

# 江西省兴国县、余江县土壤侵蚀时空变化研究\*

潘剑君<sup>1,2</sup> 赵其国<sup>2</sup> 张桃林<sup>2</sup>

(1 南京农业大学资源环境学院, 南京 210095)

(2 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

**摘 要** 利用遥感技术与地理信息系统技术的结合, 对江西省兴国县和余江县的土壤侵蚀状况进行了时空变化研究。研究结果表明, 兴国县和余江县的土壤侵蚀状况, 在侵蚀面积和程度上, 都在明显改善; 两县土壤侵蚀面积百分数的缩小量几乎相等, 但兴国县缩小的比例较余江县小。但就总的情况看, 土壤侵蚀仍是一个突出问题, 值得重视。

**关键词** 土壤侵蚀, 时空变化, 遥感, GIS

**中图分类号** S157.1

土壤侵蚀分布具有明显的时空变化特征<sup>[1~3]</sup>。研究其时空变化规律对于科学地进行土壤侵蚀防治具有重要意义。然而, 土壤侵蚀是一个复杂问题, 涉及的影响因素很多<sup>[4,5]</sup>, 利用常规方法进行其时空变化研究, 难度很大。其原因是, 土壤侵蚀分布地域广大, 大规模的经常性地地进行常规土壤侵蚀调查不大可能, 加上土壤侵蚀在不断变化, 常规方法难以进行不同时间的侵蚀比较。遥感技术和地理信息系统(GIS)技术的结合, 给土壤侵蚀时空变化研究提供了先进的手段。遥感技术与 GIS 技术结合进行土壤侵蚀研究方面, 国内外已有一些报道。王安明等<sup>[6]</sup>利用 TM 数字图像数据和 GIS 进行了浙江省大面积的水土流失普查, 编制了中大比例尺(1:10 万)水土流失图, 利用 GIS 对植被、坡度、土地利用、降雨等因子进行分析, 开发了水土流失定量分析模型, 认为, 利用 TM 数据和 GIS 进行土壤侵蚀调查, 在技术上是完全可行的, 可以满足水利部发布的中华人民共和国行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》; 遥感数据处理方法与常规的野外填图方法、航片判读方法、卫星目视解译方法相比, 不仅具有参与人数少、费用省、速度快、调查标准与精度统一等优点, 而且可以直接与 GIS 配合使用, 建立水土流失信息系统, 具有快速重复调查的能力, 能够实现水土流失的动态监测。中国科学院南京土壤研究所卜兆宏等<sup>[7~11]</sup>在水土流失定量遥感方法研究方面做了大量且系统的研究, 发展出一套水土流失定量遥感方法。中国科学院遥感应用研究所王让会等<sup>[12]</sup>应用遥感技术和 GIS 等手段, 对土地沙漠化动态监测中的空间分布趋势进行了研究, 掌握了沙漠化程度在空间上的总体分布规律和在时间上的变化趋势。卢金发等<sup>[13]</sup>利用航片和卫片, 并借助 GIS, 对浙江省金衢盆地的土地退化进行了研究, 完成了试验区 50 年代和 80 年代土地退化图。通过研究指出, 流水侵蚀引起的退化土地的空间分布具有明显的坡位分异性。王文中等<sup>[14]</sup>以新疆为例进行了区域土壤侵蚀遥

\* 国家自然科学基金重点项目 49631010 资助

收稿日期: 2000-03-24; 收到修改稿日期: 2000-10-17

感调查与制图研究,利用陆地卫星 MSS 图像和 GIS 技术制成了新疆 1: 100 万具有侵蚀类型和侵蚀强度级别的土壤侵蚀图。Wu 等<sup>[15]</sup>利用 GIS 和 TM 数据对美国水土保持保护地计划(CRP)中土地的土壤性质特别是土壤的侵蚀指数进行了研究。Lillesand 等<sup>[16]</sup>提出了用遥感数据加上 GIS 进行侵蚀分析的系统模型。我们采用遥感技术和地理信息系统技术结合的办法,利用两两均时隔近 10 年的 3 个年代的卫星遥感图像,在研究土壤侵蚀时空变化方面具有明显的优越性。

## 1 材料与方法

选择江西省兴国县和余江县进行研究。兴国县属于以花岗岩为主的侵蚀类型,余江县属于以红粘土、红砂岩为主的侵蚀类型。两个研究地区都采用 70 年代、80 年代和 90 年代三个时期的卫星遥感图像。其中,70 年代的是 1: 20 万 Landsat MSS 假彩色合成影像(硬拷贝),80 年代与 90 年代的是 Landsat TM 数字影像<sup>(1)</sup>。具体说,兴国县采用了 1975 年、1987 年和 1996 年三个时段的遥感图像;余江县采用了 1979 年、1988 年和 1996 年三个时段的遥感图像。在实地抽样调查的基础上,先对 Landsat MSS 图像(1/20 万 MSS<sub>7</sub>、MSS<sub>3</sub>、MSS<sub>4</sub> 标准假彩色合成像片)进行目视综合解译;对 80 年代和 90 年代的 Landsat TM 数字图像,首先进行计算机数字图像处理,然后进行自动分类识别解译,最后再借助地理信息系统,利用多种资料如地形图、土壤图、土地利用现状图等,以及实地的调查结果和已知的土壤侵蚀状况,对解译结果进行综合分析及修正,最终得到土壤侵蚀解译图,成图比例尺为 1: 25 万。

## 2 结果与讨论

### 2.1 兴国县土壤侵蚀时空变化

对 1975 年、1987 年和 1996 年的数据<sup>(2)</sup>进行分析,兴国县土壤侵蚀变化情况为,侵蚀土壤(包括强度侵蚀、中度侵蚀和轻度侵蚀)的面积在逐渐减少,1975、1987 和 1996 年侵蚀土壤的面积百分数分别是 69.4%、49.4% 和 39.7%。其中,中度侵蚀、强度侵蚀土壤面积减少的比例尤为明显(图 1)。

从 1987 年与 1996 年的土壤侵蚀解译图的叠置结果看,兴国

县土壤侵蚀的各个等级都有明显降低(表 1)。例如,1987 年强度侵蚀土壤面积有 11 727hm<sup>2</sup>,到 1996 年成为 8 893hm<sup>2</sup> 无侵蚀土壤、1 074hm<sup>2</sup> 轻度侵蚀土壤、165hm<sup>2</sup> 中度侵蚀土壤和 1 595hm<sup>2</sup> 强度侵蚀土壤。不过,也存在着一一些侵蚀等级增高的现象,如有 605hm<sup>2</sup>

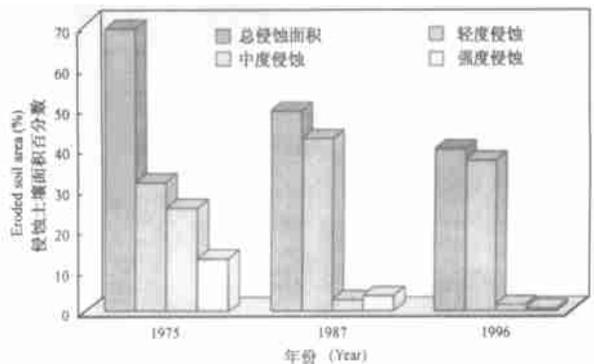


图 1 兴国县土壤侵蚀变化动态示意图

Fig. 1 Change in soil erosion in Xingguo County

(1) 潘剑君. 东南丘陵区土壤侵蚀时空变化遥感和 GIS 研究. 中国科学院南京土壤研究所博士论文, 1999, 34~ 35

(2) 潘剑君. 东南丘陵区土壤侵蚀时空变化遥感和 GIS 研究. 中国科学院南京土壤研究所博士论文, 1999, 61~ 66

(约占总面积 0.19%) 的土壤从无明显侵蚀变成强度侵蚀, 3 181hm<sup>2</sup> (约占总面积 0.98%) 的土壤从无明显侵蚀变成中度侵蚀。从无明显侵蚀变成强度侵蚀的主要发生在南部紫色砂岩地区, 那里人口密度较大, 人们对土地垦种和复种有较大的需求, 因而导致自然植被破坏, 而紫色砂岩地区植被一旦遭受破坏, 土壤侵蚀面积将会扩大, 水土流失将会严重发生。土壤从无明显侵蚀变成中度侵蚀的情况主要发生在西南部的花岗岩地区, 人口密度大的范围内, 情形基本同前。一般来说, 从南方紫色砂岩母质发育土壤的土层厚度比从花岗岩母质上发育土壤的厚度小, 所以, 在短时间内紫色砂岩会表现出更强烈的土壤侵蚀。这就提醒我们, 在人口密集的紫色砂岩和花岗岩地区, 要特别注意防止植被破坏。

表 1 兴国县 1987 年与 1996 年土壤侵蚀变化分析 (hm<sup>2</sup>)

Table 1 Change in soil erosion in Xingguo County from 1987 to 1996 (hm<sup>2</sup>)

		1987 年土壤侵蚀面积 Soil erosion area in 1987			
		无明显侵蚀 Non-erosion	轻度侵蚀 Slight erosion	中度侵蚀 Moderate erosion	强度侵蚀 Strong erosion
		161353	137829	9872	11727
1996 年土壤侵蚀面积 Soil erosion area in 1996	无明显侵蚀	120129	58187	5498	8893
	轻度侵蚀	37438	79102	2767	1074
	中度侵蚀	3181	434	1599	165
	强度侵蚀	605	106	8	1595

从兴国县土壤侵蚀强度的变化看, 全县土壤侵蚀强度虽有 63.1% 的面积保持等级不变, 但土壤侵蚀程度呈日趋改善已相当明显。在变化的部分, 又以变化一个等级占绝对多数。具体地说, 侵蚀程度下降 1 个等级、2 个等级和 3 个等级的面积分别是 18.9%、2.0% 和 2.8%; 侵蚀程度升高 1 个等级、2 个等级和 3 个等级的面积分别是 11.7%、1.0% 和 0.2%。由陆地变成水域的面积为 0.1%, 由水域变成陆地的面积为 0.2%。

研究土壤侵蚀与高度的关系, 利用由地形图等等高线经数值内插得到的高程图, 并把它与侵蚀图叠加, 显示土壤侵蚀与高程之间的关系。结果发现, 土壤侵蚀主要发生在 300m 至 800m 的高丘和低山上, 这里既有较强烈的人为活动, 植被易遭受破坏, 又有较大的坡度条件, 利于土壤侵蚀的发生和发育, 而且, 这里土壤侵蚀一旦发生则难以恢复。值得注意的是, 发生土壤强烈侵蚀的地区主要分布在高程 250m 以下, 这主要是由于这里人为活动强烈, 而且分布着易于侵蚀的紫色砂岩地层。

土壤侵蚀与坡度的关系, 一般而言, 坡度越大, 则发生土壤侵蚀的比例越大。不过, 就发生侵蚀的数量看, 小坡度地区 ( $\leq 15\%$ ) 的侵蚀土壤分布面积更大。根据 1987 年到 1996 年十年间的侵蚀变化, 坡度愈小则侵蚀土壤变成无侵蚀土壤的比例愈大。具体地说, 对应不同坡度等级  $\leq 3\%$ 、 $3\% \sim 8\%$ 、 $8\% \sim 15\%$ 、 $15\% \sim 20\%$ 、 $20\% \sim 30\%$ 、 $30\% \sim 50\%$  和  $> 50\%$ , 其变化比例数值分别为 30.4%、20.9%、21.5%、14.3%、10.9%、5.0% 和 4.2%。坡度小的地区是人类活动特别强烈的地区。由此可见, 土壤侵蚀主要与人为活动有关。若

要控制侵蚀, 人类必须重视合理利用土地, 包括坡度不大的土地。

植被覆盖的好坏, 很大程度上影响着土壤侵蚀的发生、发展和演变。经过把 1987 年土壤侵蚀图与由 1987 年遥感图像产生的绿色植被指数等级图叠加, 结果发现, 绿色植被指数与中、强度侵蚀土壤面积之间存在着较好的负相关。绿色植被指数为 0.055、0.252 和 0.449, 对应的中度侵蚀土壤面积分别为 4.45、2.30 和 0.015; 对应的强度侵蚀土壤面积分别为 7.55、1.30 和 0.010。由此可以看出保护植被对于防止土壤侵蚀的极端重要性。

从土壤侵蚀与土壤类型的关系看, 兴国县土壤侵蚀与土壤类型的基本关系是, 棕红壤土壤侵蚀的发生比例高, 而且数量也大, 其在 1987 年轻度、中度、强度侵蚀土壤面积分别是: 76 029、4 963 和 4 153 $\text{hm}^2$ 。黄红壤是兴国县土壤侵蚀第二严重的土壤, 1987 年轻度、中度、强度侵蚀土壤面积分别是 23 953、643 和 660 $\text{hm}^2$ 。

从土壤侵蚀与土地利用类型的关系看, 幼林地是主要的发生土壤侵蚀的类型。在这种类型上发生的侵蚀面积, 远远大于其他的类型。就发生侵蚀的比例而言, 荒草地、迹地、幼林地、疏林地较高, 达 70% 以上。经过十多年的改造, 到 1987 年, 它们的侵蚀发生比例下降到 50% 左右。到 1996 年, 侵蚀比例不到 40%。

在土壤侵蚀地区至道路的距离远近之间也存在着一定的关系。土壤侵蚀是在人为的不合理利用下发生、发展的。一般说来, 距道路越近, 则受人为的影响越大, 也就越有可能受到人为的不合理利用。在土壤不合理的利用下, 土壤侵蚀则较为严重。在兴国县公路图的基础上, 利用 GIS 的距离生成功能, 创造出在兴国县内任何地点至公路的最小距离图。将该图与土壤侵蚀图叠加, 可以看出土壤侵蚀与至公路距离的关系。侵蚀, 特别是较为严重的侵蚀, 主要发生在距公路约为 1~4km。

此外, 土壤侵蚀与人类活动强度大小的关系较为密切。通常, 可以用人口密度来表征人类的活动强度。利用兴国县行政区域图和由兴国县统计资料建成的包含有人口资料的数据库, 在 GIS 的支持下, 生成兴国县人口密度分布图。把人口密度图与 1996 年土壤侵蚀图叠加, 可以看到, 在兴国县土壤侵蚀与人口密度之间存在着较好的正比关系, 人口密度为  $\leq 100$ 、100~150、150~200、200~250 和 250~300 人  $\text{km}^{-2}$ , 其对应的 1996 年侵蚀土壤面积分别是 56 375 $\text{hm}^2$ 、31 415 $\text{hm}^2$ 、17 110 $\text{hm}^2$ 、9 559 $\text{hm}^2$ 、13 043 $\text{hm}^2$ 。其中, 强度侵蚀土壤与人口密度之间的相关性尤为显著, 对应上列人口密度等级的强度侵蚀土壤面积是 282、153、171、585 和 1 108 $\text{hm}^2$ 。

## 2.2 余江县土壤侵蚀时空变化

对 1979 年, 1988 年和 1996 年的数据<sup>(1)</sup> 进行分析, 余江县侵蚀土壤(包括强度侵蚀、中度侵蚀和轻度侵蚀土壤)的面积在逐渐减少, 侵蚀土壤面积分别为 53.4%、26.2% 和 24.5%, 特别是强度侵蚀土壤的面积减少的比例尤为明显(图 2)。

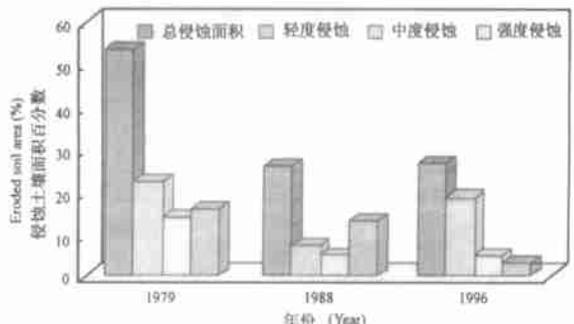


图 2 余江县土壤侵蚀变化动态示意图

Fig.2 Change in soil erosion in Yujiang County

(1) 潘剑君. 东南丘陵区土壤侵蚀时空变化遥感和 GIS 研究. 中国科学院南京土壤研究所博士论文, 1999, 77~82

从余江县 1988 年与 1996 年的土壤侵蚀叠加结果(表 2)可以看出, 该县的侵蚀变化主要发生在强度侵蚀这种类型上。1988 年强度侵蚀土壤面积为  $12\,630\text{hm}^2$ , 到 1996 年变为无侵蚀土壤  $1\,057\text{hm}^2$ 、轻度侵蚀土壤  $8\,431\text{hm}^2$ 、中度侵蚀土壤  $2\,930\text{hm}^2$  和强度侵蚀土壤  $212\text{hm}^2$ 。其特点是原来属强度侵蚀的类型变成侵蚀程度较弱的类型, 最多的情况是成为轻度侵蚀土壤, 有  $8\,431\text{hm}^2$  的面积。但也有少量的轻度或中度侵蚀土壤变成强度侵蚀的类型。此外, 余江县有较为突出的水域面积减少现象(这里不排除部分可能是由于所选遥感图像时相差异造成的影响), 其减少数量是  $3\,097\text{hm}^2$ (约占总面积 3.3%), 主要发生在原水体的边缘和原小型水体上。分析原因, 对于较大型的水体主要是由于水土流失导致的池塘边缘严重淤积, 对于小型水体可能主要是由于人们把它们排干而改变了用途, 如种植蔬菜或喜湿性经济作物。不管怎样, 水域面积明显减小都对生态环境不利, 值得重视。

表 2 余江县 1988 年与 1996 年土壤侵蚀变化分析( $\text{hm}^2$ )

Table 2 Spatial and temporal changes in soil erosion in Yujiang County from 1988 to 1996 ( $\text{hm}^2$ )

		1988 年土壤侵蚀面积 Soil erosion area in 1988			
		无明显侵蚀 Non-erosion	轻度侵蚀 Slight erosion	中度侵蚀 Moderate erosion	强度侵蚀 Strong erosion
		63811	7012	4760	12630
60 1996 年 土壤 侵蚀 面积 变化 分析 60	无明显侵蚀	63801	2655	534	1057
	轻度侵蚀	8	3666	3376	8431
	中度侵蚀	2	649	814	2930
	强度侵蚀	0	42	36	212

从余江县 1988 年至 1996 年土壤侵蚀程度变化看, 全县的土壤侵蚀程度大部分(75.5%)没有改变。在改变的部分中, 主流是侵蚀程度下降。侵蚀程度下降 1 个等级、2 个等级和 3 个等级的面积分别是 9.6%、9.6% 和 1.1%; 侵蚀程度升高 1 个等级、2 个等级和 3 个等级的面积分别是 0.7%、0.05% 和 0.01%。由陆地变成水域的面积为 0.03%, 而由水域变成陆地的面积却高达 3.3%。

从土壤侵蚀变化与坡度的关系看, 全县的土壤侵蚀主要发生在 3%~15% 的坡度上, 尤以在 3% 左右的缓坡地为多。在坡度大于 30% 的地区土壤侵蚀发生较少。在侵蚀比例上, 1988 年以 8%~20% 的坡度侵蚀较大, 达 28.0%; 到 1996 年, 则以 3% 左右的缓坡地为最大, 达 28.3%。这说明, 土壤侵蚀很容易发生在坡度平缓的地区。

把 1988 年土壤侵蚀解译图与由 1988 年遥感图像产生的绿色植被指数图叠加, 可以发现, 随着绿色植被指数的增加, 中度、强度土壤侵蚀的面积在逐渐减少。

余江县的土壤侵蚀主要是发生在红壤上, 1979 年、1988 年和 1996 年发生土壤侵蚀的面积分别是  $17\,689\text{hm}^2$ 、 $13\,104\text{hm}^2$  和  $11\,760\text{hm}^2$ 。此外, 红壤性土发生土壤侵蚀的比例也不小, 1979 年、1988 年和 1996 年发生土壤侵蚀面积比例分别为 47.9%、52.8% 和 34.0%。根据 1979 年、1988 年和 1996 年余江县土壤侵蚀遥感影像解译图与土地利用类型图的叠

加结果, 全县土壤侵蚀发生得最多的地区是迹地区和疏林地区。1979年、1988年和1996年迹地区土壤侵蚀面积分别为 $9\,210\text{hm}^2$ 、 $6\,329\text{hm}^2$ 和 $6\,108\text{hm}^2$ ; 疏林地区的该面积分别为 $9\,546\text{hm}^2$ 、 $4\,313\text{hm}^2$ 和 $3\,523\text{hm}^2$ 。而土壤侵蚀在不同土地利用类型上的发生比例, 最大的是裸地和迹地。1979年、1988年和1996年裸地上发生土壤侵蚀面积比例分别为 $65.4\%$ 、 $50.4\%$ 和 $51.3\%$ ; 迹地上其比例分别为 $70.8\%$ 、 $36.7\%$ 和 $33.5\%$ 。而迹地和疏林地侵蚀减轻较为突出, 它不仅表现在数量方面, 而且也表现在侵蚀等级的下降方面。在1988年到1996年期间, 迹地的强度侵蚀面积、中度侵蚀面积、轻度侵蚀面积和无侵蚀面积的变化分别是从 $3\,804\text{hm}^2$ 减少到 $78\text{hm}^2$ 、从 $1\,381\text{hm}^2$ 变化到 $1\,389\text{hm}^2$ 、从 $1\,144\text{hm}^2$ 增加到 $4\,641\text{hm}^2$ 和从 $6\,052\text{hm}^2$ 增加到 $6\,836\text{hm}^2$ 。在同一期间, 疏林地的强度侵蚀面积、中度侵蚀面积、轻度侵蚀面积和无侵蚀面积的变化分别是从 $2\,089\text{hm}^2$ 减少到 $14\text{hm}^2$ 、从 $838\text{hm}^2$ 增加到 $948\text{hm}^2$ 、从 $1\,386\text{hm}^2$ 增加到 $2\,561\text{hm}^2$ 和从 $10\,895\text{hm}^2$ 增加到 $12\,098\text{hm}^2$ 。侵蚀等级主要减小2~3个等级。

### 2.3 兴国县和余江县土壤侵蚀时空变化的比较分析

比较分析兴国县与余江县土壤侵蚀变化动态, 分两方面进行。其一, 比较两县在侵蚀面积上的变化, 其二, 比较两县在侵蚀程度上的变化。

把兴国县与余江县的土壤侵蚀面积百分数进行比较, 可以发现, 就土壤侵蚀面积百分数而言, 兴国县比余江县大; 虽然两县侵蚀面积百分数在70年代至90年代间下降的数值大致相等(兴国县为 $29.7\%$ , 余江县为 $28.9\%$ ), 但兴国县侵蚀面积百分数下降的比例明显小于余江县, 兴国县为 $43\%$ , 余江县为 $54\%$ 。从这两点基本可以说明, 由于兴国县的地形中山地比重较大, 坡度较陡, 组成物质又多花岗岩, 致使土壤侵蚀出现的面积百分数大, 而且彻底根治侵蚀困难。

土壤侵蚀程度的变化也是侵蚀动态研究中需要考虑的重要方面。比较兴国县与余江县自80年代至90年代土壤侵蚀等级的变化, 可以看出, 在治理土壤侵蚀方面, 兴国县和余江县各有擅长。兴国县在降低侵蚀程度的面积方面胜过余江县, 表现在兴国县有 $23.7\%$ 的面积侵蚀程度有所降低, 余江县这个数字是 $20.4\%$ ; 而余江县在治理强度土壤侵蚀方面超过兴国县, 余江县把侵蚀程度降低2~3个等级的面积有 $10.7\%$ , 兴国县只有 $4.8\%$ 。这多半是因为余江县的侵蚀地坡度较小, 治理容易见效。在比较这两个县侵蚀动态变化时也同时应该看到, 兴国县在一个不小的面积( $12.9\%$ )上有着侵蚀等级升高的现象, 虽然主要是升高一个等级, 但也应该给予足够的重视, 要把治理土壤侵蚀与防止土壤侵蚀同时考虑。余江县则几乎没有出现侵蚀程度升高这个问题。不过, 余江县水域缩小的现象较为严重。

## 参 考 文 献

1. 史德明, 石晓日, 李德成等. 应用遥感技术监测土壤侵蚀动态的研究. 土壤学报, 1996, 33(1): 48~58
2. 李德成, 史德明. 应用卫星遥感技术监测兴国县水土流失动态演变. 中国水土保持, 1998, 2: 29~32
3. 潘剑君, 张桃林, 赵其国. 应用遥感技术研究余江县土壤侵蚀时空演变. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(4): 81~84
4. 杨艳生, 郑振源. 中国土壤侵蚀及生产力研究. 南京: 东南大学出版社, 1994
5. Hudson N. Soil Conservation (2nd edition). London: B T Batsford Limited, 1981

6. 王安明, 章孝灿, 黄智才. 浙江省水土流失遥感普查有关技术问题的研究. 中国水土保持, 1999, 7: 19~ 21
7. 卜兆宏, 孙金庄, 董勤瑞等. 应用水土流失定量遥感方法监测山东全省山丘区的研究. 土壤学报, 1999, 36(1): 1~ 8
8. 卜兆宏, 孙金庄, 周伏建等. 水土流失定量遥感方法及其应用的研究. 土壤学报, 1997, 34(3): 235~ 244
9. 卜兆宏, 唐万龙. 土壤流失量遥感监测中 GIS 像元地形因子算法的研究. 土壤学报, 1994, 31(3): 322~ 329
10. 卜兆宏, 赵宏夫, 刘沼清等. 用于土壤流失量遥感监测的植被因子算法的初步研究. 遥感技术与应用, 1993, 8(4): 16~ 22
11. Tang Wanrong, Bu Zhaozhong. A new software for GIS image pixel topographic factor in remote sensing monitoring of soil losses. *Pedosphere*, 1995, 5(1): 67~ 74
12. 王让会, 樊自立. 利用遥感和 GIS 研究塔里木河下游阿拉干地区土地沙漠化. 遥感学报, 1998, 2(2): 137~ 142
13. 卢金发, 崔书红, 林利等. 金衢盆地土地退化遥感研究. 环境遥感, 1996, 11(3): 178~ 185
14. 王文中, 李锐, 张晓萍等. 区域土壤侵蚀遥感调查与制图研究. 水土保持通报, 1998, 18(5): 28~ 31
15. Wu J, Nellis M D, Ransom M D *et al.* Evaluating soil properties of CRP land using remote sensing and GIS in Finney County, Kansas. *Journal of Soil and Water Conservation*, 1997, 52(5): 352~ 358
16. Lillesand T M, Kiefer R W. *Remote Sensing and Image Interpretation (the third edition)*. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, Inc. 1994. 35~ 44

## SPATIAL AND TEMPORAL CHANGES IN SOIL EROSION IN XINGGUO AND YUJIANG OF JIANGXI PROVINCE

Pan Jian-jun<sup>1,2</sup> Zhao Qi-guo<sup>2</sup> Zhang Tao-lin<sup>2</sup>

(1 College of Resource and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095)

(2 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

### Summary

As Jiangxi Province stands out for its serious soil erosion in the hilly red soil region of South China, research on its spatial and temporal changes was of true typicality. The combination of the remote sensing technique with the geographic information system technique showed significant advantages in the research. By using this technology, the change in soil erosion was studied in Xingguo and Yujiang of Jiangxi Province, with results indicating that soil erosion in the counties was gradually getting under control, both in area and in extent. The decreases in soil erosion area of the two counties were almost equal in percentage, with Xingguo County lagging slightly behind Yujiang County. However, soil erosion was still an outstanding problem in these counties.

**Key words** Soil erosion, Spatial and temporal changes, Remote sensing