

非铺装路面斜坡道拉运粉尘综合治理

于广鹏*, 邸冬

(巴彦淖尔西部铜业有限公司, 内蒙古 临河 015000)

摘要:斜坡道在诸多矿山企业的生产中都会承担较多的运输任务,干燥地区非硬化路面的运输扬尘甚至会成为井下最重要的污染源.本文将地表环境影响评价方面的概念适当引入到井下环境治理中,并以某矿为例介绍了拉运过程中粉尘的综合治理经验,同时将路面型抑尘剂运用到井下环境治理中.通过对降尘效率测定分析,发现其效果显著,同时还具有很强的经济性,具有很好的应用推广价值.

关键词:非铺装路面;斜坡道;运输;降尘;抑尘剂

中图分类号:TD714 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2018)01-0058-05

The Comprehensive Governance of Dust Transport in Ramp of Unpaved Road

Yu Guangpeng, Di Dong

(Bayannur Western Copper Industry Co. Ltd., Linhe 015000, China)

Abstract: Ramps are normally responsible for transportation tasks in most mines. The dust caused by underground transportation in dry and nonhardened pavement can become the main source of pollution in the underground. This paper introduces the concept of environmental assessment to the underground environment governance. It also takes a certain mine's comprehensive governance of dust as a case study. Moreover, some dust suppressants are applied to the underground environment governance; both the correlative tests and analysis have indicated that the dust suppressants are functional and economical, and worthy of wide spreading.

Keywords: unpaved roads; ramp; transport; de-dust; dust suppressant

在金属非金属井工矿山,斜坡道作为第二安全出口,往往同时还承担着一部分甚至大部分矿产废石的拉运工作^[1].由于矿山多采用负压通风方式,斜坡道会成为主进风线路,在北方干燥地区,一车拉运就会出现全矿大范围的粉尘严重超标,运输扬尘成为井下污染治理的一个难题,是严重危害井下作业人员职业健康的重要因素^[2].

1 斜坡道运输扬尘原因分析

斜坡道运输粉尘污染是一个多重因素综合作用累加起来的结果,往往采用单一的措施很难有效控制.只有深度多角度分析其产尘的影响因素,才能运用系统的方法进行有效治理,接下来将通过扬尘扩散机理、环评概念、产尘动作3个方面多角度来分析影响扬尘产生的因素.

1.1 扬尘扩散机理

斜坡道运输产尘主要与运输车辆、干燥路面、进风流有着直接而密切的关系,其车辆活动是扬尘的主

要动力来源,风流流动作为扩散辅助动力源;干燥路面、矿产废石、喷浆料是粉尘的主要来源;干燥的空气是促进产尘量的重要环境因素^[3].

1.2 环境影响评价相关概念

斜坡道粉尘污染方式以点源和线源为主,矿产废石装载过程中的污染为点源污染,车辆运输拉运过程中的污染为线源污染,鉴于井下污染与地表污染的相似性,从环评专业治理的角度来寻求治理思路不失为一种可行的方式^[4].

1.3 具体产尘动作

其斜坡道污染主要为拉运车辆运输,当然辅助车辆也不可小觑,具体主要为车辆碾压卷起浮尘、车辆行驶扰动形成诱导气流、粗糙的路面经车辆碾压导致凹陷内的空气膨胀、车辆共振等,斜坡道拉运产尘主要动作点见表1.

表1 拉运产尘主要动作点

产尘部位	产尘方式	影响程度	治理顺序
车轮	车轮卷起、凹陷空气膨胀	非常大	首要
排气管	高速尾气直喷	非常大	首要
储气瓶泄压阀	高压气流直喷	较大	首要
散热风扇	缺少护板的散热风扇卷起浮尘	较大	首要
发动机共振	导致车厢、边帮顶板浮尘散落	一般	次要
装载卸矿	干燥矿石产生大量扬尘	非常大	首要

2 斜坡道拉运扬尘治理思路

通过上述分析不难得出一个结论,车辆,粉尘源,适宜的空气湿度这3个方面,每方面做到极致都可以有效的抑制粉尘,但在生产实践过程中很难做到极致,往往斜坡道运输是矿山生产需要实行的且不可取代的生产方式,而粉尘源也伴随着非铺装路面、铲装矿、喷浆料下放等一系列的客观现实而存在,同时干燥的路面及空气也意味着井下出水点非常少,因此结合上述3个重要产尘影响因素采取综合措施进行系统化的治理是唯一可行思路.同时结合环评方面相关知识,即点源要采取根源治理的措施(加湿矿物或在尘源处有专用回风通道),避免粉尘产生出现扩散后再考虑降尘或者抑尘.而线源要采取治理粉尘源、动力源、传播源3种综合措施.下文将结合实例对上述思路进行详细描述.

3 斜坡道拉运扬尘治理措施

3.1 点源治理措施

与斜坡道贯通短溜井在溜铲装作业时会产生大量的粉尘,常规采取的措施有:限制短溜井通风风速,在短溜井车场设置风帘,一般过风量在 $5\text{ m}^3/\text{s}$ 左右即可满足大型车辆配风风量要求,因此为不影响矿车运输可在运输巷道设置风帘.经测定采用 10 mm 厚度, 200 mm 宽度的风帘在 $3\text{ m}\times 3\text{ m}$ 的巷道中,单道风帘风阻约为 $1.5\text{ N}\cdot\text{s}^2/\text{m}^8$ ^[5].同时将矿物打湿后装载,车辆通道路面洒水,风速降低后可以有效提升路面的保湿时间.在某些同等条件下,风速在 3.0 与 $0.5\text{ m}^3/\text{s}$ 环境下,经计算蒸发量前者是后者的2.5倍,即风速对路面的保湿有着显著的影响,风帘见图1.



图1 风帘

3.2 线源治理措施

粉尘源:直接粉尘源为路面,在井下粉尘同样会沉积在巷道两帮及顶板上,形成一层不稳定的粉尘源,

随着车辆运输会在四周形成高速紊流以及共振,导致巷道四周不稳定的粉尘源二次进入风流中造成污染,因此路面治理为首要,巷道壁面清理次之.上文已经介绍过频繁洒水会导致运输车辆打滑严重影响安全运行,且成本较高.作者将以获各琦铜矿为例,将路面型抑尘剂引入到斜坡道洒水降尘中,达到了非常理想的使用效果.该抑尘剂为湿润型抑尘剂,主要用于提高水的抑尘效率,如应用于控制大气飘尘的喷雾系统,湿式除尘器,各种细颗粒物的预湿润,煤层注水预湿润,颗粒物料和废物料的预湿润,以及道路扬尘控制等^[6].

某公司生产的路面型抑尘剂主要应用于多尘路面、露天矿开采、建筑工地、港口和煤炭及矿石堆场有车辆碾压的路面,矿山斜坡道完全符合上述使用场所的要求,同时该路面型抑尘剂除有固结、润湿、凝并功能外,还具有吸水保湿以及防冻功能,在相对湿度达到 30% 以上时,具备吸收空气中水分的功能,使用浓度为 20%,喷洒量为 $0.5 \sim 2.0 \text{ kg/m}^2$,20% 混合浓度液体在 $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ 环境中不结冰^[7],见图 2.

该矿一次性购置了 5 t 路面型抑尘剂,对 6 400 m 长度合计 $25\,600 \text{ m}^2$ 的斜坡道路面进行喷洒,喷洒宽度约为 4 m,斜坡道宽度为 5 m,每平方米喷洒量为 0.97 kg,使用后 3 d 内路面湿润度理想,但 3 d 后路面开始干燥,决定每天用洒水车补充 1 遍水分,20 d 后对斜坡道补水 24 h 后进行观测,车辆行驶后经测定全尘含量约为 10 mg/m^3 ,现场效果见图 3,原有洒水后 20 h 测定全尘含量约为 48 mg/m^3 ,通过数据对比应该说具有显著的效果,且保湿时间延长后,洒水次数也在大幅降低,原有每天洒水 2 次,2 个作业班,现为 1 个作业班即可,连续观测 60 d 后效果降低显著,有效期约为 45 ~ 60 d.经济效益对比见表 2.



图 2 路面型抑尘剂融水后效果

表 2 经济效益分析

抑尘方式	单价	总量	施工费用	合计总费用
抑尘剂	5 000 元/t	5 t	1 200 元/台班×3	28 600 元
洒水车	单价	减少次数	合计	2 个月节省费用
	1 200 元/台班	60 台班	72 000 元	43 400 元

通过对比不难发现抑尘剂具有较好的经济效益,同时在补水后暂停 2 h 即可安全拉运,路面平整度也更好,使用后路面成板结状,未使用抑尘剂的地点路面即使洒水车辆碾压后依然呈现松散状态.补水 24 h 后效果见图 3.

通过对第一次实验性总结发现,抑尘剂喷洒数量偏少;空气湿度较为干燥,相对湿度约为 25%,可以在关键进风口选择合适位置加装喷雾装置,增加空气湿度;巷道两侧根部未能喷洒到位;抑尘剂适当调整配方,将吸收空气水分相对湿度调整为 25%,通过上述措施可以进一步提升抑尘剂的效果.



图 3 抑尘剂施工 20 d 且补水 24 h 后效果

针对巷道壁面积存的粉尘,可以采用清洗的方式进行,但人工清洗费时费力且清洗水量不好控制,针对这一问题可以利用高压清洗设备对巷道进行机械化清洗,具体主要设备构成:北奔单桥卡车、 4 m^3 水箱、高压清洁机(23 Ps 油机+50 kg 高压柱塞泵)、水管、喷头(1/8MVNP4056)^[8],具体改装见图 4,使用移动清洗设备可 1 d 对井下 6 400 m 长斜坡道进行彻底清洗,清洗后的效果见图 5.

动力源:粉尘在随风流运动过程中主要受力为流体拖拽力和重力^[9].由于井下运输出于成本方面的原

因,往往采用普通民用卡车,民用卡车在狭小的井下空间内会成为一个重要的污染源,如尾排管口、气刹储气瓶泄压阀、发动机风扇无下护板都会成为扬尘的重要动力来源,同时辅助车辆的运行也会增加污染,因此针对上述问题,需要将尾排管、储气瓶泄压阀喷口更改方向避免直喷地面,发动机风扇下护板要及时维护,不得无护板运行,辅助车辆需要控制下井次数或者将下井时间调整,避免早班高峰期集中下井.

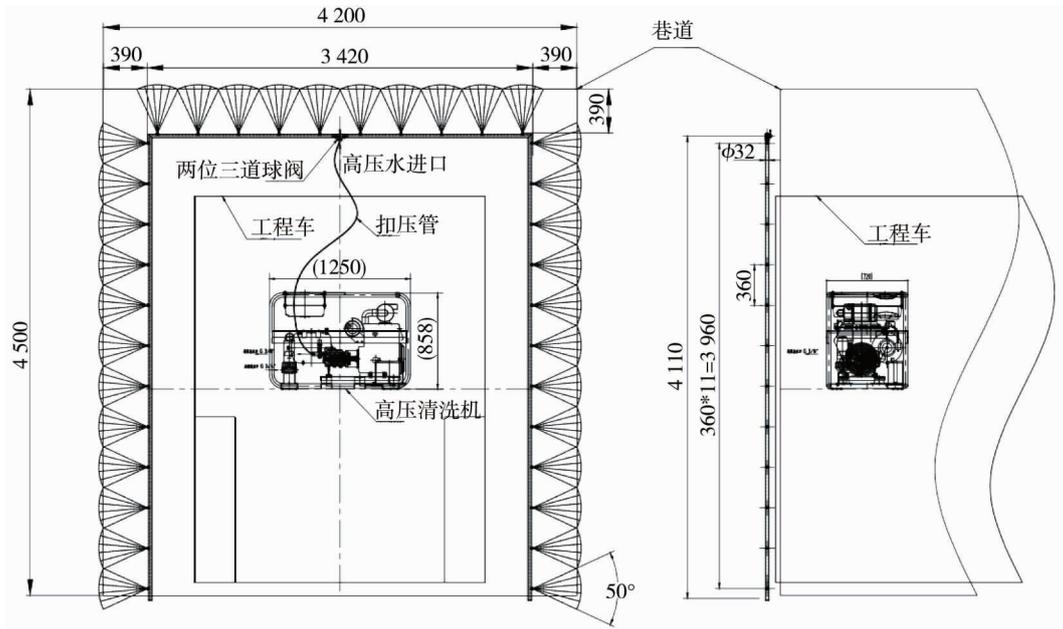


图 4 高压清洗车改装设计

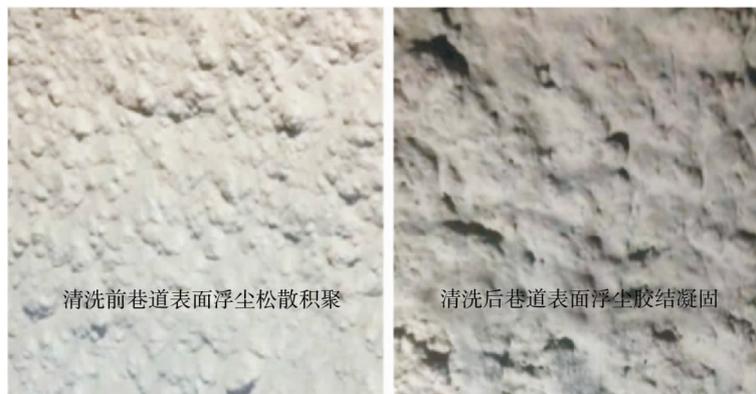


图 5 斜坡道巷道壁清洗前后效果对比

传播源:粉尘的传播扩散源即为斜坡道下行风流,由于斜坡道断面尺寸大,风阻较小,往往进风量较大,风速很高,因此针对有条件的矿山,如为降尘考虑,可将斜坡道风量配备满足井下运输车辆的需风量即可,不宜无控制大量进风,同时过高的风速也会增加蒸发量,对扬尘会产生双向促进作用^[10].在通风系统规划设计方面,斜坡道作为主进风线路需要超前考虑运输污染方面的问题,比如对路面进行硬化,增设一些喷雾点,定期清洗巷道壁面等.

4 结论

1) 斜坡道粉尘治理是一个系统工程,从粉尘源、动力源、传播源 3 个方向上采取措施综合治理会取得比较突出的效果.

2) 路面型抑尘剂适用于矿山井下运输过程中的降尘,有效期约为 45~60 d,但需辅助一些手段提升其

效果,如定期进行补水,主进风口加装喷雾装置加湿空气,喷洒时不留死角等.

3)斜坡道巷道壁每月清洗1次对降尘有着显著的效果.

4)辅助车辆的运行宜将时间调整到下午采场集中爆破或主运输暂停间隙期间.

参考文献:

- [1] 陈国山,周喜文,王安强.优化斜坡道设计改善井下采矿条件[J].中国矿业,2007,16(12):84-85.
- [2] 周希坚,彭兴文,管宏发.德兴铜矿采场汽车运输道路扬尘治理技术[J].工业安全与防尘,1999(3):21-22.
- [3] 赵星光.铜录山矿运输道路粉尘抑尘控制研究[D].南宁:广西大学,2005.
- [4] 环境保护部环境工程评估中心.环境影响评价技术导则与标准[M].北京:中国环境出版社,2005.
- [5] 吴超.矿井通风与空气调节[M].长沙:中南大学出版社,2008.
- [6] 王磊,刘泽常,李敏,等.化学抑尘剂进展研究[J].有色矿冶,2006(s1):123-124.
- [7] 宁岱.抑尘剂介绍[EB/OL]. <http://www.tianyuyichen.com/showshop.asp?id=17>, [2014].
- [8] 于广鹏.金属矿山井下典型产尘作业降尘实用技术应用[J].有色金属(矿山部分),2016,68(5):63-66.
- [9] 李艳强.两力作用下粉尘运移速度变化规律[J].矿业工程研究,2014,29(3):21-24.
- [10] 涂继正.矿井巷道排尘通风的风速和风量[J].有色金属,1964(7):26-31.