

问题讨论

城市环境质量综合评价指标雏议

王 幼 然

(秦皇岛环境保护干部学校)

为了全面反映我国城市环境质量状况,同时又要便于环境管理部门掌握,并使环境质量评价工作程式化、格式化、常规化,笔者建议采用污染环境、自然环境及社会环境三个单元九项指标构成的评价体系对城市环境质量进行综合评价。

表 1 城市环境质量评价体系

| | | |
|----------------|--------|------------------------|
| 城市 环境 质量 | 污染环境状况 | 大气质量 水质 噪声 |
| | 自然环境状况 | 气候因素 自然灾害频度 城市生态 |
| | 社会环境状况 | 教育水平 消费程度 城市引力指数 |

一、污染环境状况

为了说明城市的污染环境状况,需要监测大气、水质、土壤、噪声及作出污染的生物学评价。但是在城市环境质量综合评价中,如果每个环境单元都包罗全面,势必形成一个复杂庞大的指标体系。本文建议采用大气、水质、噪声三个指标评价城市污染状况。

1. 大气质量 大气中的主要污染物包括 SO_2 、 NO_2 、 CO 、颗粒物、总烃、总氧化剂等。不同地区、不同产业结构类型的城市其主要污染物有所不同,但 SO_2 及颗粒物具有共性特点。从各地评价实践来看,也大多是围绕 SO_2 及颗粒物选择 2—3 个评价参数。因此,

大气质量指数可按式计算:

$$\text{大气质量指数} = \frac{1}{2} \left(\frac{C_{\text{SO}_2}}{S_{\text{SO}_2}} + \frac{C_{\text{颗粒物}}}{S_{\text{颗粒物}}} \right) \quad (1)$$

式中 C 为实测浓度平均值, S 为评价标准。

2. 水质 城市水质应以当地自来水源为主要监测评价对象。水质评价参数很多。北京西郊及南京城区环境质量评价均采用酚、氰、砷、汞、铬作为评价参数,仍可以沿用作为评价依据。考虑到个别污染物出现高浓度污染的影响,水质指数可按姚志麒的指数处理方法计算:

$$\text{水质指数} = \sqrt{xy} \quad (2)$$

式中 $x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 \frac{C_i}{S_i}$ (单参数污染指数的算术均值); $y = \left(\frac{C_i}{S_i} \right)_{\max}$ (单参数污染指数中的

最大值); C_i 为实测浓度; S_i 为评价标准(地表水用卫生标准;地下水用饮水标准)。

3. 噪声 噪声指数按下式计算:

$$\text{噪声指数} = \frac{L_{eq}}{S_N} \quad (3)$$

式中 L_{eq} 为城区等效平均声级; S_N 为噪声评价标准。取 $S_N = 55\text{dBA}$ 。

二、自然环境状况

自然环境状况包括地质、地理、地貌、水文、气候、植被等许多方面。本文建议采用气候因素、自然灾害频度及城市生态指数三个指标评价城市的自然环境状况。

1. 气候因素 气候条件对于评价城市环

境的舒适程度具有重要意义。它包括气温、气压、降水、湿度、风力、日照以及雷暴、沙暴等现象。其中人们对于温度及湿度最为敏感。评价气温及湿度的综合指标包括大陆度、干燥度、湿润指数、雨温商数等。其中大陆度 K

的定义为:

$$K = \left(\frac{1.7A\varphi}{\sin \varphi} - 20.4 \right) \% \quad (4)$$

式中 $A\varphi$ 为年较差($^{\circ}\text{C}$); φ 为地理纬度。

我国一些城市的大陆度如表 2 所示:

表 2 我国若干城市大陆度一览表

| | 哈尔滨 | 沈阳 | 南昌 | 汉口 | 南京 | 北京 | 大连 | 温州 | 广州 | 昆明 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年较差 ($A\varphi^{\circ}\text{C}$) | 42.5 | 37.2 | 24.6 | 25.9 | 26.3 | 30.8 | 29.6 | 20.7 | 15.2 | 12.3 |
| 地理纬度 | 45.7 | 41.8 | 28.7 | 30.6 | 32.1 | 39.9 | 38.9 | 28.0 | 23.1 | 25.1 |
| 大陆度 | 0.80 | 0.75 | 0.67 | 0.66 | 0.64 | 0.61 | 0.60 | 0.55 | 0.46 | 0.29 |

从表 2 可以看出,东北地区(哈尔滨、沈阳)冬季严寒,长江中下游(南昌、汉口、南京)夏季酷热,气候都不太适宜,其大陆度均较高。沿海一带(大连、温州、广州)大陆度较低。昆明市的大陆度最小,这反映了该地四季如春、无严寒酷暑的气候特点。因此,可以采用大陆度作为气候因素的评价参数。

2. 自然灾害频度 影响城市环境状况的自然灾害包括地震、台风、泥石流、水旱灾害、火山活动等地质、地理及气象现象,建议采用标化财产损失率作为自然灾害频度的评价参数,其定义为:

$$\text{标化财产损失率} = \frac{\text{过去十年中自然灾害造成的直接损失总值(元)}}{10 \text{ 万人口}} \quad (5)$$

显然,标化财产损失率高,代表该地区自然灾害频繁及(或)灾害程度严重。为了使评价参数无因次化,可将标化财产损失率换算为自然灾害频度指数。

$$\text{自然灾害频度指数} = \frac{\text{标化财产损失率}}{\text{全国(或本省、区)主要城市参数平均值}} \quad (6)$$

式(6)中的平均值系按人口加权平均计算,以下凡有关参数平均值的概念均同此不另。

3. 城市生态 城市人口生活在人工生态之中。影响城市生态系的因素很多,如规划布局、经济结构、婚姻家庭、人口密度、园林绿

化等。其中聚居密度对人类的心理感觉与社会行为有明显的影晌,而绿地及水面对于调节气温、净化空气、减轻噪声以及构成优美、舒适的环境意义至关重要。建议采用人口密度与人均绿地(及水面)面积的比值作为评价城市生态条件的尺度:

城市生态参数

$$= \frac{\text{人口密度(万人)}}{\frac{\text{平方公里建成区面积}}{\text{人均绿地(及水面)面积(平方米)}}} \quad (7)$$

城市生态参数增大,说明自然环境条件恶化;而城市生态参数减小,则代表环境自净容量及居民生活环境的改善。为了使城市生态参数无因次化,可引入城市生态指数的概念,其定义为:

$$\text{城市生态指数} = \frac{\text{城市生态参数}}{\text{全国(或本省、区)主要城市参数平均值}} \quad (8)$$

三、社会环境状况

城市社会环境状况所包含的内容非常广泛,应尽量选择采用能同时间接反映其它多方面情况的综合性指标。建议采用教育水平、消费程度及城市引力指数三个指标评价城市的社会环境状况。

1. 教育水平 标志某一城市教育水平的指标包括:各类学校在校学生人数、平均受教育年限、高考录取率、学校向社会输送的接班人的德才状况等。针对我国当前具体情况,

为了使问题便于定量对比, 标化高考录取率可以作为评价教育水平的指标参数。标化高考录取率的定义为:

$$\text{标化高考录取率} = \frac{\text{该年度高考大专录取人数}}{10 \text{ 万人口}} \quad (9)$$

根据标化高考录取率, 可按下式计算教育水平指数:

$$\text{教育水平指数} = \frac{\text{标化高考录取率}}{\text{全国(或本省、区)主要城市参数平均值}} \quad (10)$$

2. 消费程度 人均社会商品零售额是评价城市经济发达程度、劳动就业状况、居民收入多少、市场供应好坏及生活水平高低的综合指标之一。有些大中城市的商品零售额中尽管有一部分是由流动人口、而不是由当地居民所消费, 但通过这一指标却可以反映该城市的市场繁荣状况, 从而可以作为评价城市社会环境状况的一个综合性指标。人均社会商品零售额定义为:

$$\text{人均社会商品零售额} = \frac{\text{社会商品零售总额(元/年)}}{\text{城市居民人数}} \quad (11)$$

根据人均社会商品零售额, 可按下式计算消费程度指数:

$$\text{消费程度指数} = \frac{\text{人均社会商品零售额}}{\text{全国(或本省、区)主要城市参数平均值}} \quad (12)$$

3. 城市引力指数 一个城市如果社会环

境地位重要, 其直接后果就是流动人口增多。城市引力指数可按下式计算:

$$\text{流动人口比率} = \frac{\text{流动人口(车船、民航)累计总数(人/年)}}{\text{当地居民人数}} \quad (13)$$

$$\text{城市引力指数} = \frac{\text{流动人口比率}}{\text{全国(或本省、区)主要城市参数平均值}} \quad (14)$$

城市引力指数增大, 表示该地比较发达, 有吸引力。反之, 则表示该城市比较闭塞, 处于落后状态。

四、评价指数的综合

在上述指标体系中, 大气质量、水质及噪声指数代表实测值的超标倍数。指数增大, 表示污染严重。气候因素指标大陆度增大, 表示气候条件变差。自然灾害频度与城市生态指数也都是数值增大表示情况恶化。而教育水平、消费程度及城市引力指数三项指标的数值含义恰恰相反。因此, 在指数综合时, 需采用其倒数, 这样才能与前六项指标的定量含义相一致。

城市环境质量评价指标的综合方法如下: 首先如表 3 所示求出污染环境、自然环境及社会环境质量分指数, 然后将环境质量分指数标注在三轴坐标上, 不同城市的不同环境质量状况构成各不相同的环境质量三角形。这种环境质量三角形如同风玫瑰一样, 代表了各个城市的环境特点。

表 3 污染环境, 自然环境, 社会环境质量分指数

| | | 权系数 W_i | | 环境质量分指数 QI |
|------|-----------|-----------|------------------|---|
| 污染环境 | 大气质量指数 | 0.6 | $\sum W_i = 1.0$ | $QI_{\text{污染}} = \sum_{i=1}^3 W_i Q_i$ |
| | 水质指数 | 0.2 | | |
| | 噪声指数 | 0.2 | | |
| 自然环境 | 气候因素(大陆度) | 0.5 | $\sum W_i = 1.0$ | $QI_{\text{自然}} = \sum_{i=1}^3 W_i Q_i$ |
| | 自然灾害频度指数 | 0.2 | | |
| | 城市生态指数 | 0.3 | | |
| 社会环境 | 1/教育水平指数 | 0.3 | $\sum W_i = 1.0$ | $QI_{\text{社会}} = \sum_{i=1}^3 W_i Q_i$ |
| | 1/消费程度指数 | 0.3 | | |
| | 1/城市引力指数 | 0.4 | | |

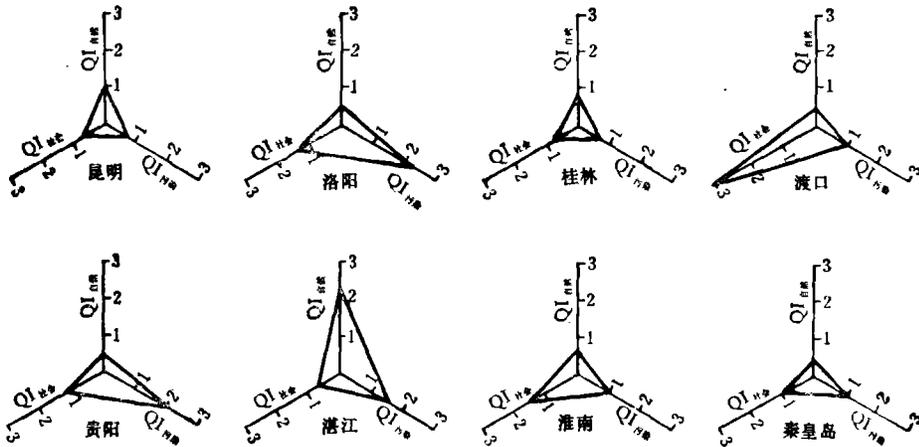


图 1 环境质量三角形图

表 4 若干城市环境质量的综合评价

| | 昆明 | 洛阳 | 桂林 | 渡口 | 贵阳 | 湛江 | 淮南 | 秦皇岛 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 大气质量指数 | 0.80 | 3.35 | 0.84 | 1.33 | 2.87 | 2.19 | 1.30 | 1.52 |
| 水质指数 | 0.106 | 0.40 | 0.045 | 0.083 | 0.77 | 0.056 | 0.32 | 0 |
| 噪声指数 | 1.15 | 1.16 | 1.07 | 1.16 | 1.07 | 1.22 | 1.05 | 1.34 |
| $QI_{\text{环境}} = \sum_{i=1}^3 W_i Q_i$ | 0.731 | 2.32 | 0.727 | 1.05 | 2.09 | 1.57 | 1.05 | 1.18 |
| 气候因素 | 0.289 | 0.630 | 0.608 | 0.338 | 0.521 | 0.379 | 0.653 | 0.583 |
| 自然灾害频度指数 | 0 | 0 | 2.06 | 0 | 0.267 | 9.54 | 0.0267 | 0 |
| 城市生态指数 | 2.72 | 0.834 | 0.347 | 0.94 | 0.261 | 0.724 | 1.17 | 0.35 |
| $QI_{\text{自然}} = \sum_{i=1}^3 W_i Q_i$ | 0.961 | 0.565 | 0.820 | 0.451 | 0.392 | 2.31 | 0.683 | 0.397 |
| 1/教育水平指数 | 0.42 | 0.787 | 0.82 | 6.67 | 0.735 | 0.75 | 1.47 | 1.55 |
| 1/消费程度指数 | 0.588 | 1.03 | 1.13 | 1.45 | 1.21 | 0.78 | 1.50 | 1.10 |
| 1/城市引力指数 | 0.855 | 2.07 | 0.649 | 1.83 | 1.25 | 0.565 | 1.47 | 0.476 |
| $QI_{\text{社会}} = \sum_{i=1}^3 W_i Q_i$ | 0.644 | 1.37 | 0.845 | 3.17 | 1.08 | 0.685 | 1.48 | 0.985 |

表 4 为若干城市环境质量综合评价的实例。其环境质量三角形参见图 1。根据环境质量三角形可以看出渡口市的社会环境质量状况较差。洛阳、贵阳污染比较严重。湛江市由于自然灾害造成的损失较大，所以自然环境状况不佳。昆明、桂林的情况则较好。根据表 4 数据，不同城市的单项指标以及环境质量分指数可以互相对比，而且根据逐年的数据资料还可以观察各地环境质量的发展变化趋势。当然，根据表 4 数据也可以按表 1 的形式列出各地单项指标的优劣顺序。

参 考 文 献

- [1] 沈士珍,关于社会环境的质量评价,天津市环境保护监测站,1981年。
- [2] Pantell, R. H., *Techniques of Environmental Systems Analysis*, John Wiley and Sons, 1976.
- [3] 姚志麒,环境科学,2,37(1979)。
- [4] 中山大学地理系等,气象学与气候学,人民教育出版社,1979年。
- [5] 郑芝珍等,环境,9,4(1982)。
- [6] 李耶波,环境,9,23(1982)。