

宁夏空气质量状况



及其预测预报

NINGXIA KONGQI ZHILIANG
ZHUANGKUANG
JIQI YUCE YUBAO

刘玉兰◎主编



黄河出版传媒集团
阳光出版社

宁夏空气质量状况



及其预测预报

NINGXIA KONGQI ZHILIANG
ZHUANGKUANG
JIQI YUCE YUBAO

刘玉兰◎主编



黄河出版传媒集团
阳光出版社

图书在版编目(CIP)数据

宁夏空气质量状况及其预测预报 / 刘玉兰主编. —银川:
阳光出版社, 2015.7
ISBN 978-7-5525-2050-7

I. ①宁… II. ①刘… III. ①环境空气质量—预测—宁夏
②环境空气质量—预报—宁夏 IV. ①X831

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 171427 号

宁夏空气质量状况及其预测预报

刘玉兰 主编

责任编辑 王 燕
封面设计 杨 坤
责任印制 岳建宁

黄河出版传媒集团 出版发行
阳光出版社

地 址 宁夏银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)
网 址 <http://www.yrpubm.com>
网上书店 <http://www.hh-book.com>
电子信箱 yangguang@yrpubm.com
邮购电话 0951-5014244
经 销 全国新华书店
印刷装订 宁夏书宏印刷有限公司
印刷委托书号 (宁)0017607

开 本 720mm×980mm 1/16
印 张 14
字 数 250 千字
版 次 2015 年 7 月第 1 版
印 次 2015 年 7 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5525-2050-7/X·5

定 价 56.00 元

版权所有 翻印必究

目 录

第一章 引言

- 1.1 空气污染的概念及危害 / 001
- 1.2 空气污染治理 / 006
- 1.3 空气污染气象研究现状 / 012

第二章 宁夏主要大气污染源及排放特征分析

- 2.1 概述 / 016
- 2.2 宁夏主要污染物排放特征分析 / 018
- 2.3 各类污染物排放量年际变化特征 / 031
- 2.4 小结 / 034

第三章 宁夏主要城市空气质量状况

- 3.1 按《环境空气质量标准》(GB3095-1996)分析的空气质量状况 / 036
- 3.2 2013 年银川市污染特征及其与气象条件的关系 / 053
- 3.3 2014 年 1~6 月银川、石嘴山、吴忠空气质量状况 / 068
- 3.4 宁东地区空气质量状况分析 / 073
- 3.5 宁夏空气污染主要防控时段分析 / 079
- 3.6 小结 / 080

第四章 宁夏霾天气研究

- 4.1 宁夏霾发生的时空分布特征 / 083
- 4.2 宁夏霾气候要素特征 / 090
- 4.3 宁夏霾天气大气边界层特征 / 094

4.4	宁夏霾天气环流形势分析 / 098
4.5	银川市霾特点及形成机制 / 102
第五章	宁夏不利污染物扩散气象条件气候背景分析
5.1	沙尘 / 117
5.2	静小风 / 124
5.3	逆温 / 128
5.4	银川市污染超标的天气分析 / 133
5.5	不利气象条件分析 / 136
第六章	宁夏主要污染防控区不利污染物扩散的气象指标及概念模型的建立
6.1	不利污染物扩散的气象条件及指标建立 / 138
6.2	不利污染物扩散气象条件概念模型建立 / 166
第七章	宁夏空气质量预报系统的建立与应用
7.1	空气质量预报方法的研究 / 174
7.2	银川市空气污染气象条件潜势预报方法研究 / 197
7.3	宁夏霾天气学预报模型 / 201
7.4	小结 / 203
第八章	宁夏空气质量预报业务系统
8.1	系统概述 / 206
8.2	系统设计 / 206
8.3	系统实现 / 208
8.4	系统运行 / 209
	参考文献 / 212

第一章 引言

1.1 空气污染的概念及危害

1.1.1 空气污染的概念

空气是一种无色无味无臭的混合气体。其主要成分为氮气 78.09%, 氧气 20.94%, 氩气 0.93%, 二氧化碳 0.033%, 氦气 0.001818%, 氖气 0.000524%, 还有其他微量的稀有气体。人类的正常生存需要清洁无污染的空气, 一般人每次呼吸的空气量 500~1000ml, 每人每天需吸入 12m^3 左右的空气。空气中的含氧量减少或混入其他有害物质, 都会对人体产生不良影响。

空气污染, 又称为大气污染, 按照国际标准化组织(ISO)的定义, 空气污染通常是指由于人类活动或自然过程引起某些物质进入大气中, 呈现出足够的浓度, 达到足够的时间, 并因此危害了人体的舒适、健康和福利或环境的现象。换言之, 只要是某一种物质其存在的量、性质及时间足够对人类或其他生物、财物产生影响, 我们就可以称其为空气污染物, 而其存在造成的现象, 就是空气污染。

1.1.2 空气污染的成因

造成空气污染的直接原因是污染物排放量超过了环境容纳量, 另一方面是特殊地形及其气象条件导致扩散条件不利而影响空气质量。

大气污染主要由人的活动造成, 大气污染源主要有工厂排放、汽车尾气、农垦烧荒、森林失火、炊烟(包括路边烧烤)、尘土(包括建筑工地)等。大气中有害物质的浓度越高, 污染就越重, 危害也就越大。工业排放是大气污染的最重要来源, 工业排放到大气中的污染物种类繁多, 有烟尘、硫的氧化物、氮的氧化物、有机化合物、卤化物、碳化合物等, 其中有的是烟尘颗粒物质, 有的是气体。工厂、家庭燃

烧含硫的燃料是一种不容忽视的污染源。城市中民用生活炉灶和采暖锅炉需要消耗大量煤炭,煤炭在燃烧过程中释放大量的灰尘、二氧化硫、一氧化碳等有害物质污染大气,特别是在冬季采暖期,往往使污染地区烟雾弥漫,严重影响居民身体健康。交通运输中,汽车排放污染物 80%来自汽车排气尾管排出的废气,由汽车燃料燃烧不完全所致,主要成分为一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物、二氧化碳、铅、微粒等。其中碳氢化合物中成分复杂,有刺激人眼的醛类化合物,有已知为强烈致癌物质 3,4-苯并芘等;另外,20%污染物分别来自汽车曲轴箱废气和供油系统泄露,这部分污染物主要为碳氢化合物。这些化学物质在阳光照射下会发生光化学反应,生成有毒产物光氧乙酰硝酸酯等物质。此外,我国城市植被覆盖率低,建设工地多、裸露面积大,易产生风沙扬尘。焚烧农作物秸秆、生活垃圾、废旧塑料、工业废弃物产生的烟气,森林火灾中的浓烟,居室装修材料缓慢释放出来的有毒气体,农业生产中使用的有毒农药,使用涂改液等化学试剂,复印机、打印机等电器产生的有害气体等都是造成空气污染的原因。

污染物在大气中的浓度,除了取决于排放的总量外,还同排放源高度、气象和地形等因素有关。污染物进入大气后,其运移、扩散、稀释受地形和气象条件控制。风越大,大气湍流越强,大气越不稳定,污染物的稀释扩散就越快;相反,污染物的稀释扩散就慢。在出现逆温层时,污染物往往可积聚很高浓度,造成严重的大气污染事件。降水虽可对大气起净化作用,但因污染物随雨雪降落,大气污染会变为水体污染和土壤污染。地形或地面状况复杂的地区,会形成局部地区的热力环流,如山区的山谷风,滨海地区的海陆风,以及城市的热岛效应等,都会对该地区的大气污染状况产生影响。烟气运行时,碰到高的丘陵和山地,在迎风面会发生下沉作用,引起附近地区的污染。烟气如越过丘陵,在背风面出现涡流,污染物聚集,也会形成严重污染。在山间谷地和盆地地区,烟气不易扩散,常在谷地和坡地上回旋。特别在背风坡,气流做螺旋运动,污染物最易聚集,浓度就更高。夜间,由于谷底平静,冷空气下沉,暖空气上升,易出现逆温,整个谷地在逆温层覆盖下,烟云弥漫,经久不散,易形成严重污染。位于沿海和沿湖的城市,白天烟气随着海风和湖风运行,在陆地上易形成“污染带”。早期的大气污染,一般发生在城市、工业区等局部地区,在一个较短的时间内大气中污染物浓度显著增高,人或动植物受到伤害。20 世纪 60 年代以来,一些国家采取了控制措施,减少污染物排放

或采用高烟囱使污染物扩散,大气的污染情况有所减轻。高烟囱排放虽可降低污染物的近地面浓度,但是把污染物扩散到更大的区域,从而造成远离污染源的广大区域的大气污染。大气层核试验的放射性降落物和火山喷发的火山灰可广泛分布在大气层中,造成全球的大气污染。

1.1.3 空气污染的危害

1.1.3.1 大气污染对人体和健康的危害

各种大气污染物通过多种途径进入人体,对人体产生多方面的影响,其危害表现形式多样。大气污染物主要通过三条途径危害人体:一是人体表面接触后受到伤害,二是食用含有大气污染物的食物和水中毒,三是吸入污染的空气后患上种种严重的疾病。几种大气污染物对人体的危害如下。

二氧化硫减少视程,使人流泪,眼睛产生炎症。闻到有异味,胸闷,呼吸道有炎症,呼吸困难,肺水肿,迅速窒息死亡。

氮氧化物闻到有异味,引起支气管炎、气管炎,肺水肿、肺气肿,呼吸困难,直至死亡。

粉尘伤害眼睛,视程减少,引起慢性气管炎、幼儿气喘病和尘肺,死亡率增加,能见度降低,交通事故增多。

硫化氢恶臭难闻,使人恶心、呕吐,影响人体呼吸、血液循环、内分泌、消化和神经系统,导致昏迷、中毒死亡。

光化学烟雾造成眼睛红痛,减弱视力,引起头疼、胸痛、全身疼痛、麻痹、肺水肿,严重的在1小时内死亡。

碳氢化合物会造成皮肤和肝脏损害,严重者致癌死亡。

一氧化碳会引起头晕、头疼、贫血、心肌损伤,中枢神经麻痹、呼吸困难,严重的在1小时内死亡。

氟和氟化氢强烈刺激眼睛、鼻腔和呼吸道,引起气管炎、肺水肿、氟骨症和斑釉齿。

氯气和氯化氢刺激眼睛、上呼吸道,严重时引起中毒性肺水肿。

铅造成神经衰弱,腹部不适,便秘、贫血,记忆力低下。

1.1.3.2 大气污染危害生物的生存和发育

大气污染会减缓生物的正常发育,降低生物对病虫害的抗御能力,也会导致

生物中毒或枯竭死亡。植物在生长期中,长期接触污染的大气,不但会损伤叶面,减弱光合作用,而且会伤害内部结构,以致枯萎,直至死亡。各种有害气体中,二氧化硫、氯气和氟化氢等对植物的危害最大。大气污染对动物的损害,主要是呼吸道感染和食物被污染,会造成动物体质变弱,以至死亡。其中,以砷、氟、铅、钼等的危害最大。大气污染还通过酸雨形式,杀死土壤微生物,使土壤酸化,降低土壤肥力,危害农作物和森林。

1.1.3.3 大气污染对物体的腐蚀

大气污染物对设备、器物 and 建筑物等都有腐蚀作用。如古代文物的严重风化、金属建筑物出现的锈斑、器物锈蚀等。

1.1.3.4 大气污染对全球大气环境的影响

大气污染发展至今,已超越国界,其危害遍及全球。这主要表现在三个方面:一是臭氧层破坏,二是酸雨腐蚀,三是全球气候变暖。

在离地面 10~55 千米的平流层里,大气中的臭氧相对集中,形成了臭氧层。臭氧层起着净化大气和杀菌作用,可以把大部分有害的紫外线都过滤掉,从而减少了对人体的伤害,也使许多农作物增产。臭氧含量一旦减少,紫外线就会长驱直入,使人体皮肤癌发病率增加,使农作物减产。科学家已经发现,在南北两极上空的臭氧减少,仿佛天空坍塌了一个空洞,这即是“臭氧洞”。紫外线就通过“臭氧洞”进入大气,危害人类和自然界的其他生物。“臭氧洞”的出现,同广泛使用氟里昂(电冰箱、空调等的制冷材料)有关。因此,美国和欧洲等国家已从 2000 年起,停止生产氟里昂。

酸雨的危害遍及欧洲和北美,我国主要分布于贵阳、重庆和柳州等地。酸雨降到地面后,会导致水质恶化,使各种水生动物和植物都会受到死亡的威胁。植物的叶片和根部吸收了大量酸性物质后,会引起植物枯萎死亡。酸雨进入土壤后,使土壤肥力减弱。人类饮用酸性的水质,会患上呼吸器官疾病、肾病和癌症等一系列的疾病。据估计,酸雨每年要夺走 7500~12000 人的生命。

地球周围包裹着一层厚厚的大气,具有玻璃暖房的效应。进入工业革命以来,由于人类大量燃烧煤、石油和天然气等燃料,使大气中二氧化碳的含量骤增,温室效应增强,造成极端天气气候事件频发,引起干旱、热浪、热带风暴和海平面上升等严重的自然灾害,对人类造成了巨大的威胁。

1.1.4 典型空气污染事件

历史上,空气污染事件造成了严重的人身伤害。马斯河谷事件:1930年12月1~5日,比利时马斯河谷工业区,60余人死亡。多诺拉事件:1948年10月26~31日,美国宾夕法尼亚州多诺拉镇,占全镇43%的居民(5911人)受害,11人死亡。洛杉矶光化学烟雾事件:20世纪50年代初,美国洛杉矶市,65岁以上老人死亡400多人。伦敦烟雾事件:1952年12月5~8日,英国伦敦市,4天内死亡人数比常年同期多4000余人。四日市哮喘事件:1961年,日本四日市,817人患哮喘病,10多人死亡。博帕尔毒气泄漏事件:1984年12月3日,印度博帕尔市,2500多人直接死亡,20万人受到伤害,其中5万人双目失明。

1930年12月1~5日比利时马斯河谷烟雾事件是20世纪最早记录下的大气污染惨案。1930年12月1日开始,整个比利时由于气候反常变化被大雾笼罩。在马斯河谷还出现逆温层。到了第3天,河谷地段的居民有几千人出现呼吸道疾病症状,63人死亡,为同期正常死亡人数的10.5倍。发病者包括不同年龄的男女,症状是流泪、喉痛、声嘶、咳嗽、呼吸短促、胸口窒闷、恶心、呕吐。咳嗽与呼吸短促是主要发病症状。死者大多是年老和有慢性心脏病与肺病的患者。尸检结果证实:刺激性化学物质损害呼吸道内壁是致死原因。最后,人们认定硫的氧化物——二氧化硫气体和三氧化硫烟雾的混合物是主要致害物质。

1948年10月26~31日,美国宾夕法尼亚州多诺拉镇持续雾天,而这里却是硫酸厂、钢铁厂、炼锌厂的集中地,工厂排放的烟雾被封锁在山谷中,使6000人突然发生眼痛、咽喉痛、流鼻涕、头痛、胸闷等不适,其中20人很快死亡。这次烟雾事件主要由二氧化硫等有毒有害物质和金属微粒附着在悬浮颗粒物上,人们在短时间内大量吸入了这些有害气体,以致酿成大灾。

1952年12月5~8日,伦敦城市上空高压,大雾笼罩,连日无风。而当时正值冬季大量燃煤取暖期,煤烟粉尘和湿气积聚在大气中,使许多城市居民都感到呼吸困难、眼睛刺痛,仅四天时间内死亡了4000多人,在之后的两个月时间内,又有8000人陆续死亡。这是20世纪世界上最大的由燃煤引发的城市烟雾事件。

美国洛杉矶西面临海,三面环山,早期金矿、石油和运河的开发,加之得天独厚的地理位置,使它很快成为了一个商业、旅游业都很发达的港口城市。石油开采刺激了当地汽车业的发展,由于汽车漏油、汽油挥发、不完全燃烧和尾气排放,

每天有 1000 多吨石油烃废气、一氧化碳、氧化氮和铅烟排入洛杉矶上空。另外,还有炼油厂、供油站等其他石油燃烧排放,这些化合物在强烈阳光紫外线照射下,发生光化学反应,其产物为含剧毒的光化学烟雾。由于地势和特殊气象因素,烟雾久久不散,洛杉矶逐渐变成了“美国的烟雾城”。此后,烟雾更加肆虐,连远离城市 100 千米以外的海拔 2000 米高山上的大片松林也因此枯死,柑橘减产。这就是最早出现的新型大气污染事件——光化学烟雾污染事件。

1955 年日本第一座石油化工联合企业在四日市上马,1958 年在四日市海湾打的鱼开始出现有难闻的石油气味,使当地海产品的捕捞开始下降。1959 年由昭和石油公司投资 186 亿日元的四日市炼油厂开始投产,四日市很快发展成为“石油联合企业城”。然而,石油冶炼产生的废气使当地天空终年烟雾弥漫,烟雾厚达 500 米,其中漂浮着多种有毒有害气体和金属粉尘,很多人出现头疼、咽喉疼、眼睛疼、呕吐等不适。从 1960 年起,当地患哮喘病的人数激增,一些哮喘病患者甚至因不堪忍受疾病的折磨而自杀。到 1979 年 10 月底,当地确认患有大气污染性疾病的患者人数达 775491 人,典型的呼吸系统疾病有支气管炎、哮喘、肺气肿、肺癌。

1.2 空气污染治理

1.2.1 治理大气污染的意义

大气污染防治工作既是重大的民生问题,也是推动地方经济升级及城市建设管理转型升级的重要抓手。旨在把一个城市或地区的大气环境看作一个整体,统一规划能源的消费、工业发展、运输、城市建设等,综合运用各种人为防治污染的措施,如减少或防止污染物的排放,治理排出的污染物,充分利用环境的自净能力(如充分利用环境容量、发展绿化植物等),以消除或减轻各种污染物对大气的污染。

治理好大气污染是一项复杂的系统工程,它涉及的范围比较广。如能源的合理利用与改革,城市的布局、工业布局、工业的工艺改革,治理设备的费用及效率、治理技术的发展水平等。为了使城市或地区的某一种或几种大气中的有害物质降到环境允许的标准或者目标值,必须从实际出发,对各种能减轻环境污染的方案进行技术经济分析、技术比较,并根据城市或地区的特点、经济能力和管理

水平,确定一个在规定时间内能实现的最佳方案。只有从整体的大气污染状况出发,进行综合防治,才能有效地控制大气污染。

我国日益突出的区域性复合型大气污染问题是长期积累形成的,需要付出长期艰苦不懈的努力。当前,必须突出重点、分类指导、多管齐下、科学施策,把调整优化结构、强化创新驱动和保护环境生态结合起来,用硬措施完成硬任务,才能确保防治工作早见成效,促进改善民生,培育新的经济增长点。

1.2.2 国外如何治理大气污染

随着工业化步伐的加快,汽车拥有量的激增,中国的许多城市出现了严重的雾霾天气,极大地影响了民众的健康。治理大气污染,俨然成了中国的当务之急。国外一些发达国家的许多治污做法和经验值得我们学习借鉴。

伦敦:烟雾事件引反思 治理五十余年来效果显著

20 世纪初,“雾都”是伦敦的别名。当时,由于伦敦大部分用煤做燃料,燃烧煤炭排放的煤烟再加上伦敦的气候,使伦敦成了远近闻名的雾都,特别是在 1952 年 12 月 5 日到 8 日著名的伦敦烟雾事件,4 天时间就死亡 4000 多人,这使得英国人开始反思空气污染造成的苦果,也逐渐意识到治理环境污染的重要性。于是,英国政府在民众的压力下,在 1956 年通过了世界上第一部空气污染防治法案,之后,清洁空气法案、空气污染控制法案的相继出台,让伦敦的雾霾天气在 1975 年,由之前每年几十天减少到了 15 天,进而在 1980 年进一步降到了 5 天。80 年代之后,交通污染逐渐取代工业污染,成为伦敦空气质量的首要威胁,为此,英国政府出台了一系列措施来遏制交通污染。从 2011 年起,英国政府决定尝试在街道使用一种钙基黏合剂治理空气污染,这种黏合剂类似胶水,可以吸附空气中的尘埃,街道清扫工已经将这种新产品用于人口嘈杂、污染严重的城区,而目前监测结果称这些区域的微粒已经下降了 14%。

德国:百个空气清洁计划在行动

40 多年前,穿过德国鲁尔工业区的莱茵河曾泛着恶臭,两岸森林遭受酸雨之害。就此,德国实施了 100 个“空气清洁与行动计划”。空气清洁与行动计划减少可吸入颗粒物的具体方法不外乎两种。首先是限制释放颗粒物的行为。例如,车辆限行、限速,工业设备限制运转等。许多地区选择设立“环保区域”,只允许符合环保标准的车辆驶入。其次就是用技术手段减少排放,例如安装颗粒过滤装置。

德国立法机构曾于 2007 年立法补贴安装颗粒过滤装置的柴油机小汽车,并对未安装过滤装置的车辆征收附加费。如今,包括莱茵河流域在内的德国多数地区已实现了青山绿水,空气清新。不过,也有个别城市或地区可吸入颗粒物浓度超出欧盟标准。一旦某地区超标,当地州政府即与市、区政府合作,根据当地具体情况迅即出台一系列应对措施。

法国:应急和长期措施双管齐下防治污染

2004 年至 2006 年间,巴黎、马赛和里昂等 9 个法国城市空气中 $PM_{2.5}$ 年平均浓度均超出了世界卫生组织建议标准的上限。为改善空气质量,法国采取应急和长期措施双管齐下的办法防治空气污染。法国空气质量监测协会负责监测空气污染物浓度,向公众提供空气质量信息。根据空气质量监测协会提供的数据,法国环境与能源管理局每天会在网站上发布当日与次日空气质量指数图,并就如何改善空气质量提出建议。空气质量指数图包括空气中臭氧、二氧化氮、二氧化硫和可吸入颗粒物 PM_{10} 这四种污染物的监测数据,并按污染程度将空气质量分成 1 至 10 级。当污染物指数超标时,地方政府会立即采取应急措施,减少污染物排放,并向公众提供卫生建议。此外,政府还呼吁公众调节生活方式,减少会导致臭氧浓度增加的污染物排放,如降低汽车行驶速度等。除应急措施外,法国还制定了一些国家或地方层面的长期措施。法国于 2010 年颁布了空气质量法令,规定了 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的浓度上限。

美国:提高空气质量“从我做起”

针对空气污染,美国不仅及时发布公众易懂的信息,还向公众提供在空气污染的日子如何保护健康、平时如何“从我做起”提高空气质量的小贴士。美国环保署等机构合作设立了“空气质量指数”,向公众提供有关地方空气质量以及空气污染水平是否达到威胁公众健康的及时、易懂信息。根据可吸入颗粒物水平,环保署将各地的空气质量分为三类:未达标、达标或虽然数据不足但可被认为达标。如果某个区域被列为未达标,所在的州和地方政府需要在 3 年内制定执行计划,列出该地如何减少导致可吸入颗粒物聚集的污染物排放,以达到并保持环保署列出的空气质量标准。美国环保署列出了一些小贴士,提示、呼吁人们日常生活中“从我做起”,尽可能减少污染物排放。如:在可吸入颗粒物水平较高的日子里,减少乘车外出的次数,减少或停止使用壁炉或烧木头的炉子等。鉴于汽车尾

气对空气质量的污染,美国通过设计“绿色”汽车发动机以控制有害气体排出;使用低污染燃料,如天然气、甲醇、氢气;对新能源汽车如混合动力车及纯电动车,政府一直提供免税和贷款补贴,鼓励民众选择更环保的车型。

日本:治理环境污染有严苛细致的举措

日本特别注重汽车尾气排放的管理,制定出台了全球最严格的汽车尾气管理规定,即日本的汽油和柴油中含硫量不超过 10mg/kg (百万分比浓度),而中国执行的标准是汽油含硫量不超过 150mg/kg 、车用柴油含硫量不超过 350mg/kg 的标准,与日本相差了 15 倍以上。因此,同样是汽车尾气排放造成的空气污染,中国显然比日本要严重得多。与此同时,日本对工业废气的排放也实行从严管理,特别规定企业没有采取相关措施导致污染的处罚是采用防污设备导致污染的处罚的 10 倍以上,违规企业还要承担被取消营业许可、赔偿损失的风险,甚至承担与政府部门或其他企业之间的交易中止、消费者不购买其产品等风险。为此,日本的企业在重罚之下普遍实行了严格的污染净化措施,否则,将不得不承担非常严厉的处罚后果。虽说日本至今也未能完全消除公害问题,但依据《公害纷争处理法》,几乎所有公害受害者提起的诉讼结果都是排污企业败诉。这些案例使得“排污企业没有出路”成为日本社会共识,排污企业也清醒地认识到必须采取措施避免此类风险。

1.2.3 我国大气污染现状及治理

我国是世界上大气污染状况较为严重的国家之一。当前,在传统煤烟型污染尚未得到有效控制的情况下,以臭氧、细颗粒物($\text{PM}_{2.5}$)和酸雨为特征的区域性复合型大气污染问题日渐突出,区域内空气重污染现象大范围同时出现的频次日益增多。而由于城市机动车辆数量的剧增,我国一些大城市还呈现出以机动车尾气污染为主的趋势。尤其是 2012 年以来,我国发生多次大面积、长时段严重空气污染事件,造成了严重的政治经济影响。2012 年 1 月 10 日北京出现大雾天气,官方首次公布 PM_{10} 最高浓度。2013 年初,我国发生大范围持续雾霾天气,包括华北平原、黄淮、江淮、江汉、江南、华南北部等地区在内的约占国土面积的 $1/4$ 的地区受到影响,涉及人口约 6 亿人。北京、石家庄等地可吸入颗粒物浓度超过了 $500\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 的重度污染的上限,“雾霾”也随之成为了最受关注的一个热点词汇, PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 备受关注,口罩成为了生活必需品,蓝天白云只能是梦想,喘气和呼

吸成了公众不得不关心的问题。2014年2月20日至26日,我国中东部地区出现大范围霾和雾天气过程,气象卫星监测结果显示:20日至22日连续三天霾和雾覆盖面积超过200万平方公里,其中华北地区覆盖面积超过60万平方公里。京津冀地区 $\text{PM}_{2.5}$ 过程平均浓度为 $183.7\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,日平均浓度最大值(2月26日, $255.5\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)。

2013年6月4日,国家环境保护部发布了《2012 中国环境状况公报》。该公报说,2012年全国化学需氧量排放量为2423.7万吨,氨氮排放量为253.6万吨,分别比上年减少3.05%、2.62%;废气中二氧化硫排放量为2117.6万吨,氮氧化物排放量为2337.8万吨,分别比上年减少4.52%、2.77%。

“十二五”期间是我国全面建设小康社会的关键时期,工业化、城镇化将继续推进,到2015年,煤炭消费量将增长30%以上,汽车保有量将是2010年的两倍。大气污染将面临更加严峻的形势,发达国家上百年间逐步出现的资源环境矛盾在我国将集中显现。

防治大气污染的重点领域是工业、火电、钢铁、水泥、石油、化工等重化工业。这些行业消耗大量的化石能源,释放大量的二氧化硫、氮氧化物和粉尘,是整治的重点。有关资料显示,目前全国脱硫安装率在70%以上,除尘安装率在80%以上,脱硝安装率只有百分之十几。而产生 $\text{PM}_{2.5}$ 的主要来源是氮氧化物,控制氮氧化物的实质就是脱硝。因此,今后一段时期,控制大气污染的一项重要工作就是安装脱硝装置,国家相应实行脱硝电价,并考虑将企业购置脱硝设备纳入抵免企业所得税优惠政策范围内,以降低企业购置脱硝设备的成本。

我国治理大气污染的主要手段是清除大气粉尘和煤脱硫。煤炭一直都是我国最为主要的能源,煤炭燃烧会产生大量的煤粉尘,这些进入空气的细微煤粉尘,长时间飘浮会降低大气能见度,可引起煤烟型污染,尤其是直径较小的飘尘,对人体危害极大。它不仅会在肺部沉积,而且可以直接进入血液,到达人体各部位。粉尘离子表面还会附着各种有毒物质,这些有毒物质一旦进入人体,就会引起各种呼吸系统疾病。因此,控制粉尘,尤其是细微粉尘的排放,是我国治理大气污染、洁净空气环境的重要举措。

煤脱硫技术就是把煤中的硫脱掉,不要排放在大气中,包括洗选、化学、生物和微波等脱硫方法。一般可以分为燃烧前脱硫、燃烧中脱硫及燃烧后脱硫(烟气

脱硫)三种。其中燃烧前脱硫主要采用的方式就是选煤,燃烧中脱硫主要采用炉内喷钙的方式,燃烧后脱硫现在应用较多的是湿法脱硫。一般都是在燃烧的过程中脱硫,比如用碳酸钙、氧化钙等与硫反应生成硫酸盐将硫固化。从经济角度考虑,以燃烧前脱硫成本最低,燃烧后烟道气脱硫成本最高。结合我国实际情况,短期内我国煤炭脱硫的主攻方向将以燃前脱硫为主,燃中脱硫与固硫并举,燃后烟气净化为适当补充。

1.2.4 宁夏大气污染形势、治理情况及目标

近 10 多年来,宁夏依托资源优势,大力发展高耗能工业,使得大气污染形势日趋严峻,在可吸入颗粒物(PM_{10})和总悬浮颗粒物(TSP)污染还未全面解决的情况下,细颗粒物($PM_{2.5}$)、氮氧化物(NO_x)和挥发性有机物(VOCs)排放量显著增加,冬季雾霾现象开始显现。人们不禁担心宁夏是不是也会逐渐步入环境污染“重灾区”。

“十一五”期间,在党中央、国务院的正确领导和环境保护部的大力支持下,自治区党委、政府坚持以科学发展观为指导,把环境保护摆在更加重要的战略位置,提出了建设资源节约型环境友好型宁夏的战略决策,出台污染物总量减排“十大铁律”和 30 条政策措施,狠抓工程减排、结构减排和管理减排,认真落实环境保护目标责任制,使主要污染物排放总量显著下降。2010 年,二氧化硫和化学需氧量排放量分别较 2005 年下降了 9.38%和 14.72%,排放强度分别下降了 66.6%和 65.8%,下降幅度均超过全国平均降幅 15 个百分点,超额完成国家下达的“十一五”减排任务,实现了主要污染物排放总量下降的历史性突破。

2013 年上半年,宁夏化学需氧量排放总量 11.46 万吨,同比下降 1.45%;氨氮排放总量 0.87 万吨,同比下降 1.19%;二氧化硫排放量 20.35 万吨,同比下降 5.02%;氮氧化物排放量 22.07 万吨,同比下降 3.53%,四项指标均超额完成国家污染减排目标任务,治理大气污染效果显著。

宁夏回族自治区人民政府近期制定了《大气污染防治行动计划》,其中包括 2015 年年底前关停一批煤耗高、污染大的燃煤机组,力争到 2017 年基本实现“消除重污染天气,全区环境空气质量优良天数逐年提高,银川市等重点区域环境空气质量明显改善”的目标。

1.3 空气污染气象研究现状

目前,国内外学者开展了大量的研究工作,运用定性或定量方法对气象条件与空气质量之间的关系进行研究,主要包括:建立单个气象要素与污染物浓度之间的关系模型、建立天气形势与污染物浓度之间的关系模型、天气型与数值模拟结合的方法,取得了丰硕的研究成果,对空气质量预测预报、空气污染治理起到了积极的促进作用。

研究表明:大气压力、太阳辐射、相对湿度、气温等气象要素都直接影响着大气中的化学反应速率,而三维风场结构、边界层湍流特征和降水也分别影响着污染物的水平和垂直输送、扩散和干湿沉降过程等。在多种气象因子中,风场的输送尤为重要,无论大尺度环流,还是中尺度的天气系统,海陆风、山谷风和城市热岛甚至更小尺度的湍流活动等对污染物的传输都有着重要的贡献,因此,气象要素对空气污染的影响存在较大时空差异。气象条件与污染物排放量也有很大的关系,冬季有寒潮时,气温急剧下降,需要更多燃料以保证工农业生产和民用取暖,从而增加了污染物排放量;夏季的高温、日照与光化学烟雾的生成有密切的关系。

北京、天津和石家庄 3 市的月均尺度的 API 与气温(平均、最高和最低)、最高气压、水汽压和最大风速 4 类气象要素存在一致的相关关系,季均值尺度下,北京、天津和石家庄 3 市的 API 与气象要素的关系差异性较大,但 3 市的 API 与水汽压存在一致的相关关系。广州冬半年 API 指数、 SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 与各种气象因子的相关较好且稳定,而夏半年只与风速、降水、高低温差、气压及能见度的相关好且稳定,与其他气象因子相关较差且不稳定,且无论冬、夏半年,与风速和能见度及日温差的关系最好。深圳日最大气压与大气 SO_2 、 NO_x 浓度呈正相关,日平均气压与大气 PM_{10} 浓度呈正相关;日最高气温与大气 NO_x 浓度呈负相关;日平均相对湿度与大气 SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 浓度均呈负相关,而日最小相对湿度与大气 PM_{10} 浓度呈正相关。上海市 NO_x 浓度与风速有很强的负相关性,与气温、气压、太阳辐射等要素也有明显的相关性。风速加大、气温升高、相对湿度和日照时数的增加能够降低武汉市空气污染物 PM_{10} 、 SO_2 和 NO_x 的浓度,而气压的上升会使污染物浓度增加,气象因素对武汉市 PM_{10} 、 SO_2 和 NO_x 浓度的作用程度存在差异,风速