

文章编号: 0529-6579 (2000) 03-0128-03

共原点灰色聚类法与等斜率灰色聚类法的比较^{*}

黄 澜¹, 刘 强¹, 张迈生², 余汉城²

(1. 海南师范学院热带生物资源研究所, 海南 海口 571158;

(2. 中山大学化学与化学工程学院, 广东 广州 510275)

摘 要: 将等斜率灰色聚类法与共原点灰色聚类法应用于水环境评价, 通过南渡江评价实例计算、比较, 讨论了两法在权重处理过程的异同, 并认为共原点灰色聚类法比等斜率灰色聚类法更合理.

关键词: 水环境评价; 共原点灰色聚类法; 等斜率灰色聚类法; 加权; 比较

中图分类号: X824 **文献标识码:** A

1 等斜率灰色聚类法

等斜率灰色聚类法^[1] (简称等斜率法), 以等斜率方式构造白化函数, 拓展了各类白化函数的污染范围, 并引入修正系数概念, 使污染级别分级值对相邻两级别具有相同的亲疏关系, 避免误判.

(1) 为了区分污染程度的大小, 须将各污染物划分为几个等级, 然后在此基础上建立白化函数.

(2) 构造白化函数. 灰色聚类是将各测点对不同污染物所拥有的白化数(监测值), 用特定的数学模式按几个灰类(水质类别)进行归纳, 求出各监测点水质所属的类别. 各测点的水质对某一水质类别的隶属程度, 用白化函数来表征, 白化函数的阈值按下式确定

$$\lambda_{ij} = \begin{cases} 0 & j = 1 \\ [s_{ij} + s_{i(j-1)}] / 2 & j = 2, 3, \dots, h-1 \\ 2s_{i(j-1)} - \lambda_{i(j-1)} & j = h \end{cases}$$

其中, s 为第 i 个污染物第 j 水质类别的标准值 ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, h$); λ_{ij} 为第 i 个污染物第 j 水质类别白化函数的阈值; n 为污染物种类数; h 为污染级别数, 各类白化函数的表达式为

$$f_{ij}(x) = \begin{cases} -(x - \lambda_h) / \lambda_h & x \in [0, \lambda_h) \\ 0 & x \geq \lambda_h \end{cases} \quad j = 1$$
$$f_{ij}(x) = \begin{cases} (x - \lambda_j) / \lambda_h + 1 & x \in [0, \lambda_j) \\ -(x - \lambda_j) / \lambda_h + 1 & x \in [\lambda_j, \lambda_h + \lambda_j) \\ 0 & x \geq \lambda_h + \lambda_j \end{cases} \quad j = 2, 3, \dots, h-1$$

^{*} 基金项目: 海南省自然科学基金资助项目

收稿日期: 2000-04-15; 作者简介: 黄 澜 (1954~), 女, 高级实验师.

$$f_{ij}(x) = \begin{cases} (x - \lambda_h) / \lambda_h + 1 & x \in [0, \lambda_h) \\ 1 & x \geq \lambda_h \end{cases} \quad j = h$$

式中, $f_{ij}(x)$ 为第 i 个污染物对应于第 j 水质类别的白化函数; x 为污染物的监测值, λ_h 为相应类别的阈值。

$$(3) \text{ 修正系数 } C_{ij} = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ (\lambda_h - s_{ij}) / [\lambda_h - (\lambda_{ij} - s_{i(j-1)})] & j = 2, 3, \dots, h \end{cases}$$

表明, 各污染级别以级别 1 为基准进行修正。

$$(4) \text{ 聚类系数 } \eta_{kj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ij} f_{ij}(x_{ki}) \quad i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m$$

式中, x_{ki} 为第 i 个污染物相应于各聚类对象的监测值; m 为聚类对象数。 η_{kj} 为最大时所对应的级别即为该测点的水质类别。

2 共原点灰色聚类法^[2]

共原点灰色聚类法(简称共原点法)以共原点的方式确定功效函数。当污染因子与相应的评价等级确定后, 以各评价等级标准值为中心, 向两侧进行模糊扩展, 以此最后区别各聚类元素在其聚类指标下所属污染类别。

(1) 确定功效函数 $Y_{ij}(x)$

$$Y_{ij}(x) = \begin{cases} 1 & x \in [0, \lambda_{ij}) \\ \alpha_{ij}(2\lambda_{ij} - x) & x \in [\lambda_{ij}, 2\lambda_{ij}) \\ 0 & x \geq 2\lambda_{ij} \end{cases} \quad j = 1$$

$$Y_{ij}(x) = \begin{cases} \alpha_{ij}x & x \in [0, \lambda_{ij}) \\ \alpha_{ij}(2\lambda_{ij} - x) & x \in [\lambda_{ij}, 2\lambda_{ij}) \\ 0 & x \geq 2\lambda_{ij} \end{cases} \quad j = 2, 3, \dots, h-1$$

$$Y_{ij}(x) = \begin{cases} \alpha_{ij}x & x \in [0, \lambda_{ij}) \\ 1 & x \geq \lambda_{ij} \end{cases} \quad j = h$$

式中, j 为评价等级; h 为污染物种类; x 为污染物监测值; λ_{ij} 为第 i 种污染物种第 j 级污染级别的标准值; α_{ij} 为斜率, 由点 $(0, 0)$ 及点 $(\lambda_{ij}, 1.0)$ 确定。

$$(2) \text{ 权系数 } W_{ij} = \left[\lambda_{ij} \sum_{i=1}^n (\lambda_{ij})^{-1} \right]^{-1}$$

$$(3) \text{ 聚类系数 } \eta_{kj} = \sum_{i=1}^n W_{ij} Y_{ij}(x_{ki})$$

式中, x_{ki} 为第 i 个污染物相应于各聚类对象的监测值; $i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m$ 。

(4) 构造聚类向量 $\eta_k = \{\eta_{k1}, \eta_{k2}, \dots, \eta_{km}\}$, 对应于 $\max\{\eta_{km}\}$ 的级别即为该测点的水质类别。

3 共原点法与等斜率法的比较

以 1994 年南渡江^[3] (表 1) 水质为例, 以地面水环境质量标准 GB3838-88 为评价标准, 分别用 2 种方法进行评价, 结果见表 2。由表 2 等斜率法可知: $\eta_{p41} > \eta_{p21} > \eta_{p31} > \eta_{p51} > \eta_{p11}$, 由共原点法可知: $\eta_{p41} > \eta_{p21} > \eta_{p51}$, $\eta_{p31} > \eta_{p11}$, 可见, 对于 p_4 , p_2 , p_1 测点, 2 种评价方法所得结论完全相同, 而对于 p_5 和 p_3 测点的评价却不同。原因是 2 种方法确定各污染物权重的方法不同。在 2 法中, 权重均隐含分级标准中。等斜率法认为, 只要保证相邻级别在分界处函数值相同, 就可以较好地解决权重问题, 用修正系数来表征权重。当各

表 1 1994 年南渡江枯水期水样污染物浓度

Tab 1 The condensation of the pollutants in the sampling water of Nanduijiang River in dry season in 1994 mg/L

测点	高锰酸盐指数	硝酸盐氮	亚硝酸盐氮	氨氮	总磷	石油类
p ₁	4.28	0.037	0.007	0.263	0.038	0.25
p ₂	2.72	0.050	0.035	0.170	0.043	—
p ₃	2.93	0.051	0.012	0.250	0.028	—
p ₄	2.62	0.372	0.015	0.187	0.040	0.025
p ₅	2.92	0.540	0.020	0.246	0.040	0.028

表 2 各测点相应于不同水质类别的聚类系数（ η_{kj} ）和聚类结果

Tab 2 The η_{kj} and clustering results corresponding to the class of water quality of every sampling point

测点	等斜率法						共原点法					
	1级	2级	3级	4级	5级	聚类结果	1级	2级	3级	4级	5级	聚类结果
p ₁	0.829	0.761	0.658	0.524	0.164	1级	0.273	0.148	0.129	0.140	0.127	1级
p ₂	0.871	0.774	0.621	0.488	0.128	1级	0.781	0.211	0.166	0.144	0.138	1级
p ₃	0.868	0.774	0.623	0.487	0.127	1级	0.564	0.134	0.107	0.170	0.097	1级
p ₄	0.873	0.771	0.619	0.484	0.124	1级	0.782	0.160	0.136	0.136	0.128	1级
p ₅	0.852	0.788	0.626	0.502	0.142	1级	0.768	0.188	0.147	0.143	0.132	1级

测点的实测浓度都在级别标准范围内较有规律地变化，各污染物的标准值之间差异不太大时，可用该法评价。但若污染物分布的离散度太大，各标准值之间差别也太大时，该法就可能出现某些偏差。共原点法给出的权重定义是：污染物各分级标准值越小，该污染物的危害越大，则所赋权重越大，反之亦然。于是在实例中，减弱了硝酸盐氮、高锰酸盐污染物的权重，突出了氨氮、磷、亚硝酸盐氮对权重的影响，而磷、石油类在各测点的浓度变化不大，实际上是突出了氨氮、磷、亚硝酸盐氮的影响，而亚硝酸盐氮的实测值大大小于标准值，影响又进一步减弱，最后便突出了氨氮在评价中的重要作用，而氨氮在 p₅ 测点的实测值小于 p₃ 测点，故共原点法的评价为 p₅ 测点水质优于 p₃ 测点应更合乎实际。

参考文献：

[1] 张松滨. 环境质量评价中的共原点灰色聚类法[J]. 化工环保, 1994, 14(5): 305 ~ 308.
[2] 丁进宝. 等斜率灰色聚类法与化工区土壤环境质量评价[J]. 化工环保, 1993, 13(1): 45 ~ 46.
[3] 黄澜. 海南岛南渡江海口水域水质评价[J]. 化工环保, 1998, 18(3): 164 ~ 168.

The Comparison of Isogradient Obscure Clutering Method and Isogeny Point Obscure Clustering Method

HUANG Lan^{*}, LIU Qiang, ZHANG Mai-sheng, YU Han-cheng

Abstract: we compared isogradient obscure clustering method and isogenyv point obscure clustering method in the water environmental quality assessment of Nanduijiang River the authors discuss the difference between the methods and point out that the isogeny point obscure clustering method is more practicable than isogradient obscure clustering method in handling weighting.
Keywords: water environmental quality assessment; isogradient obscure clustering method; isogenyv point obscure clustering method; weighting; compared

^{*} Institute of Tropical Biotic Resources, Hainan Teachers University, Haikou 571158, China.
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>