

花岗岩坡地土壤侵蚀强度 分级参考指标探讨*

阮 伏 水

(福建水土保持试验站 福州 350003)

摘 要 根据实测资料建立了花岗岩坡地土壤侵蚀强度模型,并对土壤侵蚀强度分级标准进行了讨论,认为 $200\text{t}/\text{km}^2$ 为土壤允许侵蚀量较合适。在此基础上建立了土壤侵蚀强度分级参考指标系统,该指标是以侵蚀量为基础的,且各指标在野外获取容易,所以该土壤侵蚀强度分级参考指标可以在条件相似的广大南方花岗岩地区推广试用。

关键词 花岗岩 土壤侵蚀 土壤允许侵蚀量 土壤侵蚀强度分级

The Discussion on the Reference Index of Soil Erosion Intensity Class in Granite Slope

Ruan Fushui

(The Soil and Water Conservation Experimental Station Fuzhou 350003)

Abstract Based on the measured data obtained from Anxi, Changting and Nanan experimental stations, the model of soil erosion intensity has been established. The criteria of soil erosion intensity class were discussed in the paper and it is suggested that $200\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ can be adopted as a permissible soil erosion in granite area on the basis of the rate of soil forming. The reference index system of soil erosion intensity class has been set up in the light of the established model of soil erosion intensity. The proposed reference indexes of the classification could be adopted for soil erosion survey in granite areas of southern China because the above factors indexes could be gained easily in field.

Key words granite soil erosion permissible soil erosion amount soil erosion intensity class

土壤侵蚀强度系指地壳表层土壤在自然营力或人类活动作用下,单位面积在单位时间内被侵蚀的土壤量。其量度指标多采用土壤侵蚀模数,确定一区域土壤侵蚀强度,是土壤侵蚀调查和土地退化评价的基础,也是合理配置水土保持措施的理论依据,对区域水文条件的评价也有重要意义。目前我国制定的土壤侵蚀强度分级标准和分级参考指标多针对黄土高原而定,特别是分级参考指标可操作性不高,无法客观反映实际土壤侵蚀强度。花岗岩风化形成的风化壳

① 收稿日期:1996-06-02 * 本文为福建省自然科学基金课题的一部分(D93006)。

抗侵蚀特征与其成土过程与黄土也有较大差异,所以探讨花岗岩自然坡地土壤侵蚀强度及其分级参考指标不仅对坡地开发有现实指导意义,而且对进一步完善我国土壤侵蚀强度分级指标系统方面也有重要理论意义。

1 土壤侵蚀强度模型的建立

土壤侵蚀模数分级指标只有建立在取得实测或调查土壤流失量的基础上,才适用于划分等级。华南花岗岩地区土壤侵蚀实测资料有限,因此,必须通过典型区实测侵蚀量与相关因子的调查,建立可供常规或遥感手段使用的模型或参考指标,从而实现了对全区进行土壤侵蚀调查与制图。

表 1 福建省主要花岗岩侵蚀区自然坡地土壤侵蚀实测资料

样号	地点	侵蚀量 (t/km ²)	降雨量 (mm)	风化壳出 露层次	植被覆盖状况	坡地	测定时间	测定方法	侵蚀形式
1	安溪官桥	2860	1804.5	砂土层	裸地	21°	1985	径流小区	面蚀
2	安溪官桥	2780.4	1501.0	砂土层	裸地	21°	1986	径流小区	面蚀
3	安溪官桥	641.5	1804.5	砂土层	总覆盖度为 71.2%,其中 灌木盖度为 45%,杂草盖 度为 45% 总覆盖度为 90%,乔木盖 度为 85%,杂草和枯枝落 叶为 75%	22°	1985	径流小区	面蚀
4	安溪官桥	29.3	1295.4	砂土层		22°	1992	径流小区	面蚀
5	南安美林	2371	1442	砂土层	裸地	12°	1987.5~ 1987.12	径流小区	面蚀
6	南安美林	1289	1295.7	砂土层	裸地	12°	1988	径流小区	面蚀
7	南安美林	2134	1436.7	砂土层	裸地	12°	1992	径流小区	面蚀
8	龙海程溪	2326.6	1346	砂土层	裸地	10°	1989	径流小区	面蚀
9	长汀河田	7021	1309.6	砂土层	覆盖度为 5%“小老头” 马尾松	25°	1985	径流小区	浅沟蚀
10	长汀河田	5058	1309.6	砂土层	覆盖度为 5%“小老头” 马尾松	20°	1985	径流小区	浅沟蚀
11	长汀河田	4580	1119.8	砂土层	覆盖度为 5%“小老头” 马尾松	20°	1984.1~ 1984.7	径流小区	浅沟蚀
12	安溪官桥	5180	2767.9	红土层	裸地	19°	1992.2~ 1993.11	流失桩法	面蚀
13	安溪官桥	84556	2767.9	砂土层	裸地	21.5°	1992.2~ 1993.11	流失桩法	面蚀
14	安溪官桥	2409.5	2767.9	砂土层	总覆盖度为 53%,马尾松 盖度 26%,芒萁盖度 30% 总覆盖度为 61%,马尾松 盖度 16%,芒萁盖度 50%	20°	1992.2~ 1993.11	流失桩法	面蚀
15	安溪官桥	1248	2767.9	红土层		17°	1992.2~ 1993.11	流失桩法	面蚀
16	安溪官桥	12920	2767.9	砂土层	裸地	22°	1992.2~ 1993.11	流失桩法	浅沟蚀
17	南安美林	2086	1436.7	红土层	裸地	18°	1991.11~ 1992.12	流失桩法	面蚀
18	南安美林	4588	1436.7	砂土层	裸地	24°	1991.11~ 1992.12	流失桩法	面蚀
19	南安美林	1779.4	1436.7	砂土层	总覆盖度为 35%,其中马 尾松盖度为 18%,杂草盖 度 25% 总覆盖度为 42%,其中马 尾松盖度为 15%,杂草盖 度 32%	25°	1991.11~ 1992.12	流失桩法	面蚀
20	南安美林	10.99	1436.7	砂土层		14°	1991.11~ 1992.12	流失桩法	面蚀
21	南安美林	783	1436.7	砂土层	总覆盖度为 65%,马尾松 +杂草盖度 50%,芒萁和 杂草盖度 35%	15°	1991.11~ 1992.12	流失桩法	面蚀

选一实测坡地作为标准坡面,通过其他坡面各影响因子与标准坡面相比较以确定各因子对土壤侵蚀的影响趋势,并以此对标准坡面进行校正,就可求出不同坡面上的侵蚀量。根据近年在安溪、长汀和南安市设的流失桩实测资料和部分试验径流小区实测资料,整理结果见表1。根据表1,选择坡地条件相似的1、2和13号3个实测坡地为标准区,其平均年侵蚀模数为 $3\ 340\text{t}/\text{km}^2$ 。所以可把标准区定义为年侵蚀量 A 平均为 $3\ 340\text{t}/\text{km}^2$ (13号侵蚀量基本可看作为2年的侵蚀量和,因为12月和1月份侵蚀量很小),年降雨侵蚀力 R 平均为409.3(根据降雨量推算),坡度为 21° ,裸露土层为砂土层,土壤可蚀性 K 值为0.29,植被覆盖率为0,侵蚀形式为面蚀。根据以上思路,可以建立自然坡地土壤侵蚀模型:

$$A_i = 3340r_i \cdot S_i \cdot k_i \cdot p_i \cdot f_i \quad (1)$$

式中: A_i ——某一坡地年土壤侵蚀量(t/km^2); r_i ——降雨因子值; S_i ——坡度因子值; K_i ——土壤因子值; P_i ——植被因子值; f_i ——土壤侵蚀形式因子值。标准坡地 r_i 、 S_i 、 k_i 、 p_i 、 f_i 均取1.0。现就上述各因子取值问题进行讨论。

(1)降雨因子值 r_i 。在美国通用方程式(USLE) $A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$ 中, R 为降雨侵蚀力,其与侵蚀量 A 成线性关系。根据作者在安溪官桥的研究(以5个抛荒区1985~1987,1991~1993为例),年土壤侵蚀量 A 与降雨侵蚀力 R 之间的关系如下:

$$A = 31 \cdot R^{1.02} \quad (2)$$

这与美国通用方程式(USLE)研究结果相似,即 R 与侵蚀量 A 基本呈线性关系。所以 r_i 因子值可确定为:

$$r_i = R_i/409.3 \quad (3)$$

式中, R_i ——某一区域年降雨侵蚀力。

(2)坡度因子值 S_i 。根据大量研究,土壤侵蚀与坡度基本呈幂函数关系,坡度幂指数多为0.8~1.35,作者根据流失桩资料统计分析认为,自然坡地土壤侵蚀量与坡度 θ 之间存在如下关系^[1]:

$$A = a \cdot \sin^{0.85}\theta \quad (4)$$

式中: A ——侵蚀量; a ——系数。由此,可以得出坡度因子值 S_i 为:

$$S_i = (\sin\theta/\sin 21^\circ)^{0.85} = 2.392\sin^{0.85}\theta \quad (5)$$

式中: θ ——某一坡面坡度。

(3)土壤因子值 k_i 。目前有很多衡量土壤可蚀性的指标。在众多的可蚀性指标中,以Wischmerier的 K 值指标应用最广,因为该指标可以直接用来进行土壤侵蚀量的预测,是一个定量指标。实测 K 值需要大量的人力物力和长期的观测。Wischmerier于1971年根据土壤性质和实测到的土壤可蚀性因子 K 值,建立了 K 值与土壤性质之间的关系式:

$$100K = 2.1M^{1.4} \cdot 10^{-4} \cdot (12 - a) + 3.25(b - 2) + 2.5(c - 3) \quad (6)$$

式中: M ——粉砂(0.1~0.002mm)百分数与(100-粘土百分数)的乘积; a ——有机质百分数; b ——土壤结构级别; c ——土壤剖面渗透系数。该方程适用于粉砂含量不超过70%的土壤。由于方程中的 b 、 c 两个参数难确定,使该方程式的使用遇到一定困难。

Williams等人(1990)在EPIC(Erosion-Productivity Impact Calculation)模型中,把土壤可蚀性因子 K 的计算公式发展为^[2]:

$$K = \{0.2 + 0.3\exp[-0.025SAN(1 - SIL/100)]\} - \left(\frac{SIL}{CLA + SIL}\right)^{0.3}$$

$$(1.0 - \frac{0.25C}{c + \exp(3.72 - 2.95c)}) - [1.0 - \frac{0.7SN_1}{SN_1 + \exp(-5.51 + 22.9SN_1)}] \quad (7)$$

式中: SAN —— 砂粒含量%; SIL —— 粉砂含量%; CLA —— 粘粒含量%; C —— 有机碳含量%, $SN_1 = 1 - SAN/100$ 。

该式只需要土壤颗粒分析和有机碳资料就能求出土壤的 K 值。这里将采用该式进行 K 值估算,所以可确定土壤可蚀性因子值 k_i :

$$k_i = \frac{K}{0.29} \quad (8)$$

式中: K —— 某一土壤可蚀性值; 0.29 为标准区的 K 值, 根据对全省主要花岗岩发育土壤的土壤可蚀性 K 值计算, 结果显示: 表土层 K 值为 0.18~0.23; 红土层为 0.21~0.25; 砂土层为 0.25~0.35。

(4) 土壤侵蚀形式因子 f_i 。根据研究^[3~4], 坡地一旦出现小沟谷, 土壤侵蚀量将迅速增加, 一般为无浅沟坡地的 1.8~3 倍。据表 1 实测数据, 有浅沟发育的坡地, 土壤侵蚀量比无浅沟发育坡地增加 1.0 倍左右。所以, 可取浅沟发育坡面的 F_i 值为 2.0。这里把浅沟因素考虑在内是因为浅沟为沟谷发育初期, 沟身浅且宽, 所以可把其和面蚀同归为坡面侵蚀。

(5) 坡地植被因子 p_i 的确定。植被对土壤侵蚀的影响非常复杂, 由于本区有关自然坡地实测资料有限, 很难全面确定植被对土壤侵蚀量的影响趋势。就目前而言, 美国通用方程中, 确定的自然坡地植被因子参数较为详细^[5]。本文直接采用该参数表作为植被因子 p_i 因子值。由于表中裸露区的 P 取值为 0.45, 而我们确定的标准区 p_i 为 1.0, 所以必须把表中 P 乘以 2.22 即:

$$P_i = 2.22 \cdot P \quad (9)$$

根据表 1 实测资料, 对上述土壤侵蚀模型进行检验, 结果见表 2。

从表 2 可看出, 大部分估算值与实测值误差在 30% 以内, 说明上述所确定的模型各因子值基本可靠。为进一步验证建立的土壤侵蚀模型, 以赣南宁都县水土保持试验站径流小区实测数据进行分析, 该径流小区坡度 15°, 植被覆盖率为 10%, 砂土层出露, 年降雨量为 1500mm, 实测年土壤侵蚀量为 2264t/km²^[6]。根据小区状况, 利用上述导出的侵蚀模型, 推算的年土壤侵蚀量为 2492.5t/km², 这与实测值非常接近, 误差率仅 10.1%。说明, 上述所建立的土壤侵蚀模型可靠, 可以用于土壤侵蚀强度分级和土壤侵蚀量定量预测。

2 花岗岩自然坡面土壤侵蚀强度分级标准

花岗岩自然坡面土壤侵蚀强度分级标准的探讨, 必须讨论允许土壤侵蚀量问题。土壤允许侵蚀量是指在长时间内能保持土壤肥力和维持土地生产力稳定的最大土壤侵蚀强度, 在超过这一量值时, 土地生产力将开始遭受破坏而下降, 并需要采取水土保持措施进行治理。土壤允许侵蚀量是土壤侵蚀强度分级标准中划分非侵蚀区(无害侵蚀)与侵蚀区的判别标准。关于土壤侵蚀允许侵蚀量的确定, 国外许多学者主要从成土速度的角度出发, 并结合实际应用的可能而定, 我国在这方面的研究几乎是空白。作者利用有关华南地区花岗岩风化壳风化程度和河流中离子流量对这一问题进行了探讨^[7]。结果说明, 华南地区花岗岩成土速率为 150~200t/km²。成土速率是作为制定土壤允许侵蚀量的主要理论依据。根据土壤允许侵蚀量定义, 土壤表层侵蚀速率不应超过风化成土速率。美国确定的允许侵蚀量 T 值为 220~1120t/(km²·a),

我国 T 值确定为 $200, 500, 1\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})^{[8]}$, 根据上面分析, T 值取 $200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 适合于华南花岗岩地区。根据径流小区资料, 除了坡地开发初期 1~2 年外, 只要采取适当的水土保持措施, 坡地土壤侵蚀量均小于 $200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以下^[9], 所以 T 值取 $200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 在实际应用中也是可行的。

表 2 土壤侵蚀模型效果检验

样号	降雨因子	坡度因子	土壤因子	土壤侵蚀形式因子	植被因子	计算侵蚀量 A_1 (t/km^2)	实测侵蚀量 A_2 (t/km^2)	$\frac{A_1 - A_2}{A_2}$ (%)
1	$\frac{497.65}{409.3}$	1.0	$\frac{0.28}{0.29}$	1.0	1.0	3920.5	2860	37.1
2	$\frac{385.9}{409.3}$	1.0	$\frac{0.28}{0.29}$	1.0	1.0	3040.5	2780.4	9.4
3	$\frac{497.6}{409.3}$	$2.39(\sin 22^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.29}{0.29}$	1.0	0.1776	747.9	614.5	16.6
4	$\frac{332.1}{409.3}$	$2.39(\sin 22^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.26}{0.29}$	1.0	0.040	100.8	29.3	244.0
5	$\frac{367.7}{409.3}$	$2.39(\sin 12^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.33}{0.29}$	1.0	1.0	2150.7	2371	-9.3
6	$\frac{267.3}{409.3}$	$2.39(\sin 12^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.33}{0.29}$	1.0	1.0	1560.9	1289	21.2
7	$\frac{304.9}{409.3}$	$2.39(\sin 12^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.33}{0.29}$	1.0	1.0	1780.6	2134	-16.6
8	$\frac{350.9}{409.3}$	$2.39(\sin 10^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.34}{0.29}$	1.0	1.0	1811.8	2326.6	-22.1
9	$\frac{337.2}{409.3}$	$2.39(\sin 25^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.30}{0.29}$	2.0	1.0	6543.3	7021	-6.8
10	$\frac{337.2}{409.3}$	$2.39(\sin 20^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.30}{0.29}$	2.0	1.0	5441.8	5058	7.6
11	$\frac{269.7}{409.3}$	$2.39(\sin 20^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.30}{0.29}$	2.0	1.0	4336.0	4580	-5.3
12	$\frac{731.5}{409.3}$	$2.39(\sin 19^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.25}{0.29}$	1.0	1.0	4737.9	5180	-8.5
13	$\frac{731.5}{409.3}$	$2.39(\sin 21.5^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.30}{0.29}$	1.0	1.0	6287.8	8455.7	-25.6
14	$\frac{731.5}{409.3}$	$2.39(\sin 20^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.28}{0.29}$	1.0	0.40	2213.8	2409.5	-8.1
15	$\frac{731.5}{409.3}$	$2.39(\sin 17^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.24}{0.29}$	1.0	0.2440	1012.9	1248	-18.8
16	$\frac{731.5}{409.3}$	$2.39(\sin 22^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.29}{0.29}$	2.0	1.0	12384.6	12920.0	-4.1
17	$\frac{304.9}{409.3}$	$2.39(\sin 18^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.24}{0.29}$	1.0	1.0	1813.6	2086	-13.5
18	$\frac{304.9}{409.3}$	$2.39(\sin 24^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.35}{0.29}$	1.0	1.0	3340.9	4588	-27.2
19	$\frac{304.9}{409.3}$	$2.39(\sin 25^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.31}{0.29}$	1.0	0.422	1290.0	1779.4	-28.7
20	$\frac{304.9}{409.3}$	$2.39(\sin 14^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.33}{0.29}$	1.0	0.40	810.1	1099	-26.3
21	$\frac{304.9}{409.3}$	$2.39(\sin 15^\circ)^{0.85}$	$\frac{0.28}{0.29}$	1.0	0.311	566.0	783	27.3

在无切沟、崩岗沟发育的坡地, 土壤侵蚀强度一般较小, 多在 $10\ 000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以下, 我国

制定的土壤侵蚀强度分级标准见表 3。根据上面分析,以 $200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 为划分有无明显土壤侵蚀的标准,则 $200 \sim 2\,500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 为轻度侵蚀,其侵蚀量范围跨度大,如果按此标准分级,华南大部分侵蚀区归属轻度侵蚀,无法反映土壤侵蚀地区差异,对水土保持规划设计实用价值不大。华南多山地丘陵,土层较薄,如土壤侵蚀量超过 $2\,500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,即约每年侵蚀 2mm ,已属非常严重。为能与现有我国制定的土壤侵蚀强度分级标准相接轨,并能使制定的土壤侵蚀分级标准具有实用性,建议把原有轻度侵蚀 $200 \sim 2\,500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 划分为轻度侵蚀 $200 \sim 1\,000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 和中度侵蚀 $1\,000 \sim 2\,500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 二级,其他分级标准不变,但侵蚀强度级别向上升一级(见表 4)。

表 3 水力侵蚀强度分级标准

级别	侵蚀模数($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
无明显侵蚀	$<200,500,1000$
轻度侵蚀	$200,500,1000 \sim 2500$
中度侵蚀	$2500 \sim 5000$
强度侵蚀	$5000 \sim 8000$
极强度侵蚀	$8000 \sim 15000$
剧烈侵蚀	>15000

表 4 花岗岩自然坡面侵蚀强度分级标准

级别	侵蚀模数($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
无明显侵蚀	<200
轻度侵蚀	$200 \sim 1000$
中度侵蚀	$1000 \sim 2500$
强度侵蚀	$2500 \sim 5000$
极强度侵蚀	$5000 \sim 8000$
剧烈侵蚀	>8000

表 5 花岗岩自然坡地土壤侵蚀强度分级参考指标(不包括切沟、崩岗沟)

覆盖率	$<5^\circ$		$5 \sim 10^\circ$		$10 \sim 15^\circ$		$15 \sim 20^\circ$		$20 \sim 25^\circ$		$25 \sim 30^\circ$		$>30^\circ$		ki
<15	1	1	1	2	2	3	2	3	3	3	3	4	3	4	A
	1	1	2	3	2	3	2	3	3	3	3	4	3	4	B
	1	1	2	3	2	3	3	4	3	4	3	5	3	5	C
$15 \sim 25$	0	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	3	2	3	A
	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	3	B
	0	1	1	2	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	C
$25 \sim 35$	0	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	A
	0	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	B
	1	1	1	2	1	2	2	2	2	3	2	3	2	3	C
$35 \sim 45$	0	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	A
	0	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	B
	0	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	C
$45 \sim 55$	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	A
	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	B
	0	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	C
$55 \sim 65$	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	A
	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B
	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	C
$65 \sim 75$	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	A
	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B
	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C
$75 \sim 85$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	A
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	B
	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	C
>85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	C
Fi	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	

注:A——腐殖质层;B——红土层;C——砂土层;Fi——浅沟发育状况。

3 土壤侵蚀强度分级参考指标

根据上述分级标准,利用我们推导的土壤侵蚀模型,可以建立福建省花岗岩自然坡面(不包括切沟、崩岗沟)土壤侵蚀强度分级参考因子指标(见表 5)。由上述方法得到的土壤侵蚀量

是土壤侵蚀强度分级的基础。根据侵蚀量来定级是一个由定量到分级的过程,其能定量地估算出某一区域坡地土壤侵蚀量(不包括切沟和崩岗侵蚀)。这对河流和水库的泥沙运行预测有十分重要意义。我国目前制定的自然坡地面蚀分级指标主要参考植被覆盖度,其考虑因素较少,同时对植被没有详细分类指标,无法定量得出土壤侵蚀量,所以,其基本是先定出土壤侵蚀强度级别,然后再根据土壤侵蚀强度级别定出侵蚀量,是先定级后定量的过程。

表5中土壤侵蚀强度分级参考指标是以侵蚀量为基础的,是先计算侵蚀量而后根据分级标准进行定级,是一个从定量到定级的过程。根据表5,福建省花岗岩自然坡面(不包括切沟和崩岗沟)土壤侵蚀量基本在 $8\,000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以下,在没有浅沟发育的坡地,土壤侵蚀则多小于 $5\,000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,即不超过极强度侵蚀一级。当坡面地被物覆盖率达85%以上时,坡地侵蚀量基本小于 $200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,属于无明显侵蚀。由于上述土壤侵蚀参考指标是建立在实测基础上,且各指标在野外获取容易,所以该土壤侵蚀强度分级参考指标可以在条件相似的广大南方花岗岩地区推广使用。

确定区域自然坡地土壤侵蚀强度,尚需考虑坡地沟蚀强度问题,这里主要指崩岗沟和切沟。根据作者在安溪官桥的径流泥沙观测和调查,崩岗沟侵蚀产沙量多数集中在 $80\,000 \sim 150\,000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。沟蚀强度主要受集水坡面积、植被状况、沟壁临空面高、沟床植被和沟床纵剖面坡度等因素影响。集水面积大,植被覆盖率低,沟壁临空面高,沟床纵剖面坡度大,则崩岗沟产沙量大,否则产沙量就小。由于实测资料较少,尚无法建立沟蚀侵蚀强度参考指标,可以根据沟蚀实际情况,参考上述实测数据进行取值。沟蚀强度与面蚀强度相加,可得区域自然坡地土壤侵蚀强度。

4 结 语

根据大量实测资料,在研究影响土壤侵蚀各因子的基础上建立的花岗岩坡地土壤侵蚀强度模型 $A_i = 3340r_i \cdot s_i \cdot k_i \cdot p_i \cdot f_i$ 可以用于土壤侵蚀强度分级和土壤侵蚀量定量预测;对土壤侵蚀强度分级标准进行了讨论,认为在华南花岗岩地区, $200\text{t}/\text{km}^2$ 为土壤允许侵蚀量较合适;在此基础上建立了土壤侵蚀强度分级参考指标系统,该指标是以侵蚀量为基础的,且各指标在野外获取容易,所以该土壤侵蚀强度分级参考指标可以在条件相似的广大南方花岗岩地区推广试用。

致谢 研究过程中得到福建师大朱鹤健教授的悉心指导,数据观测得到安溪、南安和长汀等水土保持试验站的帮助,在此一并表示感谢。

参考文献

- 1 阮伏水. 福建花岗岩地区坡度和坡长对土壤侵蚀的影响. 福建师范大学学报, 11, (1)
- 2 吕玉玺等. 土壤可蚀性因子值的初步研究. 水土保持学报, 1992, 6(1)
- 3 陈永宗. 黄土高原现代侵蚀. 北京: 科学出版社, 1988, 152~155. 18
- 4 Mayer, L. D., Foster, G and Romkens. M., Source of Soil Eroded by water form Upland Slope, Present and Prospective Technology of Predicting Sediment Yield. Agri. Research Services Report ARS-S-40, 177~189
- 5 W. H. Wischmeier and D. D. Smith., Predicting Rainfall. Erosion Losses. A Guide To Conservation Planning Supersedes. Agri. Handbook. U. S. Department of Agri. Washinton. D. C. 1978, No. 537
- 6 杨艳生. 区域性土壤流失预测方程的初步研究. 土壤学报, 27, (1)
- 7 阮伏水. 福建花岗岩地区允许土壤侵蚀量的确定, 福建水土保持, 1995(2)
- 8 水利电力部农村水土保持司编. 水土保持技术规范(SD238~87). 中华人民共和国水利电力部标准, 1988
- 9 阮伏水. 福建花岗岩不同土地利用类型坡地水土流失特征. 地理研究, 14(2)