

大断面引水隧洞Ⅲ₂类不良地质围岩段安全快速施工

李萌¹, 朱亚强², 袁鹏¹, 孙志敏¹

(1. 四川华能泸定水电有限公司, 四川 泸定 626100; 2. 中铁十二局集团第二工程有限公司, 四川 泸定 626100)

摘要: Ⅲ₂ 围岩根据围岩岩性和整体强度判断, 围岩强度高, 拥有足够的自稳能力, 施工过程中由于裂隙不利组合切割和裂隙面存在绿泥化面蚀变等因素, 导致不稳定岩体隐蔽性很高, 偶有大块体围岩掉落, 安全风险较高, 为保证不良地质段落安全快速施工, 采用随机支护、钢支撑临时支护、中导洞法开挖、降低开挖高度、缩短开挖进尺、爆破后充分排危等措施, 降低安全风险, 保证地下洞室开挖稳步推进。

关键词: 安全快速施工; Ⅲ₂ 类不良地质; 临时支护

中图分类号: TV554

文献标识码: A

文章编号: 1001-2184(2023)01-0133-04

Safe and Fast Construction of Large Section Headrace Tunnel in Unfavorable Geological Condition of Class Ⅲ₂

LI Meng¹, ZHU Yaqiang², YUAN Peng¹, SUN Zhimin¹

(1. Sichuan Huaneng Luding Hydropower Co., Ltd., Luding Sichuan 626100;

2. The Second Engineering Co., Ltd. of China Railway 12th Bureau Group, Luding Sichuan 626100)

Abstract: According to the lithology and overall strength, the surrounding rock of Class Ⅲ₂ has high strength and sufficient self-stability. During the construction process, due to the factors such as unfavorable combination of joints and the presence of the altered chlorite surface, unstable blocks has high concealment, and occasionally large block fall. In order to ensure the safe and rapid construction of sections under adverse geological conditions, measures such as random support, temporary steel support, middle pilot tunnel excavation and shortening the excavation footage and fully removing hazards after blasting are adopted. In this way, the safety risks are reduced and the steady progress of underground cavern excavation is ensured.

Key words: Safe and fast construction; Adverse geological conditions of Class Ⅲ₂; Temporary support

0 引言

Ⅲ₂ 类围岩从围岩特性判断属于整体性好、稳定性强、安全风险低的一个围岩等级, 比Ⅳ类和Ⅴ类围岩具有施工速度快、施工安全系数高的特点, 但相对比与Ⅳ类和Ⅴ类围岩, Ⅲ₂ 类围岩不良地质围岩隐蔽性更强, 需要施工现场具备更高的地质专业技术人员, 往往Ⅲ₂ 类围岩设计没有较强的初期临时支护, 充分利用围岩的自稳能力, 施工过程中受爆破震动和裂隙水等因素影响易出现前方施工后方掉块甚至小范围塌方等现象, 现场施工环境安全受到威胁。Ⅲ₂ 类不良地质围岩段安全快速施工技术研究正是为了克服隐患, 保证安全快速施工。

1 围岩地质概况

硬梁包水电站引水隧洞采用两条隧洞平行布置于大渡河左岸, 两洞间距 60.0 m, 1 号引水隧洞(靠大渡河侧)长度为 14 316.402 m, 2 号引水隧洞(靠山侧)长度为 14 420.679 m, 引水隧洞衬砌后内径 13.1 m, 全断面钢筋混凝土衬砌, 衬砌厚度为: Ⅲ₁ 类围岩段 0.4 m, Ⅲ₂ 类围岩段 0.5 m, Ⅳ类围岩段 0.8 m, Ⅴ类围岩段 1.0 m。

硬梁包水电站引水线路布置于德威坝址~观音崖段之间的大渡河左岸山体中, 埋深 130~325 m, 沿线冲沟多为泥石流沟, 全线隧洞地层岩性主要为晋宁—澄江期花岗岩, 辉绿岩脉穿插其中, 现已揭露的围岩表明, 工程区蚀变岩类型多样, 既有早期的热液蚀变、构造蚀变, 又有后期的风化蚀

变,蚀变岩发育特征复杂,强度低,遇水易软化,易产生变形甚至坍塌,施工难度大,安全风险突出。

由于节理、断层等断裂构造构成热液运移的主要通道,因而热液蚀变主要沿这些断裂构造发育,或呈带状,或呈面状。绿泥石和绿帘石化面蚀变^[1]裂隙发育绿泥石化面蚀变见图1。其中钾长石化蚀变岩呈微红色—肉红色,多沿节理裂隙或断层发育,由于钾长石同样为花岗岩主要造岩矿物之一,蚀变对岩石微结构影响较小,但易使岩体沿结构面发生剪切破坏,从而形成塌方;绿泥石、绿帘石化面蚀变为低温热液蚀变矿物如黏土、方解石、石英、绿帘石等沿裂隙充填或附着于裂隙面上,称为面蚀变,其主要影响岩体结构面的剪切强度和刚度。



图1 裂隙发育绿泥石化面蚀变

2 Ⅲ₂类围岩施工存在的问题

Ⅲ₂类围岩实际施工因裂隙不利组合切割、钾长石化蚀变、绿泥石和绿帘石化面蚀变出现大块围岩掉落、局部塌方等,未避免塌方扩大,往往进行停工加强支护,Ⅲ₂类围岩施工中的潜在风险往往比Ⅳ类和Ⅴ类围岩施工更突然,可预见性较弱,造成进度损失,施工环境安全风险增高。

3 施工问题分析

(1)Ⅲ₂类围岩强度高,爆破强度大,围岩受爆破震动影响大,拱部如果围岩受裂隙切割易发生掉块。

(2)由于Ⅲ₂类施工循环时间短,系统支护强度未达到标准值,支护效果不理想。

(3)Ⅲ₂类围岩虽整体稳定性强、岩石强度高,但局部受蚀变影响,裂隙面光滑,受外力影响局部块体极易出现滑动,发生掉落。

(4)Ⅲ₂类与Ⅲ₁类围岩相比,微裂隙更为发育,挖机排危过程中极易掉落。

(5)Ⅲ₂类围岩发育钾长石化蚀变和绿帘石化面蚀变,受裂隙切割影响易发生掉块,风险隐蔽性强,易出现突然失稳的现象。

(6)Ⅲ₂类围岩发育长大裂隙并组合切割,开挖揭示表面裂隙结合性密实,但受裂隙组合切割影响隐蔽性强,受爆破不断震动易发生突然失稳。

(7)Ⅲ₂类围岩爆破完成后经常在出渣过程中、网喷混凝土时出现不利块体掉落现象,岩体在爆破后达到稳定时间约4~6 h,时间长,现场工序衔接紧凑往往达不到足够的自稳时间,施工作业风险高。

4 解决措施

4.1 降低开挖高度

由于Ⅲ类围岩围岩强度高、整体稳定性强,在围岩好的段落可以采用全断面光面爆破,不良地质段,建议开挖高度不大于8 m,开挖高度过高围岩整体开挖方量大、装药量大、拱顶临空面过大,安全风险高,开挖高度根据现场情况在不影响系统支护作业空间及各类型设备作业的前提下,尽量降低开挖高度和减小临空面。该方法针对裂隙较发育段落,有利于爆破控制,

4.2 缩短进尺

为防止掘进进尺过大,导致不稳定块体受爆破震动影响过大,同时更好发挥超前支护作用,缩短开挖进尺不管针对Ⅳ类和Ⅴ类开挖还是Ⅲ₂类不良地质段开挖都是最直接有效的施工方式,针对不良地质段施工做好支护预防,缩短开挖进尺相对于只求进度后针对问题进行补强的方式更容易形成良性循环,提高工序衔接的同时能一定程度减小超挖以提高经济效益。

4.3 中导洞法施工^[2]

针对Ⅲ₂类围岩且裂隙面无蚀变段采用中导洞法施工,先施工断面中间约五分之三中导洞部分,减小拱顶凌空面,降低整体断面装药量进行分部爆破,从而达到减小爆破震动、减小超挖、降低安全风险等效果,中导洞掌子面领先侧壁10—20 m左右,为提高功效,在中导洞钻孔时同步给两侧预留侧壁进行钻孔装药,但是中导洞和侧壁分前后爆破,禁止同步爆破,爆破完成后同步进行出渣及初期支护,中导洞侧壁后应紧跟系统支护。

该作业方式针对裂隙发育段落施工效果较好,但是由于中导洞法超前掌子面施工,且导洞作业空间较小,如出现围岩突变等,支护手段有限,在持续长段落围岩施工时效果明显,如果围岩变化较快,不利于施工组织,且无法实现早封闭、强支护的原则。

4.4 加强临时支护

拱部围岩发育长大裂隙、裂隙不利组合切割,且爆破后观察裂隙面结合密实,风险隐蔽性强,根据现场围岩裂隙走向及揭示裂隙面倾角施作随机锚杆^[3],随机锚杆垂直裂隙面布置,间距 50~100 cm,环向布置范围根据裂隙影响范围确定,纵向沿裂隙发育方向布置,现场应加强围岩情况判断,防止拱顶裂隙受不利组合切割。

针对Ⅲ₂类钾长石化蚀变和裂隙面绿泥化面蚀变段落,由于围岩稳定性较差,针对大块体,随机锚杆支护在施工节奏较密的情况下支护能力有限,可以采取部分钢支撑支护,钢支撑间距 1.2~1.5 m,拱顶针对裂隙发育位置施作超前锚杆,超前锚杆^[4]支护角度 15°~30°,并结合网喷支护,该支护安全系数高,需注意拱顶应喷护密实,充分发挥钢支撑的拱形支护能力,同时钢支撑支护可以有效防止不利岩体二次掉落引起的地质超挖,降低风险的同时降低成本。施工过程中偶尔出现围岩情况突变,且段落 2~5 m 长度较短,围岩参数变化现场需扩挖风险较高,此时采用Ⅲ₂类围岩断面加钢支撑支护的方式效果最好,降低现场施工难度,简单且高效。

5 快速施工组织管理^[5]

针对三类围岩开挖,由于初期支护工程量小,开挖循环时间短,系统支护紧跟作业面,掌子面附近系统支护由于爆破震动等影响,在未达到设计理想支护能力前容易失效,为避免系统支护质量问题影响导致返工作业,可以采用随机锚杆临时支护紧跟掌子面,为开挖掘进提供临时安全保障,系统支护滞后掌子面 10~20 m,为保证随机锚杆支护质量,可采用锚固剂填充,锚固剂强度上升快,对于Ⅲ₂类受裂隙切割影响的大块体围岩支护效果较好。

引水隧洞开挖工序为钻孔→装药→爆破→出渣→排危→随机支护→网喷→下个循环钻孔,为提高不良地质洞段施工效率,应从机械设备投入

人手,钻孔作业人均 6~8 孔为宜,缩短钻孔时间,出渣作业根据断面大小,大断面引水隧洞采用两台装载机和挖机配合装渣,出渣车应保证一台装渣,另一台在工作面 30 m 附近位置等待装渣的良好循环,出渣车台数应满足这个要求,出渣将完成时挖机应在掌子面附近等待排危,减小工序搭接,排危过程中应保证 1~2 台出渣车在掌子面附近等待,剩余洞渣完成后,进行多臂钻钻孔施工,钻孔过程中应提前安排锚杆施工人员提前 30 min 等待,锚杆施工完成后紧接着施工钢筋网,挂网结束前 20 min,湿喷机和喷混凝土料应在现场等待喷混凝土作业。喷混凝土完毕等待 2 h 后进行下个循环的开挖作业,开挖过程中进行后方系统锚杆施工。开挖工序流程图见图 2。

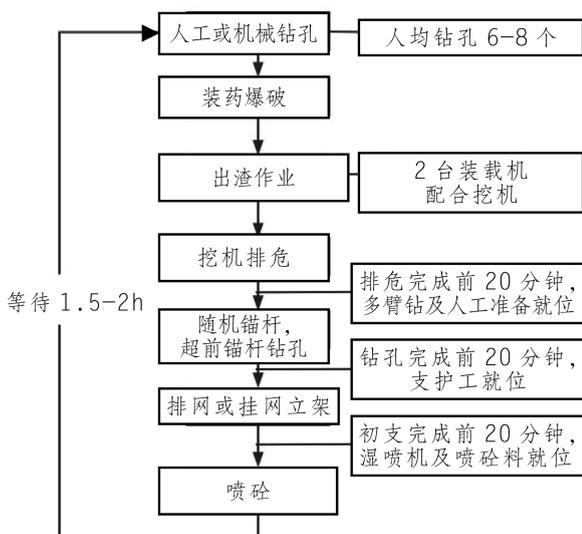


图 2 开挖工序流程图

6 主工作面与副工作面设置

工作面协调配置,根据现场施工情况同一施工支洞多个工作面同步施工时,可以设置一个副工作面,例如 4 个工作面共同施工时配置为 1 个副工作面和 3 个主工作面,人员配置 3.5 个施工班组,考虑到临时支护和系统支护原因,3 个工作面施工时剩余的辅助工作面进行随机支护和系统支护,3.5 个班组进行轮班施工,可以充分利用在场人员数量,同时满足引水隧洞系统支护要求,保证支护进度的同时保证开挖施工进度。

该工作面配置方式可以有效解决不良地质洞段施工时出现的窝工现象,可以充分利用现场资源,有利于组织管理转换。

7 现场管理人员要求

(1)日常开挖过程中各工序衔接必须紧密,这是提高施工进度的关键因素,作业队带班和工区管理人员应保持积极性,做好工序安排。

(2)现场管理人员应具备一定的专业知识,对围岩地质情况有初步判断。

(3)提高警惕性,针对发育长大裂隙、面蚀变并有渗水、出现灰绿岩脉、洞身多处裂隙不利组合切割等围岩地质情况应及时通知监理单位、设计单位和业主单位专业人员及时进行现场联合判断,及时制定加强支护措施,防范于未然。

(4)根据不同洞段施工经验,对于裂隙发育部位提前施作超前锚杆和随机锚杆,未施作钢支撑支护段落超前锚杆角度可调整 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$,采用锚固剂锚固。

(5)爆破完成后进行通风排烟,空气条件满足要求时现场管理人员应及时安排专业爆破人员进行盲炮等排查,同时管理人员应对围岩情况进行仔细检查,如发现围岩变形,裂隙出现扩大、不稳定块体等情况,应及时禁止设备及人员进场,待风险处理完成后继续施工。

(6)爆破设计应根据现场围岩情况及时调整,超挖值越小,喷混凝土工序施工时间越小,是提高施工效率的重要措施。

8 结 语

引水隧洞Ⅲ₂类围岩不良地质段施工,以预防为主、防治结合。

中导洞法开挖、降低开挖高度、缩短进尺作用主要是减少开挖量、降低爆破震动、增强支护及时性,这几种方法施工效果显著,虽然降低循环进

尺,但是安全性更高,充分发挥短、频、快的优势。

随机锚杆、钢支撑支护、超前锚杆等临时支护措施的作用主要是增强岩体整体稳定性,随机锚杆支护、超前支护依靠锚杆的抗拉能力解决裂隙发育段围岩稳定问题,钢支撑支护针对钾长石化蚀变和长大裂隙且组合切割类围岩支护效果显著,安全保证性高于随机锚杆和超前锚杆,结合超前锚杆的使用可以降低超挖、缩短网喷时间从而提高施工效率。

随机支护的使用应对围岩情况进行预判,提前施作,发生掉块或者塌方后采用钢支撑支护对预防二次塌方效果最好。

参考文献:

- [1] 董金玉,石尚,李建勇,等.蚀变岩工程分级与物理力学性质研究[J].工程地质学报,2022,30(3):966-974.
- [2] 胡鑫,于厚文.随机锚杆在大洞径引水隧洞一期支护中的应用[J].中国新技术新产品,2011(24):72.
- [3] 尉仲林,董化瑞.一种隧道中导洞双侧扩挖施工方法[P].山西省:CN109611100B,2020-07-21.
- [4] 陶龙光,侯公羽.超前锚杆预支护机理的力学模型研究[J].岩石力学与工程学报,1996(3):51-58.
- [5] 魏二剑.长大隧道快速施工技术探讨[J].山西建筑,2018,44(1):162-163.

作者简介:

- 李 萌(1992-),男,河南漯河人,四川华能泸定水电有限公司,工程师,硕士,从事水利水电工程管理工作;
- 朱亚强(1992-),男,河南许昌人,中铁十二局第二工程有限公司,工程师,学士,从事土木工程方面工作;
- 袁 鹏(1988-),男,湖北荆门人,四川华能泸定水电有限公司,工程师,学士,从事水利水电工程管理工作;
- 孙志敏(1982-),男,甘肃宁县人,四川华能泸定水电有限公司,高级工程师,学士,从事征地移民及水利水电工程施工与管理工作。

(责任编辑:吴永红)

中国电建承建的土耳其三座水电站经受强震考验

当地时间2月6日9时17分和18时24分,土耳其先后发生两次震源深度20千米的7.8级地震,多地建筑被夷为平地,造成重大人员伤亡和财产损失。由中国电建所属华东院承担机电设备成套供货及安装任务的FEKE-I、FEKE-II、KARAKUZ三座水电站位于土耳其阿达纳省,该省距首次7.8级强震震中仅200公里。目前,三座电站均主体结构完好运行正常,经受住了强震的考验,并为抗震救灾工作提供源源不断的电力保障。三座电站的建设内容为电站全范围的机电设备成套交钥匙工程。其中,FEKE-II水电站装设2台35 MW混流式机组,该电站机电成套项目于2008年1月开工,历经两年多的设计、采购、供货和安装,于2010年12月正式投入商业运行。FEKE-I水电站装设2台16.2 MW混流式机组,于2008年4月签约,2012年6月正式投入商业运行。KARAKUZ水电站装设2台40.2 MW六喷头冲击式机组,于2012年5月签约,2015年7月2台机组成功并网发电。项目建设的过程中,中国电建团队充分发挥技术优势,把中国方案和欧洲标准紧密结合,注重海外风险控制、严格的质量标准、项目本土化运作等,严格把控工程质量,推动项目管理水平的不断提升,安全、质量、进度和成本全面可控,得到了业主、合作伙伴的高度认可。目前三座电站按电网调度发电,为抗震救灾工作开展提供电力保障。

(来源:中国电建新闻中心 2023-02-13)