘刮刀及齿刀	边缘刮刀及齿刀合金出现大块崩刀、合金离基体小于10mm且刮刀外露刀盘高度115mm时（即磨损量为25mm）进行更换。	

最后需对作业效果进行评价。查验刀具更换记录表并复核更换刀具的位置、数量以及复紧螺栓情况，复核障碍物的处理情况是否与处置方案相符。

4.5 关闭舱门恢复掘进

为避免工具与杂物遗漏土仓内，换刀作业完毕后需全面检查土仓及刀盘前方。关闭舱门前需确保所有的排气口、送风口、阀门以及舱门符合方案关闭操作要求。将膨润土注入土仓内，参照仓体内压力传感器传输的仓内压力，采用排气阀进行泄压保持盾构机有恒定的支撑力，启动刀盘和千斤顶恢复掘进作业。

5 监测分析

本次盾构开仓换刀实际工期为12天。为观察盾构开仓换刀对地表沉降的影响，在盾构中心线布设一排沉降测点，测点间隔为6m。利用徕卡电子水准仪对开仓地表沉降进行观测，测点沉降时间历程曲线图如图2所示。

依据开仓地表沉降历程曲线可知：盾构到达预定开仓位置时，地表沉降会出现一定波动，主要是由于原土体平衡被破坏，盾构开仓部位的地应力重新调整导致地表沉降出现变形。盾构开仓换刀过程中因盾构机停机后进行盾体周围灌浆加固，在此期间地表沉降变化较为缓慢。盾构机复推过程中，需打破停机开仓过程中的地应力平衡状态，故在此期间