档案

2013 年 4 月 第 13/6 号

悬浮颗粒控制的最新进展

悬浮颗粒对公众健康的影响正在日益受到关注。小于 10 微米（PM_{10}）的悬浮颗粒可以被吸入呼吸道，而 $PM_{2.5}$ 可以进入肺泡，并通过黏膜进入血液。为了防止对健康的不利影响，世界卫生组织（WHO）规定 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 的最大年平均环境浓度分别为 20 μg/m^3 和 10 μg/m^3.

粉煤燃烧（PCC）电厂排放的粉煤灰提高了环境中颗粒物的浓度。为了降低这些颗粒物的浓度，必须通过颗粒物的控制来降低粉煤燃烧（PCC）电厂排放的粉煤灰。现在，大多数国家为粉煤燃烧（PCC）电厂排放的颗粒物设定了某种形式的排放限值（ELV）。

从历史上看，静电除尘器（ESP）已经在各种燃烧和工业过程的颗粒物控制方面占据了市场，包括粉煤燃烧（PCC）电厂、焚烧厂、水泥窑、钢铁制造厂、炼油厂、造纸业等。 静电除尘器（ESP）利用放电极对颗粒物进行负充电，将它们收集在一个带正电荷的电极板。静电除尘器（ESP）的除尘效率高，压损低，可靠性好，资本、运营和维护成本相对较低。

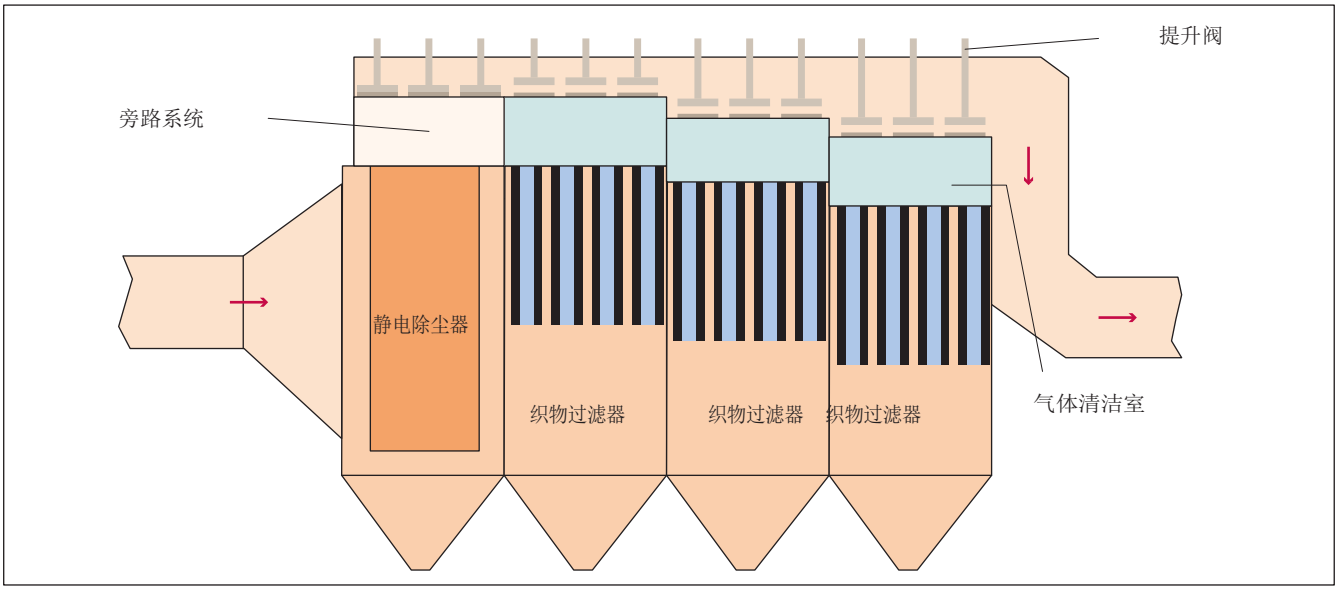
织物过滤器（FF）已在较小的流程中用于颗粒物控制。 织物过滤器（FF）让烟道气通过一个过滤器（颗粒物太大而无法通过），从而来捕获粉煤灰——真空吸尘器运用的是相同的原理。 织物过滤器（FF）在大型粉煤燃烧（PCC）电厂越来越受欢迎，因为它去除 $PM_{2.5}$ 的效率更高，并能够利用吸附剂喷射捕获其它污染物。遗憾的是，织物过滤器（FF）压损较高，而且资本、运营和维护成本也更高。通常情况下，收集的粉煤灰如果符合规定的质量参数，将出售给建筑行业。如果收集的粉煤灰受到吸附剂和污染物的过度污染，那么这些粉煤灰可能无法出售，而且还需要处理成本。

出于对人类健康和空气混浊的担忧，颗粒物的排放限值（ELV）随着时间的推移变得更加严格。在某些国家，排放限值（ELV）正在延伸到特定的有毒金属和 $PM_{2.5}$，因为它们危害健康，而且现有的颗粒物控制对其去除效率较低。一般来说，通过 对现有颗粒物控制方法的改进，提高颗粒物控制的效率，从而满足更低的排放限值（ELV）。然而，由于粉煤燃烧（PCC）电厂正逐步超出设计条件而运行，改进颗粒物控制方法变得困难，原因有以下两点。其一，由于燃料的不同（不同的煤或者根据设计规格进行煤混合以及与生物质混合燃烧）、在锅炉内安装减排技术装置（如氮氧化物 NOx 含量较低的燃烧器）以及燃烧后情况（如选择性催化还原 SCR），粉煤灰的特性也会改变。其二，粉煤燃烧（PCC）电厂进行循环运作，而不是设计的基本负载运作。以上两个原因对较旧的静电除尘器（ESP）的性能产生不利影响。其它挑战包括现场空间受限制而无法增加设备或工作区域不足。但幸运的是，增加了湿法烟气脱硫技术（FGD）可以将颗粒物控制出口的排放量降低一半以上。

尽管如此，静电除尘器（ESP）和织物过滤器（FF）的颗粒物去除效率已经得到了提高，此外还带来了一些额外的好处，如降低寄生负载、提高粉煤灰的销售及延长设备的使用寿命。

静电除尘器（ESP）的维护程序可以用来升级某些部件。重要的升级包括优异的充电电源和复杂操作的微处理器控制。通过使用计算流体动力学（CFD）分析以及随后添加、更改或移除控流装置，可以确保均匀的流量分布。粉煤灰的电阻率过高时，除尘效率下降；这方面的一个常见例子是改为烧低阶煤时。然而，在烟气调质过程中通过向烟道气中添加化学物质，可以降低粉煤灰的电阻率，从而恢复除尘效率。常规静电除尘器（ESP）去除细颗粒物的效率较低；该问题可以通过加装一个沉降电极来进一步团聚清除颗粒物而得以解决。静电除尘器（ESP）技术的以下变体证明可以提高除尘效率，并带来其它好处：冷侧静电除尘器（ESP）、湿式静电除尘器（ESP）、移动电极静电除尘器（ESP）以及机电和双区静电除尘器（ESP）。这些变体可以加装到现有的静电除尘器（ESP）或作为额外的改进设备。

国际能源署（IEA）清洁煤中心是 IEA 成员国之间的合作项目，提供与煤的技术、供应和利用相关的信息及分析。清洁煤中心的缔约成员国和赞助国包括澳大利亚、奥地利、巴西、加拿大、中国、丹麦、欧盟、德国、印度、意大利、日本、韩国、荷兰、新西兰、波兰、俄罗斯、南非、瑞士、泰国、英国和美国。



混合静电除尘器/织物过滤器（ESP/FF）系统

错流静电除尘器（ESP）表明，静电除尘器（ESP）的概念发展仍在继续。 现代的静电除尘器（ESP）对所有类型的粉煤灰都拥有较高的除尘效率，有的作为适用于全世界的燃煤而出售；除尘效率现在高达 99.81%。

织物过滤器（FF） 得益于合成纤维织物的改进、涂层以及为提高抗化学降解、耐热劣化和抗机械磨损的性能而进行的处理。对于装有脉冲反吹清灰系统的织物过滤器，可将控制升级为微处理器控制，以进行先进的清理程序。 使用计算流体动力学（CFD）分析可以确通过保织物过滤器（FF）的均匀流量分布。烟道气的调节和聚集可用于创造最佳的粉煤灰凝聚性，从而更有效地开发滤饼。加湿系统可以集成到织物过滤器（FF）中，提供烟道气的温度控制，并带来其它好处。吸附剂可以逆流喷射到织物过滤器，用于捕获滤饼中的其它污染物。这被称为混合污染物控制，其中一个流行的例子是注入活性炭来捕获汞。现代化的脉冲喷射织物过滤器（FF）的除尘效率将高达 99.95% 以上。

此外，新型混合静电除尘器/织物过滤器（ESP/FF）系统旨在通过结合两种技术的优势而比单个技术更可行。总体来说，研发工作正在各领域展开，许多技术也正朝着混合多污染物控制装置的方向发展。该报告回顾了过去十年间 粉煤燃烧（PCC）发电厂在改进悬浮颗粒控制方面的技术和经济考虑。

每期《档案》均基于国际能源署清洁煤中心进行的详细研究，研究报告全文另行提供。本期内容取材于——

《悬浮颗粒控制的最新进展》

Kyle Nicol

CCC/218, ISBN 978-92-9029-538-9,

2013 年 3 月，第 54 页

成员国所属机构可免费阅读本报告。.

出版后的前 6 个月，非成员国所属机构收费 100 英镑，之后免费。

地址：Gemini House 10-18 Putney Hill London SW15 6AA United Kingdom

电话: +44 (0)20 8780 2111

传真： +44 (0)20 8780 1746

邮箱： mail@iea-coal.org

>网址: www.iea-coal.org