

干雾抑尘技术在选煤厂皮带机的应用现状和发展

张宁, 刘刚, 李建国

(国能神东煤炭集团公司保德煤矿, 山西 忻州 036600)

摘要: 皮带机作为一种常见的物料输送设备, 在其运行过程中产生的粉尘问题尤为突出。传统的湿式抑尘方式虽然可以一定程度上减缓粉尘的扩散, 但却存在水耗大、不利于设备维护等问题, 且湿式除尘技术对小于 $10\ \mu\text{m}$ 的粉尘处理效果较差, 本文选取了选煤厂的某条巡检皮带机作为对象, 简要介绍了产生粉尘的原因及粉尘的危害, 完整、系统地介绍了现有干雾抑尘技术的原理及设备, 最后通过监测设备进一步评估了干雾抑尘技术在现场的实际应用除尘效果, 并为该技术的未来发展并提出了建议。

关键词: 皮带机; 干雾抑尘; 除尘效果

中图分类号: TD94 文献标志码: A 文章编号: 1006-6772(2024)S2-0074-04

Dry mist dust suppression technology in coal processing plant belt machine application status and development

ZHANG Ning, LIU Gang, LI Jiaoguo

(Baode Coal Mine of CHN Energy Shendong Coal Group Co., Ltd., Xinzhou 036600, China)

Abstract: Belt conveyor is a common material transportation equipment. The dust generated during its operation is particularly prominent. Although the traditional wet dust suppression can slow down the spread of dust to a certain extent, there are problems such as water consumption and unfavorable equipment maintenance. The wet dust removal technology for dust less than $10\ \mu\text{m}$ processing effect is also poor. This paper selects a coal preparation plant inspection belt machine as the object and briefly introduces the causes of dust and dust hazards, completely and systematically introduces the existing dry mist dust suppression technology principle and equipment, and finally further evaluates the dust removal effect of the dry mist dust suppression technology through the monitoring equipment in the field of the actual application and put forward proposals for the future development of the technology.

Key words: belt conveyor; dry mist dust suppression; dust removal effect

0 引言

随着工业生产的不断发展和社会对环保要求的提升, 粉尘控制成为工业领域亟待解决的问题之一。在煤炭、矿石等物料的输送过程中, 常常伴随着大量的粉尘产生, 不仅给生产环境带来卫生与安全隐患, 也对周边环境造成污染。在这一背景下, 对粉尘的治理的多种技术应用而生, 干雾抑尘技术作为处理小于 $10\ \mu\text{m}$ 的细小粉尘的技术已经成为了主流技术^[1]。

在选煤厂中, 煤块需要在生产工艺流程中会不可避免的通过溜槽、皮带不断的转运, 由此就会产生粉尘。长时间处在粉尘环境中易引起职业性呼吸系

统疾病, 免疫系统受损, 眼部刺激和损伤, 火灾和爆炸危险, 机械设备损耗, 环境污染, 影响能见度等各种问题^[2]。

湿除尘技术是通过洗涤液(通常是水), 在惯性作用下产生细颗粒和液体碰撞, 沉降后颗粒尺寸去除概率显著增加, 从而实现细颗粒去除, 湿除尘技术去除小颗粒效果较高, 但滞留颗粒难以与液相分离, 因此会导致水污染问题和物料含水量增加(热值降低)的问题^[3]。经济效益低, 湿式除尘对于大颗粒的粉尘效果明显, 对于小于 $10\ \mu\text{m}$ 的干雾级别的颗粒效果不明显, 需要增加水量, 且需要人工进行调控, 无法自动调节^[4]。

现有的皮带运输机的除尘系统仅为普通的除尘

收稿日期: 2024-08-22; 责任编辑: 戴春雷 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.24082205

作者简介: 张宁(1986—), 男, 河北唐山人, 工程师。E-mail: 659653551@qq.com

引用格式: 张宁, 刘刚, 李建国. 浅析干雾抑尘技术在选煤厂皮带机的应用现状和发展[J]. 洁净煤技术, 2024, 30(S2): 74-77.

ZHANG Ning, LIU Gang, LI Jiaoguo. Dry mist dust suppression technology in coal processing plant belt machine application status and development [J]. Clean Coal Technology, 2024, 31(S2): 74-77.

装置,对于一些粉尘浓度较高且颗粒较细的转载点或运行的栈桥中简单增加喷水量和压力无法实现良好的除尘效果,部分设计通过使用除尘风机或其他设备虽然一定程度上在转载点和部分点位实现了抑尘,但细小粉尘($<10\ \mu\text{m}$)治理问题及高速运行过程中产生的粉尘尚未得到处理^[5-6],笔者讲述了一种已有的干雾抑尘系统及未来的发展方向,为选煤厂粉尘治理提出了一种新系统与新理念。

1 现有干雾抑尘系统的基本原理及优势

1.1 干雾抑尘技术的定义与原理

研究表明,当水雾和粉尘的接触距离在 $10\ \mu\text{m}$ 之内时,它们更有可能被吸收、净化和固化。换句话说,当水雾的尺寸超出了粉尘的尺寸,它们就会只能在粉尘的周围运动,而无法被抑制。如果水雾的尺寸与粉尘的尺寸接近,那么它们就更容易发生碰撞,导致粉尘的悬浮。微米级干雾抑尘器的技术,它可以将压缩的空气带动声波震荡装置,它可以形成雾状的粒子,经由碰撞、粘附、聚合等机制,喷向预先设定好的现场起尘点,最终实现粉尘的净化。受到重力影响,物体被迫向上移动,最终达到抑制粉尘的效果。

当水雾颗粒粒径小于 $10\ \mu\text{m}$,进入干雾级别,其表面张力降低,内部黏力增强。这种状态下,围绕微小尘埃颗粒的“微细粉尘——微细水雾”颗粒在二相流中容易结合,使颗粒逐渐增大并最终沉降,有效地清除现场扬尘。

1.2 干雾抑尘系统的组成及工作流程

这种干雾抑尘装置采用了一种先进的技术,它能够利用高频声波的音爆来实现水雾颗粒的形成。它的工作原理是:首先,利用声波震荡器的音爆在喷头共振室处将水高度雾化,低于 $10\ \mu\text{m}$ 的微小雾滴高强度的水雾,然后喷向起尘点雾状区域中的雾滴与粉尘颗粒相结合后受到重力的影响而沉淀,从而实现抑尘的目的。

(1) 干雾抑尘一体机

集成干雾抑尘装置通过对气体和水进行过滤,依据现场扬尘抑制需求设定好的系统气水压力和流量,通过 PLC 控制程序及现场阀门的打开或关闭,将气水经过管道送到该现场的干雾分配器,进行喷雾作业,最终达到喷雾抑尘的精确实现。该装置主要包括电控系统、多功能控制系统、流量控制系统以及反冲洗过滤系统。

通过将可编程控制器、保护电路、继电器等组件结合起来,电控系统已经变得更加强大,它不仅是集

成干雾抑尘系统的核心,还能够满足用户的多种不同的操作需求,包括自动、手动、遥测等。当处于手工状态时,操作者只需轻轻一点,就能够轻松地开始和关闭喷雾器。而且,这种自动化的控制系统能够把干雾抑尘主机和周围环境的监测数据有效地联结起来,从而达到完美的控制。

(2) 干雾分配器

干雾分配器主要由电磁阀、恒压阀、分配器及分支管路球阀组成,单只喷嘴水气管道可以独立开关。通过 PLC 系统,将水、气、电三种主要管道与万向节总成相连,以便根据实际情况,单独控制各个万向节总成进行喷雾操作。

(3) 万向节喷嘴总成

万向节总成配备了一个高效的喷射系统,按干雾机的控制指令喷向抑尘点,有效地捕获空中的灰尘,并通过精确的调节,使得空中的粉尘达到 $1\sim 10\ \mu\text{m}$ 的浓度,从而达到有效的抑制效果。干雾与粉尘颗粒相互接触、碰撞,使粉尘颗粒相互粘结、凝聚变大,并在自身的重力作用下沉降,从而达到抑尘的作用。其工作流程如图 1 所示。

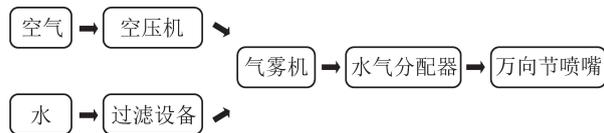


图 1 万向节喷嘴工作流程

1.3 干雾抑尘系统的优势和应用范围

1) 通过采用喷雾嘴,能够有效地处理 $10\ \mu\text{m}$ 以下的粉尘颗粒,其吸附沉降效果超过了 95%,具有良好的净化效果,并且能够有效地抑制粉尘飞扬。

2) 节能降耗效果好:可以实现连片式的区域除尘,作用范围大,空气清洁后保持的时间长,因此设备不需要连续运行且水利用率高,耗水量少。

3) 润湿作用:在高温干燥天气下,利用该设备的喷雾功能,可达到降温加湿的效果,且这一过程具有节能减排的特点,水耗量较小,同时原煤或产品煤的水分增加情况来看,作业前后的比重增加为 0.02%~0.05%,物料(煤)不会有热值损失,也不会引起二次污染。

4) 实现智能化控制:可通过与电脑中控控制端进行远程控制,手机远程 APP 控制等,实现远程智能自动化控制,方便使用,方便管理。

5) 全季节可用:通过安装电伴热系统,我们已经为每一种系统及其相关的水、气管道提供了充足的热量,同时还采取了保护措施来避免冰冻。在干雾抑尘装置的运行后,我们将避免出现煤炭在冬

天的凝固、皮带的磨损、运行异常等问题。

2 干雾抑尘系统应用实践

在该选煤厂 1#皮带布置干雾抑尘喷头,具体的方案设计见表 1 所示。

表 1 1#皮带布置干雾抑尘喷头方案

序号	治理点	治理方法	点数数量	插头数量	喷雾状态
1	头部落料点	干雾抑尘	1	2	间断
2	中部	干雾抑尘	20	20	间断
3	尾部落料点	干雾抑尘	1	2	间断

干雾抑尘系统实际运行效果见表 2。除尘效率为现粉尘浓度除以原粉尘浓度

表 2 干雾抑尘系统实际运行效果

序号	治理点	喷雾状态	除尘效率(均值)/%
1	头部落料点	连续	87
2	中部	间断	95
3	尾部落料点	连续	91

经过对该选煤厂的 1#皮带栈桥进行粉尘浓度检测,并进行前后数据对比,可以得到如下结论:对 10 μm 以下的干雾级的吸入性粉尘治理效果达到了 95%,除尘效率提高了 85%~90%,粉尘浓度低于国家标准的 10 mg/m^3 。可以减少清扫工人清理维护时间班前班后 1 h 时间,实现全天生产清扫班组成员减员 3 人、降低设备损耗,有效地防止皮带运行故障,提升了整体生产效能降低了成本。

3 干雾抑尘系统的优化建议及未来发展方向

3.1 优化建议

尘埃治理需求:选煤厂是典型的尘埃产生场所,尘埃对环境和工人健康都带来不小的挑战。引入干雾抑尘系统能够有效抑制尘埃扩散,提高空气质量,满足环保和职业健康安全的要求。

能耗控制:选煤厂通常有大量的能源消耗,因此对于抑尘系统而言,能耗是一个关键问题。优化设计和智能控制算法的引入有望降低系统运行成本,提高能源利用效率。

环保法规要求:随着环保法规的不断加强,选煤厂将更加注重环保技术的应用。干雾抑尘系统作为一种绿色环保技术,符合未来环保标准的要求,将在选煤厂得到更广泛的推广和应用。

生产效率提升:干雾抑尘系统不仅仅是为了满足环保需求,同时也可以提高生产效率。通过有效地控制尘埃,可以减少清理维护时间,降低设备损耗,提升整体生产效能。

行业共识与推广:随着干雾抑尘系统在一些选煤厂的成功应用,将促使行业形成共识,推动该技术在选煤厂行业更为广泛的推广和应用。

总体而言,干雾抑尘系统在选煤厂的推广和应用前景广阔,不仅有助于解决环保问题,同时也将提升选煤厂的生产效率和可持续发展水平。

3.2 未来发展方向

传感技术升级:引入先进的传感技术,如激光雷达或红外线传感器,以提高尘埃监测的精度和实时性,从而更精准地调整抑尘系统的工作。

系统灵活性:干雾抑尘系统适用于不同的尘埃来源和尺寸,能够灵活调整工作参数以应对选煤厂中多样的尘埃粒度和产生情况,提高系统的适用性。

能耗优化:优化系统设计,采用高效能耗的喷雾设备和风机,以降低系统运行成本,减少能源消耗,同时减轻环境负担。

远程监控与管理:部署远程监控系统,使运维人员能够实时监测系统状态、进行远程故障诊断和调整参数,提高系统的可维护性和管理效率。

多层次防护:结合多种抑尘手段,如电静场、超声波等,形成多层次的尘埃防控体系,提高抑尘效果,特别是在复杂工业环境中。

绿色环保技术:探索更环保的抑尘技术,例如利用植物萃取物替代化学抑尘剂,以降低对环境的不良影响。

智能化网络化:构建智能化、网络化的抑尘系统,实现不同区域、不同工业设施之间的信息共享,提高整体尘埃控制效能。

4 结 论

本文详细地讲述了从皮带粉尘产生的原因到干雾抑尘的系统原理以及现有系统应用现状和未来的优化发展方向。本系统通过喷雾嘴将水雾化,主要解决了 10 μm 以下可吸入性粉尘的问题,通过实验数据表明对于小于 10 μm 粉尘颗粒的除尘效果达到 85%~95%,除尘效果良好,有效降低了皮带运输机区域的可吸入粉尘的浓度,对工人的健康及工作环境有了极大的改善。根据现有技术,该系统目前需根据现场情况采用多种除尘方式并存的技术方案将大颗粒与小颗粒同时进行处理,可有效实现良好的除尘效果。

参考文献 (References):

- [1] 吴剑恒. 微米级干雾抑尘除尘技术在燃煤电厂的应用 [J]. 电力学报, 2021, 36(4): 325-348.

- [2] 李如川. 煤矿井下带式输送机变量喷雾除尘系统设计 [J]. 煤矿机械, 2023, 44(4): 12-15.
- [3] 郑巍炜. 关于微米级超声雾化干雾抑尘装置的研究 [J]. 山西化工, 2021, 41(1): 114-116.
- [4] 樊君谊. 输煤胶带转运点除尘改造方案研究 [J]. 煤炭加工与综合利用, 2020(7): 91-94.
- [5] 迟宝锁, 侯钧, 刘宽, 等. 煤矿井下输送带运输触控喷雾除尘技术研究与应用 [J]. 煤炭技术, 2023, 42(1): 234-237.
- [6] 王宏平. 选矿厂炉前皮带系统微米级干雾抑尘技术的应用实践 [J]. 黑龙江科学, 2023, 14(10): 110-113.