

节能环保工程水压爆破工法

(TGJGF-03·04-52)

铁道建筑研究设计院

一、前言

炮眼装药后先注水后用“炮泥”回填堵塞的工程爆破,称为“工程水压爆破”。借以达到提高炸药能量利用率和保护爆破区域环境目的的工程水压爆破,实属“节能环保”工程水压爆破。

这项技术分两个省部级科技项目进行研究的,其一为“露天石方深孔水压爆破”,其二为“隧道掘进和城市露天开挖水压爆破”,分别于1997年和2002年通过了省部级鉴定,鉴定认为“在国内外首次提出的‘露天石方深孔水压爆破技术’,并在实践中取得了良好的爆破效果,具有创新性和实用性,为国际先进水平”;“‘隧道掘进和城市露天开挖水压爆破技术’实现了浅孔爆破的工艺技术创新,具有国内领先,国际先进水平。”

在研究和广泛应用该项技术的基础上,经分析总结形成本工法。

二、工法特点

可以提高炸药能量利用率,提高施工效率,提高经济效益,保护环境。

本工法的技术要点为:眼注水工艺;炮泥成分及制作工艺;炮眼中水袋与炮泥长的最佳比例。

三、适用范围

本工法适用于铁路、公路、矿山、交通建设中的露天爆破开挖和地下爆破掘进及城镇石方控制爆破。

四、施工工艺

1. 原理

工程水压爆破,由于炮眼中有水,在水中传播的冲击波对水不可压缩,爆炸能量经过水传递到炮眼围岩中几乎无损失,十分有利于岩石破碎;水在爆炸气体膨胀作用下产生的“水楔”效应有利于岩石进一步破碎;炮泥比土坚实、密度大,抑制膨胀气体冲出炮眼口要比土好的多;炮眼有水和炮泥含水可以起到雾化降尘作用,大大降低灰尘对环境的污染。

2. 施工工艺

工程水压爆破与常规爆破相比,施工工艺主要增加以下两方面内容。

(1) 炮眼注水工艺

往炮眼注水的工艺是,先把水装入塑料袋中,然后把装满水的塑料袋(称为水袋)填入炮眼所设计的位置中,即药卷与炮泥之间。塑料袋为聚乙烯塑料袋,袋厚0.8mm左右,浅孔爆破水袋直径35~40mm,长30cm,深孔爆破水袋直径比钻眼直径小2mm左右,水袋长80~150cm。

(2) 炮泥制作工艺

炮泥是由土、砂和水三种成分组成。三种成分的重量比例是,土:砂:水=0.75:0.1:0.15。

浅孔水压爆破用炮泥使用PNJ-1型炮泥机制作。炮泥的加工过程是,把土、砂、水按照比例人工搅拌均匀,装入炮泥机进料仓,开动炮泥机,长圆形炮泥从出口徐徐压出,根据所需长度逐段切割。

深孔水压爆破,制作炮泥可仿照蜂窝煤制作方法,只不过不要“蜂窝”。

工程水压爆破施工工艺流程类似于常规工程爆破,所不同的是炮眼装药后增加装水袋和炮泥回填堵塞两道程序(详见图1)。

3. 爆破设计

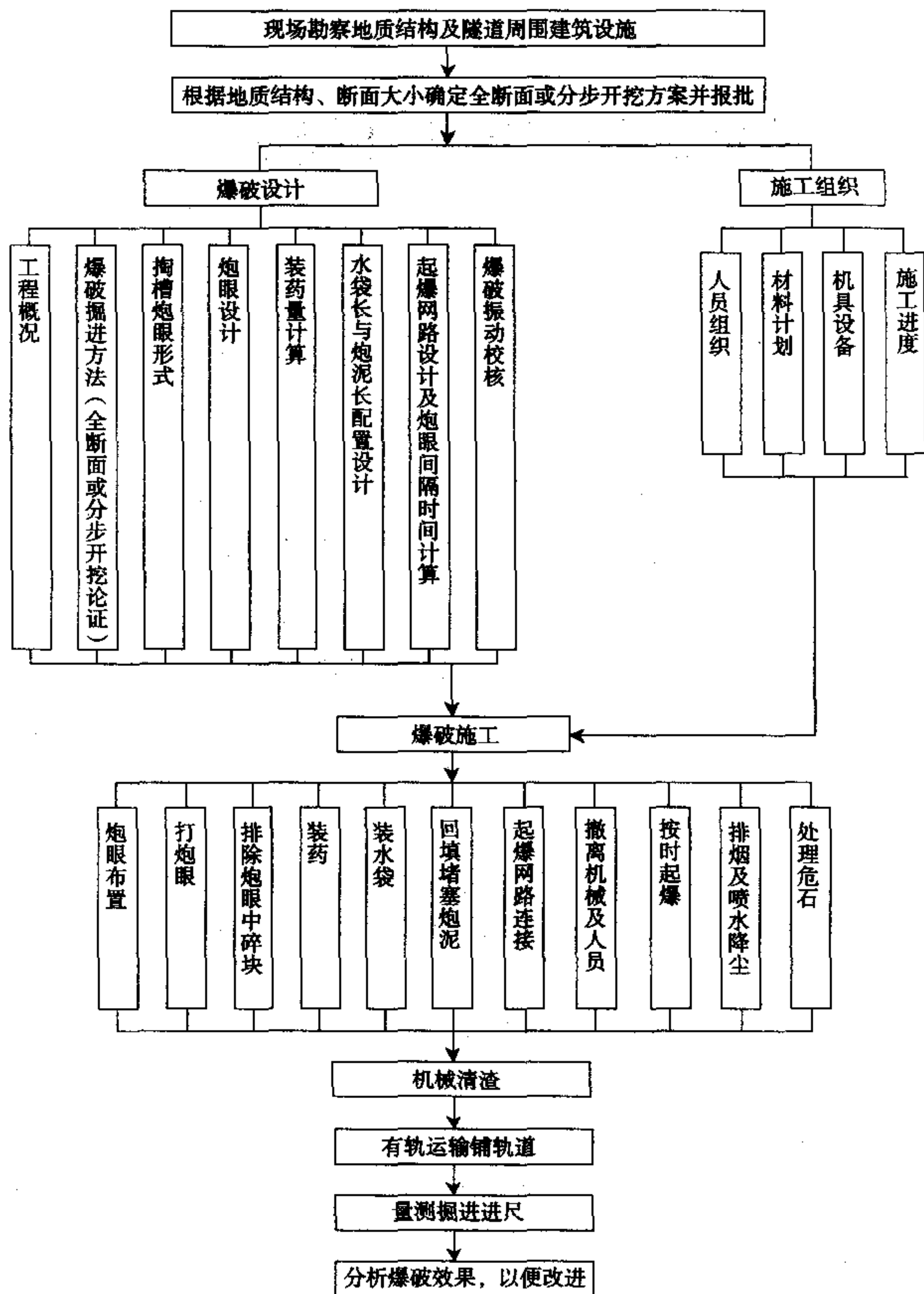


图1 工艺流程

工程水压爆破与常规工程爆破相比,在爆破设计上增加的内容仅是炸药、水袋和炮泥在炮眼中的位置及长度比例的设计与计算。

工程水压爆破炮眼装药结构如图2所示,炸药长 l_1 、水袋长 l_2 、炮泥长 l_3 和炮深 L 的关系式为:

$$L = l_1 + l_2 + l_3$$

式中 l_1 为常规工程爆破85%以下的装药量计算而得。

$$3/4 \leq l_2/l_3 < 1$$

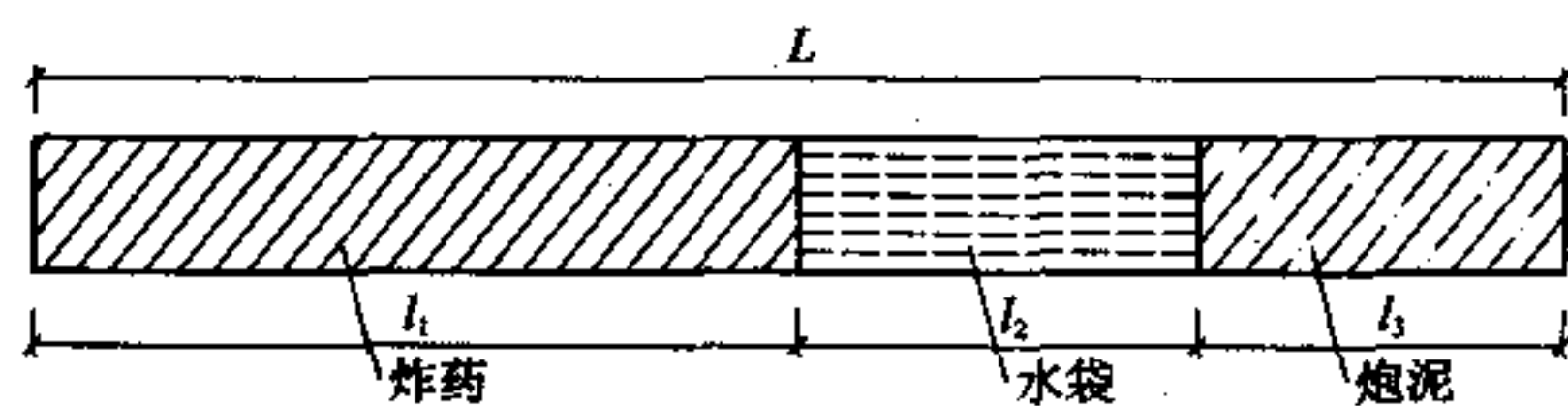


图2 工程水压爆破炮眼装药结构

4. 施工组织

工程水压爆破施工组织就是在工程爆破施工组织的基础上,增加组织炮泥和水袋制作工序,炸药、炮泥和水袋应同时送到掌子面或爆破工点。

5. 作业要点

(1) 炮泥制作要点

制作炮泥所用的土和砂,应以纯黏土和细砂为好,在与水搅合之前,最好过筛,其筛眼尺寸为 $4\text{mm} \times 4\text{mm}$ 左右。

炮泥应按照前面述及比例制作。砂如过多,炮泥成型较差,容易破裂;水要适中,过少起不到粘合和降尘作用,过多则炮泥软,堵塞不严密。合格的炮泥,表面光滑,用手略微使劲一捏可以变形。炮泥最好在使用前 1~2 小时制作好,当天制作当天使用。制作好的炮泥不要暴晒在太阳下和放置时间过长,免得失水变硬。

(2) 水袋制作要点

只要能把水袋装入炮眼,尽可能使水袋直径大一点,使水袋与炮眼壁密合不留空隙。地下工程爆破一般为水平炮眼,其水袋长 30cm,水袋直径小于炮眼直径 3mm 左右;露天爆破一般为垂直炮眼,水袋直径比炮眼直径小 2mm 左右。

水袋的塑料厚度,经实际使用以 0.8mm 为好,过薄承载力小易划破易变形,过厚则影响炸药爆炸的氧平衡,易产生有害气体。

合格的水袋应不漏水、不渗水、不会被划破,与炮眼壁密合不留空隙。

(3) 严格控制炮眼中水袋长与炮泥长的比例

理论研究和实际应用证明,炮眼中炮泥过长虽有利于膨胀气体的作用,但不能充分发挥应力波的作用,反之,炮泥过短,虽有利于应力波的作用,但不能充分发挥膨胀气体的作用,易出现“冲炮”产生飞石。鉴于此,炮眼中水袋长与炮泥长的比例应在爆破设计推荐范围内。

五、机具设备和劳动组织

无论隧道爆破掘进还是露天爆破开挖,其机械设备配备和劳动组织,工程水压爆破与常规工程爆破基本相同,所不同的是前者增加炮泥机、水车和炮泥、水袋加工人员。隧道全断面(60m^2 左右)爆破掘进,一天两个钻爆循环时,需炮泥机一台,操作工人 2 人工作 2~3 小时即可,水袋加工,2 人工作 6 小时即可,往炮眼装水袋和炮泥,仍由爆破工承担,无须增加劳力。露天浅孔水压爆破,根据每天(只限白天)爆破方量多少确定炮泥机数量和劳力,如每天爆破 800m^3 ,眼深 2m,计打眼 400 个左右,只需一台炮泥机,2 人操作工作 4~5 小时,水袋加工,2 人工作 8 小时即可保障供应。露天深孔水压爆破使用的炮泥,目前还没有专用设备,人工制作,需劳力 2 人,由于水袋长,相对隧道和浅孔爆破数量大,利用水车在工点就近加工制作,由爆破工承担,也无需增加劳力。

六、质量标准

1. 炮眼利用率 97% 以上,露天爆破无石坎。
2. 爆后岩石破碎均匀,隧道爆破岩石粒径比常规爆破缩小 25%,露天浅孔水压爆破大于 80cm 的岩石比常规爆破下降 44% 以上,露天深孔水压爆破无须“改炮”。
3. 隧道爆破爆堆抛散距离比常规隧道爆破缩短 21%,露天爆破岩石原地松动破碎。
4. 粉尘含量,隧道爆破降低 42.5%,露天爆破降低 92%。
5. 爆破振动速度降低 21%。
6. 露天爆破无飞石,噪声在城市允许噪声标准以下。

七、安全措施

工程水压爆破除按“深孔松动控制爆破工法”和“电气化铁路既有线扩堍石方控制爆破安全快速施工工法”(1999~2000 年度国家级工法)中的安全措施进行施工外,针对本工法的特点,需增加的安全措施为:

1. 严格控制炮眼中炮泥长度

为了避免炮眼发生“冲炮”,炮眼中炮泥的长度绝对不能过短。露天开挖水压爆破,为杜绝个别飞石的出现,其炮泥堵塞长度必须大于炮眼中水袋长度,控制水袋长与炮泥长之比为 $3/4$ 左右为宜。露天开挖水压爆破相对于隧道掘进水压爆破控制飞石要严格的多,为了缩短钻眼台车和有关机具设备撤离掌子面的距离(与常规隧道爆破相比,可缩短 20% 以上),炮眼中水袋长与炮泥长之比控制为小于 1。

2. 杜绝水袋出水

工程爆破常使用2号岩石硝铵炸药,遇水拒爆。为了避免出现这种现象,水袋不能漏水、渗水,也不能划破。如出现这种现象,应按常规工程爆破的方法处理哑炮。

八、经济效益分析

露天浅孔水压爆破,节省炸药费和装车费22%以上,深孔水压爆破,节省爆破费用24%以上。

隧道掘进水压爆破,节省炸药费19%以上,节省人工费、机械费9%。我国铁路隧道近几年以200km速度增长(新华社重庆10月22日电 记者朱沼德),如按歌乐山隧道采用水压爆破每延米可节省170元的保守数字计算,仅铁路隧道爆破每年增加200km可节省3400万元。如按歌乐山隧道采取水压爆破掘进740.1m可节省20个钻爆循环,那么增建200km隧道可减少5400个循环。

九、工程实例

实例1. 隧道掘进水压爆破

在渝(重庆)怀(化)线歌乐山隧道进行水压爆破实际应用之前,施工单位是采取炮眼无回填堵塞爆破方法(简称常规爆破法),楔形掏槽光面爆破全断面开挖,掘进炮眼深3.8m,其爆破效果是:每循环进尺多数为3.3m,少数为3.5m,炮眼利用率为86.2%;每 m^3 岩石用药量1.25kg;爆堆长度27.9m,岩石破碎不均匀有大块;爆破后掌子面粉尘浓度平均为 $16\text{mg}/\text{m}^3$ 。

在歌乐山隧道出口应用水压爆破的基本条件是,其炮眼参数与常规爆破一样,只对每个炮眼减少一卷药,此外炮眼中水袋长与炮泥长为 $3/4$ 左右。从2002年6月至隧道贯通始终进行水压爆破的实际应用,累计共进行200个循环,每个循环平均进尺3.7m,炮眼利用率97.4%;每 m^3 岩石用药量1.04kg;爆后岩石均匀无大块;爆堆抛散距离缩短6m,爆后掌子面粉尘浓度降低42.5%。

实例2. 露天开挖浅孔水压爆破

重庆闹市区较场口轻轨工程中的基坑爆破开挖,自开工至2002年5月底,采取常规浅孔爆破,爆破台阶高度为2m,垂直打眼深2.2m,炮眼排距1m,眼距1.2m,每个炮眼装药量0.6kg。爆破后岩石块径大于80cm的占总体积的30%~45%,机械挖装较慢;经测试,粉尘增量为 $8.5\text{mg}/\text{m}^3$,振速为 $1.1\text{cm}/\text{s}$ 。

实施的水压爆破与常规爆破炮眼参数、起爆方法一样,所不同的是:减少装药15%;炮眼中水袋长0.65m;用炮泥代替土回填堵塞,炮泥长0.9m。自2002年6月至爆破开挖完,共爆破石方9.5万 m^3 ,其爆破效果与常规爆破相比有明显改善:爆后岩石块径超过80cm的占15%~25%,机械挖装明显加快;经测试,粉尘增量为 $0.67\text{mg}/\text{m}^3$,振速为 $0.91\text{cm}/\text{s}$;无飞石,噪声低于城市允许噪声标准。

实例3. 露天深孔水压爆破

在北京密云铁矿所进行的露天深孔水压爆破与常规深孔爆破(仅用土回填堵塞炮眼)对比应用结果是:在达到常规深孔爆破同样爆破效果时,深孔水压爆破可节省炸药20%~25%;体积与孔径不耦合装药结构相比,爆破效果无差异;深孔水压爆破一次起爆多排炮眼与常规深孔爆破效果一样;深孔水压爆破与常规深孔爆破相比,减小了振动和减弱了爆破后冲效应,保护了矿山边坡稳定,消除了爆破一瞬间硝烟灰尘飞扬的现象。

执笔:何广沂