

第八条的要求拟订最佳可得技术/最佳环境 实践指导意见草案的报告

常用技术

常用技术

减排常用技术

本章一般性介绍适用于附件 D 所列所有点源类别的控制技术。与各个行业具体相关的补充信息载于与所涉行业有关的章节。

为了审议与值得注意的行业有关所有可能的选项，有必要考虑本节所述的常用技术以及每一行业的特定技术。

排放的粘附于微粒的汞可在不同程度上利用净化器予以捕捉。多数净化技术可普遍适用于各行业。汞控制的程度取决于汞的化学状态和形态，例如是氧化还是元素状态。元素汞大都不能以净化器捕捉；但如果将气态汞氧化，则可增强这些器具的除汞效率。减少粉尘的最常用的技术是袋滤器和静电沉淀器（ESP）。

各行业具体除汞的常用技术是将活性炭喷入烟道气或过滤层。为了提高活性炭的效率，可采用氧化剂（例如喷入烟道气流或由活性炭吸收）。

织物过滤器

袋滤器（织物过滤器、纺织品滤器）经过滤将粉尘微粒与气体分离。这些滤器是现有收尘手段中效率最高、成效最好的之一，其收集非常微小的微粒的效率可达到 99.99% 以上。气体进入过滤装置，通过袋滤器出来。根据烟道气的特征，袋滤器可用不同材料制成（例如针织或黏结的棉布、合成材料或玻璃纤维材料）。

为了提高过滤粉尘的能力，并延长材料寿命，过滤材料往往有涂层。最常见的材料是具有化学惰性的石灰石（碳酸钙）。这能形成所谓的滤饼，从而提高收尘效率。滤饼的使用能更好地捕捉细小的微粒，防止过滤材料受潮或受微粒摩擦。如果没有预先涂层，细小的微粒能穿透袋滤器系统的过滤材料，在起始阶段特别如此，因为袋滤器只能起一般过滤作用，更细小的微粒得靠强化的滤饼过滤。

气态汞大都经袋滤器出来。因此，为了使该程序效率更高，应尽可能将气态汞转化为氧化状态，而氧化汞可粘附于微粒。要提高袋滤器效率，可采取不同的措施，例如同时喷射干的或半干的吸附剂（干喷洒），并进行补充过滤，附加滤饼反应性表面。

静电沉淀器

静电沉淀器（ESP）利用静电将粉尘微粒与排出的气体分离。充满灰尘的气体经过由充电收尘电极形成的通道。飞扬的微粒从电极之间的电离场穿过时得到负电荷。充电的微粒便被吸到底部或依附到正电极上。电极上收集的材料去除，是靠摇摆或震荡收尘电极，摇摆或震荡的方式可以是不停的，也可以是按预定的间隔进行。静电沉淀器的清理通常无需中断气流。

影响静电沉淀器收集效率的主要因素是电阻率和微粒大小分布情况。其他影响因素有温度、烟道气流量、湿度、气流调节剂或表层收集物的增加。

湿法静电沉淀器结合充满水蒸气的气流（相对湿度 100%）使用。湿法静电沉淀器通常用于去除工业工艺气流产生的硫酸雾等液滴。湿式静电沉淀器也常用于气体湿度大、含有可燃微粒或粘性微粒之处。

湿法净化器

湿法净化器有两种不同类型，一种主要用于除尘，另一种主要用于去除酸性气体化合物。

在湿法净化器中，净化液体（通常是水）与包含粉尘微粒的气流接触。气流与液流大量接触的净化效率很高。加湿导致细小微粒积聚，便于收集。这类净化器的牌子有 Venturi、Theissen、Radial Flow 等。这些净化器的除尘效率可达到 98% 以上，但粉尘最终浓度相对较高（在每立方米 5 毫克以上）。

主要用于去除酸性气体化合物（通常为喷洒塔类型）的湿法净化器可去除 SO₂、HCl、HF 等污染物。一种酒精用来吸引这些化合物。净化器经常用来处理已经过净化的气体。

经过两类净化器“清洁处理”的气体通常穿过一个除雾器去除气流中的水滴。净化器系统的水经过清洁处理后排放或重新用于净化器。

靠在除尘酒精里添加硫化物或活性炭的方式，可改善吸收元素汞的功能（Miller 等人，2014 年）。

沉降是常用来去除净化水里氧化汞的另一方法。硫化物可作为凝聚剂，添加到净化水里，高效率地将可溶汞转化为不可溶的化合物。为了将汞在转化为液态后直接黏合，另一可能性是在净化水里添加活性炭（Bittig，2014 年）。

如果净化水里有诸如亚硫酸盐等还原剂，汞重新排放的情况可能会出现。在这种情况下，汞会还原为元素汞重新排放（Keiser 等人，2014 年）。要避免出现这种情况，可添加离子，汞与离子反应后形成氟、氯、溴、碘等化合物。

粉尘净化装置总结

表 1 列出各种粉尘净化装置性能。

表 1. 各种粉尘净化装置性能，以每小时平均含尘浓度来表示

	净化后含尘浓度（毫克/立方米）
织物过滤器	<1-5
薄膜型织物过滤器	<1
干法静电沉淀器	<5-15
湿法静电沉淀器	<1-5
高效率净化器	<20

资料来源：摘自控制《重金属议定书》附件二所列来源类别重金属及其化合物排放的最佳可得技术指导文件（ECE/EB.AIR/116, 2013）。¹

吸附剂和氧化剂

从烟道气里收集汞，活性炭是有效吸附剂。活性炭可注入净化装置、袋滤器或静电沉淀器上游的烟道气，或者也可将烟道气分布在整个碳滤床上。用活性炭控制汞的有效性取决于温度。具体而言，特定吸附剂收集或去除汞的能力通常随着烟道气温度降低而增加。烟道气温度主要取决于工厂设计和运行因素。根据厂房的不同具体因素，如烟道气的成分和粉尘控制装置的运行情况，用标准活性炭时，在 175 摄氏度以下除汞相对有效。特高温活性炭吸附剂也是有的，用于在 175 摄氏度以上至 350 摄氏度以下收集汞。

所有活性炭都是可燃的，在某些条件下会自燃，会爆炸。火灾与爆炸风险取决于粉末产品的燃烧和爆炸的性质，也取决于流程与厂房条件。高质量活性炭与低质量的相比，加工精细，火灾和爆炸风险较小。但部分活性炭的风险很大，可能需要特别处理。吸附剂的选用应很仔细，操作应适当，包括使用消防和防爆设备（如避免低速气流通过滤床，不断从漏斗里排出沉积物，并检测这一过程，避免出现大量沉积，以防火灾风险，同时实行妥善管理，随时清除溢出物）。用惰性材料稀释碳可防爆炸。如果活性炭注入极少有工艺粉尘的气流，最好是用非燃性吸附剂与碳混合（Licata 等人，2007 年；Derenne 等人，2008 年）。

在烟道气里添加氧化剂（卤素）或用经卤素或硫浸渍的活性炭，可提高收集汞的能力。涉及相关行业的章节里对这些技术作更详细的介绍。一个潜在风险是由此可能产生二恶英和呋喃，尤其出现在灰烬和淤泥等副产品里。这一点应得到考虑。

活性炭废物应根据第十一条（汞废物）和适用的国内规章处理。

表 2 显示活性炭除汞技术最低预期性能。

表 2. 活性炭除汞技术最低预期性能，以每小时平均汞浓度来表示

	净化后汞含量（毫克/立方米）
碳过滤	<0.01
经过硫浸渍的碳过滤	<0.01
碳注入+粉尘分离器	<0.05
注入溴化活性炭+粉尘分离器	0.001

资料来源：摘自控制《重金属议定书》附件二所列来源类别重金属及其化合物排放的最佳可得技术指导文件（ECE/EB.AIR/116, 2013）。

表 2 所示汞控制的程度主要取决于汞的化学状态和形态（例如是氧化还是元素状态），并取决于初始的浓度。这些措施的采用取决于具体流程，在烟道气里汞浓度很高时，采用这类措施是最有用的。

¹ 注意利用氧作为替代物的数量与稀释数量的比较尚有问题，应予进一步研究。

