

# 煤矿井下带式输送机巷道防尘措施实施效果分析

李爽

天地（常州）自动化股份有限公司 江苏 常州 213000

**【摘要】**：带式输送机是煤矿井下原煤运输的主要设备，带式输送机在运行过程中产生的大量粉尘既会对作业人员造成健康危害，又会引发煤尘爆炸，对煤矿安全生产构成严重威胁。本文根据某煤矿井下带式输送机巷道的实际生产情况，分析巷道粉尘产生的主要机理，介绍源头控尘、过程降尘、末端净化和管理防控等综合防尘措施的实施方法，用现场检测数据对比的方式对各项防尘措施的实施效果进行系统的分析，找出目前措施存在的不足并提出相应的改进意见，为煤矿井下带式输送机巷道防尘工作优化完善提供理论依据和实践借鉴。

**【关键词】**：煤矿井下；带式输送机；巷道防尘；实施效果；粉尘治理

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.066

## 1 引言

目前我国煤矿行业对于井下粉尘治理越来越重视，各种防尘技术及措施逐渐应用到生产实践中，但是部分煤矿带式输送机巷道仍然存在粉尘浓度超标、防尘措施效果不佳、长效性不足等问题。因此，对带式输送机巷道防尘措施的实施效果进行系统的分析，改进防尘方案，对保证煤矿安全生产、保护职工身体健康有着十分重要的现实意义。本文根据某矿实际情况，对井下带式输送机巷道防尘措施的实施效果进行详细的分析，给其他煤矿的防尘工作提供一定的参考。

## 2 煤矿井下带式输送机巷道粉尘产生机理

### 2.1 转载点粉尘产生机理

转载点是带式输送机巷道粉尘产生的主要来源，有原煤从采掘工作面转载到输送机、输送机之间转载和输送机向煤仓转载等环节。原煤从高处落下时，和空气发生剧烈的摩擦，物料颗粒之间互相碰撞、破碎，产生大量的粉尘。原煤下落时会产生负压区，把周围沉积的粉尘再次扬起，加重了粉尘污染。转载点粉尘的产生量与物料下落高度、转载速度、物料湿度有关，下落高度越高、转载速度越快、物料湿度越低，粉尘产生量越大。

### 2.2 胶带运行过程粉尘产生机理

带式输送机运行时，胶带和托辊、滚筒之间存在摩擦作用，如果胶带表面有煤泥或者细小的煤粒，摩擦过程中就会产生粉尘。同时胶带运行时会产生气流扰动，当气流速度达到一定的值时，就会把输送机周围沉积的粉尘扬起，产生二次扬尘。另外，胶带跑偏、松弛等都会使胶带和设备之间摩擦增大，从而造成粉尘增多。

### 2.3 物料洒落粉尘产生机理

带式输送机运转时，因为胶带跑偏、物料装载不均、挡板损坏等缘由，部分原煤会从胶带上落下来到巷道地面。洒落的物料在人员走动、设备振动和气流扰动的作用下，又会重新扬起粉尘，造成二次污染。尤其在输送机机头、机尾等处，物料洒

落严重，粉尘污染也大。

## 2.4 巷道环境对粉尘扩散的影响

煤矿井下带式输送机巷道空间狭小、通风条件差，粉尘产生后不能迅速扩散排出。巷道内风速太小，粉尘会一直悬浮在空气中，造成粉尘浓度不断上升；风速太大，会使粉尘扬起、扩散，污染范围变大。巷道湿度、温度等环境因素都会影响粉尘的沉降速度，湿度越低，粉尘沉降速度就越慢，污染时间就会长一些。

## 3 煤矿井下带式输送机巷道防尘措施实施

### 3.1 源头控尘措施

源头控尘是减少带式输送机巷道粉尘产生的主要方式，主要是通过改善物料特性、改变转载结构等手段，从源头上减少粉尘的产生。物料预处理时，对入井原煤洒水湿润，使原煤含水率保持在8%到12%之间，增大物料颗粒间的粘结力，减小物料破碎和扬尘。在采掘工作面出口处设筛分装置，除去原煤中细小颗粒，减少转载、运输过程中粉尘的产生量。在转载点改造上，将传统的转载点改为封闭式结构，安装全封闭控尘装置，如同给煤流搭起透明防护隧道，把扬尘完全挡在有限空间里，由被动降尘变为源头控尘。同时对转载点溜槽进行优化设计，缩短物料下落高度，使下落高度 $\leq 1.5\text{m}$ ，在溜槽内设置缓冲装置，减小物料下落时的冲击、摩擦，降低粉尘产生量。另外在转载点处加装密封挡板，减小粉尘从缝隙处逸出。

### 3.2 过程降尘措施

过程降尘主要是对输送机运行过程中产生的二次扬尘进行处理，采用喷雾降尘、胶带清扫等方法，及时控制粉尘扬起和扩散。喷雾降尘是应用最广的过程降尘措施，在带式输送机机头、机尾、转载点和巷道两侧，按照一定的距离设置高压喷雾装置。喷雾装置使用雾化喷嘴，把水雾化成细小的水滴，形成水幕，粉尘经过水幕时，水滴和粉尘颗粒相互碰撞、吸附，使粉尘颗粒增大而沉降。根据巷道实际状况，正确设置喷雾压力及喷雾量，保证喷雾对整个输送机断面以及粉尘产生区域能

够起到覆盖作用。同时在巷道内每隔 200 米设一个全断面升降式自动喷雾装置,既能降低粉尘浓度,又能降低巷道环境温度,达到降尘降温的效果。

胶带清扫采用分级清扫的方式,在卸载点装设弹簧式清扫器,对胶带表面做初步的清理工作;在驱动和张紧段装设水冲式清扫装置,经过一级冲刷、二级精洗,使胶带表面的煤泥残留物控制在合适的范围内,减小胶带运行时的摩擦扬尘。清理出的煤泥水通过漏斗装置进入水沟,然后流入沉淀池进行处理后循环使用,既可以减少污染,又可以节约水资源。

### 3.3 末端净化措施

末端净化主要是对巷道内悬浮的粉尘进行通风除尘、粉尘收集等处理,使粉尘排出巷道或者收集处理,从而降低巷道内的粉尘浓度。通风除尘上改进巷道通风系统,调节好通风风量,保证巷道内风速为 0.5m/s~1.5m/s,既可以防止粉尘积聚造成扬尘,又不会因为风速过大而加重扬尘。输送机巷道末端设除尘风机、除尘器,除尘器采用高效过滤材料,对空气中的悬浮粉尘进行过滤净化,净化后的空气重新排入巷道,实现循环利用。对重要的地方采取长压短抽通风除尘方式,装设抽出式局部通风机及高效干式除尘器,设置自动分风装置,保证风筒、设备同时前进,使粉尘得以排出。粉尘收集上在巷道地面铺防尘垫,减小人员走动、设备振动所造成的二次扬尘,输送机两侧设粉尘收集槽,定时清理、回收粉尘,防止粉尘积聚后再次飞扬。

### 3.4 管理防控措施

建立健全防尘管理制度,制定粉尘治理专项方案,明确各个岗位人员的防尘责任,将粉尘治理工作纳入安全生产考核体系,定期对防尘措施的落实情况进行检查考核,对不按要求落实防尘措施的人员进行问责。另外编制煤矿井下原煤运输系统无尘化改造技术规范,对设备选型、安装精度、操作流程等做出统一规定,保证技术推广应用不走样。加强作业人员培训,定期开展粉尘危害知识、防尘措施操作方法、应急处置技能培训,提升作业人员防尘意识及操作能力,使作业人员会正确使用喷雾装置、除尘器等防尘设备,会正确佩戴防尘口罩等个体防护用品。加强防尘设备的维护工作,实行井下设备巡检定人、定时、定线制,定期对喷雾装置、除尘器、清扫器等设备进行检查、检修和更换,及时处理设备故障,保证设备一直处于良好的运行状态。每年对除尘系统进行一次性能检测,及时更换磨损的部件,把粉尘治理作为矿长安全办公会议的内容之一,定期研究改进措施。

## 4 防尘措施实施效果检测与分析

为了检验带式输送机巷道防尘措施的实施效果,在某煤矿井下带式输送机巷道选择 3 个典型的检测点,分别是转载点、输送机中段、巷道末端,用粉尘浓度检测仪对防尘措施实施前

后粉尘浓度进行检测对比。检测指标为总粉尘浓度、呼吸性粉尘浓度,检测方法严格按照煤矿井下粉尘综合防治技术规范执行,每个检测点连续检测三次,取平均值作为检测结果。

### 4.1 检测数据对比

防尘措施实施前后各个检测点的粉尘浓度检测数据如下表所示。实施前转载点总粉尘浓度平均值为 102.3mg/m<sup>3</sup>,呼吸性粉尘浓度平均值为 38.5mg/m<sup>3</sup>;输送机中段总粉尘浓度平均值为 78.6mg/m<sup>3</sup>,呼吸性粉尘浓度平均值为 29.3mg/m<sup>3</sup>;巷道末端总粉尘浓度平均值为 65.2mg/m<sup>3</sup>,呼吸性粉尘浓度平均值为 24.1mg/m<sup>3</sup>。

实施之后,转载点总粉尘浓度平均值由原来的 9.0mg/m<sup>3</sup> 降到 7.8mg/m<sup>3</sup>,呼吸性粉尘浓度平均值由原来的 8.0mg/m<sup>3</sup> 降到 3.2mg/m<sup>3</sup>;输送机中段总粉尘浓度平均值由原来的 17.0mg/m<sup>3</sup> 降到 18.5mg/m<sup>3</sup>,呼吸性粉尘浓度平均值由原来的 10.0mg/m<sup>3</sup> 降到 6.7mg/m<sup>3</sup>;巷道末端总粉尘浓度平均值由原来的 15.0mg/m<sup>3</sup> 降到 12.3mg/m<sup>3</sup>,呼吸性粉尘浓度平均值由原来的 11.0mg/m<sup>3</sup> 降到 4.5mg/m<sup>3</sup>。

### 4.2 实施效果分析

从检测数据可知,各项防尘措施实施之后,带式输送机巷道各个检测点的总粉尘浓度和呼吸性粉尘浓度都有大幅度的降低,防尘效果明显。转载点粉尘浓度下降最明显,总粉尘浓度下降率 92.4%,呼吸性粉尘浓度下降率 91.7%,主要是由于封闭式转载结构、高压喷雾装置的共同作用,有效地控制了转载环节的粉尘产生和扩散。输送机中段粉尘浓度降低率为 76.5%,呼吸性粉尘浓度降低率为 77.1%,说明喷雾降尘、胶带清扫可以很好地控制胶带运行时的二次扬尘,减少粉尘在巷道内停留时间。巷道末端粉尘浓度下降率为 81.1%,呼吸性粉尘浓度下降率为 81.3%,说明通风除尘、粉尘收集措施有效地把巷道内悬浮的粉尘排出和收集起来,使巷道内粉尘浓度降低。防尘措施实施之后,巷道内的粉尘堆积情况明显变好,设备的运行环境得到了改善,设备的磨损率下降,作业人员的作业环境得到明显的改善,尘肺病的发病率也大大降低。建立长效管理机制来保证防尘措施的运行稳定性,设备完好率一直保持在 98%以上,故障处理及时率 100%,粉尘治理长效化。从整体上看,本次所采取的综合防尘措施可以较好地控制带式输送机巷道粉尘浓度,符合煤矿安全生产及职业健康的要求。

## 5 防尘措施优化改进建议

### 5.1 优化喷雾装置配置,消除降尘盲区

对于喷雾装置雾化效果不好、覆盖面积小的状况,主要对喷雾系统的配置进行改进。更换雾化效果更好的高压雾化喷嘴,根据输送机巷道宽度、胶带尺寸,科学调整喷雾角度、喷雾压力,保证喷雾可以完全覆盖整个输送机断面,特别是胶带边缘容易产生粉尘盲区的的地方,彻底消除喷雾死角。采用智

能喷雾控制方式,把智能喷雾控制系统同粉尘浓度检测装置融合起来,从而达成对喷雾降尘实施智能化调节的目的。系统可以根据巷道内实时的粉尘浓度自动调节喷雾量、喷雾时间、喷雾频率,当粉尘浓度超过设定值时自动启动喷雾,达到设定值时自动停止喷雾,提高防尘的针对性,又不会造成水资源的浪费,达到降尘效果和节能降耗的目的。

### 5.2 完善粉尘收集清理机制,杜绝二次扬尘

建立粉尘收集槽常态化清理制度,确定清理周期、清理标准、具体责任人,把清理工作纳入到日常安全生产考核中,保证收集的粉尘能够及时清运、规范处理,防止粉尘堆积后因为人员走动、设备振动而产生二次扬尘。优化粉尘收集槽的设计结构,增大收集槽宽度、加深槽体深度,在槽体边缘加装防溢挡板,减少粉尘遗漏,在收集槽底部设倾斜坡度,利于粉尘汇集和清理,进一步提高粉尘收集效率,从源头上杜绝收集环节的二次污染。

### 5.3 提升防尘设备信息化水平,实现精准防控

全面安装粉尘浓度实时监测系统和防尘设备运行状态监测系统,在输送机巷道各重要检测点、防尘设备安装处,合理设置监测传感器,实时采集粉尘浓度数据、设备运行参数,经由数据传输系统汇总到地面监控中心,从而达到对巷道粉尘状况以及设备运转状况的实时监控目的。建立智能化管控平台,对监测数据进行分析处理,当粉尘浓度超标或者设备出现故障的时候,自动发出预警信号,提醒工作人员及时处理,达到粉尘精准防控、设备故障快速响应的效果。对纳米纤维滤材进行

升级,开发井下粉尘治理数字孪生系统,实现防尘设备智能运维,使防尘技术向着智能化、精细化的方向发展。

### 5.4 建立效果检测评估机制,动态优化方案

建立防尘措施实施效果定期检测评价制度,每月对粉尘浓度进行全面检测,每季度进行综合评价,检测对象为输送机巷道所有重要部位,检测项目有总粉尘浓度、呼吸性粉尘浓度等,保证检测数据真实、全面反映防尘效果。根据检测评估结果,结合煤矿生产实际情况的变化,及时调整优化防尘方案,对效果不佳的措施进行整改,对老化、低效的防尘设备进行更换升级,不断提高防尘措施的针对性和有效性,保证巷道粉尘浓度一直控制在国家规定的标准范围内,实现粉尘治理的长效化、常态化。

## 6 结论

煤矿井下带式输送机巷道粉尘产生机理比较复杂,主要是由转载点、胶带运行、物料洒落等环节造成的,并且受到巷道环境的影响较大。采用源头控尘、过程降尘、末端净化、管理防控的综合防尘措施,可以有效地降低巷道粉尘浓度,改善作业环境,保证作业人员身体健康和煤矿安全生产。通过改善喷雾装置的配置、创建粉尘收集清理制度、加强人员培训、提高信息化水平等方式,可以进一步提高防尘的效果,达到粉尘精准治理、长效防控的目的。本文的研究成果对同类型的煤矿井下带式输送机巷道防尘工作有参考价值,以后可以结合智能化技术的发展,继续探索高效的、智能的防尘技术与措施,推进煤矿粉尘治理工作朝着精细化、智能化的方向发展。

## 参考文献:

- [1] 王崇富.煤矿巷道掘进的综合降尘与防尘技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2025,(12):130-132.
- [2] 潘兴波,徐传亮,侯祥建.煤矿巷道掘进的综合降尘及防尘措施[J].内蒙古煤炭经济,2024,(21):61-63.
- [3] 支萌.煤矿巷道掘进过程中的综合降尘防尘技术及措施[J].矿业装备,2024,(11):94-96.
- [4] 韩海亭.煤矿巷道掘进的综合降尘与防尘技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(14):16-18.
- [5] 韩华.煤矿巷道掘进的综合降尘与防尘技术研究[J].能源与节能,2024,(07):168-170+174.