

综掘机泡沫降尘技术研究及其应用

曹学军¹, 陆新晓², 曹凯², 叶海松¹

(1. 淮南矿业集团潘三矿, 安徽淮南 232001; 2. 中国矿业大学安全工程学院, 江苏徐州 221116)

摘要: 通过深入分析综掘面产生尘机理, 采用泡沫降尘新技术, 合理设计泡沫降尘工艺, 有效降低了综掘面粉尘浓度, 净化了作业环境, 测试结果表明: 使用泡沫降尘后, 掘进机司机侧全尘浓度由原来的 $1103\text{mg}/\text{m}^3$ 降低为 $308.8\text{mg}/\text{m}^3$, 呼吸性粉尘由原来的 $596\text{mg}/\text{m}^3$ 降低为 $149\text{mg}/\text{m}^3$, 降尘效率分别为 72.4% 和 75.2%, 与外喷雾相比, 分别是其降尘效率的 2.52 倍和 3.08 倍, 降尘效果非常明显, 同时, 泡沫降尘成本较低, 约占巷道掘进总成本的 1.8% ~ 2.2%。

关键词: 泡沫降尘; 综掘面; 呼吸性粉尘; 降尘效率

中图分类号: TD714+.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2012)11-0051-02

近年来, 随着煤矿机械化水平迅速提高, 高产高效综掘新技术大范围推广, 掘进过程粉尘产生量急剧上升, 严重威胁了矿井的安全生产和职工的身心健康^[1-2]。为有效控制综掘面粉尘浓度, 目前国内外所采用的主要技术途径有: 利用掘进机内、外喷雾减少掘进机工作时的产尘量; 采用长压短抽降尘系统, 利用附壁风筒净化除尘, 通过添加化学抑尘剂进行降尘等^[3]。但拘于煤矿井下的实际条件及其本身技术的短板, 其技术推广使用受到极大的制约, 如喷雾洒水降尘简单易行, 但对呼吸性粉尘的降尘效率较低(约 30% ~ 50%), 而且使用过程中喷头容易堵塞; 利用风筒降尘存在处理风量有限的问题; 化学抑尘存在腐蚀设备, 对人体有害等等。因此, 综掘机泡沫降尘技术成为应用研究的重要课题。

1 泡沫降尘新技术

泡沫降尘是指由空气、水和发泡剂等 3 种物质经过物理发泡, 形成具有一定粘附、湿润特性的泡沫, 对目标粉尘进行有效隔除的新技术, 与现有的降尘技术相比, 泡沫降尘技术不但兼有一般喷雾和化学抑尘的优点, 同时还具有以下独特的优势^[4,5]: ①当泡沫喷洒并覆盖到产尘源处, 会形成无空隙的泡沫体罩住尘源, 可有效阻止粉尘向外界扩散; ②当泡沫液喷洒到含尘空气中, 大量的泡沫群总体积和总面积增大, 大大增加了与尘粒的碰撞几率; ③泡沫的液膜中含有高效发泡的表面活性剂(发泡剂), 能大幅度降低水的表面张力, 发泡剂分子在水溶液和粉尘颗粒接触的界面上吸附, 迅速改变粉尘的湿润性能, 增加了粉尘被湿润的速度; ④泡沫具有很好的粘性, 粉尘一旦和泡沫接触将会迅速被泡沫黏附, 从而也增加了泡沫和粉尘的黏附效率。

泡沫降尘的关键之一是泡沫能否将粉尘源有效包裹, 所以分析粉尘产生后的瞬时运动轨迹是确定应用工艺的重要前提, 下面以潘三矿 17161(1)高抽巷掘进工作面为例分析煤岩受掘进机截割时粉尘的瞬时运动轨迹, 该掘进工作面使用的是纵轴式掘进机, 由于该工作面为大断面全岩巷, 岩性坚硬, 因而产生的粉尘浓度很高, 且飞扬、扩散严重。纵轴式截割掘进机工作时粉尘的瞬间运动轨迹如图 1 所示, 从图 1 可以看出, 在不考虑风流影响的情况下, 煤岩破碎产生的粉尘大部分随着切割滚筒旋转的方向被带出来。为使粉尘扩散得到高效的防治, 必须在粉尘扩散的初期使其受到有效的抑制, 即必须在粉尘变为浮游状态前把泡沫施加到产尘点, 用大量泡沫覆盖尘源, 阻断粉尘扩散通道。这种泡沫降尘方法是根据粉尘的扩散轨迹而设计的, 该方法可使泡沫有效地覆盖粉尘, 将高性能泡沫喷洒至截齿附近, 阻断粉尘向外的扩散通道, 使粉尘在产生地点附近就被捕捉。

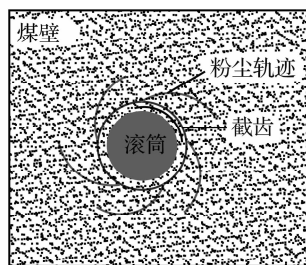


图 1 纵轴式掘进机掘进产尘的运动轨迹

2 综掘面泡沫降尘系统及应用

2.1 泡沫降尘系统结构及功能

泡沫降尘装备在潘三矿 17161(1)高抽巷掘进面掘进机

收稿日期: 2012-03-08

作者简介: 曹学军(1974-), 男, 安徽淮南人, 工程师, 毕业于中国矿业大学, 现为淮南矿业集团潘三矿通风副总工程师, 主要从事矿井瓦斯、防火及煤与瓦斯突出技术管理工作。

上的布置情况如图2所示。降尘所用水源为原降尘用水的一部分,气源为压风的一部分。风水一体阀门的两个接口分别与水管和风管连接,发泡剂添加装置和发泡剂箱底部相连,依靠水管中水流的动力把发泡剂添加至水管中,风水一体阀门出口端的压风管接到发泡器上,连接管路都用直径为19mm的高压胶管,发泡器、发泡剂添加装置和发泡剂箱连成一体固定在掘进机台面上,生成的泡沫采用直径为50mm的胶管输送至泡沫分配器的入口,装有泡沫喷头的喷头支架由直径为19mm的胶管和分配器的出口端连接,最后由喷头喷洒至产尘点,抑制制尘的扩散。

2.2 泡沫降尘效果分析

表1 掘进机司机处粉尘浓度测试原始数据表

测试项目	全尘/(mg·m ⁻³)				呼吸性粉尘/(mg·m ⁻³)				降尘效率	
	第一次	第二次	第三次	平均值	第一次	第二次	第三次	平均值	全尘	呼吸性粉尘
未采取措施时	1170	1060	1079	1103	709	518	561	596	—	—
外喷雾降尘后	870.4	757.9	754	794.1	374.3	487.3	497.1	452.9	28.7%	24.4%
高效泡沫降尘后	295.9	266.4	363.4	308.8	201.7	81.1	164.2	149	72.4%	75.2%
外喷雾和高效泡沫降尘后	332.5	272.2	255.7	286.8	174.7	121.8	96.8	131.1	74.5%	78.1%

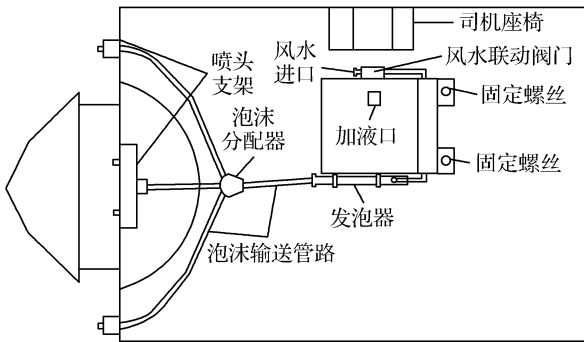


图2 降尘系统的结构示意图

由表1可以得出:高效泡沫对全尘的降尘效率达到了72.4%,是水雾降尘(水雾是28.7%)的2.52倍,而对呼吸性粉尘的降尘效率是水雾的3.08倍,司机处粉尘全尘浓度由原来的1103mg/m³降低为308.8mg/m³,呼吸性粉尘由原来的596mg/m³降低为149mg/m³,高效泡沫和水雾联合使用对全尘的降尘效率达到了74.5%,是水雾降尘(水雾是28.7%)的2.6倍,而对呼吸性粉尘的降尘效率是水雾的3.2倍,司机处粉尘全尘浓度由原来的1103mg/m³降低为286.8mg/m³,呼吸性粉尘由原来的628.4mg/m³降低为131.1mg/m³。

2)以目前掘进使用情况,对于巷道断面为4.2m×3.5m,每班约需要1.5~2桶发泡剂,平均每采出1m³岩石的投入为12.2~15元,按照目前该矿高抽巷实施计划,每掘进1m成本投入为1万元,泡沫降尘约占巷道掘进总成本的1.8%~2.2%,投入所占比例并不大,经济性明显。

2.2.1 泡沫喷射测试

通过调整泡沫发生装置风压和水压的比例关系,最终确定了静压水工作压力为1.4MPa、风压工作压力为0.3MPa的最佳工况条件,在此条件下,泡沫的喷射距离可达1.8~2.2m之间,泡沫喷射也较为均匀,可实现对掘进炮头的全方位立体化覆盖。

2.2.2 泡沫降尘效果

1)泡沫降尘系统在潘三矿17161(1)高抽巷掘进工作面安装完毕后,进行了掘进作业试验。结果表明,使用泡沫降尘后掘进工作面迎头粉尘浓度明显降低,能见度显著提高。不同降尘类型下,测试的粉尘浓度见表1。

3 结论

1)泡沫降尘利用井下已有的高压水和压缩风流为动力,通过添加发泡剂,形成均匀的发泡液,之后发泡液与压缩风经发泡器进行发泡,产生高性能泡沫,然后通过粉尘源周围布置多个泡沫喷头,利用喷头良好的扩散性能将尘源包裹,从而达到降尘的目的。

2)通过现场试验,可以发现产生的泡沫能够覆盖滚筒周围空间,抑制粉尘产生,并使粉尘黏附于煤岩壁上,从而达到提前润湿煤壁的效果。

3)泡沫降尘技术大大提高机械化采掘工作面的降尘效率,节约了水源,为采掘工作面创造良好的工作环境,保证了工作面作业人员的安全,提高了工作效率,同时降低了采掘一线职工患职业病的概率,是一种理想的粉尘防治技术。

参考文献:

- [1] 樊晶光, 杨力. 我国粉尘职业危害防治进展 [J]. 职业卫生, 2004, (5): 20~23.
- [2] 潘伟尔. 2005年全国煤矿安全状况评析 [J]. 煤炭经济研究, 2006, (3): 4~13.
- [3] 李新宏, 周新建, 陈海安. 掘进面引风-喷雾除尘器的设计研究 [J]. 矿山机械, 2010, 38(17): 27~29.
- [4] 陆新晓, 王德明, 任万兴, 等. 泡沫降尘技术在转载点的应用 [J]. 煤矿安全, 2011, 42(11): 65~68.
- [5] 任万兴. 煤矿井下泡沫除尘理论与技术研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2009.

(责任编辑 张宝优)