

文章编号:1004-4736(2008)01-0026-04

区域环境影响评价中大气环境容量的计算方法

蔡治平¹, 阎茹²

(1. 中船第九设计研究院, 上海 200063; 2. 上海市环境保护局, 上海 200003)

摘要:以上海市某出口加工区 SO_2 环境容量为例, 说明大气环境容量计算方法的科学性和实用性. 要科学、合理地确定某一区域的大气环境容量, 宜综合采用 A-P 值法、平权法和源强优化法, 其中 A-P 值法是一种逐源控制法, 平权法是一种按地面污染浓度贡献的大小进行削减的方法, 源强优化法是在满足环境质量控制目标的前提下保证削减总量最小的分配方法. 为了保证计算环境容量的可操作性, 还可引进反演规划法, 该方法基本模型采用窄烟流稀释矩阵模型.

关键词:大气环境容量; A 值法控制; 平权分配; 源强优化; 反演规划

中图分类号: X 821

文献标识码: A

0 引言

环境容量是指人类和自然环境不致受害的情况下, 所能容纳污染物的最大负荷; 大气环境容量是指在给定的区域内, 达到环境空气保护目标而允许排放的大气污染物总量^[1]. 特定大气环境的容量与该环境的社会功能、环境背景、污染源的布局、污染物的物理化学性质以及大气环境自净能力等因素有关.

大气环境容量是一种资源, 也是确定大气污染物排放总量的依据, 如何合理利用这种资源, 对于区域的可持续发展至关重要. 因此在确定阶段性大气污染物排放总量控制指标时要充分考虑其环境容量的合理利用.

1 技术方法

文献[1]对大气环境容量的估算推荐了3种方法: 模拟法、线形规划法和 A-P 值法, 并分别阐述了3种方法各自的特点和适用范围. 笔者根据实际工作经验和研究结果认为, 要科学、合理地确定某一区域的大气环境容量, 不能单独采用上述其中的一种方法, 应该综合使用上述3种方法, 为了保证计算容量的可操作性, 还可引进反演法. 具体计算过程和方法见图1.

1.1 A 值法控制系统

根据开发区的控制面积、各功能区的面积、污染物的控制目标和背景浓度、该区域的气象资料等, 利用 A 值法粗略计算各功能分区污染物的基

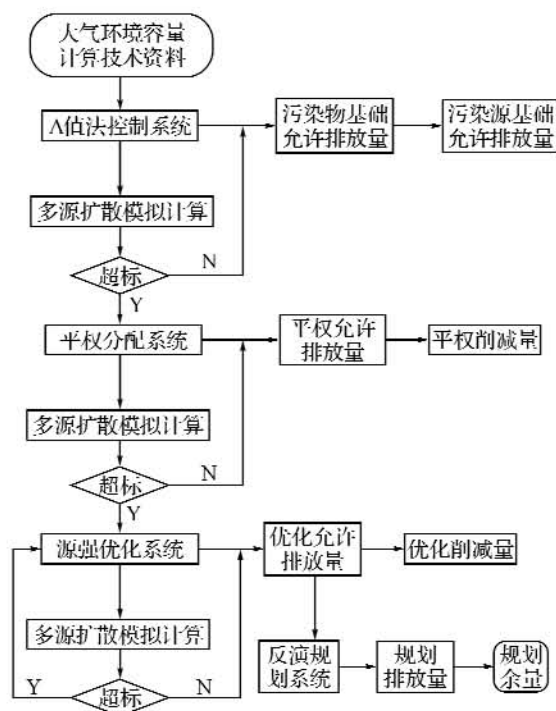


图1 大气环境容量的计算方法和过程

Fig. 1 Calculation method & process of AEC

础允许排放量. 在不同地区, 可根据当地的 A 值, 当地总量控制区的环境空气质量目标以及控制区面积来确定总量控制区的基础允许排放量^[2].

A 值法只计算了总量控制区和各功能区基础允许排放量, 但无法确定每个源的允许排放量, 在实际工作中为了便于实施控制, 还需将各功能区的污染物排放总量分配到各源, 采用的分配方法为 A-P 值逐源控制法. 对于新兴工业区或其他开发区, 由于源强和源址均未知, 为了计算方便, 将

收稿日期: 2006-10-12

作者简介: 蔡治平(1972-), 男, 湖南华容县人, 硕士研究生, 高级工程师. 研究方向: 环境影响评价、环境规划和废水治理方面的研究和设计.

该区域根据规划情况分成若干功能区,然后根据功能区面积、功能特点、执行的环境质量标准和现有污染水平等因素,将基础允许排放总量分配至各功能区。

1.2 平权分配系统

由于 Δ 值法理论的局限性,单纯以 Δ 值法或A-P值法确定的大气环境容量如按多源扩散进行环境效益分析,在一些控制点上的叠加浓度可能超标,因此还必须根据各污染源在控制点的浓度分担率进行平权分配和平权削减。

在总量控制过程中,各污染源最大允许排放量公平合理的分配、削减量公平合理的分担,应该以各污染源对地面大气环境总量浓度的贡献大小为依据,贡献大的应该多削减,贡献小的应该少削减,实际应用中常采用平方比例削减^[8]。

1.3 优化削减系统

大气污染总量控制的关键之一就是各污染源和各功能区允许排污量的合理分配,如果仅仅进行基础平权削减上的平方比例削减,这样很容易造成区域环境容量的浪费,为了保证区域环境质量达标和充分利用环境容量,在基础平权削减的基础上再进行优化削减。

为保证可操作性,优化削减常采用源强优化模式,该模式是指各污染源在各控制点满足环境质量目标的约束条件下,其削减量总和最小的优化分配方式^[3]。

1.4 反演规划系统

对于一些污染源还不确定的新兴城市和经济

开发区而言,采用前述三种系统进行机计算还不完善,因为其中还涉及到污染源的选址、排放高度和选择源强等更具体的问题,即如何制定总量控制的发展规划;另外无论是前述的平权分配还是优化分配,均没有充分利用当地的环境容量,因为根据其计算过程和计算结果可发现,在进行环境效益分析时污染物只有一个最高浓度值,而且分布在区域相对中心的地方,而其边缘污染物浓度值则远低于规划目标值。

制定总量控制发展规划一般采用反演法,而选用的反演基本模型为窄烟流稀释矩阵模型,即ATDL (Atmosphere Turbulence Diffusion Laboratory)模式,该反演模型在已知污染物排放总量的条件下,通过模型反演,将总量分配到各个源上;另外在无源条件下,给定目标浓度后,通过反演模型,规划出源的位置、源强和高度,对于同一高度的排放源源强 Q_{jk} 与浓度 C_{ik} 可用以下矩阵表示^[4]:

$$\begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_{n-1} \\ C_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & \dots & \dots & T_{1n} \\ & T_{11} & T_{12} & \dots & T_{1n-1} \\ & & \dots & \dots & \dots \\ & & & T_{11} & T_{12} \\ & & & & T_{11} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_{n-1} \\ Q_n \end{bmatrix}$$

$$\text{即: } C_k = T_k \times Q_k$$

式中 T_k 为某区高为 H_k 的源对接受器的稀释系数,如果将排放源高度考虑到矩阵中,则:

$$\begin{bmatrix} C_{11} \\ C_{12} \\ \dots \\ C_{1k} \\ C_{21} \\ C_{22} \\ \dots \\ C_{2k} \\ \dots \\ C_{n1} \\ \dots \\ C_{nk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{111} & 0 & \dots & \dots & 0 & T_{121} & 0 & \dots & 0 & \dots & T_{1n1} & 0 & 0 \\ & T_{112} & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & T_{122} & 0 & 0 & \dots & T_{1n2} & 0 \\ & & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & & & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & & & & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & & & & & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & & & & & & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & & & & & & & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & & & & & & & & T_{111} & 0 & \dots & \dots & 0 \\ & & & & & & & & & & T_{112} & 0 & \dots & 0 \\ & & & & & & & & & & & \dots & \dots & \dots \\ & & & & & & & & & & & & \dots & \dots \\ & & & & & & & & & & & & & \dots & \dots \\ & & & & & & & & & & & & & & T_{1nk} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_{11} \\ Q_{12} \\ \dots \\ Q_{1k} \\ Q_{21} \\ Q_{22} \\ \dots \\ Q_{2k} \\ \dots \\ Q_{n1} \\ Q_{n2} \\ \dots \\ Q_{nk} \end{bmatrix}$$

由上式直接反演,可用规划目标浓度分布求源强,即当给定大气污染浓度允许值 C_i ,并按源高规定出分担量 C_{ik} 后,则可由上式求出源强分布的

上限允许值 Q_{ik} ,设每顺风行的下标为 l ,对每行使用上式并左乘 T 的逆阵 $[T_{ijk}]^{-1}$ 后有:

$$[Q_k] = [T_{ijk}]_l \cdot [C_{jk}]_l$$

2 某加工区大气环境容量计算实例

2.1 容量控制技术资料

采用前述方法和步骤对上海市某出口加工区 SO_2 的环境容量进行计算。

该加工区总面积约 16 km^2 , 去除道路、河流、绿地等地带以外的实际有效面积为 11.03 km^2 。根据加工区各街坊的功能和污染源的分布特征, 将该加工区划分为 I、II、……、VIII 八个区域, 分别包括工业、商办、生活、娱乐等功能性质, 该区域实行集中供热和供汽。

对该加工区所在地邻近气象站的长年气象资料分析计算, 得到该地区区域总量控制系数 A 为 4.1。 SO_2 的环境质量控制目标采用《环境空气质量标准》(GB 3095-1996) 中二级标准的年日平均值 0.06 mg/m^3 , 考虑区域 SO_2 年均背景浓度值为 0.021 mg/m^3 , 该加工区 SO_2 的最大环境承载能力为 0.039 mg/m^3 。

2.2 SO_2 容量计算结果

2.2.1 基础允许排放量

根据 A 值控制方法, 参照各地块的面积、A 值和环境承载力, 计算其基础允许排放量、低矮源 ($H_e < 30 \text{ m}$) 允许排放量和点源 (中架源和高架源) 允许排放量, 计算结果见表 1。

表 1 各地块基础允许排放量

Table 1 Basic allowable emission amount of each plot

地块 编号	面积 / hm^2	基础允许 排放量/ $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$	低矮源允许 排放量/ $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$	点源允许 排放量/ $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$
I	195.515 9	235	235	/
II	64.263 7	77	77	/
III	38.104 2	183	46	137
IV	145.782 1	702	176	529
V	113.577 5	547	137	183
VI	180.077 6	867	217	650
VII	131.854 4	635	159	476
VIII	233.746 3	1125	281	802
总计	1 102.921 7	437 4	132 8	277 7

利用多源扩散模式对基础允许排放量作 SO_2 长期平均浓度的环境效益分析, 根据分析结果, SO_2 最高影响浓度值可达 0.068 mg/m^3 , 远远超过该加工区 0.039 mg/m^3 的环境承载力。所以单独进行 A 值法控制难以达到预期的控制目标。

2.2.2 平权允许排放量

在 A 值法基础允许排放量的基础上进行平方比例削减, 其中控制点选择为基础允许排放条件下的长期平均浓度值的超标点。各区域 SO_2 的平权削减量和平权允许排放量见表 2。

表 2 各地块平权削减量和平权允许排放量

Table 2 Average weighing deduct amount and average weighing allowable emission amount of each plot

污染源 序号	地块 编号	基础允许排 放量/ $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$	平权削 减量/ $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$	平权削 减率/%	平权允许排 放量/ $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$
1	I	235	15	6.4	220
2	II	77	10	13.0	67
3	III	183	44	24.0	139
4	IV	702	524	74.6	178
5	V	547	174	31.8	373
6	VI	867	532	61.4	335
7	VII	635	270	42.5	360
8	VIII	1 125	646	57.4	479
合计	/	4 374	2 220	50.8	2 154

同样利用多源扩散模式对平权允许排放量作 SO_2 长期平均浓度的环境效益分析, 根据分析结果, SO_2 最高影响浓度值为 0.029 mg/m^3 , 低于该加工区 0.039 mg/m^3 的环境承载力。

2.2.3 优化允许排放量

为了充分利用当地 SO_2 的环境容量, 平权允许排放量的基础上进行污染源的源强优化计算。各区域 SO_2 的优化削减量和优化允许排放量见表 3。

表 3 各地块源强优化削减量和优化允许排放量

Table 3 Optimized deduct amount and optimized allowable emission amount of each plot

污染源 序号	地块 编号	基础允许排 放量/ $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$	优化削 减量/ $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$	优化削 减率/%	优化允许排 放量/ $\text{t} \cdot \text{a}^{-1}$
1	I	235	0	0.0	235
2	II	77	0	0.0	77
3	III	183	0	0.0	183
4	IV	702	309	44.0	393
5	V	547	157	28.7	390
6	VI	867	217	25.0	650
7	VII	635	125	19.7	510
8	VIII	1 125	283	25.2	842
总计	/	4 374	1 092	25.0	3 282

利用多源扩散模式对优化允许排放量作 SO_2 长期平均浓度的环境效益分析, 根据分析结果, SO_2 最高影响浓度值为 0.039 mg/m^3 , 刚好与该加工区 0.039 mg/m^3 的环境承载力吻合。

2.2.4 规划排放量

根据该加工区面积大小和污染源主要的影响范围, 将 SO_2 污染源按高度分为三个高度层: 低矮源 ($0 < h < 30 \text{ m}$)、中架源 ($30 \text{ m} \leq h < 50 \text{ m}$) 和高架源 ($h \geq 50 \text{ m}$)。

由于高架源对出口加工区自身的影响很小, 所以采用 ATDL 模式反演法进行污染物排放量规划时, 只考虑 50 m 高度以下的污染源, 对于 50 m 以上的污染源宜在更大的区域中考虑比较合适, 但对于 50 m 以上污染源的浓度分担量必须予以保留。采用 ATDL 模式反演法计算该出口加工区

内污染物的规划排放总量为 5 097 t/a(其中低矮源规划排放量为 1 282 t/a,中架源规划排放量为 3 815 t/a),各地块基础允许排放量、平权允许排放量、优化允许排放量和规划排放量见表 4^[5]。

表 4 各地块 SO₂ 的排放量

Table 4 Each emission amount of each plot

地块 编号	基础允许排 放量/t.a ⁻¹	平权允排 放量/t.a ⁻¹	优化允排 放量/t.a ⁻¹	规划排放 量/t.a ⁻¹	规划余量 /t.a ⁻¹
1	235	220	235	904	669
2	77	67	77	297	220
3	183	139	183	176	-7
4	702	178	393	674	281
5	547	373	390	525	135
6	867	335	650	832	182
7	635	360	510	609	99
8	1 125	479	842	1 080	238
总计	4 374	2 154	3 282	5 097	1 815

注:表中规划余量=规划排放量-优化允许排放量。

3 结 语

a. 大气环境容量计算方法. 要科学、合理地确定某一区域的大气环境容量,不能单独采用 Λ -P 值法、模拟法或线性规划法,应该综合使用上述三种方法,为了保证计算环境容量的可操作性,还可引进反演法。

b. 大气环境容量计算步骤. 首先根据开发区的范围和面积、区域环境功能分区、各功能区的面

积、污染物的控制目标和背景浓度、该区域的气象资料,利用 Λ 值法粗略计算各功能分区污染物允许排放总量限值;然后根据各污染源在控制点的浓度分担率进行平权分配和平权削减,控制点选择为叠加浓度超标点;为了保证区域环境质量达标和充分利用环境容量,在基础平权削减的基础上再进行源强优化削减;最后可利用窄烟流稀释矩阵反演模型,将计算环境容量分配到各个源上,并初步确定污染源的选址、排放高度和选择源强等问题。

参考文献:

- [1] HJ/T 131 2003,开发区区域环境影响评价技术导则[S].
- [2] GB/T 13201-91,制定地方大气污染物排放标准的技术方法[S].
- [3] 蔡治平,徐宗古,沈 希. 制定区域大气环境总量控制方案的技术方法[J],上海环境科学,1999,18(10): 445-447
- [4] 国家环保局,中国环境科学研究院. 城市大气污染物总量控制方法手册[M]. 北京:中国环境科学出版社 1991.
- [5] 蔡治平,施介宽. 总量控制在区域大气环境规划中的应用研究[D]. 上海:东华大学环境工程学院(原中国纺织大学环境工程系), 1999.

Calculation on atmospheric environmental capacity for environmental impact assessment

CAI Zhi-ping, YAN Ru

(1. The Ninth Design & Research Institute of CSSC, Shanghai 200063, China;
2. Shanghai Environmental Protection Bureau, Shanghai 200003, China)

Abstract: The author took a certain export processing area SO₂ environmental capacity as example to illustrate the feasibility and practicability of the calculation method of AEC. Λ -P value method, average weighing distribution method and source optimized method can be used for calculation on AEC, in which A P value method is for every pollution source, average weighing distribution method is adopted in accordance with the contribution of ground pollutant concentration, and source optimized method can guarantee the minimum deduction quantity. Counter-deduce method can also be used in order to guarantee the operation of the calculated AEC, which is based on the ATDL model.

Key words: atmospheric environmental capacity (AEC); A value control system; average weighing distribution system; source optimized system; counter-deduce planning system

本文编辑:萧 宁