

混合掏槽技术在坚硬岩石巷道掘进中的应用

杨建华

(山西汾西矿业集团有限责任公司, 山西 介休 032000)

[摘要] 为了提高紫金煤矿岩巷的掘进速度, 加快岩石巷道的掘进效率, 降低掘进成本, 在一采区胶带上山坚硬岩石巷道掘进施工中, 通过改变过去楔形掏槽方式, 采用混合掏槽技术, 解决了以往爆破效率低, 巷道成型不好, 施工消耗时间长等关键技术难题, 取得了良好的效果, 产生相当可观的经济效益。

[关键词] 巷道掘进; 楔形掏槽; 混合掏槽; 岩巷

[中图分类号] TD236

[文献标识码] B

[文章编号] 1006-6225 (2009) 01-0064-03

Application of Combined Slotting in Driving Hard Rock Roadway

煤矿开拓大巷多数布置在岩石中, 巷道掘进主要采用爆破掘进, 而影响掘进速度的关键因素就是爆破量的大小和效果。爆破方式有好多种类型, 而且也都比较成熟, 决定爆破效果的主要环节在于掏槽技术的应用。掏槽技术是岩巷掘进的关键, 是决定爆破效率的主要因素, 它的成败直接关系到巷道掘进的循环进尺、炮孔利用率^[1-3]。

掘进掏槽是爆破出新的自由面, 为其他炮孔创造有利爆破条件, 其爆破效果影响着全断面的爆破效果和炮孔利用率。目前, 国内外在浅眼爆破实践中, 掘进掏槽方式多种多样, 但主要是直线掏槽和斜眼掏槽, 以及两者相结合的混合掏槽^[4-6]。

1 混合掏槽

1.1 斜眼和直眼掏槽缺陷

斜眼掏槽方式对炮眼的角度要求比较严格, 一般与工作面的夹角在 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$, 如果倾斜角度太大就会影响其掏槽效率, 如果太小或是不对称就会使碎石的抛掷距离较大, 极易损伤设备和已支护巷道, 也给装岩带来一定麻烦。因此, 它对工人的作业熟练程度要求较高, 另一方面炮眼深度受巷道宽度和高度的限制, 小断面巷道难以应用。

直眼掏槽不是以工作面为自由面, 而是以平行的空眼作为破碎岩石膨胀的补偿空间, 因此, 空眼大小、数量和位置, 以及炮眼间距和平行度等均对掏槽效果有重要影响。另一方面, 掏槽所需的炮眼数量较多、槽腔比较小, 炸药消耗量大等缺点, 也严重制约了直眼掏槽爆破的发展和应用。

1.2 混合掏槽特点

混合掏槽摒弃了斜眼掏槽和直眼掏槽的缺点, 充分发挥了它们各自的优点。混合掏槽中所有炮孔采用同等深度, 主掏槽与工作面夹角为 $70^{\circ} \sim 85^{\circ}$, 按一般掏槽孔装药, 首先起爆; 中心次掏槽眼与工作面垂直, 底部装药, 后起爆。混合掏槽, 采用合理时间间隔进行分层分段爆破。

1.3 混合掏槽优点

对比几种掏槽技术, 混合掏槽主要优势在于:

(1) 充分利用了炮孔 在斜眼起爆时充分利用中心掏槽上部未装药的空孔效应, 增强了第一次爆破效果, 没有“浪费”炮孔, 有利于提高炮孔利用率;

(2) 减少掏槽眼数量, 扩大槽腔体积 为后续炮孔爆破提供更大的自由面和补偿空间, 不会出现后续炮孔爆破时“压死”的现象;

(3) 混合掏槽眼与自由面斜交 充分利用了掘进迎头提供的自由面, 增强了爆破效果, 同时其倾角比楔形掏槽的大, 全断面巷道爆破时的岩石抛掷距离小, 不易崩坏巷道里的设备和支架等。

2 工程实例

2.1 胶带上山地质状况

紫金煤矿胶带上山位于 $2^{\#}$ 煤层之上, 煤层平均厚度 2.15m , 倾角 $13^{\circ} \sim 18^{\circ}$, 煤层结构简单。在开采过程中仅出现 5 条落差 $\leq 2\text{m}$ 的断层, 在煤层上部有一层厚度 $0.03 \sim 0.05\text{m}$ 的夹矸, 其中煤层上部 0.05m 厚的伪顶难以留住, 随放炮垮落。煤层顶板为泥质、页岩、砂岩, 底板为砂页岩, 见围岩综合柱状图 1。

[收稿日期] 2008-08-26

[作者简介] 杨建华 (1956-), 男, 山西汾阳市人, 高级工程师, 现任山西汾西矿业集团公司干部处处长。

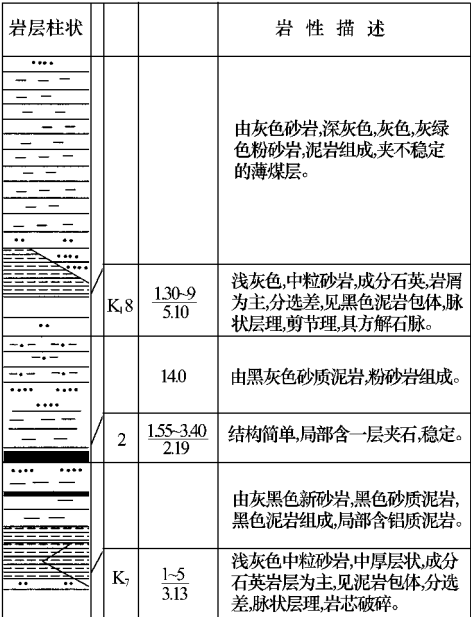


图 1 围岩综合柱状

一采胶带上山处在灵石隆起以南,霍山断裂带之西,受其控制本区总体构造为一倾向南西的单斜构造,又为北东向褶曲,断裂构造复杂化,使胶带上山地层产状发生较大变化,岩层倾角一般 10~15°,最大 35°。

2.2 施工工艺

通过现场实地跟班考察,根据现场条件和设备配制以及施工水平,现场试验方案采用中深孔全断面一次起爆技术施工,采用“三八”制作业方式。采用锚网喷支护,两掘一喷的作业方式。全断面一次打眼,混合掏槽并增加中孔,1~5段毫秒延期雷管,采用强力发爆器一次起爆,一次成巷的循环方式,炮眼深度 2.0m,循环进尺平均 1.90m。胶带上山爆破掏槽炮眼布置断面见图 2。

2.3 试验效果

胶带上山岩石大巷爆破掘进采用混合掏槽技术,从 2006 年 10 月 20 日现场跟班开始,现场掘进爆破指标见表 1。

表 1 现场试验爆破指标数据统计

日期	炮眼利用率/%	单位岩体炮眼长度 /m·m ⁻³	单位炸药消耗 /kg·m ⁻³	单位雷管消耗 /个·m ⁻³	眼痕率/%	炮眼深度/m
10.20	80.0	3.32	1.24	2.55	30	1.50
10.21	95.0	3.70	1.24	1.85		2.00
10.22	95.2	2.82	0.91	1.41	77	2.00
10.23	94.7	2.83	0.96	1.49	100	1.90
10.24	92.5	2.80	0.94	1.45	41.7	2.00
10.25	97.4	2.68	0.91	1.41	93.3	1.95

(1) 10 月 21 日施工工作面不平整,炮眼深浅

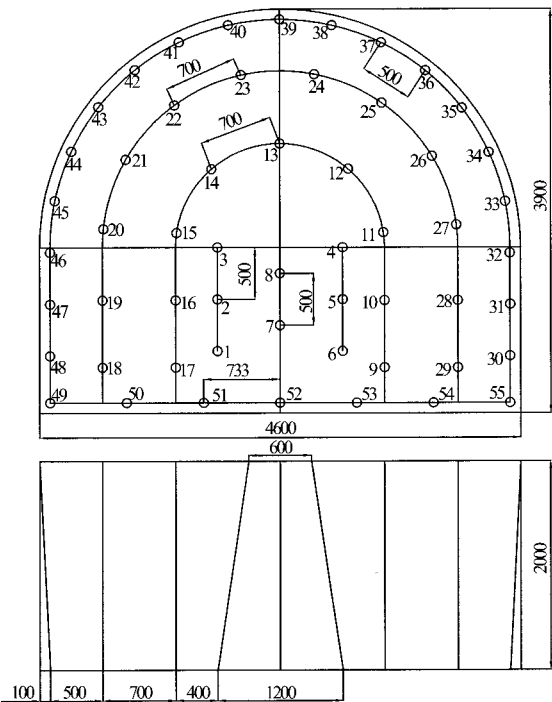


图 2 爆破掏槽炮眼布置

不一。采用两圈崩落眼,眼数过多,装药量偏大,导致矸石抛掷距离过大,但进尺达到 1.8m 以上。

(2) 10 月 22 日施工工作面不平整,炮眼深度差别较大。布置 4 个中孔,1 圈崩落眼。由于采用气腿式钻机湿式打眼,造成炮眼中含水,又由于雷管角线连接不当,导致落炮,但进尺正常,达到 1.8m 以上。

(3) 10 月 23 日,严格按照方案布置炮眼,但由于测量不够准确,拱部轮廓线定位过高,拱部周边眼布置也稍高,又由于顶板岩石较破碎,打上部周边眼时钻眼不平,最终导致顶板超挖,但两帮成型较好,进尺正常,达到 1.9m。

(4) 10 月 24 日至 25 日,按照方案布置炮眼,准确进行炮眼定位,严格控制装药量,区别使用各段雷管,最终巷道成型较好,超欠挖量较少,矸石抛掷距离控制在较小范围,进尺达到 1.9m,试验效果较为明显。

在试验期间,除第一次试验装药量稍大造成矸石抛掷距离较大及第二次由于联线不当导致落炮外,其余几次试验都圆满成功,并取得了明显效果,进尺大幅度提高,单循环进尺提高 0.7m 以上,实现大断面岩巷高效优质掘进,达到月进 100m 以上。

试验效果主要体现在以下几个方面:

(1) 提高了爆破进尺及炮眼利用率 试验前

掘进进尺在 1.5~1.6m，炮眼利用率不足 80%。采用混合掏槽技术后，爆破进尺大大提高，循环进尺都在 1.80m 以上，比试验前每循环高出至少 0.2m，炮眼利用率提高到了 90%以上；

(2) 提高单进 胶带上山岩巷采用混合掏槽爆破技术，循环进度由原来的 1.2~1.3m 提高到 1.8~1.9m，炮眼利用率由原来的不足 80%提高到 90%以上，实现了快速成巷；剔除其他影响，月进尺由原来的 50~60m 提高到 95m 左右，进尺效率是原来的 190%。

3 结论

紫金煤矿胶带上山岩石大巷采用混合掏槽爆破技术，基本解决了制约掘进单进水平的最为关键的爆破方面的技术问题，实现了岩石巷道安全、优质、高效掘进。

(1) 混合掏槽技术具有很好的适应性和很高的掏槽效率，该掏槽方法简单、实用、掏槽效率高、炮眼数目少、工人易于掌握等特点，为岩石巷道快速掘进提供了技术保障。

(2) 优化爆破参数，控制超欠挖，控制炮眼数目，降低钻眼爆破费用等，在保证爆破效率和爆

破质量的前提下，极大地提高了岩巷掘进速度。

(3) 降低了施工成本及支护工作量。岩巷中采用混合掏槽爆破技术，不但单位炸药消耗量、炮眼长度、雷管消耗量均有明显的降低，而且巷道成型，超欠挖也得到了很好控制，眼痕率也得到大幅度提高。减小了打眼、出矸工作量，控制了爆破成本，提高了劳动效率，同时还在支护时，减少了因超欠挖而要扩帮或充填空洞的工作量及其支护材料等，节约了大量的时间和支护成本。

[参考文献]

[1] 刘优平, 陈寿如. 直眼掏槽爆破参数设计探讨 [J]. 采矿技术, 2005 (3) .
[2] 姜东泉. 直线掏槽技术的应用及合理炮眼深度的确定 [J]. 有色矿冶, 2005 (6) .
[3] 郭义奎, 付菊根. 直眼掏槽技术试验研究与应用 [J]. 煤矿爆破, 2000 (1) .
[4] 税明东. 大面积深孔楔形掏槽爆破技术在终南山隧道的应用 [J]. 铁道标准设计, 2003 (12) .
[5] 王龙飞, 王仙芝. 小断面隧道斜眼掏槽开挖爆破技术 [J]. 建筑施工, 2005 (5) .
[6] 段乐珍, 徐国元, 闫长斌. 一种新型掏槽技术在白云巷道掘进中的应用 [J]. 采矿技术, 2003 (12) .

[责任编辑: 王兴库]

(上接 14 页)

(2) 发展中压机载变频技术 目前采煤机上使用的电压等级多为 400V 的低压变频器，由于薄煤层采煤机供电电压等级一般为 1140V，所以要增加 1 台牵引变压器，这也是薄煤层采煤机多为非机载形式的一个原因。如果能采用电压等级为 1140V 变频器，这样采煤机变频系统就不需要牵引变压器，从而有可能使变频器采用机载形式，省去了变频器与采煤机之间很长的牵引电缆。

5.2 采煤机性能方面

提高自动化程度，最终实现无人工作面。利用工控机或自主研发具有更强信号处理和抗干扰能力的以数字形式传输的网络化控制系统，自动实现工作面各项数据的采集、处理；利用煤岩识别技术，自动调整截割高度；利用交流变频电牵引技术，自动调整牵引速度；利用红外技术和电液阀技术，引导液压支架和工作面输送机自动推移；工作面巷道集中控制站与采煤机、液压支架、输送机、巷道设备以及地面调度室的双向远程通讯；工作面巷道集中控制站、地面调度室对采煤机等工作面设备的远程集中控制，最终实现无人自动化采煤工作面。目

前天地科技股份有限公司上海分公司已研制成功的 MG750/1815WD 型采煤机已实现了对工作面采高、煤机位置、牵引速度等数据的实时采集，并通过自主研发的控制系统以载波通信方式传输到工作面巷道集中控制站，为以后实现薄煤层无人工作面打下了一定的基础。

6 结束语

随着科学技术的不断进步，越来越多的先进技术和测量方法在煤矿设备中得到了广泛应用，由于薄煤层大倾角工作面条件极其恶劣，所以提高设备的可靠性逐步实现工作面的自动化开采是今后为之努力的目标。

[参考文献]

[1] 刘振坚, 等. 我国采煤机交流电牵引技术的应用与发展 [J]. 煤炭学报, 2001 (10) .
[2] 冯泾若, 等. 我国薄煤层电牵引采煤机技术发展的历史现状和趋势 [J]. 煤矿机电, 2005 (1) .
[3] 冯泾若, 等. MG200/456WD 型薄煤层电牵引采煤机 [J]. 煤矿机电, 2005 (5) .

[责任编辑: 邹正立]