

灰色系统理论在水土流失因素分析中的应用

倪 焱

(浙江省林业勘察设计院)

一、引言

水土流失是人们要面临的四大挑战之一。它不但使大量的肥沃表土白白流失,破坏了自然资源,而且淤积水库,阻塞航道,给人们的生活造成了极大的影响。同时水土流失又属于大中尺度的地域环境的自然规律,人们影响和定向改造它的难度极大,而且投资又相当之大,以致人们在现阶段要想完全控制水土流失,几乎就成为不可能。因为人们不能取消自然规律,只能因势利导,定向加以利用;或者通过小尺度地域环境的改造去影响它。所以我们为了分析主要矛盾,抓住主要因素,认识各种因素与水土流失之间的关系,就有必要对影响水土流失因素进行因素的关联序分析,以便抓住主导因素,通过小尺度地域环境的改造来减少或减缓水土流失。

客观世界是物质的世界,也是信息的世界。对于影响水土流失的各项因素来说,其一部分因素和参数是已知的,而另一部分因素和参数则是未知的,且各因素中哪一个因素是主要的又是非确知的。所以对于影响水土流失的因素系统来说,实际上是一个灰色系统。因而灰色系统理论就为解决水土流失的因素分析提供了可能。本文用关联度分析法用于水土流失的因素分析,分析影响水土流失的主要因素。

二、确定因素的时间序列

为了对影响水土流失的因素进行分析,我们首先必须确定因素的时间序列。若我们对年悬移质输砂量(万吨)的时间序列记为 $x_0(t)$,并考虑有几个影响因素的时间序列记为 $x_i(t)$,则令:

采矿区的计划中,保证水土保持措施的实施。

3、建立相应的机构。由采矿、农业、林业、水土保持、环境保护等部门联合组成专门的机构,审查矿业开采计划,确定垦复方案,督促水土保持措施的实施,确保环境污染的控制,负责召集有关的学术会议。

4、制定有关政策法规。颁布“采矿法”,制定矿用土地垦复法、矿山水土保持条例等,从法律上保证采矿破坏土地的恢复和水土保持,同时也约束矿山开采对土地资源的破坏。

5、加强矿区改造利用和搞好水土保持的宣传教育。通过宣传教育,充分认识采矿工业破坏土地资源的严重性,认识矿区土地改造利用和开展水土保持、环境保护的重要性,使各级领导重视恢复和再利用被采矿破坏的土地。彻底改变过去矿山开采只管征用土地开采,不管垦复和水土保持的错误倾向。

$$x_0(t) = \{x_0(71), x_0(72), \dots, x_0(t), \dots, x_0(N)\}$$

$$x_i(t) = \{x_i(71), x_i(72), \dots, x_i(t), \dots, x_i(N)\}$$

这里：0——代表年悬移质输砂量（万吨）；

$x_0(t)$ ——代表年悬移质输砂量的时间序列；

t ——表示 x_0 与 x_i 比较其关联性的采样点，

$t = (71, 72, \dots, N)$ ； $N = 83$ ；

i ——代表（1, 2, 3）；1代表年降水量（1,000mm）；2代表年径流量（亿 m^3 ），

3代表年平均含砂量（ $\frac{g/m^3}{100}$ ）；

$x_i(t)$ ——代表 i 的时间序列； $i \in (1, 2, 3)$ 。

则我们应用浙江省安吉县的浑泥港流域的水文要素连年统计数见表1，并绘成时间序列图见

图1。

表1 浑泥港流域水文要素统计表

年 份	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
$X_0(t)$	1.37	0.86	2.23	1.10	2.30	1.52	3.51	0.63	0.66	3.77	3.91	1.94	6.10
$X_1(t)$	1.180	1.048	1.545	1.301	1.488	1.129	1.621	0.76	1.006	1.546	1.566	1.216	1.785
$X_2(t)$	1.58	0.86	2.43	1.16	2.25	1.14	2.46	0.51	0.50	2.46	2.39	1.33	3.26
$X_3(t)$	0.87	1.00	0.92	0.95	1.02	1.33	1.42	1.18	1.32	1.53	1.63	1.47	1.88

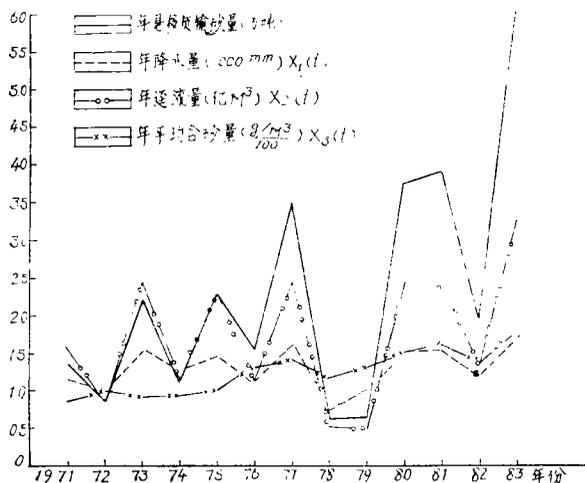


图1 浑泥港流域的水文要素时间序列图

三、计算关联度

为了计算关联度，首先必须计算关联系数，记 $x_i(t)$ 对 $x_0(t)$ 的关联系数为 $\xi_{0i}(t)$ ，并记同一时刻 $t(t \in 71, 72, \dots, 83)$ 时的 $x_0(t)$ 与 $x_i(t)$ 的绝对差值为 $\Delta_{0i}(t)$ ：

$$|x_0(t) - x_i(t)| = \Delta_{0i}(t)$$

$$t \in \{71, 72, \dots, 83\}; i = 1, 2, 3,$$

记各时刻 $t \in \{71, 72, \dots, 83\}$ 的最小绝对差为:

$$\Delta_{\min} = \min_i \min_t |x_0(t) - x_i(t)|$$

各时刻 $t \in \{71, 72, \dots, 83\}$ 的最大绝对差为:

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_t |x_0(t) - x_i(t)|$$

则定义关联系数 $\xi_{0i}(t)$ 为:

$$\xi_{0i}(t) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(t) + \zeta \Delta_{\max}} \quad t \in \{71, 72, \dots, 83\}$$

$$i \in \{1, 2, 3\}$$

这里 ζ 称为分辨系数, ζ 越小, 分辨率越高, ζ 的存在体现了人们对最大差的重视程度。令:

$$\zeta = 0.5, \quad \Delta_{\min} = 0,$$

则关联系数 $\xi_{0i}(t)$ 数为:

$$\xi_{0i}(t) = \frac{0.5 \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(t) + 0.5 \Delta_{\max}}$$

通过具体数据的计算, 得到 $\Delta_{\max} = 4.46$ 。所以计算关联系数序列 $\xi_{0i}(t)$, $t \in \{71, 72, \dots, 83\}$, $i \in \{1, 2, 3\}$ 为:

$$\xi_{0i}(t) = \frac{2.23}{\Delta_{0i}(t) + 2.23}$$

由此得到各因素的关联系数序列如下:

$$\xi_{01}(t) = \{0.925, 0.909, 0.765, 0.917, 0.733, 0.845, 0.541, 0.941, 0.866, 0.501, 0.488, 0.755, 0.341\};$$

$$\xi_{02}(t) = \{0.914, 1, 0.957, 0.974, 0.978, 0.854, 0.680, 0.961, 0.933, 0.630, 0.595, 0.785, 0.440\};$$

$$\xi_{03}(t) = \{0.816, 0.941, 0.630, 0.937, 0.635, 0.921, 0.516, 0.802, 0.772, 0.499, 0.494, 0.826, 0.346\}。$$

记各因素的关联度为 r_{0i} , 则定义关联度 r_{0i} 为:

$$r_{0i} = \frac{1}{N-70} \sum_{t=71}^N \xi_{0i}(t) \quad t = (71, 72, \dots, N);$$

$$N = 83; i = 1, 2, 3。$$

由此得各因素的关联度 r_{0i} 分别为:

$$r_{01} = 0.733; r_{02} = 0.823; r_{03} = 0.703。$$

四、关联极性的判断

关联有正关联和负关联, 关联极性与关联度是独立的, 作关联极性的判断, 记:

$$\sigma_i = \sum_{t=71}^N x_i(t)t - \frac{\sum_{t=71}^N x_i(t)}{N-70} \frac{\sum_{t=71}^N t}{N-70} \quad (N=83)$$

$$\sigma_t = \frac{\sum_{t=71}^N t^2 - \left(\sum_{t=71}^N t \right)^2}{N-70}$$

则记符号 a 为 $\text{sgn}a$, 于是记:

$$\begin{aligned} \text{sgn}a &= +1 & a > 0; \\ \text{sgn}a &= -1 & a < 0; \\ \text{sgn}a &= 0 & a = 0. \end{aligned}$$

则 $x_0(t)$ 与 $x_i(t)$ 的关联极性可按下述准则判断:

$$(1) \quad \text{sgn}\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_t}\right) = \text{sgn}\left(\frac{\sigma_i}{\sigma_t}\right) \quad \text{为正关联};$$

$$(2) \quad \text{sgn}\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_t}\right) = -\text{sgn}\left(\frac{\sigma_i}{\sigma_t}\right) \quad \text{为负关联}.$$

由此, 我们得到 $i \in \{1, 2, 3\}$ 时的关联性的判断分别为:

$$\text{sgn}\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_t}\right) = \text{sgn}\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_t}\right) = +1 \quad \text{为正关联};$$

$$\text{sgn}\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_t}\right) = \text{sgn}\left(\frac{\sigma_2}{\sigma_t}\right) = +1 \quad \text{为正关联};$$

$$\text{sgn}\left(\frac{\sigma_0}{\sigma_t}\right) = \text{sgn}\left(\frac{\sigma_3}{\sigma_t}\right) = +1 \quad \text{为正关联}.$$

五、结果分析

通过影响水土流失各因素的关联分析的结果表明, $r_{02} > r_{01} > r_{03}$, 说明影响水土流失的年径流量(亿 m^3)是主要的因素, 它为我们减少水土流失提供了科学依据和解决途径。我们可以通过封山育林, 植树造林, 营造水源涵养林和薪炭林, 发展水利事业, 建设水利工程等来减少径流量, 从而达到减少水土流失的目的。

通过关联极性的判断, 表明年径流量、年降水量以及年平均含砂量都与年悬移质输砂量成正关联。这表明大力发展林业事业, 建设水利工程等各项技术措施搞得越好越健全, 则年径流量就越能得到改善, 从而达到控制水土流失的目的。

(上接第72页)

用剥离山皮土作原料, 办起了砖厂, 安置待业人员130名, 年可处理弃土1万立方米。

2、结合农田基本建设, 打尾矿坝拦渣。除了对弃渣综合利用一部分外, 打尾矿坝填沟造地也是处理废渣弃土的一个好办法, 尽量把矿渣弃土就地吃掉, 避免乱堆乱放。有的地方在采矿附近沟道的适当位置, 先兴建大库容、高标准的拦存矿渣弃土大坝, 不一定设溢洪道, 要有放水涵洞排除清水, 使泥沙矿渣不出沟, 到一定时间有淤泥盖后就可利用。如渭北有一个煤矿用煤矸石将一少了弃渣条支沟填平后, 在上面修建了工人俱乐部及职工宿舍楼, 既不征用土地, 又减为害。目前, 又正在填另一条沟; 陕西洛华公路在修建过程中, 采用路堤结合的办法, 不仅少占耕地8.7公顷, 而且还田85公顷, 围滩造田33公顷, 并使沿路居民免除了长期以来的洪水威胁。

(下转第88页)