

煤矿粉尘综合防治及高新技术开发应用研究

杨端庆 王培亮 周强

(山东能源鲁西矿业单县能源有限责任公司 山东 菏泽 274333)

摘要: 本文主要介绍了煤矿综合防尘方面的研究与探讨和目前煤矿综合防尘的现状, 以及所采取的一系列措施和取得的效果, 通过探讨与研究, 研制出的智能化、模块化湿式除尘系统、遥控单轨吊自移式气动控尘系统和矿用干式除尘器等一些新技术、新设备、新方法, 并得到推广和应用, 有效解决了煤矿粉尘综合防治的难题, 进一步提高了矿井粉尘的综合防治水平, 确保了矿井的安全生产。

关键词: 煤矿粉尘; 综合防治; 开发应用

0 引言

随着经济的持续高速发展, 煤炭所发挥的作用越来越突出。由此, 确保煤矿安全生产, 最大限度提高煤矿生产效率已成为煤矿各项工作中的重中之重。然而, 煤矿灾害事故频发, 对煤矿的安全生产造成了严重的影响。其中, 粉尘所产生的危害在煤矿的安全生产中最为严重。为此, 如何有效地防治粉尘, 最大程度降低粉尘所产生的危害, 真正实现煤矿健康安全发展是目前煤炭行业亟需解决的问题。为此, 在现有基础上研制出了一系列粉尘防治的新技术、新设备、新材料具有非常重大的意义。

1 煤矿安全生产中粉尘危害现状

1.1 健康危害

2020 年国家卫生部门组织的全国职业病危害情况调查显示, 282191 家工业企业中, 有 195618 家企业存在粉尘危害, 占 69.32%, 有 870.38 万的劳动者接触职业病危害因素, 其中 412.57 万劳动者接触粉尘, 占 47.40%。近些年来, 由于加大了对矿山开采一些高危行业的监管和处罚力度, 特别是在安全生产法颁布以后, 煤矿安全生产形势持续好转, 安全生产事故及死亡人数不断下降, 但煤矿尘肺病报告病例以及由于尘肺病、矽肺病死亡的人数则呈升高态势, 自 2005 年以来, 煤矿安全生产事故年死亡人数持续下降减少, 从每年 6000 多人逐年下降到 2021 年的 178 人, 然而, 煤矿尘肺病报告病例以及由于尘肺病、矽肺病死亡的人数则呈逐年升高态势, 特别是自 2010 年以来, 各地的煤矿企业提高产能以后,

这一人数呈大幅上升趋势, 每年均超过 1.3 万例, 年平均 1.4566 万例, 相当于 2005 年到 2009 年尘肺病例平均值的 2.7 倍。

在采掘工作面的割煤、凿岩、爆破、打眼和喷浆等作业的过程中, 都会导致粉尘的产生, 部分颗粒度较大的粉尘会直接沉降, 粒径较小的粉尘则可能会随着呼吸进入人的肺部, 这种可被呼吸的粉尘一般被称作呼吸性粉尘^[1]。如果粉尘中含有较多的 SiO_2 , 就被称为“矽尘”, 对人体有着极大的危害。在生产过程中, 岩石粉碎也会产生大量的矽尘, 进入人体之后, 会对肺造成损伤, 形成矽肺。

1.2 安全生产危害

在煤矿的生产过程中, 粉尘不仅对人的身体健康造成极大的危害, 还会给现场施工的机器设备造成一定的损害, 缩短机器设备的使用期限、增加机器设备的维护成本, 使煤矿的整体工作效率都会大大降低。

煤矿粉尘对安全生产的最大危害是期具有爆炸性。从危害程度来说, 粉尘爆炸所造成的危害程度和损失情况远远大于瓦斯爆炸。

煤矿粉尘爆炸必须同时具备三个条件:

(1) 有能够引起燃烧和爆炸的煤矿粉尘。虽然煤炭不能爆炸, 但它变成粉尘并在空气中悬浮, 达到一定浓度后遇到热源就会爆炸。浮尘在空气中的含量达到 $45 \sim 2000 \text{g/m}^3$ 是会发生爆炸, 而含量在 $300 \sim 400 \text{g/m}^3$ 时爆炸威力最强。

(2) 有高温热源。引爆煤矿粉尘的温度一般为 $700 \sim 800^\circ\text{C}$, 引燃瓦斯的火源也就足以引起煤矿粉尘爆炸。

(3) 有足够的氧气^[2]。煤矿粉尘与瓦斯一样,在无氧的条件下不会燃烧和爆炸,可是矿井有人的地方就有充足的氧气,也就有了爆炸的条件。

所以如要避免发生煤矿粉尘爆炸的灾害,只有在降尘和杜绝火源两个方面采取措施。

2 煤矿粉尘的产生源头

要想从根本上有效防治煤矿在安全生产中产生的粉尘,首先就要清楚粉尘的产生源头,也就是在煤矿的安全生产中哪些地点或是哪些环节会产生粉尘。

产生煤矿粉尘的主要源头在采掘工作面采煤机或掘进机的割煤(矸)、煤矸装卸和运输、刮板输送机和胶带输送机的转载点以及煤矸洗选厂各车间等各环节、各地点^[2]。

2.1 采煤工作面

目前煤矿的采煤工作面普遍采用的采煤工艺有炮采和综合机械化开采。在炮采工作面施工中,打眼、放炮、人工撬煤及刮板输送机运煤是产生煤矿粉尘的主要工序和环节。在综合机械化开采施工中,采煤机割煤、移架、运煤以及放顶煤等几个环节产生的煤矿粉尘最多。

2.2 掘进工作面

在煤矿掘进工作面的施工中,掘进工艺分为炮掘和综合机械化掘进两种。炮掘中打眼、放炮、装运煤矸及打眼支护等环节产生的粉尘比较大;在综合机械化掘进施工中,综掘机割煤矸、装运煤矸及打眼支护在各环节中产生的粉尘最大,产生的危害也最大。

2.3 矿井各煤矸的装卸转载或卸载

煤矿采掘工作面所产生的煤矸都是通过刮板输送机和胶带输送机运输的,在运输过程中也会产生一部分粉尘,特别是在各转载点和卸载点产生的粉尘更多。

2.4 煤矿煤矸洗选厂

煤矿煤矸洗选厂也是产生粉尘的重要场所。洗选厂的胶带运输、洗选车间、跳汰车间、筛选车间在生产过程中都会产生大量的粉尘,所以洗选厂的各车间、各生产环节也是粉尘防治的重点。

3 煤矿粉尘防治采取的措施及防治技术研究现状

目前,针对粉尘对煤矿安全生产所造成的危害,

煤矿企业也在不断地研究和实践,总结出了一些成熟的经验和措施,主要从三个方面体现:一是源头治理,在采掘工作施工之前,利用水压对原生煤体进行注水润湿,通过这种方式对原生煤体进行预先松软湿润,以达到在剥落煤体时减少粉尘的效果;二是过程控制,即在采掘设备上安设喷雾设施或在开采时喷洒现场等方式实现降尘的目的;三是事后治理,通过降尘措施和个人防护用品进行降尘防护。

总结起来有四类除尘方法,即通风除尘、湿式作业、净化风流技术和个体防护,具体有以下六种。

(1) 通风除尘:通过科学合理地计算,确定适当的风速,以通风的方式除尘;

(2) 煤层注水降尘:此种方式是从根源上除尘,可分为短臂注水和长臂注水,降尘效果可达到 90%;

(3) 水压喷雾降尘:通过在各产尘点安装全断面的防尘喷雾设施可有效降尘除尘,这种方法既方便经济又实用有效;

(4) 空气过滤器除尘:通过空气过滤器把空气中的粉尘进行过滤,促使粉尘与新鲜空气分开,实现除尘降尘;

(5) 高分子泡沫剂除尘:通过在喷雾中加入高分子泡沫剂,形成大量的泡沫,以吸附呼吸性粉尘达到除尘降尘目的,此方法除尘效果可达 80% 以上,但是成本较高;

(6) 配戴防尘口罩:个体防护措施,这也是粉尘预防的最后一道防线。

但是,随着煤矿开采方式和开采技术的发展与进步,以上这些成熟的经验和措施已不能满足煤矿在安全生产中的需要,为此,需要研制矿井粉尘防治的更新更实用有效的技术,比如生物试剂除尘、声波雾化降尘、磁化除尘等。

4 煤矿粉尘防治的新技术、新设备和新方法

近几年,煤矿粉尘防止的新技术、新设备和新方法不断出现,并且经过现场实际应用,取得了一些很好的效果。目前开发出的智能化、模块化的矿用干式、湿式两大系列除尘系统等先进防尘技术,使掘进迎头除尘设备更实用、更可靠。

4.1 智能化、模块化湿式除尘系统

如图 1 所示,湿式除尘系统分为多个单元,分别进行模块化设计,矿井可以根据各自实际需求,进行模块的组合选配,智能化操作,实现高效除尘。

4.2 遥控单轨吊自移式气动控尘系统

该装置是由人工远程控制气缸实现操作控尘风筒的开闭。这种控尘系统使用起来既方便又高效，同时还非常稳定，能够有效保证工作面的降尘效率，如图 2 所示。

4.3 矿用干式除尘器

该除尘器的原理是通过特制的过滤材料将空气中

的粉尘过滤掉，以达到除尘和清洁空气的目的。过滤材料的清洁采用了压缩空气的脉冲进行，既科学先进，又实用有效。此设备安全可靠，防水、防静电，除尘效果可达 95% 以上，如图 3 所示。

4.4 云雾智能抑尘装置

智能多点云雾抑尘控制系统，采用采煤机跟踪定位技术，实现架间、移架、放煤的智能化抑尘，实

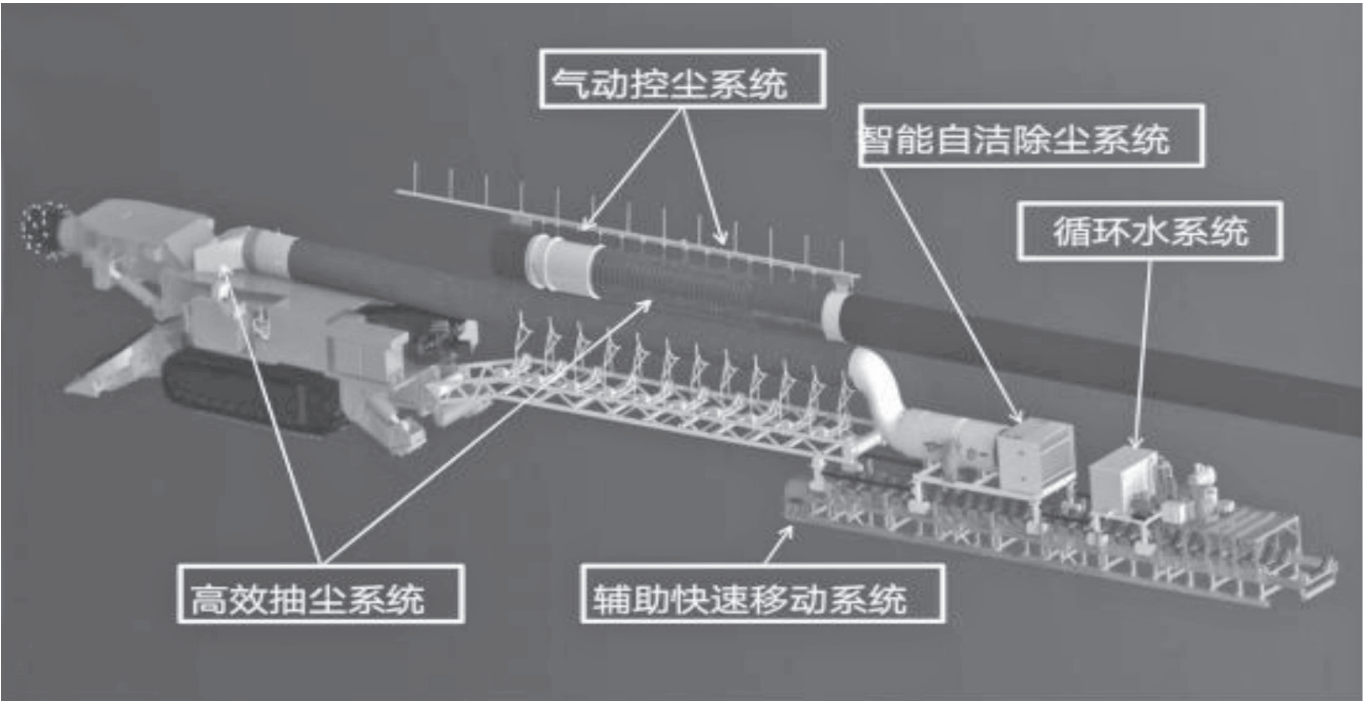


图 1 智能化、模块化湿式除尘系统

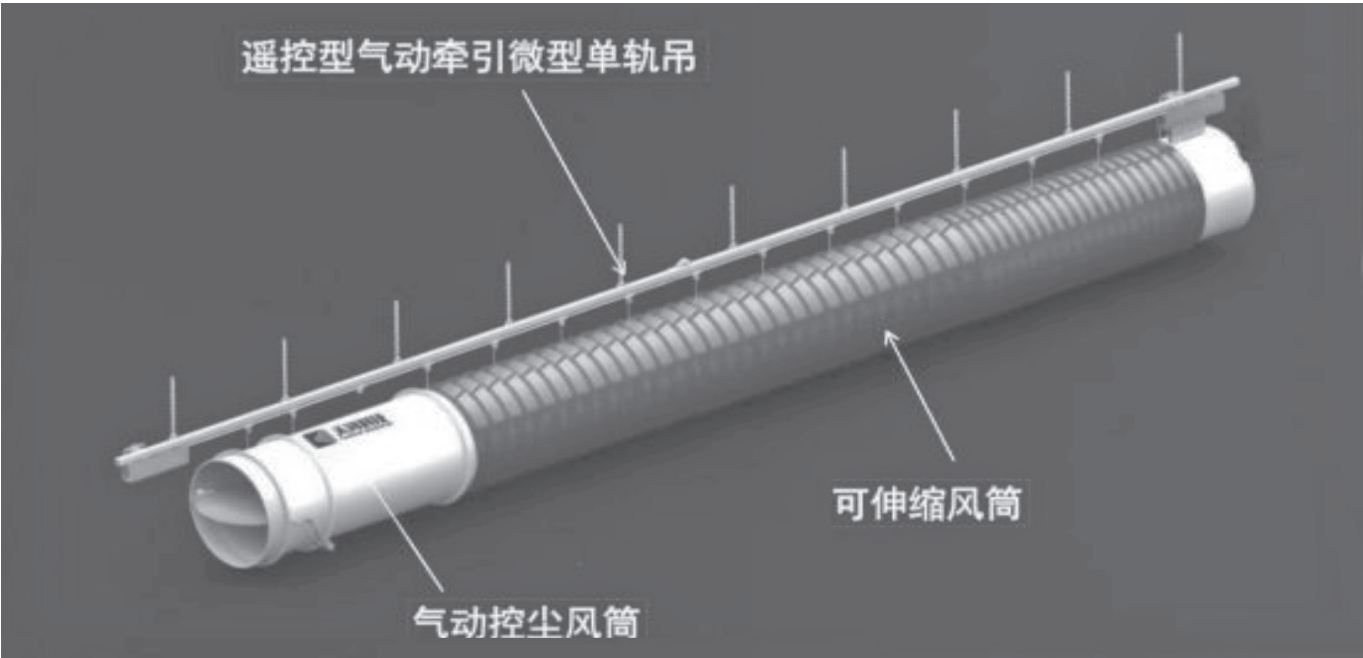


图 2 遥控单轨吊自移式气动控尘系统图

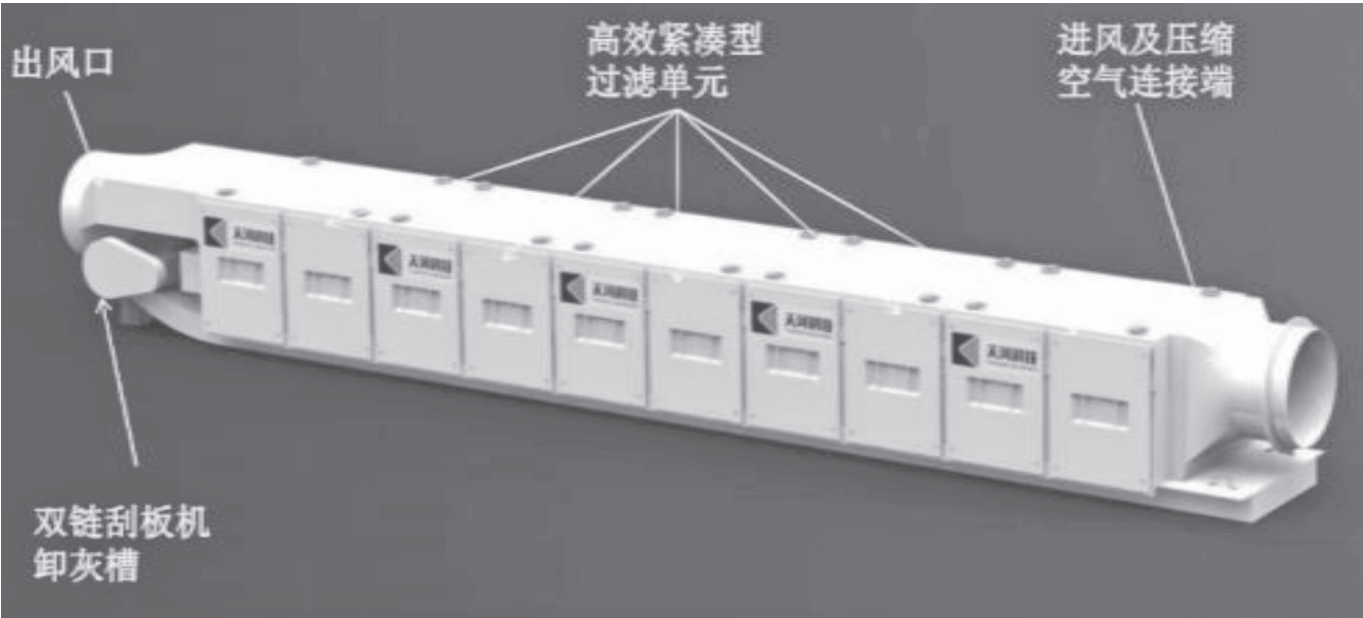


图 3 矿用干式除尘器图

现多道阻隔和高效抑尘，对工作面采煤、移架、放煤作业时产生的大范围高浓度粉尘有很好的除尘作用，改善工作面作业条件。该设备也可运用到地面煤矸洗选厂各车间及各产生粉尘的地点，降尘率达 90%，可以显著改善了现场的作业环境，如图 4 所示。

4.5 矿用掘进机机载飞雾装置

综掘机在割煤矸时，滚筒处的粉尘产生量最大，既影响操作人员的身体健康，又阻碍视线。使用矿用机载飞雾后，能大大降低粉尘的产生量，有效降尘除尘。此装置利用压风和过滤水，通过高性能的喷射器，形成高压气雾混合体实现运距离喷射，以

达到水气雾化抑尘、降尘、灭尘的目的，如图 5 所示。

5 结语

为了更好地做好粉尘综合防治工作，实现安全、清洁、健康生产，各煤矿企业投入了大量的人力、物力、财力来开发研制更高新、更先进、更实用的粉尘防治的设备、设施和技术，保证企业的安全生产和工人的身体健康。当然，煤矿粉尘的除尘和降尘工作是一个大工程，具有艰巨性，需要不断探索和研究，持续创新和提高，为真正的实现煤矿企业的无人化智能开采、无尘化清洁开采以及健康绿色开采而继续努力。



图 4 云雾智能抑尘装置图

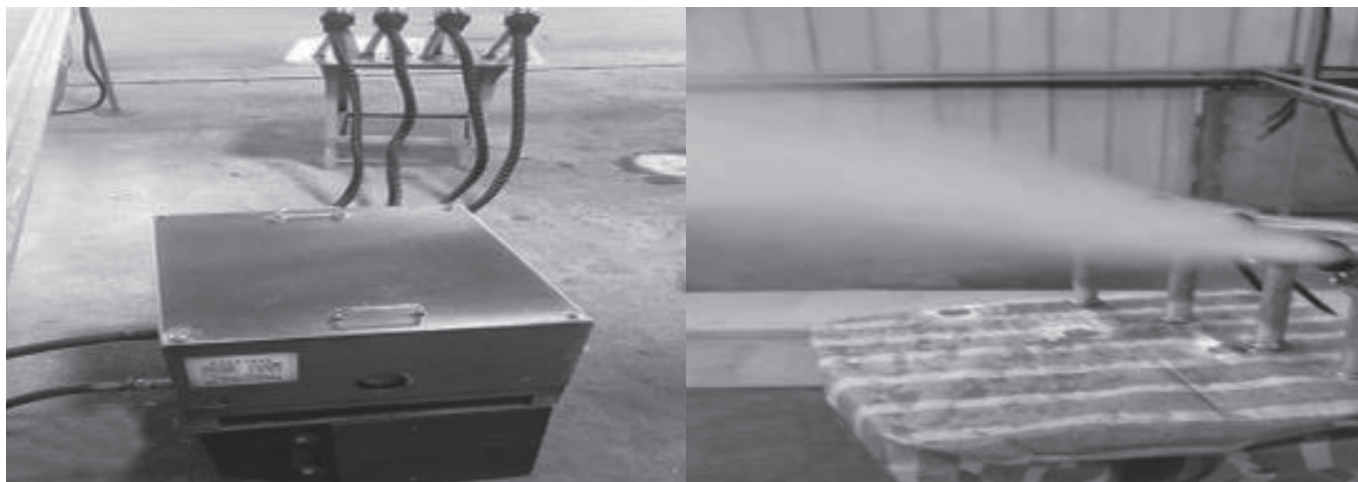


图 5 矿用掘进机机载飞雾装置图

参考文献:

- [1] 张国枢. 通风安全学 [M]. 3 版. 北京: 中国矿业大学出版社, 2021.
- [2] 李崇山. 煤矿通风安全技术与管理 [M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 1995.

作者简介: 杨端庆 (1978.05-), 男, 汉族, 山东济宁人, 本科,

工程师, 研究方向: 近水平和大倾角综合机械化及智能化采煤、机械化掘进、矿井通风的优化升级、综合防尘、应急管理; 王培亮 (1973.11-), 男, 汉族, 山东临沂人, 大专, 助理工程师, 研究方向: 大倾角综合机械化和智能化采煤、矿井通风的优化升级、综合防尘、矿井火灾防治; 周强 (1979.08-), 男, 汉族, 山东泰安人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 大倾角综合机械化和智能化采煤、机械化掘进、矿井通风的优化升级、综合防尘。

(上接第 115 页)

1m 位置; 6#、9# 墩为钢垫梁长边中心向后 0.4m 位置。

(9) 用卷扬机把钢垫梁向后移动 (第 4 次), 垫块 B 通过钢梁下弦底板的钢板 B 后, 把钢垫梁落在反力座上。钢垫梁向后拖动一个节间 (8m)。

(10) 竖向千斤顶回程, 钢垫梁与钢桁梁接触; 钢垫梁与钢桁梁下弦杆通过拉杆临时锁定; 步履千斤顶将钢桁梁继续向前顶推一个节间。

6.2 纠偏布置

拼装平台纠偏主要在梁尾部。用 5t 葫芦将钢桁梁纠正, 使钢桁梁达到拼装要求。临时墩同样用 5t 葫芦将钢桁梁纠正, 钢桁梁的偏移量不超出偏离要求主墩纠偏千斤顶位于步履设备上, 根据工区测量钢桁梁偏移结果, 在顶推过程中纠偏。

7 结语

本文依托工程实例对大跨度钢桁架梁顶推施工过

程中对设备布置及临时措施结构以及对每个顶推施工步骤的注意事项作了深入分析。实践证明, 此方法在各个阶段的控制是行之有效的, 对同类钢桁架梁顶推施工具有一定的参考意义。

参考文献:

- [1] 黄庆玲, 邱学良, 曹卫军. 桥梁顶推施工专项技术手册 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2015.
- [2] 中华人民共和国交通部. 公路工程技术标准: JTJ 001-97[S]. 北京: 人民交通出版社, 1997.
- [3] 中华人民共和国交通部. 公路桥涵设计通用规范: JTJ 021-89[S]. 北京: 人民交通出版社, 1989.

作者简介: 黄永志 (1987.09-), 男, 壮族, 广西来宾人, 本科, 工程师, 研究方向: 桥梁施工。