

浙江省土壤侵蚀等级划分模糊综合 评判模型的初步探讨

姚水萍¹, 任 佶²

(1. 浙江省水利河口研究院 水资源所, 浙江 杭州 310020; 2. 浙江省水利水电勘测设计院 环评分院, 浙江 杭州 310009)

摘 要: 土壤侵蚀等级的确定是城市水土保持规划中的重要问题。将模糊评判处理方法引入浙江省土壤侵蚀强度等级的确定。通过对各评价指标的分析, 以及评判结果的量化, 提出了一个具有可操作性的综合评判模型, 可用于编制水土保持规划中确定土壤侵蚀等级。

关键词: 浙江省; 土壤侵蚀; 分级标准; 隶属度

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)06-0032-03

中图分类号: S157.1

Model of Comprehensive Evaluation on Classification of Soil Erosion in Zhejiang Province

YAO Shui-ping¹, REN Ji²

(1. Zhejiang Institute of Hydraulics & Estuary, Hangzhou 310020, Zhejiang Province, China;

2. Zhejiang Water Conservancy and Electricity Design and Reconnaissance office, Hangzhou 310009, Zhejiang Province, China)

Abstract: Soil erosion is an important topic in the planning of soil and water conservation in the urban area. On the basis of the references, the authors introduced the approach of blurry evaluation into the classification of soil erosion in the urban area. An operable evaluation model was constructed through the analyses of various evaluating indexes, which can be regard as a means of determining soil erosion degree in the planning of soil and water conservation in the urban area.

Keywords: Zhejiang Province; soil erosion; classification criterion; subjection degree

浙江省地区, 特别是山地, 土壤侵蚀的外力以流水为主, 侵蚀程度与年降水量关系密切^[1]。随着社会的迅速发展, 城市规模迅速扩大, 大范围、大规模的土地开发, 频繁的人类活动, 无可避免地会扰动土壤, 破坏原有地表土层结构, 降低土壤原有抗蚀能力, 造成大量的水土流失。因此, 水土保持规划也日益重要起来。为防止水土流失, 编制水土保持规划, 首先应确定土壤侵蚀等级。然而, 浙江省内各地区关于此方面的实测及调查资料甚缺, 本文提出一个适用于浙江省的确定土壤侵蚀强度等级的模糊评判模型。

蚀模数资料, 根据浙江省实际情况, 可运用有关侵蚀方式的指标进行分析, 各侵蚀强度分级指标见表 2。

表 1 浙江省土壤侵蚀强度分级标准

级别	平均侵蚀模数/ ($t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$)	平均流失厚度/ ($mm \cdot a^{-1}$)	参考判别指标 (综合分值 F^*)
轻度	< 2500	< 1.9	< 1.5
中度	2500~ 5000	1.9~ 3.7	1.5~ 2.5
强度	5000~ 8000	3.7~ 5.9	2.5~ 3.5
极强度	8000~ 15000	5.9~ 11.1	3.5~ 4.5
剧烈	> 15000	> 11.1	> 4.5

1 土壤侵蚀等级划分问题

为建立综合评判模型, 首先根据中华人民共和国水利部发布的《土壤侵蚀分类分级标准(SL190-96)》确定土壤侵蚀强度的分级标准^[2](表 1)。其中, 参考判别指标列是为了模型计算判别所定分值, 在本文以下部分将作详细说明。土壤侵蚀强度分级, 必须以年平均侵蚀模数为判别标准, 若缺少实测及调查侵

2 土壤侵蚀强度综合评判模型

土壤侵蚀强度等级综合评判模型, 是根据侵蚀等级的划分指标和判别标准, 采用模糊评判的方法, 对有关评价因素进行模糊化处理, 然后通过模糊变换, 得出综合评定结果, 由综合评定结果的分值 F , 判定土壤侵蚀强度等级。

表 2 浙江省土壤侵蚀强度分级指标

评价指标 U	分级评分标准 V						栏号
	0	1	2	3	4	5	
植被覆盖率/ $\%$ ^[1]	> 65	50~ 65	35~ 50	20~ 35	5~ 20	< 5	1
地面坡度/ $(^\circ)$ ^[2]	< 5	5~ 8	8~ 15	15~ 25	25~ 35	> 35	2
沟谷占坡面积/ $\%$ ^[2]	< 5	5~ 10	10~ 25	25~ 35	35~ 50	> 50	3
崩塌面积占坡面面积比/ $\%$ ^[2]	< 5	5~ 10	10~ 15	15~ 20	20~ 30	> 30	4

2.1 模糊变换

设 2 个有限集合 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$; $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。 U 代表综合评判指标所组成的集合; V 代表对评价因素中所作的评语所组成的集合(见表 2)。模糊综合评判则表示模糊变换: $B = A \cdot R$, 这里 A 为 U 上的模糊子集, $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, $0 \leq a_i \leq 1$; a_i 为 u_i 对 A 的隶属度, 表示每个评价指标在总评价中所起的作用; B 为 V 上的模糊子集, $B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$, b_j 为 v_j 对综合评价所得模糊子集 B 的隶属度, 表示综合评判的结果。

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{pmatrix}$$

式中: r_{ij} 表示因素 u_i 的评价对等级 v_j 的隶属度, 其中 $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$, 为对第 i 个因素 u_i 的单因素评判结果^[3]。

根据国家土壤侵蚀强度等级划分标准, 引起土壤侵蚀原因的不同, 其评价因素也不同, 各种评判因素在评判时可分为 6 级(见表 2)。一般来说各评价指标在综合评定时均取等权平均, 即每个因素的评价能力基本相同, 即 $a_i = 1/n$, 其中, n 为评价指标的个数, $n = (2, 3, 4)$, 如某个地区, 若有所有评价指标, 则 $n = 4$ 。

2.2 评判矩阵 R 的推求与计算

相对于表 2 的评判因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 对应着评语集 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7\}$, 而评判矩阵(R)中 r_{ij} , 即为某单个因素 u_i 对应等级 v_j 的隶属函数, 其值的推求可根据实际情况, 对照分级标准来分析推求。一般来说, 为了使隶属函数能够在各级之间平稳过渡, 可进行以下的模糊化处理: 能用定量指标描述评价因素等级的, 对于 v_3, v_4 级(中间区域), 令其落在区间中点的隶属度为 1, 两侧边缘点的隶属度为 0.5, 中点向两侧按线性递减处理; 对于 v_1, v_6 级(两侧区间), 令距离临界值远, 属两侧区间的隶属度越大。为了便于计算, 令评价因素在 v_1 和 v_2 等

级上的临界值为 k_1 , 在 v_2 和 v_3 等级上的临界值为 k_3 , 在 v_3 和 v_4 等级上的临界值为 k_5 , 在 v_4 和 v_5 等级上的临界值为 k_7 , 在 v_5 和 v_6 等级上的临界值为 k_9 , 各等级区间的重点分别为 k_2, k_4, k_6, k_8 , 且 $k_i = 1/2(k_{i-1} + k_{i+1})$, 其中, $i = 2, 4, 6, 8$ 。对于数值越大侵蚀等级越低的评价指标如植被覆盖率, 评价等级的隶属函数可按下式计算:

其它评价指标的隶属度函数可由此类推。

$$r_{11}(u_i) = \begin{cases} 0.5(1 + \frac{u_i - k_1}{u_i - k_2}) & u_i > k_1 \\ 0.5(1 - \frac{k_1 - u_i}{k_1 - k_2}) & k_2 < u_i \leq k_1 \\ 0 & u_i \leq k_2 \end{cases}$$

$$r_{12}(u_i) = \begin{cases} 0.5(1 - \frac{u_i - k_1}{u_i - k_2}) & u_i > k_1 \\ 0.5(1 + \frac{k_1 - u_i}{k_1 - k_2}) & k_2 < u_i \leq k_1 \\ 0.5(1 + \frac{u_i - k_3}{k_2 - k_3}) & k_3 < u_i \leq k_2 \\ 0.5(1 - \frac{k_3 - u_i}{k_3 - k_4}) & k_4 < u_i \leq k_3 \\ 0 & u_i \leq k_4 \end{cases}$$

$$r_{13}(u_i) = \begin{cases} 0 & u_i > k_2 \\ 0.5(1 - \frac{k_2 - u_i}{k_2 - k_3}) & k_3 < u_i \leq k_2 \\ 0.5(1 + \frac{k_3 - u_i}{k_3 - k_4}) & k_4 < u_i \leq k_3 \\ 0.5(1 + \frac{u_i - k_5}{k_4 - k_5}) & k_5 < u_i \leq k_4 \\ 0.5(1 - \frac{k_5 - u_i}{k_5 - k_6}) & k_6 < u_i \leq k_5 \\ 0 & u_i \leq k_6 \end{cases}$$

$$r_{16}(u_i) = \begin{cases} 0 & u_i > k_8 \\ 0.5(1 - \frac{u_i - k_9}{k_8 - k_9}) & k_9 < u_i \leq k_8 \\ 0.5(1 + \frac{k_9 - u_i}{k_8 - u_i}) & u_i \leq k_9 \end{cases}$$

$$r_{15}(u_i) = \begin{cases} 0 & u_i > k_6 \\ 0.5(1 - \frac{k_6 - u_i}{k_7 - k_6}) & k_7 < u_i \leq k_6 \\ 0.5(1 + \frac{k_7 - u_i}{k_7 - k_8}) & k_8 < u_i \leq k_7 \\ 0.5(1 + \frac{u_i - k_9}{k_8 - k_9}) & k_9 < u_i \leq k_8 \\ 0.5(1 - \frac{k_9 - u_i}{k_8 - u_i}) & u_i \leq k_9 \\ 0 & u_i > k_4 \\ 0.5(1 - \frac{k_4 - u_i}{k_4 - k_5}) & k_5 < u_i \leq k_4 \\ 0.5(1 + \frac{k_5 - u_i}{k_5 - k_6}) & k_6 < u_i \leq k_5 \\ 0.5(1 + \frac{u_i - k_7}{k_6 - k_7}) & k_7 < u_i \leq k_6 \\ 0.5(1 - \frac{k_7 - u_i}{k_7 - k_8}) & k_8 < u_i \leq k_7 \\ 0 & u_i \leq k_8 \end{cases}$$

$$K = \begin{bmatrix} 65 & 57.5 & 50 & 42.5 & 35 & 27.5 & 20 & 12.5 & 5 \\ 5 & 6.5 & 8 & 11.5 & 15 & 20 & 25 & 30 & 35 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3 & 0.7 \\ 0 & 0 & 0 & 0.75 & 0.25 & 0 \end{bmatrix}$$

$$A = (0.5, 0.5)$$

由 $B = A \cdot R$ 可算出 B 值为 $(0, 0, 0, 0.375, 0.275, 0.35)$; 再由 $F = \sum F_j b_j / \sum b_j$ 可得综合分值为 3.975。参照表 1 的综合分值 F^* , 判定土壤侵蚀强度为极强级, 与实际调查结果一致。

表 3 杭州市滨江区某开发区评价因素及评价结果

植被覆盖率/%	地面坡度/(°)	综合评分	综合评判结果	实际调查结果
0	20	3.975	极强	极强

3 结语

(1) 对于浙江地区任意一块土壤侵蚀区, 只需掌握反映侵蚀特征的有关资料, 就可利用模型来判定其土壤侵蚀强度等级。

(2) 对于任何一个开发区, 项目实施过程中, 特别是土壤开挖、回填时, 肯定会发生水土流失, 为了采取相应的对策和措施, 在项目规划设计阶段, 就必须对其可能引发的水土流失情况进行预测。利用该模型可对其可能发生的土壤侵蚀强度进行预测, 并为估算可能的流失量提出依据。

(3) 本文模型在对隶属度的模糊化处理过程中, 将其简单地考虑为线性关系, 但是事实上, 有些可能比线性关系要复杂。另外, 认为每个评价因素具有相同的评价能力也可能欠妥。因此, 该模型还有待进一步的研究和完善。

[参 考 文 献]

[1] 朱连奇, 许叔明, 陈沛云. 山区土地利用/覆被变化对土壤侵蚀的影响[J]. 地理研究, 2003, 22(4): 433—438.
 [2] 中华人民共和国水利部. SL190—96, 土壤侵蚀分类分级标准[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.
 [3] 王志明. 关于城市化土壤侵蚀等级划分综合评判模型的探讨[J]. 水土保持研究, 1998, 5(2): 131—135.

2.3 综合评分和强度等级判定

为清楚地反映各因素对土壤侵蚀强度等级的定量描述, 可对各评价指标的评价结果用分值 F 表示, 即 v_1 评价等级对应分值 $F_1 = 0.01$, 理论上讲应该为 0, 但考虑到方便模糊变换中的具体计算, 可选用这个相对值较小的数 0.01; v_2 对应的 $F_2 = 1$; v_3 对应的 $F_3 = 2$; v_4 对应的 $F_4 = 3$; v_5 对应的 $F_5 = 4$; v_6 对应的 $F_6 = 5$ 。分值越高, 侵蚀强度越大, 等级也越高, 并由此确定各土壤侵蚀强度等级的分值范围见表 1 中参考判别指标列。综合评定时可按下式算出综合评判分值:

$$F = \sum_{j=1}^6 b_j \cdot F_j / \sum_{j=1}^6 b_j$$

由综合评判分值 F 同综合分值 F^* 比较, 即可判定土壤侵蚀强度等级。

2.4 综合评判模型应用举例

表 3 是杭州市滨江区某开发区施工期间的资料, 根据该资料可算出它的 K 值和 R 值矩阵分别为