

火电厂对城市空气质量的影响模拟

薛志钢 郝吉明

陈 复 柴发合 段 宁 陈义珍

(清华大学环境科学与工程系,北京 100084)

(中国环境科学研究院,北京 100012)

摘要 运用美国 ISC3 复合工业源模型模拟高井发电厂大气环境影响,结果表明:该厂大气污染物排放的主要影响地区在石景山西北部和门头沟东部,丰台西北部和海淀西北部也受到一定影响,对老城区影响较小。 SO_2 、 PM_{10} 和 NO_x 年均浓度最大值分别为 24.36 、 1.35 、 $10.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$,分别占空气质量二级标准的 41% 、 1.35% 、 13% 。可见,高井发电厂对周边区域 SO_2 浓度影响较大,对 NO_x 也有一定影响,对 PM_{10} 的影响较小。

关键词 电厂 环境影响 模拟

1 前言

“北京市大气污染的成因和来源分析”课题的模拟结果表明,北京城近郊区的 SO_2 年均浓度高值点,分别位于石景山区古城附近和朝阳区团结湖附近,年均浓度值分别达 $109.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $99.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$,均超过二级标准; PM_{10} 年均浓度高值点,分别位于石景山区古城附近和东城区东直门内一带,年均浓度值分别达 $252.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $175.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$,均超过三级标准。近年来的环境空气质量监测结果同样表明,石景山区测点的 PM_{10} 年均浓度高于其它测点, SO_2 年均浓度也处在较高水平^[1]。高井发电厂位于石景山区西部,年排放 SO_2 21 588 t,占石景山区排放量的 27% ,占全市总排放量的 10% 以上,是石景山区乃至全北京的排污大户。

2 研究方法

2.1 模型介绍

本研究模拟采用美国环保局推荐使用的 ISCST3

(Industrial Sources Complex Short Term Version 3)大气污染扩散模型。该模式可模拟各类污染源排出的污染物在各种气象条件和下垫面条件下的扩散稀释规律,其中包括污染物自源排放后的输送、湍流扩散、抬升和各种转化、迁移与清除过程以及在这些条件下对空气污染物浓度的定量估算。

ISCST3 主要用于计算各种复合工业源排放的 SO_2 、TSP、 PM_{10} 、 NO_2 和 CO 等污染物的浓度,模拟时段包括年平均、日平均和逐时浓度,模型适用于极坐标、直角坐标下的各种受体网格。ISCST3 模型是基于统计理论的正态烟流模型,使用的公式为目前广泛应用的稳态封闭型高斯扩散方程。在模型中根据经验结果,对应用于城市尺度的扩散方程进行了必要的修正。模型中的排放源被分为 4 种基本类型:面源 (Area),体源 (Volume),点源 (Point) 和开放源 (Openpit)。模型采用逐时的气象数据,来确定气象条

在相对于误差函数斜率下降的方向上计算网络权值和偏差的变化而逐渐逼近目标,学习过程分为信息正向传播和误差反向传播。实践表明该方法对于行业无害化生产能力评价是实用且有效的。

参考文献

- 1 王李管,贾明涛.环境评价的人工神经网络方法.矿冶工程,1997,17(3).
- 2 魏加华,李宇等.人工神经网络在水源地影响评价中的应用.地球学报,2001,22(3).
- 3 郭宗楼,刘肇.环境质量综合评价的径向基函数网络模型.环境科学,1997,10(4).
- 4 王栋,曹升乐.人工神经网络在水文水资源水环境系统中的应用研究进展.水利水电技术,1999,30(12).
- 5 李相然,权惠庆等.BP神经网络及其在城市环境工程地质研究中的应用.中国环境监测,2001,17(1).
- 6 国家环境保护总局监督管理局.中国环境影响评价培训教材.北京:北京化学工业出版社,2000.1.
- 7 吴聿明.环境统计学.北京:中国环境科学出版社,1991.10.
- 8 郭宗楼,刘肇.人工神经网络在环境质量评价中的应用.武汉水利水电大学学报,1997,30(2).

作者通讯处 曾维华 100875 北京师范大学环境科学研究所

电话 (010)62200486

E-mail zengwh@bnu.edu.cn

2000-05-15 收稿

件对烟流抬升,传输和扩散的影响^[2~3]。

2.2 模拟范围

为了模拟高井发电厂对北京市环境空气质量的影响,考虑到电厂处于北京市区西面略微偏南的方位,选取北京市 60 km × 51 km 范围模拟高井发电厂对环境空气中 SO₂、NO_x 和 PM₁₀ 浓度的贡献值,该范围包括了北京 8 个城近郊区和昌平、顺义、通州、大兴、房山、门头沟等远郊区的部分地区。

2.3 污染源参数选取

高井发电厂现有 6 台 100 MW 燃煤发电机组,目前安装了静电除尘器,效率 99 % 以上,每台炉均配有低氮燃烧器,但尚未采取脱硫措施。电厂现状排污状况如表 1 所示,可见电厂目前的 SO₂、烟尘、NO_x 排放浓度均超过北京市《锅炉污染物综合排放标准》(DB11/139-2002)^[4]。

表 1 电厂现状排污状况

控制措施	排放量/t·a ⁻¹			排放浓度/mg·m ⁻³		
	SO ₂	烟尘	NO _x	SO ₂	烟尘	NO _x
静电除尘器,效率 99 % 以上,低氮燃烧器	21 588	1 638	8 690	1 576	122	650

该厂现有 3 座 120 m 高烟囱,现有污染源参数依据燃煤量、煤质、空气过剩系数计算,并参照电厂近年来的锅炉烟气监测数据进行了校核,本次模拟的污染源参数见表 2。根据电厂燃煤量、煤质月变化情况,得出不同污染物排放的不均匀系数,如表 3 所示。

表 2 污染源参数表

项目	X 坐标	Y 坐标	烟囱高	烟囱口	出口烟	出口烟	排放量/g·s ⁻¹		
	/m	/m	/m	径/m	量/m ³	速/m·s ⁻¹	SO ₂	NO _x	PM ₁₀
1# 烟囱	11 795	23 086	120	6	414	6.20	289.13	107.55	15.57
2# 烟囱	11 724	23 135	120	6	419	6.20	289.13	107.55	15.57
3# 烟囱	11 650	23 187	120	6	419	6.20	289.13	107.55	15.57

表 3 高井发电厂不同污染物排放的不均匀系数

月份	SO ₂	PM ₁₀	NO _x
1	0.957	1.000	0.888
2	0.757	0.812	0.769
3	0.780	0.842	0.879
4	0.649	0.578	0.684
5	0.604	0.631	0.694
6	0.652	0.709	0.844
7	0.874	0.829	0.993
8	0.786	0.769	0.886
9	0.751	0.744	0.841
10	0.736	0.639	0.769
11	1.000	0.871	0.991
12	0.918	0.914	1.000

3 结果与讨论

3.1 年均浓度分析

高井发电厂对北京市 SO₂、PM₁₀ 和 NO_x 年均浓度的贡献值,如图 1~图 3 所示。

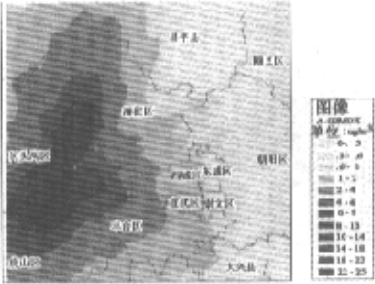


图 1 电厂对全市 SO₂ 年均浓度的贡献

由图 1 可见,计算范围 SO₂ 年均浓度最大值为 24.36 μg/m³,低于空气质量二级标准,占二级标准的 41 %。由于 SO₂ 排放量大,烟囱高度只有 120 m,高井发电厂对局部地区 SO₂ 年均值的贡献较大,主要受影响地区在石景山区西北部、门头沟区东部,SO₂ 浓度贡献值达 8 μg/m³ 以上,丰台区西北部和海淀区西北部地区也受到一定影响,SO₂ 浓度贡献值达 4 μg/m³ 以上,对老城区的影响较小,仅为 0.6~2 μg/m³。

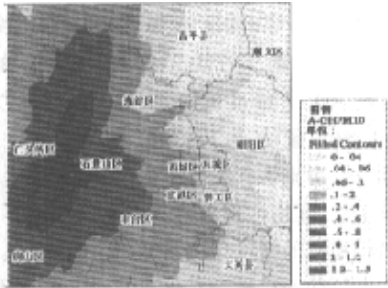


图 2 电厂对全市 PM₁₀ 年均浓度的贡献

由图 2 可见,计算范围 PM₁₀ 年均浓度最大值为 1.35 μg/m³,远低于空气质量二级标准,仅占二级标准的 1.35 %。可见,由于安装了静电除尘装置,高井发电厂烟尘排放对北京市环境空气质量的影响较小,PM₁₀ 浓度贡献值超过 1 μg/m³ 以上的地区集中在石景山区西北部和门头沟区东部。

由图 3 可见,计算范围 NO_x 年均浓度最大值为 10.30 μg/m³,低于空气质量二级标准,占二级标准的 13 %。主要受影响地区在石景山区西北部、门头沟区东部,NO_x 浓度贡献值达 4 μg/m³ 以上,丰台区西北

部和海淀区西北部的局部地区也受到一定影响,NO_x浓度贡献值达2 μg/m³以上,对老城区的影响较小,仅为0.6~1 μg/m³。

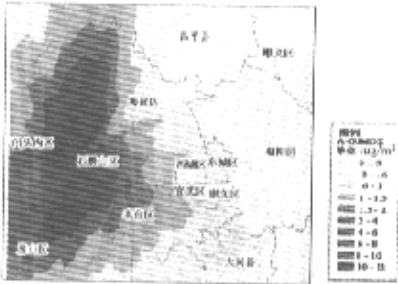


图3 电厂对全市NO_x年均浓度的贡献

综合以上分析,高井发电厂对周边区域SO₂年均浓度影响较大,对NO_x也有一定影响,对PM₁₀的影响较小。

3.2 日均浓度分析

3.2.1 日均浓度最大值统计

根据全年日均浓度模拟结果,选取最大的10个日均浓度值,对这些浓度值对应的气象条件和所处位置进行分析,结果见表4~表6。从表中可以看出,全年最大的10个日均浓度值中,大气层结主要以中性和稳定为主,地面浓度最大值一般出现在距源约1~2 km的地区。日均浓度前10位中,SO₂浓度值占标准值的74%~99%,PM₁₀浓度值占标准值的4.3%~5.6%,NO_x占标准值的39.0%~49.4%。SO₂、PM₁₀和NO_x最大浓度值分别为148.4、8.4和59.3 μg/m³,分别占标准值的99%、5.6%和49.4%。从季节上看,日均浓度高值点主要出现在冬、夏季大气层结较稳定的情况。可见,在一定的气象条件下,高井发电厂的SO₂和NO_x排放有可能造成附近局部地区SO₂日均值接近二级标准,NO_x日均值接近二级标准的一半,再加上其它源的贡献,就可能超过日均浓度二级标准。

3.2.2 典型日日均浓度分布

选择1月7日和6月12日作为冬季和夏季的典型日,模拟高井发电厂的SO₂、PM₁₀和NO_x日均浓度贡献值分布结果表明,1月7日,主导风向是西北风,主要受影响的区域在石景山区中南部、丰台区中部和大兴区北部地区,这一区域SO₂、PM₁₀、NO_x日均浓度分别达10 μg/m³、0.5 μg/m³和2 μg/m³以上,SO₂、PM₁₀和NO_x日均值最大值为148.45、8.43和51.69 μg/m³,

占标准值的99.0%、5.6%和43.1%;6月12日,主导风向是西南风,主要受影响的区域在石景山区北部、门头沟区东北部和海淀区西北部地区,这一区域SO₂、PM₁₀、NO_x日均浓度分别达10 μg/m³、1 μg/m³和2 μg/m³以上,SO₂、PM₁₀和NO_x日均值最大值为122.15 μg/m³、7.22 μg/m³和59.33 μg/m³,占标准值的81.4%、4.8%和49.4%。可见,典型日电厂附近局地范围内,SO₂日均浓度已接近标准值,NO_x接近标准值的一半。

表4 SO₂日均浓度最大值统计表

日期/ 月·日	气象条件		最大地面浓度			
	主要 风向	主要稳 定度	离源距 离/m	离源 方位	SO ₂ 浓度/ μg·m ⁻³	占标准 的比例/%
1.07	NW	C,D	1.48	SE	148.4	99
2.02	NW	D,E	1.48	SE	133.5	89
1.08	NW	D,E	1.48	SE	132.0	88
7.21	NE	D,C	1.44	SW	129.2	86
6.12	SW	E,F	0.94	NE	122.2	81
11.27	NW,C	D,E,F	2.29	SE	121.6	81
1.07	NW	C,D	2.29	SE	121.1	81
8.04	NE	C,D,E	1.44	SW	118.1	79
11.27	NW,C	D,E,F	1.48	SE	115.0	77
3.19	SW	C,D,E,F	4.07	NE	111.5	74

表5 PM₁₀日均浓度最大值统计表

日期/ 月·日	气象条件		最大地面浓度			
	主要 风向	主要稳 定度	离源距 距离/m	离源 方位	PM ₁₀ 浓度/ μg·m ⁻³	占标准 的比例/%
1.07	NW	C,D	1.48	SE	8.4	5.6
2.02	NW	D,E	1.48	SE	7.8	5.2
1.08	NW	D,E	1.48	SE	7.5	5.0
6.12	SW	E,F	0.94	NE	7.2	4.8
1.07	NW	C,D	2.29	SE	6.9	4.6
7.21	NE	D,C	1.44	SW	6.7	4.5
3.19	SW	C,D,E,F	4.07	NE	6.7	4.5
3.14	SW	D,E,F	4.07	NE	6.4	4.3
3.15	SW	D,E,F	4.07	NE	6.4	4.3
3.16	SW	D,E,F	4.07	NE	6.4	4.3

4 结论

综上所述,高井发电厂对周边区域SO₂浓度影响较大,扩散条件不好的情况下会导致局地SO₂日均浓度接近二级标准值,对NO_x也有一定的影响,对PM₁₀的影响较小,可见必须采取有效的措施治理高井发电厂的大气污染。

焦化厂含酚废水的直接测定

周继红

(河北建筑科技学院城市建设系, 邯郸 056038)

摘要 介绍了焦化厂含酚废水的直接测定方法。结果表明:该方法相对误差为0.8%~1.6%,加标回收率为97.2%~108.5%,相对标准偏差为0.9%~1.8%,检出限为0.02 mg/L。

关键词 直接监测 水分析 酚

1 引言

酚属高毒物质,目前,常用的监测方法有4-氨基安替比林分光光度法、溴化滴定法。而对于采用紫外分光光度法直接测定水中酚介绍较少,本试验采用此法测定了邯钢焦化厂废水中的酚,结果表明,此法操作简便、灵敏、准确,回收率在97.2%~108.5%,符合水质分析要求。

2 方法原理

根据酚类在紫外区有吸收光谱的原理,经波长扫描,选用194 nm波长进行测定。当酚浓度在0.025~2.500 mg/L范围内时,与吸光度值呈直线关系。

3 测定方法

3.1 仪器

751紫外分光光度计;500 mL全玻璃蒸馏瓶。

3.2 试剂及配制

无酚水 将普通蒸馏水于全玻璃蒸馏器中,加氢

氧化钠溶液至强碱性,再加高锰酸钾至深紫色,加热蒸馏,馏出液贮存于硬质玻璃瓶中。

硫酸铜溶液 称取100 g硫酸铜溶于水中,稀释至1 L。

磷酸溶液 量取10 mL 85%磷酸,用水稀释至100 mL。

甲基橙溶液 称取0.05 g甲基橙溶于100 mL水中。

0.1 N溴酸钾-溴化钾溶液 称取2.784 g无水溴酸钾溶于水中,加入10 g溴化钾溶解后移入1 000 mL容量瓶中,用水稀释至标线。

0.025 N硫代硫酸钠标准溶液 称取6.20 g硫代硫酸钠溶于1 L煮沸放冷的水中,加0.4 g氢氧化钠,贮于棕色瓶中。按如下操作进行标定:称取1 g固体碘化钾,放于250 mL碘量瓶中,加50 mL水,再加15.00 mL 0.025 0 N重铬酸钾标准液和5 mL 6 N硫

表6 NO₂日均浓度最大值统计表

日期/ 月.日	气象条件		最大地面浓度			
	主要 风向	主要 稳定度	高源距 离/m	高源方位	NO ₂ 浓度/ μg·m ⁻³	占标准 的比例%
6.12	SW	E,F	0.94	NE	59.3	49.4
7.21	NE	D,C	1.44	SW	55.6	46.3
1.07	NW	C,D	1.48	SE	51.7	43.1
2.02	NW	D,E	1.48	SE	50.8	42.3
8.04	NE	C,D,E	1.44	SW	50.3	41.9
6.29	SW	D,E,F	0.94	NE	48.9	40.8
3.19	SW	C,D,E,F	4.07	NE	48.3	40.3
8.08	NE	D,E,F	2.85	SW	48.0	40.0
6.13	SW	D,E,F	1.94	NE	47.9	39.9
11.10	NE	D,E	5.84	SW	46.8	39.0

参考文献

- 1 唐孝炎,陈复等.北京市大气污染的成因和来源分析.国家科技专项,2002.1.
- 2 EPA-454/B-95-003a. User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models. Volume I -User Instructions, US EPA. 1995.
- 3 EPA-454/B-95-003b. User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models. Volume II -Description of Model Algorithms, US EPA. 1995.
- 4 北京市环境保护局,北京市质量技术监督局.锅炉污染物综合排放标准(DB11/139-2002).

作者通讯处 薛志钢 100012 北京市安外大羊坊8号 中国环境科学研究院城市与区域大气环境研究室

电话 (010)84915282

E-mail xuezg@svr1-pek.unep.net

2003-03-15 收稿