

紫金山金铜矿环保型抑尘剂研制及工业试验

饶帝军^{1,2,3}, 黄敏^{1,2,3,4*}, 温晨^{1,2,3}, 蔡思杰^{1,2,3}, 谢成龙^{1,2,3}, 温嘉明⁵(1. 紫金矿业集团股份有限公司; 2. 紫金(长沙)工程技术有限公司;
3. 低品位难处理黄金资源综合利用国家重点实验室; 4. 江西理工大学资源与环境工程学院;
5. 京都大学地球环境学舍)

摘要:为解决紫金山金铜矿运输道路路面扬尘问题,研发制备了ZJ801环保型抑尘剂,并进行了工业试验。结果表明:ZJ801环保型抑尘剂相对市面上现有的抑尘剂具备价格优势。喷洒1%浓度ZJ801环保型抑尘剂的尾矿粉在8 h后水分挥发率明显优于喷水下的挥发率79.28%,保湿作用较为明显;而继续增大抑尘剂浓度至5%时,保湿效果没有明显提高。工业试验采用ZJ801抑尘剂降尘时,喷洒抑尘剂3 d后,PM_{2.5}、PM₁₀、TSP浓度逐渐上升,且PM_{2.5}和PM₁₀的实时浓度存在短期超标现象,但PM_{2.5}及PM₁₀ 24 h平均浓度、TSP每小时平均浓度满足标准要求,即喷洒抑尘剂8 d内环境空气质量符合工业区标准。同时,抑尘剂对PM_{2.5}和PM₁₀的抑制作用效果明显,其作用效果与晴天当日洒水不低于5次的抑尘效果相当。因此,建议工程上仅开展洒水抑尘时,晴天当日洒水次数应≥5次,且洒水时间应集中于20时—6时和12时—18时;使用ZJ801抑尘剂进行抑尘时,抑尘剂浓度取2.5%,建议间隔喷洒抑尘剂,间隔时间逐渐延长,直至地表形成抑尘剂膜。

关键词: 矿山道路; 扬尘; 环保型抑尘剂; 洒水抑尘; 挥发性; 扬尘在线监测

中图分类号: TD714.4

文章编号: 1001-1277(2025)06-0091-05

文献标志码: A

doi: 10.11792/hj20250617

引言

紫金山金铜矿自2017年开展采矿技术攻关后,已完成不同级配爆破废石路路面结构创新与试验、破碎站建设及部分道路工业性试验。采用多元多层露天矿运输道路结构,其底基层为大直径爆破废石(直径80~150 mm),基层为中等直径爆破废石(直径20~80 mm),面层为直径0~20 mm的爆破废石粉末,取得了良好的试验效果。现场实践结果表明,采用新型多元多层结构后,露天开采运输道路轮胎磨损率下降,行车效率相对提升,但转弯、上坡等部分路段仍存在路面扬尘等问题,成为绿色新型矿山运输道路示范性工程建设的重难点。

矿山路面扬尘不仅会影响驾驶员视野、增加事故发生隐患、加速汽车零部件磨损^[1-2],还会降低矿区周边空气质量、危害从业人员健康^[3-6],因此必需采取措施降尘,而喷洒抑尘剂是一种有效的降尘手段^[7-8]。根据抑尘机理,当前市面上广泛使用的抑尘剂分为湿润型、黏结型及凝聚型^[9-12]:①湿润型抑尘剂以氯化钠、氯化钙、氯化镁等卤化物和硫酸钠、硫酸铵、硫化

钠等无机盐为主体,并添加各类表面活性剂如聚乙二醇、羟甲基纤维素、脂肪酸、月桂酸酯和十二烷基磺酸钠等^[13-14],其优点为原料来源广泛、价格便宜,缺点为用量大、抑尘作用时间短、效果有限,且氯化物可能导致汽车轮胎和零件腐蚀;②黏结型抑尘剂主要以化工副产品如煤焦油、石蜡油、重油等为原料,废油、废渣等黏结型抑尘剂的可降解能力差,可能造成二次环境污染问题;③凝聚型抑尘剂主要为吸湿型高分子化合物、高分子树脂等,吸湿型高分子树脂抑尘效果好,但其价格昂贵、使用成本过高。因此,亟须研发一种成本低、效果好、无毒害、无污染、易分解、不会造成二次污染的环保型抑尘剂^[14]。

相关学者及工程技术人员在抑尘剂研发方面开展了较多工作。李俊杰等^[15]研究了一种适用于露天矿山道路的多功能抑尘剂,该抑尘剂原料便宜、制作工艺简单且环保,具有优良的吸湿、保湿和凝并性能。在铁矿、煤矿和石灰石等露天矿山运输路面进行测试,结果表明该抑尘剂抑尘效果显著,节水效果优于传统洒水方法,经济效益突出,具备推广应用前景。汪志强等^[16]通过表面张力试验和黏度试验,从多种表

收稿日期: 2024-12-19; 修回日期: 2025-02-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(51804079); 福建省自然科学基金项目(2019J05039); 紫金矿业集团股份有限公司2022年科技计划项目(5401KY2022100003); 福州泉自创区协同专项资助项目(35022CQX72021009)

作者简介: 饶帝军(1994—),男,助理工程师,从事采矿技术及地压监测方面的研究工作; E-mail: raodijun@163.com

*通信作者: 黄敏(1985—),男,高级工程师,博士研究生,从事采矿技术及岩石力学方面的研究工作; E-mail: 397982842@qq.com

面活性剂和黏结剂中筛选出性能优异的表面活性剂椰油酰两性基二乙酸二钠(CAD)和脂肪醇聚氧乙烯醚7(AEO-7),以及黏结性能优良的甲基纤维素(MC)。利用正交实验法确定了最佳配方为0.06 % CAD + 0.10 % AEO-7 + 0.20 % MC。该抑尘剂具有良好的润湿、保水和固结性能,显著提高了抑尘效果。王瑀辉等^[17]根据矿山条件研发了一种复合型生态友好抑尘剂,其由植物胶等天然高分子添加剂和有机材料配制而成,包含多种功能成分,具有安全环保、易降解、无二次污染等特点。该抑尘剂在复杂矿山条件下效果优异,应用于国内某钼矿尾矿库,喷洒后5 d内PM₁₀抑尘率超过90 %,抑尘效果显著。张小雨^[18]选用天然瓜尔胶和黄原胶,通过接枝共聚分子改性技术合成了GG-XG-g-PAM 聚合物,并加入润湿剂和吸湿剂,制备出一种复合型环保抑尘剂。该抑尘剂具有良好的热氧化稳定性、抗风蚀性、抗振动性、抗压强度和抗蒸发性,抑尘率达95.50 %,且具备环保和无毒特性。石建军等^[19]通过接枝共聚法,以羧甲基纤维素钠和丙烯酰胺为主要反应底物,合成了高分子聚合物,将其与木质素磺酸钠和丙三醇复配制成抑尘剂。该抑尘剂相比洒水法,保湿时间延长3~4 h,润湿性能提升2倍,抑尘率提高45 %。

本文根据紫金山金铜矿实际需求并结合相关研究成果,研制了环保型抑尘剂ZJ801,通过挥发性试验测定了抑尘剂的抑尘效果,并开展了抑尘工业试验,以验证其抑尘性能。

1 环保型抑尘剂研制

1.1 环保型抑尘剂研发

对比市面上现有抑尘剂的抑尘效果及相关研究成果,针对超强吸水性树脂的研究表明,2种或多种单亲水性官能团树脂的简单混合并不能大幅提高其吸水能力,但可将不同亲水性官能团通过接枝共聚合成高分子超强吸水树脂,此时,其亲水基团可相互协调,树脂的吸水能力将大幅提高。据此,研发了具备强吸水性的ZJ801抑尘剂,其分子链上存在大量羧基(—COOH)、羟基(—OH)和酰胺基(—CONH₂)等亲水性官能团,不同亲水性官能团间的相互协调作用将使其吸水能力大幅提高。

本研究中合成的抑尘剂以环保无毒的淀粉为亲水性主链,引入不同的接枝单体、添加剂和催化剂,通过自由基引发催化合成强吸水性的环保型抑尘剂ZJ801。其分子链上存在大量的羧基(—COOH)、羟基(—OH)和酰胺基(—CONH₂)亲水性官能团,可吸收空气中水分,同时带电基团能够捕收并吸附微粒粉尘,达到抑尘效果。该抑尘剂为无色黏稠状液体,具

有环保无毒、水溶性好、吸水性强、成本低廉、添加安全、使用方便、易自然降解、无二次污染等特点。

1.2 环保型抑尘剂制备方法

在带搅拌器的250 mL三口烧瓶中加入4 g淀粉和30 mL水,60 ℃下持续搅拌10 min;加入一定量的聚合单体A和聚合单体B,常温下搅拌溶解,加入NaOH调节pH值至6左右,搅拌同时加入催化剂C和添加剂D,并缓慢升温至50 ℃,搅拌反应时间为4 h,得到的无色黏稠状液体产品即为环保型抑尘剂ZJ801。

ZJ801抑尘剂与市面上现有抑尘剂成本对比见表1。由表1可知,自主研发的环保型抑尘剂ZJ801具备一定价格优势。

表1 不同抑尘剂成本对比
Table 1 Costs of different dust suppressants

名称	用途	单价/ (元·t ⁻¹)
羧甲基纤维素(CMC)	可作为黏合剂、增稠剂、悬浮剂、乳化剂、分散剂、稳定剂、上浆剂等	8 500
聚丙烯酰胺(PAM)	一种线状的有机高分子聚合物,同时也是一种高分子水处理絮凝剂产品 ^[20]	11 000
聚乙烯醇(PVA)	建筑装潢行业107胶、内外墙涂料、黏合剂	19 000
e家复合型抑尘剂(ZWJ-FH-D4/D5)	抑尘剂	8 500
ZJ801(自主研发)	抑尘剂	10 000
		5 000

2 挥发性测试

通过挥发性试验测定不同抑尘剂的抑尘效果,具体试验步骤如下:取ZJ801-581、ZJ801-582抑尘剂(ZJ801的2种型号,二者区别在于配比不同)溶于水中,配制为不同浓度的溶液(见表2)。取紫金山金铜矿尾矿粉样品于表面皿中,随后喷洒8 g抑尘剂溶液,使土样润湿;样品置于自然状态下,每隔1 h称量,记录水分的损失情况(见表2)。

由表2可知:喷洒1 % ZJ801-581、ZJ801-582抑尘剂,8 h后尾矿粉水分挥发率分别为57.37 %和55.35 %,明显优于喷水下的水分挥发率79.28 %,保湿作用较为明显;当ZJ801-582浓度增大至5 %时,8 h后尾矿粉水分挥发率为57.87 %,保湿效果略有降低。

3 抑尘工业试验

3.1 试验区域概况

为评价ZJ801抑尘剂的实际应用效果,在紫金山

表 2 ZJ801 抑尘剂抑尘试验结果
Table 2 Dust suppression test results of ZJ801 dust suppressant

抑尘剂	矿样质量/g	药剂浓度/%	水分挥发率/%									
			0.5 h	1 h	1.5 h	2 h	2.5 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h
水	30		6.12	10.36	15.36	20.72	26.34	32.71	41.07	52.18	61.17	79.28
ZJ801-581	30	1	4.83	7.93	11.65	15.24	18.71	23.54	29.74	37.55	43.87	57.37
ZJ801-582	15	1	4.38	7.42	10.95	14.36	17.88	22.38	28.71	36.50	42.58	55.35
ZJ801-582	15	5	3.84	7.43	11.15	14.62	18.96	23.17	29.86	37.79	44.36	57.87

金铜矿露天采场平台路区域 D(见图 1)开展工业试验。区域 D 位于采场 532 m 平台修理点附近,其区域范围设置与颗粒扩散半径有关,为 50 m×10 m。区域 D 道路底基层为爆破废石粗料,基层和面层为爆破废石细料,在其表面喷洒 ZJ801 抑尘剂,并基于扬尘在线监测系统对其抑尘效果进行实时监测。

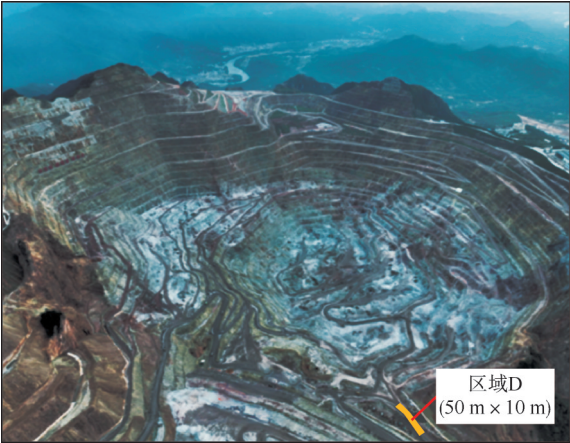


图 1 紫金山金铜矿道路抑尘工业试验区域

Fig. 1 Industrial test area for road dust suppression in the Zijinshan Gold-Copper Mine

3.2 扬尘在线监测系统

为评价抑尘剂的现场抑尘效果,在区域 D 布设扬尘在线监测系统,对喷洒抑尘剂前后环境中的颗粒物浓度进行监测,PM_{2.5}、PM₁₀及 TSP(环境空气中空气动力学当量直径≤100 μm 的颗粒物^[21])反映抑尘剂的抑尘效果。区域 D 监测点位布置见图 2。扬尘在线监测系统为 DMY0001 型,该监测系统包括:①百叶盒(温度、湿度、噪声、PM_{2.5}、PM₁₀、气压、TSP)采集器;②风速采集器;③风向采集器;④继电器输出口(默认可接现场二级继电器控制雾炮),并通过 4G 方式将数据上传监控软件平台,同时主机外接 LED 屏(54 cm×102 cm)以实时显示当前数值信息。其所测数据准确性已得到充分验证,属于较为成熟的环境空气质量监测技术,且所有传感器使用前均已由厂家进行校正。现场工业试验扬尘在线监测系统的相关参数见表 3。

安装扬尘在线监测系统时采用螺丝进行固定,风向传感器箭头应朝向正北方向,以降低风向测量误

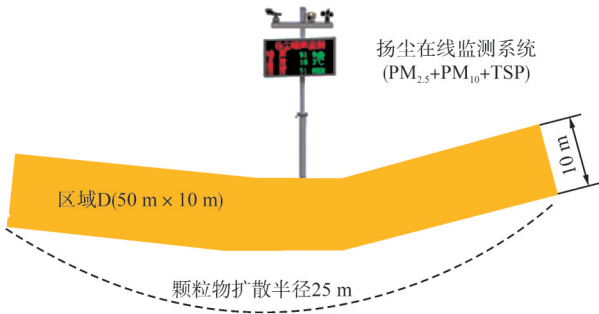


图 2 区域 D 监测点位布置示意图

Fig. 2 Layout of monitoring points in Area D

表 3 现场工业试验扬尘在线监测系统的相关参数

Table 3 Relevant parameters of the online dust monitoring system in on-site industrial test

类别	名称	参数
传感器	温度传感器	量程-40℃~80℃,分辨率0.1℃,精度±0.5℃
	湿度传感器	量程0~100%RH,分辨率0.1%,精度±3%RH
	风速传感器	量程0~60m/s,分辨率0.1m/s,精度±0.3m/s
	风向传感器	8方位
	噪声传感器	量程30~120dB,分辨率1dB,精度±0.5dB
	颗粒物传感器	量程0~1000μg/m³,分辨率1μg/m³,精度±3%FS
	气压	量程0~120kPa,分辨率0.1kPa,精度±0.15kPa
主机	数据采集器	多通道数据采集器,可自动记录并设置记录间隔,220V供电
供电方式	220V供电	市电交流电

差。设备安装重点为接线与上电,接线时将传感器顺支架立杆固定,并从机箱底部引出黑色公头对插线,与1母线3公线相接,随后依次插入传感器;上电时将220V电源插头直接接入现场电源即可。同时,由于本设备内部带有联网模块,安装完成后将4G天线从LED底部穿孔拉出,吸附在防水箱外侧,以防止屏蔽网络信号传输。本系统将数据以4G方式上传至云端后,可通过网页云平台登录查看。设置数据上传时间

间隔为 5 min,数据最长保存时间为 30 d。

3.3 路面抑尘效果评价

3.3.1 评价标准

国家标准、地方标准中与空气质量有关的评价准则见表 4。由表 4 可知:国家标准与地方标准对环境空气质量的主要判断依据分别为 PM_{2.5}、PM₁₀ 及 TSP。待监测区域属于二类区,考虑最不利条件下,本文以各标准浓度限值的最小值为判断依据(见表 5)。

表 4 标准中与空气质量有关的评价准则

Table 4 Evaluation criteria related to air quality in standards				
标准名称	污染物	平均时间	浓度限值/ ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	
			一级	二级
GB 3095—2012《环境空气质量标准》	PM _{2.5}	年平均	15	35
		24 h 平均	35	75
	PM ₁₀	年平均	40	70
		24 h 平均	50	150
	TSP	年平均	80	200
		24 h 平均	120	300
DB 13/2934—2019《施工场地扬尘排放标准》	PM ₁₀	每天平均	80 ¹⁾	
DB 212642—2016《施工及堆料场地扬尘排放标准》	TSP	每小时平均	0.8 ²⁾ (城镇) 1.0 ²⁾ (郊区)	

注:平均浓度即所给平均时间内颗粒物浓度的算术平均值。一级浓度限值适用于一类区,即自然保护区;二级浓度限值适用于二类区,即居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农业区。1)单位为 g/m³;2)单位为 mg/m³。

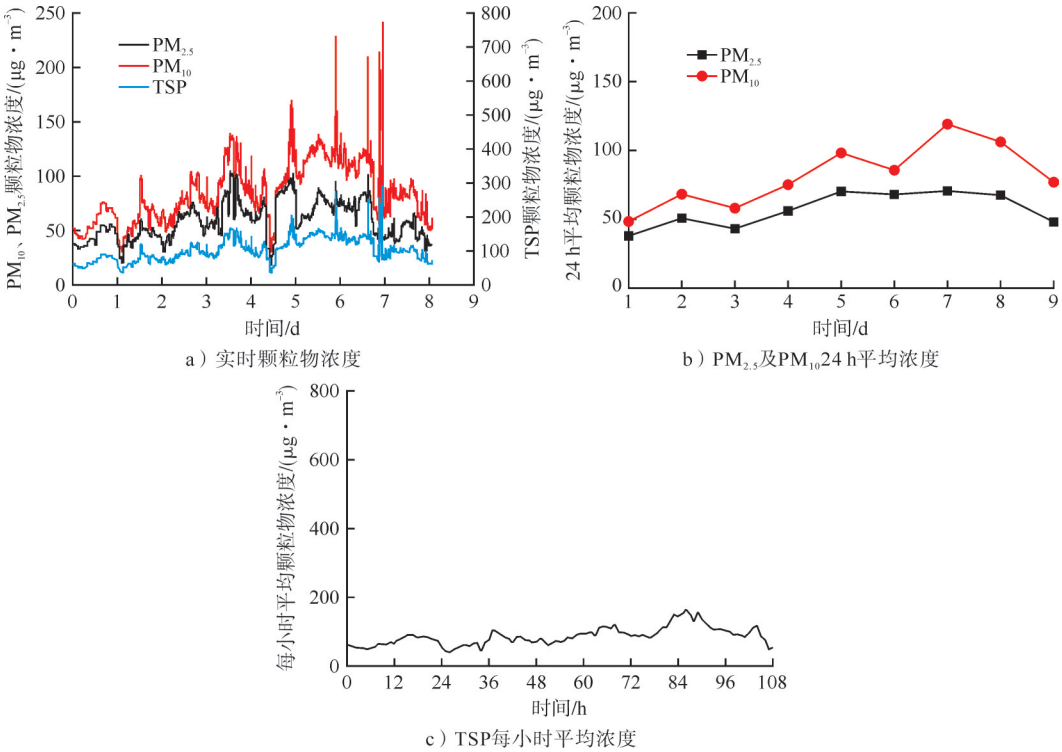


图 3 抑尘剂作用下试验区域 D 的 PM_{2.5}、PM₁₀ 及 TSP 浓度变化

Fig. 3 Changes in PM_{2.5}, PM₁₀, and TSP concentrations in test area D under the effect of dust suppressants

表 5 本研究环境空气质量评价标准

Table 5 Evaluation criteria for environmental air quality in this study

区域类型	待监测污染物	持续监测时间/d	平均时间	浓度限值/ ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
二类区,工业区	PM _{2.5}	≥7	24 h 平均	75
	PM ₁₀	≥7	24 h 平均	150
	TSP	≥7	每小时平均	800

3.3.2 抑尘剂抑尘效果评价

在 ZJ801 抑尘剂浓度为 2.5 %,监测期间未洒水条件下,喷洒抑尘剂 8 d 内试验区域 D 的环境空气质量变化情况见图 3。由图 3 可知:在喷洒抑尘剂 3 d 后,PM_{2.5}、PM₁₀、TSP 浓度逐渐上升,且 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 的实时浓度存在短期超标现象,但 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 24 h 平均浓度、TSP 每小时平均浓度满足要求,即喷洒抑尘剂 8 d 内环境空气质量符合工业区标准。

2023 年 3 月 1 日—7 日试验区域 D 的空气质量见图 4,监测期内依据现场扬尘情况给予洒水降尘处理(图中红色虚线),无其他特殊处理。由图 4 可知:采场正常洒水降尘条件下,TSP 浓度远低于浓度限值,不存在超标现象;当日洒水低于 5 次时,PM_{2.5} 超标较为严重,24 h 平均浓度大于 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;而 PM₁₀ 存在部分时段超标现象,但 24 h 平均浓度满足要求。同时,峰值表明,3 种污染物浓度的变化趋势大致相同,且采场日污染物浓度于 20 时—6 时、12 时—18 时达到

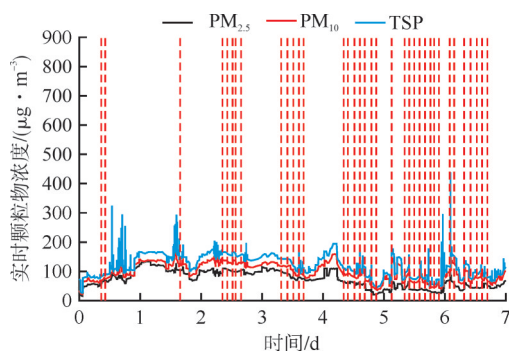


图4 正常洒水条件下试验区域D空气质量

Fig. 4 Air quality in test area D under normal sprinkling conditions

最高值,即此时间段应重点对采场进行降尘处理。

综上,抑尘剂对 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的抑制作用效果明显,其作用效果与晴天当日洒水不低于5次的抑尘效果相当。

3.3.3 工程建议

根据上述采场日常洒水抑尘、喷洒抑尘剂抑尘的效果,在工程上提出如下建议:

1)仅开展洒水抑尘时,晴天当日洒水次数应 ≥ 5 次,且洒水时间应集中于20时—6时和12时—18时,建议洒水时间为20时、1时、8时、12时、15时。

2)使用ZJ801抑尘剂对采场进行抑尘时,抑尘剂浓度2.5%,单次抑尘有效时间大于7 d。综合考虑抑尘剂价格,建议间隔喷洒抑尘剂,间隔时间逐渐延长,直至地表形成抑尘剂膜。若气温较高,可配合少量洒水抑尘措施(如间隔2~3 d洒水1次)。

4 结论

针对紫金山金铜矿的路面抑尘需求,研发制备了环保型抑尘剂ZJ801,并开展了挥发性测试和抑尘工业试验,结论如下:

1)挥发性测试结果表明,喷洒1%浓度ZJ801环保型抑尘剂的尾矿粉8 h后水分挥发率明显优于喷水下的水分挥发率79.28%,保湿作用较为明显;而当ZJ801-582抑尘剂浓度增大至5%时,保湿效果没有明显提高。

2)工业试验表明:采用ZJ801抑尘剂降尘时,当喷洒抑尘剂3 d后, $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、TSP浓度逐渐上升,且 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的实时浓度存在短期超标现象,但 $PM_{2.5}$ 及 PM_{10} 24 h平均浓度、TSP每小时平均浓度满足标准要求。采场正常洒水降尘条件下,TSP浓度远低于浓度限值,不存在超标现象;当日洒水低于5次时, $PM_{2.5}$ 超标较为严重;而 PM_{10} 存在部分时段超标现象,但24 h平均浓度满足标准要求。3种污染物浓度的变化趋势大致相同,且采场日污染物浓度于20时—6时、12时—18时达到最高值,即此时间段应重点对采场进行降尘处理。抑尘剂对 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的抑制作用效

果明显,其作用效果与晴天当日洒水不低于5次的抑尘效果相当。

3)建议在工程上,仅开展洒水抑尘时,晴天当日洒水次数应 ≥ 5 次,且洒水时间应集中于20时—6时和12时—18时;使用ZJ801抑尘剂进行抑尘时,抑尘剂浓度取2.5%,单次抑尘有效时间大于7 d。综合考虑抑尘剂价格,建议间隔喷洒抑尘剂,间隔时间逐渐延长,直至地表形成抑尘剂膜。若气温较高,可配合少量洒水抑尘措施。

[参考文献]

- [1] 刘子亮,谭卓英,李华,等.司家营铁矿露天运输道路粉尘发生机理及控制[J].矿业研究与开发,2021,41(7):93-97.
- [2] 赵星光,谭卓英.露天矿山运输路面抑尘剂的研究与综述[J].黄金,2005,16(9):48-51.
- [3] 赵晓亮,杜婧,夏诗杨,等.北露天煤矿卡车道路保湿型抑尘剂研发及工业试验[J].环境工程技术学报,2024,14(2):446-454.
- [4] 黄媛媛.露天煤矿氯盐类防冻型道路抑尘剂的研究[D].阜新:辽宁工程技术大学,2023.
- [5] 沈鑫.太平矿业公司破碎系统粉尘治理实践[J].黄金,2018,39(11):70-74.
- [6] 赵星光,谭卓英,刘文静.抑尘因子模拟试验研究[J].黄金,2005,16(4):45-48.
- [7] 吴俊杰.纤维素基运矿道路抑尘剂的制备及应用[D].淮南:安徽理工大学,2023.
- [8] 周东良,邹常富,张富兴,等.基于喷雾降尘模拟试验的喷雾粒径影响因素研究[J].黄金,2019,40(8):70-73.
- [9] 刘永伟,张英磊,孟德发,等.道路抑尘剂研究应用进展[J].环境保护与循环经济,2024,44(4):36-39.
- [10] 唐晓骞,王韬,朱俊鹏.矿用抑尘剂种类及其性能研究进展[J].中国安全科学学报,2023,33(增刊2):145-151.
- [11] 魏乾柱,高广新,徐洋.我国煤矿抑尘剂的研究现状及展望[J].现代矿业,2023,39(9):49-53.
- [12] 王鹏飞,王新喆,刘岩.我国煤矿抑尘剂研究现状及展望[J].化工矿物与加工,2021,50(12):49-54,64.
- [13] 白向兵,刘建,闫英桃,等.城市扬尘污染和抑尘剂研究现状及展望[J].陕西理工学院学报(自然科学版),2005,21(4):47-50,54.
- [14] 白向兵.新型抑尘剂的合成与应用研究[D].西安:长安大学,2006.
- [15] 李俊杰,袁勇,曹进军,等.多功能型抑尘剂在露天矿路面中的应用[J].现代矿业,2020,36(7):209-211,256.
- [16] 汪志强,刘涛.高效固结矿用抑尘剂的制备与性能研究[J].能源与环保,2024,46(5):30-35,44.
- [17] 王瑀辉,吴萌,陈雁南,等.矿用复合型生态友好抑尘剂的研发及应用[J].矿冶,2020,29(4):123-127.
- [18] 张小雨.露天石灰石矿道路扬尘复合型抑尘剂的制备与性能研究[D].武汉:武汉科技大学,2023.
- [19] 石建军,吴俊杰,李焯,等.纤维素基运矿道路抑尘剂的制备及应用[J].安徽理工大学学报(自然科学版),2023,43(2):59-65.
- [20] 张碧强.建筑施工现场复合型抑尘剂的制备及其性能研究[D].兰州:兰州交通大学,2019.
- [21] 李颖泉.兰州市主城区大气颗粒物污染特征及其抑尘剂控制技术研究[D].兰州:兰州交通大学,2020.

(下转第101页)

(5):35–36.

[20] OKINAKA Y, NAKAHARA S. Structure of electroplated hard gold

observed by transmission electron microscopy [J]. Journal of the Electrochemical Society, 1976, 123(9):1 284–1 289.

Effect of non-conventional and gaseous elements on the purity of gold and silver

Hong Bo^{1,2}, Chen Yonghong^{1,2}, Lu Xingen^{1,2}, Su Guangdong^{1,2}, Yang Xing^{1,2}

(1. Changchun Gold Research Institute Co., Ltd.;

2. National Quality Inspection and Testing Center for Gold and Silver Products (Changchun))

Abstract: National and industry standard methods such as X-ray fluorescence spectrometry, flame atomic absorption spectrometry, inductively coupled plasma emission spectrometry, and fire assay gravimetry are commonly used to detect the purity of gold and silver raw materials and products. However, these methods only cover around 20 conventional major and impurity elements, while there are no standard methods or literature reports available for gaseous or certain non-conventional elements. This study employed a combination of detection techniques, including fire assay gravimetry, glow discharge mass spectrometry, inductively coupled plasma emission spectrometry, inductively coupled plasma mass spectrometry, inert gas fusion–infrared absorption thermal conductivity method, combustion infrared method, and thermogravimetric analysis to detect non-conventional and gaseous elements that affect the purity of gold and silver. Results show that different national and industry standard methods yield varying purity results for the same gold and silver samples of conventional purity. Fire assay gravimetry is preferred for determining the gold content. For gold materials and products with gold content greater than 99.95 %, the main content should first be determined by fire assay gravimetry; if it meets the required standard, conventional methods for detecting impurities can be used to calculate the final purity by subtraction. During the subtraction process, possible introduction of non-conventional elements during raw material sourcing and production must be fully considered.

Keywords: gold product; silver product; non-conventional element; gaseous element; purity; analytical method; glow discharge mass spectrometry

.....

(上接第 95 页)

Development and field testing of an environmentally friendly dust suppressant in the Zijinshan Gold–Copper Mine

Rao Dijun^{1,2,3}, Huang Min^{1,2,3,4}, Wen Chen^{1,2,3}, Cai Sijie^{1,2,3}, Xie Chenglong^{1,2,3}, Wen Jiaming⁵

(1. Zijin Mining Group Co., Ltd.; 2. Zijin (Changsha) Engineering Technology Co., Ltd.;

3. State Key Laboratory of Comprehensive Utilization of Low-grade Refractory Gold Resources;

4. School of Resources and Environmental Engineering, Jiangxi University of Science and Technology;

5. Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University)

Abstract: To address dust pollution from haul roads in the Zijinshan Gold–Copper Mine, an environmentally friendly dust suppressant, ZJ801, was developed and tested in an industrial setting. The results show that ZJ801 has a price advantage over commercially available products. When tailings powder was sprayed with 1 % ZJ801 solution, the moisture volatilization rate after 8 h was significantly better than the rate of 79.28 % under plain water spraying, indicating a pronounced moisturizing effect. However, increasing the concentration to 5 % did not significantly enhance the effect. In field trials using ZJ801, concentrations of PM_{2.5}, PM₁₀, and TSP gradually increased 3 days after spraying, with short-term exceedances in PM_{2.5} and PM₁₀ levels observed. Nevertheless, PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations per 24 h and hourly TSP meet the standards, i.e., the ambient air quality is consistent with the industrial zone standards throughout the 8-day test period after the dust suppressant is sprayed. ZJ801 showed significant suppression of PM_{2.5} and PM₁₀, comparable to the effect of more than 5 water sprayings per day on clear days. Based on these findings, it is recommended that when only water spraying is used, a minimum of 5 applications per day be scheduled between 20:00–06:00 and 12:00–18:00. When using ZJ801, a concentration of 2.5 % is advised, with gradually increasing spraying intervals until a dust suppressant film forms on the surface.

Keywords: mine road; dust; environmentally friendly dust suppressant; dust suppression by sprinkling; volatility; online dust monitoring