

三臂凿岩台车在山岭铁路隧道施工中的应用研究

宋九海

中铁建大桥工程局集团第三工程有限公司 天津 300000

摘要: 伴随不断发展的社会经济,我国隧道建设规模越来越完善。事实上,为了施工人员的人身安全,以及保障隧道施工的安全和质量,施工进度的有效加快,有关建设部门对山岭铁路隧道施工大断面施工采取了三臂凿岩台车,但施工成本占山岭铁路隧道建设成本的很大一部分,降低工程成本的关键是控制超量开挖、降低安全风险、减少施工人员。目前大趋势是从人工开挖到使用三臂凿岩台车实现机械化施工,这是为了加强开挖进尺速度,减少覆盖风险。基于此,本文主要探讨了山岭铁路隧道施工中三臂凿岩台车的应用研究,基于某施工项目,分析了三臂凿岩台车施工优势,以及在山岭铁路隧道施工中的三臂凿岩台车施工要点,希望对相关行业有所帮助。

关键词: 三臂凿岩台车; 山岭铁路; 隧道施工; 应用研究

隧道开挖是地下构筑物、交通道路、地下资源开采等工程项目的重要内容。迄今为止,钻爆法是隧道开挖的传统方法,在国内外隧道施工中占据领先地位。当前,中国大部分隧道仍是人工建造的,是使用传统的气腿风钻钻孔。伴随国家不断提高对施工安全的重视程度,以及不断增加的隧道施工需求,三臂凿岩台车已成为钻爆施工必备的工程设备。在山岭铁路隧道施工过程中,应用三臂凿岩台车可以减少施工安全风险的发生,也可以有效降低山岭隧道施工过程中的开挖成本,所以,建设部门在山岭铁路隧道工程施工实施过程中,还应严格按照相关施工技术要点执行,明确三臂凿岩台车施工控制要点,这样就可以充分发挥三臂凿岩台车的施工优势,达到山岭铁路隧道工程预期的施工效果。本文以某山岭隧道施工为背景,结合项目情况介绍了三臂凿岩台车的优势,并探讨了能够最大限度发挥三臂凿岩台车优势的管理策略,让国内主流建筑行业也在与凿岩台车厂家合作,不断探索和优化三臂凿岩台车的使用,让三臂凿岩台车朝着个性化、定制化方向发展。

1 项目概述

在本项目的山岭隧道开挖中,使用三臂凿岩台车来确保安全和高效的施工环境。本次项目的山岭铁路隧道全长约14,000m,其中,2.1%为V类围岩,8.6%为IV类围岩,33.8%为III类围岩,55.4%为II类围岩。项目所在区域的不利地质主要是岩溶和岩溶水,加上一些弱岩石和弱中间层。本工程为I级风险隧道,涌水量一直困扰着施工人员,面临费时费力大挑战,各种不利因素导致正洞开挖困难,进尺速度变慢。施工面,利用围岩,用三臂台车全段开挖,更好地利用平导洞,加快了施工进度。



图一 三臂凿岩台车施工

2 三臂凿岩台车施工优势

2.1 功能配置完善

机械化、自动化置换政策的实施,大大提高了安全性和施工效率。人工钻孔用的气腿风钻与三臂凿岩台车的功能配置相比,效率和施工都不理想,三臂凿岩台车主要体现在先进水平钻孔、大管棚钻孔和锚杆施工方面,可以购买钻井设备并显著降低施工成本。此外,三臂凿岩台车还可用于灌浆钻孔工作,施工人员只需更换相应的钻头即可完成相关工作,钻孔角度得到保证。

2.2 高速钻孔

需要多人同时进行手动气动钻孔工作,2.5分钟/根为钻孔速度,3.2-3.3m为进尺深度。而4.5m/根约为三臂凿岩台车每次进尺深度,1.5分钟/根为三臂凿岩台车挖掘速度,三臂凿岩台车加快了施工进度,大大提高了挖掘速度,缩短了工期。

2.3 安全性好处

常规的钻孔和爆破钻孔已不能满足当前的施工要求,手持式风钻速度慢,施工人员掌面相对较近,施工效率低,没有障碍物。风和高压水容易发生高分贝噪音,弄湿建筑工人,并造成长期损害。首先,使用三臂凿岩台车开挖工作面时,三臂凿岩台车的操作平台有安全顶盖,操作平台距离工作面10多米,通常只需要少量操作人员在现

场, 并有防护顶板保护操作人员, 从而降低落石威胁人员安全的风险。通过使控制台远离人工手掌表面, 大大降低了安全风险。其次, 与手动气钻相比, 三臂凿岩机缩短了手动钻机、安装气钻等其他操作程序, 大大提高了钻孔质量。最后, 在一定程度上三臂凿岩台车资源配置更加科学, 降低了建设成本, 缩短了钻井周期。

2.4 技术对比

手持风钻钻杆稳定性低, 依靠人工控制钻杆方向, 孔间距得不到保证, 眼位不够准确, 超钻控制达到平均20cm, 爆光效果不理想。三臂凿岩台车可以自动分析系统可定位孔位, 不受障碍物影响, 光爆破效果更明显, 超下钻可控制在10cm以内, 三臂凿岩台车可有效控制开挖质量, 降低施工成本。

3 三臂凿岩台车施工管理要点

3.1 智能钻孔

三臂凿岩台车可以同时用三臂进行钻孔, 在实际施工中, 我们着重根据山岭隧道断面设计最佳炮孔布置, 逐项完成开挖、找点、钻孔工作, 一根开挖臂开挖至4.5深仅需1.5分钟, 作为相关人员的参考, 施工过程和管理要点总结如下, 首先, 将场地平整, 当三臂凿岩台车到达所需位置后, 进行调整三臂凿岩台车电压、三臂凿岩台车支撑定位等一系列准备工作, 确保三臂凿岩台车能够稳定正常工作。根据测量员在地面上标记的钻孔布局位置, 操作员被定位使用三臂钻机钻孔。用压力水将孔彻底清洗干净, 对于杂物, 便于下一步用起爆药填孔。2本工程使用的乳化炸药直径为40mm, 经过三臂凿岩台车已钻孔, 钻孔与装药同步进行, 爆破人员可随时装药, 大大缩短钻孔周期。

3.2 勘探地质

由一个钻杆库和一个加杆器组成本项目使用的三臂凿岩台车的加杆系统, 用于进行高级钻孔, 一个64mm的钻头平均10分钟可以完成20m的钻孔工作, 而一个102mm的钻头, 平均40-60分钟可以完成20m的钻孔工作, 这取决于围岩的种类。施工人员在此过程中, 通过操作系统了解钻杆扭矩、水压、流量、钻速, 并利用地质分析软件获得真实准确的地质情况, 对施工区地质情况进行重构。

3.3 高空作业

三臂凿岩台车在-30°至60°范围内推进吊篮臂, 从-45°至45°控制摆动范围, 并通过灵活控制提高定位精度。2m×1.2m为本工程吊篮尺寸, 为保证施工安全, 工作载荷不超过450kg。此外, 三臂凿岩台车用于撬清、辅助检查、锚杆安装和注浆, 配备高压水接口和高压空气, 在吊篮上方安装可伸缩顶棚的目的是为了保护高空作业人

员的安全。



图2 三臂凿岩台车吊篮伸缩顶棚

3.4 锚杆施工

本工程进行的锚杆施工工艺流程如下: 第一步根据锚杆的位置选择注浆工艺, 为双管道排气灌浆, 设备主要为高压灌浆泵, 侧壁为单管灌浆。第二步使用风钻/锚杆钻进行钻孔。此外, -45°至45°为三臂凿岩台车钻臂的摆动范围, -30°至60°为提升范围, 0°-110°为三臂凿岩台车倾斜范围, 360°为推进梁旋转范围, 这种设计的主要目的是能够满足不同类型螺栓对钻孔角度和位置的要求。



图3 三臂凿岩台车锚杆施工

3.5 其他施工方法

首先, 三臂凿岩台车的安装。测量员在每个挖掘周期之前, 使用全站仪精确释放工作面控制点, 根据控制点修正三臂凿岩台车在施工坐标系中的初始位置, 在2m左右控制两台三臂凿岩台车之间的距离, 在2.4m左右控制相邻两臂之间的有效距离, 机械防止碰撞。其次, 开挖。钻孔前, 三臂凿岩台车可根据炮孔布置自动跟踪炮孔位置, 三臂凿岩台车需要记录开挖断面并选择炮孔布置。①外周眼。操作人员根据操作三臂凿岩台车的动臂, 三臂凿岩台车自动定位的炮孔位置, 将固定顶板置于设定的炮孔位置, 调整三臂凿岩台车前梁, 开始开挖, 完成全部爆破始终观察钻杆的钻孔长度, 确保底部在同一截面。钻爆孔的位置使钻杆的角度不倾斜, 应选择最平坦的位置, 爆孔不偏离设定位置。如果手掌表面不平整, 慢慢钻, 直到形成一个浅眼, 然后增加速度。钻孔前必须控制推进梁的方向, 如果推进梁的方向与线的方向呈平行关系, 则可以进行钻孔, 防止出现较大的过冲和下冲。每次爆破后, 通知测量员测量断面, 检查爆破效果, 分析原因及时调整爆破参数。②开槽眼。采用楔形水平斜孔掏槽方法, 在三臂凿岩台车的钻孔和底切中使用, 根据钻孔前三臂凿岩台车推进梁后端与隧道侧壁的可调距离, 进行爆破设计。钻孔时, 确保两侧炮孔对称, 操作人员必须严格控制炮孔的角度、位置和眼

深,与爆破方案一致。如果没有达到设计深度,镜头就会受到影响。③辅助眼。根据爆破孔布局进行钻孔,操作人员钻孔时应调整左右钻臂并相互比较,使左右爆破孔尽可能对称,以满足爆破设计的要求。第三,装药起爆。 $\phi 32\text{mm}$ 的乳化炸药为火药直径, $\phi 45\text{mm}$ 为三臂凿岩台车直径,周围的眼部装有间隔开的半段炸药,其余的炮孔则装有连续的炸药,所有炸药都朝相反的方向爆炸。起爆顺序:雷管→雷管→非电毫秒雷管→起爆码→炸药,试验后爆破参数见表1。

表1 光面爆破参数表

| 岩石种类 | 周边眼间距 E/(cm) | 周边眼最小抵抗线W/(cm) | 相对距离E/ W | 装药集中度 q/(kg/m) |
|------|-----------------|----------------|-------------|-------------------|
| 极硬岩 | 50-60 | 55-75 | 0.8-0.85 | 0.25-0.3 |
| 硬岩 | 40-55 | 50-60 | 0.8-0.85 | 0.15-0.25 |
| 软质岩 | 30-45 | 45-60 | 0.75-0.8 | 0.07-0.12 |

3.6 零部件消耗管理

如何使用、管理和维护三臂凿岩台车是使用过程中非常重要的一部分。山岭铁路隧道的建设需要三臂凿岩台车,消耗大量的钻杆和钻头。为将造价控制在合理范围内,根据三臂凿岩台车保养手册进行彻底的定期保养,加强备件的消耗管理是很重要的,需要做到以下几点,引起管理人员的注意。首先,建立三臂凿岩台车管理领导小组,然后对三臂凿岩台车进行定期保养,确保三臂凿岩台车能够长期正常工作,延长三臂凿岩台车使用寿命。其次,通过定期组织培训,使操作更加科学、规范,提高操作人员的能力和素质,在交接系统运行良好的情况下定期进行,确保三臂凿岩台车的正常运行。第三,建立备件消耗制度,严格备件台账收发,备件以旧换新,严格管理备件消耗,备件供应不足,导致工期延误。

3.7 定期保养台车

在孔中钻出爆破孔并完成装载后,施工人员可以控制三臂凿岩台车的出口。要切断水源和电源,整理其他材料和设备,以及起吊电缆和水管。3此外,在工程施工过程中,若出现水位急速下降、电压不稳定、缝隙漏水等情况,施工人员应立即停止施工,检查三臂凿岩台车。事实证明,只有定期保养才能保证三臂凿岩台车正常运行。在本项目使用的三臂凿岩台车中,对三臂凿岩台车进行三臂改造,通过改变臂长和采用斜孔切割,可以更好地控制爆破孔的位置布置。保证施工效率,有效抑制超挖,减少开挖后湿喷混凝土的消耗,降低施工成本。为必须保证三臂凿岩台车工作良好,为了在施工过程中充分利用三臂凿岩台车,必须对三臂凿岩台车进行保养,现场的实际施工情况据公司介绍,考虑到针对单

线隧道施工特点,对三臂凿岩台车管理办法进行了梳理,明确了维修、使用、保养的责任分工,制定了详细的管理规定。4成立了三臂凿岩台车维修小组,完成了交接管理程序,使每台三臂凿岩台车都能接受2-4小时的强制维修。同时,为减少三臂凿岩台车故障的机会,管理人员将制定维护计划,有力保障施工质量和效率。

结束语

综上所述,伴随我国不断扩大的铁路隧道规模,必须积极利用三臂凿岩台车等机械设备开展施工工作,进一步提高施工速度和施工安全性,本文山岭隧道采用三臂凿岩台车施工,取得了不错的效果,与传统的爆破钻孔、人工钻孔施工进度相比,三臂凿岩台车有较大的突破,主要体现在以下几个方面:首先,三臂凿岩台车打破了传统的施工方法,有助于安全和质量保证,以机器代替人工,更好地控制上下开挖,节省材料。其次,三臂凿岩台车具有明显的与手持式风钻相比的优势,具有高速钻进效率,尤其是在中等硬度的岩石中。第三,三臂凿岩台车施工效率高,综合造价低。三臂凿岩台车通过在山岭隧道的实践,在解决上下钻孔控制、地质调查分析、管棚支护、钻孔、注浆、进度等方面更具优势,可降低施工成本。因此,三臂凿岩台车设备等机械设备的施工技术要点,需要在我国各铁路建设部门掌握,满足了山岭铁路隧道开挖施工的多样化需求,取得了良好的铁路工程建设成果。从以上分析可以看出,在不断扩大的隧道规模当下,机械化施工是隧道尽快投入运营的必然选择。三臂凿岩台车具有施工人员少、质量高、施工速度快、安全风险系数低等优点,作为机械施工的必备设备。现阶段主要用于铁路隧道施工的开挖,充分掌握和应用三臂凿岩台车优势的现实意义是有目共睹的。

参考文献:

- [1]刘立.三臂凿岩台车在隧道施工中的应用[J].石家庄铁路职业技术学院学报,2022,21(01):24-27.
- [2]李蔓琴,沈林丽,耿继平等.全电脑三臂凿岩台车在公路隧道施工中应用探索[C]//2021年全国土木工程施工技术交流会论文集(下册).,2021:203-205.DOI:10.26914/c.cnkihy.2021.034461: 12-16
- [3]王增帅.三臂凿岩台车在铁路隧道施工中的应用管理[J].中国设备工程,2021(07):180-181.
- [4]彭仁军,李三华,刘爱兵,张晓寿,李中华.全电脑三臂凿岩台车在铁路隧道开挖施工中的应用[J].建设机械技术与管理,2020,33(04):48-51.DOI:10.13824/j.cnki.cmtm.2020.04.006: 55-60