

关于提高中国河西矿区井巷施工爆破效率的问题研究

Research on Improving the Blasting Efficiency of Well and Roadway Construction in Hexi Mining Area of China

李孝茂

云南金诚信矿业管理有限公司, 中国·云南 昆明 650000

Xiaomao Li

Yunnan JCHX Mining Management Co.Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

【摘要】河西矿区井巷掘进以钻爆法为主,采用钻爆法的井巷掘进,就其施工工艺来看,主要有钻(眼)、爆(破)、装(岩)、运(输)、支(护)五大工序。根据井下实践经验,钻眼爆破占所有工序的时间超过30%。因而,提高井巷掘进爆破效率,对井巷掘进进度至关重要。论文根据河西矿区复杂多变的地质条件和所采用的炮孔布置方式,以及井下现场调查实践经验,从炮眼数目、炮眼深度、周边眼距和最小抵抗线的确定及周边眼位的布置、掏槽方法、装药量等方面对如何提高爆破效率、降低施工成本、提高井巷掘进速度进行了探析。

【Abstract】Drilling and blasting method is the main method of tunnel excavation in Hexi mining area. Tunnel excavation with drilling and blasting method, in terms of its construction technology, there are five major processes: drilling, blasting, loading rock, transportation and support. According to the practical experience in the pit, the time of drilling and blasting accounts for more than 30% of all working procedures. Therefore, improving the blasting efficiency of the tunnel is very important to the tunneling progress. According to the complex and changeable geological conditions and arrangement of the blast hole in Hexi mining area, the paper researches how to improve the blasting efficiency, reduce the construction cost and improve the driving speed of the tunnel from the determination of the number of holes, the depth of the hole, the circumjacent eye distance and the minimum resistance line, and the arrangement of the surrounding eye position, the method of cutting, the quantity of charge and so on

【关键词】井巷掘进;爆破效率;相关对策

【Keywords】tunnel excavation; blasting efficiency; relative countermeasures

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v1i2.550>

1 工程概况

中国河西矿区探矿竖井工程通风平巷至竖井全长401.3m,目前剩余80m到达竖井位置,运输平巷及绕道全长720.62m。

①工程地质:运输平巷要穿过80m的p11地层,岩石破碎,夹杂浅灰色泥岩,通风平巷岩性:白云岩,硬度系数 $f=7\sim 9$,相对较硬。②水文地质:根据该工程目前资料和现场观测:岩体表面干燥,无淋水、渗水现象。③工程技术参数:通风平巷掘进长度为80m,掘进断面为3.85m(宽) \times 3.4m(高),水沟在巷道右侧;净断面500mm(宽) \times 500mm(深),运输平巷及绕道掘进长度为720.62m,掘进断面为5.4m(宽) \times 5.6m(高),水沟在巷道右侧,比巷道掘进底板低300mm,通风平巷、运输平巷正常段均采用素喷支护,厚度100mm,强度C20级,岩石破碎的p11地层段采用双层钢筋混凝土支护。

2 施工方法

①开工前将现场照明、风水布置到位,将高压电缆挖沟埋于巷道底板做好防护工作,将临时炸药库及时按要求移位,做好操作平台等现场准备工作。②所有掘进按中腰线施工,在迎头用红漆标定好巷道轮廓线和炮眼眼位,弯道根据测量大样图施工,通知放线要及时,长度不超过30m。③采用钻爆法施

工,手持式风动YT-28钻机凿岩,光面控制爆破,乳化炸药非电导爆管起爆。④放炮通风30分钟→检测有毒有害气体浓度→检查残盲炮→恢复照明→洒水降尘→撬毛出渣。⑤采用2m³油铲铲装至5m³自卸式卡车运输到坑口渣场。⑥遇到岩石破碎地段采用“一掘一锚网喷”的施工方式,p11段采用工字钢棚支护并及时浇灌。

3 循环施工进度、爆破效果及炸材消耗

根据现场调查情况,循环施工进度、爆破效果及炸材消耗见表1:

4 存在的问题

4.1 人员组织不稳定

在工程施工过程中,由于运输平巷要穿过80m的p11地层,岩石破碎,夹杂浅灰色泥岩,通风平巷岩性:白云岩,硬度系数 $f=7\sim 9$,相对较硬,打眼难度大,循环工作材料成本消耗量大,工人思想情绪浮动较大,导致人员流动性较大,不稳定。

4.2 人员素质及操作技能差

①部分钻工体能差,打眼过程中存在体力不支的现象。②操作技能差,由于钻工对钻机打眼操作不熟,导致钎杆、钻头使用寿命缩短,循环打眼损坏或磨损的钎杆、钻头太多。③对设计图及炮眼布置图不了解,炮眼布置各式各样。

表 1 河西工程循环进度一周现场调查明细表

日期	工程名称	掘进断面(m ²)	循环打眼数量(个)	循环用药量(kg)	循环打眼-响炮时间(h)	循环进尺(m)	炮眼利用率(%)	存在问题	备注
2017/4/19 (13:30-19:50)	通风平巷	12.61	48	76.8	6.3	2.5	89.3	少打4个眼,用药量太多,断面成形差	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m。
2017/4/19 (13:00-17:00)	运输平巷 (小断面)	8.37	32	52.8	4	1.7	73.9	少打眼3个,炮眼利用率低	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m。
2017/4/20 (00:00-06:00)	通风平巷	12.61	46	72	6	2.5	89.3	少打6个眼,用药量太多,断面成形差	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m。
2017/4/20 (8:00-13:10)	运输平巷 (小断面) 里段	8.37	35	52.8	5.2	1.8	78.2	岩石较硬,钎杆、钻头消耗较多,炮眼利用率低。	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m。
2017/4/20 (10:00-16:30)	运输平巷 (小断面)	14.15	45	72	6.5	1.1	39.3	炮眼布置不合理,掏槽眼角度过大,在尾部形成交叉,岩层含泥,封堵不严,炮眼利用率低。	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m,楔形掏槽。
2017/4/20 (11:00-19:00)	通风平巷	12.61	59	81.6	8	2.1	91.3	岩层较硬,打眼多,断面成形好,但用药量大,循环时间长,体力跟不上。	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m。
2017/4/20 (15:50-22:10)	运输平巷 (小断面)	8.37	35	96	6.3	2	86.9	炮眼布置不合理,辅助眼眼距过大,第三层炮效未末,进行补炮,炸药消耗过多。	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m。
2017/4/21 (00:00-05:30)	通风平巷	12.61	50	76.8	5.5	2.6	92.9	岩石较硬,钎杆、钻头损坏较多,断面成形一般。	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m。
2017/4/21 (01:30-08:30)	运输平巷 (小断面)	14.15	54	81.6	7	2	71.4	炮眼布置不合理,掏槽眼角度过大形成交叉,岩层含泥,炮眼封堵不严。	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m,楔形掏槽。
2017/4/21 (10:30-19:30)	通风平巷	12.61	50	91.2	9	1.1	47.8	岩层较硬,炮眼布置不规范,辅助眼眼距较大,用药量大,炮眼利用率低,循环时间长,体力跟不上。	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m,10眼掏槽。
2017/4/21 (8:30-16:30)	运输平巷 (小断面)	8.37	34	52.8	8	2.1	91.3	岩石较硬,打眼难度大,消耗钎杆、钻头较多,循环时间较长。	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m。
2017/4/21 (18:30-23:40)	运输平巷 (小断面)	14.15	46	81.6	5.2	1.6	57.1	炮眼布置不合理,掏槽眼角度过大形成交叉,耗药量大,岩层含泥,炮眼封堵不严,炮眼利用率低。	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m,楔形掏槽。
2017/4/21 21:00- 2017/4/22 03:00	运输平巷 (小断面)	8.37	35	48	6	1.8	78.3	岩石较硬,打眼难度大,消耗钎杆、钻头较多,循环时间较长,掏槽眼布置不合理。	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m。
2017/4/22 (03:10-09:00)	通风平巷	12.61	50	81.6	5.8	2.2	78.6	岩石较硬,钎杆、钻头损坏较多,炸药消耗量大,炮眼利用率低。	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m。
2017/4/22 (10:30-15:00)	运输平巷 (小断面)	14.15	46	81.6	4.5	2.1	75	炮眼布置不合理,耗药量大,岩层含泥,炮眼封堵不严。	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m,楔形掏槽。
2017/4/22 (13:00-19:00)	大件道	12.61	46	72	6	2	87	岩石较硬,打眼少,断面成形差。	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m。
2017/4/22 (14:50-20:30)	通风平巷	12.61	50	76.8	5.7	2	71.4	岩石较硬,炮眼布局不合理,炮眼使用率低。	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m。
2017/4/22 21:00-2017/4/23 02:00	运输平巷 (小断面)	14.15	46	81.6	5	1.8	64.3	炮眼布置不合理,耗药量大,岩层含泥,炮眼封堵不严,炮眼利用率低。	使用3m钎杆,炮眼深度2.8m,楔形掏槽。
2017/4/22 22:00-2017/4/23 07:00	大件道	12.61	61	72	9	2	87	岩层较硬,炮眼布置不规范,用药量大,循环时间长,体力跟不上。	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m,10眼掏槽。
2017/4/22 23:00- 2017/4/23 03:00	运输平巷 (小断面)	8.37	40	86.4	4	2.1	91.3	刷扩断面成形较差。	使用2.5m钎杆,炮眼深度2.3m,刷扩8m。
2017/4/23 (09:30-15:00)	通风平巷	12.61	51	86.4	5.5	2.6	92.9	消耗炸药量大,贯通竖井硐室。	使用3.0m钎杆,炮眼深度2.8m。
2017/4/23 (10:00-14:00)	运输平巷里 段(刷扩)	10.8	26	72	4	3.1	93.9	顶板遇滑层,断面成形差。	使用3.5m钎杆,炮眼深度3.3m。

日期	工程名称	掘进断面 (m ²)	循环打眼数量(个)	循环用药量(kg)	循环打眼-响炮时间(h)	循环进尺(m)	炮眼利用率(%)	存在问题	备注
2017/4/23 (11:00-22:00)	大件道	12.61	52	72	11	1.1	47.8	岩石较硬,布眼不合理,打眼角度不对,辅助眼距过大,炮眼利用率低,断面成形差,循环时间较长,钻工只有2人。	使用 2.5m 钎杆,炮眼深度 2.3m。
2017/4/23 (13:00-17:00)	运输平巷(小断面)外段	14.15	46	81.6	4	2.2	78.6	炮眼布置不合理,耗药量大,岩层含泥,打眼难度大。	使用 3m 钎杆,炮眼深度 2.8m,楔形掏槽。
2017/4/23 (09:30-15:00)	通风平巷(竖井硐室)	11.4	30	48	5.5	2.6	92.9	竖井硐室贯通口部岩石破碎,需喷浆处理。	使用 3.0m 钎杆,炮眼深度 2.8m。
2017/4/23 23:00-2017/4/24 03:00	运输平巷里段(刷扩)	10.8	28	72	4	3	90.9	刷扩打眼数量较少,断面成形差。	使用 3.5m 钎杆,炮眼深度 3.3m。
2017/4/24 (03:00-7:50)	运输平巷(小断面)	14.15	4	76.8	4.8	2.4	85.7	耗药量大,岩层含泥,打眼难度大。	使用 3m 钎杆,炮眼深度 2.8m,楔形掏槽。
2017/4/24 (08:30-20:00)	大件道	12.16	58	72	11.5	1.8	78.3	岩层较硬,打眼难度大,循环时间长,钻工只有2个。	使用 2.5m 钎杆,炮眼深度 2.3m,11 眼掏槽。
2017/4 /24 (10:00-16:00)	运输平巷里段(刷扩)	10.8	16	33.6	4	3.1	93.3	刷扩打眼数量较少,断面成形差。	使用 3.5m 钎杆,炮眼深度 3.3m。
2017/4/24 (17:00-21:00)	运输平巷(小断面)	14.15	47	76.8	4	2.4	85.7	耗药量大,岩层含泥,打眼难度大。	使用 3m 钎杆,炮眼深度 2.8m,楔形掏槽。

4.3 循环爆破效果差

根据现场跟班调查数据显示,造成循环爆破效果差的原因如下:①岩层结构复杂,运输平巷要穿过 80m 的 p11 地层,岩石破碎,夹杂浅灰色泥岩,通风平巷岩性:白云岩,硬度系数 $f=7\sim 9$,相对较硬,导致打眼难度大。②炮眼布置不合理,现场炮眼布置未标定完整的轮廓线,未按炮眼布置图布眼。③打眼时操作不规范,打眼角度未按炮眼布置图规定的角度打眼。

4.4 炮眼利用率低

炮眼利用率低,爆破后留有残眼达 20%以上;遇砂岩、火成岩时甚至超过 40%;巷道超、欠挖现象严重,成形不规整。

4.5 材料消耗量大,循环爆破成本高

根据调查数据显示河西探矿竖井工程岩层结构复杂,运输平巷要穿过 80m 的 p11 地层,岩石破碎,夹杂浅灰色泥岩,通风平巷岩性:白云岩,硬度系数 $f=7\sim 9$,相对较硬,导致循环施工材料消耗量大,爆破成本高。①打眼难度大,打眼时间较长,消耗钎杆、钻头量大。②岩层结构复杂,炸药消耗量大,成本过高。

5 解决措施

5.1 人员稳定

对员工进行思想教育,宣传相关管理制度,各级技术管理人员到现场进行指导工作,增强员工的自信心和责任心,稳定员工的思想情绪。

5.2 提高人员素质及职业操作技能

对员工职业技能进行培训,各级管理技术人员加强现场技术指导。

5.3 提高循环爆破效果

①根据地质属性及岩层构造情况,如巷道穿过多种岩层,

则应选用两种(或两种以上)穿过量大的主要岩层,分别编制爆破图表,并加强现场技术指导,经过若干循环的爆破实践,然后根据实测取得的爆破参数对图表进行修改完善。②参加掘进爆破的工人,必须严格遵守爆破图表的规定作业,消除自由打眼、自由装药、自由放炮的现象,保证安全和快速施工。

5.4 提高炮眼利用率,控制巷道断面成型

根据不同岩性、掘进断面和循环进度,通过合理地选择掏槽方式,确定合适的装药量和装填结构,安排合适的起爆顺序,注意炮眼封堵质量。

5.5 降低材料消耗量,减少循环爆破成本

①优化炮眼布置,选择符合实际的爆破掏槽方式,提高炮眼利用率,以减少炸药消耗量。根据现场调查,由于巷道断面大,建议先采用小断面掘进,再将断面刷扩到设计断面,最好选择值眼掏槽方式。②对钻工进行职业技能培训,使钻工规范操作,正确打眼,以减少打眼过程中对钎杆、钻头的损坏或磨损。

6 结语

总之,必须从实际出发,加强爆破理论、爆破技术和爆破安全知识的系统学习培训,理论联系实际,编制、及时修改和完善爆破图表。掘进工人要认真执行炮眼布置(眼距、眼深、最小抵抗线)、药量限制、装药结构、炮泥充填、起爆方式等规定。唯有此,才能提高爆破效率,使爆破的井巷成形规整,避免超、欠挖量,减轻爆震对围岩的损伤,以利于巷道维护、节工省料,从而提高井巷掘进速度,较大幅度地降低成本,取得显著的经济效益。