

污染防治类（一篇）

（一）关于尽快解决严重大气污染问题，推动国家《空气质量持续改善行动计划》有效落地的建议

中国生物多样性保护与绿色发展基金会大气治理与低碳发展工作委员会专家 何平博士、宋国君教授

摘要：多重研究表明大气污染严重的主要原因不是传统污染物-二氧化硫、氮氧化物和可过滤颗粒物的一次排放导致，而是 CPM、三氧化硫、二氧化氮等 PM2.5 前体物生成的二次颗粒物导致的，污染源包括但不限于：燃煤发电厂、燃气发电厂、燃煤/燃气锅炉、工业源、生活垃圾焚烧发电厂等。

关键词：大气污染，低碳，绿色发展

何平，宋国君. 关于尽快解决严重大气污染问题，推动国家《空气质量持续改善行动计划》有效落地的建议. 生物多样性保护与绿色发展. 第6卷，2024年5月，总第60期. ISSN2749-9065

【案由】

2023年11月30日，国务院发布了《空气质量持续改善行动计划》，是继2013年《大气污染防治行动计划》、2018年《打赢蓝天保卫战三年行动计划》后的又一个重要文件。该文件反映出了政府和社会对大气污染仍然高度重视和关注，也反映出经过十年治理后，我们目前的大气污染仍然十分严重！

2013-2014年冬季，中国爆发了令世人震惊的严重雾霾。2013年以来，国家环境主管部门、地方政府和

涉气行业、企业采取一系列措施，包括对工业烟气排放实施超低排放标准、煤改气、煤改电、淘汰落后工艺、能源结构转型调整、大幅提升油气标准，加大城市扬尘管控以及将一些重污染企业搬离市区（特别是北京市），使大气质量得到一定程度的改善，主要污染物指标也明显下降。

然而，由于发电厂、生活垃圾焚烧厂、工业烟气治理等排放的水蒸气和湿烟气携带可凝结颗粒物（CPM）的排放没有得到治理，导致二次颗粒物污染加剧。北方秋冬季主要城市的雾霾现象没有明显解除，南方部分城



市也不时受到雾霾的困扰。据统计，2020-2021 秋冬两季，华北/汾渭地区共出现了十三次大范围雾霾。2023 年 1 月，济南的雾霾天数就达 19 天，西安污染天数为 21 天！刚刚过去的 2023 年底和 2024 年初的两次大雾霾，跨越中东部十多个省市，几乎重复了 2013 年初的雾霾大爆发的情形，其中武汉有几天被列为亚洲污染城市之最！目前实际大气污染情况与主要污染物指标大幅下降的环保成绩单明显不符！

齐鲁工业大学研究员周勇通过多重证据对比研究（PM2.5 大数据、雾霾天数的历史气象数据和实验数据），确认 2013-2014 年京津冀及周边省份雾霾大爆发的主因是我们大气污染治理一项工艺——湿法脱硫引起的^[1]，认为湿法脱硫是欧美一项成熟的治理二氧化硫的技术，但引进国内后，为了节约成本，企业取消了烟气升温器（GGH），造成燃煤烟气高湿、低空排放。这种湿烟气（白色烟羽）中含有巨量的气溶胶（可凝结颗粒物），是最主要的 PM2.5 的前体物，气溶胶排放到近地空间后，受空气湿度影响，快速形成 PM2.5，在高湿和静稳天气下，造成重度雾霾。

李虹霖和宋国君最新发表的文章^[2]明确指出，根据北京市 PM2.5 的污染特征和可凝结颗粒物排放状况，即北京市 PM2.5 超标日近几年全部为二次颗粒物导致，其污染特征完全符合可凝结颗粒物对 PM2.5 的影响机理和形式。宋国君对京津冀地级及以上城市、陕西省渭河平原地级市的研究得出了基本相同的结论，北方 PM2.5 污染较严重城市主要受可凝结颗粒物的影响。这与美国南加州 PM2.5 受到二次颗粒物污染（PM2.5 前体物，包括 PM（可过滤颗粒物 FPM+可凝结颗粒物 CPM）、二氧化硫、氮氧化物、VOCs）影响的研究类似，即 PM 对 PM2.5 的影响当量最高，为 14.8；二氧化硫为 7.8；二氧化氮为 1；VOCs 为 0.33。北京市是最典型的代表，主要污染源只剩下天然气发电厂、天然气锅炉、生活垃圾焚烧发电厂，由于可凝结颗粒物没有实施监测（中电联参考美国的测量方法发布了行业监测技术规范，即可以监测），初步估计可凝结颗粒物排放量巨大且由大量排放的水蒸气带出，人为水蒸气的大量排放进一步加重了可凝结颗粒物转化为 PM2.5。通过回收水蒸气，治理 CPM 技术是成熟和经济可行的。其他 PM2.5 污染严重城市还包括工业源等排放的 CPM，治理方法会有不



同。同时,对这些城市近些年监测点、小时和日颗粒度的PM_{2.5}与其他环境空气污染物的相关分析,结论为:PM_{2.5}的超标日全部为二次颗粒物导致;与PM_{2.5-10}超标不相关;PM_{2.5}超标时,二氧化硫、氮氧化物不超标且无关。不利扩散条件下,PM_{2.5}在2-4小时内浓度迅速上升,而其他污染物基本没有相似的过程和高浓度的程度。PM_{2.5}是所有城市空气污染健康损失最大的污染物,占99%以上。控制CPM排放才是目前大气污染治理的第一要务。

中国生物多样性保护与绿色发展基金会大气治理与低碳发展工作委员会这几年召开多次大气污染治理的研讨。专家认为,目前治理烟气中氮氧化物(脱硝)主流技术“选择性催化还原法”主要用氨作为还原剂,为了达到超低控制指标(远高于欧美标准),企业过量喷氨现象十分普遍。这些过量的氨气通过粉煤灰、脱硫废水、雾滴等被携带排出烟道,随后逃逸到大气中。氨气是大气中唯一的高浓度碱性气体,排放到大气中的氨与硝酸或硫酸等酸性气体发生反应,形成硫酸盐、硝酸盐,氨盐等二次颗粒物PM_{2.5}。另外氨(氨类物质)对雾霾的影响还表现在高湿环境下,溶解

于液滴中的氨类物质和硝酸盐,作为营养物质导致一些微生物大量快速的繁殖,也会使得雾霾浓度快速增长。在一些氮沉降监测点位,并没有出现类似氮氧化物排放量大幅度下降的趋势,甚至有些监测点还有升高。也就是说,治理氮氧化物工艺过程中的氨逃逸的问题,也导致了PM_{2.5}和微生物在大气中增加,抵消了我们大气污染治理的效果^{[3][4]}。

2018年起在京津冀等重点地区实行重污染天气应急管理措施,目前已经推广到更多的城市,其主要内容为在预测可能或已经发生重污染天气的情况下,关停部分涉企企业,对交通、运输、施工等活动进行管控等。由于重污染的主要因素不是企业的一次排放,这些措施的作用有限,因为空气污染频繁的停工限产和活动管控,却给这些城市经济和人民生活带来了严重的负面影响。同时,严重的大气污染对人民群众的健康带来伤害,这十年我国的肺癌发病人数增加26.8%。^[5]

【建议】

多重研究表明大气污染严重的主要原因不是传统污染物-二氧化硫、氮氧化物和可过滤颗粒物的一次排



放导致，而是 CPM、三氧化硫、二氧化氮等 PM2.5 前体物生成的二次颗粒物导致的，污染源包括但不限于：燃煤发电厂、燃气发电厂、燃煤/燃气锅炉、工业源、生活垃圾焚烧发电厂等。为快速和根本解决大气重污染问题，消除区域性雾霾，同时替代当前停产、限产、搬迁等不科学、“一刀切”的治理措施，降低环境治理成本，维持经济增长，保障居民健康，建议国家发改委和生态环境部：

1) 制定强制湿烟气余热回收并优先利用政策，大量回收余热并利用是治理湿烟气 CPM 的前提，只有余热得以利用，环境和经济的链条才能形成和运行；

2) 把 CPM 纳入大气污染物并制定排放标准，即 CPM 是颗粒物的一部分，颗粒物的排放标准包括可过滤颗粒物和可凝结颗粒物，排放标准包括具体适用范围、排放限值及其对应的监测方案等；

3) 制定城市 PM2.5 前体物排放日排放量减排交易计划，二次颗粒物是前体物导致的，PM2.5 超标是日颗粒度的，减少区域前体物日排放量才是最有效率的，通过设计的交易计划，降低减排成本；

4) 调整氮氧化物排放标准，以控制氨逃逸，目前的标准过高，用过量的氨来置换氮氧化物，得不偿失；

5) 停止停工限产等不正确的治理和控制措施。

参考资料：

[1] 周勇. “雾霾大爆发的根本原因：湿法脱硫取消 GGH 引发 PM2.5 粒数浓度暴增”《科学与管理》，第 39 卷第 2 期 2019 年 04 月

[2] 李虹霖, 宋国君, 姜艺婧, 等. 可凝结颗粒物排放对北京市 PM 污染的影响估计. 中国环境科学, 2023, 43(12): 6301-6312.

[3] 周勇. 直面问题是深入打好蓝天保卫战的关键 [J]. 张江科技评论, 2022, (04): 62-67.

[4] 何平, 王晓琼. 降低城市 PM2.5 的重要举措: 控制可凝结颗粒物和氨气排放. 生物多样性保护与绿色发展. 第 1 卷, 2023 年 1 月, 总第 34 期. ISSN2749-9065

[5] 雾霾治理的现状、技术路线、问题和建
议: 2024-01-11. <https://mp.weixin.qq.com/s/9yJCEsFYhiB4yZcEHUrIZA>

