

引江济淮工程 J009—1 标崩解岩边坡 格构梁护坡施工技术

胡 欣

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 都江堰 611830)

摘要:结合引江济淮工程 J009—1 标崩解岩边坡格构梁护坡施工在施工质量、进度方面取得的显著效果,总结了采用桁架式开槽机用于崩解岩边坡沟槽开挖、格构梁护坡衬砌施工工艺及机械化施工取得的经验,旨在类似工程施工中推广应用。

关键词:引江济淮工程;崩解岩边坡沟槽开挖;格构梁护坡;施工技术

中图分类号:TV7;TV52;TV545

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2023)03-0104-05

Construction Technology of Lattice Beam Slope Protection for Disintegrating Rock Slope in J009 -1 of Yangtze-Huaihe River Water Transfer Project

HU Xin

(Sinohydro Bureau 10 Co.,Ltd.,Dujiangyan Sichuan 611830)

Abstract: Based on the remarkable effects of the construction quality and progress of lattice beam slope protection of disintegrating rock slope in J009-1 bid of the Yangtze-Huaihe River Water Transfer Project, this paper summarizes the construction technology of disintegrating rock slope trench excavation, lattice beam slope protection lining and mechanical construction experience using truss slotting machine, which can be popularized in similar projects.

Key words: Yangtze-Huaihe River Water Transfer Project; trench excavation of disintegrated rock slope; lattice beam slope protection; construction technology

1 概 述

引江济淮工程是党中央国务院 2014 年作出加快推进的 172 项节水供水重大水利工程之一,是安徽省基础建设的“一号工程”。引江济淮工程由长江下游上段引水向淮河中游地区补水,是一项以城乡供水和发展江淮航运为主、结合灌溉补水和改善巢湖及淮河水生态环境等综合利用的大型跨流域调水工程,工程自南向北分为引江济巢、江淮沟通、江水北送三大段。引江济淮工程(安徽段)江淮沟通段 J009—1 标为汪前郢至东郢渠段,全长 4.85 km(J48+000~J52+850),设计流量为 290 m³/s,开挖深度为 18~26 m,河道底宽 60 m,底高程为 13.4 m,渠道边坡坡比为 1:3,坡面每抬高 6 m 设一阶平台。该标段的主要施工内容为:土石方开挖、崩解岩边坡防护、膨胀土边坡防护、新建管护道路、新建交叉建筑物以及水土保

持工程等。

该标段范围内揭露的上覆地层主要为全新统(Q₄)粉质壤土、淤泥质壤土、砂壤土,上更新统(Q₃)粉质壤土、粉质黏土、砂性土;下伏基岩主要为白垩系上统邱庄组(K_{2qz})泥质粉砂岩、细砂岩、部分粉砂质泥岩,均为 V、VI 类土,遇水极易软化崩解,24 h 崩解量超过 50%,为强崩解性软岩^[1]。该标段崩解岩边坡采用锚杆格构梁 C25 钢筋混凝土护坡防护,锚杆为长度 10 m 的非预应力 M30 砂浆锚杆,格构梁尺寸为 50 cm×50 cm,护坡材料为 15 cm 厚 C25 钢筋混凝土面板,崩解岩边坡防护情况见图 1。

该标段崩解岩边坡的防护长度为 1.1 km(J48+000~J49+100),其工程量大且该标段存在自开工以来连续两年遭遇超标洪水进入渠道的情况,导致崩解岩边坡防护施工区域被洪水浸泡。采用挖掘机开挖格构梁沟槽与常规衬砌机衬砌护

收稿日期:2023-01-12

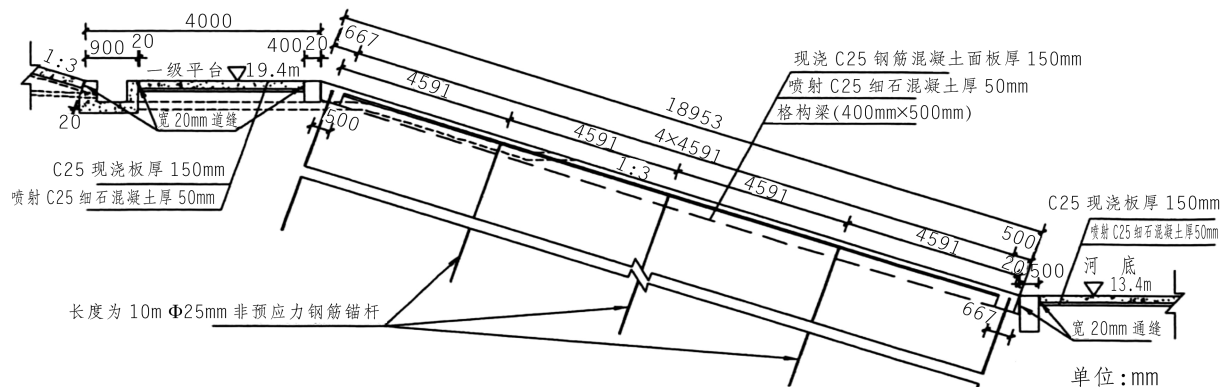


图 1 崩解岩边坡防护示意图

坡混凝土难以满足该工程质量和进度要求。为此,项目部研发了桁架式开槽机进行格构梁沟槽的开挖并对常规梁道衬砌机进行了改进。在该标段以及其他相类似标段的应用中取得了良好的效果。项目部正在申报桁架式开槽机发明专利和该项技术的施工工法,旨在为崩解岩边坡防护施工提供借鉴和参考。

2 用于崩解岩边坡防护的专用设备研究

该标段崩解岩边坡防护采用项目部自主研发的桁架式开槽机进行格构梁沟槽开挖以及优化后的直接入仓式渠道混凝土衬砌机进行坡面混凝土浇筑施工,其施工质量、效率均满足该工程要求。

笔者对两种专用设备介绍于后。

2.1 桁架式开槽机

桁架式开槽机由桁架支撑系统、行走系统、控制调整系统及切削系统等四部分组成,通过切削系统先沿格构梁沟槽设计轮廓线两侧切割出具有一定宽度的槽,再采用挖掘机开挖其中中心剩余部分,切削系统切槽完成后自行移动至下道沟槽开挖以形成流水作业。切削系统采用轮盘组合式密齿型刀具替换常见的密齿型铣刨刀头^[2]、滚轮式密齿型刀具在两侧开槽形成了较大临空面,减小了开挖对槽壁的扰动并获得较平整的开挖轮廓,极大程度地提高了主体开槽的成槽效率。桁架式开槽机的主要技术参数为:

开槽方式:全坡长一次开槽成型

开槽深度:0~70 cm

开槽宽度:15 cm

开槽岩体强度:0~15 MPa

成型工效:50 m/h

成型坡比:1:2~1:3

开槽精度:±10 mm

电源:380 V

传动方式:机械、液压

控制方式:自动

行走方式:导轨

2.2 渠道混凝土衬砌机

该工程格构梁护坡材料为钢筋混凝土。为避免混凝土布料对坡面钢筋网的扰动,项目部技术人员对常规衬砌机布料系统进行了优化,将常规衬砌机中的分料斗配合全坡长皮带布料^[3]优化为混凝土直接入仓移动式刮板仓内布料摊铺。渠道混凝土衬砌机由摊铺系统、振捣系统、抹平系统、行走系统、控制调整系统五部分组成。整机高度集成化,渠道坡面混凝土衬砌可一次成型,可自动化进行混凝土摊铺、振捣、抹平,自动行走、速度可调节,能适应不同坡比、坡长的混凝土衬砌,操作简单、拆卸方便。多功能渠道混凝土衬砌机的主要技术参数为:

成型方式:全坡长一次衬砌成型

摊铺宽度:1.5 m

抹盘尺寸:1.4 m

成型工效:100 m²/h

成型坡比:1:2~1:3

混凝土坍落度要求:110 mm±20 mm

平整精度:≤±5 mm/2 m

电源:380 V

传动方式:机械、液压

控制方式:自动

行走方式:导轨

3 崩解岩边坡防护施工技术

3.1 工艺流程

崩解岩边坡防护施工工艺流程:坡面开挖→锚杆施工→格构梁沟槽开挖→坡面喷混凝土施工→坡面混凝土浇筑→养护。

3.2 施工方法

3.2.1 坡面开挖

坡面采用液压反铲挖掘机自上而下进行开挖,开挖料由 20 t 自卸汽车运输至弃土区,开挖前测量、放样坡面位置、高程与尺寸。坡面开挖分两次成型:首先,坡面开挖预留 20 cm 保护层,锚杆、格构梁沟槽开槽完成后进行保护层开挖,保护层开挖采用液压反铲挖掘机安装平板铲斗清挖,开挖过程由测量人员采用网格化检查以避免超欠挖,坡面开挖精度为 ± 1 cm。

3.2.2 锚杆施工

坡面锚杆为非预应力全长黏结型锚杆,采用“先插杆后注浆”方法施工,锚杆采用 KGYX420E 液压行走潜孔钻根据测量放样的锚杆位置造孔,孔位偏差小于 100 mm,孔深允许偏差为 ± 50 mm,锚杆孔施工完成并经验收合格后安装定制长度的钢筋锚杆并跟进注浆,注浆采用 M30 砂浆灌注,浆液由现场砂浆搅拌机拌制,采用罐式注浆机注浆,注浆压力不小于 0.4 MPa。锚杆施工完成后应加强保护,在浆体强度达到设计强度 70% 以前不得敲击、碰撞、牵拉。

3.2.3 格构梁沟槽的开挖

(1)桁架式开槽机的安装与调试。桁架式开槽机采用导轨行走,开槽机拼装完成后将其吊装至施工部位的行走轨道上。该工程为了使开槽机、衬砌机协同流水化作业,采用行走轨道同轨方式,轨道平行于渠道中心线铺设,上轨道位于坡顶以外 0.4 m 处,下轨道位于坡脚以外 0.3 m 处,将钢轨铺设在坡顶封顶和坡脚基座或枕木上。开槽机安装就位后应先进行调试,调试遵循“先分动,后联动;先空载,后负荷;先慢速,后快速”的原则。调试的主要内容:检查电控柜的接线是否正确,有无松动,接地线是否接地正常;检查连接件是否紧固,各润滑处是否按要求注油;调正上下行走装置是否协同,或使其频率同向、同步。调试完毕,应在轨道上反复行走几遍使轨道处于压实状态,上、下轨道的铺设高程应分别与渠道坡降保持一致,开槽前和开槽施工中应经常校核轨道的平面位置和高程。

(2)沟槽的测量放线与定位。根据经复核的施工控制网采用 GPS 进行测量放线,按照施工图纸放样沟槽边线并撒白灰标记;开槽机调试正常后,使用测量仪器控制,将削坡机的机架调整到与设计坡比一致;利用测量仪器校核坡面高程,根据校核结果调整削坡进刀的深度。

(3)沟槽的开挖。根据测量放样结果,将桁架式开槽机开行至指定位置并调整平面位置及进刀深度,并在上下支撑架上或旁边参照物上进行标示,开挖过程中随时检查。曲线段开槽时,应对每槽段进行重新复核调整。沟槽的开挖通过控制切削系统及切削行走系统进行沟槽槽壁的锯槽。桁架式开槽机开槽施工情况见图 2。锯槽刀片的行走速度为 2~2.5 m/min,完成后提起刀片,控制桁架行走至下一个槽段。沟槽剩余土料采用小型挖掘机(更换宽度小于沟槽尺寸的平板铲斗)清理,沟槽的清理应从坡顶向坡脚进行,一次完成,以避免往返行走扰动基岩面,坡面格构梁沟槽的开挖尺寸偏差不得大于 ± 10 mm,轴线偏差不得大于 ± 10 mm。桁架式开槽机取得的成槽效果见图 3。



图 2 桁架式开槽机开槽施工示意图



图 3 桁架式开槽机取得的成槽效果图

3.2.4 坡面喷混凝土施工

该工程坡面的岩体为崩解岩,混凝土喷射应在坡面开挖完成后 24 h 内完成。混凝土喷射采用 HSP-7 型混凝土喷射机自下而上均匀施喷,喷射混凝土料由混凝土搅拌站集中拌制后运送至施工作业面,该工程喷射混凝土的厚度为 5 cm,将混凝土一次喷射至设计高程,喷混凝土施工完成后进行保湿养护,养护时间不少于 7 d。

3.2.5 格构梁护坡混凝土施工

格构梁护坡为钢筋混凝土护坡,坡面钢筋主要包括格构梁钢筋和坡面钢筋网片,所有的钢筋在钢筋加工厂集中加工制作、再运输至施工现场安装,坡面模板均采用 15 cm 宽的槽钢,槽钢采用地锚方法固定。在混凝土衬砌施工过程中测量人员必须随时对模板进行校核以保证混凝土分缝顺直。坡面混凝土采用直接入仓式渠道混凝土衬砌机施工,渠道衬砌机在安装调试完成后直接被吊装至施工面开槽机行走轨道上开始衬砌施工,护坡混凝土由项目拌合站集中拌制,将混凝土坍落度控制在 10~12 cm,由 10 m³ 混凝土搅拌运输车运输至浇筑作业面直接卸料至浇筑坡面,混凝土卸料自由下落的高度应小于 1.5 m,通过移动式刮板系统摊铺平整,松铺系数为 1.10~1.15,移动式坡面平面高频振捣系统自下而上振捣密实,在格构梁部位辅以人工手持插入式振捣器振捣。混凝土抹面以渠道抹面机为主,局部辅以人工,混凝土抹面机通过支腿的调节满足衬砌坡比的需要,混凝土抹面机采用抹盘和抹片分别抹面,抹盘抹面起到挤压及提浆整平功能,抹片侧面则起到压光收面功能,抹面机桁架悬挂 2 台电动抹光机沿衬砌坡面往返抹面,抹面遍数为两遍(上下为一遍),然后向前行走继续抹面工序,两次之间的搭接长度为 1/3 抹盘直径。抹面过程中随时用 2 m 靠尺检查混凝土表面的平整度,调整抹面机的高度及斜度以保证抹盘底面与衬砌设计顶面重合,最后辅以人工收光,收光遍数为两遍。收光后的混凝土面平整度应控制在 10 mm/2 m 以内且其表面无气泡、无抹痕、无砂眼等一系列缺陷^[4]。

3.2.6 养护

面板衬砌混凝土属薄板结构,其抗裂要求较高,必须加强养护措施。混凝土养护应由专人负责

并作作好养护记录,采用土工布或薄膜覆盖养护法,混凝土养护的时间不少于 28 d。先在混凝土表面均匀洒一层水,再用土工布或薄膜覆盖在其上,搭接部位应重叠 10~20 cm,养护期间采用自动滴灌的方式补水以保证土工布的湿润。平均气温低于 5℃ 时不得洒水,当日平均气温低于 0℃ 时加盖棉被或草帘以防混凝土受冻。

3.3 质量控制要点

3.3.1 质量控制措施

(1)严格落实“三检制”。严禁上道工序的产品未经检验合格转入至下一道工序。

(2)严格执行技术交底制度及岗前培训制度。施工前技术人员必须对作业班组进行认真的技术交底、培训,使作业人员熟悉并掌握渠道边坡衬砌的施工流程、执行的标准、注意事项以及故障处置方法等。

(3)实行首件工程认可制^[5]。通过对首件工程实体、各道工序的验收总结出其工艺流程、施工参数以及质量通病的防治措施以指导下步大面积施工,并将总结内容制成“施工要点标识牌”竖立在施工现场,将“施工明白卡”下发至施工班组的每一个人用以指导施工。

3.3.2 护坡裂缝的控制要点

该项目护坡混凝土为薄壁结构,施工过程中极易出现裂缝,经分析,裂缝产生的主要原因为:(1)拌和物的和易性差;(2)混凝土干缩;(3)混凝土振捣不到位、不密实;(4)养护不到位;(5)切缝不及时。

预防裂缝的主要措施有以下几点:

(1)严控原材料(砂石料)的质量,严格控制混凝土的配料精度,必须保证拌和物和易性经检测合格后方能出站,混凝土拌合物运输至现场的搁置时间不宜过长,对于已初凝或已失去塑性的混凝土拌合物应按废料处理,严禁入仓。

(2)浇筑前对仓面进行洒水湿润,提前关注天气情况,避开大风、高温时段施工。

(3)坡面混凝土的振捣应严格控制平面振捣系统的行走速度,平面振捣系统沿坡长行走的速度不应大于 5 m/min,振捣时幅与幅之间的搭接宽度不小于 30 cm,对格构梁及其它边角部位采用插入式振捣器辅助振捣密实。

(4)浇筑后及时养护,做好遮盖保湿工作,避

免混凝土表面出现裂纹及强度降低。

(5)混凝土浇筑时应及时进行切缝,切缝宜在浇筑完成后 48 h 内完成,切缝混凝土的强度不小于 5 MPa,切缝按先诱导缝、后结构缝的顺序进行。

4 结 语

该项目研发出的桁架式开槽机采用切割的方式开挖沟槽,完美地解决了崩解岩边坡沟槽开挖成型困难、施工效率低的技术难题;简化了渠道衬砌机混凝土直接入仓的方式,以直卸式入仓替代传统的皮带机运输入仓,提高了混凝土运输设备的使用效率并解决了复杂结构边坡混凝土布料困难的施工难题,拓宽了渠道衬砌机的适用范围。随着 172 项重大水利工程持续推进以及加大水利工程投资建设的政策红利,该标段崩解岩边坡格构梁护坡施工技术成功应用,能够为后续类似

(上接第 85 页)

参考文献:

[1] 刘洋.人防地下室主要出入口防护设计要点研究[J]. 城市住宅,2021,28(3):118-120.

[2] 人民防空地下室设计规范,GB50038-2005[S].

[3] 谷盼盼.人防工程主体施工质量控制与研究[J]. 建筑技术开发,2020,49(13):134-136.

[4] 王爱华,骆晓.高层建筑地下室人防工程施工质量控制研究[J]. 散装水泥,2022,38(4):49-53.

[5] 谢莉.人防工程主体施工技术质量通病预防策略[J]. 建筑技术开发,2020,47(6):146-147.

(上接第 94 页)

参考文献:

[1] 周忠浩,熊建平.清远水泵水轮机蜗壳水压试验和保压浇筑技术特点[C].中国水力发电工程学会水力机械专业委员会等,第十九次中国水电设备学术讨论会论文集,2013 年 11 月 21-23 日,大连,中国.

[2] 吴海滨.官地水电站 3 号机蜗壳水压试验[J].四川水力发电,2012,31(5):19-21.

[3] 唐睿,郭华.蒲石河抽水蓄能电站蜗壳水压试验及保压浇筑

(上接第 103 页)

点以及隧道防水施工技术,旨在为同类工程的建设提供借鉴。

参考文献:

[1] 中冶交通工程技术有限公司.一种混凝土支护结构的施工方法:中国,200910242898.2[P].2009-12-16.

[2] 隧道工程防水技术规范,CECS 370:2014[S].

[3] 地下工程防水技术规范,GB 50108-2008[S].

工程项目提供宝贵经验。

参考文献:

[1] 李国维,赫新荣,李铭,王志勇,吴少甫,江永强,吴建涛,陈伟.引江济淮工程膨胀土下伏崩解岩边坡处治试验研究[J].中南大学学报(自然科学版),2022,53(1):52-54.

[2] 郝用兴,张明慧,马子领,马少丹,宋利辉.HJXK-1 型超长边坡渠道削坡开槽机的研制[J].华北水利水电大学学报(自然科学版),2015,36(5):84-88.

[3] 张跃松.南水北调渠道混凝土衬砌施工技术[J].华北水利水电学院学报,2010,31(5):20-21.

[4] 赵瑞君.水利工程渠道衬砌施工技术研究[J].建筑技术开发,2016,43(1):88-89.

[5] 张敬之.S211 鸭凤公路工程首件工程认可制实施分析[J].黑龙江交通科技,2019,42(9):236-237.

作者简介:

胡欣(1984-),男,湖北孝感人,分局副局长,高级工程师,双学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作的。

(责任编辑:李燕辉)

[6] 谢丹.地下人防工程土建施工质量通病分析[J].工程技术研究,2019,42(18):1538-1540.

作者简介:

杨培青(1987-),男,河南兰考人,项目常务副经理,高级工程师,从事建筑工程建设项目技术与管理工作的;

李辉(1989-),男,河南商丘人,项目工程管理部副主任,工程师,硕士,从事建筑工程建设施工技术与管理工作的;

杨卫兵(1990-),男,山西晋中人,项目总工程师,工程师,学士,从事建筑工程建设施工技术与管理工作的。

(责任编辑:李燕辉)

混凝土浅谈[J].水利水电工程,2013,32(增刊):87-89.

[4] 朱邦材,杨鸿,杨硕.高水头水轮机蜗壳水压试验的特点及工艺方法[J].大电机技术,1997,27(3):41-47.

[5] 水轮发电机组安装技术规范,GB/T 8564-2003[S].

作者简介:

蒋佳驰(1989-),男,四川广安人,项目部常务副经理,工程师,学士,从事机电设备安装技术与管理工作的。

(责任编辑:李燕辉)

[4] 胡勇红.地铁渗漏与防水设计、施工的关系[J].中国建筑防水,2013,30(17):6-10.

[5] 姚孟成,常国朋.明挖隧道变形缝施工质量控制要点[J].中国高新科技,2020,27(24):36-37.

作者简介:

高华(1985-),男,甘肃天水人,华中分公司副总工程师兼项目管理中心主任,高级工程师,从事市政工程桥梁建设施工技术与管理工作的。

(责任编辑:李燕辉)