

引绰济辽工程隧洞施工的同时进行支洞快速衬砌施工技术

毛勇, 熊亮, 罗飞轮

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川成都 610066)

摘要:在水利水电工程隧洞施工过程中,洞室开挖及初期支护施工往往是影响工程进度的关键。中小型隧洞受空间狭小、地质条件差、施工交叉干扰等不利因素影响进度缓慢。就“隧洞施工的同时进行支洞快速衬砌”施工工艺在引绰济辽工程中的应用进行了阐述并介绍了具体的施工工艺。通过优化施工工序,在输水主洞正常开挖支护施工的条件下同时快速进行支洞衬砌施工,既节约了施工成本,又加快了施工进度,经济和社会效益显著。

关键词:中小型隧洞;开挖支护;同步;快速衬砌;干扰;引绰济辽

中图分类号:TV7;TV52;TV554;TV544

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2022)03-0074-04

Introduction on the Technology of Quick Lining for Adit in Synchronization with Tunnel Construction in the Project of Water Diversion from the Chaor River to the Western Liaohe River

MAO Yong, XIONG Liang, LUO Feilun

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract: In the process of tunnel construction in water conservancy and hydropower projects, the excavation of the cavern and the initial support construction are often the key factors affecting the construction progress. The construction progress of small and medium-sized tunnel is slow due to unfavorable factors such as narrow space, poor geological conditions, and cross-construction interference. The application of the construction technology of "quick lining of adit in synchronization with tunnel construction" applied on the Project of Water Diversion from the Chaor River to the Western Liaohe River is expounded and the specific construction technology is introduced. By optimizing the construction procedure, under the condition of normal excavation and support of the main water conveyance tunnel, the lining of the adit can be carried out quickly, which not only saves the construction cost, but also accelerates the construction progress, and has significant economic and social benefits.

Key words: small and medium-sized tunnel; excavation support; in synchronization with; quick lining; interference; the Project of Water Diversion from the Chaor River to the Western Liaohe River

1 概述

引绰济辽工程是一项从嫩江支流绰尔河引水到西辽河向沿线城市及工业园区供水的大型引水工程,设计最大年调水量为4.88亿 m^3 。工程由文得根水利枢纽和输水工程组成。其中输水隧洞六标段是该工程的关键线路,全长为14.687 27 km,隧洞洞身段为纵向坡度1/2 980的无压隧洞,开挖断面为圆拱直墙型,断面尺寸分别为4.3 m \times 4.8 m(Ⅲ类)、4.5 m \times 4.95 m(Ⅳ类)、4.7 m \times 5.1 m(Ⅴ类)。少量地质勘测资料表明:隧洞部分洞段处于基岩全~强风化层中,受

地质构造影响严重,强风化层岩芯多呈破碎~极破碎,裂隙节理发育,洞身段为富水地带,极易造成掉块、塌方,局部可能出现涌水现象;五条施工支洞的开挖断面均为圆拱直墙型,共长2 301.19 m,断面尺寸分别为6.2 m \times 6.4 m(Ⅲ类)、7.2 m \times 7.3 m(Ⅳ类、Ⅴ类)。施工支洞洞身段纵向坡度平均为13%,Ⅲ类围岩底板浇筑钢筋混凝土,边顶拱为锚喷支护形式,Ⅳ、Ⅴ类围岩采用钢筋混凝土衬砌,边顶拱衬砌长度共1 100.23 m,成洞断面为6 m \times 6 m。

传统中小型隧洞的开挖支护及衬砌施工通常采用开挖支护结束后进行衬砌施工的方法,但该

收稿日期:2022-05-05

方法耗时较长,管理成本投入大。为确保工程施工安全、质量及进度满足要求,需要在隧洞开挖支护施工的情况下同步进行施工支洞的混凝土衬砌施工。常规情况下,采用穿行式钢模台车能够保证中小型隧洞在开挖支护的情况下同时进行施工支洞的混凝土衬砌施工,但因该隧洞边顶拱衬砌施工时受钢模台车对拉丝杆的影响导致隧洞无法具备通行条件,且其底板混凝土浇筑与开挖支护相互干扰较大,无法满足开挖支护和混凝土衬砌多工作面、多工序平行施工的条件。为此,需要对施工方法进行优化。

2 整体方案及技术要求

2.1 整体方案

因引绰济辽隧洞六标工程受不良地质条件限制,工程施工进度缓慢,若采用常规隧洞施工工艺、待输水主洞贯通后再进行衬砌施工将导致施工成本增加,工程施工进度亦无法满足要求,而且处于复杂地质条件下的施工支洞长期不进行二次衬砌会造成安全隐患。为确保工程节点目标的顺利实现,需要在输水主洞开挖支护的情况下同步进行施工支洞的混凝土衬砌施工。为解决交叉施工带来的难题,项目部结合现场实际情况,在对隧洞施工方案和工期进行分析和论证后,最终决定采用“中小型隧洞开挖支护情况下同时快速衬砌”的施工方法,以达到缩短工期的目的。该方案的总体思路主要是以开挖支护为主,衬砌为辅,即在隧洞施工过程中以开挖支护施工为中心,辅以混凝土衬砌施工^[1]。

2.2 技术要求

(1)为解决洞内交叉施工干扰难题,输水主洞的开挖采用钻爆法施工,施工支洞采用穿行式钢模台车进行混凝土衬砌,钢模台车长 12.2 m,超长 20 cm 用于与已浇段搭接,防止错台和漏浆。

(2)混凝土施工采用“先底板后边顶拱”的施工顺序,即施工支洞底板采用分幅跳仓法施工,边顶拱采用穿行式钢模台车衬砌,基础清理及钢筋制安提前底板浇筑段 3~5 仓施工完毕,底板浇筑比边顶拱钢筋制安提前 2~3 仓完成,边顶拱结构钢筋超前衬砌台车 3~5 仓完成,分段处理、分段验收,不占用直线工期。

(3)隧洞开挖支护所需的供风、供电、排水等管线从穿行式台车预留通道内穿过以满足交叉施

工要求^[2]。

(4)输水隧洞的开挖宽度为单车道时,沿纵向间距 200 m 左右布置避车洞以满足隧洞车辆通行的要求^[3],兼顾临时堆存渣料。

(5)当输水主洞钻爆出渣工序与施工支洞边顶拱衬砌施工工序同时发生时,将钻爆渣料临时堆存至主洞避车洞内,同时,边顶拱衬砌施工时设置地锚筋与钢模台车连接,从而大大减少了钢模台车对拉丝杆拆除的时间,解决了常规开挖支护情况下无法进行衬砌施工的矛盾,达到了开挖支护情况下快速衬砌施工的目的。

3 工艺流程及操作要点

3.1 工艺流程

施工工艺流程见图 1。

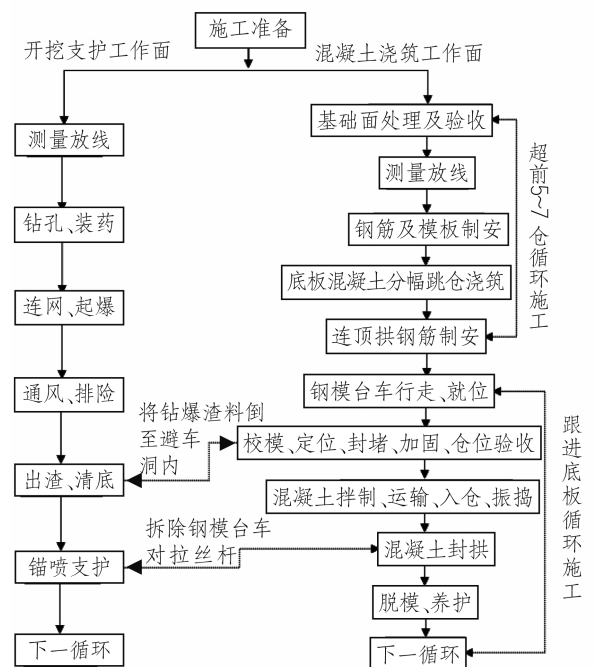


图 1 施工工艺流程图

3.2 操作要点

3.2.1 开挖支护工作面

(1)施工准备。在边顶拱衬砌前,钻爆台车、装载机及自卸汽车提前进入输水主洞就位,高压风管、水管、风筒布及照明线路等跟进掌子面附近,同步进行支洞底板施工材料、机具及其他准备工作。

(2)测量放线。待准备工作完成后,随即安排测量人员使用全站仪进行控制中线水平、激光导向仪辅助布孔工作,准确放出各炮孔位置,特别是

在拱顶、拱肩及半径变化处设置清晰点位并进行现场技术交底,将孔位偏差控制在规范允许的范围内^[4]。

(3)钻孔装药。隧洞钻爆采用手风钻钻孔,分区分部位定人定位施钻。装药前用高压风吹孔,将孔内的水、碎渣吹净。炮孔验收合格后严格按照爆破设计要求装药,周边孔采用低爆速低猛度炸药,不耦合间隔装药;辅助孔及掏槽孔采用连续装药。

(4)联网、起爆。洞内采用非电起爆网路,起爆网路为复式网路,以保证起爆的精准性和可靠性,周边孔采用导爆索连接。网路连接完成并经爆破技术人员检查无误后,撤离所有人员及设备,由专业人员负责开箱取出起爆器起爆。

(5)通风、排险。炮响后利用通风竖井通风排烟,15 min后由专业炮工进入洞内进行安全检查,确认无哑炮后进行排险作业,清除作业面上的松石、危石。

(6)出渣、清底。采用装载机装渣,小型自卸汽车出渣,出渣完毕用挖掘机清除工作面的积渣,为下一循环钻爆作业做好准备。

(7)锚喷支护。初期支护宜跟进掌子面,具体视围岩情况而定。围岩较好时,一般不超过10 m。为确保施工安全及洞身稳定、加快施工进度,应尽量在掌子面钻孔时安排人员施钻系统锚杆并挂设钢筋网,经验收合格后进行锚喷支护施工。支护完成后,进入下一循环施工。

3.2.2 混凝土浇筑

(1)施工准备。施工前,严格按照经批复的专项方案进行详细的安全技术交底,组织技术人员、带班人员熟悉设计图纸及专项方案;提前加工材料,做好辅材及工器具的准备工作。

(2)基础面处理及验收。分段对欠挖部分进行处理,人工对底板建基面上的杂物进行清理并冲洗干净,经验收合格后进行下道工序施工。

(3)测量放线。底板基础面验收合格后,在充分利用开挖期控制网的基础上,在钢筋安装、台车就位前利用预设标记进行控制。考虑到隧洞断面较小,放线时应特别注意对底板分幅边线及顶面高程线的控制,保证质量,减少施工环节,加快施工进度。

(4)钢筋及模板制安。底板钢筋在加工厂加

工成型后运输至工作面,作业人员按图纸要求进行安装,经验收合格后进行底板模板的安装及加固施工并进行校模。

(5)底板混凝土分幅跳仓浇筑。因该隧洞断面狭小,为加快施工进度,确保隧洞正常通行,底板浇筑采用分幅跳仓法施工。待底板钢筋及模板制安验收合格后进行底板混凝土浇筑,采用混凝土搅拌运输车水平运输,车载泵入仓,人工平仓、振捣。底板混凝土衬砌施工比边顶拱钢筋制安提前2~3仓完成。

(6)边顶拱钢筋制安。待底板混凝土龄期满足要求后进行边顶拱钢筋制安,现场采用自制台车安装,先安下半部,再安上半部;边顶拱钢筋安装比衬砌提前3~5仓完成。

(7)钢模台车的行走与就位。考虑到支洞坡度较大,为确保洞内交通及施工安全,采用步履式穿行钢模台车进行边顶拱混凝土衬砌,利用升降油缸及推进油缸相互作用使台车前进,行走至指定位置后固定。

(8)校模、定位、封堵、加固、仓位验收。钢模台车就位后,利用顶模和边模位置上的螺旋千斤顶使油缸伸出,定位钢模,旋紧螺旋千斤顶。钢模台车内侧采用对拉丝杆加固;沿两侧直墙下部外侧间距1.5 m在底板施钻地锚钢筋并与钢模台车连接,进一步加固模板,确保模板制安满足要求。衬砌台车两端采用木模封堵、活动“门叶”结构以便于立和拆,经验收合格后进入下一道工序。在钢模台车加固时,将输水主洞的钻爆渣料临时堆存至避车洞内,确保隧洞掌子面工序衔接紧凑。

(9)混凝土的拌制、运输、入仓、振捣。采用混凝土搅拌罐运输,车载泵入仓,人工振捣;混凝土配合比设计时适当考虑加入早强剂、掺粉煤灰以增加其和易性;浇筑过程中加强振捣,控制台车移位、变形,避免产生质量缺陷。

(10)混凝土封拱。采用退管法在压力状态下进行混凝土封拱。灌注混凝土时,先从模板最下排预留窗口进料,浇筑至混凝土快平齐预留窗口时关闭窗口模板,然后从第二排预留窗口灌注。依此类推,最后封顶。混凝土封拱施工时,可根据现场试验情况拆除台车内侧的对拉丝杆,确保支洞满足通行条件,以便于运输洞渣及喷锚料。穿行式钢模台车混凝土浇筑

施工情况见图2。

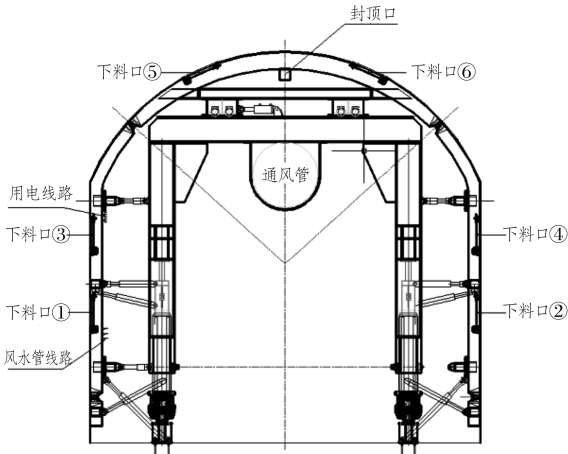


图2 混凝土浇筑施工示意图

(11)脱模、养护。隧洞混凝土衬砌脱模养护的时间非常关键,其主要与洞内作业环境有关,一般在混凝土浇筑完成、拆模后12 h内采用洒水的方式进行养护,养护时间不宜少于28 d^[5]。

4 取得的效益

(1)此项技术主要通过采用半幅跳仓法施工底板;穿行式钢模台车衬砌边顶拱;底板及钢筋制安超前施工,不占用直线工期;采用地锚筋加固台车;利用主洞避车洞暂存渣料等系列措施,达到了中小型隧洞在开挖支护的情况下同时进行快速衬砌施工的目的,与开挖支护完成后再进行衬砌的常规施工方法相比,极大地节省了时间,加快了施工进度,减轻了工期压力,节约了成本。实际推广结果表明:可节约1/3的工期。

(2)由于支洞衬砌混凝土的及时施工,提高了洞身结构的稳定程度,为施工人员提供了安全保障,提升了现场文明施工形象。

(3)此项技术的成功应用是对传统“先开挖支

护后衬砌”施工工艺的一次革新,通过该工艺设计,解决了洞内交通干扰问题。在实际推广过程中,实现了隧洞开挖支护2 d 5个循环强度的情况下完成了衬砌混凝土15仓/月的强度,达到了快速施工的目的。

(4)此项技术有效地避免了各工序间相互干扰的问题,减少了工序侵占直线时间,极大地改善了洞内交通条件,提高了隧洞出渣效率,提高了单循环施工工效,达到了快速施工的效果。

5 结 语

引绰济辽输水隧洞工程施工六标通过一系列优化措施的采用,解决了隧洞开挖支护与混凝土衬砌施工相互干扰问题,在保证施工质量和安全的前提下,有效地加快了施工进度,为工程的提前完工创造了良好条件,亦为中小型隧洞开挖支护情况下同时快速衬砌施工积累了经验,可为同类工程提供借鉴。

参考文献:

- [1] 吴高明,何承俊,刘涛. 吉牛水电站引水隧洞开挖与隧洞衬砌平行作业施工技术[J]. 四川水力发电,2014,33(1):27-29.
- [2] 何开朝,陈树华. 快速施工和并行施工在小断面隧洞开挖支护中的应用[J]. 科技信息,2011,27(31):71-73.
- [3] 水工建筑物地下开挖工程施工技术规范,SL738-2007[S].
- [4] 黄淡菊. 隧洞开挖与混凝土衬砌交叉作业施工方法[J]. 华东科技,2017,32(5):176.
- [5] 水工混凝土施工规范,SL677-2014[S].

作者简介:

- 毛 勇(1969-),男,四川平武人,项目总工程师,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
熊 亮(1989-),男,四川成都人,项目副总工程师,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工
罗飞轮(1983-),男,四川成都人,项目经理,高级工程师,从事水利水电工程施工项目管理工。(责任编辑:李燕辉)

水电五局财务共享中心正式运行

2022年7月1日10点18分,水电五局财务共享中心完成第三工程公司芦溪河项目部第一笔业务全流程,标志着公司正式进入财务数字化转型阶段。截至7月1日24时,公司财务共享中心处理单据类型稳居集团西南区域首批上线单位第一,实现高质量上线目标。财务共享中心的建设是公司实现“数字五局”战略,推动财务与业务深度融合,提升财务管理价值创造能力的重要举措。公司领导高度重视,强调一定要按照集团总体部署和时间安排,坚持质量与进度并重原则,把财务共享中心建设作为一项长期、重点工作来抓,构建符合水电五局自身特色的数字化智慧型财务共享体系。财务共享中心的成功上线,离不开集团和公司领导的精准指导、各业务部门及二级单位的大力支持,更凝聚着公司财务共享团队一百多个日夜的奋战,是公司迈向财务数字化转型的重要一步。公司财务共享中心在稳步推进第一批单位运行的同时,将持续跟进“930”第二批上线单位及“1231”第三批上线单位的进程,确保年底全级次单位上线目标的实现。

(中水五局 供稿)