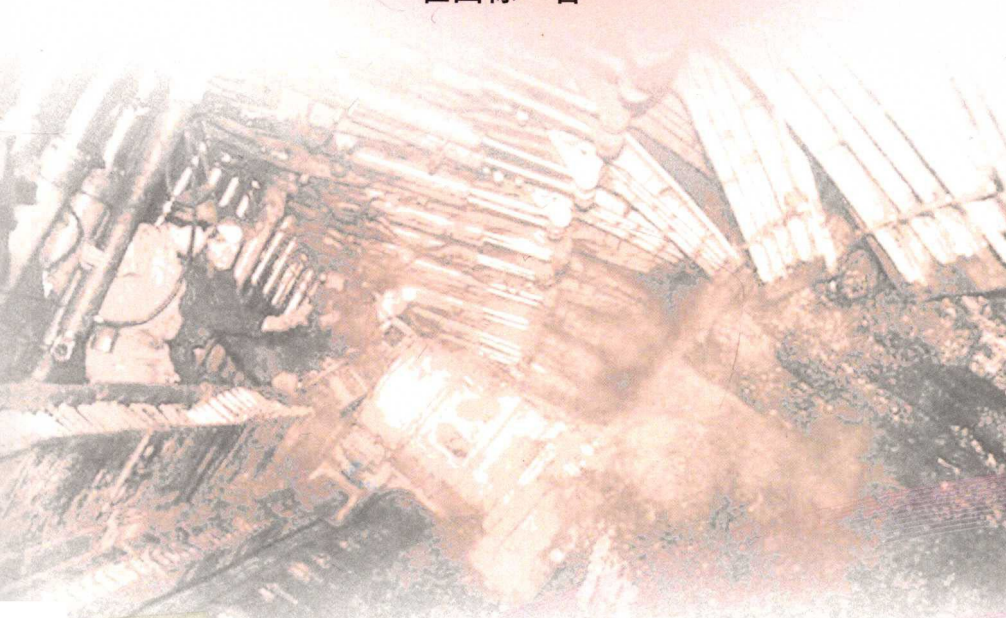



煤矿综放工作面引射除尘 理论与技术研究

翟国栋 著



 煤炭工业出版社

煤矿综放工作面引射除尘 理论与技术研究

翟国栋 著



煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿综放工作面引射除尘理论与技术研究/翟国栋
著. --北京:煤炭工业出版社, 2019

ISBN 978 - 7 - 5020 - 7154 - 7

I. ①煤… II. ①翟… III. ①煤矿—综采工作面—喷
雾防尘—研究 IV. ①TD714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 297126 号

煤矿综放工作面引射除尘理论与技术研究

著 者 翟国栋
责任编辑 尹忠昌
编 辑 孟 楠
责任校对 陈 慧
封面设计 罗针盘

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
电 话 010 - 84657898 (总编室) 010 - 84657880 (读者服务部)
网 址 www. cciph. com. cn
印 刷 北京建宏印刷有限公司
经 销 全国新华书店

开 本 880mm × 1230mm^{1/32} 印张 10^{1/2} 字数 272 千字
版 次 2019 年 3 月第 1 版 2019 年 3 月第 1 次印刷
社内编号 20181824 定价 36.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换,电话:010 - 84657880

内 容 提 要

本书在综合分析煤矿综放工作面粉尘特征、除尘技术和引射除尘机理的基础上,深入研究了内旋子式喷嘴的设计理论,对内旋子式喷嘴的流场和引射除尘器的流场进行了数值模拟,设计了引射除尘器性能测试试验系统,从而对引射除尘器结构进行了优化,并在某煤矿综采工作面进行了现场试验。全书共分10章,主要内容包括绪论、放煤口煤尘的产生和基本特性、高压水射流及其雾化机理的研究、引射除尘基础理论、综放工作面引射除尘器设计、引射除尘器内旋子式喷嘴的设计、引射除尘器喷嘴内外流场的数值模拟、引射除尘器引射筒内部流场数值模拟、引射除尘器流场的数值模拟、引射除尘器的试验研究等。

本书可供机械工程、矿业工程、安全工程等专业的师生和工程技术人员参考和使用。

前 言

煤矿粉尘是指在煤矿开拓、掘进、回采和提升运输等生产过程中产生并能长时间悬浮于空气中的岩石和煤炭的细微颗粒,简称为矿尘。随着煤炭开采机械化水平大幅度提高,煤矿粉尘的产生也成倍增加。综合机械化放顶煤开采是集机械破煤和矿压破煤于一体的开采方法,具有出煤多、适应性强和效率高的明显优势。在采煤过程中,放顶煤液压支架不仅起着支撑采空区顶板、提供足够作业空间、推移工作面的作用,最关键的是具有放出支架上方破碎煤体的功能。在综合机械化放顶煤开采工作面,除了采煤机割煤、刮板输送机运煤产生煤尘外,液压支架的放煤、移架、架间漏煤也是煤尘的主要来源。

煤矿粉尘影响矿井安全生产,威胁职工身体健康,是煤矿五大灾害之一。煤尘化学成分与物理特性复杂,长期接触会形成弥漫性肺纤维化,尤其是呼吸性煤尘,由于体积小特点,极易被吸入肺中,引发各类相关疾病,严重威胁工人的生命和健康。煤尘浓度较高时,不仅遮挡采煤司机的视线而导致误操作,而且加速机械的磨损,缩短精密仪器的寿命。最主要的是大量煤矿粉尘可以引发煤尘爆炸事故,从而造成严重的煤矿安全生产事故。因此煤矿的除尘、降尘工作一直是煤矿安全生产的重要任务。

由于放顶煤开采放煤口位置较高,产生的粉尘量大、浓度高,应采取多种措施,有效降低工作面的粉尘密度,改善安全状况,保护工人健康。在采煤工作面,降尘、除尘的方法有通风除尘、加湿润剂降尘、磁化水抑尘、泡沫除尘等。引射除尘器作为一种应用于

放顶煤液压支架放煤口的除尘装置,其工作原理是高压水通过特制的喷水装置喷入引射筒,形成雾状水滴在引射筒中高速前进,而在引射筒出水口的另一端产生负压,含尘空气在负压的作用下吸入引射筒,并与引射筒内水雾混合从而被水滴捕集,粉尘和水雾混合后形成的含尘水雾高速撞向折流板,排放到刮板输送机上,并由刮板输送机运出采煤工作面,从而起到降低工作面粉尘浓度的作用。引射除尘器的除尘过程是一个非常复杂的气体、液体和固体微颗粒的多相流运动。在引射除尘器内部,煤尘的运动受到气体流场分布、管道壁、颗粒间相互碰撞、液体流场、压力、湍流以及漩涡等因素的影响。

本书是在参阅前人研究成果的基础上,根据多年来在引射除尘领域的理论研究和工程实践完成的,本书主要内容包括:

(1)以 ZF 13000/21/40 型低位放顶煤液压支架为例,根据该型液压支架的设备构成和几何尺寸,综合考虑工作面的实际状况,计算出引射除尘器的最大空间尺寸,确定了引射除尘器的总体结构尺寸。根据引射除尘器总体结构尺寸要求,进行引射除尘器的结构设计,包括引射筒组件、折流板组件、喷水装置组件等。应用三维建模软件,建立引射除尘器的实体模型,实现了引射除尘器的可视化、标准化。

(2)设计了内旋子式喷嘴结构。应用 Abramovich 的最大流量原理和高压水射流破碎理论,计算出内旋子喷嘴结构参数的理论尺寸范围,包括喷嘴的理论出口直径,螺旋槽的理论旋流直径、槽宽、槽深等。

(3)建立喷嘴内外流场的物理模型和数学模型,运用 Fluent 分析软件进行数值仿真模拟,得出喷嘴内外气液两相流分布情况及其压力特性、速度特性。建立正交模拟试验组,通过对喷嘴出口处水流的速度、吸气量等指标的分析,优化喷嘴的结构参数。通过

数值模拟,充分体现了射流破碎现象。分析数值模拟结果,可以得到以下结论:“入口段与螺旋槽、直通孔的过渡部分”“螺旋槽”和“混合室与喷嘴出口的过渡部分”是喷嘴水压损失、动能增加的主要部位;水流的轴向速度在出口段呈现出 M 形分布,即在中心区出现空气灌入的现象;水流的切向速度呈现出 N 形分布,并具有明显的势涡和涡核现象;水流的径向速度在喷嘴内较低,而在喷出后,迅速增大,以满足水流向四周扩散的速度要求。

(4) 分析了流体流动特性和流体基本控制方程。采用 Fluent 软件建立流体分析模型,固定引射筒直径改变水压,得到流场的分布和数据,确定了水压和引射筒直径最佳组合参数。在已有的 Fluent 模型中改变引射筒直径,得到相应的流场分布。经过多组正交模拟试验,得到引射除尘器的最佳参数组合。数值模拟结果与现场试验测试结果进行对比,得知在误差允许范围内所建立的 Fluent 模型准确可靠。

(5) 深入分析并探讨了煤尘的产生、煤尘在空气中的受力、煤尘随气流的运动特性;对射流雾化的机理进行研究,得出圆柱液体的破碎原理、雾化的程度指标、雾化的影响因素等都是研究水射流雾化除尘的重要影响因素;建立数学控制方程,研究湍流和多相流模型;选择了低位放顶煤液压支架作为负压除尘器的安装对象,建立了相应的物理模型,进行网格划分后,选择了适合负压除尘器的标准 $k-\varepsilon$ 方程和离散相模型;利用 Fluent 软件对负压除尘器进行模拟,得到了水压、喷嘴直径和喷嘴位置对内部流场的影响;分析现场试验和数值仿真模拟结果发现,两种方法基本吻合,验证了所建立的 Fluent 模型基本正确。

(6) 设计了用于优化引射除尘器结构参数的风速测试试验系统。依据理论计算的喷嘴结构参数参考值,设计了不同结构参数的 12 种外壳与 14 种旋芯;测量了由不同结构参数的旋芯和外

壳搭配的多个喷嘴在自由状态下喷出射流的雾化角。通过分析测量数据,可以得到雾化效果较好的喷嘴结构参数组合。

(7) 设计了射流参数 PDA 测试试验系统。试验对已经优化的喷嘴在进水压力为 12 MPa 时喷出的射流进行了测量,得到三个坐标方向的速度分布图和粒径分布图。

本书是作者负责和承担的中央高校基本科研业务费专项资金(项目编号:2014YJ02)、国家级大学生创新创业训练计划(项目编号:201611413086)、北京市大学生创新训练项目(项目编号:K201504024)、北京高校高水平人才交叉培养“实培计划”(2016年、2017年)、中国矿业大学(北京)教学改革项目(项目编号:j160403)、中国矿业大学(北京)重点资助教材建设项目(项目编号:j150402)等课题研究成果的整理和总结。

本书的研究工作自始至终得到了中国矿业大学(北京)董志峰教授、傅贵教授、严升明教授以及开滦集团禹州矿业公司许向东高级工程师等专家的关心和指导,在此表示衷心的感谢。感谢课题组研究生李耀宗、陈巧珍、孟莉俐以及本科生童伟、王泽路等在资料整理、数值模拟等方面的辛勤工作。本书参阅了国内外许多学者的著作、论文和研究报告,特在此对其作者表示衷心的感谢。

引射除尘的机理和技术应用涉及许多理论和方法,需要考虑的因素很多,非常值得深入探讨和研究。由于作者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,敬请读者批评指正。欢迎将意见发送至作者邮箱:zgd@cumtb.edu.cn。

作 者

2018年8月

<h1>目 录</h1>	
1 绪论	1
1.1 煤矿综放工作面除尘技术的研究背景	1
1.2 煤矿降尘除尘的主要方法	3
1.3 采煤工作面粉尘防治技术	6
1.4 喷雾降尘技术的研究进展	18
2 工作面煤尘的产生和基本特性	22
2.1 工作面的尘源及其影响因素	22
2.2 放煤产生机理	24
2.3 煤尘的分类	27
2.4 煤尘的基本特性	30
2.5 粉尘的受力分析和运动方程	37
3 高压水射流及其雾化机理的研究	48
3.1 高压水射流及其分类	48
3.2 高压水射流雾化机理的国内外研究现状	49
3.3 自由紊动射流	52
3.4 旋转射流的基本理论	54
3.5 湍流射流	61
3.6 雾化过程	66
4 引射除尘基础理论和应用	77
4.1 煤尘润湿过程	77

4.2	高压喷雾降尘机理	80
4.3	引射除尘作用机理	85
4.4	捕尘效率及其影响因素分析	90
4.5	引射除尘的工程应用	92
5	引射除尘器设计	97
5.1	综放工作面引射除尘器空间尺寸的计算	97
5.2	引射除尘器的工作原理	108
5.3	引射除尘器总体结构设计	109
5.4	引射除尘器零部件设计	110
5.5	引射除尘器装配体三维视图	121
6	引射除尘器喷嘴的设计	125
6.1	喷嘴的国内外研究现状	125
6.2	喷嘴设计理论基础	137
6.3	液态工质的雾化机理	139
6.4	喷嘴雾化方式	142
6.5	喷嘴的基本结构	144
6.6	内旋子式喷嘴的工作原理	148
6.7	基于最大流量原理的喷嘴设计	150
6.8	基于射流理论的喷嘴设计	158
6.9	喷嘴系列结构参数设计	160
7	引射除尘器喷嘴内外流场的数值分析	162
7.1	喷嘴数值模拟的研究现状	162
7.2	流场的基本控制方程	165
7.3	建立内旋子式喷嘴的仿真模型	167
7.4	喷嘴内外流场的数值模拟分析	179
7.5	正交模拟试验	197

8	引射筒内部流场的数值模拟研究	203
8.1	国内外 Fluent 流场模拟研究现状	203
8.2	流体流动特性及基本控制方程	206
8.3	含尘气体的控制方程	210
8.4	多相流模型	214
8.5	湍流模型	217
8.6	引射除尘器的模型简化	223
8.7	ICEM CFD 网格划分	224
8.8	Fluent 数值模拟	229
8.9	模拟结果分析	231
9	引射除尘器流场仿真研究	259
9.1	引射除尘器仿真模型的建立	259
9.2	仿真参数的设置	262
9.3	模拟结果分析	263
10	引射除尘器的试验研究	274
10.1	引射除尘器的总体性能要求	274
10.2	实验室风速测试系统	274
10.3	引射除尘器的实验室试验	276
10.4	引射筒内雾化特性的研究	283
10.5	引射除尘技术在综放工作面现场试验研究	297
10.6	引射除尘器的结构优化	302
10.7	采用 Excel 分析工具进行试验数据分析	307
10.8	提高引射除尘效率的途径	312
	参考文献	315

1 绪 论

1.1 煤矿综放工作面除尘技术的研究背景

煤矿粉尘是指在煤矿开拓、掘进、回采和提升运输等生产过程中产生并能长时间悬浮于空气中的岩石和煤炭的细微颗粒，也简称为矿尘。随着煤炭开采机械化水平大幅度提高，煤矿粉尘的产生也大幅度提高。综合机械化放顶煤开采是集机械破煤和矿压破煤于一体的开采方法，具有出煤多、适应性强和效率高的明显优势。放顶煤液压支架是综放工作面的主要设备之一。在采煤过程中，放顶煤液压支架不仅起着支撑采空区顶板，提供足够作业空间，推移工作面的作用，更主要的是具有放出支架上方破碎煤体的关键功能。在综放工作面，除了采煤机割煤、刮板输送机运煤产生煤尘外，液压支架的放煤、移架、架间漏煤也是煤尘的主要来源。

煤矿粉尘影响矿井安全生产，威胁职工身体健康，是煤矿五大灾害之一。煤矿粉尘化学成分与物理特性复杂，长期接触会形成弥漫性肺纤维化，尤其是呼吸性煤尘，由于体积小特点，极易被吸入肺中，引发各类相关疾病，严重威胁工人的生命和健康。尘肺病发生的主要因素：①矿尘成分。矿尘中游离二氧化硅的含量越高越易致病；②矿尘的粒度。尘粒越微细越易致病，小于 $5\ \mu\text{m}$ 的尘粒越多，对人体的危害性越大；③矿尘的浓度。空气中含有的矿尘浓度越大，工人吸入的矿尘量就越多，越易得病；④接触矿尘的作业时间。从事井下作业的工龄越长，吸入的粉尘量越多，就越易患尘肺病。根据我国煤矿的统计，尘肺病的发病工龄一般在10年左右，短的也有3~5

年发病者；⑤矿工的健康状况，生活习惯以及个人卫生条件。体质较弱，个人卫生较差又有吸烟等不良生活习惯的矿工更易患尘肺病。截至 2014 年，我国累计报告职业病尘肺病例 77 万例，矿工尘肺约占 55%，且还以每年 1 万例递增。我国每年尘肺病带来的直接经济损失达上百亿，严重影响了国民生活质量的提高。

煤尘浓度较高时，不仅遮挡采煤司机的视线而导致误操作，而且加速机械的磨损，缩短精密仪器的寿命，最为严重的是煤尘可以引发煤尘爆炸事故。煤尘爆炸是空气中氧气与煤尘急剧反应的过程，首先是浮尘在热源作用下迅速地被干馏或气化而放出可燃性气体。然后是可燃性气体与空气混合燃烧。最后是煤尘燃烧放出热量，这种热量以分子传导和火焰辐射的方式传给附近悬浮的或被吹扬起来的落地煤尘，这些煤尘受热分解，跟着燃烧起来，此种过程连续不断地进行，氧化反应越来越快，温度越来越高，当达到一定程度时，便能发展成煤尘爆炸。煤尘爆炸时产生高温、高压和生成大量的有毒有害气体，破坏井巷，毁坏设备，伤亡人员，甚至导致整个矿井毁坏，严重地威胁安全生产和人员的生命安全。干式钻孔和采煤机在破煤过程中产生的煤尘既能在完全没有瓦斯存在的情况下单独发生爆炸，也能使小规模瓦斯爆炸转化为瓦斯与煤尘的混合爆炸，引起连续爆炸。在 2006 年至 2015 年间发生的各类煤矿安全事故中，由瓦斯（煤尘）造成的事故是发生频率最高的事故，占事故总数的 48.1%。国务院印发的《安全生产“十三五”规划》指出，在煤矿生产过程中，应强化煤矿粉尘防控，加强作业工作面职业病危害的管控。

鉴于煤矿粉尘的巨大危害性和相关法律法规的要求，掌握综放工作面煤尘的运动规律和有效控制煤尘浓度成为一个迫切需要解决的重要课题。降低煤尘浓度，对于保证数百万煤矿井下人员生命和健康、保证煤矿的安全生产和实现国家能源的稳定供给有

着重要意义。而实现这一目标的最根本手段是煤矿相关技术的革新与管理水平的提升。

1.2 煤矿降尘除尘的主要方法

煤矿生产过程中,如钻眼作业、爆破作业、采掘、运输等各个环节都会产生大量的粉尘。控制的重点就是如何减少、降低这些区域的产尘量,把煤矿粉尘控制在安全浓度之内。煤矿粉尘治理技术和装备发展很快,20世纪50年代中期到20世纪60年代,国内较系统地进行煤层注水机理及工艺的研究。20世纪70年代研制出煤层注水专用的高压注水泵及配套注水仪表和器具,形成了煤层注水成套技术。20世纪80年代煤矿机械化发展迅速,采掘工作面产尘强度也急剧增加,针对采掘面高产尘的现状,先后开展了采煤机内外喷雾降尘技术、机采工作面含尘气流控制技术、液压支架自动喷雾降尘技术、综采放顶煤工作面综合防尘技术、机掘工作面通风除尘技术以及湿式和干式掘进机用除尘器、锚喷除尘器、转载运输系统自动喷雾降尘、泡沫除尘等一系列技术的研究,开发了多种除尘降尘设备。20世纪90年代,则进行了超声雾化、荷电喷雾、高压喷雾等高效喷雾降尘技术的研究,使呼吸性粉尘的降尘率大大提高。随着现代科学技术的不断发展,成功研制出了涡流控尘装置、KCS系列新型湿式除尘器和CPC高压喷雾降尘装置,使工作面综合除尘技术配套装备更加完善,降尘效率进一步提高。

我国煤矿主要的防尘措施有采煤机喷雾、掘进机喷雾、湿式打眼、干式凿岩捕尘、水力冲孔以及掘进爆破时采用水炮泥、喷雾洒水、通风除尘、煤层注水、冲洗岩帮、水幕净化、个人防护等防尘技术措施。其中,使用率最高的是煤层注水预湿技术、喷雾洒水技术和通风除尘技术,而在井下的采掘工作面主要采用以通风除尘技术为主、以洒水技术相辅的措施。主要除尘技术措施为以下几个:

(1) 减少和抑制尘源产生。减少和抑制尘源产生是防尘工作的治本性方法，它不仅可以减小总产尘量，同时可以减少呼吸性粉尘的比例，是矿井控尘中优先采用的技术措施。减少和抑制尘源产生的主要技术措施：煤层注水、湿式打眼、水炮泥、采掘机械内外喷雾等。煤层注水是利用水的压力通过钻孔把水注入即将回采的煤层中，使煤体得到预先湿润，减少采煤过程中浮游煤尘的产生量。这种措施降尘效果较好，一般可降低煤矿粉尘浓度60%~90%。国外有些国家在煤层注水中加湿润剂，提高了湿润程度和降尘的效果。

(2) 降低悬浮煤矿粉尘。采用抑制尘源的措施后，仍有一定的煤矿粉尘悬浮在矿井风流中，对这部分煤矿粉尘采取采煤机内外喷雾，液压支架移架自动喷雾，转载点、回风巷等点采取定点喷雾洒水等技术措施使其沉降，以降低风流中的煤矿粉尘浓度。喷雾降尘是向浮游于空气中的粉尘喷射水雾，通过增加尘粒的重量，达到降尘的目的。喷雾技术的关键是喷嘴要能形成良好降尘效果的雾流。美国和苏联等国家在雾流参数方面进行了大量研究，并建立了喷嘴检测中心，保证了喷嘴的生产质量和使用效果。

(3) 通风除尘。对一些颗粒极小的煤矿粉尘，特别是呼吸性煤矿粉尘，在采取了喷雾技术后，仍有一部分煤矿粉尘难以沉降，继续悬浮在空气中。为此，可加强通风和改变通风方式，使其不断被风流稀释并排除，同时可附加专门的除尘设备，使风流中浮游煤矿粉尘聚集之后被清除。例如利用除尘器除尘，将空气中的煤矿粉尘分离出来，从而达到除尘的目的。目前，国外一些主要产煤国家都在煤矿井下广泛使用除尘器进行除尘。美国采用了除尘风机、湿式纤维除尘器、旋风除尘器等。英国在掘进巷道及掘进机上采用了湿式洗涤除尘器和湿式过滤除尘器。德国在破碎机处、转载点、掘进机上采用了干式布袋除尘器。国外的除尘设备一般体积大、较笨重，但除尘效率高，消音效果好。国内应

用比较普遍的主要是除尘风机、风水除尘器以及负压二次降尘技术等。

(4) 湿润剂。对于一些降低总尘量效果较好而对降低呼吸性煤矿粉尘量不够理想的场合，需提高呼吸性煤矿粉尘降尘效果的技术措施，如在水中加湿润剂。由于水的表面张力较大，对粒径较小的粉尘降尘率仅在 30% 左右。水中加入湿润剂后，可增加水溶液对粉尘的润湿性，从而提高降尘效果。我国煤矿采用的湿润剂有 JFC、HY、SR-1 等，其降尘率一般较清水提高 60% ~ 90%。

(5) 磁化水抑尘。水是一种抗磁性的物质，由成对电子的分子组成，在磁场中都存在着一个微弱的排斥力，当外加一个磁场后，能使原来的抗磁性物质发生磁化，并建立起与原有磁场相反的磁矩。这一外加的磁矩使水的内聚力下降，也就是使水的黏度和表面张力下降。磁化处理后，降低了水的硬度、电导率，净化了水质和提高了水的渗透压力，更主要的是改变了水的晶格结构，使复杂的长链变成短链结构，从而使水珠变细变小，提高雾化程度，增加与粉尘的凝聚机会，特别是对呼吸性粉尘的捕捉能力加强。经磁化处理后，使水的黏度降低，晶体结构变小、水珠变细，有利于提高水的雾化程度，提高固-液界面的吸附作用和润湿作用，增加水与尘粒的接触机会，从而提高降尘效果。水磁化后的平均降尘率一般是清水的 1.91 倍。目前，我国煤矿推广应用的磁水器主要有 TFL 型高效磁化喷嘴降尘器、RMJ 型系列磁水器等。

(6) 泡沫除尘。泡沫除尘是用专门的泡沫发生装置向尘源喷射泡沫，使刚刚生成的粉尘被无间隙泡沫覆盖，从而被湿润、沉积，最终达到降尘的目的。应用泡沫除尘时，先将压缩空气、水、表面活性剂用混合机强行混合后，再送至称为发泡装置的金属网处，形成类似刮脸涂膏的细小泡沫，再通过导管，向指定地点喷射。泡沫除尘适用于尘源较固定的作业地

点,如综采机组、带式输送机等,一般除尘率可达90%以上。泡沫除尘同喷雾洒水除尘相比,其耗水量减少一半以上。这种除尘技术在美国、苏联、波兰等国家得到广泛应用。采用泡沫除尘应注意泡沫剂的成分,其成分应该是无毒的、易溶于水的。

(7) 超声雾化技术。这种除尘方法的特点是在局部密闭的产尘点中,安装利用压缩空气驱动的超声波雾化器,当高速气流冲击雾化器的共振腔时,在气流出口与腔之间由于聚能而产生超声场,水进入超声场时,迅速被雾化成浓密的微细水雾,这种水雾的粒径比普通喷雾器喷出的雾滴粒径(200~400 μm)小10倍左右。同时水迅速捕集并凝聚微细粉尘,使粉尘很快沉降在产尘点,实现就地抑尘的目的。超声雾化技术由于其捕尘机理与普通喷雾捕尘完全不同,在捕尘中耗水量极少,被称为超声干雾捕尘,避免了使用干式、湿式除尘器带来的问题和清灰工作带来的二次污染以及普通喷雾水量过大的弊病。

1.3 采煤工作面粉尘防治技术

采煤工作面粉尘防治主要通过控制粉尘飞扬、捕尘、避开粉尘流等方式降低粉尘浓度,其主要技术措施有煤层注水预湿煤体防尘、采煤机高压喷雾降尘、液压支架自动喷雾降尘以及采煤机随机自动跟踪降尘等。

1.3.1 煤层注水预湿煤体防尘

煤层注水是利用水的压力通过钻孔把水注入即将回采的煤层中,使煤体得到预先湿润,以便减少采煤时浮游煤尘的产生量。煤层注水预湿煤体是降低煤层开采时煤尘产生量最根本、最有效的防尘手段,一般可降低粉尘浓度60%~90%。在综放工作面,煤层注水还起到软化煤体、提高放煤效率和顶煤回收率的作用。