

Research Progress on Dust Suppressants

Yi Sun^{1,2*}, Xin Jin^{1,2*}, Zhenfu Ju^{1,2}, Peng Li^{1,2}, Zeqiang Xu^{1,2}, Shishuai Zhang^{1,2}, Liusuo Wu^{1,2#}

¹Nari Group Corporation/State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing Jiangsu

²Beijing Nari Yihe Environmental Technology Corporation, Beijing

Email: #liusuowu@iccas.ac.cn

Received: Nov. 18th, 2018; accepted: Dec. 5th, 2018; published: Dec. 12th, 2018

Abstract

Compared with the traditional dust removal method, the dust suppressant is a new effective dustproof and dust removal method, and the research on the dust suppressant has also attracted extensive attention. According to the different mechanism of action, traditional chemical dust suppressants are classified as wetting, cohesive, agglomerate, compound chemical dust suppressant. In addition, in order to meet the requirements of sustainable development, new environmentally-friendly dust suppressants have also attracted a lot of attention, such as: environmentally-friendly dust suppressants, polymer dust suppressants, functional dust suppressants and microbial dust suppressants. This article briefly introduces these types of dust suppressants. I hope to help related research.

Keywords

Dust Suppressant, Dust Removal, Environment, Water Absorption

抑尘剂研究进展

孙 怡^{1,2*}, 靳 昕^{1,2*}, 鞠振福^{1,2}, 李 鹏^{1,2}, 徐泽强^{1,2}, 张世帅^{1,2}, 吴刘锁^{1,2#}

¹南瑞集团有限公司(国网电力科学研究院有限公司), 江苏 南京

²北京南瑞怡和环保科技有限公司, 北京

Email: #liusuowu@iccas.ac.cn

收稿日期: 2018年11月18日; 录用日期: 2018年12月5日; 发布日期: 2018年12月12日

摘 要

相比于传统的除尘方法, 抑尘剂是一种新型有效的防尘、除尘手段, 对于抑尘剂的研究也引起了广泛的

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 孙怡, 靳昕, 鞠振福, 李鹏, 徐泽强, 张世帅, 吴刘锁. 抑尘剂研究进展[J]. 环境保护前沿, 2018, 8(6): 536-541. DOI: 10.12677/aep.2018.86066

关注。按照作用机理不同进行分类,抑尘剂有传统型,如润湿型、粘结型,凝聚型和复合型。除此之外,为了符合可持续发展的要求,新型的环保型抑尘剂也引发高度的关注,如:环保型抑尘剂、高分子抑尘剂、功能型抑尘剂和微生物抑尘剂。本文简单的对这几种抑尘剂进行了介绍,希望能对相关研究提供帮助。

关键词

抑尘剂, 除尘, 环境, 吸湿保水

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

由于社会、经济、城市化和工业化进程的快速发展,不可避免的带来了越发严重的环境问题。其中,空气中的可吸入颗粒,如粉尘等是引起环境问题以及人类健康问题的重要原因。近年来,环境问题日渐严重,各国都更加注重环境问题。对粉尘等颗粒物的排放进行严格控制,对于改善空气状况,减少雾霾天气的出现以及保护人类健康都意义重大。有相关的研究显示,人类死亡率的增加可能与空气中的可吸入颗粒物有关,它会引起癌症、畸形、突变等健康方面的问题[1]。经过多年的不懈研究,除尘技术有了明显的进展。现阶段,脱除空气中细小颗粒物的常用手段有:电除尘,喷雾除尘和抑尘剂除尘等[2]。其中喷雾除尘由于操作方便,除尘快而被广泛使用。但是,因为较多细微颗粒是疏水的,导致喷雾除尘效果相对变差。为了解决这一问题,就有必要研究抑尘剂,使用抑尘剂除尘是一种新颖且有效的方式,在各种环境和场所中取得了显著的效果和良好的经济效益。

2. 抑尘剂的种类

本文提到的抑尘剂类型包括传统型抑尘剂,如:润湿型、粘结型、凝聚型、复合型以及新型抑尘剂,如:环保型、高分子抑尘剂、功能型和微生物抑尘剂。

2.1. 传统型抑尘剂

2.1.1. 润湿型抑尘剂

由无机盐和表面活性剂为主要成分的润湿型抑尘剂,其中表面活性剂上的亲/疏水基团,作用是通过降低溶液的表面张力,增加润湿效果[3]。无机盐则可以起到吸水保湿的作用,使表面活性剂充分发挥效果。两者协同作用,使粉尘能够充分的润湿。润湿型抑尘剂主要被用于煤尘的防治方面。施春红[4]团队开发了一种能够在煤表面形成一层膜,隔绝氧气,从而达到防火效果的防火抑尘剂。金龙哲等[5]通过对不同配比的配方研究发现:氯化钙和氯化镁的吸湿效果优异,通过配方优化该抑尘剂有效期可达到4天以上。丁催等[6]研究发现把磁化后的表面活性剂用于抑尘剂,能够有效提高抑尘剂的性能。

润湿型抑尘剂的作用是改善物料的润湿性能,从而达到抑尘的效果[7]。此类抑尘剂对具有疏水性的粉尘颗粒具有显著的效果,但其有效期短,超出有效期后需再次喷洒,否则会造成二次扬尘。

2.1.2. 粘结型抑尘剂

粘结型抑尘剂溶于水形成乳液,具有一定粘度,将其喷洒在物料上后,其组分中的表面活性剂能够

增加物料的渗透能力,当乳液和物料接触时两者发生粘结,通过反乳化作用在扬尘表面形成具有保水作用的油膜,使扬尘可长时间被润湿[8]。按照使用原料的不同,粘结型抑尘剂可以分为无机化学抑尘剂和有机化学抑尘剂[8]。与润湿型抑尘剂相比,无机化学抑尘剂有效期相对较长,但渗透力较差,且会产生一定污染[9];有机化学抑尘剂原料廉价易得,且耐受性好,可生物降解,但实际生产困难,且会影响环境[10][11][12]。

李凯崇等[13]利用磺化木质素和 C_2H_3COOH 单体接枝共聚并加入 CH_3SiO_3Na 、 $Na_2B_4O_7$ 、 $CaCl_2$ 合成了一种用于煤炭运输的抑尘剂,且过程无毒、简单、成本低。潘海霞等[14]合成了一种能够快速在物料表面形成一层壳状结构的抑尘剂,其防沙固尘效果良好。杨明坤等[15]研制出一种新型粘结型固沙剂,可以在沙体表面形成厚达 1 cm 的固化层。Cheng Fangqin 等[16]使用处理后的废纸浆制备了一种矿用抑尘剂。

2.1.3. 凝聚型抑尘剂

凝聚型抑尘剂以吸水剂为主要作用成分,能够吸收更多水分,使扬尘能够长时间润湿,在凝并作用下把小可以团聚成大颗粒,从而有效抑尘。按照使用吸水剂材料的差异,可以将其分为吸湿型无机盐抑尘剂和高倍吸水树脂抑尘剂[8][9]。

1) 吸湿型无机盐抑尘剂 常用的无机盐类吸水剂有氯化物、硅胶、活性氧化铝等,这些材料的吸水能力很强,但同时腐蚀性也较强,会对道路上的车辆轮胎和金属零件产生腐蚀,甚至会对土壤、环境造成影[17]。金龙哲等[18]通过在吸湿型无机盐抑尘剂中添加防腐剂,为解决其腐蚀性提供了新的思路。吴超等[19][20]人的研究则解决了吸湿型无机盐抑尘剂使用后偏酸性的问题。

2) 高倍吸水树脂抑尘剂 高倍吸水树脂是一种可以吸收并保存大量水分的高分子材料,其强大的吸水、保水能力使其能够长久的保持扬尘的润湿性,以至抑尘效果显著。王薇等[21]人研制出一种具有较好耐水性的抑尘剂,其主要成分为丙烯酸等高分子材料,抑尘效果较好。李云涛[22]研究了高倍吸水树脂抑尘剂的抑尘效果,结果显示抑尘效果明显。

虽然高倍吸水树脂抑尘剂的吸水、保水能力强,在抑尘效果上表现较好,但是由于生产成本,制备困难等问题,目前还在研究阶段,难以推广使用。

2.1.4. 复合型抑尘剂

所谓复合型抑尘剂即把几种抑尘剂通过一定方法复合而成的、具有多种功能的抑尘剂。由于其综合了上述抑尘剂的各种优点,所以抑尘效果更加显著。

张文案等[23]人合成一种保水效果好、粘结性强且抑尘效果较好的网状复合型抑尘剂。董波等人[24]制备了一种可以耐低温的复合型抑尘剂,在 $-5^{\circ}C \sim 40^{\circ}C$ 温度范围内仍可以发挥抑尘效果。肖红霞等[25]利用预乳化的方法,合成了一种同时兼具较强的黏性、耐蒸发性、吸湿性、吸水保水性的复合型抑尘剂。艾封年等[26]以多种可降解高分子材料合成的复合型抑尘剂,除尘效果显著,且无毒无害。邓兵杰等[27]将新型高粘结材料、强吸水材料和生态型保水性材料共混合成一种同时具有吸水保水和粘结型的复合型抑尘剂。马云龙[28]使用接枝共聚的方法制备出一种复合型抑尘剂,兼具吸湿保水和粘结能力。

复合型抑尘剂因其优异的性质,在各种复杂多变的环境中并取得较好的抑尘效果。当前阶段,复合型抑尘剂主要是以天然材料和工业废料的化学改性为研究方向,制备方法也从原来简单的共混复配转为化学合成。

2.2. 新型抑尘剂

2.2.1. 环保型抑尘剂

为了响应国家对环境保护的呼吁以及人们的环保意识也在不断的提高,科研工作者也在积极地致力

于环保型抑尘剂的开发和利用。环保型抑尘剂的主要原料是生活、生产中的垃圾, 工业中的废料, 生物有机高分子以及可降解环保材料。这类抑尘剂具有环保、可持续, 原料广泛且升本低的特点。

许玥等[29]使用海藻酸钠和氯化钙为原料, 合成了一种环保型抑尘剂, 该抑尘剂成膜快, 润湿时间长, 不易溶于水, 表层膜可承受 5 级风力吹扫。张雷波等[30]用盐地碱蓬籽饼制备了一种保湿性强, 水稳定性好的环保型抑尘剂, 经试验表明抑尘效果显著。郑向军等[31]用钙镁络合物为原料, 研制了一种抑尘效果好, 且能一定程度上吸附空气中的氮氧化物的抑尘剂。Miguel A. Mederios 等[32]用生物柴油生产过程中的副产品甘油为主要原料, 得到一种生态型抑尘剂。韩娟娟等[33]使用乳液聚合法制备了一种生态环保型抑尘剂。梁文俊等[34]使用秸秆、淀粉和碱为原料, 制备了一种环保型抑尘剂, 可承受 5~6 级风吹扫仍发挥抑尘能力。郑旭阳等[35]制备了一种可生物降解的抑尘剂, 且兼具保水和耐高温性能。林木松等[36]以聚阴离子纤维和润滑剂为原料合成了一种环保型抑尘剂, 抑尘效果明显且对环境无毒害作用。

环保型以其成本低、原料广泛, 降低了对环境的污染, 且具有可持续额等优点在众多抑尘剂中脱颖而出, 被广泛应用在码头, 矿场, 工地等处。

2.2.2. 高分子抑尘剂

高分子抑尘剂以聚丙烯酸酯(PEA)、聚乙烯醇(PVA)等高分子材料的主要原料。它理主要是通过吸附、团聚作用使扬尘颗粒粘结在一起, 从而抑制扬尘。

葛少成等[37]研制了一种新型高分子抑尘剂, 实验表明该抑尘剂具有较好的抑尘能力以及抗水、风冲刷能力。丁建飞[38]采用接枝共聚法对海藻酸钠进行改性, 制备了一种润湿能力强, 抑尘效果好的抑尘剂。杨静等[39]以膜助剂、AEO、PVA 为原料, 合成了一种能抗风雨的抑尘剂。郑同利等[40]实验探究了一种新型高分子聚合物抑尘剂的效果, 结果表明低浓度喷洒效果最佳。李广龙[41]以聚丙烯酰胺为原料, 甘油、海藻酸钠等为改性材料, 制备了一种高分子抑尘剂, 具有良好的抑尘能力。

高分子合成技术的不断成熟, 促进了高分子抑尘剂的发展, 成本的不断降低, 也使得高分子抑尘剂得以广泛使用, 并在不同环境下表现优异。

2.2.3. 功能型抑尘剂

功能型抑尘剂是根据使用场景的不同, 对抑尘剂的功能有不同的要求, 如防火, 耐寒, 抗酸碱等。李万捷等[42]制备了一种具有韧性、耐酸碱等功能的抑尘剂。施春红等[43]合成了一种防止煤层着火的防火抑尘剂。程爱华等[44]制作了一种耐冻融的抑尘剂。张莉[45]制备了一种防冻型抑尘剂, 实验显示该抑尘剂保湿效果好, 抑尘能力较好。康杰等[46]研究了一种耐高温抑尘剂, 40℃下抑尘效果最好。

2.2.4. 微生物抑尘剂

微生物抑尘剂具有绿色环保、无毒害、可降解等特点。2004 年, Whiffin 等[47]利用微生物技术制备生物粘结剂, 由此微生物抑尘剂的研究引起了广泛的关注。钱春香等[48]使用微生物诱导技术, 制备了一种耐低温、抗侵蚀的微生物抑尘剂。蒋耀东等[49]通过探究了微生物抑尘剂的土壤固化能力和抑尘效果, 结果显示低温环境下微生物抑尘剂固化土壤效果好。蒋耀东等[50]研制了一种微生物抑尘剂, 通过实验对比, 结果显示该抑尘剂各方面性能良好。微生物抑尘剂具有很强的粘结性能[51], 可以把漂浮在空中的细小扬尘颗粒粘结成大颗粒, 从而有效抑制扬尘。

微生物抑尘剂的研究具有重要现实意义, 微生物抑尘剂同时也是一种环保型抑尘剂, 将其与其他抑尘剂联合实用, 使其优势互补, 会产生更加显著的抑尘效果。

3. 结论与展望

对于抑尘剂的研究不断有新的成果出现, 近年来, 由于国家对环境保护的要求越来越高, 人们的环

保意识也逐渐加强,抑尘剂的研究也从原来传统型向着绿色环保,成本低廉,功能丰富、有效期长等方向发展。高分子合成技术的不断成熟,使得高分子材料的生产成本不断降低,抑尘剂的主要原料也从无机盐类向高分子类转变。可以预见,未来存在污染隐患的传统型抑尘剂必将被生态环保型抑尘剂逐步取代。

参考文献

- [1] 王磊,刘泽常,李敏,等. 化学抑尘剂进展研究[J]. 有色矿冶, 2006(12): 119-120.
- [2] 李成,朱逢豪,付兴民,等. 关于抑尘剂开发及其存在主要问题的探讨[J]. 环境工程, 2013(31): 360-362.
- [3] 苟尚旭,刘荣华,王鹏飞,等. 表面活性剂对煤的润湿性影响[J]. 矿业工程研究, 2016, 31(4): 24-27.
- [4] 杜翠凤,蒋仲安,许彦. 粘结性抑尘剂抑制露天煤场扬尘的工业试验[J]. 金属矿山, 2005(3): 55-57.
- [5] 金龙哲,杨继星,欧盛南. 润湿型化学抑尘剂的试验研究[J]. 安全与环境学报, 2007(6): 109-112.
- [6] Ding, C., Nie, B., Yang, H., *et al.* (2011) Experimental Research on Optimization and Coal Dust Suppression Performance of Magnetized Surfactant Solution. *Procedia Engineering*, **26**, 1314-1321.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2306>
- [7] 曹晓峰. 固尘抑尘剂的研制[D]: [硕士学位论文]. 呼和浩特: 内蒙古工业大学, 2009.
- [8] 蒋耀东,张雪,张雷,等. 抑尘剂的研究应用现状及发展趋势[J]. 设备运维, 2017(10): 145-148.
- [9] 徐海栋,张雷波,尹立峰,等. 化学抑尘剂的研究现状及进展评价[J]. 科技评论, 2015(6): 10-13.
- [10] 张丽丹,邓雄飞,冯秀玲,等. 氧化淀粉接枝水溶性固沙抑尘剂的性能研究[J]. 化工新型材料, 2007, 35(9): 11-13.
- [11] 刘凤月,朱红,李伟. 煤炭运输用生态型抑尘剂的制备研究[J]. 中国胶黏剂, 2007, 16(11): 33-35.
- [12] 马斐,程冬炳,王颖,等. 聚丙烯酸类高吸水性树脂的合成及吸水机理研究进展[J]. 武汉工程大学学报, 2011, 33(1): 4-9.
- [13] 李凯崇,杨柳,蒋富强,等. 改性木质素磺酸盐磺酸盐煤炭抑尘剂的制备与研究[J]. 环境工程, 2012, 30(1): 66-69.
- [14] 潘海霞. 化学抑尘剂在金属矿山的实验研究[J]. 中国铝业, 2010, 34(6): 81-83.
- [15] 杨明坤,王芳辉,姚洋,等. 一种新型环保固沙剂的制备与性能研究[J]. 材料研究学报, 2012(3): 225-230.
- [16] Cheng, F., Hu, X., Wang, D. and Liu, G. (2012) Synthesis of Coal Dust Depressor and Its Application in Preventing Coal Dust. *Advanced Materials Research*, No. 3, 2301-2306.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.482-484.2301>
- [17] Goodrich, B., Koski, R. and Jacobi, W.R. (2009) Condition of Soils and Vegetation along Roads Treated with Magnesium Chloride for Dust Suppression. *Water Air and Soil Pollution*, **198**, 165-188.
<https://doi.org/10.1007/s11270-008-9835-4>
- [18] Jin, L., Wang, L. and Chen, D. (2006) Corrosion Inhibition of a Hygroscopic Inorganic Dust-Depressor. *Journal of University of Science and Technology Beijing*, **13**, 368-371. [https://doi.org/10.1016/S1005-8850\(06\)60076-5](https://doi.org/10.1016/S1005-8850(06)60076-5)
- [19] 吴超,周勃,王海宁. 卤化物添加 CaO 和 MgO 的抑尘性能研究[J]. 中南工业大学学报, 1996, 27(5): 520-524.
- [20] 吴超,周勃. 卤化物与水玻璃复合物的抑尘性能[J]. 中南工业大学学报, 1997, 28(6): 519-521.
- [21] 王薇,霍茂清,郑向军,等. 复合型抑尘剂的制备与应用研究[J]. 环境工程, 2010, 28(增 1): 176-178.
- [22] 李云涛. 不同配比高倍吸水树脂抑尘剂抑尘效果研究[J]. 西部交通科技, 2008(2): 97-100.
- [23] 张文案,霍磊霞,刘海龙. 复合型煤尘抑制剂的制备及性能研究[J]. 煤化工, 2009(5): 21-24.
- [24] 董波,蔡觉先,李颖泉. 煤炭运输专用抑尘剂的合成与应用[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(5): 88-91.
- [25] 肖红霞,郑义. 复合型抑尘剂的制备研究[J]. 环境工程, 2011, 29(1): 76-79.
- [26] 艾封年,张碧强. 复合型道路抑尘剂在城市道路中的应用及经济分析研究[J]. 环境科学与管理, 2018(1).
- [27] 邓兵杰,谭卓英,李季阳. 复合型抑尘剂配方实验研究[J]. 现代矿业, 2014(3): 87-91.
- [28] 马云龙. 一种复合型环保抑尘剂的制备及性能研究[J]. 化工设计通讯, 2017, 43(8): 210-211.
- [29] 许玥,熊峰. 建筑施工现场快速成膜抑尘剂的研制[J]. 安全与环境工程, 2015, 22(4): 94-109.

- [30] 张雷波, 焦娇, 赵雪艳, 等. 生态友好型抑尘剂的制备及性能[J]. 农业工程学报, 2013, 29(18): 218-225.
- [31] 郑向军, 李晋生, 薛峰, 等. 新型环保道路抑尘剂在城市道路的应用[J]. 环境工程技术学报, 2014, 4(2): 169-172.
- [32] Miguel, A.M., Carla, M.M.L. and Rochel, M.L. (2012) Use of Glycerol By-Product of Biodiesel to Produce an Efficient Dust Suppressant. *Chemical Engineering Journal*, **180**, 364-369.
- [33] 韩娟娟, 张丽丹, 韩春英. 新型丙烯酸酯抑尘剂的合成及应用性能[J]. 北京化工大学学报, 2007, 34(增 2): 78-81.
- [34] 梁文俊, 任思达, 马贺, 等. 环境友好型煤尘抑制剂的制备[J]. 环境工程学报, 2017, 11(9): 5091-5096.
- [35] 郑旭阳, 于泊藁, 杨文雅, 等. 微波合成淀粉基可生物降解抑尘剂的特性研究[J]. 工业安全与环保, 2016, 42(5): 54-56.
- [36] 林木松, 马磊, 李宇春, 等. 环保型煤流抑尘剂的研制及工业试验研究[J]. 中国电力, 2017, 50(8): 168-172.
- [37] 葛少成, 康卓伟, 荆德吉, 等. 新型高分子抑尘剂的性能实验研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2016, 12(10): 56-61.
- [38] 丁建飞. 一种基于分子改性的新型高分子煤尘抑制剂的制备及性能研究[J]. 民营科技, 2018 (8).
- [39] 杨静, 王琨, 房孝敏. 新型煤尘抑制剂的研制与性能测试[J]. 煤矿安全, 2011, 42(8): 1-4.
- [40] 郑同利, 郑同超, 许耕昕, 等. 新型高分子聚合物抑尘剂现场使用的实验研究[J]. 中国高新区, 2018(8).
- [41] 李广龙. 一种新型高分子复合尾矿库抑尘剂配比及性能实验研究[J]. 西部大开发(土地开发工程研究), 2017(8).
- [42] 李万捷, 陈庆柏, 李春. 运输用聚乙烯醇/丙烯酸接枝共聚共混物抑尘剂的制备及特性[J]. 煤炭学报, 2010, 35(70): 1177-1181.
- [43] 施春红, 金龙哲, 刘结友. 新型防火抑尘剂的应用[J]. 煤炭学报, 2007, 32(6): 608-611.
- [44] 程爱华, 刘威, 端木合顺. 新型散煤抑尘剂的应用及性能研究[J]. 矿业安全与环保, 2010, 37(1): 7-9.
- [45] 张莉. 防冻型抑尘剂的合成及性能研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州交通大学, 2017.
- [46] 康杰, 王俊峰, 邬剑明. 煤矿新型 N4-2 耐高温抑尘剂试验研究[J]. 煤矿安全, 2016, 47(11).
- [47] Whiffin, V.S. (2004) Microbial CaCO₃ Precipitation for the Production of Biocement.
- [48] 钱春香, 王安辉, 王欣. 微生物灌浆加固土体研究[J]. 岩土力学, 2015, 36(6): 1537-1548.
- [49] 蒋耀东, 黄娟, 张雪, 等. 新型微生物抑尘剂的应用研究[J]. 化工管理, 2018(1): 48-51.
- [50] 蒋耀东, 黄娟, 张雷, 等. 基于微生物诱导碳酸盐沉淀的微生物抑尘剂[J]. 化工管理, 2018(1): 54-57.
- [51] 赵茜. 微生物诱导碳酸钙沉淀(MICP)固化土壤实验研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国地质大学, 2014.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5485, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aep@hanspub.org