

电袋复合式除尘器的应用及技术探讨

针对冶炼、厂矿、电力等企业除尘器设备选型、应用中存在的问题，介绍了电除尘器、布袋除尘器的除尘机理，分析了两种除尘器的优缺点和影响除尘效率的因素，探讨了粉尘、烟气环境的治理思路，提出应用高效、节能、稳定、经济的除尘设备——电袋复合式除尘器，并对其工作原理、优缺点等进行了分析、探讨和总结。

烧结工序是钢铁工业原燃料的集散加工地，生产区域点多、线长、面广、区域大。在烧结生产过程中，产生了大量烟粉尘。陕西龙门钢铁有限责任公司265m²烧结系统主要采用电除尘器对粉尘进行净化，随着国家和地方环保标准对粉尘的排放要求越来越严格，原有电除尘器无法稳定满足标准要求，需对烧结工艺过程中粉尘排放进行综合治理。

烧结机尾及成品系统粉尘性质相似，除尘器改造主流思路是电除尘器改为袋式除尘器，因为袋式除尘器在控制排放浓度，即除尘效率上更具优势。龙钢公司根据粉尘性质，比较两种除尘器的性能特点，采用电袋复合除尘器，对烧结机尾除尘及成品除尘系统进行改造，取得了较好的效果。

1 除尘原理

1.1 电袋复合式除尘器的除尘效率及优点

从除尘机理和实际运行效果来看，粉尘比电阻不合适的灰尘进入布袋过滤、净化，新型电袋复合除尘器不仅消除了因粉尘比电阻问题引起的电除尘效率下降的缺点，而且荷电粉尘易粘附在布袋上形成二次过滤层，提高了布袋过滤、净化的效率。

而且经过电场的重力沉降、初级净化、冷却，进入布袋区的烟尘工况条件有所改善，此区域的粉尘颗粒、浓度、温度、风速都变小，更利于布袋过滤，使除尘效率更稳定高效，布袋使用寿命延长，也降低了运行维护费用和投资。

电袋复合式除尘器实际上强化了电场和布袋除尘的作用，达到了单一的电除尘器或布袋除尘器不能达到的除尘效果：

- (1) 因为电场除尘作用，细微尘粒可以有效捕集，即使PM2.5的微粒也能有效收集，弥补了布袋除尘的不足。
- (2) 消除了粉尘比电阻对电场除尘的不利影响，适用性广，尤其是对工业炉窑粉尘的净化。
- (3) 改善了进入布袋除尘区域的烟尘工况，且荷电粉尘利于粉尘凝聚，布袋表面容易形成二次过滤层、保护层，提高了布袋过滤、净化的效果，使除尘器运行稳定高效，延长了布袋寿命，降低了运行维护费用，且投资较少。
- (4) 可实现高气布比下的超高收尘效率，即适当提高布袋的过滤风速、减少过滤面积，从而降低造价、节约费用。

电除尘器比收尘面积降低，袋式除尘器的过滤风速可达3.0m/min，除尘效率更高，达99.99%。

1.2 电袋复合除尘器的性能特点

1) 电袋复合式除尘器结合电除尘、袋式除尘的优点，能够保持长期稳定高效运行。电袋除尘器采用电除尘、袋式除尘两种现有的成熟除尘技术，将电除尘器作为一级除尘单元，将粉尘颗粒在10 μm以上部分去除80%以上，从而降低废气含尘密度。

余下的细微粉尘再利用袋式除尘单元进行捕捉，保证除尘效率高效稳定可靠。从目前运行效果来看，排放密度可以低于10mg/m³。

2) 电袋复合式除尘器利用电场的预荷电作用，使绝大部分粉尘带负电，产生电凝作用，使细微粉尘凝聚成较大的粉尘颗粒便于捕集，因此电袋复合除尘对微细粉尘、气溶胶粒子等有更高捕集效率，更适合收集烧结粉尘中轻而飘的絮状颗粒。同时，滤袋间距更大，减轻了袋式除尘器清灰时因滤袋密引起的二次扬尘问题。

3) 与单纯袋式除尘器相比，由于电除尘单元的预除尘作用，能降低滤袋区含尘浓度，降低滤袋阻力，从而使滤袋

可用较长的清灰周期，避免较大颗粒的冲刷，减轻了对滤袋的损坏。

而且荷电作用可使滤袋表面的粉尘颗粒之间能有序排列，形成的滤饼层孔隙率大、透气性好、易剥离，对气流的阻力小，便于清灰，因而电袋复合除尘器在运行过程中可以保持更低的运行阻力，可以采用较低的喷吹压力和较长的清灰周期，延长了滤袋的使用寿命。

4) 在投资上，与单纯的电除尘器相比电袋复合除尘器只有一级电场，占地面积减少，可以大大节省设备费和土建费；与单纯的袋式除尘器单元相比滤袋少、滤袋以及相应辅助设施的费用也大大减少，同时占地面积减小；与袋式除尘器基本持平。

在运行费用上，由于阻力小、能耗低、滤袋更换周期增长，运行费用比相同规模的电除尘器和袋式除尘器都低。因此综合考虑，电袋复合除尘器的费用最低。

5) 电袋复合除尘器净化性能稳定，对生产负荷及原料变化适应性强，能够利用原有除尘部分基础和设施，尤其适合旧电除尘的增效改造。

2 除尘效率影响因素分析

2.1 电除尘器除尘效率及影响因素分析

电除尘器是利用高压强电场使含尘气体电离、粉尘荷电，然后粉尘在电场力的作用下粘附在极板、极线上，通过振打装置振打极板、极线清灰，最终粉尘落入灰仓被收集起来。电除尘器可以处理高温、高浓度、大流量甚至腐蚀性烟气，压力损失及阻力小，而且处理的粉尘几乎不受粒径的影响，即使对小于 $1\ \mu\text{m}$ 的粉尘仍有很高的除尘效率。

在电除尘器的实际应用中发现，粉尘比电阻是影响电除尘器除尘效率和排放浓度的一个非常重要的因素。粉尘比电阻是衡量粉尘导电性能的一个指标，其数值上等于单位面积的粉尘在单位厚度时的电阻值。最适于电除尘器工作的比电阻为 $10^6 \sim 10^{11}\ \Omega\cdot\text{cm}$ ，在这个数值范围以外，电除尘器的性能将下降。

粉尘比电阻对粉尘的粘附性有很大影响，高比电阻会导致粉尘粘附性增大，这样会导致需要提高除尘器的振打强度以清除电极上的粉尘层，这也将造成正常情况下二次飞扬加大，最终降低除尘器的除尘效率。而粉尘比电阻太低，容易出现粉尘荷电不足，在气流作用下无法吸附在极板、极线上，最后被气流带出电场除尘区域，进入除尘器出口，影响除尘效果。

电除尘器应用范围广，还可用于高温烟气治理，但对于冶炼、厂矿、电力等企业来说，由于粉尘中含有氧化钙、氧化钾、氧化镁等成分，即碱性物料含量大，粉尘比电阻处于较高范围，除尘效率受到较大影响，排放很难达到新的限值标准。

例如烧结厂的烧结粉尘，其比电阻与其碱度（ CaO/SiO_2 ）有关，当烧结矿的碱度为0.5时，除尘效率为95%，而碱度提高到1.3时，除尘效率则降至85%。

2.2 布袋除尘器除尘效率及影响因素分析

布袋除尘器结构简单，除尘效率高，运行稳定，维护方便，被广泛用于治理非高温扬尘环境，回收粉状物料。影响布袋除尘效果的主要因素是过滤风速和滤袋。过滤风速越低，布袋对粉尘的净化效果越好，但要得到较低的过滤风速，需要加大箱体尺寸、增加过滤面积等，将引起设备造价上升。

而滤袋用来阻留粉尘，是粉尘净化、过滤的核心材料，其性能和质量直接影响除尘器的排放指标、寿命、造价等。在选择滤袋时要针对工况的烟气特性、粉尘特性和运行环境选用合适的布袋材质，提高粉尘的净化效果，保证布袋除尘器性能。

布袋除尘器除尘效率虽高，但布袋耐温差，不宜超过 $300\ ^\circ\text{C}$ ，而高温布袋价格昂贵，维护费用高。布袋除尘器除尘效率与过滤风速、布袋材质密切相关，为单纯追求排放指标，选用较低的过滤风速或好材质的布袋，又会引起造价、投资及维护费用增加。布袋除尘对于高温、高腐蚀、强气流、潮湿环境等场所应用具有一定的局限性。

3 结语

经过几十年的发展，在起重机设计制造方面国内外同仁积累了丰富的经验，逐步形成了国内独特的起重机设计、制造技术特点。同时也为同行提供了宝贵经验。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/148136.html>