

# 江西省赣南地区土地利用动态分析

张少伟<sup>1</sup>, 杨勤科<sup>2,1</sup>, 任宗萍<sup>3</sup>, 刘红艳<sup>3</sup>, 李俊<sup>3</sup>, 陆广勇<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北大学 城市与环境学院, 西安 710069; 3. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**使用江西省赣南地区 1980 年、1998 年、2008 年三期遥感影像,运用计算机分类方法,配合实地考察和文字资料提取了改革开放初期、20 世纪末和当前的土地利用图。将数字高程模型(DEM)作为地形表达数据基础,对改革开放 30 年来赣南地区的土地利用分布、变化和地形格局进行分析,并根据水利部土壤侵蚀分级标准(SL190—2007)进行了土壤侵蚀评价。结果表明:赣南地区 30 年间居民地、果园增长快速,土地综合利用程度不断提高;草地大量转化为林地类型,提高了植被覆盖度;耕地在平地上的变化非常剧烈,陡坡耕地减少,耕地总量有所减少。草地向林地的转化在各种地形上均有发生,但 25°附近的低山丘陵地区最为强烈。随着土地利用的变化,赣南地区的土壤侵蚀程度得到控制,2008 年中度及以上侵蚀面积小于 14%。

**关键词:**遥感;土地利用;地形格局;土壤侵蚀

中图分类号:F301.24;TP79

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2011)02-0053-04

## Dynamic Analysis of Land Use in Ganzhou, Jiangxi Province

ZHANG Shao-wei<sup>1</sup>, YANG Qin-ke<sup>2,1</sup>, REN Zong-ping<sup>3</sup>, LIU Hong-yan<sup>3</sup>, LI Jun<sup>3</sup>, LU Guang-yong<sup>1</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. College of Urban And Environmental Science, Northwest University, Xi'an, 710069, China; 3. College of Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:**Based on the remote sensing images in 1980, 1998 and 2008, land use information of Ganzhou in Jiangxi Province was firstly interpreted through method of computer-assistant classification in the paper. The information represents circumstances corresponding to the three periods: the initial stage of the Reform Opens, the end of 20th century and the present. With Digital Elevation Model (10 m resolution) applied to represent terrain, then, land use, land use change and its terrain pattern in Ganzhou during the 30 years were analyzed, meanwhile, soil erosion was also evaluated via Standards For Classification and Gradation of Soil Erosion(SL190—2007). Results show that the rapid growth of residential and garden land enhanced the land use intensity. Vegetation coverage increased quickly since large area changed from grass land to forest. This transformation was intense, and its extreme case appeared in the place where slope was around 20 degrees, i. e. low mountain and hillock. Farmland with steep slope decreased, whereas, farmland in flat ground increased accordingly. Consequently, the total quantity of cultivated land reduced a little. Fortunately, with the land use changing, the soil erosion intensity was under control, the area with the soil erosion grade of moderate and above was less than 14% in 2008.

**Key words:**remote sensing; land use; terrain pattern; soil erosion

随着水土流失治理和退耕还林工程实施,土地利用正以空前的速度、幅度和规模不断变化,同时引起了诸多生态和环境变化问题。国内外学者在土地利用方面的研究开始主要集中在较大区域尺度上,致力

于土地利用变化研究的理论框架<sup>[1-3]</sup>;之后研究重点转向变化的驱动机制和对环境的影响<sup>[4]</sup>;国内的研究主要是将土地利用变化机制和驱动力同人口、经济投资和土地政策等外在因素联系起来<sup>[5-8]</sup>,分析空间格

收稿日期:2010-09-08

修回日期:2010-11-12

资助项目:水土保持措施调控鄱阳湖径流泥沙研究技术(区域侵蚀模型研究)(200801066)

作者简介:张少伟(1985—),男,陕西省户县人,研究生在读,主要从事基于 GIS 的区域水土流失研究。E-mail:swei\_117@yahoo.com.cn

通讯作者:杨勤科(1962—),男,陕西省陇县人,教授,博士,主要从事基于 GIS 的区域水土流失研究。E-mail:qkyang@nwu.edu.cn

局和成因<sup>[5-6]</sup>,并开展了大量的典型案例研究,包括对城市的研究<sup>[7]</sup>、平原地区<sup>[9-10]</sup>和水土流失区的研究<sup>[11-12]</sup>等。土地利用变化及其与土壤侵蚀关系的研究,在黄土高原开展的较多<sup>[11-13]</sup>。亚热带丘陵地区的土地利用研究通常在省区以上大尺度进行<sup>[14-15]</sup>,或在县区的小范围内<sup>[16]</sup>,本文以赣南地区这一中尺度区域作为研究区域,在改革开放 30 年来大规模水土保持工作的背景下,利用多期遥感数据和数字高程模型数据,对土地利用分布、变化、地形格局进行分析,并评价土壤侵蚀状况,以望为今后的土地合理利用、生态环境保护和水土保持工作提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域概况

研究区域赣州市(赣南地区)地处江西省南部、赣江上游地区,地理范围为  $24^{\circ}29' - 27^{\circ}09'N$ ,  $113^{\circ}54' - 116^{\circ}38'E$ ,总面积  $39\,379\text{ km}^2$ 。该地区处于亚热带南缘,属亚热带湿润季风气候区。年均气温  $19.8^{\circ}\text{C}$ ,季风盛行,降雨充沛,年均降水  $1\,458.8\text{ mm}$ 。该地区平均海拔高度在  $300 \sim 500\text{ m}$  之间,地形以山地、丘陵为主,其中丘陵面积  $24\,053\text{ km}^2$ ,占土地总面积  $61\%$ ;山地总面积  $8\,620\text{ km}^2$ ,占土地总面积  $21.9\%$ <sup>[17]</sup>。赣州市 1980 年人口 650 万,2000 年约 790 万,2008 年人口 877 万。土地利用类型以林地、草地植被为主,林地的人均占有量远远大于全国平均,区域内河流交错,水域及滩涂面积广阔,农田以水田为主,2000 年以后果园面积大幅增加。

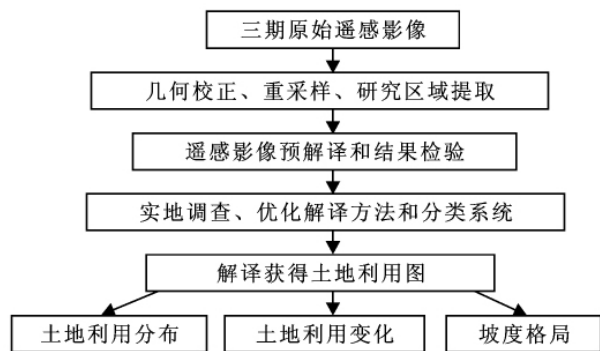


图 1 数据处理及分析流程

### 1.2 数据基础

本研究基础数据包括:(1)遥感数据:赣南地区 1980 年 MSS 遥感影像、1998 年 TM 影像和 2008 年 ETM 影像,MSS 影像空间分辨率  $57\text{ m}$ ,TM 和 ETM 影像分辨率为  $30\text{ m}$ 。首先对遥感数据进行几何校正和投影转换,使之处于统一的坐标系中,为便于数据分析 MSS 被重采样至  $30\text{ m}$  分辨率,数据重采样使用最邻近像元法在 ArcGIS 9.2 软件中完成。

(2)DEM:基于  $1:5$  万地形图,用 ANUDEM 软件生成水文地貌关系正确的  $10\text{ m}$  分辨率数字高程模型,用来提取坡度。(3)文字报告:作为遥感影像解译过程中使用的辅助数据,包括《赣州年鉴》、实地调查获得的特定地点土地利用状况和历史状况等。

### 1.3 土地利用分类系统

根据《土地利用现状分类标准》(GB/T 21010—2007)并参考当地实际情况将土地利用分类系统确定为:耕地、园地、林地、草地、居民地及工矿用地(简称居民地)、水体、未利用地 7 个类别。

### 1.4 分析方法

根据土地利用图,在地理信息系统辅助下提取各土地利用类型的面积和比例,用以表示各时期的土地利用分布状况。利用多期数据计算各类型的变化总量、年均变化量和年均变化比例,同时计算区域综合土地利用变化率,来表现土地利用变化情况。土地利用格局分析是指不同地形条件下土地利用的分布和变化情况,利用 DEM 提取坡度图来表达地形,计算不同坡度上土地利用类型的面积和变化,从而反映地形对土地利用变化的影响。

### 1.5 土壤侵蚀评价

以水利部 2008 年发布的《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007)为依据,根据土地利用类型、植被盖度和坡度对土壤侵蚀进行分级。植被盖度用遥感影像进行提取,坡度图利用 DEM 计算获得。

## 2 结果与分析

### 2.1 土地利用及其分布

附图 1 为赣南地区 1980 年、1998 年和 2008 年 3 期土地利用图,对各期土地利用图进行统计获得赣南土地利用统计表(表 1)。赣南地区的主要土地利用类型为耕地、林地和草地,这 3 种利用类型的总量在 3 期土地利用图上分别为  $90.7\%$ 、 $94.5\%$  和  $92.8\%$ ,3 个时期均超过  $90\%$ 。林地所有土地利用类型中处于支配地位,3 个时期中林地所占比例分别为  $53.1\%$ 、 $64.0\%$  和  $75.9\%$ 。变化方向上,林地、居民地和园地持续增加;耕地和水体基本持平,1998 年后耕地有所减少;草地、未利用地减少幅度较大。

根据土地利用的集约程度将土地利用类型分为未利用土地级、林草水用地级、农业用地级和城镇聚落用地级若干利用级别<sup>[18]</sup>,开发利用程度依次增加。未利用地级持续减少,1980 年约  $7.9\%$ ,2008 年降低为  $3\%$ ,其主要流向为林地和耕地。1980 年林草水的总比例为  $76.6\%$ ,1998—2008 年保持在  $80\%$  附近。农业面积比例在 3 个时期都维持在  $15\%$  左右,1980

年、1998 年耕地和园地面积比例基本不变,园地比例很小,但在 1998—2008 年增加十分迅速。利用程度低的土地类型减少而利用程度高的类型增加,1998—2008 年变化更为明显,这种情况与当地改革开放以来经济社会加速发展的背景相符合。

2.2 土地利用变化

表 1 中记录了赣南地区土地利用类型的年均变化率,1980—1998 年变化最快的两个类型是居民地和未利用地,年均变化分别为 5.3%和-3.2%;其次是林地、草地和水体,年均变化在 1%~2%之间;耕地和园地的变化很小。1998—2008 年园地总面积有较大幅度增长,年均增长 70.0%,是这一时期年均变

化最快的土地利用类型;草地和居民地的年均变化超过 6%;耕地、林地、水体和未利用地年均变化在 1%~2%之间,林地和水体有所增加而耕地和未利用地相对减少。1980—1998 年变化速率的大小次序为居民地>未利用地>水体>草地>林地>园地>耕地,1998—2008 年变化速率的大小依次为园地>草地>居民地>林地>未利用地>水体>耕地。土地利用综合动态度可以反映区域整体土地利用变化的剧烈程度,1980—1998 年赣南地区综合土地利用年变化率为 0.64%,1998—2008 年为 1.4%,后期较前期有较大幅度的增加,表明赣南地区土地利用变化程度加剧,这也与赣南地区经济社会的加速发展相匹配。

表 1 赣南地区土地利用统计表

时段	项目	耕地	林地	草地	园地	居民地	水体	未利用地
1980	面 积/km <sup>2</sup>	5850	20910	8930	87	161	321	3124
	百分比/%	14.9	53.1	22.7	0.2	0.4	0.8	7.9
1998	面 积/km <sup>2</sup>	5844	25195	6189	81	316	420	1338
	百分比/%	14.8	64.0	15.7	0.2	0.8	1.1	3.4
2008	面 积/km <sup>2</sup>	5228	29905	1428	648	520	466	1187
	百分比/%	13.3	75.9	3.6	1.6	1.3	1.2	3.0
1980—1998	变化总量/km <sup>2</sup>	-6	4285	-2741	-6	155	99	-1786
	年变化量/(km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	-0.3	238.1	-152.3	-0.3	8.6	5.5	-99.2
	年变化速率/%	0.0	1.1	-1.7	-0.3	5.3	1.7	-3.2
	综合动态度/%				0.64			
1998—2008	变化总量/km <sup>2</sup>	-616	4710	-4761	567	204	46	-151
	年变化量/(km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )	-61.6	471	-476.1	56.7	20.4	4.6	-15.1
	年变化速率/%	-1.1	1.9	-7.7	70.0	6.5	1.1	-1.1
	综合动态度/%				1.4			

2.3 土地利用一坡度格局

土地利用格局研究中,一般通过景观生态学指标进行分析<sup>[5, 19]</sup>,考虑到研究区属于侵蚀地区,本文主要分析了坡度与土地利用的关系。研究区平均坡度 18.5°,面积最大的地形在 21°附近,平地(<3°) 6.4%,缓坡(3°~15°) 27.4%,陡坡(15°~25°) 40.6%,急坡(25°~35°) 22.7%,急陡坡(>35°) 2.8%。研究区坡度分布图(图 2)上呈现出两个峰值,2°附近水体集中出现,22°附近峰值是研究区域内广泛分布的低山丘陵。赣南地形比黄土高原地区平缓,且黄土高原坡度分布一般有一个峰值。延河流域平均坡度为 25°,>15°占 82%,面积最大的地形在 35°附近,都较赣南地区高。

各土地利用类型坡度的平均值和众数见表 2,众数代表了该类型分布最广泛的坡度,平均值则代表该类型分布坡度区间中心。坡度众数排序为林地>草地>果园>未利用地>耕地>居民地>水体,果园、林地和草地分布于较大坡度,平均坡度和分布最广坡度在 20°附近;耕地、居民地、水体和未利用地分布

于较小坡度,平均坡度在 10°附近而在平地分布最广泛。

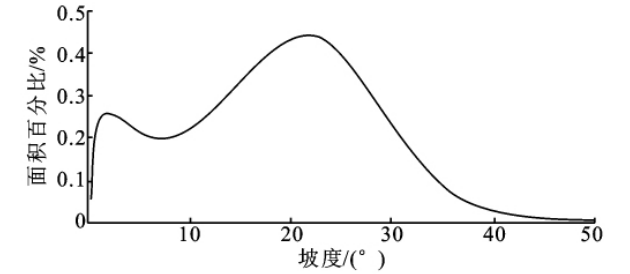


图 2 赣南地区坡度分布图

表 2 土地利用类型坡度分布

土地利用类型	2008		1998		1980	
	均值	众数	均值	众数	均值	众数
耕地	10.9	2	10.4	2	11.0	2
果园	15.3	19	16.2	17	18.4	20
林地	21.1	22	22.0	23	22.7	23
草地	18.6	20	17.2	20	18.4	21
居民地	8.5	2	10.9	2	9.7	2
水体	9.1	1	8.5	1	8.5	1
未利用地	13.4	3	13.6	3	12.9	2

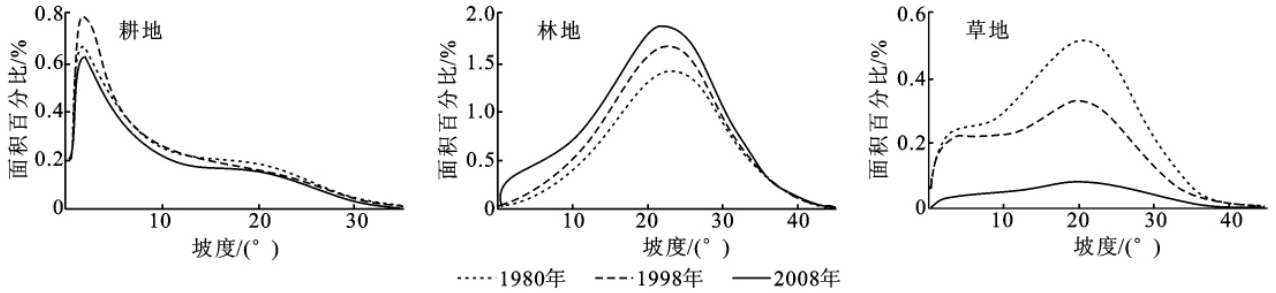


图 3 三种主要地物类型坡度分布

林地、草地和耕地是 3 个主要地物类型,它们在地形上的分布反应了当地土地利用类型的主要坡度格局。耕地、林地、草地 3 个类型面积随坡度的变化曲线为图 3。赣南地区耕地分布面积最大的坡度在  $2^{\circ}$  附近,90% 以上分布于  $0 \sim 25^{\circ}$  的坡度区间, $>35^{\circ}$  的耕地小于 1%。1980—1998 年  $<10^{\circ}$  耕地增加,而  $>10^{\circ}$  面积减少,坡度较小的宜农区域耕地面积增加,陡坡耕地转为草地林地等类型,耕地总面积基本维持不变。1998—2008 年  $<10^{\circ}$  耕地面积减少,而  $>10^{\circ}$  面积基本不变,减少的耕地主要转化为果园、居民地,耕地总面积有所减少。林地和草地分布区间广泛,草地面积在 3 个时期迅速减少,原因是 20 世纪 80 年代前后低山丘陵地区原有森林植被破坏严重转化为草地覆盖,其后自然林地逐渐恢复并伴随人工林增加,使得草地植被大幅减少。

#### 2.4 土壤侵蚀评价

根据 SL190 评价赣南地区土壤侵蚀,附图 2 为 3 期土壤侵蚀图,图 4 为侵蚀分级图,赣南地区土壤侵蚀面积呈减少趋势。各侵蚀强度等级中,微度侵蚀面积分别占 25%、45% 和 78%,轻度和中度侵蚀的面积显著减少,强烈、极强和剧烈侵蚀的区域面积总和较小同时也有所减少。赣南地区土壤侵蚀状况好转,植被覆盖率提高和陡坡耕地减少是赣南地区土壤侵蚀得以控制的主要原因。

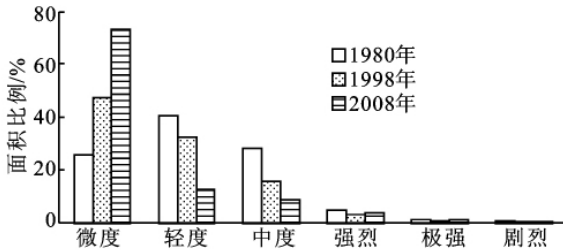


图 4 赣南土壤侵蚀分级

### 3 结论与讨论

(1) 耕地、林地和草地是赣南地区的主要土地利用类型,总和超过 90%,林地超过一半。土地利用变化方向上,林地、居民地和果园持续增加;耕地有所减

少;草地、未利用地减少幅度较大,水体基本持平。1998—2008 年土地利用变化的剧烈程度高于 1980—1998 年。

(2) 赣南地区地形以缓坡、陡坡为主,平地比重小,急陡坡占有一定比例。地形坡度与土地利用类型的分布、变化格局的关系密切,土地利用类型分布最广坡度的顺序为林地  $>$  草地  $>$  园地  $>$  未利用地  $>$  耕地  $>$  居民地  $>$  水体,前 3 类最广泛分布的坡度在  $20^{\circ}$  附近,其它类别为平地。陡坡耕地减少而平地上的耕地增加,耕地总量有所减少,在平地上耕地类型的转移非常剧烈。草地大量转化为林地,在  $20^{\circ}$  附近的低山丘陵地区这一变化最为强烈,大大增加了赣南地区的植被盖度,是生态恢复的重要表现。

(3) 结合土地利用图、植被覆盖度和利用较高分辨率 DEM 提取坡度图,可以快速分析亚热带中尺度土壤侵蚀现状。赣南地区土壤侵蚀情况与土地利用紧密相关,随着土地利用的变化,赣南地区侵蚀程度得到良好控制,改革开放初期中度及以上侵蚀面积超过 30%,20 世纪末为 20% 左右,2008 年降低至 14%。

致谢:王春梅完成 DEM 建立和因子提取,江西省水土保持研究所和赣州市水利局提供支持,特此致谢。

#### 参考文献:

- [1] Walker B. The terrestrial biosphere and global change: implications for natural and managed ecosystems [M]: Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- [2] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向 [J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
- [3] 葛全胜, 赵名茶, 郑景云. 20 世纪中国土地利用变化研究 [J]. 地理学报, 2000, 55(6): 698-706.
- [4] Lambin E B, Turner B L, Geist H J, et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths [J]. Global Environmental Change, 2001, 11(4): 261-269.
- [5] 刘纪远, 张增祥. 中国近期土地利用变化的空间格局分析 [J]. 中国科学: D 辑, 2002, 32(12): 1031-1040.

性的主导因素为暴雨。滑坡破坏形式为解体式蠕滑,整体一次性失稳的可能性不大;即使局部失稳下滑,对电站的正常运营影响不大。鉴于滑坡区居民房屋严重开裂,雨季时危险性很大,建议采取以下措施:

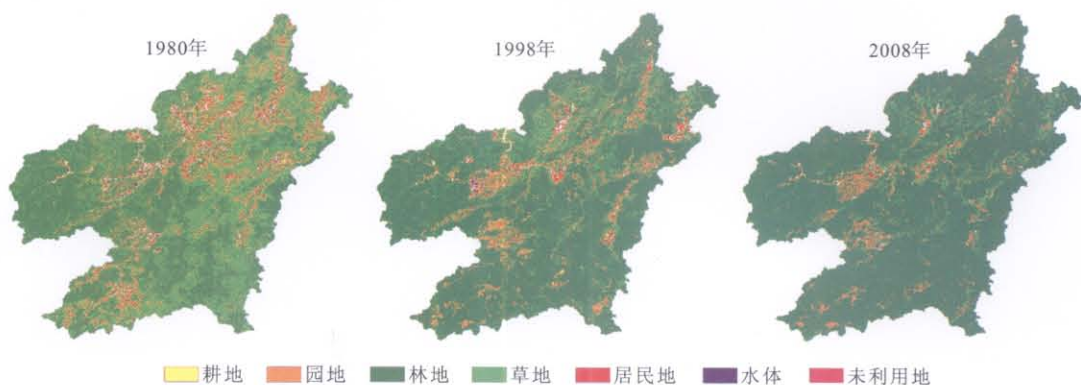
(1)加强松坪滑坡的监测,为进一步分析滑坡稳定性和预警预报以及防范决策提供科学依据。

(2)建立防灾减灾预案,防止滑坡失稳造成人员伤亡,降低滑坡造成的经济损失。

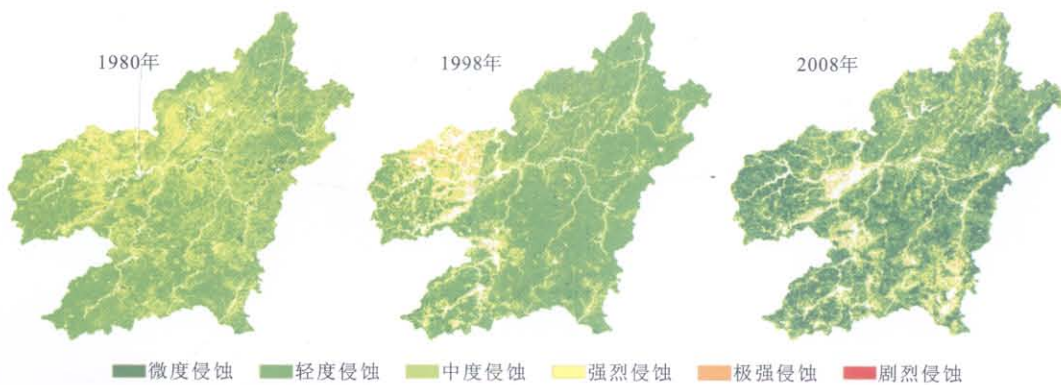
(3)在坡体后缘及坡面加强排水、防渗,控制诱滑因素,以及必要的抗滑支护措施。

#### 参考文献:

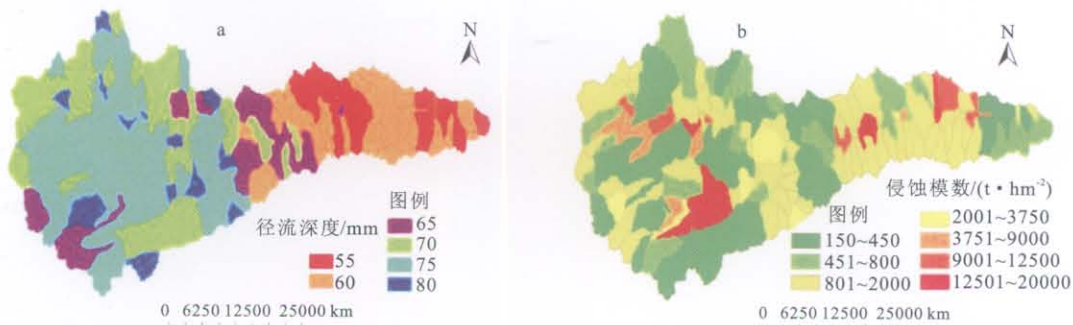
- [1] 张伟元,王士天,王兰生. 工程地质分析原理 [M]. 2 版. 北京:地质出版社,1994.
- [2] 张永兴,文海家,欧敏. 滑坡灾变智能预测理论及其应用 [M]. 北京:科学出版社,2005.
- [3] 乔建平. 滑坡减灾理论与实践 [M]. 北京:科学出版社,1997.
- [4] 吕生弟,陆栋梁,李树武,等. 四川大渡河金川水电站工程松坪斜坡稳定性专题研究 [R]. 西安:中国水电顾问集团西北勘测设计研究院,2008.
- (上接第 56 页)
- [6] 刘纪远,张增祥. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析 [J]. 地理研究,2003,22(1):1-12.
- [7] 史培军,陈晋,潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析 [J]. 地理学报,2000,55(2):151-160.
- [8] 谭少华,倪绍祥. 区域土地利用变化驱动力的成因分析 [J]. 地理与地理信息科学,2005,21(3):47-50.
- [9] 宋开山,刘殿伟,王宗明,等. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力 [J]. 地理学报,2008,63(1):93-104.
- [10] 朱会义,李秀彬. 环渤海地区土地利用的时空变化分析 [J]. 地理学报,2001,56(3):253-260.
- [11] 任宗萍,杨勤科,胡志瑞,等. 基于项目驱动的藉河流域土地利用时空变化动态分析 [J]. 干旱地区农业研究,2009,27(3):239-244.
- [12] 赵东波,梁伟,杨勤科,等. 陕北黄土丘陵区近 30 年来土地利用动态变化分析 [J]. 水土保持通报,2008,28(2):22-26.
- [13] 王思远,王光谦,陈志祥. 黄河流域土地利用与土壤侵蚀的耦合关系 [J]. 自然灾害学报,2005,14(1):32-37.
- [14] 梁音,张斌,潘贤章,等. 南方红壤区水土流失动态演变趋势分析 [J]. 土壤,2009(4):534-539.
- [15] 史德明,史学正,梁音,等. 我国亚热带的水土流失与水土保持问题 [J]. 亚热带水土保持,2005,17(3):1-5.
- [16] 梁音,潘贤章,孙波. 42 年来兴国县土壤侵蚀时空变化规律研究 [J]. 水土保持通报,2006,26(6):24-27.
- [17] 唐玉英. 赣州年鉴(2008) [Z]. 2008.
- [18] 王思远,刘纪远. 中国土地利用时空特征分析 [J]. 地理学报,2001,56(6):631-639.
- [19] 王思远,张增祥,周全斌,等. 中国土地利用格局及其影响因子分析 [J]. 生态学报,2003,23(4):649-656.
- (上接第 61 页)
- [8] Rango A. A assessment of remote sensing input to hydrological models [J]. Water resources bulletin, 1985 (3):423-432.
- [9] Arnold J G, Srinivasan R, Muttiah R S, et al. Large area hydrologic modeling and assessment. Part I, Model development [J]. Journal of American Water Resources Association, 1998,34:73-89.
- [10] Saleh A, Arnold J G, Gassman P W, et al. Application of SWAT for the Upper North Bosque watershed [J]. Transactions of the ASAE, 2000(5):1077-1087.
- [11] Fontaine T A, Cruickshank T S, Aronld J G, et al. Development of a snowfall-snowmelt routine for mountains terrain for the soil water assessment tool (SWAT) [J]. Journal of Hydrology, 2002,262:208-223.
- [12] Eckhardt K, Haverkamp S, Fohrer N, et al. SWAT-G, a version of SWAT99.2 modified for application to low mountain range catchment [J]. Physics and Chemistry of Earth, 2002,27:641-644.
- [13] 王中根,刘昌明,黄友波. SWAT 模型的原理、结构及应用研究 [J]. 地理科学进展,2003,22(1):79-86.
- [14] 黄清华,张万昌. SWAT 分布式水文模型在黑河干流山区流域的改进与应用 [J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2004,40(2):22-26.
- [15] 杨桂莲,郝芳华,刘昌明,等. 基于 SWAT 模型的基流估算及评价 [J]. 地理科学进展,2003,22(5):463-471.
- [16] 陈军峰,陈秀万. SWAT 模型的水量平衡及其在梭磨河流域的应用 [J]. 北京大学学报:自然科学版,2004,40(2):265-270.
- [17] 张东,张万昌,朱利,等. SWAT 分布式水文物理模型的改进及应用研究 [J]. 地理科学,2005,20(4):434-440.
- [18] 史培军,袁艺,陈晋. 深圳市土地利用变化对流域径流的影响 [J]. 生态学报,2001,21(7):1042-1049.
- [19] 索安宁,李金朝,王天明,等. 黄土高原流域土地利用变化的水土流失效应 [J]. 水利学报,2008,39(7):767-772.
- [20] 索安宁,王兮之,林勇,等. 基于遥感的黄土高原典型区植被退化分析:以泾河流域为例 [J]. 遥感学报,2009,13(2):291-299.



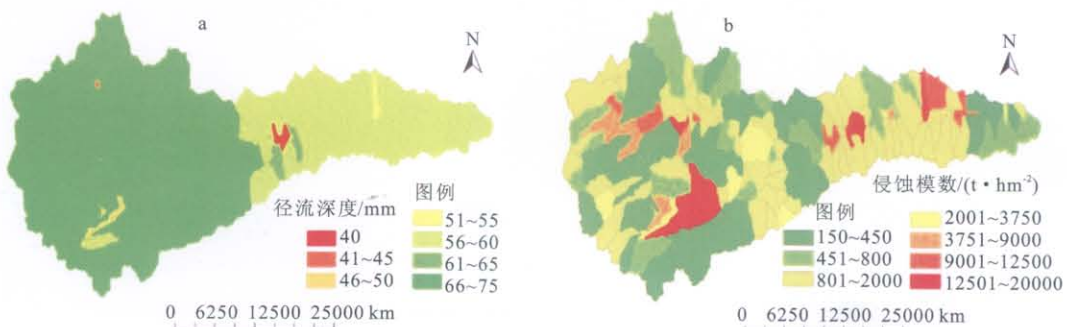
附图1 赣南地区土地利用图



附图2 赣南地区土壤侵蚀图



附图3 SWAT模型模拟的纳河流域水土流失现状格局



附图4 SWAT模型模拟的纳河流域水土流失本底格局