南方红壤侵蚀区典型流域土壤侵蚀危险性评价*

陈志强[1]　陈志彪[1]　陈丽慧[2]

（1 福建师范大学地理科学学院，　福州 350007）

（2 福建省漳州测绘设计研究院，　福建漳州 363000）

ASSESSMENT OF SOIL EROSION RISK IN WATERSHEDS TYPICAL OF ERODED RED SOIL REGION, SOUTH CHINA

Chen Zhiqiang[1] Chen Zhibiao[1] Chen Lihui[2]

(1 *College of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou* 350007, *China*)

(2 *Surveying and Mapping Institute of Zhangzhou, Zhangzhou, Fujian* 363000, *China*)

关键词　土壤侵蚀；危险性评价；3S；朱溪河小流域

中图分类号　S157.1　　**文献标识码**　A

土壤侵蚀危险性可对土壤侵蚀发生的可能性、程度和侵蚀发展进行估测评价[1]，对保护土壤资源、农业开发及经济建设具有预防预警的重大意义[2]。对此不少学者已开展了相关研究，取得了一定成果[3]。目前，土壤侵蚀危险性的评价方法主要有两种：土壤抗蚀年限法和土壤侵蚀因子权重评分法[4]。近十几年来，随着3S技术的应用，土壤侵蚀因子权重评分法的相关研究日益受到重视[4]。

我国南方红壤地区总面积203.5万km^2，占全国土地总面积的21%，水土流失面积达60余万km^2，是南方面积最大、垦殖指数最高、水土流失最为严重的区域[5]。建立适合于区域的土壤侵蚀危险性评价模型对土壤侵蚀危险性进行定量评价是土壤侵蚀防治的关键之一。因此，研究南方红壤侵蚀区的土壤侵蚀危险性评价模型，对于生态环境的恢复与重建具有重要的意义[6]。本研究以南方红壤侵蚀区的典型代表朱溪河小流域为研究对象，采用土壤侵蚀因子权重评分法，提出了土壤侵蚀危险性评价的可行性模型，揭示其空间分布特征，以期为类似区域在水土保持、生态恢复等方面提供借鉴。

1　研究区概况

朱溪河小流域位于 25°38′15″～25°42′55″N，116°23′30″～116°30′30″E，地处福建省长汀县河田镇东部，总面积为 4 496 hm^2。1995 年以来该流域先后被列为全国水土保持生态环境建设“十百千”

*国家自然科学基金项目（40871141，40571096）、福建省自然科学基金项目（2009J01211）资助
作者简介：陈志强（1978－），男，福建莆田人，博士，副教授，主要从事资源与环境、水土保持方面研究。E-mail：soiltuqiang061@163.com, Tel:13405956786
收稿日期：2009-12-24；收到修改稿日期：2010-0430

示范小流域和 30 条典型监测小流域之一。流域地貌以低山、丘陵为主；气候属中亚热带季风性湿润气候，多年平均气温 18.3℃，平均降水量 1 700～2 000 mm；土壤主要为红壤，抗蚀性极差，保水保肥能力较低；由于长期人为破坏，原始植被几乎全部为次生林所代替[7]。

2 研究方法

根据研究目的与内容，选择 26 名相关专家（项目组成员 4 名，同行专家 16 名，当地水保工作人员 6 名），通过专家打分法选取土壤侵蚀危险性评价因子，确定各评价因子的权重。经过三轮征询、归纳和修改，最终结果见表 1。

表 1 朱溪河小流域土壤侵蚀危险性评价因子分级标准

评价指标	权重	不危险	轻度危险	危险	高度危险	极危险
降雨侵蚀力（J cm m^{-2} h^{-1}）	0.09	<25	25～100	100～400	400～600	>600
坡度（°）	0.18	<8	8～15	15～25	25～35	>35
土壤类型	0.14	潴育型水稻土	渗育型水稻土、泥沙土	酸性岩红壤、酸性岩黄红壤	酸性岩侵蚀红壤	酸性岩粗骨性红壤
植被盖度	0.24	>0.75	0.75～0.60	0.60～0.30	0.30～0.15	<0.15
土地利用	0.2	建筑用地、水域、交通用地	苗圃、草地、有林地	耕地、园地、疏林地、迹地、荒草地、沙地、稳定型崩岗	工矿用地（采石场）、半活动崩岗	活动型崩岗
人类活动可达性	0.15					
其中：相对高度（m）	0.2	0～50	50～100	100～150	150～200	>200
坡度（°）	0.3	<8	8～15	15～25	25～35	>35
土地利用	0.3	建筑用地、交通用地	旱地、迹地、天然草地、荒草地、沙地	果园、茶园、疏林地、苗圃	水田、有林地	崩岗、水域
距城镇和交通线远近（km）	0.2	0～0.5	0.5～1	1～1.5	1.5～2	>2
分级赋值 C		1	3	5	7	9
指数分级标准 Ss		1.0～2.0	2.1～4.0	4.1～6.0	6.1～8.0	>8.0

2.1 土壤侵蚀危险性评价因子提取

本研究采用福建省水土保持试验站和福建农林大学提出的公式计算降雨侵蚀力[8]。根据长汀 1961～2000 年气候资料，计算出降雨侵蚀力为 495.4 J cm m^{-2} h^{-1}；对研究区 1:1 万地形图进行数字化并建立数字高程模型。根据表 1 对坡度和相对高度进行分级；应用 ENVI4.2 软件，基于线性混合像

元模型提取朱溪河小流域植被盖度。所用影像为 2007 年 SPOT5 影像。前期已对数据进行辐射校正、几何精校正和投影转换等处理；土壤可蚀性通常用 *K* 值来衡量。本研究采用 Williams 等提出的 EPIC 模型[9]，以 2002 年在长汀县采集的 90 个土壤样品为数据源，使用三次样条插值法将土壤质地由中国制标准转换为美国制标准[10]，进而求取 *K* 值，计算出的 *K* 值与方纲清等计算的福建省土壤可蚀性相吻合[11]。查出朱溪河小流域不同土壤类型对应的 *K* 值，根据 *K* 值大小，将土壤类型归类到不同的土壤侵蚀危险性级别中；依据遥感解译标志，辅以专家相关知识，对 SPOT5 影像进行屏幕判读，判别土地利用图斑。经反复试验，确定屏幕判读的最佳波段组合为 1（R）、4（G）、3（B）。通过野外验证与补判，逐个图斑核实，最终判读精度达到 90%。根据野外崩岗调查资料及崩岗管理图，生成崩岗类型分布图，再将崩岗类型分布图与土地利用图合并；可达性是指从空间中任意一点至源的相对难易程度，其相关指标有距离、时间和费用等[12]。本研究采用最小耗费距离计算人类活动可达性[13]，以建设用地和交通用地为人为活动的“源”，选取海拔等作为阻力层，根据专家打分法确定阻力值，应用 ArcGIS 的耗费距离（Cost distance）命令，计算每个像元离“源”的最小耗费距离。

2.2 土壤侵蚀危险性综合评价

参照表1，对各评价因子图层进行加权叠加，重分类后得到朱溪河小流域土壤侵蚀危险性等级图（图1）。为检验计算结果，在小流域选择考察样点108个，对每个样点进行GPS定位、拍照、记录。经比对，评价结果总体精度在80%以上。

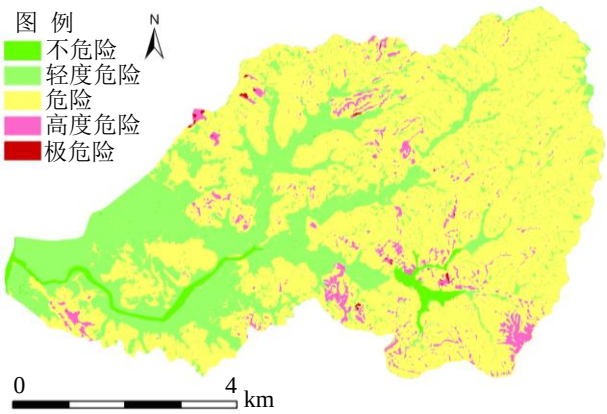

图1 朱溪河小流域土壤侵蚀危险性等级图

3 土壤侵蚀危险性空间格局分析

3.1 土壤侵蚀危险性空间分布

从空间分布来看，不危险级别的面积为 84 hm^2，所占比例为 1.87%，主要分布于朱溪河、红畲水库等区域；轻度危险面积为 1 626 hm^2，所占比例为 36.18%，多沿河谷分布，其中流域西部基本为轻度；危险面积为 2 473 hm^2，所占比例达 55.02%，基本遍布全流域；高度危险为 302 hm^2，所占比例为 6.72%，主要分布于红畲水库周边疏林地、交通用地边坡、火烧山、崩岗等地；极危险面积为 9 hm^2，所占比例为 0.2%，主要分布在采石场、活动型崩岗等地。

3.2 土壤侵蚀危险性与土壤侵蚀现状比较

将朱溪河小流域土壤侵蚀危险性等级图与土壤侵蚀现状图进行叠加，可以看出两者空间分布总体上一致。小流域土壤侵蚀危险性大部分为危险级别，与多年来严重的土壤侵蚀状况相吻合，且中度、强度、极强度土壤侵蚀基本上分布在土壤侵蚀危险、高度危险地区。但在部分地势低缓且水热条件较好的地区，人口密度高，开发利用强度大，自然植被受到严重破坏，导致不危险、轻度危险

地区出现强度土壤侵蚀；在部分危险性较高的地区，由于通达性差、开发利用难度大，人类活动的干扰程度相对减少，未出现较严重的土壤侵蚀。由此可见，土壤侵蚀同时受到自然因素和人类活动的影响，自然因素是土壤侵蚀发生发展的潜在条件，人类活动是土壤侵蚀的诱发因素。

4 结 论

1）本研究以南方红壤侵蚀区典型流域朱溪河小流域为研究区，综合运用 3S 技术，提取相关数据，采用土壤侵蚀因子权重评分法构建土壤侵蚀危险性评价模型，形成了相对完整的评价指标体系，可以快速、准确地将土壤侵蚀危险性定量化、空间化，为土壤侵蚀危险性评价提供了新思路。

2）土壤侵蚀危险性等级中，危险面积所占比例最大，轻度危险次之，高度危险第三，不危险和极危险较小；自然因素对土壤侵蚀的分布有重要影响，尤其是植被盖度。由于人类活动影响，在不危险和轻度危险地区出现强度土壤侵蚀，在部分土壤侵蚀危险性较高的地区未出现较严重土壤侵蚀。

3）今后应加强人类活动的影响途径、作用强度和尺度的研究，特别是一些机理性问题的精确量化表达，从而调控人类活动作用方向和速率，促使其在生态恢复与可持续发展中发挥正向作用。

致 谢　在研究过程中得到长汀县水土保持局的大力支持与合作。

参考文献

[1] 刘刚, 刘普灵, 杨明义, 等. 土壤侵蚀危险度评价研究进展. 中国水土保持科学, 2008, 6(5): 100-105

[2] 闵婕, 杨华, 赵纯勇. GIS支持下的土壤侵蚀潜在危险度分级方法研究及应用. 水土保持通报, 2005, 25(4): 61-64

[3] Kheir R B, Cerdan O, Abdallah C. Regional soil erosion risk mapping in Lebanon. Geomorphology, 2006, 82: 347-359

[4] 黄鑫, 蔡强国, 陈浩, 等. 土壤侵蚀危险度评价方法研究. 水土保持研究, 2008, 15(2): 143-147, 150

[5] 郑华, 欧阳志云, 王效科, 等. 不同森林恢复类型对南方红壤侵蚀区土壤质量的影响. 生态学报, 2004, 24(9): 1 994-2 002

[6] 李忠武, 张棋, 曾光明, 等. 基于GIS 的红壤丘陵区脆弱生态系统土壤侵蚀研究——以长沙市为例. 资源科学, 2006, 28(5): 201-206

[7] 邹爱平, 陈志彪, 陈丽慧. 红壤丘陵区典型小流域侵蚀景观时空变化分析——以福建长汀县朱溪河小流域为例. 中国水土保持科学, 2009, 7(2): 93-99

[8] 周伏建, 陈明华, 林福兴. 福建省降雨侵蚀力指标*R*值. 水土保持学报, 1995, 9(1): 13-18

[9] Williams J R, Renard K G, Dyke P T. EPIC - A new method for assessing erosion's effect on soil productivity. Soil and Water Conservation, 1983, 38: 381-383

[10] 蔡永明, 张科利, 李双才. 不同粒径制间土壤质地资料的转换问题研究. 土壤学报, 2003, 40(4): 511-517

[11] 方纲清, 阮伏水, 吴雄海, 等. 福建省主要土壤可蚀性特征初探. 福建水土保持, 1997 (2): 19-23

[12] 俞孔坚, 段铁武, 李迪华, 等. 景观可达性作为衡量城市绿地系统功能指标的评价方法与案例. 城市规划, 1999, 23(8): 8-11, 43

[13] 武剑锋, 曾辉, 刘雅琴. 深圳地区景观生态连接度评估. 生态学报, 2008, 28(4): 1 691-1 701