

综采工作面粉尘运移规律的研究^{*}

俞 辉^{1,2} 蒋仲安¹ 刘 毅³

- (1. 北京科技大学教育部金属矿山高效开采与安全重点实验室, 北京市海淀区学院路, 100083;
2. 中国航天科工集团第二研究院, 北京市海淀区, 100039;
3. 国家安全生产监督管理总局信息研究院能源安全研究所, 北京市朝阳区芍药居 35 号, 100029)

摘 要 介绍了综采工作面现场测定粉尘浓度的测量条件和方法, 并对现场测得的数据进行分析总结, 得出了不同工序下粉尘的运移规律, 并证实割煤是综采工作面的最大尘源。

关键词 综采工作面 粉尘浓度 运移规律

中图分类号 TD714.2 **文献标识码** A

The Experimental Study of Dust Movement Laws on Fully-mechanized Mining Faces

Yu Hui¹, Jiang Zhong-an¹, Liu Yi²

- (1. University of Science and Technology Beijing, The emphasis laboratory of ministry of education for high efficiency exploitation and safety of metal mine, Beijing 100083, China;
2. The Second Academy of China Aerospace Science & Industry Corporation;
3. National Institute for Occupational Safety, Energy & Safety Division 100029)

Abstract The introduction of how and where to measure the coal dust concentration on fully-mechanized mining faces was conducted. The analysis of locale data provided laws of dust movement with the distance from its source in different processes. The dust concentration in different processes is quite different from each other, but the trends remain the same that the dust concentration undergoes increasing and then decreasing stages before going stable. It is proved that coal-cutting constitutes the most important source of dust on fully-mechanized mining faces.

Key words Fully-mechanized mining face; Dust concentration; Movement laws

综采工作面是煤矿井下产尘量最大的作业场所, 产尘量约占矿井产尘量的 60%。为了提高除尘效果, 对峰峰矿业集团公司三矿 162301 综采工作面进行了粉尘浓度的现场实测, 以了解综采工作面的粉尘运动规律。

1 综采工作面的主要尘源及影响因素

1.1 主要尘源

综采工作面的粉尘主要是由采煤机割煤、液压支架移架时产生的。

1.1.1 采煤机割煤时产生的粉尘

(1) 滚筒割煤时, 截齿刀尖前的煤被压成压固核, 当接触应力增加到极限时, 压固核破碎产生煤尘。

(2) 截齿对煤体的冲击、截割和被滚筒抛出的煤相互碰撞及滚筒螺旋叶片装煤时二次破碎产生煤尘。

(3) 截齿磨钝后, 截齿切面变成了弧面, 与煤碾压和摩擦产生粉尘。

1.1.2 液压支架移架时产生的粉尘

(1) 液压支架降柱时, 顶梁脱离顶板, 大量碎矸掉下, 其中的粉尘大部分进入风流。

(2) 液压支架前移, 顶板冒落或碎矸移动, 在支架后部也会扬起大量的粉尘。

(3) 液压支架前移过程中, 顶梁和掩护梁上的碎矸会从架间缝隙中掉下, 使粉尘进入风流中, 都会使工作面风流严重污染。

^{*} 基金项目: 北京市教育委员会共建项目建设计划资助 (XK100080432); 教育部博士点学科专项科研基金资助 (20060008001)

1.2 影响综采工作面粉尘浓度的主要因素

综采工作面粉尘产生量的多少主要取决于如下因素：地质构造及煤层赋存条件，煤岩的物理性质，环境的温度和湿度，采煤方法，产尘点的通风状况以及采掘机械化强度和生产强度。据长期粉尘实测资料的统计分析表明：煤体水分越高，粉尘浓度越低；工作面环境相对湿度高，则截割时粉尘浓度相对低；采煤机截深增大、截割速度降低时，空气中呼吸性粉尘浓度降低；当风速小于临界速度时，机组割煤时粉尘浓度随着风速的递减而呈递增趋势，超过这一临界风速时，粉尘浓度又随风速增加而相应升高；下行通风较上行通风粉尘浓度低。

2 综采工作面粉尘运移规律的研究

目前，国内对综采工作面粉尘分布的研究主要采取两种手段：一是在现场布置测尘点或模拟巷道进行实验研究，通过测定各点的粉尘浓度得出其分布规律；二是分析 workflow 中粉尘颗粒的受力状态，采用气固两相流原理，导出描述综采工作面粉尘分布的数学模型。

本次实验主要对新三矿综采工作面的粉尘浓度进行了现场实测：测定顺风割煤、逆风割煤、移架、放顶等不同条件下的粉尘浓度，从而得出综采工作面粉尘运动的基本规律。

新三矿 162301 综采工作面的主要参数为： $V=1.25\text{ m/s}$ ， $S=8.5\text{ m}^2$ ， $Q=10.625\text{ m}^3/\text{s}$ ， $T=25^\circ\text{C}$ ，生产设备有 FMG200-W 型滚筒采煤机、ZFZ2000/15/23 轻型综采放顶煤液压支架、SGD630/220 输送机、SGD630/150 输送机、SGW-40 输送机，主要除尘措施有采煤机内外喷雾、液压支架移架、放顶喷雾系统。

根据 GB5748-85《作业场所空气中粉尘测定方法》，采用滤膜质量浓度法进行粉尘浓度的测量。由于现场条件所限，只在距离煤壁 $1.0\sim 1.5\text{ m}$ 处机道附近的呼吸带上沿程布置采样点。

2.1 顺风割煤粉尘浓度分布

根据现场数据，绘制出新三矿 162301 工作面顺风割煤粉尘浓度沿程分布曲线图，如图 1 所示。

(1) 顺风割煤时粉尘从产生的滚筒处向下风向扩散，向上风侧扩散较难，司机处的粉尘浓度最小，上风 5 m 处粉尘浓度较大是因为后滚筒产生扩散所致。

(2) 顺风割煤沿程粉尘浓度最大值出现在采煤

机下风 10 m 处左右，因此可以确定粉尘运动 10 m 后扩散到距离煤壁 1.5 m 左右处。

(3) 下风 10 m 后粉尘浓度迅速下降，到下风 20 m 以后缓慢减小，粉尘浓度基本稳定在 $300\sim 400\text{ mg/m}^3$ 。

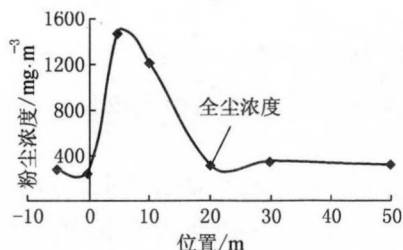


图 1 逆风割煤粉尘浓度沿程分布图

2.2 逆风割煤粉尘浓度分布

根据现场数据，绘制出如图 2 所示的逆风割煤时粉尘浓度沿程变化曲线图。

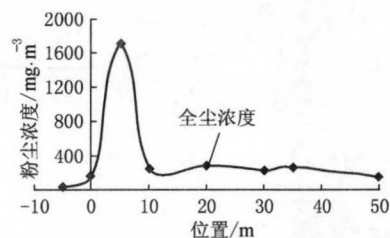


图 2 逆风割煤粉尘浓度沿程分布图

(1) 逆风割煤时产生的粉尘的运动规律与顺风割煤时基本相似。

(2) 逆风割煤沿程粉尘浓度最大值出现在采煤机下风 5 m 处左右，因此可以确定逆风割煤时的粉尘扩散运动更加剧烈。

(3) 下风 5 m 后粉尘浓度迅速下降，到下风 10 m 以后缓慢减小，粉尘浓度基本稳定在 $200\sim 300\text{ mg/m}^3$ 。

2.3 移架时粉尘浓度分布

根据实测数据绘制出移架时粉尘浓度沿程分布曲线如图 3 所示。

(1) 移架时的最大粉尘浓度出现在尘源附近。

(2) 移架时粉尘浓度从支架上风 5 m 开始至移架处浓度迅速增大到最高，然后很快降低，在下风 20 m 以后粉尘浓度稳定在 100 mg/m^3 以内，并缓慢下降。

(3) 移架时产生的大颗粒粉尘较多，此后沉降快。

2.4 放顶煤时粉尘浓度分布

根据实测数据绘制出放顶煤时粉尘浓度沿程分布曲线如图 4 所示。

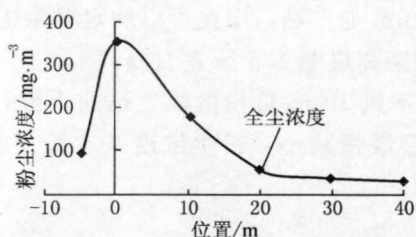


图3 移架粉尘浓度沿程分布图

(1) 放顶煤时的最大粉尘浓度出现在尘源附近。

(2) 煤尘从放煤口处扩散出来, 到下行 2 m 处粉尘浓度达到最大, 随着粉尘的扩散, 浓度逐渐降低, 在下行 10 m 以后粉尘浓度稳定在 100 mg/m³ 以内, 并缓慢下降。

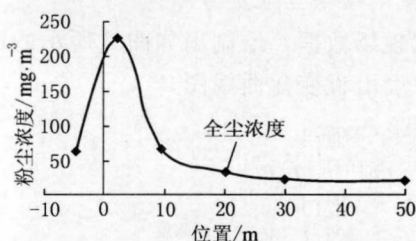


图4 放顶粉尘浓度沿程分布图

3 结论

(1) 割煤、移架和放顶时产生粉尘的运动趋势是一致的, 都是先迅速增大, 达到最大值后再迅速减小, 最后达到稳定。但是各项工序所产生的粉尘的浓度值有较大的差距。

(2) 割煤时产生的粉尘浓度最大, 最大值达到

1700 mg/m³ 左右, 是最大的粉尘源。

(3) 相对于割煤, 移架时的粉尘浓度要小得多, 是综采工作面继割煤之后的第二大粉尘源。

(4) 相对于割煤和移架, 放顶时产生的粉尘浓度最小, 是综采工作面第三大粉尘源。

虽然在不同的工序下粉尘浓度的大小存在着较大的差异, 但总的变化趋势是一致的, 即随着与尘源距离的增加, 粉尘浓度先增大再减小, 最后逐渐趋于稳定。根据综采工作面粉尘的分布规律, 提出采用气水喷雾装置和隔尘帘相结合的粉尘控制措施, 并在现场取得了良好效果。

参考文献:

- [1] 李旭东. 浅谈综采工作面粉尘分布规律及其防治对策. 煤矿安全, 1994 (11)
- [2] 刘毅. 综采工作面粉尘浓度分布的现场实测与数值模拟. 煤炭科学技术, 2006 (4)
- [3] 杨胜来. 综采工作面粉尘运移和粉尘浓度三维分布的数值模拟研究. 中国安全科学学报, 2001 (11)
- [4] 周谟仁. 流体力学与风机. 中国建筑工业出版社 (第三版), 1989
- [5] 周亨达. 工程流体力学. 冶金工业出版社, 1988

作者简介: 俞辉 (1982—), 男, 助理工程师。北京科技大学土木与环境工程学院硕士研究生, 现在中国航天二院从事安全管理与研究工作。

(责任编辑 康淑云)

(上接第 63 页) 优势, 一方面有利于端面顶板的控制, 简化端头临时支护; 另一方面有利于实现掘进与支护的平行作业, 实现快速掘进。

3.7 锚索组合布置技术

从锚索的滞后安装距离模拟以及锚索轴力上看, 采用 323 布置方式, 滞后掘进工作面 15 m 左右安装锚索较为合理。根据不同的顶板条件, 选用不同的排距, 一般采用 2.4 m。

总之, 通过采用以上综合措施, 综掘队在 1305 带式输送机巷的掘进施工中, 在高地应力、伪顶、超大断面以及系统未形成等不利的条件下, 27 天创出了 559 m 的好成绩, 折合月进 622 m。

参考文献:

- [1] 柴敬等. 石嘴山二矿煤巷综掘技术. 煤炭科学技术, 2007 (4)

- [2] 赵庆民等. 煤巷锚杆支护快速掘进的实践和经验. 矿山压力与顶板管理, 2002 (2)
- [3] 魏东. 提高煤巷掘进单进的综合措施. 建井技术, 2005 (2)
- [4] 曲延伦. 用掘进机械化保证采掘高效协调发展. 中国煤炭, 2006 (12)
- [5] 杨壮. 大断面煤巷综掘锚杆支护快速掘进关键技术研究 [D]. 安徽: 安徽理工大学能源与安全学院, 2008
- [6] 杨壮, 韩磊. 新集刘庄矿 1102 工作面巷道断面形状优化设计. 山东煤炭科技, 2007 (4)

作者简介: 费旭敏 (1962—), 男, 浙江湖州人, 浙江省第九地质大队队长、高级工程师, 现从事地质勘探、矿山开采与隧道施工等技术管理工作。

(责任编辑 张艳华)