

双楔形掏槽方法和光面爆破技术的综合设计

裴启涛, 陈建宏

(中南大学 资源与安全工程学院, 湖南 长沙 410083)

摘要:针对一些围岩较为坚固难爆的巷道,采用新型的双楔形掏槽方法并结合光面爆破技术,通过理论分析得出了炮眼直径、炮眼深度、炮眼数目、炮眼的布置方式、炮眼装药量、炸药单耗和一次起爆药量等爆破参数。最后,通过具体应用示例,验证了这些参数确定方法的正确性。

关键词:双楔形掏槽;光面爆破;巷道掘进;坚固难爆

中图分类号:TD235.4 **文献标识码:**A

文章编号:1005 - 2763(2009)01 - 0075 - 03

Design of Combination of Smooth Blasting and Double - wedge Cut for Roadway Excavation

Pei Qitao, Chen Jianhong

(School of Resource and Safety Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China)

Abstract: In the design of roadway excavation in hardy and difficult - to - blasting rock, a new double - wedge cutting method combining with smooth blasting technology was adopted. Through theoretical analysis, the blasting parameters, such as the diameter, length, number pattern and explosive load of blast hole, specific charge, the explosive of ignition at one time and so on, were determined. The correctness of determining methods of these parameters was validated by a case of application.

Key Words: Double - wedge cut, Smooth blasting, Roadway excavation, Hardy and difficult - to - blasting rock

爆破工作是掘进巷道过程中的一个至关重要的工序,爆破质量的好坏对电铲采装、汽车运输、矿岩破碎等工序的生产效率和成本有着重要影响。矿山生产实践表明,良好的爆破质量应使爆后巷道断面符合设计要求,平整不欠挖,超挖量应小于设计规定的 150 mm;巷道的方向和坡度符合设计要求;炮眼利用率高,爆破器材消耗量小;爆破后岩石块度均匀,块度小于 300 mm,爆堆集中;爆破对围岩的整体破坏要小,不损坏支架和设备;作业安全可靠。

本文从实际出发,针对一些围岩较为坚硬难爆的巷道,采用新型的双楔形掏槽方法,通过内楔 2 ~

4 个浅眼,先爆出小槽,外楔眼随后起爆扩大,加深掏槽。另外,为了使爆破后巷道的表面光滑,尽量避免周边围岩破坏和应力集中现象,采用光面爆破技术。通过理论分析和计算,确定炮眼直径、炮眼深度、炮眼数目等爆破参数,最后以一具体示例,验证了该方法的正确性。

1 双楔形掏槽方法和光面爆破原理

掏槽的作用是将工作面的掏槽部分岩石先破碎,为后续炮眼创造自由面以改善爆破效果。掏槽的好坏决定了爆破工作的成败,由此可见,掏槽形式的选择至关重要。楔形掏槽方式掏槽可靠,凿眼技术简单,在井巷掘进中应用广泛。对于断面较大的硬岩,为了提高爆破效果,避免产生“冲天炮”或爆不开等死炮现象,采用双楔形掏槽方法,内楔由 2 ~ 4 个眼构成,眼深较小,装药量也较少,它最先起爆掏出小槽,外楔眼随后起爆扩大,加深掏槽(见图 1)。

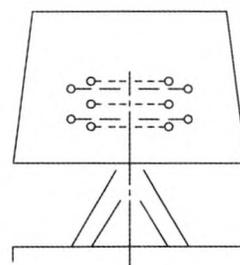


图 1 双楔形掏槽

光面爆破是目前矿山应用较广的一种爆破方法,爆破后巷道断面的形状、尺寸符合设计要求,表面光滑平整,周边围岩受到的影响小。实现光面爆破的措施,主要是控制周边眼的位置及其装药量,并尽量使得各周边眼同时起爆。周边眼的位置确定包

括周边眼的合理间距和光面层厚度两部分。对于巷道,周边眼的合理间距采用 400 ~ 500 mm 时,光面爆破效果最为理想;光面层厚度一般采用 500 ~ 700 mm 效果最好,大量实践表明,光面层厚度与周边眼的间距还存在如下关系:

$$K = \frac{\text{周边眼间距}}{\text{光面层厚度}}$$

式中, K 表示周边眼密集系数,主要由岩石性质决定,对于硬岩取值 1.0 ~ 1.2。

周边眼装药量作用于眼壁上的最大爆炸压力不应超过岩石的抗冲击强度,以避免围岩受爆破压裂。周边眼内炸药应以均匀分布为宜,目前多采用规格一定的柱状药卷装药。

2 爆破参数的确定

2.1 炮眼直径 D

炮眼直径主要由炸药性能、岩石的物理力学参数、掘进断面和封泥效果确定,同时还受到凿岩工具的制约。炮眼直径过小,岩石压碎区和裂隙区半径小,而且装药困难,爆破效果不好;炮眼直径较大,标准药卷在炮眼里空隙大,并且封泥时效果不好,容易出现“打枪”或破坏巷道围岩现象,掘进效率也明显下降。因此,炮眼直径既不能过大也不能过小,生产实践表明,应用于巷道掘进的炮眼直径一般为 38 ~ 42 mm。

2.2 炮眼深度 L

炮眼深度除受巷道断面尺寸、岩石物理力学性质限制外,还受凿眼机械能力和爆破技术等因素的制约。另外,炮眼深度还直接影响成巷速度、巷道成本、一个掘进循环的时间。增大炮眼深度可使每个循环的进尺增加,辅助作业时间减少,爆破材料单耗降低;但炮眼过深,凿岩速度下降,爆破质量差。目前,我国硬岩巷道掘进炮眼深度一般不超过 2.5 m。

2.3 炸药单耗 q

炸药单耗取决于岩石性质、巷道断面规格、炮眼直径、炮眼深度以及炸药性能等因素。一般来说,岩石越坚硬、巷道断面面积越小、炮眼越深,炸药爆破性能越差,炸药消耗量应增加;反之,炸药消耗量应减小。根据《矿山井巷工程预算定额》规定,井巷每爆破 100 m³ 岩石,炸药消耗量见表 1。

2.4 炮眼数目 N

炮眼数目直接影响着每个循环的凿岩时间、爆破块度和巷道轮廓。炮眼数目过少,炮眼利用率会

降低,爆落岩体少;炮眼数目过多,在炸药消耗量一定的情况下,炸药过分集中于炮眼眼底,破碎的岩块很不均匀。实践证明,炮眼数目可根据以下经验公式确定:

$$N = \frac{qSl\eta}{Ga} \quad (1)$$

式中: l ——单个药卷长度,一般为 0.2 m;

a ——炮眼平均装药系数,取 0.50 ~ 0.70;

G ——单个药卷的质量,取 0.15 ~ 0.16 kg;

q ——单位炸药消耗量,kg/m³;

η ——炮眼利用率,取 0.70 ~ 0.90;

S ——掘进断面面积,m²。

表 1 井巷掘进每 100 m³ 炸药消耗定额

掘进方式	掘进断面 (m ²)	炸药消耗量 Q (kg)			
		$f=4 \sim 6$	$f=8 \sim 10$	$f=12 \sim 14$	$f=15 \sim 20$
光面爆破	≤4	274	294	404	485
	4 ~ 6	224	251	323	389
	6 ~ 8	202	224	298	354
	8 ~ 10	190	202	291	333
	10 ~ 12	168	186	263	313
	12 ~ 15	148	163	231	271
	15 ~ 20	135	145	209	246

2.5 炮眼的装药量及药卷数

(1) 每个掏槽眼的药量 q_1 为:

$$n_1 = \frac{qm_1}{G} \quad (2)$$

$$q_1 = Gn_1 \quad (3)$$

式中: n_1 ——每个掏槽眼所装药卷个数;

m_1 ——掏槽眼药量增加系数,取 1.15 ~ 1.20。

(2) 每个辅助眼装药量 q_2 为:

$$n_2 = \frac{q}{G} \quad (4)$$

$$q_2 = Gn_2 \quad (5)$$

式中: n_2 为每个辅助眼所装药卷个数。

(3) 每个周边眼装药量为 q_3 为:

$$n_3 = \frac{qm_3}{G} \quad (6)$$

$$q_3 = Gn_3 \quad (7)$$

式中: n_3 ——每个周边眼所装药卷数;

m_3 ——周边眼装药量降低系数,取 0.70 ~ 0.90。

2.6 炮眼的布置方式

双楔形掏槽光面爆破布眼时先根据掏槽形式确定掏槽眼数目,再按照巷道周边要求确定周边眼数

目,最后确定辅助眼数目(见图2)。

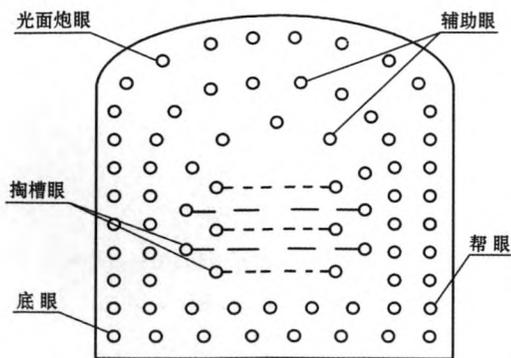


图2 炮眼布置

(1) 掏槽眼。围岩硬度比较大的巷道,每对炮眼底部间距取 200 mm,掏槽眼口之间的距离取决于眼深及倾角的大小;掏槽眼同工作面之间的交角一般取 $60^\circ \sim 75^\circ$ 。为了提高掏槽效果,掏槽眼布置在断面中间偏下位置,其深度超出其它炮眼深度 100 ~ 200 mm。

(2) 辅助眼。辅助眼要求均匀布置在掏槽眼和周边眼之间。孔距一般取 500 ~ 700 mm,最小抵抗线为 500 ~ 700 mm。

(3) 周边眼。周边眼包括光面炮眼、帮眼和底眼,关系着巷道成形能否满足设计要求。孔距一般取 400 ~ 600 mm,跨度较大的巷道拱顶及边墙部位眼间距取大值。周边眼一般布置在距巷道周边约 100 mm 的位置,为防止掘进时巷道底板偏高,应使底眼的角度比巷道设计坡度大 $3^\circ \sim 5^\circ$,且其深度较其它眼深 100 mm,底眼间距一般取 500 ~ 600 mm。

2.7 每循环实际炸药消耗总量 Q

由经验公式确定的炸药消耗量与实际往往存在一定的偏差,每循环实际炸药消耗总量为:

$$Q' = q_1 N_1 + q_2 N_2 + q_3 N_3 \quad (8)$$

式中: N_1 、 N_2 、 N_3 ——分别为掏槽眼、辅助眼、周边眼的个数。

3 应用实例

康家湾铅锌矿斜坡道围岩绝大部分为硅化破碎角砾岩,部分为灰岩、白云岩,这些岩石抗风化能力强、致密坚硬,节理不发育,岩石质量指标(RQD)平均值在 60% 以上,普氏硬度系数 $f = 12 \sim 14$,设计断面尺寸为 4800 mm × 4000 mm。在斜坡道开挖过程中,采用 2# 岩石炸药,不允许因开挖而产生的导水裂隙带发育高度超过隔水层和相对隔水层,以保护

含水层不因开挖而破坏。根据上述设计原则,炮眼布置方式见图 3,炮眼参数如下:

炮眼直径:40 mm;炮眼深度:1500 ~ 2000 mm;炮眼数目:72 个;掏槽眼装药数:7 卷/个,共 42 卷;辅助掏槽眼装药数:5 卷/个,共 20 卷;辅助眼装药数:6 卷/个,共 180 卷;周边眼装药数:5 卷/个,共 160 卷;最终一次起爆药量为 60.3 kg;每循环进尺 1800 mm、平均药耗 1.74 kg/m³,半孔残孔率为 96.3%。

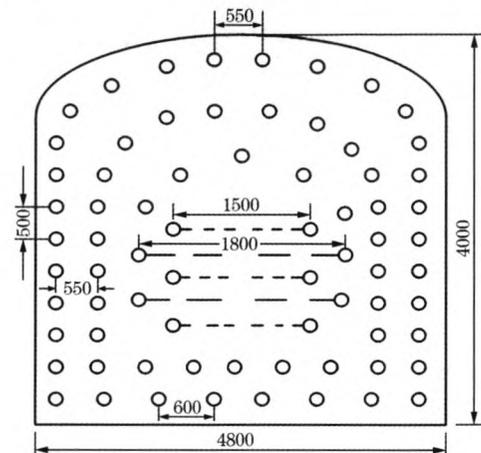


图3 炮眼布置

双楔形掏槽光面爆破技术在康家湾铅锌矿等矿山的成功应用,特别是在一些岩石较硬和断面较大巷道的应用,证明该技术可以显著减少矿岩炸药单耗,通过内楔掏槽眼,提高炮孔的延米爆破量,避免产生“冲天炮”或爆不开等死炮现象;结合光面爆破技术,降低了大块率,爆出的巷道平整度较好。

参考文献:

- [1] 王宝红,李芹涛,丁雨庆. 采场周边爆破参数最优值的现场确定[J]. 黄金,2007,28(8):31~32.
- [2] 王道平,周科平. 光面爆破技术在某水电站引水隧洞开挖中的应用[J]. 矿业研究与开发,2004,24(1):50~51,53.
- [3] 刘万江. 井巷光面爆破施工工艺[J]. 科技情报开发与经济,2004,14(3):262~263.
- [4] 韩加红. 提高光面爆破效果的措施[J]. 矿山压力与顶板管理,2000,(2):81~83.
- [5] 王洪德. 如何提高光面爆破的效果[J]. 矿业安全与环保,2006,33:81~82.
- [6] 张卫华. 楔形掏槽和光面爆破技术在隧洞开挖中的应用[J]. 水利水电技术,2004,(7):63~64.
- [7] 李平. 隧道光面爆破技术与应用[J]. 中国矿业,2007,16(7):108~109.
- [8] 张梁荣. 大断面楔形掏槽在秦岭公路隧道开挖中的应用[J]. 铁道标准设计,2006,(1):77~78.
- [9] 周昌达. 井巷工程[M]. 北京:冶金工业出版社,1994:101~106.