

# 水利水电工程引水隧洞开挖施工方法

司东东

新疆水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v5i4.3802

**[摘要]** 在水利工程长距离引水隧洞开挖施工过程中,如何减少因地质原因带来的顶拱、边墙超挖是工程建设中的重点项目,本文通过对某工程实例的研读,分析了钻爆法隧洞开挖的施工方法,对隧洞钻爆法开挖施工工艺进行分析,从施工机械、施工方案及具体实施施工方面分析了钻爆法施工工艺的影响因素,研究内容可为相关工程的施工提供参考和借鉴。

**[关键词]** 水利水电工程; 引水隧洞; 施工方法; 钻爆法; 超前地质勘探

**中图分类号:** TV742 **文献标识码:** A

## C Construction Method for Diversion Tunnel Excavation of Water Conservancy and Hydropower Engineering

Dongdong Si

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey and Design and Research Institute

**[Abstract]** In the construction process of long-distance diversion tunnel excavation of water conservancy project, how to reduce the overbreak of top arch and side wall caused by geological reasons is a key project in engineering construction. Based on the study of a project example, this paper analyzes the construction scheme of tunnel excavation by drilling and blasting method and the influencing factors from construction machinery, construction scheme and concrete implementation construction. The research content can provide reference for the construction of related projects.

**[Key words]** water conservancy and hydropower engineering; diversion tunnel; construction method; drilling and blasting method; advanced geological exploration

### 前言

水利水电工程中,引水隧洞开挖过程中,可能因地质原因及开挖工艺等因素导致隧洞超挖,尤其是长距离输水隧洞工程,可能导致工程投资大幅增加。例如,泉州市惠女至菱溪、黄塘引调水工程分为干支线,分别为惠女至余格寮输水干线、余格寮至菱溪输水支线。泉州市惠女至菱溪、黄塘引调水工程属III等工程,标段范围内的余格寮至菱溪输水支线中的内山管道、内山至后苏输水隧洞、后苏管道、后苏至菱溪输水隧洞输水线路总长9.8km,隧洞开挖洞径为3.2m,开挖底宽2.6m,衬后洞径2.4m;输水管道管径为2.0m。主要工程量包括土方开挖39932.65m<sup>3</sup>,土方回填10942m<sup>3</sup>,石方洞挖93275.71m<sup>3</sup>,砼27251.89m<sup>3</sup>,钢筋制安

792.68t,管道安装387.2m。

### 1 施工机械与施工方案

#### 1.1 设备选型

施工机械设备选型原则如下:一是机械设备配备选型。在其性能及工作参数以满足施工需要和保证施工进度为前

提下,施工机械选择应考虑机械设备的机动灵活性、高效低能耗、施工过程中对环境友好、施工过程中机械运行安全可靠等各方面因素。二是施工机械设备数量。按高峰月施工强度及设备能力进行配备,适当考虑了设备的出勤率和

表1 施工设备

序号	设备名称	型号及规格	数量	国别产地	用于施工部位
二、钻孔、爆破施工					
1	气腿钻	YTP-28	30	天风水动	
2	快速钻		10	河北宣化	钻孔
3	锚固钻机	YG60	3	无锡金帆	
4	自制台车		6		
二、挖装设备					
1	扒渣机		1	卡特	
2	自卸车		6	江西	挖桩
3	液压反铲	PC200,1.0m <sup>2</sup>	3	日本小松	

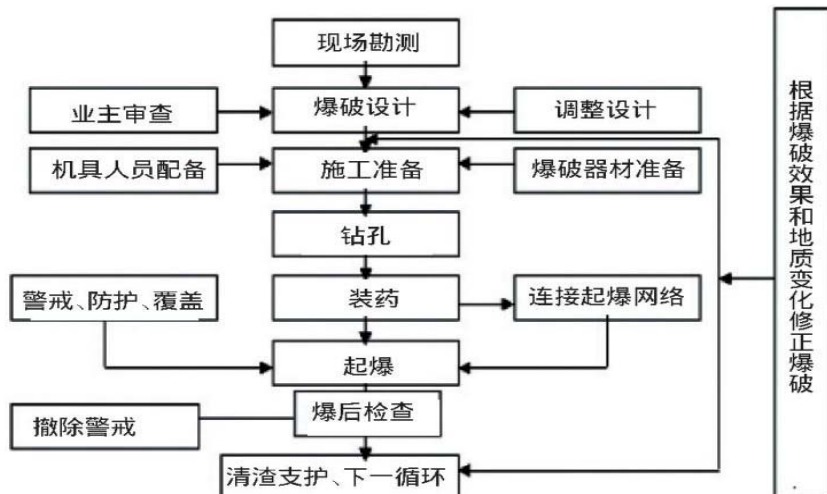


图1 施工流程

完好率,并考虑了适当施工设备能力储备系数。三是选用的施工机械设备在满足工程需要的前提下,设备类型不宜太多,以利于设备的维修、保养、管理,提高生产效率。钻爆法施工所需的钻孔设备和爆破施工设备如表1所示。

1.2 施工方法

隧洞不同部位及不同围岩类别应考虑不同的施工方法。开挖III类围岩地段采用全断面法,光面爆破开挖;隧洞采用新奥法施工,隧洞从竖井、出口、双向掘进,开挖采用自制多功能钻爆台架,人工手持风钻打眼,根据围岩特性及其节理裂隙的分布情况,确定该隧道的爆破参数,以隧洞爆破专项施工方案为蓝本进行适当的调整,在光爆区爆破孔装药参数不变的情况下增加光爆面导向光爆空孔,提高成面的准确性。在钻孔施工过程中坚决控制钻孔质量,成孔要求平、直、准、齐,各炮眼要准确地打在点好的眼位上,误差一般不大于20mm,周边眼误差应尽量减小;要求周边光爆孔与二圈孔要互相平行,以保证光爆最小抵抗线厚度,要求各炮孔与隧道轴线方向平行一致;同一类型炮眼深度斜度基本一致。

1.3 施工流程

钻爆法施工施工流程如下。一是测量放线。测量放线是洞室开挖的关键环节,准确的测量放线对于工程质量十分关键。本工程中采用全站仪和激光导向仪配合工作,在施工工作面快速放出周围轮廓线,并且确定隧道中轴线以及钻

孔孔位,精度能够满足工程的需求。为了对工程进度进行控制,在布设基本导线点的情况下设置三角高程,确保工程高程与放线精度。二是钻孔与质量控制。相关研究表明,钻孔精度对于后续工程十分重要,是防止超欠挖的重要措施。因此,必须严格按照爆破布置图及设计孔深施钻,沿轮廓线的调整范围和掏槽孔的孔位偏差不应大于5cm,其他孔位不应大于10cm。施工过程中需要加强钻孔孔距、孔斜的检查,及时做好质量监督。三是装药连网爆破与质量控制。炮孔经检查合格后,由持证炮工领班操作,严格遵守爆破安全操作规程装药爆破。炸药采用84#岩石乳化炸药。药卷直径:依据实际情况,周边光爆孔Φ25mm,其余为Φ32mm;爆破施工过程中的药量控制、装药连网爆破是整个工程的重点,在施工过程中,需要严格按照爆破设计要求与规范开展装药连网,周边光爆孔采用间隔装药方式,并且由塑料导爆管连接形成起爆网络,在检查无误且取得作业证之后,要求施工机械与施工人员撤离到安全地带,开展爆破警戒,同意执行爆破。四是通风除尘与质量控制。在爆破完毕后,需要对爆破后的残渣以及碎土进行除尘工作,采用轴流风机进行排烟,采用喷淋装置进行除尘管理,做好除尘之后,排查相关的安全隐患,按照《安全爆破规程》进行后续处理,确保安全后继续施工。五是锚喷支护与质量控制。采用锚喷支护的方式对不稳

定的岩体进行保护,为了确保支护强度,应在钻孔后注入浆液,并且倒入孔底,安插杆体,最后认真堵塞孔口,防止浆液流出,确保支护强度,避免不稳定岩体引发的危险因素。整个工程的工艺流程如图1所示。

2 钻爆设计与爆破试验

2.1 钻爆设计

根据隧洞基本情况,隧洞爆破采用浅孔爆破法施工。V级围岩上台阶开挖每循环进尺不大于0.8m,IV级围岩上台阶每循环进尺不大于1.0m,III级围岩地段控制在1.5~2.0m进行设定。隧洞明洞段土石开挖选用浅孔台阶爆破。隧洞III级围岩采用全断面开挖法,IV级围岩和V级围岩采用2台阶开挖法进行开挖。开挖轮廓线采用光面爆破技术,洞口明挖段需要爆破施工,基本采取浅孔控制爆破,对于个别岩石尽可能采用机械破碎,不采用爆破法施工。

2.2 爆破试验

为确定科学的爆破参数,明确起爆炸药使用数量和药孔之间的距离,应当进行爆破试验。首先依照公式明确炸药数量与药孔之间间隔的数据,每进尺都对预裂孔的爆破成效进行检查,在确保药孔间隔距离不发生变化的状况下调节炸药使用数量,在爆破成效达到预定要求的炸药使用范围内调节药孔之间的距离,力争在确保爆破效果与施工效率的状况下得到理想状态的药孔间隔距离与炸药使用数量。

作业期间经过爆破成效剖析,基于地质变动状况恰当调节爆破参数,让其符合设计规定。为保证进洞安全需求,在进洞处范围内设置钢拱架,具体榀数根据进洞围堰情况确定。周边眼运用导爆索完成起爆与传爆,而其他眼与导爆索依托非电毫秒雷管进行引爆,这种雷管依托电雷管起爆。炸药采用的是2号硝铵炸药,遇到渗水时采用乳化炸药。

3 IV、V类围岩开挖支护

IV、V类围岩的发育程度不高,围岩不稳定,而且以分布的小断层为主。本工程中内山至后苏隧洞IV类围岩长度144.729m,占15.73%;V类围岩长度30m,

占3.26%;后苏至菱溪隧洞IV类围岩长度1236m,占14.56%;V类围岩长度169m,占1.99%。

### 3.1超前地质勘探

超前地质勘探是了解IV、V类围岩的构成及基础结构的重要方式,在超前勘探的基础上,能够获取尚未开挖岩体的体质情况,为支护方式的选择提供依据。勘探过程中设置超前钻探孔,采用SGZ-III A型地质钻机钻孔,孔径根据情况大于54 mm,孔长15~30 m,从钻探孔中获取岩芯,通过试验的方式了解岩芯的岩性、力学性能以及结构,分析围岩的构成。同时,采用抽水试验的方式了解水文资料,避免施工过程中可能出现的涌水、坍塌等不良事故。

### 3.2施工方法与质量控制

当IV、V类围岩断层破碎带内充填软塑状断层泥或特别松散的颗粒时,需要设置超前支护。利用锚杆或管棚进行超前支护,在确保围岩稳定的情况下,开展分层开挖。开挖过程中做好监督与管

理,采用分部支护和分布开挖等方式,提升施工安全。施工过程中要严格控制爆破用药量、爆破深度等参数,不能为了追求工程进度而忽略质量管理。

### 3.3地下水的防渗处理

在作业过程中洞中渗水范围比较大的情况下,运用钻孔把水全部引到集水井内,之后使用水泵把水排到洞外。若地下渗漏水水量很大或者范围较为广泛时,掘进之前首先要进行灌浆,之后基于全封闭深孔或者依托超前加强支护对渗水问题进行处置,而且在掘进作业面前方留下最少10m的搭接长度。小钢管与超前锚杆装设运用快硬水泥卷,使待凝时长减短。

## 4 结语

本文以泉州市惠女至菱溪、黄塘引调水工程为分支线工程隧洞开挖为研究对象,分析了复杂地质环境和施工环境下的隧洞开挖施工方法。通过良好的施工组织以及有效的施工技术,完成了整个引水隧洞开挖工程。通过引水隧洞

开挖工程进行研究,明确了钻爆与支护工艺流程,做好关键施工环节质量控制,对于提升工程进度、确保工程质量具有重要的意义。

### [参考文献]

[1]刘飞.水利水电工程引水隧洞开挖施工方法[J].农业科技与信息,2021(7):118-120+125.

[2]王应权.长大铁路隧道施工通风方案选择及优化[J].地下空间与工程学报,2015(S1):359-366.

[3]给水排水管道工程施工及验收规范,GB50268-2008[S].

[4]葛春辉.顶管工程设计与施工[M].北京:中国建筑工业出版社,2012.

[5]顶进施工法用钢筋混凝土排水管,JCT640-2010[S].

### 作者简介:

司东东(1991--),男,汉族,甘肃定西人,硕士研究生,助理工程师,研究方向:混凝土裂缝控制及水工结构。