

· 解析评价 ·

doi: 10.3969/j.issn.1674-6732.2011.01.011

# 本地源尘污染成因的模式分析

周斌斌, 陈美芳, 孙建春, 张帆

(攀枝花市环境监测站, 四川 攀枝花 617000)

**摘要:** 对河门口片区污染源进行调查, 采用经验证后表明适合攀枝花地区的山谷模式, 对河门口片区的尘污染现状成因进行分析, 研究了污染物种类、重点污染源类别、主要污染行业对片区内各控制点的影响, 发现由于受山区地形影响, 片区内各控制点污染状况受相邻污染源影响较大。

**关键词:** 河门口; 山谷模式; 尘污染

**中图分类号:** X502

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-6732(2011)-01-0038-04

## Model Analysis of Formation Factors of the Dustpollution in Local Sources

ZHOU Bin-bin, CHEN Mei-fang, SUN Jian-chun, ZHANG Fan

(Panzhihua Environmental Monitoring Station, Panzhihua, Sichuan 617000, China)

**ABSTRACT:** Having investigated the pollution sources in hemenkou area, using the Valley Model which is proved suitable for Panzhihua region, the reasons that lead to the present condition of dustpollution in Hemenkou area are analyzed, and the pollutant type, the key source of pollution species, and the influence of main pollution industry on every related point in the area are researched, finding that influenced by the mountain terrain, nearby pollution sources has played a great part in the present pollution condition of every related point in the area.

**KEY WORDS:** Hemenkou; the Valley Model; Dustpollution

### 0 引言

在大气容量核算和总量控制中, 首先应掌握区域环境污染状况并对其进行分析。污染状况分析有化学方法与物理方法两种, 化学法主要定性分析污染物的性质、种类及来源, 而物理方法则可定量研究各污染源对周边环境状况的贡献, 从而更好地揭示区域环境污染缘由。

河门口片区是攀枝花市老工业区之一, 2002年该片区PM<sub>10</sub>年日均值0.310 mg/m<sup>3</sup>, 是国家标准的2倍多, 环境空气质量严重超标(超标率为91.7%), 且污染程度位居全市首位<sup>[1]</sup>。下文运用物理方法分析该片区大气污染物中尘的污染状况。

### 1 污染源调查

#### 1.1 污染源的分类

按国家标准, 大气污染源通常可分为点源、面源、线源。其中, 排气筒或烟囱的高度大于30 m的固定源称为点源; 低于或等于30 m的固定源称为面源; 公路上的汽车污染为线源。

从分析、污染治理及控制的需要出发, 将面源划分成工业面源和非工业面源。非工业面源在本

研究中归为集合面源, 包含了居民生活排放源和餐饮排放源。

#### 1.2 污染源情况

经调查, 河门口片区总的烟粉尘排放量为18 790.3 t/a, 其中点源有27个, 面源有31个, 按500 m×500 m将片区划分成140个网块, 每个网块为一个集合面源(包含了该网格居民生活排放源和餐饮排放源), 河门口片区污染源统计见表1。

表1 河门口片区污染源统计

污染源种类	数量 / 个	烟、粉尘排放量 / (t·a <sup>-1</sup> )	所占比例 / %
点源	27	14 060.5	74.8
面源	31	4 129.1	22.0
集合面源	140	425.4	2.3
线源	—	175.3	0.9

由表1可知, 在总排放量中点源贡献最大, 占74.8%; 面源次之, 为22%; 集合面源中居民生活餐饮排放425.4 t/a, 线源排放175.3 t/a。

收稿日期: 2010-01-15; 修订日期: 2010-04-26

作者简介: 周斌斌(1975—), 男, 工程师, 本科, 从事环境监测工作。

在27个点源中,排放量前五名的依次为攀钢发电厂、新庄电厂、金沙水泥厂、河门口电厂、矸石电厂(排放量分别为4 855.7, 3 611.3, 2 054.9, 1 938.4, 691.9 t/a),其排放总量为13 152.2 t/a,占点源排放总量的93.5%,占全区烟粉尘排放总量的70%。

## 2 计算模式

攀枝花地区为典型的山区地形,对其大气环境容量研究,应采用山谷模式,近年来也有采用新的AERMOD模式进行的<sup>[2, 3]</sup>。本研究计算模式选用南京大学与攀枝花市环境保护科学研究所在美国EPA的Valley模式的基础上,作了适当修改和补充的山谷模式<sup>[4]</sup>,其包括以下3个模式。

2.1 在有风( $\bar{u} > 1$  m/s)时,用山谷有风模式

$$C_{(x, y, 0, H, L)} = \frac{0.03QK}{\sigma_z X \bar{u}} \cdot \frac{A - |Y|}{A} \sum_{N=-J}^J \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{TH + 2NL}{\sigma_z}\right)^2\right] \cdot \exp\left(\frac{-0.693X_p}{3600I\bar{u}}\right)$$

2.2 在小风( $\bar{u} \leq 1$  m/s)时,用山谷微风模式

$$C_{(x, y, 0, H, L)} = \int_{-\frac{x}{\bar{u}}}^0 \frac{2k(2\pi^{-\frac{3}{2}})Qdt}{\sigma_x(t)\sigma_y(t)\sigma_z(t)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{(\bar{u}t)^2}{\sigma_x^2(t)} + \frac{y^2}{\sigma_y^2(t)}\right]\right\} \sum_{N=-J}^J \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{TH + 2NL}{\sigma_z(t)}\right)^2\right] + \int_0^{\infty} \frac{2k(2\pi^{-\frac{3}{2}})Qdt}{\sigma_x(t)\sigma_y(t)\sigma_z(t)} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\frac{(\bar{u}t)^2}{\sigma_x^2(t)} + \frac{y^2}{\sigma_y^2(t)}\right]\right\} \sum_{N=-J}^J \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{TH + 2NL}{\sigma_z(t)}\right)^2\right]$$

2.3 逆温瓦解时,用熏烟模式

$$C_F = \frac{Q}{\sqrt{2\pi\bar{u}H_F\sigma_{yF}}} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_{yF}^2}\right) \cdot \int_{-\infty}^S t^{-1/2} dt$$

式中:Q——源强,mg/s;k——计算浓度换算成标准状态浓度的系数, $k = 1013.2T/273P$ ;X——计算点离点源或面、线源的虚源的距离,m;A——22.5°扇形区的横向弧线长度,m;Y——计算点的横风向距离,m;T——地形订正因子,当 $H_0 \leq h_t$ 时, $T = \frac{1}{2}$ ,当 $H_0 > h_t$ 时, $T = 1 - \frac{h_t}{2H_0}$ ,其中 $H_0$ 为烟云中心线离烟囱底的高度, $h_t$ 为计算点离烟囱底的高度; $X_p$ ——计算点离点源或面源中心点的距离,m; $\sigma_{yF}$ ——熏烟发生时的横向扩散参数,此处采用实测数值。

其余符号与其他模式一致。

## 3 模式的验证

### 3.1 模式验证方法

在片区内主要的环境控制点处(矿务局监测站、攀煤技校、格里坪镇、攀煤供应处、河门口、清香坪)设置了6个模式计算点。

用连续7d的气象资料和60个污染源(140个网格小集合面源合并为一个大的集合面源,各线源合并为一个大的线源)的实际源强代入模式,分别计算出各污染源对6个点的浓度贡献,再将不同源对同一计算点的浓度贡献叠加得到该点的计算浓度。用这些计算浓度与实测浓度(同时间)进行比较,以此对模式进行验证。

### 3.2 模式验证结果

从表2中可以看出计算值与实测值有非常显著的相关,各点TSP的相关系数均大于0.95,远高于非常显著相关 $\gamma^{0.01}$ 的阈值。各点实测值与计算值之比在0.76~1.15之间。据此,可以证明选用的模式及模式所用的气象条件、源强是正确的,模拟结果是可靠的。

表2 河门口片区模式的验证

项 目	矿务局监测站	攀煤技校	格里坪镇	攀煤供应处	河门口	清香坪	平均
$\rho$ (实测值)/(mg·m <sup>-3</sup> )	0.702	0.340	0.554	0.556	0.719	0.777	0.608
$\rho$ (计算值)/(mg·m <sup>-3</sup> )	0.700	0.360	0.559	0.557	0.778	0.816	0.628
实测/计算	1.00	0.94	0.99	1.00	0.92	0.95	0.97
相关性	$\gamma = 0.991 > 0.917 = \gamma_{0.01}^4$ 非常显著相关 $a = 0.022$ $b = 0.934$						

### 4 片区尘污染分析

根据验证过的模式和源强计算、分析片区内各控制点的尘污染状况成因。

#### 4.1 受各类污染物的影响

由表3可知,各控制点的主要污染物种类均

不同:矿务局监测站主要受面源与点源影响,攀煤技校主要受点源与面源影响,格里坪镇主要受集合面源与面源影响,攀煤供应处、河门口主要受面源影响,清香坪主要受集合面源与线源影响。

表3 各种污染源对控制点的质量浓度贡献

	矿务局监测站	攀煤技校	格里坪镇	攀煤供应处	河门口	清香坪
浓度贡献(点源)/%	30.39	48.24	3.71	20.85	19.64	3.94
浓度贡献(面源)/%	47.73	32.20	35.76	70.84	52.74	4.27
浓度贡献(集合面源)/%	15.48	13.97	42.73	5.88	19.55	64.64
浓度贡献(线源)/%	6.41	5.59	17.80	2.43	8.07	27.15

#### 4.2 受重点污染源的影响

由表4可知,点源中贡献较大的五大污染源对

控制点的贡献占点源贡献值的绝对多数。

表4 部分点源对控制点的质量浓度贡献

污染源	矿务局监测站	攀煤技校	格里坪镇	攀煤供应处	河门口	清香坪
$\rho$ (攀钢发电厂)/( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	21.66	8.23	2.51	1.10	6.95	0.56
$\rho$ (新庄电厂)/( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	1.10	2.45	1.47	0.86	1.29	0.02
$\rho$ (金沙水泥厂)/( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	50.68	43.20	181.00	105.51	1.16	1.37
$\rho$ (河门口电厂)/( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	4.24	96.43	0.64	18.24	0.99	0.94
$\rho$ (矸石电厂)/( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	1.39	2.90	0.06	0.02	0.14	0.00
占点源比例/占总源比例	72.6/22.1	86.3/41.7	92.0/3.4	85.7/17.9	54.0/10.6	9.3/0.4

#### 4.3 受主要污染行业的贡献

河门口片区集中了4家发电厂、4家水泥厂、6家炼焦厂,以上行业对各控制点的影响见表5。由表5可知,这几类源和集合面源的贡献已占各控制点TSP浓度的绝大部分:矿务局监测站主要受水

泥行业和集合面源影响;攀煤技校主要受水泥行业和电力行业影响;格里坪镇主要受集合面源和焦化行业影响;攀煤供应处主要受焦化行业和水泥行业影响;河门口主要受水泥行业和集合面源影响;清香坪主要受集合面源和线源影响。

表5 各行业对控制点的质量浓度贡献

	矿务局监测站	攀煤技校	格里坪镇	攀煤供应处	河门口	清香坪
质量浓度贡献(电力行业)/%	0.70	29.90	1.78	5.44	2.71	0.19
质量浓度贡献(水泥行业)/%	66.73	30.77	1.84	20.42	43.12	1.39
质量浓度贡献(焦化厂)/%	3.88	3.59	34.19	59.92	1.66	0.18
质量浓度贡献(集合面源)/%	15.48	13.97	42.73	5.88	19.55	64.64
质量浓度贡献(线源)/%	6.41	5.59	17.80	2.43	8.07	27.15
质量浓度贡献(其他)/%	6.80	16.18	1.66	5.91	24.90	6.44

#### 4.4 污染现状成因讨论

由以上分析可知,各环境控制点受不同的污染源类型与污染行业影响,与各污染源类型(点源、面源、集合面源、线源)排放总量大小无直接比例关

系,点源中五大排放源贡献值占点源贡献的绝对多数,电力、水泥、焦化三大行业(点源与面源)对各控制点贡献较大,各控制点主要受附近污染源的

(下转第47页)

- rado, USA: National Renewable Energy Laboratory, 1998.
- [11] DEVI L, PTASINSKI K J, JANSSEN F J G. A review of the primary measures for tar elimination in biomass gasification processes[J]. *Biomass and Bioenergy*, 2003, 24(2): 125-140.
- [12] PONZIO A, KALISZ S, BLASIAK W. Effect of operating conditions on tar and gas composition in high temperature air/steam gasification (HTAG) of plastic containing waste[J]. *Fuel Processing Technology*, 2006, 87(3): 223-233.
- [13] BUNT J R, WAANDERS F B. Identification of the reaction zones occurring in a commercial-scale Sasol-Lurgi FBDB gasifier[J]. *Fuel*, 2008, 87(10-11): 1814-1823.
- [14] WANG Y, YOSHIKAWA K, NAMIOKA T, et al. Performance optimization of two-staged gasification system for woody biomass[J]. *Fuel Processing Technology*, 2007, 88(3): 243-250.
- [15] MURAKAMI T, XU G, SUDA T, et al. Some process fundamentals of biomass gasification in dual fluidized bed[J]. *Fuel*, 2007, 86(1-2): 244-255.
- [16] HENRIKSEN U, AHRENFELDT J, JENSEN T K, et al. The design, construction and operation of a 75 kW two-stage gasifier[J]. *Energy*, 2006, 31(10-11): 1542-1553.
- [17] CAO Y, WANG Y, RILEY J T, et al. A novel biomass air gasification process for producing tar-free higher heating value fuel gas[J]. *Fuel Processing Technology*, 2006, 87(4): 343-353.
- [18] FILIPPIS D P, BORGIANNI C, PAOLUCCI M, et al. Gasification process of Cuban bagasse in a two-stage reactor[J]. *Biomass and Bioenergy*, 2004, 27(3): 247-252.
- [19] ASADULLAH M, MIYAZAWA T, ITO S I, et al. Gasification of different biomasses in a dual-bed gasifier system combined with novel catalysts with high energy efficiency[J]. *Applied Catalysis A: General*, 2004, 267(1-2): 95-102.
- [20] BRANDT P, LARSEN E, HENRIKSEN U. High tar reduction in a two-stage gasifier[J]. *Energy Fuels*, 2000, 14(4): 816-819.
- [21] BUI T, LOOF R, BHATTACHARYA S C. Multistage reactor for thermal gasification of wood[J]. *Energy*, 1994, 19(4): 397-404.
- [22] 骆仲泮, 张晓东, 周劲松, 等. 生物质热解焦油的热裂解与催化裂解[J]. *高校化学工程学报*, 2004, 18(2): 162-167.
- [23] HOEVEN T A. Partial product gas combustion for tar reduction[D]. The Netherlands: Technical University of Eindhoven, 2007.
- [24] 吕俊复, 陈科宇. 循环灰条件下 1-甲基萘催化裂解的实验研究[J]. *煤炭转化*, 2002, 25(2): 74-78.
- [25] ABU E Z, BRAMER E A, BREM G. Experimental comparison of biomass chars with other catalysts for tar reduction[J]. *Fuel*, 2008, 87(10-11): 2243-2252.
- [26] ASADULLAH M, MIYAZAWA T, ITO S I, et al. Catalyst development for the gasification of biomass in the dual-bed gasifier[J]. *Applied Catalysis A: General*, 2003, 255(2): 169-180.

(上接第 40 页)

影响较大,但整个点源的贡献要低于面源。产生这种现象的原因主要是受山区地形影响,片区内的各城区主要修建在河谷较平坦的地方,宽度较窄,各区互不相连,城区两边的山脊使污染物的横向扩散受限,从而削弱了点源对片区的整体影响,加大了低矮面源与集合面源对周边区域的影响系数。

## 5 结语

综合以上研究结果,可以得出如下结论:

(1) 作了适当的修改和补充的美国 EPA 的 Valley 模式,符合攀枝花地区(典型的山区地形)的大气环境容量研究,其计算值与实测值有非常显著的相关性。

(2) 河门口片区 6 个主要环境控制点 TSP 超

标,但其大气中尘污染的形成原因与主要影响因素各不相同;各控制点的主要污染物种类均不同,分别受面源、点源、集合面源影响;点源中贡献较大的五大污染源对各控制点的贡献较大;电力、水泥、焦化行业对各点影响不一。

(3) 在片区进行环境空气质量达标建设时,各环境控制点应采取不同的有针对性的污染治理措施,分别对不同污染物种类及污染行业采取不同的行动(如攀煤技校处对电力、水泥行业和集合面源进行治理),将取得事半功倍的效果。

## [参考文献]

- [1] 攀枝花市环保局. 攀枝花市建成区大气环境容量的研究[R]. 2005:20-23.
- [2] 潘云仙,李宗恺,蒋维楣,等. 一个复杂地形扩散模式及其应用

[J]. 气象科学, 1986(2).

[4] 侯永斌. 攀枝花市大气环境容量及总量控制研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2006.

[3] 马戎. 山谷城市大气环境容量及总量控制研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2008.