

电厂锅炉对区域大气环境的影响预测与评价 —以峰城经济开发区为例

安丽花

河海大学环境科学与工程学院, 南京(210098)

摘要: 本文的研究立足于对建设项目建立大气污染物扩散模式并对其进行对大气环境的影响进行评价, 研究成果将有利于建设项目的污染治理工作。大气环境影响预测与评价是环境影响评价中的一个重要环节, 是一个比较复杂的过程, 污染因子涉及的气象参数、环境因素较多。本文根据峰城经济开发区环境空气质量功能区的划分结果, 结合该区总体规划, 以枣庄市具体地理位置、近三年大气环境气象特性和现状环境监测数据作为气象依据, 确定了开发区大气污染物扩散参数, 采用国标《制定地方大气污染物排放标准的技术方法》(GB/T13201-91)中规定的点源以高斯模式预测了电厂锅炉对峰城经济开发区大气环境的影响。结果表明, 电厂锅炉对峰城经济开发区大气环境没有影响。

关键词: 环境工程学, 影响预测与评价, 高斯模式, 电厂锅炉, 开发区

中图分类号: X8

1. 引言

随着我国经济的迅猛发展出现了许多区域性开发项目。我国1998年颁布的《建设项目环境保护管理条例》明确要求对区域性开发活动进行环境影响评价。区域环境影响评价具有占地面积大、不确定性和超前性等特点。如果分别对各个建设项目进行环境影响评价, 不能说明区域开发的总体影响。区域环境影响评价就是要求从整体上考虑区域内拟开展的各种社会经济活动对环境产生的作用, 并据此制定和选择最佳行动方案, 为区域开发规划和管理提供决策依据^[1-3]。

本文利用高斯模式对开发区热电厂锅炉所造成的大气环境总体影响进行预测和评价, 从而为开发区的开发规划和开发区的环境质量保护、环境管理提供依据。

2. 峰城开发区简介和气象参数

2.1 峰城开发区简介

峰城经济开发区位于枣庄市峰城区南侧, 托原峰城区工业园区, 东至中兴大道、西至西环路、北至榴园路。为了加快山东省峰城区的开发建设, 峰城区人民政府组织编制了《山东省峰城经济开发区总体规划》, 开发区以建材、纺织、电子、煤电等为主导产业, 积极引进高科技、外向型的新型建材、纺织服装、卫生陶瓷、机电五金等产业项目, 培植主导产业, 拉长产业链, 壮大投资企业规模, 提升开发区档次。支持新兴及高技术产业的发展, 以技术引进、创新为主要手段, 将分工专业化, 将产业做新、做强, 努力拓展国外市场。峰城经济开发区是枣庄市建设用地的的重要组成部分, 对枣庄市经济发展和建设有着举足轻重的作用。

2.2 区域污染气象学特征

2.2.1 地面风速

利用近三年峰城区气象站的气象资料分析, 近三年各风向平均风速见表1。全年平均风速为2.22m/s左右, 以WNW、ENE、E风向下风速较大, 其中WNW风向下风速最大, 为3.2m/s; ENE、E风向平均风速较小, 其中, NNE风向平均风速最小, 仅为1.8m/s。

表 1 枣庄市近三年各风向下平均风速 (m/s)
Tab1 the average wind speed under each wind direction of Zaozhuang in recent 3 years (m/s)

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	NW	WNW	NNW	平均
年	2.07	1.8	1.95	3.12	2.95	2.57	2.4	2.58	2.34	2.63	2.42	2.56	2.6	2.77	3.2	2.28	2.22
春	2.18	2	1.89	3.81	3.21	2.68	2.43	2.63	2.5	2.87	2.69	3.04	2.74	4.12	3.72	2.17	2.56
夏	1.86	1.68	2	2.64	2.88	2.88	2.66	2.79	2.26	3.58	2.85	2.58	2.71	2.62	2.7	1.57	2.33
秋	2	1.63	1.94	2.77	2.62	2.62	2.49	2.31	2.67	1.38	2.09	1.79	2.49	2.24	2.98	2.21	1.88
冬	2.17	1.94	1.95	3.27	3.14	3.14	1.66	2.08	1.85	2.13	1.95	2.18	2.49	2.67	3.07	2.92	2.12

2.2.2 大气稳定度

大气稳定度是大气稳定的程度。它既定性地反映了大气湍流状态，也反映着平均风速的大小，因此还影响着污染物扩散稀释的速率和范围。本区大气稳定度频率分布见表 2。

表 2 大气稳定度频率分布 (%)
Tab2 the frequency distribution of atmospheric stability(%)

季节	B	C	D	E	F
年	7.42	13.72	41.42	18.79	18.65
春	8.79	16.12	41.85	17.03	16.21
夏	8.61	17.39	42.75	15.58	15.67
秋	7.97	12.91	37.8/2	18.86	22.44
冬	4.26	8.33	43.24	23.80	20.37

由表可以看出，枣庄地区全年以中性 D 类稳定度频率最高，为 41.42%，其次是较稳定的 E 类 18.79%；区域内稳定的 E、F 类频率相对较高，为 37.44%，不利于大气污染物的稀释扩散。

2.2.3 大气混合层

该地区大气混合层高度较大，全年平均为 588 米。由于温度层结昼夜变化，混合层高度也有明显日变化，一般是随日出开始增大，至午后达到最大，之后又开始急剧降低，夜间混合层高度较低且稳定少变。各级稳定度下的混合层高度见表 3，各季各时次的混合层高度见表 4。

表 3 枣庄市近三年各级稳定度下的混合层高度 (m)
Tab3 The height of mixing layer under all levels of stability of Zaozhuang in recent 3 years

稳定度	B	C	D	E	F
混合层高度	629	1468	702	192	67

表4 枣庄市近三年各季各时次的混合层高度 (m)
Tab4 The height of mixing layer under 4seasons of Zaozhuang in recent 3 years (m)

时间	02 时	08 时	14 时	20 时	日均
春	292	813	1287	392	696
夏	265	786	1199	361	653
秋	199	480	1089	231	500
冬	249	428	1001	322	500
全年	252	628	1145	327	588

2.2.4 地面流场特征

根据评价区大气边界层风速特点, 近地面风速随高度呈指数分布, 表达式为:

$$\frac{U_n}{U_0} = \left(\frac{Z_n}{Z_0} \right)^P$$

式中: U_0 — Z_0 高度处的风速;

U_n — Z_n 高度处的风速;

P —指数。

风速高度指数 P 值, 根据《环境影响评价技术导则》(HJ/T2.2-93) 中的城市给定值取值, 在不同大气稳定度条件下的 P 取值见表 5。

表5 不同稳定度下风廓线指数
Tab5 Wind profile index under different stabilities

大气稳定度	B	C	D	E	F
P 值	0.15	0.20	0.25	0.30	0.30

3 污染源环境影响预测

3.1 污染源模式化排放参数

峰城开发区规划面积约12.2km², 开发区实现集中供热, 供热来源为通达热电厂, 锅炉产生的废气污染物主要是二氧化硫和粉尘, 本文以二氧化硫和TSP为主要污染物来预测评价锅炉对开发区大气的的环境影响。该开发区全部规划为环境空气质量功能区中的二类区, 因此以环境空气质量标准中的二级年平均浓度标准作为控制目标见表6; 污染源强排放参数见表7。

表6 环境空气质量评价标准 (单位: mg/m³)
Tab6 Ambient air quality standard (unit: mg/m³)

取值时段	SO ₂	TSP
小时平均	0.50	—
日平均	0.15	0.30
年平均	0.06	0.2

表 7 点源源强排放参数
Tab7 Strong point source of discharge flow parameters

排放参数				排放速率(kg/h)	
烟气量 (Nm ³ /s)	高度(m)	内径(m)	出口温度(°C)	SO ₂	TSP
161.2	100	2	125	129.7	10.5

3.2 预测内容

(1) 常年主导风向条件下有风、小风时，锅炉完全建成后排放的SO₂最大落地浓度及其出现的距离；

(2) 各关心点SO₂、TSP的浓度贡献值。关心点和点源的位置如图1所示。

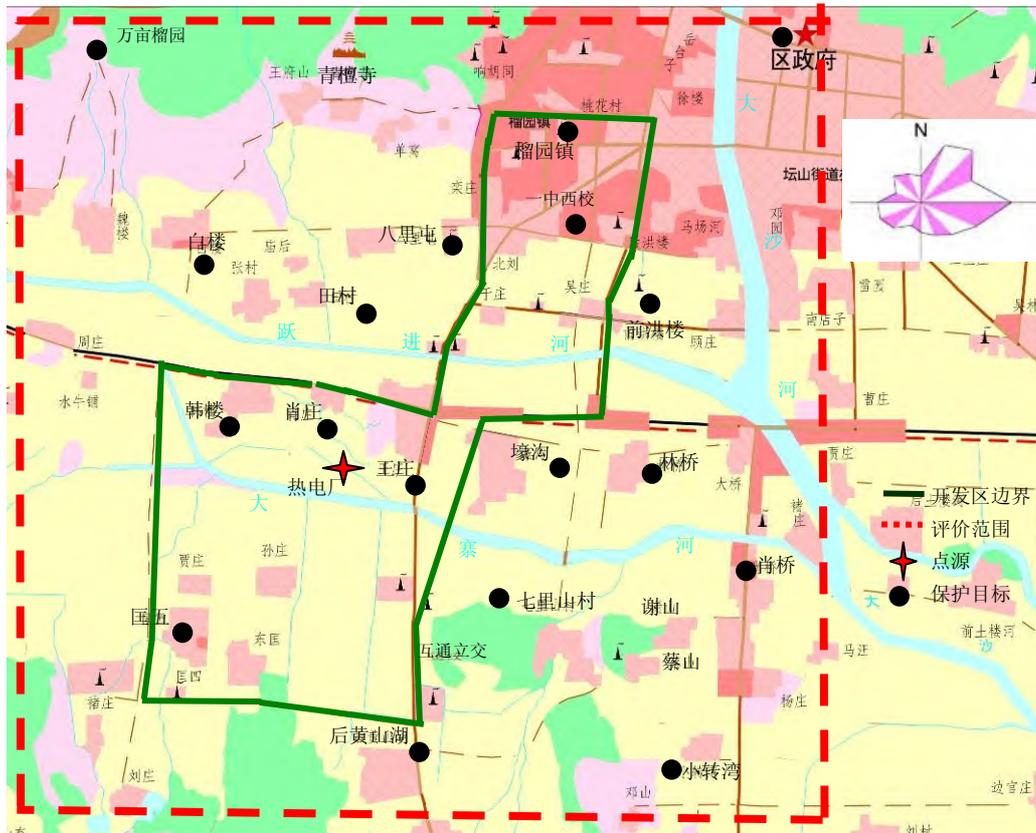


图1 关心点和点源位置图
Fig1 The location of sensitive spots and point sources

3.3 扩散计算模式

因为本次污染源是点源，根据《环境影响评价技术导则》（HJ/T2.2—93）要求，本次大气环境影响评价采用高斯模式^{[4]-[5]}，具体如下：

(1) 有风时（距地面 10m 高，平均风速 $U_{10} \geq 1.5\text{m/s}$ ）点源扩散模式：

$$C = \frac{Q}{2\pi V \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{Y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot F$$

式中：C——地面任一点 (X, Y) 的浓度，mg/m³；

Q——单位时间排放量，mg/s；

Y——该点与通过排气筒的平均风向轴线在水平面上的垂直距离，m；

σ_y ——垂直于年平均风向的水平横向扩散参数，m；

σ_z ——铅直扩散参数，m；

V ——排气筒出口处的平均风速，m/s。

$$F = \sum \left\{ \exp \left[-\frac{(2nh - He)^2}{2\sigma_z^2} \right] + \exp \left[-\frac{(2nh + He)^2}{2\sigma_z^2} \right] \right\}$$

式中： h ——混合层厚度，m；

He ——排气筒有效高度，m；

He 按下式计算： $He=H+\Delta H$

排气筒下风向小时平均取样时间的最大地面浓度 C_m 及其距排气筒的距离 X_m 按下式计算：

$$C_m(X_m) = \frac{2Q}{e \cdot \pi \cdot U \cdot He^2 \cdot P_1}$$

$$P_1 = \frac{2\gamma_1\gamma_2^{-\alpha_1/\alpha_2}}{\left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^{\frac{1}{2}\left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)} \cdot He^{\left(1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)} \cdot e^{\frac{1}{2}\left(1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)}}$$

$$X_m = \left(\frac{He}{\gamma}\right)^{1/\alpha_2} \left(1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^{-\left(1/2\alpha_2\right)}$$

(2) 小风 ($1.5\text{m/s} > U_{10} \geq 0.5\text{m/s}$) 和静风 ($U_{10} < 0.5\text{m/s}$) 的点源扩散模式

$$C_1(X, Y) = \frac{2Q}{(2\pi)^{3/2} \gamma_{02} \eta^2} \cdot G$$

式中 η 和 G 按下式计算：

$$\eta^2 = X^2 + Y^2 + \frac{\gamma_{01}^2}{\gamma_{02}^2} \cdot He^2$$

$$G = e^{-U^2/2\gamma_{01}^2} \cdot \left\{ 1 + (2\pi)^{1/2} \cdot se^{s^2/2} \cdot \varphi(s) \right\}$$

$$\varphi(s) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} \int_{-\infty}^s e^{-t^2/2} dt$$

$$S = \frac{U \cdot x}{\gamma_{01} \eta}$$

$\Phi(s)$ 可根据 s 由数学手册查得， γ_{01} 、 γ_{02} 分别是横向和铅直向扩散参数的回归系数：

$$\sigma_x = \sigma_y = \gamma_{01} T$$

$$\sigma_z = \gamma_{02} T$$

其中 T 为扩散时间 s ， γ_{01} 、 γ_{02} 的定值由《环境影响评价技术导则》(HJ/T2.2-93)附录中给出。

(3) 日平均浓度计算模式

选取典型日，日均浓度均由逐时地面浓度平均求得：

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i$$

3.4 预测结果

3.4.1 锅炉完全建成后排放SO₂ 小时平均浓度预测分析

利用上述模式及参数计算, 有风风速选取当地常年平均风速(2.2m/s)、小风(1m/s), 分别计算锅炉排放的 SO₂ 小时平均最大浓度值, 具体见表 8。

表 8 有风条件下 SO₂ 小时平均浓度最大值 (mg/m³)
Tab8 The maximum of SO₂ average concentration under windy conditions (mg/m³)

污染物	稳定度	B	C	D	E
有风	C _m	0.022	0.018	0.013	0.017
	占标准%	4.4	3.62	2.68	3.44
	最大落地距离(m)	1287	2350	3745	5185
静小风	C _m	0.026	0.024	0.02	0.008
	占标准%	5.2	4.8	4	1.6
	最大落地距离(m)	329	769	1390	3348

从预测结果看, 在不同气象条件下本项目对下风向小时地面浓度影响最大值为 0.026 mg/m³, 占 GB3905-1996 二级标准的 5.2%, 对周围环境影响较小, 因此不会降低现有环境空气功能。

3.4.2 日均浓度预测及评价

利用上述模式及参数计算, 混合层高度取588m, 计算锅炉完全建成后排放的二氧化硫、TSP日平均浓度最大增加值和对敏感点影响值, 见表9。

表 9 污染物日均浓度最大贡献值及对敏感点的贡献值 (mg/m³)
Tab9 The largest contribution value of daily average concentration and contribution value to the sensitive spots

关心点	典型日 1		典型日 2		典型日 3	
	SO ₂	TSP	SO ₂	TSP	SO ₂	TSP
C _{max}	2.81	2.62	3.81	2.92	3.81	3.45
区政府	0.12	0	0	0.1	0	0
榴园镇	0.5	0	0.1	0	0	0.1
八里屯	0.4	0.7	0.6	0	0	0.3
田村	0.3	0.3	0.2	0	0	0.1
白楼	0	0.3	0.8	0	0	0.3
韩楼	0	1.1	1.6	0	0	0.6
肖庄	0.5	0.6	0.1	0	0	0.3
王庄	0.8	0.7	0.2	0.11	0	0.2
壕沟	0.9	0	0	0.12	0	0
林桥	0.6	0	0	0	0	0
肖桥	0.4	0	0	0	0	0
小转弯	0	0	0	0	0	0
七里山村	0.3	0	0	0.12	0	0
后黄山湖	0	0.2	0	0	0	0

匡五	0	2.3	0.3	0	0.04	0.1
前洪楼	0.89	0	0	0.12	0	0
一中西校	0.78	0.1	0.1	0	0	0.1
石榴园	0	0	0.1	0	0	0.1
标准值 (mg/m ³)	0.15	0.3	0.15	0.3	0.15	0.3
最大贡献值占 标准(%)	1.87	0.87	2.54	0.97	2.54	1.15

由上表可见, 典型日条件下二氧化硫和 TSP 对周围环境的日均最大贡献值分别占评价标准的 2%和 4.7%, 对周围敏感点的影响很小, 表明本开发区建成后排放的污染物对周围环境影响较小。

4. 小结

经预测, 锅炉完全建成后, 排放的二氧化硫和TSP小时地面浓度满足评价标准的要求; 各大气保护目标处的二氧化硫和TSP日均浓度预测值与现状监测值叠加后也均满足评价标准的要求。因此, 预测结果表明峰城经济开发区和锅炉完全建成后, 不会降低区及周边地区现有的环境功能。

参考文献

- [1] 采石场大气环境影响评价问题研究—以广东东莞某采石场为例 张秋云, 曾丽璇, 卢平, 等. 华南师范大学学报(自然科学版) 2004年第3期.
Predict and assess district's atmospheric environmental impact of the quarry—A case study in Guangdong dongguan quarry. ZHANG Q Y, ZENG L X, LU P, et al. Transaction of Huanan Normal school (science and technology). 2004.3. (in Chinese)
- [2] 天津市蓟县经济开发区环境影响评价与规划 杜庆民, 张文具, 工同健, 等. 城市环境与城市生态 第13卷3期.
Layout and assess district's environmental impact of development area in Tianjin jixian. DU Q M, ZHANG W J, GONG T J, et al. The city environment and city ecology 13(3). (in Chinese)
- [3] 城市开发区大气环境影响评价研究—以扬州市经济技术开发区为例 徐瑞祥, 朱云梅, 周生路, 等. 2003年5月 长江流域资源与环境.
Assess district's environmental impact of development area—A case study in Yangzhou development area XU R X, ZHU Y M, ZHOU S L, et al. Resource and environment of Changjiang river. 2003.5. (in Chinese)
- [4] 空气质量预测实用计算方法一例 张书贵 安徽机电学院学报 第16卷第3期.
One calculating method of predicting air quality. ZHANG S G. Transaction of Anhui institute of machine and electricity. 16(3). (in Chinese)
- [5] 验证大气预测模式的实用性 宋春娟 河北工业科技 第16卷 第2期 第74页.
Validating the practicability of air predicting mode. SONG C J. Industry science of Hebei 16(2) the 74th page. (in Chinese)
- [6] GB/T13201-91, 制定地方大气污染物排放标准的技术方法[S]. 1991.
GB/T13201-91, establish the technique method of district air contamination emission criterion[S]. 1991. (in Chinese)
- [7] 环境影响评价技术导则大气环境(HJ/T2.2-93). 北京: 国家环境保护总局. 1993.
Guidance and regulation of environmental impact and assess the air environment(HJ/T2.2-93). Beijing: the chief department of environmental protection of the country. 1993. (in Chinese)

Predict and assess district's atmospheric environmental impact of heat power plant boiler: a case study in Shandong yicheng development area

An Lihua

Environmental Science and Engineering Institute of Hohai University, Nanjing (210098)

Abstract

The research of this paper is established in setting up the diffusing model of atmospheric pollutant, and assessing the impact of the atmospheric environment. The results of the research may contribute to the treatment of pollutant in the construction projects. The forecast of atmospheric environmental impact, which is an important sector of environmental impact assessment, is a relatively complex process with much weather parameter and environmental element involved in pollution gene. According to the division result of the ambient air quality function area of the Shandong Yicheng development area, this paper makes sure the parameters of atmospheric pollutant of the construction area by referring to the geographical position of Zaozhuang, meteorological property in recent 3 years and the current monitored data, makes out the atmospheric forecastable mode of the project. This article applies "Gaussian model" the technical method of the air pollutant discharging standard "GB/T 13201-91" to predict the environmental effects of heat power plant boiler construction, the result shows that boiler construction don't affect the district's atmospheric environment.

Keywords: environmental engineering; predict and assess; Gaussian model; heat power plant boiler; development area

作者简介: 安丽花, 女, 1984年生, 山东省临沂市人, 河海大学环境科学与工程学院环境工程专业在读硕士研究生。