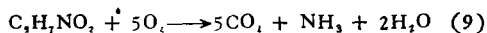


6. DO 与 a 、 b 、 Δs

(1) DO 与 a 在一般范围内,当溶解氧增高,生化反应强烈,基质去除量增大,而且好氧微生物的新陈代谢增强,生长繁殖加快,合成的 MLVSS 量也增大。从式(8)可知,这样同向增长对 a 值影响较小。同样,当 DO 降低,基质去除量和合成 MLVSS 量也同时降低。由此可知在常规范围内 a 值受 DO 变动的影响很小。

(2) DO 与 b 挥发性污泥的化学式为 $C_5H_7NO_2$,在内源呼吸阶段微生物氧化解体为:



由(9)可知,氧化 1kg MLVSS 需 0.71kg O_2 。由此可以看出,活性污泥的氧化率直接随供氧量的增大而增大,即溶解氧的高低直接影响污泥自身氧化率 b 值的高低。供氧量越大,微生物新陈代谢越强,甚至形成食物缺乏,转为以内源消耗为主耗掉自身,或促进其“同类相食”。这样 DO 越高 b 值就越大,而在一定范围内 DO 越低, b 值越小。但 DO 过低会使好氧微生物抑制甚至死亡, b 值反而会升高。

(3) DO 与 Δs DO 较低,虽然 b 值较小,但生化去除量 L_t 也较小,从式(1)可知 Δs 会相应较小。当 DO 很高时 L_t 变大,但 b 值骤增,故 Δs 反而变小。只有当 DO 适中,才会使 L_t 大, b 不很大,故 Δs 最大。

五、结论

1. 污泥净生成量由去除 BOD 量、生物污泥量和 a 、 b 值决定,服从于(1)。 Δs 随 a 大 b 小而增大。

2. 因受生化条件的影响, a 、 b 值及其污泥净生成量的经验公式只有在生化条件基本恒定的情况下才能求出和适用于推算。生化条件越恒定,其精度越高。

3. 影响 Δs 的因素大都可以归结为对 a 、 b 值的影响。 a 、 b 值并非是仅因水质而分的固定值。

4. 影响 a 、 b 值的主要因素有:进水水质,包括氮磷等;曝气池水温;活性污泥微生物所处的生长期,与此密切相关的污泥负荷、曝气时间、挥发性污泥浓度和溶解氧等。

5. 氮磷营养从缺乏趋向满足, a 、 Δs 则趋向增大。

6. 曝气池水温从 10℃ 左右变到 30—35℃ 时,随温度升高 a 增大、 b 增加缓慢、 Δs 增高。超过 35℃,随温度升高 a 减小、 b 大增、 Δs 急骤下降,生化处理速趋恶化。

7. 挥发性污泥负荷 F_M 为 0.6—0.9 时, a 最大、 b 小、 Δs 大。出水和污泥沉降性差,污泥流失严重,剩泥量并非很大。 F_M 为 0.4—0.6 时, a 较大、 b 较小、 Δs 较大,出水和污泥沉降性较好,剩泥量最大。 F_M 为 0.09—0.2 时,出水和污泥沉降性好, a 小 b 大 Δs 极小,剩泥极少甚至为零。

8. 曝气时间或挥发性污泥浓度增高时, a 变小 b 变大 Δs 变小。

9. DO 在常规范围内变动时对 a 影响小,适中时才会使 Δs 大。当 DO 过高过低都会使 b 增大并导致 Δs 减小。

参 考 文 献

- [1] R. S. 拉马尔奥著,严忠琪等译,《废水处理概论》,184—190 页,中国建筑工业出版社,1982 年。
- [2] J. R. 麦克沃特编,李维材等译,《高纯氧活性污泥法》,中国建筑工业出版社,1983 年。
- [3] 李汉昭编,《活性污泥法概述》,35—37 页,中国建筑工业出版社,1977 年。

(收稿日期:1989 年 1 月 18 日)

二步层次分析与化工厂厂区环境质量评价

张 松 滨

(吉林化工学院环境工程教研室)

摘要 本文提出二步层次分析法,即直接-间接给出判断矩阵,将其应用于化工厂厂区环境质量综合评价,并建立了质量评价模型。与层次分析法相比较,该方法具有判断简便、一致性程度高、分析灵敏度高、决策结果的可信度高、受决策者主观臆断影响小、分析监测数据利用率高等特点。经实例分析表明,评价结果与实际状况较符合。

一、二步层次分析法简介

层次分析法的基本内容是：首先将对象层次化，即将包含在对象中的所有因素按其地位或作用不同划分成一定层次。然后，确认各因素之间的隶属关系，构成一个多层次的分析结构模型。经构造判断矩阵等一系列过程，把系统分析归结为最低层对于最高层的相对重要性权值的确定，或相对优劣次序的排列，使问题得到最终答案。

二、分析过程

二步层次分析法是将确定判断矩阵的过程分为直接-间接二步过程。即：对于有具体定量分析数据的项目，通过各自之间的比较，直接给出判断矩阵，并检验其矩阵的一致性程度。此判断矩阵的给出完全避免了决策者人为因素对结果的影响。

即：

$$c = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} a_{11}/a_{11} & a_{11}/a_{11} & \cdots & a_{1n}/a_{11} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1}/a_{11} & \cdots & \cdots & a_{nn}/a_{11} \end{bmatrix}$$

式中： c 为直接法给出的判断矩阵， a_{ij} 为第 i 层的第 j 个元素的定量分析数据（如：第 j 种污染物的分指数值等等）。

由于直接给出的判断矩阵，有时一致性程度不符合要求，或有些项目没有具体的定量分析数据，只能定性来比较各元素之间重要性大小时，则用第二步间接给出判断矩阵。具体做法如下：

1. 首先给出比较矩阵：

$$c = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

其中：

$$c_{ij} = \begin{cases} 2 & \text{第 } i \text{ 元素比第 } j \text{ 元素重要} \\ 1 & \text{第 } i \text{ 元素与第 } j \text{ 元素同样重要} \\ 0 & \text{第 } i \text{ 元素没有第 } j \text{ 元素重要} \end{cases}$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n$$

2. 计算各元素重要程度单排序指数：

$$r_i = \sum_{j=1}^n c_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

3. 转换出间接判断矩阵：

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{n1} & \cdots & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix}$$

$$b_{ij} = \begin{cases} \frac{r_i - r_j}{r_{\max} - r_{\min}} (b_m - 1) + 1 & r_i - r_j \geq 0 \\ 1 / \left[\frac{r_i - r_j}{r_{\max} - r_{\min}} (b_m - 1) + 1 \right] & r_i - r_j < 0 \end{cases}$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n$$

式中： $r_{\max}$ 为最大单排序指数， $r_{\min}$ 为最小单排序指数， b_m 为相对重要程度系数（ $b_m > 1$ ），即 $r_{\max}$ 与 $r_{\min}$ 相比较，以某种标度衡量，所给出的重要程度方面的校正值（见[2]）。

4. 进行单排序的一致性检验。

其分析过程与层次分析法相同（见[1]）。

三、化工厂厂区评价模型的建立

对于化工厂厂区的环境质量评价，本文从以下几个方面选择因子：

大气：氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳、总烃、飘尘；水体：化学耗氧量、生物化学需氧量、氨氮、悬浮物、pH值、硫化物；土壤：汞、铅、镉；环境管理：厂区绿化程度、管理人员数、环保设备运转率。

以上大气、水体、土壤评价指标，均为国家颁布的常规监测项目。对于环境管理状况，本文选择的

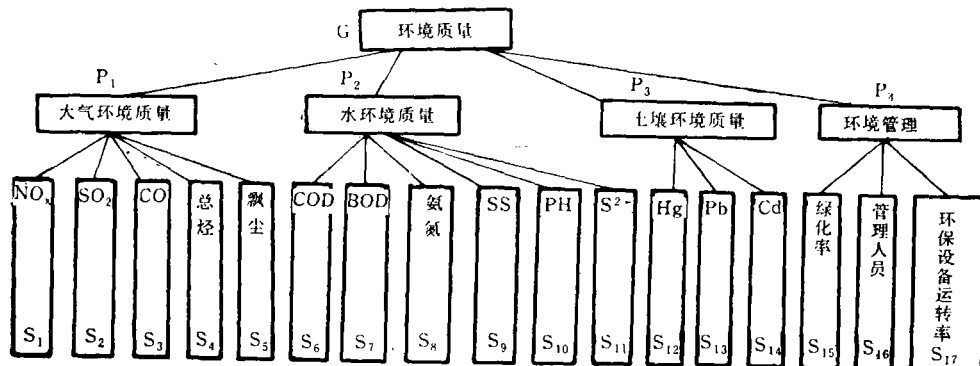


图1 化工厂厂区环境质量综合评价层次模型

表 1 各化工厂环境监测数据

厂 家 \ 指 标	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}	s_{11}	s_{12}	s_{13}	s_{14}	s_{15}	s_{16}	s_{17}
M_1	1.40	3.60	0.55	2.10	3.70	1.15	3.50	3.00	3.75	2.80	4.20	3.90	3.60	2.70	21	0.82	0.80
M_2	4.50	3.10	2.80	4.20	1.10	2.40	2.10	1.75	2.40	3.45	2.70	3.10	2.50	1.60	15	0.90	0.92
M_3	4.11	2.50	1.50	0.70	3.70	4.00	4.10	2.80	2.10	2.00	1.45	1.50	1.40	1.50	25	0.61	0.60
M_4	0.20	1.20	1.30	1.36	2.20	3.50	1.70	1.15	1.50	0.90	1.10	0.90	1.80	3.20	23	0.55	0.51

管理人员数,以人多为好(说明厂里重视,机构健全);环保设备运转率=每年实际运转日数/365日;厂区绿化率=实际绿化面积/应绿化面积。

根据以上情况,本文提出了关于化工厂厂区环境质量综合评价的层次分析模型(图1)。对于不同类型的工厂,可自选其它指标。

根据上述模型,应用二步层次分析法,确定各判断矩阵,求解后得出相对于最大特征值的特征向量

及总的特征向量,其各分量的大小即反映了各工厂环境质量的优劣状况。

四、举例分析

本文以四个同类化工厂为例,应用上述方法具体分析各自的环境质量状况。

根据上述结构模型及实际监测数据,以及本人的主观认识,按直接-间接原则分别构造判断矩阵如下:

(1) $G-p$ 阵:

G	p_1	p_2	p_3	p_4	r	G	p_1	p_2	p_3	p_4	w
p_1	1	2	2	2	7	p_1	1	2.3	3.7	5	0.5061
p_2	0	1	2	2	5	p_2	0.43	1	2.3	3.7	0.2741
p_3	0	0	1	2	3	p_3	0.27	0.43	1	2.3	0.1425
p_4	0	0	0	1	1	p_4	0.2	0.27	0.43	1	0.0774

$b_m = 5$

$\lambda_{\max} = 4.0444$
 $CI = 0.048$
 $RI = 0.9$
 $CR = 0.0164 < 0.1$

(2) p_1-s 阵:

p_1	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	r	p_1	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	w
s_1	1	1	2	2	2	8	s_1	1	1	3.1	4.6	6	0.3619
s_2	1	1	2	2	2	8	s_2	1	1	3.1	4.6	6	0.3619
s_3	0	0	1	2	2	5	s_3	0.32	0.32	1	2.5	3.9	0.1486
s_4	0	0	0	1	2	3	s_4	0.22	0.22	0.4	1	2.5	0.0811
s_5	0	0	0	0	1	1	s_5	0.17	0.17	0.26	0.4	1	0.0465

$b_m = 6$

$\lambda_{\max} = 5.1192$
 $CI = 0.0298$
 $RI = 1.12$
 $CR = 0.0266 < 0.1$

(3) p_2-s 阵:

p_2	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}	s_{11}	r	p_2	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}	s_{11}	w
s_6	1	2	2	2	2	2	11	s_6	1	2.6	4.2	5.8	9	7.4	0.4395
s_7	0	1	2	2	2	2	9	s_7	0.38	1	2.6	4.2	7.4	5.8	0.2594
s_8	0	0	1	2	2	2	7	s_8	0.24	0.38	1	2.6	5.8	4.2	0.1465
s_9	0	0	0	1	2	2	5	s_9	0.17	0.24	0.38	1	4.2	2.6	0.0813
s_{10}	0	0	0	0	1	0	1	s_{10}	0.11	0.14	0.17	0.24	1	0.38	0.0272
s_{11}	0	0	0	0	2	1	3	s_{11}	0.14	0.17	0.24	0.38	2.6	1	

$b_m = 9$

$\lambda_{\max} = 6.1509$
 $CI = 0.0302$
 $RI = 1.24$
 $CR = 0.024 < 0.1$

(4) p_3-s 阵:

p_3	s_{12}	s_{13}	s_{14}	r	p_3	s_{12}	s_{13}	s_{14}	w	$\lambda_{\max}$
s_{12}	1	2	0	3	s_{12}	1	2	0.5	0.2971	3.0056
s_{13}	0	1	0	1	s_{13}	0.5	1	0.33	0.1630	0.6028
s_{14}	2	2	1	5	s_{14}	2	3	1	0.5399	0.58

$b_m = 3$

$CI = 0.0048$
 $RI = 0.58$
 $CR = 0.0048 < 0.1$

(5) p_4-s 阵:

p_4	s_{15}	s_{16}	s_{17}	r		p_4	s_{15}	s_{16}	s_{17}	w	$\lambda_{\max} = 3.0056$
s_{15}	1	0	0	1	$b_m = 3$	s_{15}	1	0.5	0.33	0.1630	$cl = 0.0028$
s_{16}	2	1	0	3		s_{16}	2	1	0.5	0.2971	$RI = 0.58$
s_{17}	2	2	1	5		s_{17}	3	2	1	0.5399	$cR = 0.0048 < 0.1$

表 2 总体层次排列矩阵

s		s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9
M		0.1832	0.1832	0.0752	0.0410	0.0235	0.1205	0.0711	0.0402	0.0223
M_1		0.1427	0.3409	0.0898	0.1652	0.3459	0.1047	0.3071	0.3448	0.3846
M_2		0.5060	0.2993	0.4551	0.5027	0.1033	0.2182	0.1823	0.2014	0.2459
M_3		0.2740	0.2414	0.2441	0.0838	0.3459	0.3629	0.3596	0.3217	0.2156
M_4		0.0773	0.1184	0.2109	0.1624	0.2049	0.3180	0.1491	0.1321	0.1539

s		s_{10}	s_{11}	s_{12}	s_{13}	s_{14}	s_{15}	s_{16}	s_{17}	w
M		0.0075	0.0126	0.0423	0.0232	0.0769	0.0126	0.0230	0.0418	
M_1		0.3060	0.4446	0.4155	0.3870	0.2740	0.2408	0.2105	0.2099	0.2393
M_2		0.3773	0.2850	0.3297	0.2686	0.1427	0.3372	0.1920	0.1818	0.3115
M_3		0.2184	0.1514	0.1590	0.1507	0.0773	0.2023	0.2831	0.2792	0.2519
M_4		0.0982	0.1163	0.0958	0.1937	0.5061	0.2191	0.3143	0.3290	0.1943

$$cl = 0.0068 \quad RI = 1.9001 \quad cR = 0.0035 < 0.1$$

综合上述计算结果,总体层次排列如表 2 所示。

经上述计算结果表明,总排序矩阵的特征向量为 $w = [0.2393, 0.3115, 0.2519, 0.1943]^T$, 总排序的一致性检验为 $cR = 0.0035 < 0.1$, 评价结果可靠。第二厂家环境综合质量最差,应提醒注意,或限期整治;第四厂家情况较好些;第三、二厂家,分别列第二、三位。

五、结论

本文在层次分析方法的基础上,提出直接-间接给出判断矩阵的二步层次分析法,并将其应用于环境质量评价之中。通过建立评价对象的结构分析模型,将各种因素,特别是较抽象的因素有机地联系起来,预以定性及定量的考虑,比较全面、系统、客观地

反映出评价对象的环境质量状况。与其它评价方法相比,可以说是一种比较简便、灵活、适用的分析决策方法。如运用电子计算机处理数据,将更为准确、迅速地获得评价结果。

本文是在北京大学经济系张友仁教授热心指导下完成的,特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 赵焕臣等,层次分析法——一种简易的新决策方法, 30—43 页,科学出版社,1986 年。
- [2] 左军,系统工程,6(6),56—62(1988)。
- [3] 井文涌、李继盛,中国环境科学,7(5),21—25 (1987)。
- [4] 张松滨,吉林化工学院学报,5(2),22—26(1988)。

(收稿日期:1989 年 2 月 10 日)

石棉通过磷化作用而使毒性降低,许多专用设备能极有效地防止石棉纤维外逸。据瑞士专利文献所报道,在石棉从设备逸出过程中喷一种粘合剂溶液可防止石棉扩散。另外改进石棉在制品中的紧固效果,一些脆性石棉制品已经停止使用,取而代之的是封闭式石棉制品。所有这些都能最大限度地减少石棉纤维和粉尘的污染,满足工业卫生和环保法规的要求,保证石棉及其制品的安全生产和应用。许多国家都在颁布的法规中限制了空气中粉尘的含量,比利时、加拿大、芬兰、法国、印度、日本、荷兰、新加坡、南非、西班牙、美国等多数国家将温石棉纤维的标准浓度规定为 2 根/cm³,欧洲经济共同体、爱尔兰、以色列、意大利、新西兰、瑞士等规定为 1 根/cm³,有的国家甚至规定为 0.5 根/cm³ (如丹麦、瑞典、英国),蓝石棉一般控制在 0.2—0.5 根/cm³ 以下或禁用。近年来国际石棉协会通过对 103 个国家 323 个企业及近千万名工人进行了现场动态(工人)

与静态(部位)的综合考察表明,石棉的危害完全可以控制。

另一方面,发达国家对石棉代用品的开发和应用已有十多年了,但在质量的可靠性和综合性能上不理想,或其生产能耗、成本、价格很高,或制造工艺和技术上较复杂,故目前世界上尚未发现能取代石棉全部用途的较完美的代用品,况且一些代用材料本身也对人体健康有危害。因此石棉代用材料在今后一、二十年内不可能大规模代替石棉,石棉仍然是天赋的价廉质优的无可比拟的天然矿物纤维。随着对石棉危害的认识程度的提高、环保措施的加强、石棉应用领域的扩大,今后石棉的生产和销售都将逐步增加,特别是新近发展中国家和工业化中的国家因建设的需要而对石棉(主要是石棉水泥制品)需求量的不断上升,石棉的应用前景仍然是光明而广阔的。

(参考文献从略)

(continued from inside back cover)

Relation between Net Increment of Sludge and Its Composite Coefficient and Oxidation Rate

Li Congming (The Wastewater Treatment Station, Sichuan Vinylon Works, Chongqing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

The paper presents net increment of sludge ΔS with a , b and their mode of calculation. The empirical linear formulae of vinylon wastewater ΔS has been established, and the limitations in application discussed. In many related references, a , b are considered as invariable values with different water quality, but the author describes them not so invariable, and stresses the relation between a , b and primary factors of biochemical conditions.

The Two-Step Analytical Hierarchy Process and Environmental Qualitative Evaluation for A Chemical Factory.

Zhang Songbin (Jilin Institute of Chemical Engineering, Jilin City): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

A two-step Analytical Hierarchy Process (AHP), direct-indirect judged matrix, is given in this paper. By this process, integral evaluation of environmental quality for a chemical factory has been applied, and the model of qualitative evaluation has been established. The features of AHP are simple in judgement, higher in unanimous degree, good at distinguishability, higher reliability of decisive result and utilization of analytical numbers, and little influence of subjective guess by decision-makers. Through analysing cases, its results are conformable to practical situation fairly.