

煤矿粉尘及防治技术研究

Research on Coal Mine Dust and Control Technology

赵建明 孙文涛 刘浩东

Jianming Zhao Wentao Sun Haodong Liu

陕西正通煤业有限责任公司 中国·陕西 咸阳 713600

Shaanxi Zhengtong Coal Industry Co., Ltd., Xianyang, Shaanxi, 713600, China

摘要: 在煤矿生产过程中, 粉尘的产生与扩散成为一个不可忽视的环境问题。粉尘不仅严重威胁矿工的身体健康, 还可能引发爆炸等安全事故, 给煤矿生产和人员安全带来巨大隐患。因此, 对煤矿粉尘的防治技术进行研究, 对于保障矿工生命安全、提高煤矿生产效率、推动煤炭行业的可持续发展具有重要意义。论文围绕煤矿粉尘的产生、危害及防治技术进行探讨, 以期对相关研究和实际应用提供参考。

Abstract: In the process of coal mine production, the generation and diffusion of dust has become an environmental problem that cannot be ignored. Dust may not only pose a serious threat to the health of miners, but also may cause explosions and other safety accidents, bringing great hidden dangers to coal mine production and personnel safety. Therefore, the research on the prevention and control technology of coal mine dust is of great significance to ensure the life safety of miners, improve the production efficiency of coal mine, and promote the sustainable development of the coal industry. This paper explores the generation, hazards, and prevention technologies of coal mine dust, in order to provide reference for related research and practical applications.

关键词: 煤矿; 粉尘; 危害; 防治技术; 研究

Keywords: coal mine; dust; hazard; prevention and control technology; research

DOI: 10.12346/etr.v6i3.9179

1 煤矿粉尘的产生、特性及危害

1.1 煤矿粉尘的产生

在煤矿开采、运输和加工的各个环节中, 粉尘都是一个无法忽视的问题。在开采过程中, 机械设备的操作, 如钻孔、打眼、爆破和掘进, 都会对煤层和岩层造成不同程度的破坏, 这些破坏使得表面的小颗粒固体物质脱落, 随着气流漂浮, 形成粉尘。此外, 装载、落煤、运输和提升等环节也会产生不同形式和程度的粉尘。特别在掘进巷道与回采巷道的交会处, 粉尘的产生量会显著增加。粉尘的产生与多种因素密切相关, 包括煤矿所处的地质条件、开采方式、煤岩性质以及通风情况等。在开采过程中, 摩擦、碰撞、冲击和破碎等因素也会形成大小不一、形状各异、质量不同的固体颗粒, 进一步增加了粉尘的来源^[1]。

1.2 煤矿粉尘的危害

①煤矿工人面临多种危害。首先, 呼吸系统容易受到感染, 吸入的有毒有害物质会严重威胁身体健康, 甚至可能诱发尘肺病。此外, 还会出现肥大性鼻炎、眼角膜损害、粉刺、毛囊炎等疾病。②粉尘具有很高的易爆性。采煤工作面产生的粉尘多为爆炸性粉尘, 当井下粉尘浓度超过安全标准, 遇到明火、电火花或其他特殊情况时, 极易发生爆炸。爆炸会释放大量热能和有毒有害气体, 对操作人员的生命安全构成严重威胁。③粉尘还会缩短设备的使用寿命。工作面和巷道中的大量粉尘会严重磨损精密仪器的阀门开关、仪表等薄弱部位, 导致仪器老化加速, 影响工作效率, 甚至导致仪器无法正常运转。这不仅增加了潜在的安全风险, 还造成了资源浪费和经济损失。④粉尘对采掘工作也有一定的影响。在部分井下工作面, 煤尘浓度过高会严重影响作业人员的视线,

【作者简介】赵建明(1987-), 男, 中国山东德州人, 本科, 工程师, 从事煤矿一通三防研究。

降低能见度，从而导致操作失误，引发工伤事故和严重的安全事故。

2 煤矿粉尘防治技术

2.1 通风除尘

2.1.1 压入式通风

在煤矿粉尘防治中，压入式通风技术是一项关键而有效的手段，它通过将清洁的新鲜空气压入巷道，迅速将产尘点的有害物质排出，提高了巷道的污风排除能力。然而，为了确保该技术的有效运用，需要综合考虑多方面因素，包括矿井结构、通风系统设计、粉尘防治措施等^[2]。首先，压入式通风技术的运用需要充分考虑矿井的结构和布局。在矿井巷道复杂的地质条件下，巷道的形状、长度、高度等因素会影响通风系统的设计和布置。因此，在应用压入式通风技术时，必须充分了解矿井的地质情况，合理规划通风系统的布局，以确保通风气流能够有效到达产尘点。其次，通风系统的设计和调整是确保压入式通风技术有效运用的关键。通风系统需要根据矿井的实际情况选择合适的通风机型、通风管道尺寸和通风参数。在设计过程中，要结合产尘点的位置和特性，调整通风机的位置和方向，以最大程度地提高清洁空气的送风效果。在实际操作中，通风参数的调整也是至关重要的。通过调整风量、风速等参数，可以根据产尘点的实际情况实现精确的通风控制。一方面，适时地监测和调整通风系统的运行状态，根据需要灵活变化通风参数，确保清洁空气能够迅速、充分地达到产尘点，提高排风效果。另一方面，对于压入式通风技术的有效运用，需要配合其他粉尘防治措施。例如，可以在产尘点周围设置防尘帘，通过物理隔离减少粉尘扩散的可能性。最后，采用湿式降尘、雾炮等湿法喷雾技术，将水雾喷洒到产尘区域，有效地减少粉尘的扬起。关键时刻，对于矿井内的污风排除和通风效果的监测也是非常必要的。通过实时监测巷道内的空气质量、粉尘浓度等指标，及时了解通风系统的运行状态，发现问题并及时调整，以确保通风系统的持续高效运行。

2.1.2 抽出式通风

在煤矿粉尘防治中，抽出式通风技术是一项关键而有效的手段，它通过将含有粉尘的空气抽出矿井巷道，迅速排除产尘点附近的有害物质，达到减少粉尘浓度、改善通风环境的目的。首先，抽出式通风技术的运用需要充分考虑矿井的结构和通风系统的设计。在不同的矿井工况下，巷道的形状、长度、高度等因素会影响通风系统的设计和布置。因此，在应用抽出式通风技术时，必须充分了解矿井的地质情况，合理规划通风系统的布局，确保通风设备能够有效地抽出含尘气体。其次，通风系统的设计和参数调整是确保抽出式通风技术有效运用的关键。通风系统需要根据矿井的实际情况选择合适的抽风机型、通风管道尺寸和抽风参数。在设计过程中，要根据产尘点的位置和特性，调整抽风机的位置和方

向，以最大程度地提高抽出粉尘的效果。在实际操作中，抽出式通风技术的运用还需要结合其他粉尘防治措施。例如，可以在产尘点周围设置喷雾装置，通过湿法喷雾减少粉尘的扬起，提高抽风效果。再次，对于特别灰尘密集的区域，可以考虑采用局部抽尘罩进行局部抽风，进一步减少粉尘的扩散。实时监测煤矿巷道内的空气质量和粉尘浓度，根据监测结果调整通风系统的运行状态，确保抽出式通风技术能够持续有效地工作。最后，工作人员需要接受专业培训，具备相关技术知识，以确保抽出式通风技术的安全运行。定期对通风设备进行检修和维护，保持设备的良好状态，预防设备故障，确保通风系统的稳定运行。

2.1.3 混合式通风

煤矿粉尘防治一直以来都是煤矿安全管理的焦点，而混合式通风技术的运用在这一领域中展现出卓越的效果。混合式通风技术基于将新鲜空气与废气混合，以达到最佳通风效果的原理，通过一系列的系统设计和智能化监控手段，它在煤矿粉尘防治中发挥着关键的作用。首先，混合式通风技术在通风系统的优化设计上起到了决定性的作用。通过科学合理的风道设置、风机位置布局以及出风口的合理安排，确保通风系统在整个矿井中形成合适的气流分布。这样一来，新鲜空气和废气能够充分混合，避免了死角和死区的产生，从而提高了通风系统的整体效能。其次，风机性能的提升是混合式通风技术取得成功的关键因素之一。在煤矿粉尘防治中，采用具备高风量、高风压、低噪音等特点的先进风机设备，可以更好地实现新风与废气的混合，提高通风系统的整体效率。这种优越性能的风机不仅能够更好地适应煤矿环境的复杂性，而且能够有效地减少粉尘的扩散，为工人提供更为清新的工作空间。智能化监控系统在混合式通风技术中的应用更是使整个防尘体系更加智能和高效。通过实时监测矿井内的空气质量、粉尘浓度等关键参数，传感器采集的数据被用于自动调整通风设备的运行状态。这不仅实现了对通风系统的精准控制，也使得系统能够及时发现和解决通风系统中的问题，从而更好地保障了工人的安全。多层次排风系统的应用进一步提升了混合式通风技术在煤矿粉尘防治中的效果。考虑到煤矿内部结构的复杂性，设置多个层次的通风设备，使得新风和废气在不同层次得以混合，从而提高通风效果，避免了由于矿井内部结构的复杂性而产生的通风死角。最后，防尘设备的有机整合是混合式通风技术在煤矿粉尘防治中的完美呈现。通过引入喷雾降尘装置等防尘设备，可以在通风系统的基础上进一步降低粉尘的浓度，保护工人的呼吸系统，提高工作环境的整体清洁度^[3]。

2.2 煤层注水

煤层注水技术是煤矿粉尘治理领域中一项卓越的工程手段，通过在煤层中钻孔并注入高压水，实现对煤体的全面湿润，从而有效减少粉尘的飞扬。一方面，注水技术通过注入高压水，使水分均匀分布在煤体的裂隙、孔隙以及一些超微

细孔隙中。这种均匀分布的过程确保了整个煤体都能够得到湿润,不仅降低了煤尘的飞扬风险,同时也有助于改善煤体的物理性质,提高煤体的稳定性。另一方面,通过高压水的注入,可以有效改善煤体内部的湿润程度。这种湿润不仅限于表面,更深入地渗透到煤体的内部,充分润湿煤炭颗粒之间的间隙,阻止粉尘颗粒之间的摩擦,减缓煤尘的产生速率。因此,注水技术在源头上减少了粉尘的生成,为煤矿粉尘治理提供了一种可行而有效的途径。然而,值得注意的是,中国大多数煤矿的煤层裂孔隙发育并不十分理想,连通性较差。这导致水流在煤层中的渗透阻力不可预知,有时甚至可能造成部分区域无法达到充分湿润的效果。因此,在实际应用中需要针对不同煤层的特点,合理设计注水方案,以提高注水效果。

2.3 喷雾降尘

在煤矿粉尘防治领域,喷雾降尘技术作为一项重要而高效的手段,已经得到了广泛的应用。该技术通过喷射高压水形成微小水雾,将其与悬浮在空气中的粉尘颗粒结合,从而达到降低粉尘浓度、减轻粉尘飞扬的效果。首先,喷雾降尘技术的运用涉及喷雾系统的设计与布置。在煤矿生产现场,喷雾系统通常由高压水泵、喷雾头、管道等组成。通过合理的设计,喷雾头可以覆盖整个作业区域,确保水雾能够有效覆盖粉尘的产生源,如煤矿工作面、传送带等。喷雾系统的布置要充分考虑煤矿的地质结构和作业布局,以确保水雾能够达到最大的覆盖面积。其次,运用喷雾降尘技术需要根据实际情况调整水雾的颗粒大小和喷雾密度。喷雾头产生的水雾颗粒大小直接影响水雾与粉尘颗粒结合的效果。较小的水雾颗粒更容易与细小的粉尘颗粒结合,形成较大的颗粒,增加粉尘的自重,使其更容易沉降。喷雾密度的调整可以根据实际粉尘浓度进行,以确保喷雾系统的运行达到最佳降尘效果。最后,喷雾降尘技术的运用还需要考虑喷雾水的来源和质量。优质的水源有助于提高喷雾效果,并减少对设备的损耗。同时,喷雾水的质量应符合相关环保要求,避免因喷雾过程中产生的水雾对环境造成负面影响。喷雾降尘技术的运用不仅在煤矿作业面上发挥作用,还可在煤矿装卸、运输、运输等环节进行全面覆盖。例如,可以在煤堆场设置定点喷雾系统,对裸露的煤堆进行定时喷淋,有效减少煤场的粉尘扬尘问题。在煤矿传输系统中,通过在输送带上方设置喷雾装置,实现对煤炭的喷淋,有效防止粉尘的扩散。

2.4 化学抑尘

化学抑尘技术作为煤矿粉尘防治的一项重要手段,在煤

矿生产中发挥着关键的作用。该技术主要通过使用化学抑尘剂,改变粉尘颗粒表面性质,提高其自重和湿附性,从而达到减少粉尘扬尘、改善工作环境的目的。在煤矿粉尘防治中,化学抑尘技术的运用涉及多个方面,包括抑尘剂的选择、喷洒系统的设计以及实际应用场景的考虑。一方面,抑尘剂的选择至关重要。不同种类的抑尘剂具有不同的化学成分和性质,因此在选择抑尘剂时需要综合考虑煤矿工作环境、粉尘特性以及抑尘剂的适用性。常见的抑尘剂包括有机聚合物、矿物油、表面活性剂等。这些抑尘剂在喷洒后,能够形成一层薄膜覆盖在粉尘颗粒表面,有效提高颗粒的湿附性和自重,减缓其在空气中的悬浮速度,从而达到抑尘的效果。另一方面,喷洒系统的设计是化学抑尘技术应用的另一个关键环节。合理设计的喷洒系统可以确保抑尘剂均匀喷洒到煤矿作业区域,达到最佳的抑尘效果。喷洒系统通常包括喷嘴、管道、泵站等组成,通过设置不同喷洒点、调整喷洒压力和喷洒角度,使抑尘剂均匀覆盖目标区域。这样的系统设计不仅提高了抑尘的效率,还降低了抑尘剂的使用量,节约成本。在实际应用场景中,化学抑尘技术还需要考虑环境友好性和抑尘效果的持久性。合理选择环保型的抑尘剂,降低对土壤和水质的影响,是保障环境可持续的重要一环。同时,抑尘效果的持久性也是考量技术优劣的关键指标之一,喷洒后能够保持较长时间的抑尘效果,减少了频繁喷洒的需求,提高了效益。

3 结语

近年来,随着中国煤炭行业大规模生产以及设备机械化程度不断提高,所面临的挑战越来越严峻,煤矿工人的健康和环境保护遭遇严重威胁。针对粉尘污染问题,国内外学者不断探索粉尘治理方法,促使中国粉尘防治取得很多突破性成就。然而,受煤矿的地质构造、煤层赋存条件、煤岩物理性质、环境温度和湿度、开采方式等众多因素的影响,中国粉尘防治技术依然存在较大的进步空间,为进一步提高粉尘治理效率,提出以下建议和展望。

参考文献

- [1] 许胜超.煤矿粉尘防治技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(12):3.
- [2] 段元华.煤矿粉尘防治的研究[J].内蒙古煤炭经济,2023(4):61-63.
- [3] 徐占金,王毅.露天煤矿粉尘危害与起尘机理及其治理措施[J].内蒙古煤炭经济,2022(14):3.