

输煤粉尘成因分析及防治措施

陈宝迁

北京百特莱德工程技术股份有限公司

摘要：目前，电厂（钢铁厂、煤化工等）的输煤系统基本是托辊皮带机（个别有管状皮带机），运行的过程中产生的大量粉尘，会导致污染、粉尘爆炸，火灾等严重的设备甚至人身伤亡事故。因此相关的粉尘治理是电厂生产过程中的重要管理环节。本文针对电厂输煤粉尘的主要类型进行分析，在了解其主要的产生点的同时，对一般的防治手段进行研究，并通过电厂输煤粉尘防治的综合设计，提升电厂输煤粉尘的治理效果，为进一步保障电厂生产安全提供可靠的基础。

关键词：电厂；输煤系统；粉尘成因；粉尘治理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.123

电厂输煤系统对于电厂的正常运行具有十分重要的作用，但在运输、卸煤、混合、分类等流程中，都有极大的概率产生较多的粉尘。该粉尘具有易燃易爆性，同时对环境也会带来严重的不良影响。为了进一步提升电力生产的安全性，满足电力生产在环保方面的要求，需要进一步加强对电厂输煤粉尘的研究，了解其主要类型和产生的原因，并采取有效的措施避免电厂输煤系统粉尘现象的产生。

一、电厂输煤粉尘的主要类型

（一）原始粉尘

煤炭无论在存储还是运输的过程中，煤炭表面的含水量小于7%~8%的情况下，其表面会产生一定的细微扬尘。而在煤炭分解特性较强的情况下，更容易在电厂输煤系统中引起原始粉尘的出现。这些细微的扬尘会漂浮在空气中，并与煤炭原料进行分离，从而引起污染等不良的影响。

（二）加工粉尘

为了进一步提升煤炭利用的效率，使其的燃烧效率得到有效的提升，在输煤系统运行的过程中，需要对煤炭进行规格、类型的分选和处理。处理的过程中，机械设备的使用以及煤炭与存储容器、机械设备的碰撞，都会导致粉尘的大量出现^[1]。

（三）运输粉尘

在电厂输煤系统运行的过程中，煤炭需要通过输煤皮带运输至相关的机械设备进行燃烧。而在运输的过程中，煤炭应自由下落与运输装置、管道发生的碰撞过程中，煤炭会因此生成较多的小颗粒煤炭，并在此过程中产生相关的灰尘。同时，在运输的过程中，由于煤炭的分化以及车辆的滚动，都可能导致相关粉尘的发生。

（四）其他粉尘

由于煤炭在电厂输煤系统中的运行始终保持一定的

位移，在此过程中，煤炭之间、煤炭与设备之间都会因为不断的摩擦和挤压而产生相应的粉尘。

二、电厂输煤粉尘的主要产生点

（一）卸煤设施

卸煤的过程中，煤炭的倾倒、装卸都会导致煤炭与相关设备之间的快速冲撞，若煤流落差较大的情况下，煤炭中的含尘气体会快速流动，并在卸煤设施区域产生较大的扬尘。

（二）皮带通廊

托辊皮带机在运行过程中，由于煤粉会在辊与辊之间的跳动中飞溅到空气中，所以，通廊内会充满了粉尘。长时间运行后，通廊内的积累厚厚的煤粉，维修人员作业非常困难。同时，极易产生火灾或者爆炸事故。现实中，这种案例很多。

（三）转运站

煤炭转运的过程中，煤炭需要通过多次运输到达目的地。在此过程中，物料的下落高度相对较大，同时会与皮带机以及导料槽产生碰撞。而且在诱导空气的作用下，诱导槽的缝隙中会冒出煤炭粉尘，从而扩散到相关区域产生相关的影响。

（四）碎煤机室

碎煤的过程中需要使用鼓风效应来保障煤炭最佳的燃烧效果。但在处理的过程中也会产生大量的诱导风，若导料槽内的风压较大的情况下，碎煤过程中形成的煤层就会从导料槽的头、尾、缝隙处扩散到周边区域，从而造成严重的影响。

（五）煤仓间

当犁煤器进行卸料的过程中，物料下落等原因产生的诱导风会使煤斗中的煤粉出现溢出现象，从而扩散到整个煤仓间，并对输煤系统带来粉尘影响。

三、电厂输煤粉尘的一般防治手段

（一）煤尘生产量的减少

在输煤的过程中掉落碰撞都会产生相应的煤尘，而煤尘容易受到空气流动的影响而四处飞散，从而造成煤炭污染现象的产生。因此在进行煤粉尘防治的过程中，应当进一步采取优化措施，降低煤尘的生产量。通过对输送环节的设备工艺改进，结合有效的设计等措施，减少输送过程中的震动、碰撞和跳料，从而有效避免因煤炭冲击、干扰等问题引起的粉尘现象。进一步调整机械运转的速度，通过有效减少煤流与墙壁之间的冲击，有效减少煤尘的生产量。在实际处理的过程中，首先应当对储煤场、卸煤系统、运输系统进行有效的改造，采取全封的处理方式，提升输煤系统的密闭性，从而有效减

少煤层泄漏所造成的污染现象。特别是在输煤系统上，使用全封闭的气浮皮带机，代替托辊皮带机，这样很好的解决了震动引发的跳料和粉尘。而在使用煤炭的过程中，还需要对原煤的细度、硬度进行有效的控制，从而有效减少煤泥的掺烧比例，进一步减少在运输、储存等环节中产生的煤粉尘。

（二）水喷雾防尘

水喷雾防尘技术在各种类型的粉尘治理中较为常见。在实际应用的过程中，该技术需要对容易产生粉尘的区域安装高压喷头，使其生成水雾，从而封闭粉尘产生点。喷雾的过程中，可以向煤炭的表面进行直接喷洒，在增加煤炭表面含水量的同时，也可以进一步减少煤炭表面粉尘的生产量。并在此基础上，进一步使空气中已产生的粉尘进行自然沉降，而细小的水颗粒也会相互吸引，并形成较大的颗粒，从而更快速的进行沉降，进一步降低煤粉出现的概率^[2]。在近年来，除尘技术快速发展的过程中，水喷雾防尘可以使用1~10 μm的干雾，从而更有效地吸收粉尘，达到更好的粉尘沉降效果，满足粉尘防治的实际需求。

（三）抽风除尘

抽风除尘在电厂输煤系统粉尘治理的过程中比较常见。最常使用的是过滤式除尘器，在抽风除尘的过程中，利用过滤材料将粉尘与空气进行有效的分离。过滤材料通常由棉、毛、人造纤维等材料所构成，捕捉粉尘的同时，使粉尘与空气进行隔离，通常也被称为袋式过滤器。实际应用的过程中，过滤式除尘器的清灰难度较大，煤尘容易粘结在过滤材料上，并对除尘器的过滤效果带来直接影响，同时也会造成除尘器阻塞的现象。其次是静电除尘器。该储存器利用高电压，使粉尘与空气进行有效的分离，但在实际应用的过程中，酶的物理特性会导致静电除尘无法发挥良好的作用。当煤尘经过增湿的方式进行处理的情况下，静电除尘会导致粉尘堆积在管壁上，从而引起电极距的变小，而煤尘本身具有易燃易爆的特性。当电极距变小，出现电场畸变的情况下，很容易因为闪络放电等情况引起煤尘的燃烧爆炸风险。最后是湿式除尘器，该除尘器的除尘原理与喷雾除尘有较多的相似之处，在高温易燃易爆等环境中具有良好的应用优势。

（四）加强导料槽密封性

导料槽密封性不足的情况下，缝隙处会导致煤尘的泄漏，因此在电厂输煤系统粉尘治理的过程中，应当进一步加强导料槽的密封性。由于橡胶材料的密封圈在使用的过程中容易出现磨损和老化现象，在实际操作的过程中应当及时更换橡胶密封圈，并根据导料槽的实际工作情况对导料槽的密封性进行有效的控制。从而有效避免因震动、密封材料老化等原因造成的煤粉尘泄漏现象。除此之外，可以通过迷宫式的防溢裙板，使用多道橡胶防尘帘对导料槽进行密封处理，并采用弹性较好、使用寿命较强的密封材料，从而有效避免因密封性不足

而导致的煤粉尘泄漏现象。

（五）布袋除尘

布袋除尘的过程中，维护工作相对较为繁琐。在使用布袋过滤器的情况下，需要定时展开布袋的清理，将固体颗粒进行处理的同时，还需要对布袋的完整度进行检查，以避免布袋破损导致的粉尘泄漏现象。

（六）纳米膜除尘

纳米膜除尘技术是一种更加先进的过滤技术，利用生物纳米材料行程纳米膜，从而有效减少在各种环节中可能出现的粉尘现象。

四、电厂输煤粉尘防治综合改造设计

（一）改进输煤工艺

使用全封闭的气浮皮带代替传统的托辊皮带。气浮皮带的优点是，用压缩空气代替托辊，在全封闭微负压的环境下运行。由托辊的滚动摩擦，变为压缩空气的气垫层摩擦。因为是气垫层的摩擦，输送平稳，减少了摩擦系数。不但避免了辊与辊之间的撞击震动跳料产生的粉尘，也减少了拖动电机的功率。由于气浮皮带的全封闭，不需要建造皮带通廊，减少了钢材的使用量，也不需要更换托辊及大量的维修。在无组织和有组织粉尘排放上，完全符合目前国家的环保产业政策要求。

（二）转运站落差设计

转运站的高落差容易导致头部漏斗出现冲击磨损并产生堵煤和粉尘现象。同时，为了进一步避免落料点不正、高低落差较大等原因所带来的冲击粉尘、外溢粉尘现象，在设计的过程中，需要对转运站的落差进行合理的设计。首先在设计的过程中采用流线型的设计方式，有效降低每个阶段可能产生的落差，并采用缓冲集流阻力装置，从而有效提升物料运转的流畅性。并在此基础上进一步采用溜槽的设计方式，有效降低转运站运煤过程中可能对胶带出现的冲击现象。而在堆料的过程中，可以进一步对高低落差转运站进行有效的调整，从而降低转运站的故障效率，在发挥维护量较小作用的同时，可以进一步减少煤场转运站在运煤过程中产生的煤粉尘现象。落煤管在设计的过程中，可以采用镜面复合钢板来制作落煤管，使用流线型的结构来保证煤炭流动的顺滑，使其的使用寿命得到有效的提升。而在非冲击、磨损方面则需要采用其他的材料来降低落煤管的制作成本。同时，在转运站落煤管的出口处，需要进一步深入到导料槽内侧，从而避免煤炭滑下后对导料槽两侧带来冲击而产生的煤粉尘情况。

（三）碎煤室优化设计

碎煤室的优化设计过程中，首先需要对进口和出口进行物料模拟计算，使物料能够汇集输送至碎煤室，并进一步采用诱导风的抑制措施，有效减少粉尘量的产生。在设计的过程中需要确保溜槽出口能够在物料接触胶带的过程中形成完美的堆形，从而有效减少煤炭与胶带冲击带来的粉尘现象。同时，还需要进一步采取减震处理，通过向前扩容、收口的设计方法，确保物料在落

下后能够对准胶带的中线，避免跑歪情况的发生。同时需要使用PU感应急流阻尼装置，有效切断诱导风对导料槽带来的不良影响，使导料槽内部的诱导风量得到全面的控制，有效避免煤粉尘的产生现象。

（四）头部漏斗的优化设计

头部漏斗设计的过程中，需要对物料的运行轨迹进行计算，并使用计算机模拟的方式对头部漏斗的抛物线轨迹进行计算。同时在设计的过程中需要使用头部导流板对落煤管、头部漏斗的抛料方式进行有效的控制。在保证不会出现积料、堵煤现象的同时，还需要优化头部漏斗的通过能力，使其能够充分发挥良好的作用，并有效降低在生产过程中产出的粉尘量。

（五）落煤管出口设计

落煤管出口设计的过程中，可以将落煤的最下一节改为倾斜式落煤管，为了确保煤流的通畅，需要确保倾斜角度符合相应的要求，并在导料槽连接的过程中，采用截面的形式缩短导料槽的横向距离，使其的宽度约为传送带的50%左右，从而确保导料槽能够接近中间位置。另外，还需要进一步延长导料槽的长度，提升气流的行程，使风压风速得到自然衰减，使大量的粉尘能够在导煤槽中自然成交。在落煤管出口设置的过程中，还可以使用牛筋挡帘进行密封。通常情况下，牛筋挡帘的数量需要大于4道，保证落煤管道在静态工作时能够全方面封闭导料槽。此外，在设计的过程中还需要对导料槽进行减压处理，有效减少落煤管处的诱导风，并保证落煤管内部始终处于正压状态，在减少落煤管内部压力的情况下，还可以进一步安装旁路回风管，使落煤管处于负压状态，让含尘气体不会从落煤管中溢出，在实际设计的过程中可以使用循环回风管，使内外风压保持一定的密闭、稳定性作用。

（六）无动力导料槽设计

导料槽在设计的过程中可以采用矩形双密封导料槽，导料槽使用矩形钢管以及高分子聚乙烯材料进行包裹，并取消传统的螺栓固定方式，从而有效避免导料槽在使用过程中出现的磨损现象。在使用双面矩形托板的同时，需要对耐磨面的厚度进行有效的控制，在托住皮带防止其抖动的同时，有效减少皮带抖动导致的粉尘溢出现象。同时，进一步安装无动力惯性除尘单元，通过对导料槽中粉尘的调整和粉尘的吸附，有效避免原料浪费和粉尘产生的现象。而在应用的过程中，可以使用小型喷雾系统进一步提升粉尘的吸附效率，并有效降低除尘器使用过程中的维护成本。

（七）取料机除尘设计

取料机除尘设计的过程中，采用升降式雾笼喷雾除尘系统。利用干雾除尘装置和升降装置实现取料机的环状喷雾除尘。设计的过程中需要确保干雾除尘系统拥有良好的水源，水源的清洁度和水压需要满足干雾除尘的需求。由于该除尘系统是环状旋转结构，在水槽安装的过程中需要安装环形的水槽，通常情况下水源应当采用

循环水或者是消防用水，并在净水处使用过滤器来保证水质的清洁度。同时，还需要设计过滤器的自动清洗措施，以避免过滤器阻塞对除尘系统带来的不良影响。为了确保良好的供水，环形水槽在储存清洁用水时，还需要具有良好的密封性，从而避免粉尘的进入，并在水位降低后进行自动补水。喷雾环在设计的过程中，需要使用系统控制箱对汽水进行有效的控制，喷雾的水颗粒粒径需要保持在1~20 μm左右，并按照扇形的形状进行喷射，喷雾环在喷射的过程中，需要使用20个喷嘴来保证喷雾的覆盖度，同时也可以有效避免煤硫对喷雾造成的冲击现象。在雾笼形成的过程中，需要使用升降机保证喷雾环的上下升降，一方面需要确保喷雾环雨落料点始终保持3m以上的距离，并有效针对落煤点的粉尘进行有效的粉尘控制，在尘源处进行除尘，从而达到良好的封尘效果。

（八）卸煤设施粉尘防治设计

在卸煤设施粉尘防治设计的过程中，首先需要在煤斗内使用一层喷头，通过干雾喷头封闭气流，有效降低卸煤过程中产生的粉尘。而在干雾除尘系统的设置过程中，需要使用空气压缩机来保障除尘系统的连续运行。本次设计主要采用箱式结构的油空压机来满足干雾除尘装置的运行需求。并保证过滤器、增压泵、储水箱符合除尘系统的要求。水泵可以根据储水箱内的水位高低进行自动补水，并采用高精度的过滤器，避免杂质阻塞干雾喷头的情况。由于干雾喷射系统运行的压力相对较高，气、水管道需要采用强度较高的不锈钢管道，并进行合理的布置，以保证现场的整洁。在实际应用的过程中还需要使用可编程的PLC设备，对过滤器的清洗、水气电磁阀的控制展开自动化的管理。根据事先设定的要求，对抓斗的指令信号、水箱内的水位、压力信号进行采集，然后针对现场的工作需求执行控制命令，从而实现对于雾喷射系统的自动化控制，在提升系统稳定性的同时，进一步避免避免设备在非控尘环境下的工作，从而减少能源浪费的现象。

五、结语

综上所述，电厂的输煤系统具有代表性，结合多年的输送经验和国家的环保产业政策，可以很好的推广到其他工业领域。特别是钢铁，有色，建材，煤化工，化工等粉料比较多的用户。其实，电厂输煤系统在运行的过程中产生煤粉尘的原因较为复杂，在煤粉尘防治的过程中，必须根据不同的防治需求进行合理的设计，针对性的采取措施，从而有效提升粉尘的防治水平。

参考文献

- [1]王冕. 燃煤电厂输煤系统粉尘治理的研究与探索[J]. 内蒙古煤炭经济, 2022(19): 49-51.
- [2]欧路, 朱建猛. 火电厂输煤系统粉尘成因及抑尘措施[J]. 上海节能, 2021(02): 190-193.

作者简介: 陈宝迁(1965.1-), 男, 汉族, 吉林扶余人, 本科, 高级工程师, 研究方向: 粉尘处理和大宗粉料输送。