

# Application of Mine Foam Dust Suppression System in Comprehensive Excavator

Kefu Kang

Guizhou Nengyu Coal Industry Development Co., Ltd., Jinsha, Guizhou, 551800, China

## Abstract

The paper mainly introduces the dust cutting mechanism, underground dust hazard, foam dust suppression system composition, dust suppression principle, main technical parameters, installation and dust suppression effect, so as to achieve scientific dust suppression, ensure physical and mental health and prevent coal dust explosion and safe production.

## Keywords

foam dust suppression system; comprehensive excavator; dust production mechanism; dust hazard; site layout

# 矿用泡沫抑尘系统在综掘机上的应用

康克甫

贵州能渝煤业开发有限责任公司, 中国·贵州 金沙 551800

## 摘要

论文主要介绍了综掘机截割产尘机理、井下粉尘危害、泡沫抑尘系统的组成、抑尘原理、主要技术参数、安装使用及抑尘效果, 以达到科学抑尘, 保障职工身心健康, 防止发生煤尘爆炸, 安全生产的目的。

## 关键词

泡沫抑尘系统; 综掘机; 产尘机理; 粉尘危害; 现场布置

## 1 引言

11402 机巷掘进工作面布置在  $K_{14}$  煤层,  $K_{14}$  煤层直接顶为厚度 0.5~5m 灰色中厚层状粉砂岩, 含碳化植物化石。老顶为厚度 4m 的深灰色薄层状泥岩, 夹 0.2m 左右细砂岩。直接底为厚度 0.5m 的深灰色粘土质泥岩, 含植物化石碎片。老底为厚度 3.2m 的灰色薄至中厚层状细砂岩, 泥质胶结, 水平层理。煤层厚度为 1.7~2.1m, 平均 1.9m, 煤层倾角一般在 33~35°。巷道掘进采用三一重工 EBZ200H 型掘进机, 矸石运输方式采用综掘机二运加矿车转运, 机车运输的方式。防尘措施主要采取综掘机内外喷雾降尘, 外喷雾降尘, 巷道全断面喷雾降尘等措施, 掘进工作面工作人员和后方运输人员必须佩戴 3M 防尘口。在实际使用过程中, 综掘机内外喷雾

【作者简介】康克甫 (1982-), 男, 中国四川雅安人, 2009—2020 年任职于重庆天弘矿业有限责任公司盐井一矿, 现任职贵州能渝煤业开发有限责任公司综采队副队长, 从事矿山机电研究。

效果不好, 掘进巷道内产生大量含煤粉尘。

## 2 掘进机截割产尘机理分析

掘进机截割煤岩时尖锐的刀齿会与煤岩接触部分产生很高的接触应力, 接触应力随截割力增大而增大, 突破极限值时, 就会在接触点处产生破碎。破碎发生区域较小, 破碎煤岩粒径也比较小, 因此破碎体不会排除至截齿外, 只有随着刀齿的进一步前进, 才会再次破碎, 直至形成压固核或密实核, 刀齿的能量会利用密实核传给其周围煤岩。粉尘的产生是由于密实核积聚的能量释放, 解除了其约束状态造成的。在未破碎的煤岩与密实核之间区域是许多微裂纹集合体, 这些集合体会随着截齿截割力的增大而逐渐失稳, 当截割力达到一定界限时, 裂纹彻底失稳形成自由面而放出能量造成粉尘飞扬。

掘进机截齿类型有两种, 分别为镐型齿和刀型齿, 下面介绍盐井一矿使用镐型截齿破煤过程中的产尘机理。

如图 1 所示, 镐型截齿破煤时截齿以速度  $V_j$  破入煤体, 在截齿破入受力体瞬间时, 镐型截齿表面对煤岩体的压力超过其抗压强度, 煤岩体破碎, 破碎面为圆锥面。施力加大截

齿继续破入，镐刃周围煤岩破碎为粉末，形成密实核并不断扩大，其对周围煤岩张力也不断增大。如果煤岩体张力合力  $2R$  大于  $BC$  与  $AD$  处拉应力合力时，则会在距离  $BC$  与  $AD$  近距离处形成自由面，煤岩以 1、2、3 的顺序崩落，结束了密实核的约束状态，其本身积聚的能量得到释放<sup>[1]</sup>。

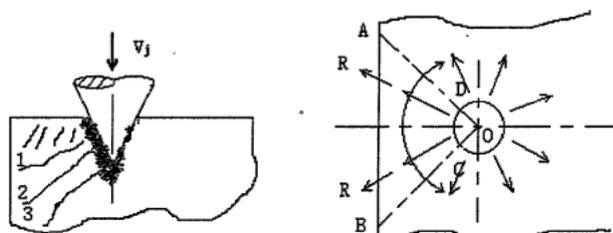


图1 镐型截齿破煤产尘机理

### 3 井下粉尘的危害

①含有大量煤尘的粉尘遇到电气设备失爆产生电气火花、火星、弧光等容易产生粉尘爆炸，造成矿井灾难事故。

②粉尘对工作人员身体健康产生严重危害，长期在掘进工作面工作人员尘肺病发病率高。

③掘进工作面及后方巷道内能见度低，容易发生安全事故。

④大量的粉尘污染环境。

### 4 泡沫抑尘系统的现场布置

需要现场装配的部件有：发泡一体化装置、喷头支架、喷头和堵头。需要现场加工的部件有：泡沫分配器和喷头支架的安装机构。其中喷头支架的安装机构是用来固定喷头支架的，其上设置供喷头滑动的螺栓槽，便于实验过程中调节喷头角度和覆盖范围<sup>[2]</sup>。

泡沫降尘系统在 11402 巷掘进工作面的布置情况如图 2 所示。降尘所用水流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 38mm 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 25mm 的胶管和分配器的出口端连接，最后由喷头喷洒至产尘点，抑制矿尘的扩散。泡沫一体化发生装置布置在司机侧。

由于整个掘进工作面的产尘点主要在掘进机的截齿处，所以泡沫喷头的作用范围应该是切割滚筒的四周。由于泡沫会因重力作用向下运动，掘进机截割头下侧不易布置喷头，

泡沫喷头的布置重点是掘进机截割头的上部和两翼，因此上部和两翼的喷头支架上各并排布置两个喷头，总计六个喷头，剩余的喷头安装口使用堵头将其封闭。喷头的布置情况如图 2 所示。喷头所喷出泡沫的扩散形式分别为：上部两个喷头呈水平扇形分布喷出，左右两翼的四个喷头呈倾斜扇形喷出，喷头扩散角度均为 45°。喷头布置好以后，把水管和风管连接到发泡器上，最后把发泡器和泡沫喷头接通。根据设计的方案和多次井下现场实地勘察和测算，并增加安装垫块，最终将泡沫降尘系统安装完毕<sup>[3]</sup>。

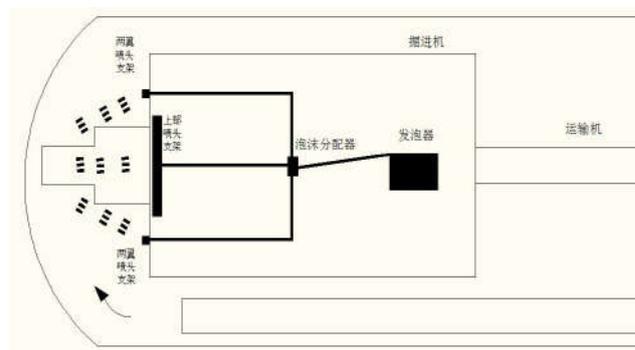


图2 系统的安装与布置示意图

### 5 应用效果分析

泡沫降尘系统在 11402 巷掘进工作面安装完毕后，进行了一系列应用试验。结果表明，泡沫降尘系统降尘优势明显，效果显著。

试验现场在司机处布置了粉尘浓度测点，分别测得了无措施时全尘及呼吸性粉尘浓度、防尘喷雾降尘时全尘及呼吸性粉尘浓度、泡沫降尘时全尘及呼吸性粉尘浓度各 6 组数据，参考通风科已有的测尘数据，最终取各种情况下有效数据各 4 组并进行对比分析，如表 1 所示。

表 1 降尘效率的比较

司机处	无措施时全尘浓度 $mg/m^3$	无措施时呼吸性粉尘浓度 $mg/m^3$	风水射流降尘时全尘浓度 $mg/m^3$	风水射流降尘时呼吸性粉尘浓度 $mg/m^3$	泡沫降尘时全尘浓度 $mg/m^3$	泡沫降尘时呼吸性粉尘浓度 $mg/m^3$
测量数据	1270.1	479.6	1091.6	417.4	341.7	116.3
	1110.7	668	785.4	363.6	255.1	128.6
	1274.6	500.3	996.5	459.3	260.2	139.4
	1190	512.9	891.6	371.2	252.5	97.7
平均	1211.35	540.2	941.28	402.88	277.38	120.5
降尘效率 (%)			22.3	25.4	77.1	77.7

注：降尘效率 = (总尘浓度 - 降尘后悬浮尘浓度) / 总尘浓度 × 100%。

11402机巷属于全岩巷掘进工作面,通过对比分析可知,防尘喷雾降尘时全尘及呼吸性粉尘浓度可分别达到 $941.28\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $402.88\text{mg}/\text{m}^3$ ,降尘效率分别为22.3%和25.4%。而泡沫降尘时全尘及呼吸性粉尘浓度分别为 $277.38\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $120.5\text{mg}/\text{m}^3$ ,降尘效率分别为77.1%和77.7%。从所测得数据来看,泡沫降尘与防尘喷雾降尘相比,对全尘和呼吸性粉尘的降尘效果明显,分别是其降尘效率的3.46倍和3.06倍。

## 6 结语

从以上试验和数据分析可知,泡沫除尘技术的降尘效果优于防尘喷雾降尘,可使司机侧的粉尘有很大的降低,对司

机工人的身心健康有很大帮助,起到了良好的作用。泡沫降尘技术的应用可有效地降低井下掘进工作面的粉尘浓度,降低职工肺尘病发病率,防止煤尘爆炸,保证井下安全生产。

## 参考文献

- [1] 陈永生,丁莉,邹小正.S150型矿用综掘机液压系统优化设计[J].现代矿业,2021,37(1):23-25.
- [2] 晏鹏.浅析煤巷大断面支护及综掘机拐弯技术[J].当代化工研究,2020(11):37-39.
- [3] 张涛.一种综掘机转载机机尾保护装置的分析与应用[J].机械管理开发,2020,35(11):29-31.

(上接第37页)

管理水平。

### 5.2.3 加强矿山安全监管信息化建设

矿山安全生产过程当中会涉及大量的数据,如果仅仅依靠人工的方式进行管理,那么必然会出现很多漏洞,这就需要大力加强矿山安全监管信息化建设,推进监管工作的信息化、智能化,从而整合安全生产过程中的各种信息资源,并实现各安全监管部门之间的数据共享,更好的推进安全监管工作<sup>[6]</sup>。矿山企业应该层层深入的建立起矿山安全监管信息平台,保证平台信息的及时性、准确性,并通过举办网络安全生产论坛等形式对相关的法律法规以及政策技术等进行宣传,为企业基层安全监管部门提供有益的工作指导。

## 6 结语

综上所述,为了提高矿山工作的安全性,建立相应的安全生产技术支撑体系是十分有必要的。矿山安全生产技术支撑体系的建立应该以国家标准作为参考和基础。在建设的过程

当中要考虑多方面的因素,包括监管技术手段、监管人员的能力水平以及监管配套设施的完善性、先进性等,只有建立起系统化的安全生产技术支撑体系,才能够使矿山企业更加顺利地进行安全施工作业,及时发现险情并采取合理的处理手段,推动中国矿山行业的健康发展。

## 参考文献

- [1] 吴宗之.重大事故应急计划要素及其制定程序[J].中国安全科学报,2018(3):14-18.
- [2] 荆瑜.矿山安全生产技术支撑体系建立的研究[J].科技信息,2018(2):377-378.
- [3] 李学来.我国矿山安全生产技术支撑体系建设探讨[J].煤炭学报,2020(15):273-277.
- [4] 戴台鹏.智能机引领地下矿山安全生产技术[J].黄金,2021(12):88.
- [5] 蔡长发.刍议我国矿山安全生产技术体系[J].民营科技,2020(2):119.
- [6] 黎志.矿山安全生产技术支撑体系专业中心建立初探[J].科技信息,2019(20):709.