

# Analysis of the Causes of Air Pollution in City and Countermeasures for Pollution Prevention and Control

Xin Ai

MCC Northwest Engineering Technology Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia, 014010, China

## Abstract

The improvement of ambient air quality is the primary task of environmental protection in major cities at present. This paper analyzes the causes of air pollution in a city and puts forward corresponding pollution prevention and control countermeasures, so as to provide reference for environmental protection in the same type of cities.

## Keywords

pollution; causes; prevention

# 某城市大气环境污染成因分析及污染防治对策

艾欣

中冶西北工程技术有限公司, 中国·内蒙古 包头 014010

## 摘要

环境空气质量改善是目前各大城市环境保护工作的首要任务。论文对某城市大气污染进行成因分析, 并提出相对应的污染防治对策, 为相同类型城市的环保工作提供参考。

## 关键词

污染; 成因; 防治措施

## 1 引言

当前, 某城市大气污染形势十分严峻, 细颗粒物( $PM_{2.5}$ )、可吸入颗粒物( $PM_{10}$ )等污染物浓度超过国家环境空气质量标准的幅度大、达标天数比例低。

为改善全国同类型城市的大气环境质量, 中华人民共和国国务院先后发布实施《大气污染防治行动计划》及《大气污染防治法》。鉴于国家相关要求, 明确城市环境空气的污染成因并有针对性地开展环境空气污染治理成为污染防治工作的首要任务。

2015—2019年, 该城市自动监测站年均值浓度 $SO_2$ 、 $CO$ 和 $O_3$ 三项污染物达标, 其他三项污染物( $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$ 、 $NO_2$ )均存在不同程度的超标现象, 2015—2018年虽存在超标现象, 但环境空气质量呈现持续改善的趋势, 然而2019年环境空气持续改善的状态逆转, 环境大气污染治理任务迫在眉睫。

## 2 大气环境污染成因分析

根据2019年当地环境质量报告, 2019年该城市 $PM_{10}$ 超标,  $PM_{2.5}$ 也在达标边缘。造成2019年大气环境质量突然恶化的成因主要分为以下几点。

### 2.1 工业污染物排放量大

该城市为重工业城市, 工业围城现象严重, 城市周边工业园区主要产业以钢铁冶金及压延加工、煤化工及精细化工、铝冶炼及压延加工、电力能源等高污染行业为主, 以机械制造、食品加工制造、新材料产业制造为辅。多数工业园区能源消费以煤炭为主, 随着经济的高速发展, 能源消费总量大幅增长, 燃煤消耗量也随之上升。通过对2019年该城市各类污染源的污染物排放统计,  $NO_x$ 年排放总量为24971.18t, 其中工业源排放量19860.53t; 颗粒物年排放总量为24692.38t, 其中工业源年排放量7375.91t;  $SO_2$ 年排放总量17382.83t, 其中工业源年排放量12862.24t。分析以上数据可知, 工业源为该城市的主要污染源。

2019年工业排放的污染源中钢铁、电解铝、电力能源三大主导产业占二产工业增加值的88%以上。同时, 由于钢铁、电力、有色、煤化工产业均以煤炭作为主要能源,

【作者简介】艾欣(1983—), 女, 中国内蒙古包头人, 本科, 高级工程师, 从事环境影响评价研究。

导致全市煤炭消费高达 86.3%，远高于全国 57.7% 的平均水平，四个行业  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、颗粒物排放量分别占全市工业总排放量的 91%、86% 和 65%，在工业污染源中以上四个产业为全市工业污染源中的主要排放产业，对环境空气质量影响较大。

## 2.2 冬季污染较为严重

从当地大气质量时间变化规律可以看出， $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  的月平均值、季平均值变化规律基本一致，采暖季显著高于非采暖季，最大值都出现在冬季采暖季，最小值在夏季。日均值有超标现象的因子为  $\text{PM}_{10}$ ，其超标时段均集中在冬季采暖季<sup>[1]</sup>。

该区冬季大气质量明显劣于其他时段，主要有两方面原因：一方面是冬季民用采暖设施启动，导致污染物排放量增加，冬季采暖设施排污是冬季污染的主要原因之一。该区冬季采暖期长达 6 个月，城区内仍有大量城中村未接通集中供热管网，冬季仍采用小煤炉取暖，造成采暖期煤炭使用量剧增，煤炭燃烧产生的颗粒物、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  等污染物也急剧上升，形成大片低矮的面源污染。另一方面是冬季气象条件对污染物的扩散产生不利影响，两者相互叠加极易造成环境空气污染，同时更容易在特定范围中形成重污染天气。近年来，该城市冬季静稳天气增多，逆温强度增大，且持续时间变长，在 2019 年冬季尤为突出。在污染排放形式及排放量相对稳定的情形下，一旦出现比较长时间的静温、逆温等极端条件，整个城市环境容量会进一步减少，更容易形成重污染的天气气象。

## 2.3 城市扬尘污染突出

扬尘源中建筑工地、裸露土地、拆迁场地、交通道路的颗粒物排放量占比分别为 19.82%、28.01%、26.53% 和 25.64%，各类扬尘源的排放比例相当。

该城市属于温带季风半干燥气候，降水少、蒸发量大、土壤湿度小，为行成沙尘天气提供了有利条件。在风速较大的情况下，地表的颗粒被带到空气中，成为浮尘，严重时会造成扬尘，使得  $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  浓度居高不下，对环境空气质量造成严重污染。

目前，城市部分建筑工地、拆迁场地及裸露土地缺乏有效的防尘管控措施，施工单位环保意识不强，没有严格落实“六个百分百”污染防治措施，裸露土地植被覆盖较少，也无防尘措施，很容易产生扬尘污染。此外，常住人口数量多、人口密集、市场活跃，自动监测点位于城市的繁华区周边，大流量的机动车加之频繁的人为活动致使道路扬尘贡献率增加，导致颗粒物在大气中的含量浓度相对较高<sup>[2]</sup>。

## 2.4 输入性污染贡献大

该城市静风的频率相对高，尤其是冬季，静风情况下

污染物不容易被稀释；盛行风向为西北风，上风向为以钢铁产业为主的工业园区所在地。在盛行风向的条件下，污染气团随风远距离输送，对其下风向环境空气质量造成一定影响。

该城市位于大青山南侧，污染物在城市内扩散，遇大青山山脉的阻挡后，污染物滞留在该城市内形成集聚效应。外部传输污染与本区污染贡献累积后，导致污染加重。

## 2.5 交通污染影响

由于该城市自动监测站位于城市繁华区内，日常车流量非常大，车辆产生的尾气对站点  $\text{NO}_2$  贡献也相对较大。该城市  $\text{NO}_x$  主要贡献源为工业源、交通源，根据计算，工业源及交通源对城市监测站点的贡献值占比分别为 56.46%、21.00%。由此可知，交通源的  $\text{NO}_x$  贡献率仅次于工业源，交通源的治理也尤为紧要。

## 2.6 重污染天气影响

对于该城市来说，城市大气污染取决于该城市自身污染物排放、城市外污染输送特征及该城市的气象条件和地形条件。不利的气象条件和污染的积累造成了颗粒物污染加重，影响空气质量的气象因素主要有风、湍流、空气稳定度等。

### 2.6.1 风和湍流

地面风速降低会导致污染扩散能力变弱。排入大气的污染物在空气中漂移、传输，漂移方向由当时风向决定，污染物在下风向地区得到稀释。风的方向以及速度直接影响污染物扩散。

该城市近 20 年的地面常规气象资料显示，以西北风 9.6% 的风频最高；静风的年出现频率为 16.9%；多年平均风速为 1.9m/s，全年春季风速最大，秋、冬季风速最小。近年来，受城市建设和自然条件等因素的影响，该地区寒潮大风频次逐渐减少，使得大气扩散能力逐渐下降，污染物不利于扩散。2019 年在冬季重污染天气期间，平均风速仅 1.6m/s 左右，甚至出现小于 1m/s 的情况，在不利气象条件控制下，气流水平流动能力极差，极不利于污染物扩散，直接加重颗粒物的污染，主要表现为  $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  严重超标。

### 2.6.2 空气稳定度

空气稳定度直接体现大气湍扩散能力。大气稳定度越强大气湍流越弱，稀释扩散能力越小；反之稀释及扩散能力越好。空气稳定度与太阳辐射、风、云等气象因素有关，对污染扩散有很大的影响。

一般而言，接近地表的空气温度远远高于远离地表的空气温度，这样很容易形成垂直的温度之差，非常有利于空气的垂直对流运动，使污染物随着空大气运动从而得到有效消散。

稳定状态的大气环境会导致逆温层的形成。逆温状态时会直接造成污染物扩散困难,在一定范围内聚集。正常情况下,随着海拔的升高,温度会降低,空气由温度高的区域像温度低的区域迁移,污染物会垂直扩散。但是在逆温条件下,温度由地表向高空逐渐升高,高空温度比地表温度高,空气上升受阻,污染物扩散空间大大压缩,污染不断蓄积、得不到有效扩散,环境污染势必加重。

冬、春季节是该城市空气污染较为严峻的时期。近几年,该城市冬季静风、逆温等不利气象条件频繁出现,易形成重污染天气;春天气候干燥,土壤湿度小,风速过大,将地面的尘粒带到环境空气中,造成大量沙粒在空中飘浮,扬尘、扬沙天气由此形成,降低了空气质量。

冬天极其易于发生的重污染天气与逆温的出现密切相关。在冬天,由于气温较低,气压较高,地表热量向外辐射,地表变冷,热量下降,接近地表的温度比上空的温度低,这时重的空气在下,轻的空气在上,很难使大气产生上下互换,大气为稳定情形。这种逆温层的高度差为十几到几百米不等,且逆温层越厚,越不利于环境大气污染物的扩散。在排放的污染物情形及强度相对不变的态势下,一旦出现比较长时间的逆温等极端条件,整个区域环境容量将进一步减少,更容易形成重污染天气。

### 2.6.3 相对湿度

大气污染物的监测浓度与相对湿度有密切联系。在环境湿度相对较高的情况下,污染物的二次转化 $PM_{2.5}$ 程度进一步加大,尤其是 $PM_{2.5}$ 的吸湿增大态势随之加快,进一步加大大气污染程度。

研究发现易于造成重污染的不利气象条件:风速小于 $2m/s$ ,湿度大于 $60\%$ ,近地表逆温、混合层低于 $500m$ 。冬季在静风、逆温的不利气象条件下,大气扩散条件变差,区域内的污染物排放快速积累,容易发生重污染天气;高湿天气的形成使得空气中的污染物累积和转化加快,加剧了重污染进程。

城市冬天重污染天气与相对湿度有较大关联。重污染天气期间,城市气象条件为静稳、高湿,相对湿度甚至超过 $80\%$ 。在静风、逆温的不利气象条件下,大气扩散条件变差,环境容量变小,容易发生重污染天气;而高湿天气将进一步加快空气中污染物的聚集和转化,加剧了重污染过程。

### 2.6.4 地形条件

大气中的环境污染物空间浓度分布情况与地形、地势等因素有紧密关联。该城市所在地由中部山岳地带、山北高原草地和山南平原三部分组成,整个地区地势呈现北部高、南部低、西部高、东部低的倾斜地势。该城市大气中的污染物随风向迁移,遇大青山山脉的阻拦后,向南移,滞留在城

市内,由于北高南低地势影响,污染物不易扩散,造成集聚效应,导致污染加重。

该城市环境空气质量监测结果表明,重污染天气集中在2019年12月份,此时间段多天出现静风、高湿度的极端气象条件,监测数据多次出现爆表,重污染天气对环境空气的影响较大,直接导致2019年全年环境空气质量恶化。

## 3 污染防治对策

### 3.1 减少工业污染源排污

钢铁、电力、有色、煤化工产业污染物排放量较大,是导致城市污染的主要因素,以上产业的转型、产业链延伸、发展无污染或低污染的下产业势在必行,同时对污染源严格治理,执行更严格的污染物排放标准,进一步减轻无组织排放是目前控制以上产业污染物排放量的有效措施<sup>[3]</sup>。

### 3.2 减轻冬季污染影响

积极推进北方冬季清洁采暖工作,提高城乡清洁能源取暖使用率,鼓励居民使用清洁能源采暖,政府部门出台相关政策,降低居民采暖负担。积极推进天然气管网、LNG气化站等天然气利用基础设施建设,提升天然气供应能力。改变居民燃料结构,提倡使用天然气、太阳能、石油液化气、电等清洁能源,推广使用节能灶和电灶具。通过节能能源的替代降低民用污染物排放量,减少大面积的面源污染,缓解冬季环境空气污染。

### 3.3 加强城市扬尘治理

为减轻城市的扬尘污染,建筑工地应从严实施工地周边围挡、渣土堆放覆盖、土方开挖(拆迁)湿式作业、道路表面硬化、车辆清洗、渣土车密闭运输“六个百分百”污染防治措施。裸露土地应当进行绿化、硬化或者覆盖。拆迁工地周边设置围挡,机械拆除采取湿法作业、建筑垃圾渣土及时清运、临时物料渣土遮挡覆盖、出入车辆及时清洗车身、渣土运输车辆密闭苫盖、主要道路进行铺装硬化。落实建筑垃圾及其他运输散体物料车辆监管的全覆盖,加大对从事建筑垃圾等散体物料运输企业的监督管理力度,全面落实苫盖、密封等防护要求,避免沿路掉落、洒漏。进一步采取以上措施减少城市扬尘的排放量。

### 3.4 交通结构调整

通过采取提升公共交通使用分担率,主张绿色出行;加大推行新能源和清洁能源汽车使用政策;提高新能源汽车在出租车、公交车等范围的使用;提高党政机关、公共机构等部门新增或更新新能源车辆所占比例等措施,可以从源头减少交通源污染物的排放。

### 3.5 积极有效应对重污染天气

针对重污染天气,构建空气质量预警预报平台,完善环保、气象预报会商研判机制,加强重污染天气预警预报专

业队伍和能力建设,提升重污染天气研判能力,提高预警预报的提前度和准确性。强化重污染天气污染源解析,为选择更有效的应对措施提供科学依据。

充分借鉴京津冀等重点地区大气污染防治经验做法,采取信息共享、案件协查、工作联动、交流互访等方式实施工作联动。加强与周边地区交流互访,共商污染防治对策,共享相关技术资源和成果。

加强重污染天气应急响应。每年修订完善并持续更新重污染天气应急预案。督促工业企业按照“一厂一案”要求,配套制定具体的应急响应操作方案。根据重污染天气情况及启动应急响应措施,强化应急预案实施情况检查和评估,提升应急措施有效性。按照相关要求细化应急减排措施,实施应急减排清单化管理。重污染天气预警期间,向大气中排放污染物的企业应严格按照重污染天气应急减排清单要求实施减排。减排清单按照区域统筹、总量控制、因地制宜、分业施策、有保有压的原则制定,适时启动各企业应急减排

措施可减轻在重污染天气期间污染物排放对环境空气产生的影响。

## 4 结语

2019年某城市环境空气质量较差的原因主要是极端气象导致重污染天气形成,此外工业源、民用采暖、城市扬尘等方面的贡献依然是造成近年环境空气不达标的重要因素,因此在积极应对重污染天气的同时,仍然需要加大各类污染源的治理力度,从根本上减少排污,提高大气环境剩余容量,从根本上改善环境空气质量。

## 参考文献

- [1] 吴刚,姜创,盛崇宁.我国大气环境污染原因分析及对策[J].青春岁月,2014(18):370.
- [2] 孙梁浑.城市大气环境污染成因及对策分析[J].资源节约与环保,2016(8):1.
- [3] 黄庭卫,何静.城市大气污染的成因及治理对策[J].绿色科技,2017(12):41-42.