

BS-I 型乳液抑尘剂防治矿山运输路面扬尘

任晓华 殷秀文 高志祥

(有色金属研究总院环保室, 北京 100088)

崔云山 刘焕勇 王家进

(山东铝厂矿山公司, 山东淄博 255072)

摘要 由 2.0—5.0% 乳化油、0.05% 乳化剂和水制备而成的 BS-I 型乳液抑尘剂, 在山东铝厂矿山公司使用表明, 一次喷洒 0.8—2.0 kg/m², 能使砂土或砂石运输路面粉尘从 9.6—33.3 mg/m³ (平均 19.5 mg/m³), 在 10—15 昼夜内降至 10 mg/m³ 以下 (平均 4.3—5.8 mg/m³)。使用该抑尘剂, 大大减轻了路面扬尘污染, 同时降低了车辆磨损和油耗。乳液抑尘剂良好的防尘效果主要是由其自身的物理化学性质决定的。

关键词 乳液抑尘剂, 运输路面, 粉尘。

运输公路, 尤其是矿山砂土或砂石运输路面, 因车辆运行产生气流的吹吸作用, 扬起大量粉尘, 细微尘粒悬浮在路面上, 造成较大的空气污染。对于路面扬尘, 国内外主要采取喷洒淡水或盐水 (NaCl、CaCl₂ 和 MgCl₂) 溶液、覆盖吸湿性盐以及喷洒乳液抑尘剂等防治措施^[1-3]。洒水防尘应用较早, 但由于水易蒸发, 在干燥、炎热的地区, 一次喷洒 (1—3 kg/m²) 后, 15—60 min 就干了。有效抑尘时间短, 效果不理想。喷洒 10—50% 盐水溶液 (2—3 kg/m²) 或覆盖吸湿性盐 (300—600 g/m²) 能在 2—15 昼夜内使路面保持湿润状态, 防尘效果较好。盐及其水溶液对运输车辆的轮胎和其他部件有强腐蚀作用, 且消耗量大, 成本高, 一般只在冬季防止路面结冰打滑时才使用^[1,3]。乳液防尘是在七十年代后期发展起来的一项新技术, 目前获得专利并正在推广使用的主要有苏联的“乌尼维尔辛”、美国的“柯希列克斯”和英国的“威斯列格-120”等。我们新近研制的 BS-I 型乳液抑尘剂在山东铝厂矿山公司运输路面上的试用取得了良好的效果。

一、山东铝厂矿山运输路面扬尘及其危害

1. 路面条件

该矿主要运输公路为砂土、粘土和碎石构成的土路。路长约 8 km, 宽 7.5—9 m, 路面积尘厚度 0.5—3 cm 左右。公路昼夜都有车辆通过, 主要运输工具为载重 10—20 吨的自卸矿车, 平均行驶速度约 35 km/h, 路面行车密度 22—55 辆/h。

2. 扬尘

路面扬尘可认为是非连续的, 通常在有车辆行驶时才产生较大的粉尘。路面积尘是扬尘的根源。在路面和自然条件 (如湿度和风速等) 确定的情况下, 粉尘浓度的大小主要受汽车的行驶速度、载重量和行车密度的影响。车辆行驶速度、载重量和行车密度越大时, 粉尘浓度就越高。在未喷洒乳液抑尘剂前或洒下的水干后, 当车辆通过时, 公路旁的瞬时粉尘浓度实测值如表 1。测尘条件: WA-75 型总粉尘采样器; 测点分布在距路面中心线 4.5—5.0 m、高 1.5 m 左右的下风侧。

从表中可以看出, 在气温 (*t*) 17—31℃, 湿度 (*φ*) 60—79%, 自然风速 (*v*) 0.2—2.8 m/s 条件下, 粉尘浓度为 9.6—33.3 mg/m³, 平均为 19.5 mg/m³ (46 个样品)。

3. 危害

路面扬尘不仅危害司机、行人和养路工的健康, 而且妨碍植物生长。大量细微粉尘进入运输汽车体内, 还能加速车辆发动机和其它部件的磨损, 从而大大增加保养、维修费用和耗油量。正常情况下, 一台新发动机在低尘条件一般可运行 10000—20000 小时, 而在矿山公司高尘路面上行驶不到 4000 小时就需大修。由于粉尘加剧机件的磨损, 车辆的轮胎和柴油单耗都较高, 分别为 0.85 条/10⁴ t·km 和 0.15 kg/t·km 以上, 比低尘条件下高 40% 左右。造成较大的经济损失。此外还能降低路面能见度, 给行车安全构成威胁。

收稿日期: 1991 年 11 月 20 日

表 1 过车瞬时粉尘浓度

气象条件	湿度(%)	65	71	66	79	67	73	63	64
	风速(m/s)	0.2~1.0	0.2~0.8	0.4~0.5	0.2~0.4	1.5~2.8	0.3~0.9	0.4~1.3	1.2~1.8
	气温(°C)	31	30	24	23	25	22	21	21
粉尘浓度(mg/m ³)		21.1	24.0	23.3	17.5	9.6	15.8	30.8	15.0

气象条件	湿度(%)	64	63	65	65	64	64	66	60
	风速(m/s)	0.6~1.0	0.2~0.3	1.2~1.8	0.9~1.4	0.6~1.2	0.7~1.7	0.4~0.8	0.8~2.5
	气温(°C)	18	19	21	22	19	20	18	17
粉尘浓度(mg/m ³)		30.0	26.7	11.6	14.2	20.8	17.3	33.3	16.9

二、BS-I 型乳液抑尘剂防尘效果

BS-I 型乳液抑尘剂是以 2.0—5.0% 经预处理的乳化油 O₆, 95—98% 的水和 0.05% 的 R₁₀ 复合乳化剂(表面活性剂型)为主要原料,在大于 85℃ 温度下,用特制乳化釜制备而成的具有一定粘度的水包油型(o/w)乳状液。

制备好的乳液抑尘剂用泵打入洒水车,水车行驶到喷洒路段,在泵造成 0.1—0.3MPa 的压力下,通过缝形喷嘴洒到路面上。

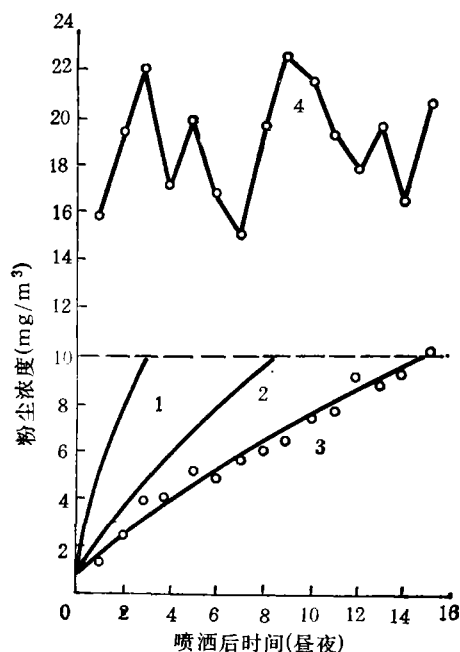


图 1 时间与粉尘浓度关系曲线

$\phi = 66-77\%$ $V = 0.1-0.25\text{m/s}$ $t = 15-32^\circ\text{C}$, 1、2 和 3 分别代表第 1—3 次喷洒后的时间与粉尘浓度关系曲线, 4 为未喷洒乳液抑尘剂的路面对照点(与 3 同步测尘)粉尘浓度曲线。

抑尘乳液的单位消耗量,随着路面条件的变化而变化。当路面沉积的自由粉尘(即未被粘结成块或粘

结成较大颗粒的粉尘)较多时,抑尘剂的单位消耗量就多一些,反之,则少些。一般新路面前三次的喷洒量为 $2\text{kg}/\text{m}^2$ 左右,以后随着路面自由粉尘量的减少,喷洒量也相应地降到 $0.8-1.0\text{kg}/\text{m}^2$ 。

测尘表明,抑尘剂的防尘效果,随着乳液喷洒次数的增加而提高。一般第一次喷洒能使路面在过车瞬时的粉尘浓度在 2.5 昼夜内不超过 $10\text{mg}/\text{m}^3$ (即有效防尘时间为 2.5 昼夜),第二次喷洒的有效抑尘期为 8.5 昼夜,第三次及以后喷洒的有效抑尘时间保持在 15 昼夜左右,如图 1 所示。

为方便现场推算乳液抑尘剂喷洒后的时间与粉尘浓度关系,将曲线④回归成以下两式:

$$c = 19.52 - 18.81e^{-0.44\tau} \quad (1)$$

$$\tau = 66.69 - 22.73\ln(19.52 - c) \quad (2)$$

式中, c 为路面粉尘浓度 (mg/m^3); τ 为乳液抑尘剂喷洒后的时间(昼夜)。

计算得出,第三次喷洒乳液抑尘剂后,10 昼夜内路面平均粉尘浓度从 $19.5\text{mg}/\text{m}^3$ 降到 $4.3\text{mg}/\text{m}^3$, 15 昼夜内降到 $5.8\text{mg}/\text{m}^3$, 防尘效果良好。

三、乳液抑尘剂防尘机理探讨

矿山公司每昼夜以 $1-3\text{kg}/\text{m}^2$ 的水量向运输路面喷洒 2—4 次。通常每次洒下的水 15—60 分钟后就干了,起不到连续有效防尘的作用。而喷洒一次 BS-I 型乳液抑尘剂则能在 15 昼夜内使路面粉尘浓度控制在 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。乳液抑尘剂良好的防尘性能主要是由其自身的物理化学性质决定的。

1. 铺展润湿性

液体对粉尘层的铺展润湿实质上是以固/液面代替固/气面的过程。设铺展润湿系数为 S ,当铺展为单位值时,有:

$$S = \gamma_{s/g} - (\gamma_{s/l} + \gamma_{l/g}) \quad (3)$$

式中, $\gamma_{s/g}$ 为固/气界面张力, $\gamma_{s/l}$ 为固/液界面张力, $\gamma_{l/g}$ 为液/气界面张力(即表面张力)。

$\gamma_{s/g}$ 在某一特定条件下为常数,所以 S 值的大小主要受 $\gamma_{s/l}$ 和 $\gamma_{l/g}$ 的影响。一般 S 值越大,铺展湿

润越容易进行。

水在常温下喷洒时,因其表面张力(25℃时,约为 $7.04 \times 10^{-2} \text{N/m}$)和固/液界面张力较大,其铺展润湿性受到限制。当一定量的水洒到含尘路面时,由于不能迅速铺展下渗而常流到路旁,造成下部粉尘没能充分润湿,从而易被车辆轮胎翻起。乳液抑尘剂中含有 0.05% 的表面活性剂型乳化剂,喷洒时(40—60℃)其表面张力只有 $2.88-3.88 \times 10^{-2} \text{N/m}$,由于部分游离活性剂分子的作用, γ_{sl} 也较低,因此具有良好的铺展润湿性能。乳液抑尘剂洒下后,能确保路面沉积粉尘的充分润湿。

2. 粘性

乳液抑尘剂具有较大的粘性,因此有较好的粘结粉尘能力。根据 Hatchesck 公式^[5](4)计算得出的 BS-1 型乳液抑尘剂的粘度见表 2。

$$\eta = \eta_0 \left[\frac{1}{1 - (h\phi)^{1/3}} \right] \quad (4)$$

式中, η 为乳液抑尘剂的粘度 ($\text{Pa} \cdot \text{s}$); η_0 为乳液抑尘剂分散相(水)的粘度 ($\text{Pa} \cdot \text{s}$); h 为体积因子(常数),对于 o/w 型乳液, h 为 1.3; ϕ 为乳液抑尘剂内相(油)的体积浓度。

表 2 乳液抑尘剂与水的粘度 ($\text{Pa} \cdot \text{s}$)

温度(℃)	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0
浓度(%)					
2.0	0.142	0.126	0.114	0.102	0.092
5.0	0.167	0.149	0.136	0.120	0.109
水*	0.100	0.089	0.080	0.072	0.065

* 水的粘度取自文献[4]

从表 2 可知 BS-1 型乳液抑尘剂的粘度比水高 41.5—67.0%, 所以它比纯水对粉尘的粘附力强, 易把松散粉尘粘结成块, 而不易被气流扬起。

3. 综合作用性

当路面喷洒的抑尘剂量足够时, 乳液从粉尘层表面往下渗透, 使下部的尘粒也被润湿和粘结。在渗透和润湿过程中, 抑尘乳液中的一部分油珠进入沉积粉

尘体的内部, 牢牢地粘住周围的尘粒, 另一部分则由于粉尘层的过滤和乳液自身的分层作用而滞留于粉尘层表面或漂浮在尚未下渗的乳液中。随着渗透的继续和自然蒸发的进行, 粉尘层表面的油珠越积越多, 最终在路面形成一具有一定厚度和强度的油膜。这层油膜有较大的粘性, 它不仅把粉尘粘成一个整体, 而且还能捕获飞落其表面的漂尘。此外, 油膜还具有良好的耐蒸发性, 由于它的存在, 抑制了其下部水分的蒸发, 使路面下部粉尘保持一定的湿度, 不易被车辆轮胎翻起, 从而取得良好的防尘效果。

四、结 束 语

使用 BS-1 型乳液抑尘剂, 10 昼夜内(推荐喷洒周期)使运输路面平均粉尘浓度由 19.5mg/m^3 降至 4.3mg/m^3 , 有效地降低了路面及其周围环境的粉尘污染。同时减少了进入运输车辆发动机和其它部件内的粉尘, 从而大大减轻了这些机件的磨损。统计表明, 处于低尘环境下作业的车辆比高尘环境下少 28% 左右的保养、维修和油耗费用。喷洒 BS-1 型乳液抑尘剂的综合防尘成本 ($2.91 \times 10^{-3} \text{元/m}^2 \cdot \text{d}$) 比每昼夜洒 4 次水(远未达到防尘要求)的成本 ($3.37 \times 10^{-3} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$) 还低, 而且还能节省可观的防尘用水。

碎石、砂土路面的扬尘污染一直是我国防尘工作面临的一大难题。BS-1 型乳液抑尘剂的研制成功和大量推广使用, 对提高环境质量, 大幅度降低车辆的保养、维修费用和油耗将产生良好的社会、环境和经济效益。

致谢 本研究得到中南工业大学宋学义教授的精心指导, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 顾仁. 工业安全与防尘. 1985, 6: 24
- 2 李春英等. 工业安全与防尘. 1987, 11: 12
- 3 Mulder G K. Pit and Quarry. 1971, 63: 248
- 4 东北师范大学. 物理化学试验. 北京: 人民教育出版社, 1982: 23
- 5 陈宗琪等. 胶体化学. 北京: 高等教育出版社, 1985: 283
- 6 Кулин А Н. Москва, Борьба с СИАИКОЗОМ, 1982, XI: 106

电迁移可能用作原位去除法

据美国科罗拉多大学 Donald Runnells 说, 电迁移作为去除地下水中硫酸盐和其他污染物的原位方法, 可能是有用的。他告诉 ES&T 说, 他的研究结果表明, SO_4^{2-} 、 Cl^- 和其他溶阴离子, 往往集中在阳极周围。如果这一结果是可证实的话, 硫酸盐和其他用常规方法难以去除的物质就可以被去除。阳离子(如

金属)可能存在同样情况, 假如它们包括地下水中大部分溶解离子的话。潜在的问题包括: 阳极腐蚀; 确定最佳电极数和间隔; 污染物去除效率。Runnells 及其小组正在计划根据与电力研究所签定的一项契约, 进行地下水阴离子去除试验。

小康 译自 ES&T, 1991, 25(12): 1952

of ASV technique. The main results are as follows: (1) The Urumqi River and Toutun River were slightly polluted and the Shuimo River and waste water were seriously polluted. However, most of the heavy metals existed in the form of suspended particulates and dissolved heavy metal levels were close to the normal levels of unpolluted fresh water. (2) Environmental conditions such as pH, DOC, IS and proportions of suspended particulates of the heavy metals have a profound effect upon the chemical forms of the dissolved metals. In general, the labile forms for Cd, Zn and Pb were dominant in unpolluted or slightly polluted waters, whereas in more polluted waters, along with the increase in processes like adsorption and complexing, their stable forms became more and more important. While for Cu, the major forms were substances associated with organic matter in most of the water bodies studied.

Key words: speciation, heavy metal, cadmium, zinc, lead, copper.

The Relationship between Environmental Biological Quality Assessment and Fishery in Wangyu River. Zhao Libua, Yao Gendi, Cao Zhengguan, Huang Jinbiao (Shanghai Fisheries Research Institute Shanghai 20043): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(4), 1992, pp. 81—86

Wangyu River is affected by heat and organic chemical pollution from industrial zones. Samples of phytoplankton and zooplankton as well as samples for measuring water transparency were collected at 18 sampling stations in the river

to examine the levels of pollution. The corresponding samples of higher hydrophyte, freshwater mussels, and information for extensive stocking and intensive culture, catching, scope of net cage culture, and fish culture economy were also gathered. The river could obviously be divided into three different trophic sections. Fish-culture is flourishing in eutrophic and mesotrophic sections. However, fish-culture in the west mesotrophic section was endangered in summer due to the high water temperature ($> 38^{\circ}\text{C}$).

Key words: Wangyu River, heat pollution, chemical pollution, water pollution, fishery.

Spray of Emulsion Suppressant for Controlling Dust in the Roadway of the Shandong Aluminium Mine. Ren Xiaohua et al. (Environmental Protection Division, General Research Institute of Non-Ferrous Metals, Beijing 100088): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(4), 1992, pp. 87—89

Spray with a dosage of $0.8\text{--}2.0\text{ kg/m}^2$ of the emulsified suppressant prepared from 2.0—5.0% pre-treated heavy oil, water and 0.05% emulphor could make the concentration of dust in the atmosphere above the roadway of the Shandong Aluminium Mine reduced from $9.6\text{--}33.3\text{ mg/m}^3$ to lower than 10 mg/m^3 (average $4.3\text{--}5.8\text{ mg/m}^3$) within 15 day. Further exploration found that the excellent dust suppressing effect resulted from the physicochemical characters of the emulsion.

Key words: dust control, emulsion suppressant.

CORRECTION: The editor feels apologetic for the misuse of the word "wave" in the English abstract for the paper entitled "Experimental Investigation of Complex Mountain Wake Structure and Its Influence on Plume Diffusion in the Wind Tunnel", which appeared on page 12—18, No 1, Vol 12, 1991. All the words "wave" in the abstract should be replaced by the word "wake".