

环境质量综合指数简介

唐永奎

(中山大学地理系)

一、前言

所谓环境质量,是指环境对人们生产、生活,特别是对人们健康起着怎样影响而言。通常分析环境质量主要从三方面考虑:(1)环境本身的性质、污染物组成和浓度及其在时间空间的变化;(2)对工农业生产及生态系统的影响;(3)特别在人群健康上的反应和表现。

环境质量如何评价,一般将测定结果与环境卫生标准进行比较,看超标抑或不超标,超标率多少,检出率多少。这样分析仍不能明确回答下列问题:环境是否受污染;污染强度如何;何时出现的污染;哪些地区受污染;什么条件会产生污染。五十年代以来,国外环境污染日趋严重,公害事件不断发生,社会舆论要求明确回答这些问题。由于环境科学基本理论研究的开展,逐步摸清污染物在环境中迁移变化的规律;同时由于监测技术迅速进展,自动连续测定积累了大量数据,逐渐明确了上述问题。

六十年代以来,环境保护工作者研究用综合指数表示环境质量状况。七十年代以来,这项工作进展很快,国外某些大城市用综合指数报告环境现状并预报未来趋势。近年来我国各地也用综合指数进行环境质量评价。这是一种比较新的评价方法,当然还有不少不足之处,有待改进。

二、综合指数计算公式的解剖

目前国内外提出许多综合指数计算公式,建立公式的基本思路,大致可概括如下:

1. 工厂同时排出多种污染物,有些污染物进入环境后,又转变或合成新的污染物。这些污染物对环境的影响,有的是增毒作用,如一氧化碳与氰氢酸、硫化氢与石油气、敌百虫与马拉硫磷共存时,毒性比单独毒物增强。有的起拮抗作用,如有机氯和有机磷同时存在时,毒性反而降低。拟定综合指数要反映各种污染物共同影响,即综合指数(PI)为各种污染物分指数(I_i)之和,可以下式表示:

$$PI = A \left(\sum_{i=1}^n W_i I_i \right)^B$$

式中, A 为待定系数, B 为指数, W_i 加权数。这是综合指数的基本公式,称为基本综合指数。

基本综合指数包括多少个参数,也就是包括多少种污染物或测定项目,一般采用对环境有主要影响的那些污染物。如大气综合指数包括引起硫酸烟雾的二氧化硫和飘尘两个参数,也有再加上引起光化学烟雾的一氧化碳、氮氧化物和氧化剂五个参数。水质综合指数常包括十个参数以上,如感官性状(色度、混浊度等)、酸碱度(pH)、硬度、氧状况(DO 、 COD 、 BOD 等)、有毒物质如农药、苯、酚、3,4 苯并芘等等。

为了便于比较,分指数(I_i)一般采用无定纲,即项目实测浓度(C_i)与环境卫生容许浓度之比:

$$I_i = \frac{C_i}{C_{0i}}$$

由于各种污染物对环境影响不完全等同,为了反映这种差异,分指数乘以加权数。各加权数总和等于1。

系数 A 和指数 B ,视综合指数与分指数之间呈线性关系和非线性关系而定。根据综合指数大小确定环境分级(清洁、轻污染、中污染、重污染)的标准。这是一项重要的工作。例如大气,依照开始对人体健康有危害时的代表性污染物浓度(一般采用环境卫生标准)和发生烟雾事件的浓度(危险浓度),分别计算大气质量的综合指数,用来进行大气环境分级。小于开始对人体健康有危害时的指数,表示大气质量良好;等于或大于开始对人体健康有危害时的指数,而小于烟雾事件指数表示大气质量差或坏;等于或大于烟雾事件指数,表示危险。

例如,美国橡树岭空气质量指数公式为:

$$\text{橡树岭空气质量指数} = \left[5.7 \sum_1^5 \left(\frac{C_i}{C_0} \right) \right]^{1.37}$$

按上式计算,如空气质量指数小于60,表示无污染,即空气质量良好;大于或等于60,表示质量差,有污染;大于100,表示危险,表示有发生烟雾的可能。100为发生烟雾事件的阈值(极限值)。

2. 利用综合指数进行组成环境的各要素的评价,特别对大气和水质评价比较成熟,应用也比较广。对整个环境评价,如对某工业区、城市和水域(河流、湖泊和海域等)的评价,采用的环境综合指数(EI)是各要素综合指数(PI_n)的迭加,一般为:

$$EI = \frac{1}{n} \sum_1^n PI_n$$

或

$$EI = \sum_1^n PI_n$$

选用哪些要素,视具体环境而异,如工业区采用地面水、地下水、土壤和大气;城市采用大气、水和食物或大气、水和噪声;水域采用水质、底质和生物;灌区采用土壤、水和作物。我国北京西郊、官厅水库、南京市和江苏沿海港口海区等环境质量评价采用上述办法。

日本大阪市环境质量评价指数直接由污染因子的分指数迭加而成。他们采用二氧化硫、飘尘与二氧化硫和飘尘的乘积及交通量强度、生物化学需氧量与噪声六个因子。其中,前四个构成大气污染的因子,即强调大气污染对城市环境起着主导作用。环境综合指数计算公式为:

$$EI = \sum_1^i W_i I_i$$

式中加权值(W_i)根据市民对环境反映的来信和调查材料,采用因子分析法,利用FACOM230-60型电子计算机求出。

三、综合指数的探讨

环境质量评价采用的综合指数,还有不够完备的地方,值得进一步探讨。

1. 参数的选择

分指数是组成综合指数的核心部分。采用几个分指数,即选用几个参数(选用几个污染因子)进行环境质量评价,这是关键性问题。从理论上讲,应选用决定环境质量形成和变化的污染因子作为参数。大气比较明确,利用形成硫酸烟雾的二氧化硫、飘尘和二者的乘积及引起光化学烟雾的一氧化碳、二氧化氮和臭氧等氧化剂。其不足之处,没有考虑空气中致癌的化学物质,如3,4-苯并芘等。由于影响水质因素比较复杂,选用参数比较多,还没有精选出几个有代表性的参数。最近有人建议,从这样几类中选出代表性因子,计有:氧平衡参数、无机污染参数、有机

污染参数和重金属参数。土壤和生物圈内常用酚、氰、镉、汞等作为参数。整个环境质量评价则是更复杂的问题，究竟以要素综合指数作为参考，抑或直接采用污染因子，看来各有长短，尚难定论。

同一综合指数公式，因选用污染因子不同其中系数须加以变换。前述的美国橡树岭空气质量指数公式采用硫氧化物、氮氧化物、飘尘、一氧化碳、氧化剂五个参数。如采用二氧化硫和飘尘二个因子，则系数须变换，上式应为：

$$\text{空气质量指数} = \left[14.42 \sum_1^2 \left(\frac{C_i}{C_0} \right) \right]^{1.37}$$

2. 加权

由于各种污染物或环境组成各要素对环境质量影响不完全一样，在综合指数中考虑加权是合理的。照理应根据各种污染物或各要素对环境质量影响大小而定权值。如何分辨它们影响大小无具体办法。权值如何决定尚待解决。目前解决权值有以下几种办法：

(1) 根据人民来信或从发出的调查表回答的问题来定权值。日本大阪市采用这个方法。例如，根据对“河道的清洁程度”、河道的“恶臭”的反映，定 BOD 的权值；根据“有没有吐痰和咳嗽”、“植物的花和果是否脱落”，定二氧化硫的权值；“家中有没有灰尘”定飘尘的权值。

(2) 根据生产需要。例如，一个城市对一条河流，根据饮水、生活用水、工业用水和渔业用水等需要定权值。N. L. Nemerow 在其《科学的河流污染分析》一书中提出这个办法。

(3) 江苏沿海港河口海区评价提出用“环境可容纳量”(V_i)定权值。这是指环境对某种污染物可容纳的程度，即污染物开始引起环境恶化的极限。即：

$$V_i = \frac{S_i - B_i}{B_i}$$

式中， S_i 为评价标准， B_i 为基准值(本底值)。

由于可容纳量与权值呈反相关，则权值(W_i)以下式表示：

$$W_i = \frac{U_i}{\sum U_i}$$

式中 U_i 为可容纳量的倒数。

(4) 由于污染物浓度在时间和空间的变化属于或接近正态分布规律，有人提出根据污染物的平均值($\bar{C}_i$)、标准值(C_{0i})和标准离差(σ)求权值：

$$W_i = \frac{\sigma_i}{C_{0i} - \bar{C}_i}$$

也有用其倒数求权值。

此外，也有用因子分析法、模糊数学法求权值。

3. 分指数组合

分指数组合有多种多样形式，可大致归纳为下列几类：

(1) 迭加

认为各种污染物对环境影响是等同的，将它们分指数迭加，即以其总和代表综合指数。如美国 L. R. Babcock 于 1970 年提出的大气污染综合指数(PINDEX)，以飘尘、氮氧化物、硫氧化物、一氧化碳和氧化剂(臭氧)五项污染物为参数迭加，计算式为：

$$\text{PINDEX} = I_{\text{PM}} + I_{\text{SO}_2} + I_{\text{NO}_x} + I_{\text{CO}} + I_{\text{O}_3}$$

(2) 均值

分指数乘以权值后，再以其均值代表综合指数，如南京市环境评价公式：

$$PI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i I_i$$

(3) 指数

认为污染物对环境的影响呈指数相关，综合指数用分指数乘权值后总和的指数表示。如美国橡树岭空气质量指数公式，加拿大的安大略空气污染指数(API)：

$$\text{API} = 0.2(30.5C + 126S)^{1.35}$$

式中 C 为烟雾系数， S 为 SO_2 的浓度(毫克/

米³).

(4) 均方值总和的方根

美国密特大气质量指数 (MAQI) 及其极限指数 (EVI) 和加拿大大气质量综合指数均采用分指数均方总和的方根值表示:

$$MAQI = \sqrt{I_{CO}^2 + I_{SO_2}^2 + I_{PM}^2 + I_{NO_x}^2 + I_{O_3}^2}$$

(5) 均方值和最大值平方总和平均的方根

分指数大小不一, 采用均值会消除这种差异, 即不能反映某些污染物对环境的突出影响, 因此 N. L. Nemerow 提出水质综合评价指数如下:

$$PI = \sqrt{\frac{\text{平均}(C_i/C_0)^2 + \text{最大}(C_i/C_0)^2}{2}}$$

4. 分级

环境分级或分类是进行环境质量评价的依据. 按照综合指数大小划分环境级别, 目前已采用的有三种办法:

(1) 根据不同情况, 计算出综合指数与环境实际情况相对比, 采用直观对比法或聚类分析法, 确定环境级别.

(2) 根据污染物浓度等于环境卫生标准和烟雾事件出现的浓度, 计算出综合指数作为划分清洁、污染和严重污染的指标值.

(3) 根据污染物浓度超过环境卫生标准的个数计算出综合指数作为分级标准. 常用一个污染物超标的综合指数作为划分环境清洁和污染的标准, 全部计算的污染物超标的综合指数作为划分污染和严重污染的标准.

四、小 结

在环境质量评价中, 采用综合指数能反映环境质量现状及其变化趋势. 如采用同一环境质量综合指数公式计算, 便于在时间上和空间上对比. 不过, 由于这项工作还处在未成熟阶段, 环境质量综合指数公式比较多而乱, 各城市或地区采用的公式不同, 其结果无法比较. 综合指数含义, 群众不易理解和掌握. 指数值是各种污染因子综合结果, 有时不能代表环境实质情况, 引起错觉. 如某种污染物的浓度很高, 远超过标准, 其他污染物浓度较低, 算出的综合指数不高. 另一情况, 所有污染因子浓度均较高, 但未超过容许浓度, 而综合指数值反较高. 综合指数为各污染因子分指数的总和或均值, 不能表示出环境质量动态变化. 因此, 环境质量评价的综合指数值得展开讨论, 以期获得统一计算公式, 便于全国各地对环境质量进行比较.

环 境 质 量 预 断 评 价

王 华 东

(北京师范大学地理系)

环境质量预断评价是环境质量评价工作中的一个重要组成部分. 为了把环境保护工作做在环境污染之前, 摆脱环境保护工作的被动状态, 进行环境质量预断评价的研究具有十分重要的意义. 近年国外十分重视环境质量预断评价工作, 1974 年在加拿大召开了环境质量评价的学术会议, 会上提出了一些

环境质量预断评价的方法和模型. 美国于 1969 年制定了国家环境政策法, 详细规定了环境影响评价制度, 并于 1970 年开始执行. 此外, 瑞典、西德、加拿大和澳大利亚也通过了法律, 肯定了环境影响评价制度. 近年日本也非常重视这项工作, 于 1974 年 6 月中央公害对策审议会防止计划部会环境影响评价