

基建扬尘抑尘剂发展现状研究

陈浩宇, 林媛, 师永杰

重庆科技大学安全工程学院, 重庆

收稿日期: 2024年3月5日; 录用日期: 2024年3月28日; 发布日期: 2024年4月30日

摘要

由于我国社会的飞速发展,空气的污染愈发凸显,飞扬的尘埃对空气质量以及生活环境构成了严重威胁。所以现已开始使用常用抑尘材料或抑尘剂来降低扬尘。目前,已有许多抑尘剂在市场上销售,并正在开发用于各种领域。这些抑尘剂的性能取决于其物理和化学性质、温度、土壤类型、风速、大气条件等。最后本文对现有的和正在开发中的各种抑尘剂发展趋势进行全面的综述。

关键词

扬尘, 抑尘剂, 发展趋势

Research on Development Status of Dust Suppressor

Haoyu Chen, Yuan Lin, Yongjie Shi

School of Safety Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: Mar. 5th, 2024; accepted: Mar. 28th, 2024; published: Apr. 30th, 2024

Abstract

Due to the rapid development of our society, air pollution has become increasingly prominent, and the dust has posed a serious threat to air quality and the living environment. Therefore, common dust suppressant materials or dust suppressants have been used to reduce dust. At present, many dust suppressants have been sold on the market and are being developed for various applications. The performance of these dust suppressors depends on their physical and chemical properties, temperature, soil type, wind speed, atmospheric conditions, etc. Finally, the development trend of the existing and developing dust suppressors is reviewed.

Keywords

Dust, Dust Suppression Agent, The Development Trend

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

近年来,我国一直处于一个经济社会发展的阶段,但在高速发展的背后,诸多伴随着空气污染的问题也逐渐展露出来,不可否认的是中国一些地区的空气污染导致的雾霾天气不仅对居民的正常出行、生产生活带来极大的困扰[1],而且对身体健康也有着不可忽视的负面影响[2]。据研究,空气中过量的悬浮颗粒物是造成雾霾的最直接原因。所以,这一系列的问题引起了相关研究人员与实践者的关注。相比传统化学抑尘剂的功能单一、价格高、毒性、腐蚀性、难治性和二次污染问题以及在露天的应用有限是常见的问题。研究人员在化学抑尘研究方面取得了不错的成果,成功开发了各种化学抑尘剂,其可应用的领域也逐渐扩大。目前的研究越来越多,使抑尘剂更具有针对性和适用性。但用于基建过程中产生的扬尘治理的抑尘剂相对较少,本文针对基建抑尘剂进行综合考量,为基建扬尘的治理提供思路。

2. 国内外抑尘技术研究进展

2.1. 国内研究现状

我国抑尘剂的技术研究及推广应用最早开始于我国上个世纪 70 年代末,相对于其他发达国家来说,抑尘剂的研发虽然起步比较迟,但是在 20 世纪 80 年代逐渐开始有一些科研机构 and 高等院校已经开始对其展开了较深入的研究,且已经取得了较大的技术成就[3]。

马云龙等人[4]采用了丙烯酰胺、过硫酸铵以及海藻酸钠为功能材料配制出了一种化学抑尘剂,该抑尘剂具有保水性、粘结性和吸湿性等功能。研制过程中通过接枝共聚技术对海藻酸钠进行了改性,喷洒后能够有效的起到湿润的作用,使其形成的保护层具有更好的流动性和吸水保湿性。

宁岱[5]研制的抑尘剂由天然植物纤维、丙三醇以及天然乳胶和混合配制而得组成,该抑尘剂在实际使用时需要直接用水进行溶化,喷洒后,会在扬尘的表面上逐渐形成一层拉伸强度良好、具有一定韧性且厚度分布均匀的固化层。该固化层具有良好的抗冲刷性和抗雨蚀性,可有效减少物料的流失。最后通过对抑尘剂的性能表征测试,表明该抑尘剂有良好的生物降解性,且无毒无害无污染。另外,该抑尘剂使用的原材料成本低且制备简单。

2.2. 国外研究现状

研究表明,国外对抑尘剂研究较早,20 世纪初英国最先开始研究抑尘剂并加以应用。之后,一些来自美国和苏联的研究人员也逐渐开始对润湿型抑尘剂进行研究。目前,俄罗斯等发达国家对的抑尘剂研究开发技术早已处于领先水平,并成功获得了专利产品。

Mederos [6]等研制的抑尘剂是以人工提取合成生物柴油后的生物副产品作为主要材料并配以其他助剂研制而成。该抑尘剂不仅拥有较好的抑尘性能,而且研制的成本也更加低廉。

Mikhail [7]等人研发了一种可有效针对因油气爆炸引起的扬尘抑尘剂,该抑尘剂是以 NaCO_3 、 KCl 以

及尿素作为为原材料经过多种化学反应研制而成。该抑尘剂可有效的对扬尘污染进行防治，且在油气爆炸带来的环境危害综合治理方面有显著的效果。

Edvardsson K, Magnusson R [8]等人研发的抑尘剂主要是针对碎石带来的扬尘，是以木质素磺酸盐和氯化物为主要原料，并且通过一系列浓度测试，找出最优的比例进行配置。经测试，该种抑尘剂对路面及山坡碎石带来的扬尘污染有明显的效果。

3. 抑尘剂的分类

3.1. 润湿型抑尘剂

吸湿性是指固体物质吸收或吸附水分的能力来自周围大气。由于它们对水有亲和力，所以具有吸湿性这些物质可以保持水分，并保持潮湿。对坚硬和紧凑的路面有很好的保水性，从而防止扬尘的侵蚀。而具有良好吸湿性的物质则是润湿型抑尘剂主要组成部分。根据吸水机理，可以将吸湿物质分为两类，即化学和物理吸湿物质。化学吸湿材料通过化学反应吸收水分，从而改变其整个性质；物理吸湿材料通过以下四种机制吸收水蒸气：表面吸附；毛细血管中的冷凝；晶体结构的可逆变化；以及毛细管力和功能基团水合作用的组合。当吸湿性物质的临界相对湿度低于周围环境，则吸附在吸湿物质表面的水会开始蒸发溶剂分子，使整个物质液化。进一步起到抑尘的效果[9]。

润湿化学抑尘剂具有良好的吸湿性能，但缺乏良好的粘结性以及抗冲刷性，形成固化层的时间较长，吸水后发生化学反应产生的酸性溶液会腐蚀运输设备。

3.2. 粘结型抑尘剂

粘结型抑尘剂分为由粘结性较好物质例如玉米淀粉、瓜尔豆胶、壳聚糖、不同表面活性剂和油基物质等。其抑尘机理主要是靠粘合作用，以及相应的聚合作用，当使用粘结型抑尘剂时，可吸附灰尘颗粒形成结块的粉尘。粘结性也被称为聚合过程将小直径固体颗粒转化为大直径颗粒(由更小的粒子组成)。粘结型抑尘剂会在材料之间利用粘性使这些颗粒积聚更多数量和质量更小的颗粒，以增加团聚体颗粒。可以有效控制地面或土壤层产生的扬尘污染，进一步起到抑尘的效果。

一般来说，粘结型抑尘剂虽然对粉尘有很好的粘结及渗透效果，但是缺乏良好的吸湿性，且毒性较强，不易降解，会造成水土污染。粘结型抑尘剂虽有较好的吸水、保水、粘度等特点，但是耐盐性差限制了其广泛应用。

3.3. 复合型抑尘剂

复合型抑尘剂是一种打破常规的新型抑尘剂。不同于传统抑尘剂的是，其是通过一系列的物理、化学反应或者物理化学综合作用对多种化学试剂或天然物质进行复合而研制得出。由于复合了多种试剂，其作用也更加全面，能够有效的将粘结、润湿、吸湿保水、凝并等功能通过整合统一发挥作用。复合型抑尘剂经过验证被认为除了具有常用的润湿、粘结功能，也同时兼备良好的渗透性及吸水保水性，尤其适用于在复杂的大气环境中使用。

4. 发展趋势

研究表明，在城市不断发展的前景下，不同环境下需要特殊性能的抑尘剂的需求越来越大，所以针对不同行业开发有针对性的抑尘剂已是当务之急。目前，可以明显看出抑尘剂的应用与研究正在朝着聚合物、多组分、多功能且环保的发展方向快速发展。同时，需要进一步研究针对不同行业不同环境的多功能抑尘剂的性能表征及应用效果。所以，不难看出，抑尘剂具有良好的发展趋势。

4.1. 建筑施工

随着当下我国对建筑业发展的需求,我国各地大型建筑工程项目的施工数量日渐增多,但是带来的扬尘污染也是难以避免的。然而,建设施工条件随着建筑项目的过高的需求越来越复杂,施工周期也越长。施工过程中由于大量建筑材料堆放在施工现场,再加上风力的作用,都会带来严重的粉尘污染,考虑到扬尘对人类健康和安全的影 响,抑尘剂由于其易于应用而且成本低所以在实践中被广泛采用。由于抑尘剂的性能取决于其性能物理和化学特性、施用量、土壤类型、风速、大气。考虑到扬尘对人类健康和安全的影 响,抑尘剂由于其易于应用而且成本低所以在实践中被广泛采用。由于抑尘剂的性能取决于其性能物理和化学特性、施用量、土壤类型、风速、大气。目前,控制道路扬尘的常用抑尘剂包括水、氯化钙(CaCl_2)、氯化镁(MgCl_2)和其他氯化物盐等。但是化学抑尘机制仅停留在宏观或微观方面,关于抑尘剂和建筑粉尘机理研究领域较少。

4.2. 道路运输

道路上敞车运输的散装物料是典型的颗粒物,颗粒物活动会造成较大的空气污染。特别是在大风天气下易受到风力的干扰,气流会将运输物料表面的细小颗粒吹走,这不仅会造成运输物料的损失,而且对周围环境也能造成不小的污染,由此给交通道路上带来的十分严重的危险。由此,可使用抑尘剂进行针对性的治理,利用喷淋的方式,对散装的物料表面喷洒。喷洒的溶液可将细小颗粒黏结起来,形成一个表面张力及渗透性较好的薄膜,并且还起到可防水耐高温的保护作用,在遭遇狂风大雨的时候有良好的抗雨蚀性和抗风蚀性,也有良好的耐老化和抗腐蚀性能,且保存期甚至可长达 6~8 个月。使用抑尘剂不仅可对道路上飞扬的尘埃有非常好的治理作用,还能减少对周围空气环境的污染,可明显的改善空气的质量。

4.3. 防火抑尘

高分子聚合物材料是目前制作防火抑尘剂的主要常用材料。分子聚合物间的各种网状离子结构一旦相互形成,在各分子间就会形成各种不同的离子基团。除此之外,作为各种防火聚合物构成的成膜剂的性能在防火抑尘特性上也是非常突出的,其形成的薄膜不仅可以固定扬尘,还可有效的保护物料表面,起到阻燃和抗氧化的作用[9]。因为该种抑尘剂基本无毒、无味,基本不会对设备造成任何外部损伤,在室内有在室内高温保水条件下还不仅可以直接起着达到高温保水保护作用,并且还拥有着较高的隔热性和稳定性,进而可以起到了室内隔热、隔气的保护作用,避免了室内水气和煤气的危害产生。在静电防火的保护效果上也是比较明显的。

4.4. 其他领域

由于我国沙漠化比较严重,利用沙尘抑制剂可以稳定土壤和水。生物抑尘剂的可用于煤矿和工业,其易降解无较大危害,还可以很好地用于渣料场。基于有机化合物的抑尘剂可用于未铺砌的农村公路道路、农业道路、土路、碎石路和矿山,并且不会对当地生态造成负面影响。综上所述,各种抑尘剂在不同的领域都取得了显著的效果。

5. 结语

1) 对以上相关的不同类型的抑尘剂发展状况进行分析可知,传统的抑尘剂开始向复合型、功能型抑尘剂发展。

2) 人们逐渐开始注意到愈发严重的各种不同的环境问题及保护环境的意识也日渐增强,于是逐渐摒

弃了会带来环境污染隐患的传统化学抑尘剂。不可否认的是今后的主要研究方向以及研发任务逐渐发展为无毒无害且环保性能更好的复合型抑尘剂。

3) 应用于基建过程中产生的扬尘治理的抑尘剂相对较少,且随着我国基建水平的不断提高,基建扬尘治理将是很大的研究方向。本文为基建扬尘治理提供了研究思路。

基金项目

重庆科技学院研究生创新计划项目“基建扬尘环保型抑尘剂性能及作用机理研究”(YKJCX2220727)。

参考文献

- [1] 马晓倩, 刘征, 赵旭阳, 等. 京津冀雾霾时空分布特征及其相关性研究[J]. 地域研究与开发, 2016, 35(2): 134-138.
- [2] 揣小明, 王佳佳, 周海霞, 等. 雾霾污染的危害与治理支付意愿研究进展[J]. 河南科技, 2019(4): 152-155.
- [3] 陈鹏, 黄福军, 刘瑞兴. 几种新的防尘剂及其防尘效果[J]. 工业安全与环保, 1988(2): 33-35.
- [4] 马云龙. 一种复合型环保抑尘剂的制备及性能[J]. 化工设计通讯, 2017, 43(8): 210-211.
- [5] 宁岱. 一种环保降解型抑尘剂及其制备方法[P]. 中国专利, CN102277135A. 2011-12-14.
- [6] Medeiros, A.M., Leite, C.M.M. and Lago, L.M. (2012) Use of Glycerol By-Product of Biodiesel to Produce an Efficient Dust Suppressant. *Chemical Engineering Journal*, **180**, 364-369. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.11.056>
- [7] Krasnyansky, M. (2006) Prevention and Suppression of Explosions in Gas-Air and Dust-Air Mixtures Using Powder Aerosol-Inhibitor. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, **19**, 729-735. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2006.05.004>
- [8] Edvardsson, K. and Magnusson, R. (2011) Impact of Fine Materials Content on the Transport of Dust Suppressants in Gravel Road Wearing Courses. *Journal of Materials in Civil Engineering*, **23**, 1163-1170. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000282](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000282)
- [9] 王艺, 张建, 王培齐, 等. 抑尘剂的研究应用现状及发展趋势分析[J]. 砖瓦, 2020(10): 93-94.