

50.75

内部资料

宝钢评价区大气中 SO_2 污染源调查报告

(宝钢环境影响预断评价附件之三)

上海市环境保护科学研究所

一九八一年三月

宝山钢铁厂环境影响预断评价

评价区大气中 SO_2 污染源调查报告

本工作根据国务院环办和冶金部环办 79 年批转“宝山钢铁总厂环境影响预断评价预备会议纪要”我室承担其中的“宝钢评价区大气中 SO_2 污染源调查”工作。一年来,我们组织了力量,对评价区内化石燃料的煤、油、焦炭及含硫的矿石原料耗用情况进行了大量调查核实,在繁琐的统计计算的基础上,绘制了评价区 1979 年各季度及全年每平方公里面积的 SO_2 排放量的网格分布图,为大气中 SO_2 污染扩散数学模式的计算提供了数据。

现将本工作分为:一、评价区概况和工作程序、二、污染源的调查核实、三、数据整理和统计、四、网格内 SO_2 排放量计算和污染源分布图绘制等几方面工作分述如下:

一、评价区概况和工作程序

1. 评价区概况:

宝山钢铁总厂位于上海市宝山县境内长江口岸。该区范围包括上海市市区和宝山县(除长兴、横沙两岛外)。市区南端距宝钢三十多公里,西临宝山县和嘉定县交界处,离厂址约十五公里左右,整个评价区总面积为 494 平方公里,见图(1)。

上海是我国最大工业城市之一,市区工业企业星罗棋布,人口稠密。城市布局混乱,工厂与居民住宅犬牙交错。在市区 141 平方公里范围内有市属工厂 2245 家,另有街道里弄小厂 1600 多家,据 79 年统计市区人口为 573 万,居民 153 万户。有煤炉 93 万只左右。宝山县境内有大小工厂 347 家(包括社队工厂 156 家),上钢一厂、上钢五厂、吴淞化肥厂、上海硫酸厂、铁合金厂和海光冶炼厂等大厂主要集中在吴淞工业区,社队小厂都分散在各公社。

评价区排放 SO_2 的 60 米以上烟囱有 6 根,集中在四家电厂。以含硫矿石为主要原料的工厂仅上海硫酸厂一家。

评价区 79 年的化石燃料耗用量:煤为 508.22 万吨/年、油为 251.83 万吨/年、焦炭为 109.37 万吨/年。市区和宝山县各种化石燃料中 SO_2 排放情况列于表(1)

表(1) 1979年评价区各燃料中SO₂排放情况*

	煤排放SO ₂ 量 (万吨/年)		油排放SO ₂ 量 (万吨/年)		焦炭排放SO ₂ 量 (万吨/年)		燃料中SO ₂ 排放量
	市 区	宝山县	市 区	宝山县	市 区	宝山县	总 量
市 场**	0.73	0.18					0.91
居 民	1.16	0.11					1.27
工 大 厂***	2.36	0.49	0.23	0.27	0.05	0.17	3.57
厂 中 小 厂	2.34	0.14	0.44	0.03			2.95
生 产 钢 铁 厂	0.35	0.59	0.47	0.30	0.07	0.89	2.97
发 电 厂	0.79	1.22	1.34	1.44			4.79
总 计	7.73	2.73	2.48	2.04	0.42	1.07	16.46

* 表内统计数字不包括上海铁路局、海运局与部队使用燃料中SO₂的排放量,因为
(1)上海机务段火车车头绝大部分为内燃机头,进站熄火,少量蒸汽机车头79年耗煤量为1.92万吨,且均作为郊县境内短途运输;(2)黄浦江江面航行船只79年总燃料耗用量在4万吨以下;(3)79年全市6190多平方公里范围内部队总耗煤量2.48万吨。因这三方面SO₂排放量较小,且难以调查,故未作统计。

** 市场包括街道里弄小厂,各类服务性行业,机关团体等企事业单位伙食团用煤SO₂排放量,

*** SO₂年排放量在100吨以上工厂划为大厂,10—100吨划为中型厂,10吨以下划为小厂。

评价区内SO₂总排放量为16.46万吨/年。其中电厂的排放量占29.1%,钢铁厂占18.0%,市场和居民占13.2%,其他各类型厂占39.6%。

2. 工作程序

要摸清评价区内大气中SO₂污染源的情况,首先要掌握评价区燃料的结构,耗用量及分布情况。为此我们进行了大量的调查核实,然后在此基础上做了详细统计和计算。全过程分为三个阶段进行:第一阶段,污染源的调查和核实,第二阶段,数据的整理和统计,第三阶段,对每一平方公里网格内SO₂排放量的计算和污染源分布绘制,工作程序如图(2)所示。

二、污染源的调查和核实

污染源调查是根据上海市燃料供应渠道和污染源排放特征分为工厂生产、市场和居民生活、发电厂、其它等四个方面进行。

1. 工厂生产耗用燃料情况调查与核实

工厂生产使用的煤、燃料油是上海市燃料供应公司（简称市燃公司）按各工业局分配，由各市属工厂直接向市燃料公司购买。市燃料公司备有各厂购货卡，各厂每次购货的具体数量均在购货卡上详细记录。我们通过市燃料公司按各厂每次实际购货量统计了全市各工厂每季度及全年煤、油实际供应量。并建立一厂一卡制，详细摘录厂名及其所属工业局。具体调查各厂厂址，以便整理核对。焦炭耗用主要集中于几家钢铁厂。整个评价区耗焦炭量为 110 多万吨。上海市工业生产用焦是由上海焦化厂和吴淞煤气厂生产，并直接供用户使用。我们通过对这两个厂的调查，掌握了全市各工厂焦炭耗用情况。

对工厂生产用燃料核实工作分二方面进行：一方面我们通过各区环办对燃料耗用量较大工厂发“三废情况调查表”，要求各厂详细填写79年每季度及全年煤、油实际耗用情况。结果从各厂实际耗用数与市燃料公司实际供应量基本吻合，误差小于 5 %。另一方面，我们深入到一些大厂进行重点核实。例如，钢铁厂、煤气厂、化肥厂等燃料耗量大的单位。在调查杨浦煤气厂；吴淞化肥厂时，发现这些厂大部份燃料作为生产煤气和化肥的原料，见表（2）在制气和生产化肥过程中均使用脱硫装置，脱硫前煤气中含硫量在 2~3 克/米³，脱硫后低于 0.01 克/米³ 供用户使用。所以用硫原料部分的煤、油就不统计在内。

表（2）评价区煤气厂和化肥厂煤、油耗用情况

	原料煤耗用量 万吨/年	原料油耗用量 万吨/年	原料煤耗用量 万/吨年	燃料油耗用量 万吨/年
杨浦煤气厂	24.80	7.41	2.60	0.90
吴淞煤气厂	17.13	14.93	—	4.10
吴淞化肥厂	5.53	—	2.52	—

从其它各厂调查得到情况基本与市燃料公司供应量一致。

2. 市场和居民生活用煤情况调查和核实

市场和居民生活用煤是由石油煤炭公司分配，各区石油煤炭公司和县五金煤炭公司通过所属中心店与门市部直接向用户供应。我们按各门市部销售情况表，逐日或逐月平均销售量分别统计各街道 79 年每季度及全年市场和居民生活用煤量（个别区用 78 年第四季度代替 79 年第四季度）。居民用煤球（饼）按 85 % 折成煤计算。再将各街道市场、居民用煤统计数整理成各区市场、居民的实际销售量，与市石油煤炭公司分配计划进行核对。误差在 5 % 以下。

3. 发电厂燃料耗用情况的调查

电厂的燃料消耗量较大,占整个评价区 SO_2 排放量的 29.1%, 故在污染源的调查中作为重点考虑。根据要求,对 60 米以上及 60 以下的烟囱分别进行统计并计算各烟囱的 SO_2 排放量及烟气量,对 60 米以下的烟囱,以厂为单位,计算其 SO_2 排放总量。

4. 其它污染源

以硫化物作为生产原料的工厂,在生产过程中产生的 SO_2 也排入大气。在评价区内只有上海硫酸厂以硫铁矿作为生产原料。该矿平均含硫量在 30~35%。矿石中主要杂质为 AS、F、Cu 等。

三、数据的整理和统计

1. 工厂生产耗用燃料量的整理

我们把已建立的一厂一卡,在各工业局、邮电部门等单位协助下按厂址归分区、县,又在各区环办协助下归分在各个街道或公社内。对市区的工厂如 SO_2 年排放量在 100 吨以上大厂(SO_2 年排放量 100 吨相当于年燃煤量 5000 吨)作为重点厂。根据厂址所在地点在 1:1.5 万市区街道网格分布图上直接定位。由于宝山县和市区情况不同。宝山主要以农业为主,大部分是农田,规模较大的工厂主要集中于吴淞、淞南地区,其它地方几乎全是中小型工厂和社队小厂。故按市区情况只将大厂直接定位。中小厂如按公社平均,这对宝山县显然是不合理的。因此在考虑宝山县重点厂划分时,将年 SO_2 排放量 10 吨以上大、中厂作为重点厂。根据厂址 0:2.5 万宝山县公社网格分布图上直接定位。市区中、小型工厂以街道为单位进行统计。宝山县 SO_2 年排放量 10 吨以下小厂按公社为单位进行统计。

2. 市场和居民生活耗煤量统计

我们将调查核实后的居民与市场用煤,按街道或公社分别整理成每季度及全年耗用量。

3. 发电厂耗煤、耗油量的统计

我们对评价区内的三个发电厂闸北、杨浦、南市电厂分别调查。不但调查燃料的品种及消耗情况。而且调查烟囱高度、烟道温度、烟气排放量。然后再计算 SO_2 的排放量。详细计算见附录:“评价区发电厂 SO_2 污染源的调查及计算”。然后将计算结果根据电厂的地理位置直接在地图上定位。

4. 其它

上海硫酸厂每年生产 14 万吨硫酸,耗硫铁矿约 16 万吨。按设计能力一吨矿石能产 970 公斤 100% 的发烟硫酸。在生产过程中未转化的 SO_2 用氨水吸收生产 NH_4HSO_4 、 SO_2 回收率 80%,最后 SO_2 的尾气从 50 米和 45 米的两根烟囱中排放, SO_2 的年排放量为 2245 吨。

四、网格内 SO_2 排放量计算和污染源分布图的绘制

1. 网格内 SO_2 排放量计算

(1) 评价区网格分布图是根据 79 年版上海市全图(1:7.5 万)以上海电视台为中心。画出 1 公里×1 公里座标网格,网格编号是用直角座标 X—Y 表示(评价区各网格位置示意如图 1 所示)。网格内各街道或公社所占面积是用德国 Kcaho—60 型求积仪测得(市区是在 1:1.5 万街道分布图上测量,宝山县是在 1:7.5 万公社分布图上测量)。

(2) 燃料中平均含硫量计算

燃料煤中平均含硫量计算是根据上海市 78 年各地运沪的煤种和数量及各煤种含硫量 (表 3) 按下式 (1) 计算求得上海市燃料煤平均含硫量为 1.28%。

$$\bar{S}_c = \frac{\sum (q_i \times S_i)}{\sum q_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中 $\bar{S}_c$ 为燃料煤的平均含硫量, q_i 为某种数量, S_i 某煤种的含硫量。

• 电厂燃料中平均含硫量计算见附录

表(3) 上海市使用的各种煤种含硫量及灰量

产 地	含硫量%	含灰量%	产 地	含硫量%	燃灰量%
开 滦	1.34	21.06	本 溪	3.48	28.41
峰 峰	0.55	18.88	阜 新	0.94	19.43
阳 泉	0.43	14.64	焦 作	2.32	18.50
大 同	1.09	11.04	晋 东 南	1.09	
抚 顺	0.48	16.64	萍 乡	0.51	25.35
淮 南	1.77	20.32	邯 郸	0.55	

2. 燃料油中平均含硫量是由市燃料公司提供的。上海市 79 年燃料中原油占 45%、重油占 55%，原油平均含硫量为 1.5%，重油平均含硫量为 0.30%。求得上海市燃料油的平均含硫量为 0.84%。

3. 焦炭平均含量是根据上海焦化厂和吴淞煤气厂对焦炭含硫量分析结果平均值 0.75% 计算。

在计算 SO_2 排放量时, 我们考虑了燃料的燃烧率。煤、油燃烧时 SO_2 排放率是参照北京市燃料煤污染评价协作组采用的数据, 即燃煤 SO_2 排放率为 80% (对居民生活用煤的排放率采用 80% 可能偏高), 燃油 SO_2 排放率为 95%, 而焦炭中 SO_2 排放率取 90%。

(3) 网格内 SO_2 排放量的计算

对市区网格内 SO_2 排放量的计算是按 (2) 式, 用 FORTRAN 语言, 在日本 ACOS-4 型电子计算机上运算求得的。其计算公式如下:

$$S_{(x,y)} = \left[\bar{A} \bar{S}_c \eta_c (Q_{ci}^a + Q_{ci}^b + Q_{ci}^c + Q_{ci}^d) + \bar{A} \bar{S}_o \eta_o (Q_{oi}^b + Q_{oi}^c) \right] \frac{\sigma_i(x,y)}{\sum_M \sum_N \sigma_i(M,N)} + \bar{A} \bar{S}_c \eta_c Q_c^c(x,y) + \bar{A} \bar{S}_o \eta_o Q_o^a(x,y) + \bar{A} \bar{S}_K Q_K^a \eta_K(x,y) \quad (2)$$

(2) 宝山县网格内 SO_2 排放量是按 (3) 式用 FX-39 型计算器计算而得。

$$S(x,y) = \sum \left(A \bar{S}_c \eta_c (Q_{c_j}^m + Q_{c_j}^d + Q_{c_j}^c) \frac{\sigma_{i(j)}(x,y)}{\sum_M \sum_N \sigma_{i(j)}(M,N)} + A \bar{S}_c \eta_c (Q_c^a + Q_c^b)(x,y) \right. \\ \left. + A \bar{S}_o \eta_o (Q_o^a + Q_o^b)(x,y) + A \bar{S}_k \eta_k (Q_k^a + Q_k^b)(x,y) \right) \quad (3)$$

(2)(3)式中

$S(X, Y)$: 网格 (X, Y) 内污染源的 SO_2 排放量

A : 燃料中含硫量换算成 SO_2 量的系数, 即 $A = SO_2$

分子量除 S 的原子量

S : 燃料中平均含硫量

η : 燃料中 SO_2 排放率

Q : 燃料耗用量

$\sigma_{i(j)}(x, y)$ 某街道或公社处于 (X, Y) 网格内的面积

$\sum_M \sum_N \sigma_{i(j)}(M, N)$ 某街道或公社在不同网格内的面积之和, 即某街道或公社的面积。

各符号右下角标记 c, o, k, i, j 分别表示煤、油、焦炭某街道和某公社。各符号右上角标记 m, d, a, b, c 分别表示市场、居民、大厂、中厂和小厂。

在上述计算中, 对市区大厂或宝山县大、中厂的耗煤、耗油及工业耗焦炭是按污染源位置直接求得对 $S(X, Y)$ 网格的贡献。而对市场、居民生活、市区中小厂或宝山县小厂耗煤、耗油量是按街道或公社平均值计算对 $S(X, Y)$ 网格的贡献。我们认为假设中市场、居民生活市区中小工厂和宝山县小厂耗煤、耗油量在街道或公社范围内均匀分布基本上是符合上海的实际情况, 因此计算结果是可靠的。

2. 评价区 SO_2 污染源分布图绘制

按式(2)、(3)、计算得出整个评价区每一网格各季度及全年 SO_2 排放量, 分别填在 $1:7.5$ 万格图中, 并分别绘出了工厂生产、市场和居民生活全年各网格 SO_2 排放量分布见图(3—10)。

本工作在调查过程中, 得到市燃料供应公司、市、区石油煤炭公司及各部门、各区环办、各工业局、上海焦化厂、技术物理所, 外贸局电脑室, 上海测绘处等有关单位积极支持和大力协助, 谨此致谢。

附 录

评价区内发电厂 SO_2 污染源的调查及计算

一、统计和计算方法

1. 锅炉的燃料消耗量

由于计量上的困难,各厂对耗油量均未对每只锅炉分别计量。对耗煤量,杨树浦发电厂乃对每只锅炉分别计量(煤种也分别标明)而闸北电厂则未分别计量。

对燃料耗量未作分别计量的锅炉,即根据锅炉效率和实际蒸发量等数据推算。所得结果与华东电管局燃料处提供的各厂总的耗煤量、耗油量相符合。然而锅炉的耗量仍有一定的误差。

2. 二氧化硫排放量

根据电力建设总局(80)火系字第51文《大气污染计算法暂行规定(征求意见稿)》二氧化硫排放量的计算公式(我们仅作单位变更):

$$M_{\text{SO}_2} = A S \% \eta Q (1 - \alpha \%)$$

式中:

M_{SO_2} : 二氧化硫排放量(单位:吨/单位时间)

Q : 燃料消耗量(单位:吨/单位时间)

η : 燃料燃烧时的燃烧率、煤取90%、油取98%;

α : 脱硫效率,一般干式除尘器为0,一般湿式除尘器取10、文丘里湿式除尘器取15。

S : 燃料的含硫量,油的变化不大,因此取闸北电厂的分析数据为1.00 对煤是根据煤种而定。

A : 为 SO_2 和 S 的分子量之比。

3. 排烟温度

从电厂值班记录查得排烟温度是在锅炉中经空气预热器后(进入除尘器之外)测得的,故应进一步考虑除尘器之降温及烟道之降温,也即我们所需的烟囱出口处的排烟温度。我们对于干式除尘器之降温取 20°C , 文丘里湿式除尘器之出口烟温取 65°C , 水膜式湿式除尘器之出口烟温取 90°C 。由于烟囱无保温装置,因而下降温度的影响小于 5°C 。故忽略之。

由于空气预热器出口处测得的排烟温度波动较大,为便于计算,我们对蒸发量大于210吨/时的锅炉取 130°C , 对蒸发量小于210吨/时的锅炉取 150°C 。闸北电厂的一只60米高烟囱因涉及几只锅炉,我们取 120°C 为烟囱出口排烟温度。

4. 排烟量

查阅华东电力设计院编《热机设计手册》根据燃料中含 C、H、O、N、S、水份的成份及过剩空气系数 α ，可求得单位量燃料烟气体积 V_n （标准米³/公斤）。由于需要计算各季度的烟气量，对燃料品种变动的情况用手册中公式计算很不方便，特别是 α 大小每只锅炉不尽相同。为方便计算，根据华东电力设计院机务组的意见，煤取 $V_n = 8.5$ 标准米³/公斤，油取 10 标准米³/公斤。

然后根据燃料消耗量，以及对排烟温度的修正，可以从下式求得排烟量 V 。

$$V = B_p \cdot V_n \cdot \frac{t + 273}{273} \quad (\text{米}^3/\text{单位时间})$$

其中 B_p 为单位时间的耗燃料量， t 为烟囱出口处的排烟温度。但忽略了对大气压的修正项及燃料机械不完全燃烧的损失。

二、计算结果

计算结果见表。

厂名	烟囱高度 (M)	除 尘 器	各 季 度 和 全 年 的 SO ₂ 排 放 量 (吨)				
			一季度	二季度	三季度	四季度	全 年
闸北发电厂	60	水膜式	1674	2040	2390	2148	8252
	60	文丘里	1686	1588	1836	1372	6482
	60	无	1163	1064	1238	1034	4504
	60	无	1123	1138	1206	746	4218
	38(4根)	无	722	671	661	651	2705
杨树浦发电厂	105	干 式	3135	3082	2844	2192	11252
	40(4根)	无	2049	959	1186	1385	5579
	45(4根)	无					
南市发电厂	60	无	540	532	286	565	1923
	45(2根)	无	658	625	720	592	2595
	45(3根)	无					
吴发电 淤所			139	128	130	115	512









