

中国大气污染现状与防治对策研究

石佳玉

菲尔中学(美国) 73646

【摘要】本文综述了我国大气污染的现状与防治对策。大气污染主要包括颗粒物污染和气态污染物。最近几年中,中国大部分地区如北京、上海、广州市空气质量指数(AQI)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、臭氧(O₃)监测数据表明,中国大气污染问题一直处于持续恶化状态。近几年来,尽管中国已大力推行各种减排措施,但是,大气污染形势依然严峻,需要长期不懈地治理。大多数的空气污染物都会对环境和人类健康造成直接或间接的危害,引发诸多的问题,例如大气污染可以阻碍植物光合能力、刺激人的呼吸道引发炎症反应、加重心脏病人的发病症状,造成雾霾并有助于酸雨的形成等。为了缓解这些危害,我国需要优化工业布局 and 加强工业管控,调整能源结构和继续发展新能源,加强监管力度和政府的自我监管,积极利用污染治理技术。

【关键词】大气污染; 气态空气污染; 颗粒物污染; 危害; 影响; 防治

近年来,随着工业化、城市化进程的加快,人类活动中排放的一氧化碳、氮氧化物、二氧化硫等有害物质越来越多,大气污染逐渐成为世界范围内的环境问题,特别是在大城市,这个问题越来越严重。大气污染主要是指由于人类活动或自然过程中,一些物质进入大气,表现出足够的浓度和达到足够的时间,从而破坏生态系统,危及人类的正常生存和发展,对人体和动植物造成危害的现象^[1]。目前,美国环境保护署(EPA)将引起空气污染的六种污染物可分为两类:颗粒物污染和气态空气污染(EPA, 2018)。大气污染源主要分为自然污染源和人为污染源。人为源包括各种车辆和工厂的废气;自然源主要指来自于灰尘,花粉,霉菌孢子、火山喷发和野火等自然现象产生的有害物质。此外,大气中的某些气体组分,如臭氧,在特定环境条件下也是大气中的主要污染物。本文主要重点探讨人类活动(人为源)所引发的大气污染问题,从大气污染现状出发,分析大气污染领域目前仍存在的问题,并提出为大气污染防治可能的对策和建议。

1 大气污染现状

1.1 颗粒物污染

颗粒污染物是指被称为“微粒”或“气溶胶”的细小固体或液体的空气悬浮物,它包括烟尘、灰尘、烟雾和有毒气体等。小于10 μm的颗粒属于PM₁₀,小于2.5 μm的颗粒属于PM_{2.5}。这些粒子有许多形状,由多种不同的化学物质组成。有些颗粒是直接由排放源排出的,例如建筑工地、田野、垃圾或固体废弃物焚烧过

程,有些则来自于发电厂、工厂和汽车制造厂的污染物排放,但是绝大多数的颗粒污染物来自于诸如二氧化硫和氮氧化物等化学物质间的化学反应。空气中颗粒物的浓度超过一定的阈值会对人体健康造成严重危害,是大气污染的重要来源。研究表明,柴油燃烧后排出的小于0.5 μm的空气悬浮颗粒对人体的健康影响最大,是毒性最为严重的污染物。改革开放以来,随着经济快速发展,中国大气颗粒物污染问题也愈加明显。2013年1月北京官方数据表明空气颗粒污染水平超过了400微克,而美国大使馆监测员的非正式数据显示在2013年1月12日,空气颗粒污染水平为800微克。空气PM_{2.5}如果超过100微克十分不健康。超过300微克会造成许多严重危害,所有儿童与老人需要呆在室内防止不良反应(BBC, 2013)。2001-2011年间监测数据表明,全国所有城市PM₁₀浓度季节性平均值分别为104.4 μg·m⁻³(春季),75.3 μg·m⁻³(夏季),94.7 μg·m⁻³(秋季)和118.4 μg·m⁻³(冬季),冬季和春季是污染最为严重的季节。近年来,随着《大气污染防治行动计划》及其他减排措施的不断实施,我国颗粒物污染问题逐步缓解。监测数据显示,2017年,地级及以上城市PM₁₀平均浓度较2013年下降22.7%。京津冀地区、长三角地区和珠三角地区的PM_{2.5}平均浓度较2013年分别下降了39.6%、34.3%和27.7%。北京PM_{2.5}年平均浓度下降到58微克/立方米(XXX)。总体来看,在过去的十年中,由于污染物排放控制措施的大力执行,中国的颗粒物污染已大幅度缓解,但绝对浓度仍处于较高水平,它对人类健康和生态环境的危害和影响仍然很大。

1.2 气态空气污染

城市环境中,来自发电厂、汽车厂及其他燃烧源燃烧的化石燃料(例如燃料油,汽油和天然气)产生的污染物二氧化硫、二氧化氮和一氧化碳是主要的气态空气污染物。臭氧也是烟雾的主要化学成分,主要通过二氧化氮与各种挥发性有机化合物(例如汽油蒸气)之间在大气中发生复杂的化学反应而形成,也是一种气态空气污染物。《中国生态环境状况公报(2018)》数据显示,2018年,我国338个地级市的121个城市达标,其中217个(64.2%)超标。在338个城市,平均一年20.7%天污染都在超标状态。与2017年相比, O_3 浓度及超标天数的比例有上升趋势而 SO_2 、 NO_2 、CO浓度及超标天数比例有下降态势。虽然 SO_2 、 NO_2 、CO浓度及超标天数比例下降,在11月至4月的官方供暖季中,二氧化硫的环境浓度还是超过了官方的最高限值。这是由于中国很多城市,煤炭仍然是冬季供暖的主要燃料,进一步加剧了污染的程度。汽车保有量的不断增加使中国全年二氧化氮 NO_2 处于高水平。

1.3 中国疫情后污染现状

疫情过后的中国是一个典型的空气污染近期反弹的例子。中国的空气污染状况已经回到疫情前的水平,有些地方的污染甚至比之前更为严重。许多专家呼吁要继续保持疫情期间的空气质量水平。迄今为止,已采取的措施包括,在城市中扩大自行车道和步行的空间。能源和清洁空气研究中心(CREA)的数据显示,中国目前 $PM_{2.5}$ 和二氧化氮(NO_2)的浓度已与一年前持平。追溯到之前的3月初,即冠状病毒疫情的高峰期,二氧化氮含量比2019年下降了38%, $PM_{2.5}$ 含量下降了34%。武汉在疫情高峰期二氧化氮浓度下降了接近一半,而目前仅比去年下降了14%。近期,上海的二氧化氮浓度比去年同期还高9%。“空气污染和煤炭消费水平的迅速回升预示着造成严重空气污染的烟囱行业的即将反弹。”CREA首席分析师Lauri Myllyvirta说。“高污染行业从危机中复苏的速度比其他经济部门要快。对于政策制定者来说,优先考虑清洁能源至关重要。”目前越来越多的证据表明,暴露于污染的空气中增加了Covid-19的致死率。人们呼吁政府采取措施保持空气污染的最低水平,以避免第二波疫情的风险。

2 大气污染的直接危害与间接危害

大气污染物对人体健康、植物、天气与气候都会产生直接或间接的影响和危害,直接危害是指暴露在污染环境产生的危害;间接危害是指通过化学反应产生的危害。研究认识这些危害,能极大地有助于我们采取针对性的方法和手段来进行大气污染的治理。

2.1 大气污染的直接危害

人们需要一直呼吸空气来维持生命。一个成年人每天呼吸超过2万次,吸入15-20立方米的空气。因此,空气污染直接影响到人体健康,空气污染物对人体有很大的危害,主要表现为呼吸系统疾病和生理功能障碍,以及眼、鼻等黏膜组织受到刺激而患病。例如,氮氧化物(NO 和 NO_2)刺激人体呼吸道,导致炎症;二氧化硫会导致人呼吸困难,特别是对于哮喘和心脏病患者。臭氧污染会降低肺的功能,并引发呼吸道炎症。铅(Pb)对多种身体系统产生不利影响,并可能导致幼儿学习障碍和成人的心血管疾病。一氧化碳加重心脏病的发病症状,如胸部疼痛,并且可能会引起人的视觉问题,并降低健康人的身心健康能力。肺癌的发病与大气污染有着极大的相关性。

此外,空气污染也会对动物造成伤害。在排放的工业废气中,通常含有许多有毒物质,包括铅、汞、砷和氯。当这些有毒物质被生物体吸收后,不仅会影响生长发育,还会导致组织癌变。

此外,空气污染物,特别是二氧化硫和氟化物,对植物危害很大。当污染物浓度很高时,会对植物造成急性伤害,造成植物叶片表面的损伤,或直接枯萎脱落;当污染物浓度不高时,会对植物造成慢性危害,使植物叶片褪色,或表面无危害症状,但植物的生理功能受到影响,导致产量下降,品质恶化。此外,高浓度的表面臭氧会阻碍一些植物的光合作用、呼吸能力,导致植物对其他环境胁迫因素(如疾病,恶劣天气)的敏感性增加。

“伦敦烟雾”是最典型的空气污染危害案例。1952年12月5日至8日,英国伦敦发生煤烟事故,造成4000人死亡。人们把这场灾难的烟雾称为“凶残的烟雾”。伦敦大雾的影响也是长期的,到目前为止估计死亡人数约为12000人。据分析,1952年的伦敦烟雾事件是由人为的污染和当时的气候造成的。那几天,伦敦的高压天气把冷空气困在暖气之下。因此,工厂烟囱和居民取暖产生的废气和烟雾在伦敦市长期扩散。烟尘最大浓度 $4.46mg/m^3$,二氧化硫日均浓度 $3.83ml/m^3$ 。二氧化硫经过一定的化学反应后,形成硫酸液滴,硫酸液滴附着在雾滴上或聚集在雾滴上,随着呼吸进入人体器官,使人患病或加速慢性病患者的死亡。“伦敦烟雾”出现的日子,与肺炎和支气管炎相关的死亡和住院人数激增,从而成为伦敦历史上最为严重的大气污染直接危害人体健康的公共卫生事件。

从上面的例子可以看出,当大气中的污染物浓度很高时,会引起急性污染中毒,或使病情恶化,甚至在几天内夺去数千人的生命。事实上,即使大气中污染物浓度不高,呼吸这种污染空气多年也会引起慢性支气管炎、

支气管哮喘、肺气肿和肺癌等疾病。

2.2 大气污染的间接危害

除了直接危害,通过影响天气和气候,空气污染也间接影响着人类、动物和植物的正常生存和发展。如研究显示“雾霾”可以导致到达地面的太阳辐射量减少了。一些观测数据表明,工业城市有烟雾的日子里,直接照射到地面的阳光比没有烟雾的日子减少了近40%。在长期污染严重的城市,缺乏阳光会影响人类的正常生活和动植物的生长发育。大气污染的间接影响主要表现在以下几个方面:

2.2.1 酸雨

当降水的pH值小于5.6时,称为酸雨。酸雨是由大气中的一种污染物二氧化硫氧化而成,然后在自然界中与降雨一起形成。硫酸雨可以破坏大面积的森林和农作物,对土壤和植物造成极大危害,严重影响水生生态系统,同时也会腐蚀、污染建筑物等。

2.2.2 温室效应

大气的保温效应俗称温室效应。太阳的短波辐射通过大气到达地面,但地表受热后释放出的大量长波热辐射线被大气吸收,从而使地表和低层大气的温度升高。由于其作用类似于种植农作物的温室效应,所以称之为温室效应。 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 等吸热温室气体的量在逐年增加,大气的温室效应也在加剧,由此产生了一系列的后果和危害,例如:1.有利于病原体和相关生物的繁殖,导致传染病的传播媒介。2.与热有关的疾病的发病率和发病率都有所提高;3.真菌、孢子和花粉的浓度增加,增加了人群中过敏性疾病的发病率。4.引起全球降水量变化,对全球气候造成极其严重的影响,甚至导致冰川融化。

2.2.3 热岛效应

一个地区的气温高于周围地区的现象,被称为热岛效应。在大型工业城市上空,随着大量工业污染物的排放,大量废热被排放到空气中。因此,靠近地面的空气比周围郊区的空气要温暖。

2.2.3 臭氧层破坏

臭氧层的破坏是指臭氧浓度高的大气位于20-30公里的高度,最大浓度在25公里处,形成平均厚度为3毫米的臭氧层。臭氧层中臭氧层的损耗和损耗现象。臭氧层可以吸收太阳紫外线辐射,为地球提供紫外线的保护,并将能量储存在高层大气中,起到调节气候的作用。紫外线对平流层温度的过度变化会对人体健康造成危害,进而导致地球气候的异常,影响植物生长与生态的平衡。

2.2.4 大气棕色云团(ABC)

大气棕色云团是指以悬浮在对流层中的细小颗粒物

为主的大量污染物。工业企业、机动车、木材燃烧或以畜禽粪便为燃料的炉灶产生的废气积聚在大气中,最终形成有毒的棕色云。大气褐云是一种区域性大气污染物,包括颗粒物、烟尘、硫酸盐、硝酸盐、粉煤灰等。棕色是由太阳辐射的吸收和散射引起的。它的危害包括紫外线辐射的生物活性、儿童佝偻病的发病率和大气能见度,以及空气传播疾病增加。

3 大气污染防治对策

3.1 优化工业布局和加强工业污染源管控

做好区域重点行业的企业搬迁、技术改造升级,如将工业集中区布置于城市主导风向的下风向;对污染严重的工业企业实行整体搬迁或能源系统改造升级。工业污染和烟尘污染是大气污染的主要来源。为了加强工业污染控制,一是管理人员需要了解城市大气的主要成分与现在的污染情况。二是管控部门需要严格管理工厂的释放,节能减排,按照法规执行。具体行动指加强电力与水泥行业的检查要求以及从经济方面鼓励绿色生产技术,实施清洁生产,关闭污染释放过多的企业。另外,还需做好季节性大气污染物防控。三是严格执行排污许可证制度。做好区域“三线一单”编制,严格园区工业企业污染物排放许可申请,鼓励重点行业企业采用节能减排技术,加快企业落后产能淘汰力度。

3.2 调整能源结构和继续发展新能源

目前中国大部分地区依然采取分散取暖的方式,每年产生大量的污染。为此,政府需要合理规划,建设大型电站,以取代分散供热方式,有效利用热能,因为集中供热比分散供热可节煤38~40%。同时,要继续发展新能源产业。我国可形成产业的新能源主要包括水能、风能和生物质能、太阳能、地热能等。想做好环境治理与生态保护需要继续发展新能源产业,它是可持续发展的最终能源选择。一些使用新能源的日常物品包括太阳能发动机和电动车产业,能够减少汽车的尾气排放。

3.3 加强监管力度和政府自监

为了控制环境污染,中国制定了《环境保护法》、《中华人民共和国节能法》等一系列法律法规。我国各级环保部门要加强环境执法,提高环境执法水平,做到“有法必依、执法必严”。企业应进一步严格要求自己,依法安装污染防治设施,不断提升生产技术水平,降低环境污染水平。各级政府在城市改扩建、在新城建设规划中,要合理布局工业企业,合理规划城市绿地,提高城市绿化水平。大气污染控制的关键是污染源的控制。工业企业合理布局的目的是防止大气污染,增加城市绿化率可以做到预防与治理相结合,但最为重要的是加强法律法规的执行力度,提升监察执法队伍的严谨性。如

有违法行为,监管执法组要立即明确责任,制定处罚措施。通过法律震慑大气污染行为,加强区域环境保护工作,切实改善人民生活环境。

3.4 优化污染物治理技术

对于颗粒污染物,高效空气过滤器(HEPA)是很有效的解决方法。大多数制造商已将HEPA过滤技术纳入其空气净化设备中,从而可以最大程度地过滤颗粒物。HEPA可去除99.97%直径 $\geq 0.3\mu\text{M}$ 的颗粒,因此HEPA过滤器是有效、全面地过滤主要的环境颗粒污染物PM10和PM2.5。传统上,符合HEPA标准的过滤器广泛应用于医院、制药和医疗设备厂、以及航空航天工业中。目前HEPA也成为旅客列车、汽车、吸尘器和家用空气净化器中过滤系统的标准组件。

此外,活性炭是空气净化器中用于去除化学污染物的最常见吸附剂。活性炭能有效过滤空气中的化学物质,对苯、甲醛、氨等有毒有害气体具有高效吸附能力。它能有效地去除空气中的气态污染物,从而减少污染,净化空气。

3.5 树立公民的环保意识,从我做起

环境保护是一项长期计划。每个公民都有责任和义务从自己做起。毕竟,我们只有一个地球家园,失去将不复得到。首先,养成环保生活习惯,禁止在公共场所乱扔垃圾、吸烟,同时也要通过自己的环保行为更多的人将加入环境保护的行列。其次,要认真分类垃圾,把资源循环利用起来,资源的浪费。再次,更多绿色出行,乘坐更多的公共交通工具,比如公共汽车和地铁。如果距离比较近,也尽量选择步行或者骑自行车,积极使用

电动车辆等。如果一定要乘坐出租车,也尽量和人一起拼车,这样可以节省资源,同时也可以减少汽车带来的污染。最后,组建或者加入环境保护组织,成为环境保护的志愿者,为环境保护贡献自己的力量。

4 结论

大气污染问题是多种原因造成的结果,带来了许多危害。因此,我国需要优化工业布局和加强工业管控,调整能源结构和继续发展新能源,加强政府的监督和自我监督,以及污染物处理技术的使用。需要从根本上有有效减少污染,一起努力,提高我国大气环境质量。

【参考文献】

- [1] 窦贻俭,李春华.环境科学原理[M].南京:南京大学出版社,1998.
- [2] Nathanson J A. Basic environmental technology[M]. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2007.
- [3] 周宏春.大气污染防治行动计划[J].绿色中国,2017,474(08):55-57.
- [4] 王文兴,柴发合,任阵海,王新锋,王淑兰,李红,高锐,薛丽坤,彭良,张鑫,张庆竹.新中国成立70年来我国大气污染防治历程、成就与经验[J].环境科学研究,2019,32(10):1621-1635.
- [5] Myllyvirta L. Case study: Trypillia coal-fired power plant[J]. Acid News, 2016.
- [6] 杨燕敏.城市大气污染现状、成因及对策研究[J].环境与发展,2020,32(05):52+54.
- [7] 张黎.我国大气环境污染现状及防治措施分析[J].山东工业技术,2018(13):208.