

综采工作面大块破碎装置的研制和应用

张德生, 侯 刚

(天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013)

[摘 要] 综采工作面片帮、冒顶等产生的超大块煤和矸石是影响煤流输送的重要障碍, 其破碎作业成为制约煤炭安全高效生产的一大技术难题。利用低频重载原理开发出乳化液冲击破碎锤, 在地面分别对钢筋混凝土和大理石板试件进行了破碎能力测试; 根据工作面转载点设备布置特点, 开发出双级摇臂式大块破碎装置并进行了井下工业性试验。地面和井下试验表明, 开发的工作面大块破碎装置能够实现硬度值 $f=4$ 的大块的一次性冲击破碎, 刚性支撑条件下最大破块硬度可达 $f=10$ 以上; 井下单次或数次冲击即可实现 1m 见方以上大块的有效裂解, 同时能够利用摇臂有效疏通浮卡的大块, 提高破块效率和安全性。

[关键词] 大块破碎; 破碎锤; 双级摇臂; 疏通防堵

[中图分类号] TD451 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225 (2015) 04-0059-03

Development and Application of Block Crushing Device in Full-mechanized Mining Face

ZHANG De-sheng, HOU Gang

(Coal Mining & Designing Department, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: Super large blocks of coal and rock brought from coal-wall slide and roof falling in full-mechanized mining face are main barriers influencing coal transportation, and block crushing is a technical puzzle which restricts safe and high-efficiency mining. Emulsion impact hammer was developed with low-frequency and over-loading theory. Its breakage ability was test with reinforcement concrete samples and marble slab samples on surface. Based on equipments layout characteristics at transfer points, block crushing equipment with double rocker arm was developed and tested underground. Surface and underground test showed that the equipment could realize one-off crushing of block whose hardness value $f=4$, and maximum crushing harness could reach $f=10$ under rigid supporting condition. Underground single or multi impact could realize effective crushing blocks whose length exceeded 1m, and could effectively unchoke jammed blocks with rocker arm, which improved breakage efficiency and safety.

Keywords: block crushing; breaking hammer; double rocker arm; unchoking

晋、陕、蒙、宁交界区大部分煤层具有厚度大, 硬度中硬以上, 结构致密的特点, 其煤炭整体性强, 开采过程易产生大块。随采高增加和开采强度加大, 综采工作面片帮、冒顶更加频繁, 产生的大块煤和岩石拉至刮板输送机头转载点会经常性卡住, 后部煤流不断堆积造成输送机超载、甚至是压死, 停机后人员进入输送机内采用大锤或风镐处理。对于高硬度的矸石, 处理难度大, 液压支架护帮板压裂大块或采用爆破等方式成为不得已的措施, 给人员和设备带来巨大安全隐患。工作面大块煤矸的处理成为目前困扰煤炭企业高效、安全生产的一大技术难题^[1-2]。

利用高压乳化液作为动力, 开发出乳化液冲击破碎锤, 重载冲击实现大块的裂解; 根据工作面设备布设特点, 研制出双级摇臂式大块煤破碎装置,

全液压操控实现大块定位和破碎。该装置在陕煤集团柠条塔矿业有限公司 S1205 工作面进行了工业试验。

1 乳化液冲击破碎锤原理

常规破碎锤作为机载工具, 采用液压油作为工作介质, 在挖掘机臂等机构持续下压下, 利用高频次的冲击来破碎大块, 频率高、行程短、单次冲击功和破块能力相对较小, 且采用传统破碎锤需要单独的动力系统, 因此其在工作面推广受到限制。另外乳化液介质润滑性差, 无法适应滑阀式间隙密封结构, 因此现有破碎锤结构无法适用到乳化液破碎锤上, 需从原理和结构上全面改进。

工作面大块的破碎, 其目的是解决通过性问题, 对终块度要求不高, 采用低频重载原理^[3]可

[收稿日期] 2014-11-18

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2015.04.017

[基金项目] 国家高技术研究发展计划(863)项目(2012AA06A407)

[作者简介] 张德生(1982-), 男, 江苏丰县人, 博士, 副研究员, 主要研究方向为矿山支护理论与装备、大块破碎技术与装备开发。

[引用格式] 张德生, 侯 刚. 综采工作面大块破碎装置的研制和应用[J]. 煤矿开采, 2015, 20(4): 59-61.

获得较为理想的破断效果,即操纵一次控制阀完成一次冲击过程,活塞高速冲击钎杆并提供持续的高压(工作面压力接近 31.5MPa)。低频次操作,可显著减小活塞运动次数,提高密封件使用寿命。

结构设计上,采用高速液压缸冲击钎杆这种相对简洁的结构型式。蓄能器与破碎锤分离,可采用较大的容积,以满足大行程对供液量要求,避免压力过度下降。冲击过程,需数千升的瞬时流量,单独设计了大流量集成阀块。钎杆采用十字头型,有利于大块的裂解,大的行程有助于超大块的劈裂。基于上述原理,开发出一种乳化液冲击破碎锤^[4](图 1),并申请了发明专利(CN201210585031.9)。

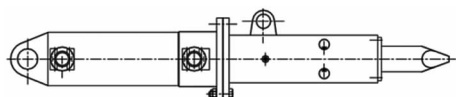


图 1 乳化液冲击破碎锤

2 地面破碎试验

在龙门架式刚性支撑试验台上,对破碎锤的破块能力进行检验。采用 $\phi 300\text{mm}$ 圆柱型钢筋混凝土试件,水泥标号 32.5R,试件硬度值达到 $f=4$ 以上。

图 2 为单次冲击下试件的破断动态过程,明显区分为压实、侵入、劈裂和飞散 4 个阶段,钎杆受到活塞碰撞后获得能量,端部和试件压实接触,尖端峰值应力作用下侵入试件,持续压力作用下继续深入并沿着棱向产生裂纹劈裂,最后获得动能的碎块飞散开去。

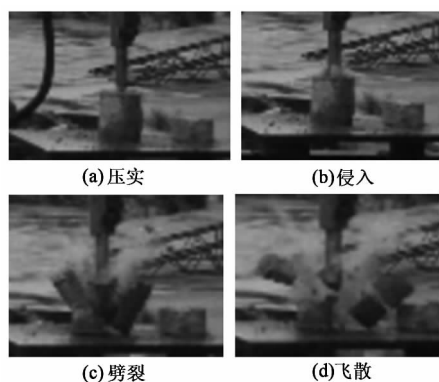


图 2 冲击破碎动态过程

由破断过程可以看出,以下几个要素是产生理想的破断效果的必要条件:

- (1) 初始的高速碰撞产生集中应力使钎杆侵入试件。
- (2) 高的压力促使瞬时冲击动能下降后钎杆

能够持续深入。

- (3) 大的冲击行程可实现大范围裂解作用。

- (4) 合理的钎杆型式使尖锐的端部有利于侵入,棱边的分布对初始裂纹扩展有诱导作用。

破碎结果和要素分析验证了提出的低频重载的可行性。进一步对大理石板进行冲击破碎试验,单次冲击即实现了条状大理石的横向断裂。大理石板硬度 $f=10$ 以上,钎杆作用在大理石表的侵痕较浅。

3 转载点双级摇臂式破碎装置

利用乳化液破碎锤作为工作机构,开发出了双级摇臂式大块破碎装置(CN201420337904.9),如图 3(a)所示,包含底座、立柱、活柱、一级臂、二级臂和调节千斤顶等。底座焊接在基础上,立柱与底座通过销轴连接,保障可靠的连接强度,同时便于拆卸。活柱与立柱间内置升降千斤顶,实现机架和破碎锤的升降动作,压实大块的同时便于越过挡煤板。一级摇臂和二级摇臂组成了双摇臂机构,随活柱升降,回转动作靠调节千斤顶组成的气液动连杆机构实现。

图 3(b)中 A 区是工作区域,基本实现了转载回弯处的覆盖,除破碎大块外,还具有拨煤功能。锤体与二级臂间加装调节千斤顶,可增加自由度,进行破煤角度调整并使拨煤效果进一步改善。

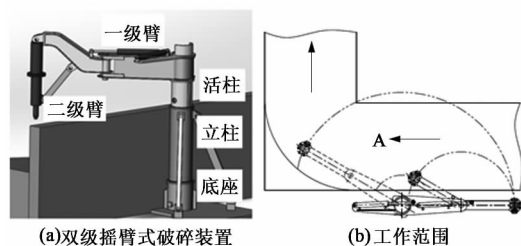


图 3 二级摇臂式大块煤破碎装置

双级摇臂式破碎装置为悬臂式结构,同时采用升降千斤顶的液压连接,两者均使整体支撑刚性降低,对破块效果有所影响。为此,采用同一批混凝土试件进行了破块试验,仍可在一次冲击下完成破碎作业,只是冲击强度有所弱化,试样破断型式由在四棱主导下的四半开裂变为两半破坏(图 4)。

破碎锤安装在双级摇臂式架体上,可以通过全液压操控实现自动升降和回转定位,低频、重载和大行程实现大块的高效破碎和裂解,保证煤流的正常输送。利用拟人化手臂对拥堵点的大块进行疏通,大大减小因大块堵塞造成的停机概率(对于悬空待运的大块)。特点如下:



图 4 悬臂支撑条件下大块效果

(1) 安全性 大块目标的定位和破碎全液压实现, 在安全区域内操作换向阀组即可完成, 人员不需进入靠近转载点的危险区。

(2) 适应性 调节范围大, 高度上限为转载点上方液压支架顶梁底面, 破碎区域为一级摇臂和二级摇臂回转覆盖的区域。

(3) 配套性 非工作状态, 可以将摇臂收回输送机外, 并将高度降至最低, 避免破碎装置对大块造成的二次阻碍以及对支架升降动作的干涉。

4 井下应用

陕煤集团神木柠条塔矿业有限公司位于神府矿区南区, 煤层厚度大, 周期来压过程中综采工作面片帮、冒顶频繁, 大块煤矸的处理成为困扰其煤炭生产的一大顽疾。

试验工作面 S1205 最大采高 5.8m, 煤层变化大, 经过数个构造带, 大块煤和矸石造成刮板输送机头处经常性拥堵。破碎装置于 2014 年 6 月开始试用, 对破碎锤范围内的大块硬煤和矸石显现出较强的破碎能力, 平均单次破块比人工省时 10min 以上; 同时, 借助拟人化摇臂式结构, 可在不停机状态下对拥堵大块进行挑拨和疏通, 有效避免大块在输送机上的堆积, 大大降低了输送机负荷并减小了停机几率。

5 结 论

针对转载点大块开发出乳化液冲击破碎锤式大块破碎装置, 可在几分钟内完成对大块的破碎, 有

效减少停机处理时间和停机次数。该套装置由破碎锤本体 (执行装置), 架体 (固定装置), 控制阀 (控制装置) 和蓄能器 (动力装置) 组成, 具有以下特点:

(1) 从破碎对象看, 通过钎杆冲击头型式和冲击参数的优选试验, 特别适用于破碎冒落大块矸石或较硬的大块煤。

(2) 从破碎效果看, 采用低频重载方案, 只需少次甚至单次冲击作用就可将大块目标破碎, 破碎效率高。

(3) 从动力源来看, 直接采用工作面高压乳化液作为动力, 无需增加新的动力源。选用大流量蓄能器, 提高单次冲击能量和效果。

(4) 从操作方式上看, 采用自动操作的大块定位方式, 覆盖面大, 实现对大块目标的精确定位。

(5) 从对系统影响看, 冲击过程中动力主要由蓄能器提供, 单向阀将破碎锤和泵站供液管路隔离, 避免了对系统的扰动。

以乳化液冲击破碎锤及高速冲击缸技术为基础, 结合不同形式的机架, 可提供多种形式的破碎方案, 为解决大工作面块拥堵提供技术支撑和装备保障。

[参考文献]

- [1] 张德生, 王国法, 范 迅, 等. 工作面大块煤破碎的技术途径 [J]. 矿山机械, 2012, 40 (7): 17-20.
- [2] 王志刚. 液压冲击破碎防堵装置研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2010.
- [3] 张德生, 王国法, 范 迅, 等. 基于 SPH 方法的大块煤冲击破碎数值模拟 [J]. 煤炭学报, 2013, 38 (11): 1934-1939.
- [4] 张德生. 乳化液冲击破碎锤设计及特性仿真 [J]. 液压与气动, 2013 (6): 28-31.
- [5] 刘 磊, 赵继云, 张德生, 等. 纯水低压大流量先导式电磁控制阀组试验研究 [J]. 液压与气动, 2013 (3): 55-58.
- [6] 黄 磊, 陈雪辉, 何世明, 等. 液压破碎锤冲击特性研究 [J]. 煤矿机械, 2010, 31 (12): 53-55.
- [7] 郑 清. 挖掘机安装破碎锤液压系统的改进方案 [J]. 工程机械与维修, 2014 (11): 150-151.

[责任编辑: 邹正立]

(上接 17 页)

- [12] 吴国金, 严小文. 矿用聚氨酯锚固剂 [J]. 聚氨酯工业, 2000 (4): 28-30.
- [13] 赵 剑. PET 用于聚氨酯矿用加固材料的研制 [J]. 塑料工业, 2010 (S1): 144-146.
- [14] 卢 成. 聚氨酯锚杆加固技术研究 [D]. 北京: 中国地质大学, 2011.

- [15] 葛 新, 汤向南. 聚氨酯树脂锚固剂锚杆 [P]. 中国: CN2415159, 2001-01-17.
- [16] 王忠荣, 马利洋, 何旭东. 环氧树脂锚固剂 [J]. 上海建材, 2003 (4): 16-19.
- [17] 胡 滨, 林 健, 姜鹏飞. 锚固剂环形厚度对树脂锚杆锚固性能影响的研究 [J]. 煤矿开采, 2011, 16 (4): 20-22.

[责任编辑: 王兴库]