

隧道光面爆破以及超欠挖现象分析

Analysis of tunnel smooth blasting and overbreak and underbreak

李进 杨赢

Jin Li Ying Yang

中交一公局第四工程有限公司 广西 南宁 530033

The Fourth Engineering Co Ltd ofCCCC First Engineering Co Ltd Nanning Guangxi 530033

摘要:光面爆破技术在地下工程及隧道工程当中应用越来越广泛,本文以中交一公局承建的重遵扩容 T8 标桐梓隧道工程在施工过程中利用光面爆破进行开挖为实例,对光面爆破的施工技术以及超欠挖现象进行简要分析。

Abstract: smooth blasting technology is more and more widely used in underground engineering and tunnel engineering. This paper takes Tongzi tunnel project of zhongzun expansion T8 bid undertaken by CCCC First Highway Engineering Co., Ltd. as an example to analyze the construction technology of smooth blasting and the phenomenon of overbreak and underbreak.

关键词:隧道工程;光面爆破;超欠挖现象分析

Keywords: Tunnel Engineering; Smooth blasting; Analysis of overbreak and underbreak

DOI: 10.12346/etr.v3i4.3290

一、引言

对于一个隧道工程来说,隧道超欠挖是影响隧道施工综合效益的关键因素,其在经济、安全、质量和进度等多方面影响较为显著。所以,必要的超欠挖控制对于一个隧道工程来说尤为关键。本项目桐梓隧道 4# 斜井与出口端左洞均采用传统的人工钻爆开挖方法进行施工,合理的选择爆破参数对隧道掌子面爆破效果起到了至关重要的作用。

二、工程概况

桐梓隧道属分离式三车道大跨隧道,隧道全长 10.491km,出口段承担 4.494km,施工任务,主洞围岩 V 级: 715m, 占总长: 16%, IV 级: 3060m, 占总长: 68.5%, III 级: 694m, 占总长: 15.5%。隧道围岩主要灰岩,泥质灰岩为主。隧道穿越地质复杂,煤层采空区、高瓦斯、高地应力、岩溶均有存在,且穿越 3 条断层破碎带,主洞隧道最大涌水 18 万 m³/d;隧道瓦斯段长 235m(单幅),瓦斯最大压力可达 1.5MPa,具有突出危险,属高瓦斯隧道(距出口 1300m);全隧均处于岩溶隧道施工,整个施工过程中,突水、突泥、溶洞、暗河等不良地质均存在。

三、爆破施工方案

(一)爆破参数的确定

1、周边眼间距 E

周边眼间距 $E=(10\sim 18)d$,本项目的炮眼直径为 40mm,且该隧道工程属于大跨径隧道,掌子面围岩属于灰岩夹杂少量泥质灰岩,故 E 可取 15d,即 $E=600\text{mm}$ 。

2、光面层厚度 W 及炮眼密集系数 K

光面层厚度即是最小抵抗线 W,周边眼间距 E 与光面层厚度 W 有着较为密切的联系,通常用炮眼密集系数 K 来表示,三者关系可表达为 $K=E/W$,其值的大小对光面效果有较大的影响。欲使爆破效果达到最佳,则必须使爆破产生的应力波在两个相邻的炮眼间传播扩散距离小于应力波在临空面的传播距离,也就是说 $E<W$ 必须满足。实践经验表明, $K=E/W=0.8$ 为宜,最小抵抗线一般取 50~80cm,本项目爆破方案最小抵抗线取 80cm。

(二)装药量

周边眼的装药量常常是以线装药密度来表示,药量的使用应是具备能够破坏围岩自身结构所需的能量,即炸药释放出来的能量能达到围岩间自身存在的剪切力,使其发生剪切破坏,但在破坏过程中又不能过度的损坏围岩自身的完整性,这就对实际施工过程中对药量的把控要全面考虑岩性、

【作者简介】李进(1997~),男,汉族,贵州人,本科。杨赢(1998~),男,汉族,贵州人,本科。

孔距、最小抵抗线以及炸药种类等。根据本项目实际围岩情况,其装药集中度可选 0.2kg/m。

1、炮孔数量

炮眼的数量主要是与开挖掘进的断面大小、岩石特性、炮眼的直径以及炸药的性能有关,炮眼过多将增加钻眼的工作量,同时还会增加炸药和雷管的使用数量,从而使成本增加;如果炮眼数量过少,又会影响爆破的效果,可能会出现欠挖现象,达不到预期的断面轮廓指标。因此,合理地确定炮眼数量是加快掘进速度、提高爆破效果的重要条件。炮眼数量可采用下面公式计算得到: $N=kS/ay$ (N :炮眼数量; k :单位炸药量 kg/m^3 ; S :开挖断面面积 m^2 ; y :每米药卷的炸药质量 kg/m ; a :装药系数)

根据本项目的实际围岩情况,单位炸药质量取 0.6kg/ m^3 ,每米药卷炸药质量 γ 取 1.25kg/m,装药系数 0.45,以 IV 级围岩的开挖断面面积为例计算炮眼数量为:

$$N = \frac{kS}{\alpha\gamma} = \frac{0.6 \times 150.28}{0.45 \times 1.25} = 160(\text{个})$$

这是一个计算的理论值,在本项目中根据实际的围岩情况对炮眼数量进行了相应的调整,一般炮眼数量在 130—180 个之间,与计算值接近。

2、炮孔深度

综合考虑工期及地质变化情况,拟定为掏槽眼采取水平楔形复式掏槽法,左右各布置 3 列,由中心至两边掏槽眼深度为 3.5m。周边眼、底眼及辅助眼采用直眼钻孔,孔深 3.2m。平均每循环进尺 3.2m。

3、炸药类型

本项目主要采用的 $\Phi 32$ 的乳化炸药,该炸药具有爆炸性能好,抗水性能强、安全性能高、环境污染小、生产成本低等优点,普遍适用于高地应力、高涌水量以及地质情况复杂的大断面隧道爆破施工,在瓦斯段采用的是具备一定安全条件的煤矿许用炸药,避免在掘进过程中由爆破引燃导致瓦斯爆炸等安全事故发生。

4、装药量

表 1 钻爆参数表

炮眼名称	炮眼深度(cm)	个数	药卷类型	单孔装药(kg)	总药量(kg)	装药线密度(kg/m)	段别
周边眼	320	42	$\Phi 32*200$	1.2	50.4	0.375	15
辅助眼	320	60	$\Phi 32*200$	2.4	144	0.75	11、13
掏槽眼	350	36	$\Phi 32*200$	3	108	0.857	1、3、5、7、9
底板眼	320	16	$\Phi 32*200$	2.4	38.4	0.75	13
合计		154		9	340.8		

5、炮孔布置图

桐梓隧道爆破方案炮孔直径为 40mm,周边眼间距 60cm,最小抵抗线 80cm,掏槽眼采取水平楔形复式掏槽法,左右各布置 4 列。掏槽爆破是隧道爆破技术的关键,掏槽效果的好坏直接影响了整个隧道爆破的质量,桐梓隧道采用的是水平楔形复式掏槽法,这种掏槽眼对钻眼精度的要求特别高,若一般按设计装药都能取得较好的爆破效果。掏槽眼的角度一般为 $50^\circ-70^\circ$ 。

四、超欠挖现象分析

(一)出现超欠挖的原因

根据桐梓隧道 4# 斜井光面爆破效果分析可知,一般出现超欠挖情况的原因有:测量人员未及时放线或放线不准确,导致轮廓线偏移设计线,出现一边超一边欠的情况;打钻时,炮孔精度的影响。施工工人有时为了贪图方便,不在标定的位置上打眼,造成眼距之间出现误差;地质情况较差,围岩破碎,导致超挖现象严重;循环进尺过大,导致周边眼过度倾斜;掌子面涌水,影响爆破效果,出现哑炮现象。

(二)超欠挖的影响

超挖分为全断面超挖和局部超挖。超挖对成本造成的主要影响有:增加开挖量,从而增了出渣量,也延长了循环时间,从而影响进度;增加了初期支护量,特别体现在喷射混凝土上;增加二次衬砌厚度,使混凝土使用量增加,从而提高了

(下转第 71 页)

时成本也得到了有效控制。在桐梓隧道接下来的施工中,凿岩台车将会担任更多更重的作业任务,在使用技术上仍需进一步提高,总体成本上仍需进一步管控。



图4 混凝土损耗率下降



图5 循环工作时间减少

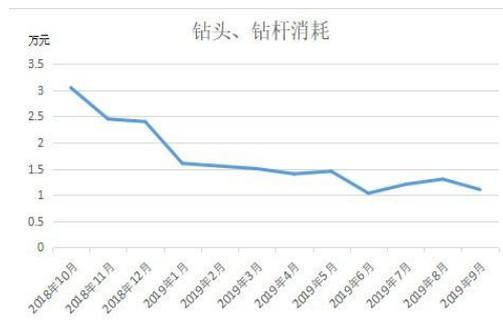


图6 钻头、钻杆成本消耗下降

参考文献

[1] 金超.全电脑多臂凿岩台车在山岭公路隧道中的应用[J].黑龙江交通科,2019.05.15

(上接第 63 页)

成本;延长工期,增大间接费用。

隧道开挖要严格控制欠挖情况。欠挖后,必须对欠挖部分进行二次处理,而在处理过程中又会出现一些新的问题,如控制不好,将会出现二次超挖,也会后期带来了诸多不便工作,因此,要严格控制隧道爆破,禁止出现大面积欠挖现象。

(三)控制措施

测量放样要及时准确,这就需要提高测量人员的测量技术,减少人为误差导致的超挖现象;提高钻孔技术水平以及钻孔精度。要精确的打在规定的孔位、炮孔深度以及炮眼角度;根据围岩变化情况合理调整炮眼深度,当周边眼长度过长时,应在临近位置打短眼弥补第一二幅拱架处,防止出现欠挖现象;提高装药质量和爆破技术,在装药前应事先将打钻时炮孔残留虚渣吹出,装药时要使用炮泥,以提高炸药的使用率。

五、结语

对于一个隧道工程来说,围岩的不均匀性和地质情况复杂多变给施工带来了诸多不确定因素,围岩的突变使爆破后产生的开挖轮廓线与理想的设计轮廓线将会大相径庭。因此,爆破工程是一个动态的信息化施工过程,在实际施工过程中,应对每一循环的爆破效果进行相应的记录整理并分析,通过不断的信息反馈,然后对各项爆破参数进行合理化调整,以求达到最佳爆破效果,从而做到提升掘进速度,降低成本,改善隧道品质等。

参考文献

[1] 齐景岳.《隧道爆破现代技术》[M].北京:中国铁道出版社.
 [2] 王玉杰.《爆破工程》[M].武汉:武汉理工大学出版社,2007.
 [3] 交通运输部公路局.《公路工程技术标准》(JTGB01-2014)人民交通出版社,2014.
 [4] 兰州至海口国家高速公路重庆至遵义段(贵州境)扩容工程第CZTJ-8标《两阶段施工图设计》.
 [5] 黄成光.《公路隧道施工》[M].北京:人民交通出版社,2001.