

悬臂式掘进机在都江堰灌区毗河供水工程 软岩隧洞施工中的应用

李有发, 张三, 付勇

(中国水利水电第十工程局有限公司 三分局, 四川 都江堰 611830)

摘要:采用悬臂式掘进机开挖水利水电工程隧洞, 施工安全高效, 超挖小, 无爆破震动破坏及相应纠纷及赔偿, 征迁影响小, 利于工期履约及施工期间的维稳。

关键词:悬臂式掘进机; 中小断面; 软岩隧洞开挖; 应用效果; 毗河供水工程

中图分类号:TV554; [TV91]

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)05-0030-03

1 概述

悬臂式掘进机为电动自行车、开挖、集渣、装车流水作业的履带式连续开挖机械, 利用设备后支撑撑紧洞底板产生的作用力推进液压缸推压切割头, 将狼牙棒似的截齿切入岩石, 并在岩面上做同心圆轨迹滚动破岩实现洞挖, 是煤矿掘进巷道常用的设备, 其发展应用使得矿井巷道掘进速度和效率大幅度提高。但其在我国水利水电工程施工中尚未推广。目前国产掘进机最大截割功率达418 kW, 可截割 $f=10$ 的中等硬度岩石。笔者介绍了四川省都江堰灌区毗河供水一期工程总干渠(简称毗河项目)采用悬臂式掘进机进行中小断面软岩隧洞开挖施工情况, 供类似工程借鉴参考。

毗河项目由引水枢纽、总干渠、干渠、充水渠及灌区渠系工程等组成, 总干渠全长156.4 km, 其中渠道长69.54 km; 隧洞66座、长51.82 km; 渡槽57座、长27.74 km; 倒虹管4座、长7.35 km。供水区共涉及7市(区、县)160个乡镇, 总人口423万人, 其中城镇人口108万人, 总干渠终期设计引用流量 $60 \text{ m}^3/\text{s}$, 工程等别属I等, 工程规模为大(1)型灌区。

隧洞为城门洞型, 开挖断面III类围岩为 $4.95 \text{ m} \times 4.975 \text{ m}$ 、IV类围岩为 $5.25 \text{ m} \times 5.275 \text{ m}$ 、V类围岩为 $5.35 \text{ m} \times 5.375 \text{ m}$, 过水断面为 $4.45 \text{ m} \times 4.475 \text{ m}$ 。隧洞沿线岩性为砂岩和粉砂质泥岩互层, 除总干渠龙泉山和金水桥隧洞砂岩属中硬岩外, 其余属软岩~较软岩。沿线III、V类围岩占隧洞总长约18%, IV类围岩约占隧洞总长的64%。

收稿日期:2017-08-20

隧洞开挖断面小, 洞多且长, 约占总干渠总长的33%, 沿线为中硬或较软岩且破碎, 人口密集、建筑物多, 征迁复杂、协调困难, 为施工中的关键项目、工期履约的重点。为确保安全施工、工期履约且节约成本, 经策划, 鞍台山隧洞、龙泉山隧洞2#检修交通洞、石板河倒虹吸管第三隧洞等采用EBZ260悬臂式掘进机实施洞挖。

2 悬臂式掘进机洞挖施工工艺

2.1 测量放样

由专业测量人员测量放样。洞口段采用全站仪测放, 进洞约200 m后在已支护成型洞段埋设红外线指向仪进行测量控制。

2.2 洞挖

专职操作人员操作悬臂式掘进机由下而上截割洞挖, 即操作机械臂上下、左右移动截割头截割掌子面岩体, 逐渐开挖成设计断面。软岩采用左右循环向上的截割方法(图1); 硬岩采用由下而上、左右截割的方法。当遇硬岩时, 不应勉强截割。对于有部分露头的硬岩, 应首先截割其周围部分使其坠落。挖柱窝时, 应将截割头伸到最长位置, 同时将铲板降到最低位置向下掘进, 并在此状态下将截割头向回收缩, 将围岩拖拉到铲板附近, 以便装载(图2)。

2.3 出渣及运输

出渣是利用悬臂式掘进机的主铲板、第一运输机、第二运输机组合, 连续收集洞渣并输送至自卸汽车内, 由自卸汽车运送弃渣到指定弃渣场。

2.4 降尘与除尘

悬臂式掘进机洞挖施工采用两套系统实时降

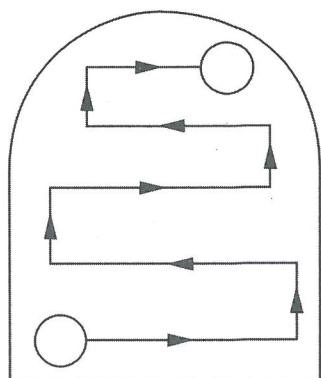


图1 左右循环向上切割示意图

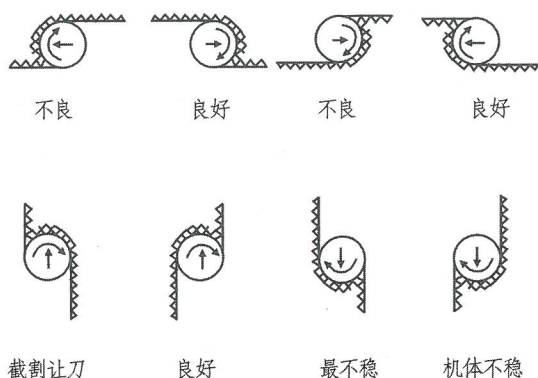


图2 特殊切割示意图

尘、除尘。一是利用自配除尘喷雾系统除尘并冷却刀具;二是利用洞口轴流式风机与沿洞坡布置的纹管抽风管向洞外抽风降尘。

2.5 维护与保养

掘进机维护保养的优劣决定着设备出勤率并直接影响工程进度,必须重视。掘进中应根据出厂随机“掘进机日常检查内容表”及“掘进机定期检查内容表”分别进行日常检查及定期检查。日常检查为每天工作前检查;定期检查为每1个月或250 h一次、每6个月或1 500 h一次、每1 a或3 000 h一次三类。

3 应用效果

3.1 鞍台山隧洞

毗河总干渠鞍台山隧洞位于四川省乐至县境内,全长2 963.32 m,围岩主要为砂岩及泥质粉砂岩,Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类围岩分别长1 960 m、886.84 m、116.48 m,是进度控制关键项目。隧洞出口段采用悬臂式掘进机洞挖,该洞段2015年9月8日正式掘进,2016年4月29日贯穿时掘进机洞挖1 515.11 m。经统计,不含地质塌方处理等影响时间,日均进尺为9 m,最高日进尺为12 m,月均

进尺252.5 m,最高月进尺270 m,超挖均在5 cm以内且洞壁平整,洞挖无爆破震动及噪音影响,无村民反映洞挖施工破坏民房及影响日常生活问题,施工过程中未发生洞挖震动破坏纠纷,且进度明显快于进口段钻爆法洞挖施工。

3.2 龙泉山隧洞2#检修交通洞

毗河总干渠龙泉山隧洞2#检修交通洞长427.8 m,Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类围岩分别长150 m、262.8 m、15 m,均采用悬臂式掘进机洞挖。洞挖时段为2015年8月21日~2016年1月20日。经统计,不含地质塌方处理、道路纠纷阻工等影响,洞挖最高日进尺9 m,日均进尺7 m,超挖均在6 cm以内且洞壁平整,洞挖无爆破震动及噪音影响,无村民反映洞挖施工破坏民房及影响日常生活问题,施工过程中未发生洞挖震动破坏纠纷。

3.3 石板河倒虹吸管第三隧洞

毗河总干渠石板河倒虹吸管位于成都市金堂县境内,分PCCP管和有压隧洞两类,其中有压隧洞由3个隧洞段组成,全长2 266 m,圆型断面,洞挖直径为3.8 m。第三隧洞段(二8+792.59~二9+184.59)进、出口分别位于云合镇石河村1组、白塔村16组,全长392 m,洞口砖房近且未拆除,采用悬臂式掘进机洞挖。洞挖时段为2016年7月23日~9月21日。经统计,不含地质塌方处理、地方道路问题阻工等影响时间,洞挖最高日进尺9 m,日均进尺7 m,超挖均在6 cm以内且洞壁平整,洞挖无爆破震动及噪音影响,洞口砖房未受损,也无村民投诉影响日常生活问题,整个洞挖施工过程未发生因洞挖作业引起的纠纷及赔偿。

4 优点及取得的效益

煤矿掘进巷道常用的悬臂式掘进机在毗河供水工程总干渠隧洞洞挖施工中的成功应用,表明该设备可适用于水利水电工程等非煤矿业隧洞洞挖施工,实现了水利水电工程中小型断面软岩隧洞洞挖机械化施工,适应于社会发展的趋势。其主要优点如下。

4.1 较传统钻爆法洞挖更安全

悬臂式掘进机洞挖为机械化施工,无传统钻爆法洞挖人员密集高危施工情形,无火工产品管理,无爆破震动,对周边人畜生活、建(构)筑物、已开挖成型或已临时支护完洞段影响小,无爆破破坏纠纷、赔偿情况,且悬臂式掘进机处于已支护

洞段,操作人员坐在驾驶室内,远离开挖掌子面,更加安全、舒适。

4.2 较传统钻爆法洞挖速度快、稳定且经济

毗河项目中小断面软岩隧洞采用悬臂式掘进机洞挖,仅需要 2~3 人操作和指挥机械(指挥员、机械操作员、辅助工人各 1 人),单头掘进 1.5 km 情况下按有效工作时间计,月均进尺可达 200 m 以上。而传统钻爆洞挖每班最低需 6 人,单头掘进 1 km 以内最高月进尺约 150 m,超过 1 km 后则很难保证。

4.3 受线型工程征迁影响小、利于工期履约

长期以来,线型工程征迁工作一直是工程建设重点与难点,是制约工期的关键因素。传统钻爆法爆破震动与噪音大,爆破安全管控区域内建(构)筑物未拆除时洞挖施工不能开工,受征迁影响大,维稳难,纠纷赔偿风险高,特别是距民房近的隧洞夜间不能爆破作业,更影响工程进度。

悬臂式掘进机洞挖施工采用机械切割方式,基本无爆破震动、噪音,对周边居民日常生活及建筑安全影响小,特别是不存在夜间施工投诉现象,利于工程施工期间维护社会稳定及保证工程进度。

4.4 较传统钻爆法施工洞挖成型质量好,节约成本

悬臂式掘进机洞挖施工为机械化施工,由专业培训考核合格的专职人员操作机械,开挖过程由专职人员控制,施工过程及质量完全受控。毗河项目隧洞施工采用红外线指向仪全过程测量、

(上接第 20 页)

模板由于浮力向上位移而受到约束。2017 年 2 月 22 日,36#渡槽第一跨 130#槽身浇筑,为了验证本措施的有效性,浇筑混凝土前,在内模板底部设置了 5 个高程观测点,随浇筑过程观测模板的上浮情况,采取每小时一观测,观测结果分别为向上位移 7 mm,9 mm,9 mm,8 mm,10 mm。浇筑时间共 6 h,平均浇筑上升速度为 0.8 m/h。对于上述位移情况,可以采用预留模板安装高程或降低浇筑速度予以解决。观测数据说明,本措施满足要求,取得了较好的效果。

5 结 语

在今后类似的模板形状结构中,可以采用本理论计算公式,或者用图解法解决混凝土浮力大

监控,开挖成型隧洞的超挖基本控制在 5 cm 以内,且洞壁平整,线条平顺,远远小于传统钻爆法洞挖超欠挖约 15 cm 的社会平均水平,大大减小了隧洞混凝土衬砌超挖回填量,节约了施工成本。

4.5 较全断面掘进机更加灵活、经济

悬臂式掘进机洞挖以多次上下左右连续移动截割头切割岩石方式完成全断面开挖,故洞挖不受隧洞断面形状限制,可用于任何断面形状的隧道,适应性强;体积小、重量为 85 t,转场及组装方便。较全断面掘进机结构简单、经济、组装更方便、快捷。

5 结 语

综上所述,通过毗河项目采用煤矿行业悬臂式掘进机进行中小断面软岩隧洞洞挖施工效果来看,该机械洞挖施工与传统钻爆法施工相比较,洞挖施工更安全,掘进速度更快且稳定,洞挖超欠挖小且稳定、经济,受征迁影响小,可避免爆破震动破坏纠纷赔偿问题,更有利于施工期间的社会维稳,而且不受隧洞断面形状限制,适应性强,值得类似水利水电工程软岩中小断面隧洞洞挖施工借鉴,特别推荐火工产品采购困难或人口、建筑物密集、征迁复杂的隧洞工程借鉴。

作者简介:

李有发(1978-),男,广西桂林人,高级工程师,从事项目管理工

作;

张 三(1976-),男,四川简阳人,工程师,从事项目管理工作;

付 勇(1969-),男,四川乐至人,工程师,从事水利水电工程施工

技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

小的计算问题,从而有的放矢地采取相应措施加固模板。

参考文献:

[1] 江正荣,等. 建筑施工计算手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社. 2001.

作者简介:

李友谊(1979-),男,四川广安人,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

彭兴国(1959-),男,重庆开县人,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

杨 凯(1993-),男,四川彭州人,助理工程师,双学士,从事建设工程施工技术与管理工

作;

陈 楠(1993-),男,甘肃天水人,助理工程师,从事建设工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)