

(试)(论)(炮)(泥)(在)(爆)(破)(中)(的)(作)(用)

武汉地质学院 张国樑 滑振本

河南机掘工程队 贺文俊 张建武

一、问题的提出

爆破作用是炸药能量的瞬间释放,同时对周围介质产生冲击和破坏。为了防止爆炸气体逸散并提高炸药能的有效利用率,在炮眼爆破中,均用炮泥堵塞炮眼。但是近十年来,在全国地质部门岩巷掘进中,几乎全部推行了“无炮泥爆破”,冶金、煤炭部门的一些矿山,也不同程度地实施着“无炮泥爆破”。

河南地质局自从推广“无炮泥爆破”以来,炸药消耗量猛增,爆破效率显著下降。究竟采用“无炮泥爆破”是经验,还是教训?搞清楚这个问题,对于加快掘进速度、降低坑探成本有重要意义;对全国采掘部门的钻眼爆破工作,也是一个有力的推动。

二、各国文献关于堵塞作用的论述

“无炮泥爆破”的倡议者认为,由于炸药起爆后高速分解,所产生的破碎岩石的应力波高速传播,炸药能来不及从未经堵塞的通道逸散到大气中,岩石就被破碎了。不堵炮泥“并不降低爆破效率,而且还有一定的提高,”堵塞炮泥“不起任何爆破促进作用。”

但是,各国历来和近期的文献,都一致对此问题作了完全相反的论述。

1966年以前,有关部颁发的所有爆破技术操作规程[1]都列入了“没有封泥的炮眼,不准放炮”等类似条文,并对炮泥和堵塞要求作了详细规定。

苏联B. A. 阿索诺夫[2]认为:“(炮眼等)堵塞不好时,则一部分爆炸时生成气体便飞散而没有完成有效的工作。”“为了增加堵塞的阻力,它的值(堵塞长度)在任何情形下不能小于最小抵抗线,而是较小抵抗线的值大10—15%。”“堵塞值降低时,药包量(按拉赖斯单位炸药消耗量公式 $q = q_1 \cdot SFU \cdot \frac{e}{\Delta} \cdot d$ 计算)

的变化,可按表1的改正系数(d)而确定之。”他还指出:“堵塞的不好可使爆破时发生更多的有毒气体,这对地下爆破工程是很危险的。在有沼气和粉尘危险

的矿井内,如爆破时不做堵塞,则危险性更大”。

不同堵塞值的药包量改正系数(d) 表1

编号	堵塞值对炮眼深度的比	改正系数(d)		
		高级烈性炸药 (猛度在14毫米以上)	中级烈性炸药 (猛度10—14毫米)	低级烈性炸药 (猛度10毫米以下)
1	0.5	1.0	1.0	1.0
2	0.4	1.0	1.05	1.1
3	0.3	1.1	1.10	1.15
4	0.25	1.15	1.25	1.35
5	0.2	1.2	1.35	1.5
6	0.15	1.25	1.45	1.75
7	0.1	1.3	1.6	2.0
8	0	1.5	2.0	2.5

苏联A. H. 哈努卡耶夫[3]也认为:“(堵塞)可以制止药包的移动,并可以减少矿尘,减少毒气含量,保证爆破质量,并提高了爆破工作的能量利用系数。”“堵塞可以增加爆炸产物对药室(炮孔)壁的作用时间,也就使冲击波和应力波的作用时间相应加长,因而有更多的能量转移到岩石中使岩石破碎”。

美国A. B. 卡明斯、I. A. 吉文[4],对小直径炮眼的装药提出主张说:“从药柱上端到炮孔口的距离(堵塞长度)应等于孔径的14—28倍,以使空气振动和飞石危害降到最低程度”。“填充物可以减小空气冲击波,并在某种程度上有助于约束爆炸气体”。

日本须藤秀治等人[5]认为:“在进行爆破作业时,如果爆炸威力不能集中到目标的方向,则效率不高,造成浪费。由于某种原因被爆破物体打眼困难时(如在水下等),就要把猛炸药从外部紧贴在其表面上,这叫附着爆破。但此时在猛炸药上覆与不覆炮泥其效率显著不同。附着爆破与打眼爆破之间的药量相差达10—50倍,因此要尽可能进行打眼爆破。但此法在装填猛炸药之后,堵塞和怎样堵塞也有很大的差别。”堵塞所用的材料,就是通常所谓的炮泥,一般使用砂、水、粘土、石膏粉、水泥、泥浆、稻草、麦秆等。“堵塞的长度根据炮眼直径的不同而有所不同,

一般认为以下所给的值大体上是绝对需要的(眼径25、50、75毫米,堵塞物长度相应为18、45、50厘米)。实际上,小直径的炮眼在40厘米以上,直径大的炮眼在100厘米以上为宜。”

近几年来,我国煤炭和冶金部门[6],也日益鲜明和强烈地强调堵塞炮泥的作用。他们指出:“良好的堵塞可以阻止爆轰气体产物过早地从装药孔洞中冲出,并在岩石破裂之前使装药孔洞内保持高压状态。这样就使有效破碎能量大大增加。一般在堵塞良好的炮孔中,爆速和殉爆度都有显著的提高,使用爆速较低的炸药时尤为显著。”“少量黑火药在空气中只能燃烧或爆燃,但如密封于玻璃瓶(或爆竹)中,就能爆炸。试验表明,采用纸壳以后,与铜壳相比,雷管所装的起爆药(二硝基重氮酚)要增加30—40%才能使猛炸药柱爆炸,管壳强度过低时,容易引起雷管半爆;在雷管使用铁质加强帽以后,与铝质加强帽相比较,允许减少起爆药量36%。……这些事实证明,炸药爆炸要求有一个坚固的外壳。外壳愈坚固,炸药就愈有力,所作的有益功也愈多。”

三、漏斗和钢管试验证实堵塞作用显著

为了证实堵塞炮泥和不堵塞炮泥的不同爆破效果,我们在同种条件下,在坚实黄土、坚硬均质花岗岩和无缝钢管中、进行了堵塞炮泥和不堵塞炮泥的模拟炮眼爆破对比实验。

(一) 坚实均质黄土漏斗实验

实验条件:在路侧经过整平的坡度85°的均质黄土峭壁上,用洛阳铲钻凿深度为1米的炮眼两组(冲沟两侧各一组)共四个,每个炮眼装入2号岩石硝铵炸药300克,用8号纸雷管反向起爆。其中:1、3

号炮眼用炮泥填实,2、4号炮眼不作堵塞,如图1所示。

实验结果:如图2和表2所示。

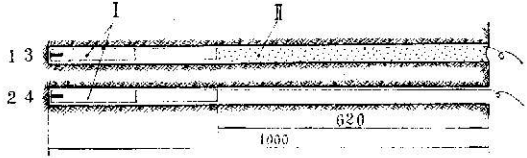
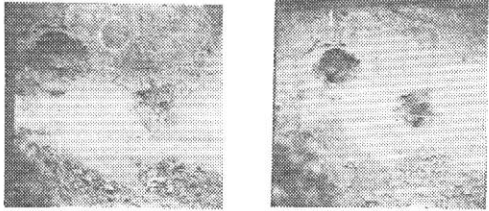


图1 黄土漏斗实验装药结构

I一起爆药包; II一炮泥(砂:土=3:2)



清理前

清理后

图2 爆破后的黄土漏斗外貌(1号堵塞炮泥,2号不堵)

(二) 坚硬均质花岗岩漏斗实验

实验条件:在地表冲沟大块均质花岗岩露头的岩壁上(坡度约80°),用风钻钻凿深度为1.2米的炮眼四组共八个,每个炮眼装入2号岩石硝铵炸药450克,用8号纸雷管反向起爆。堵塞和不堵塞炮泥的炮眼装药结构,如图3所示。

实验结果:如图4和表3所示。

(三) 无缝钢管模拟炮眼爆破实验

实验条件:用外径50毫米、内径38毫米的无缝钢管(废钻杆)三段,每段各长1900毫米,一端用钢板

爆破后的黄土漏斗参数及爆破效果比较

表2

组别	眼号	装药	漏斗形状	漏斗直径(毫米)	漏斗深度(毫米)	残眼深度(毫米)	炮窝形状	碎土抛掷状况	空气冲击波	声效应	炸药能效利用率
1	1	堵塞	深碗形	2400	680	500 (后座180)	桶形 (ϕ 300)	大部堵塞坑内	振动小	小而沉闷	高 (内作用为主)
	2	不堵	浅喇叭形	1950	500	570 (后座70)	喇叭形 (ϕ 小180) (ϕ 大300)	土柱冲出20米外	振动大	大而清脆	低 (外作用为主)
2	3	堵塞	深碗形	3000	700	450 (后座150)	桶形 (ϕ 300)	大部堆在坑内和坑下	振动小	小而沉闷	高 (内作用为主)
	4	不堵	浅喇叭形	1800	450	600 (后座50)	梨形 (ϕ 小150) (ϕ 大300)	土柱冲出20米外	振动大	大而清脆	低 (外作用为主)

注:3、4号炮眼凿在直立的黄土峭壁上。

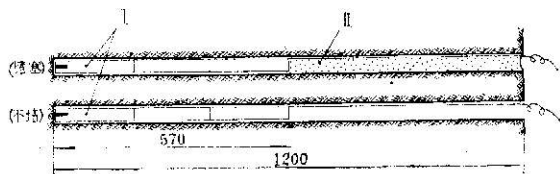


图3 花岗岩漏斗实验装药结构
I一起爆药包；II一炮泥（砂，砂土=3:2）

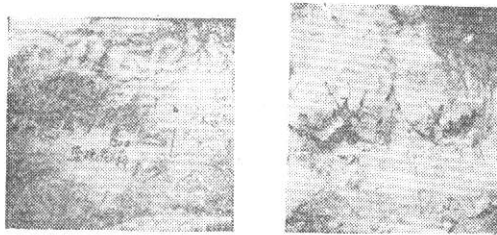


图4 爆破后的花岗岩漏斗外貌（左侧炮眼堵塞炮泥，右侧不堵）

爆破后的花岗岩漏斗参数及爆破效果比较

表3

眼号	装药	漏斗形状	漏斗直径 (毫米)	漏斗深度 (毫米)	残眼深度 (毫米)	炮窝形状	碎岩 抛掷状况	空气冲击波	声效应	炸药能有效 利用率
左	堵塞	松动漏斗， 放射裂纹多而 深远	1130	500	710	扩底不明 显，残眼壁 较破碎	块少量多， 堆度集中	振动小	小而沉闷	高（松动和 内作用为主）
右	不堵塞	冲天漏斗， 放射裂纹少而 浅近	850	210	1000	扩底不明 显，残眼壁 较完整	块大量少， 四处飞散	振动大	大而清脆	低（抛掷和 外作用为主）

电焊封固。每根钢管中各装入2号岩石硝铵炸药750克，用8号纸雷管起爆，其装药结构如图5所示。实验分别在三处废穿脉巷道的掌头进行。

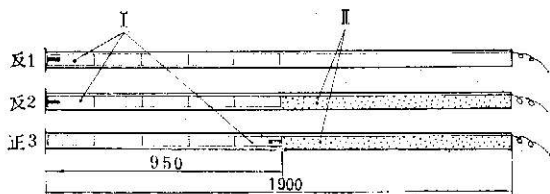


图5 钢管实验装药结构
I一起爆药包；II一炮泥（砂：土=3:2）

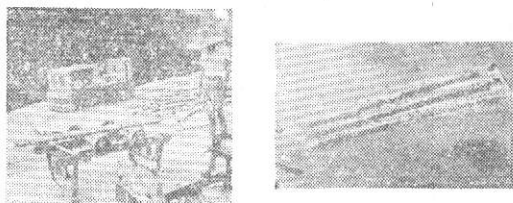


图6 爆破后的钢管外貌（上为反向不堵塞，中为反向堵塞，下为正向堵塞）

实验结果，如图6所示。结果显示，反向爆破堵塞和正向爆破堵塞的爆破效果，均较反向爆破不堵塞为佳。

上述三项实验经重复进行，一致证实：堵塞炮泥比不堵塞爆破效果好，炸药能有效利用率高。

四、生产实践证明：堵塞炮泥降低了炸药消耗量，改善了爆破效果

近十年来，工人们在实行“无炮泥爆破”时，严酷的事实迫使他们不得不“加大药包量”，普遍地“以炸药代炮泥”，把药包填满整个炮眼，来获得较高的炮眼利用率。因此，炸药超定额的现象，长期得不到解决。此外，由于不堵炮泥，还导致爆堆分散，飞石严重，炮烟增多，粉尘、噪音等劳动卫生条件恶化。

河南机掘工程队截至81年7月中旬，一直实施“无炮泥爆破”。岩石平均7—8级，穿沿脉平巷断面一般 2×1.8 平方米，用2号岩石硝铵炸药和8号火线雷管起爆。由于小断面坚硬岩石多用深眼直线掏槽，“反向爆破”操作上增加困难，且导火线耗量较大，故起爆药包均置于药柱中部，炸药一直装到眼口。据某金矿区生产统计：定额规定每爆破一立方米原岩的炸药消耗量为2.39—2.75公斤。而实际耗量为4.69公斤，超过定额近一倍。炮眼利用率，平均约70%，也造成很大浪费。81年7月底以来，在其他条件不变的前提下，采用砂：土=3:2的干湿适度的炮泥严密堵塞，堵塞长度约为炮眼深度的三分之一（装药量也相应减少约 $\frac{1}{3}$ ），爆破后炮眼利用率可以达到80%以上；炸药消耗量明显下降，可以达到定额要求；爆堆集中，对装岩十分有利。其详细对比数据，列于表4。

*—6月份岩石较软。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>