

文章编号: 1007-4619 (2000) 03-233-06

缅甸中部干旱地区土壤侵蚀的分析

李红春, 崔伟宏

(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘 要: 伊落瓦底江中游是缅甸中部著名的干热地带, 土壤流失严重。在研究中, 首先利用遥感图像(1995年的TM图像, 1998年的TM和SPOT图像)进行判读和土壤侵蚀地面实况的野外验证。同时, 根据影响土壤侵蚀的生态环境因子, 建立实验区的数字高程模型和空间数据库。然后, 在地理信息系统(GIS)中进行土壤侵蚀测定以及生态环境因子相关分析。影响土壤侵蚀的生态环境因子很多, 但植被和耕作方式是人们可以控制的因子。在此基础上提出水土保持和环境的对策。

关键词: 缅甸; 土壤侵蚀; 水土保持; 环境治理

中图分类号: TP79/S15 **文献标识码:** A

1 引 言

土壤是人类的摇篮, 土壤提供了人类赖以生存的物质基础, 土壤的数量和质量与人类生存息息相关。由于对土地长期不合理的开发利用, 水土流失严重, 土壤资源在减少, 可耕地正退化。一方面导致人类生存环境质量的下降, 另一方面引起水旱灾害频繁发生, 威胁人类的生存。科学家提出了“拯救土壤就是拯救人类”的呼吁。

保护土壤资源是持续发展的重要内容^[1], 因而对土壤侵蚀的研究历来受到国内外的高度重视^[2,3]。例如, 美国 1887 年开始了土壤侵蚀的探索, 1976 年首次提出了水土流失通用方程, 经过二十多年的使用, 逐步地改进和补充^[4], 成为国际上的通用方程。我国是水土流失严重的国家之一, 因此比较重视对土壤侵蚀的研究, 特别是近二十年来, 利用遥感和 GIS 进行了水土流失方面理论和实践的探讨。例如, 在西北黄土高原, 王明堂、陈正宜等进行了土壤侵蚀遥感分析^[5,6], Helga Duhou、Gwendolyn Ver-

straete 和李芝喜等进行云南热带自然保护区土壤侵蚀测定。

缅甸中部伊落底瓦江中游是著名的干热地带, 土壤侵蚀和土地退化严重, 受到国际社会的重视。联合国发展署和亚太经合组织特安排我们在该地区开展包括土壤侵蚀分析在内的“利用遥感和地理信息系统技术对缅甸中部干旱地区进行综合发展规划”项目研究。

土壤侵蚀的研究既考虑到理论的完备性、实践的可操作性和国际通用性, 又特别考虑植被对土壤侵蚀的作用, 为水土保持、生态环境治理和区域持续发展奠定基础。

2 实验区概况

缅甸位于东南亚地区西北角, 北靠青藏高原, 南临印度洋, 地势北高南低, 地形可以分为 3 个部分: 西部那加山和阿拉干山、东部禅邦高原和中部伊落瓦底江谷地^[7]。伊落瓦底江上游高山, 下游形成三角洲注入印度洋, 中游为谷地平原。气候干旱炎热,

收稿日期: 1998-10-26; 修订日期: 1998-12-14

基金项目: 该项目为联合国发展署——亚太经合组织(UNDP-ESCAP)委托中国科学院遥感应用研究所承担的国际合作项目“利用遥感和 GIS 技术对缅甸中部干旱地区进行综合发展规划”(Project on Comprehensive Development Planning in Arid Zone of Central Myanmar Using Integrated RS and GIS Approach)的组成部分。

作者简介: 李红春, (1971—)男, 现在中国科学院遥感应用研究所攻读博士学位。1993 年毕业于武汉测绘科技大学摄影测量与遥感专业, 获学士学位。1996 年毕业于西南林学院, 获林业遥感硕士学位。主要研究方向为地理信息系统应用、可持续发展、GPS 车辆导航和 GPS 车辆监控等。(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

人口密集,人为活动频繁。中部是缅甸历史上最早的王朝建都之地,直到 1852 年英国占领前,一直是缅甸政治、经济、文化中心。历史上随着宗教的兴盛,大规模地砍伐森林,烧制砖瓦,建立数以千计的佛塔,使森林植被遭到了严重的破坏。在英国控制和日本占领期间,森林被大量采代和破坏。近半个世纪以来,由于人口的增加,耕地的开垦,迁移式农业和刀耕火种等落后的耕作方式,加速了森林植被的不断衰减。植被的破坏,导致了水土流失严重。

实验区位于曼德勒省敏建县,是干旱地带中心(图版 I 图 1)。北纬 $20^{\circ}30' - 21^{\circ}40'$,东经 $94^{\circ}40' - 96^{\circ}00'$ 之间,海拔 300m—1518m。西北以伊落瓦底江为界,南与马圭县相邻,东与墨来县比邻,南部耸立着著名的博帕火山,海拔 1518m,北为丘陵谷地。该县包括纳多基、敏建、当达和皎勃东 4 个乡,面积 5600 多平方公里。由于实验区属陆相沉积,为伊落瓦底现代冲积层。除现代沉积外,受缅甸第 5 次造山运动的影响,地层发生折曲,敏建博帕山区,发生火成岩侵入,主要岩石为砂岩、页岩和火山岩。该地区年降雨量在 500mm—600mm 之间,受到地形作用,博帕火山地区达到 1200mm,降雨集中于 5 月到 10 月,年平均温度 33°C ,降雨为暴雨方式,沟谷纵横,水蚀作用剧烈。主要侵蚀类型有面蚀和沟蚀。

3 研究方法

该项研究以生态为基础,通过遥感和野外观测(含 GPS 定位观测)进行信息采集。利用 GIS 进行数据分析,获取土壤侵蚀的时空分布信息。

3.1 遥感图像判读

此次实验中,所采用的遥感图像有:

(1) 1995 年 3 月 6 日 Landsat-5 TM2,3,4,判读比例尺 1:65336;

(2) 1998 年 4 月 4 日 SPOT-XS1,2,3,判读比例尺 1:50000;

此外,还用到了现有的 1943 年编制的 1:65,336 地形图。

由于数据源的不同,在遥感判读中,首先建立土地覆盖类型标准。分类参考了缅甸联邦政府 1996 年 3 月颁发的“土地利用分类”(第二版本),以及国内热带林遥感研究中的分类标准^[8],结合遥感的可判读性,针对土壤侵蚀拟定了以下土地覆盖类型分类系统。

(1) 季雨林:主要分布于博帕保护区内,主要代表树种有柚木(*Tectona grandis* Linn. f.)、缅甸合欢(*Albizia lebbek*)、楹树(*Albizia chinensis*)、印度酸荚(*Tamarindus indica*)、金合欢(*Acacia arbia*)、荚檀(*Dalbergia paniculata*)等;同时在博帕保护区内由于林下多泉水,林内湿度较大,有些地段内还保存着雨林成分,出现板状根、老基生花、攀藤附生等现象,代表树种有大叶野独活(*Milusa velutina*)、巴戟(*Morinda tinctoria*)、箭毒树(*Antiaris toxicaris*)等。在季雨林中较干旱地段,出现旱生疏林,代表树种有毛榄仁(*Terminalia Tomentosa*)等。

(2) 稀树草原:广泛地分布在实验区内干燥地带,主要代表植物有榄仁(*Terminalia aliveri*)、糖棕(*Borassus flabellifer*)、儿茶(*Acacia catechu*)等,树木稀少,地被物稀疏。

(3) 多刺灌木林:在实验区内广泛分布,主要代表植物有儿茶(*Acacia catechu*)、云实(*Casalpinia pulcherrima*)等。

(4) 园地:主要种植香蕉、芒果等热带水果。

(5) 农地:包括水田和旱地。为了便于对土壤侵蚀的分析,我们将旱地进一步分为有林网庇护的旱地和无林网庇护的旱地。

(6) 轮休地:在实验区内分布较广,有的长期撩荒,多为裸地。

(7) 沙石地:主要是由于暴雨山洪对山地丘陵坡面进行面状侵蚀,形成沙、石裸露的地面景观类型。

(8) 水体:主要包括伊落瓦底支流以及水库、水塘等。

(9) 城镇用地:包括县城、乡镇以及村庄等居民地、房屋周围多为榕树。

除土地覆盖类型外,还进行了地形判读和土壤分类。实验区主要的地貌有冲积平原、阶地、山地丘陵。主要土壤有红壤、黄壤、砖红壤,土壤 Ph 值为 8 左右,微碱性,有些地区盐碱化严重,考虑到与土壤侵蚀直接有关的因素为土壤质地,在研究中将质地分为砂土、壤土、粘土以及它们的过度类型。

判读过程包括建立判读标志,设置了分类训练区,而后进行室内全面判读。在此基础上,开展了野外验证,对室内判读的土地覆盖类型、土壤边界范围进行了进一步的修正与落实,为了保证验证的精度,利用 GPS 进行定位观测。

3.2 建立实验区空间数据库

根据实验区对生态环境的研究,我们将影响水

土流失的因素归纳为土地利用和土地覆盖、土壤质地、地形因素(坡度、坡长)、降雨因子和径流因子,治理因子等^[9]。针对以上因子,我们建立了实验区空间数据库。工作环境为带有 Arc/Info Version 7.03

的 SUN 工作站,输入采用 Calcomp 9500 数字化仪,输出为 HP 750 绘图仪,预处理在缅甸完成,数据分析在中国科学院遥感应用研究所进行,数据库及内容见表 1。

表 1 实验区数据库及结构
Table 1 Spatial Database of Study Area

数据层名称	数据类型	数据层内容	解释及说明
1995 年土地利用和土地覆盖	多边形	季雨林 C1, 稀树草原 C2, 多刺灌木林 C3, 园地 C4, 农地 C5, 轮休地 C6, 沙石地 C7, 水体 C8, 城镇用地 C9	
1998 年土地利用和土地覆盖	多边形	同上	
土壤质地	多边形	砂土 K1、壤土 K2、粘土 K3、砂+壤土 K4、壤+粘土 K5	
坡度	网格	网格中记录该网格的坡度,单位:度	由 DEM 计算获得
坡长	网格	网格中记录坡长,单位:m	由 DEM 计算获得
治理因子	多边形	根据耕作以及等高种植赋值	
降雨	DBF 数据库	记录从 1983—1998 年 9 月的月均降雨量,单位:mm	

DEM 是对地表的三维数据表达,在土壤流失分析中具有重要作用,一方面可由 DEM 提供坡度、坡向以及坡长因子;另一方面,对多维可视化起到重要作用,本次实验中,首先出现有的 1943 年比例尺为 1:65336(19 幅)地形图对等高线进行数字化,在平原地区等高距为 15.24 m(50 英尺),在山丘地区等高距为 30.48m(100 英尺)。其次,进行内插获得 100m × 100m 的正方形网格,最后,加入河流、水库等图层作为特征线、特征多边形对正方形网格修正,得到实验区的数字等高模型。利用 DEM 快速进行坡度、坡长的计算,小流域的划分。利用 SPOT-XS123 假彩色影像与 DEM 进行复合(图版 I 图 2),提高分类判读的精度。

3.3 土壤侵蚀的测定

土壤侵蚀的实质是由于水力的作用造成土壤流失,所以也称为水土流失,其中包括重力侵蚀所形成

的泥石流。

根据国际通用土壤侵蚀方程:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

式中, A 为平均土壤流失量,单位为 T/hm^2 ; R 为降雨因子,单位为 N/hm^2 ; K 为土壤流失因素,单位为 $kg \cdot hm^2 / N \cdot m^2$; L 为坡长; S 为坡度; C 为土地覆盖因子; P 为支持因子, $N = 10^{-1} \cdot t \cdot m \cdot cm/h$ 。

R 表示降雨分离土壤以及雨水对土壤的搬移能力。由于数据的局限。在计算中采用 Arnoldus 推荐的近似降雨指标:

$$R_{ann} = \left[4.17 \times \sum_{i=1}^{i=12} (P_i^2 / P) \right] - 152 \quad (2)$$

式中 P_i 表示第 i 个月的降雨量(单位: mm), P 表示全年的降雨量(单位: mm), R_{ann} 表示年平均的 R 因子,根据实验区 1995 年雨量分布(表 2),可以确定 1995 年的平均 R 因子为 387.57mm。同时,考虑到在雨季开始的 5 月份,村民开始耕田播种,因而作为土壤侵蚀最严重时的 5 月份,其 R 因子为 38.97。

表 2 1995 年降雨月份分布(单位: mm)
Table 2 Monthly rainfall (mm) in 1995

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1995 年	0	0	0	0	73	106	75	101	221	102	48	0

K 土壤侵蚀因子采用 K. Romkens *et al* Academic Journal Electronic Publishing 0.0034-A0.63876-rcv0.5((http://www.cnki.net/1999)推荐的利用土壤质地计算 K 因子的方法:

$$+ 1.5333) / (0.7671)^2 \quad (3)$$

其中: D_g 表示土壤微粒的平均大小, K 为土壤侵蚀因子。

实验区内不同土壤的 K 值如表 3。

表 3 不同土壤类型的 K 值
Table 3 K Factor of soil textures

土壤质地	主要土壤微粒半径/mm	K 值/($\text{kg} \cdot \text{hm}^2$)/ $\text{N} \cdot \text{m}^2$
砂土	0.1	0.03
砂壤土	0.064	0.033
壤土	0.0275	0.04
粘壤土	0.005	0.032
粘土	0.002	0.015

土地覆盖因子(表示有植被和无植被覆盖下水土流失侵蚀的比例), 植被覆盖对土壤侵蚀有很大的控制作用, 中国科学院西双版纳植物园定位观测材料表明, 农田比雨林土壤侵蚀高出 1301.7 倍, 根据实验区土地利用和土地覆盖的特点, 参照 Wischmeier 和 Smith (1978) 对 C 因子的划分, 实验区内对 C 因子划分如下(见表 4):

表 4 实验区内 C 因子的划分
Table 4 C Factor of study area

土地覆盖类型	地面覆盖度/%	C 因子值	
季雨林	类雨林	>85	0.0001
	季雨林	40-80	0.001
干燥疏林	10-40	0.003	
稀树草原	10-50	0.04	
有刺灌木木	10-30	0.16	
园地	10-30	0.9	
农地		1.0	

支持因子 P 表示土壤在一定耕作方式下与斜坡上无任何保护措施下耕作方式侵蚀的比率。在实验区内, 参照 Wischmeier 和 Smith (1978) P 因子划分, 确定 P 因子的空间分布数据(表 5)。

表 5 实验区 P 因子的划分
Table 5 P Factor of study area

坡度/(°)	P 因子
1-8	0.6
8-16	0.7
16-25	0.8
25-30	0.9

除实验区因子 R 可以看作定值外, 其余 5 个数据变量分别进行离散化为 $100\text{m} \times 100\text{m}$ 的网格, 进行叠置相乘, 可以得到每公顷上的土壤侵蚀量。

根据以上分析, 可以分别得到 1995 年土壤侵蚀分布图(图版 I 图 3)和 1998 年土壤侵蚀分布图。

3.4 土壤侵蚀的动态变化

根据土壤侵蚀量, 按级距划分为轻、中、重、严重、特严重 5 个等级并绘制等级图。将两个时期的土壤侵蚀等级图进行对比, 于是得到了 1995—1998 年土壤侵蚀的动态变化图(图版 I 图 4)。

4 土壤侵蚀与生态环境的分析

4.1 森林植被与土壤侵蚀

影响土壤侵蚀的因素很多, 土壤侵蚀除了与降雨有关外, 同时还与地表植被覆盖、耕作方式、土壤和地形等条件紧密相关。在诸多因素中, 降雨、地形、土壤是人们难以改变的自然因子, 植被和耕作方式是人们可以控制的、用于减少土壤侵蚀的因子。

1995 年试验区各乡土壤侵蚀分布测定表明(表 6), 当达乡植被覆盖率可达 18.6%, 土壤年侵蚀量为 0.9 t/hm^2 , 而敏建乡植被覆盖率仅为 10.2%, 土壤侵蚀严重, 达到 5.8 t/hm^2 。植被是控制土壤侵蚀的生态屏障, 特别是在生态环境脆弱的地区, 植被的抗侵蚀功能尤为突出。在博帕保护区内, 平均坡度高于 30 度, 由于森林保护较好, 土壤年侵蚀量小于 5 t/hm^2 。

表 6 1995 年试验区各乡土壤侵蚀情况

Table 6 The Soil Erosion Situation in Townships of Study Area in 1995

乡名	面积/ hm^2	平均坡度 /%	植被覆盖率/% (森林+灌木)	平均土壤流失量/ $\text{t/hm}^2 \cdot \text{a}$
敏建	99261.2	<2	10.2	5.8
纳多基	121052.2	<2	12.9	5.1
当达	134719.8	<2	18.6	0.9
皎勃东	198780.1	21	18.5	25.0

从 1995 年、1998 年两期土壤侵蚀的对比, 可以看出局部地区由于采取了封山育林、植树造林, 生态环境得到很快恢复, 土壤侵蚀有所控制。但是在另一些地区, 由于过度开垦, 地表覆盖度减少, 导致坡面侵蚀强度加大。

考虑植被因子时, 既要考虑植被的类型, 又需要考虑植被的覆盖度。根据公式(3)的计算, 植被类型、覆盖度与土壤侵蚀的关系可以看出, 抗蚀能力: 季雨林 > 干燥疏林 > 稀树草原或有刺灌木木。而且覆盖度越大, 则侵蚀越小; 覆盖度越小, 则侵蚀越严

重。所以营造水土保持林时,需要一定的密度,优先选择抗蚀能力较强的季雨林、雨林类型有关树种。

4.2 地形、森林植被与土壤侵蚀

在实验区内进一步根据地形因子和森林植被的共同作用对土壤侵蚀进行分析。当其他因子不变时,针对敏建实验区的主要条件,农业活动多无保护措施下($P=1.0$),土壤类型为壤土时,取 X 轴为地形因子, Y 轴为植被因子, Z 轴为土壤侵蚀量,绘制3个变量相关图(图5)。从图中可以得到如下结论:

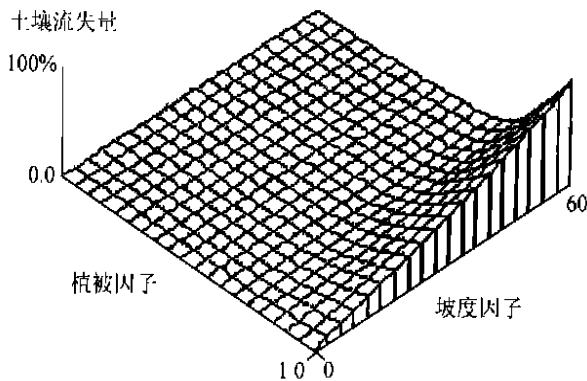


图5 地形、森林植被与土壤侵蚀(土壤质地为壤土, $P=1.0$)

Fig. 5 Topology, vegetation vs. soil erosion

(1) 土壤侵蚀随着坡度增加,植被的减少而增大;反之,坡度减缓,植被增加时,土壤侵蚀量减少。

(2) 当坡度小于 20° 时,森林植被覆盖达到20%时,实验区内大部分地区的侵蚀可以得到控制。当坡度在 $20^\circ-30^\circ$ 之间时,森林植被需要达到38%覆盖度时,土壤侵蚀才能得到控制。因此,在造林绿化时,除考虑森林植被类型外,还需要根据坡度等级,确定造林的株行距密度。

4.3 土壤、地形与土壤侵蚀

同法可以得到土壤质地、地形共同作用下土壤侵蚀的关系。针对敏建实验区的主要条件,农业活动多无保护措施下($P=1.0$),绘制土壤质地、地形与土壤侵蚀的相关(图6),可以看出,壤土抗蚀能力较弱,粘土和砂土抗蚀能力较强。砂土质地疏松,水分容易通过,对水分和养分的保持能力较低;粘土颗粒较小,粘结性以及团聚力较强,保水力很大,但透气和排水性极差;壤土的颗粒介于粘土和砂土之间,对水分和养分的保持能力较好,但易流失。壤土是生产潜力较好的土壤,因此需要优先造林绿化,乔、灌、草相结合,加强保护。

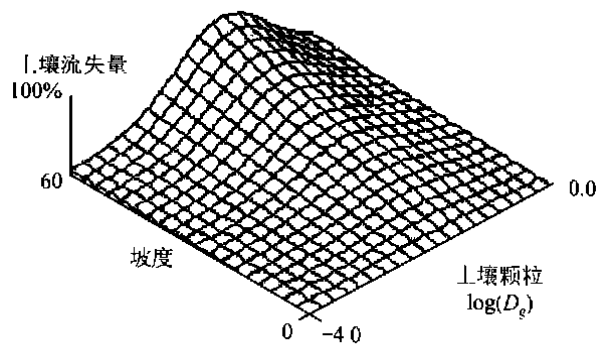


图6 土壤、地形与土壤侵蚀(地类为农地, $P=1.0$)

Fig. 6 Soil texture vegetation vs. soil erosion

5 水土保持与环境治理对策

造成土壤侵蚀的原因,是多方面的综合因素。首先是森林植被的衰减,造成微观生态环境的恶化,所以水土保持与环境治理应本着遵循综合治理,保护与治理并举,生物措施与工程措施相结合。

5.1 加强对现有森林植被的保护

目前,实验区森林衰减的原因,主要是农材烧柴和小型工业的能源用材;同时,有些地方出现毁林开荒,例如,在博帕自然保护区内开垦香蕉园,从1995年到1998年净增 3880hm^2 香蕉园,总面积达到 $14,980\text{hm}^2$ 。鉴于以上森林衰减的原因,首先实行禁伐。保护现有天然林。天然林保护不但在自然保护区周边,同时在其它4个乡也应加强保护力度。

5.2 开展绿化造林,保持水土

在保护的同时,还需要封山造林;积极营造适合不同立地条件的树种,生态效益和经济效益并举。营造水土保持林,优先选择固氮树种,其中有儿茶(*Acacia catechu*)、耳叶相思(*Acacia auriculiformis*)、银合欢(*Leucaena leuccephala*)等。与此同时,结合营造经济林和用材林。其中经济林重点发展芒果(*Mangifera indica*·L)、珊瑚姜(*Zingiber barbatum*)、芦荟(*Lae Vera*)、紫万年青(*Rhoeo discolor*)等;用材林有柚木(*Tectona hamiltoniana*)、铁刀木(*Cassia siamea*)。并实行乔、灌、草相结合。造林时,遵循先易后难、因宜设防、因地制宜,加强在河流和水库的上游建造水土保持林,并结合工程措施,建立挡沙坝,拦截泥沙,减少水库的淤积,以保持水库的效益。

科学规划 合理利用土地

在土壤侵蚀大于 $30\text{t}/\text{hm}^2$ 的地区应逐步退耕还

林,对于土壤侵蚀大于 $10\text{t}/\text{hm}^2$ 土地退化的地区,在农田四周种植固氮树种,增加土地肥力,固定耕地,提高单产,严禁毁林开荒。在坡地上耕作时,应改进耕作方式,采用等高种植,营造梯田、梯地,合理利用土地,做到宜林则林,宜牧则牧,宜农则农,并积极推行混农林业(Agro-forestry),实施农林生态一体化和可持续发展。

致谢: 参加该项目的还有张显峰,缅甸联邦政府林业部的 U Maung Maung Than (吴冒冒吞)、U Myint Syw (吴明水)、Daw Mi Mi Cho (多咪咪陈)、U Than Tun (吴吞丹)、U Nyan Hlaing (吴连奈)等,在此,一并感谢。

参 考 文 献 (References)

- [1] Cui Weihong. Regional Sustainable Development [M]. Beijing, Space Navigation Publication, 1994. [崔伟宏. 区域可持续发展 [M]. 北京: 宇航出版社, 1994.]
- [2] V. O. Shanholtz, Cui Weihong *et al.* Nonpoint Source Pollution Potential For Large Land Areas Using VirGIS [A]. International Workshop on GIS [C]. Beijing, August 9-11, 1990.
- [3] M. Jafari, E. S. Nararrete. Conservation of soil and water resources [A]. Proceedings of 10th World Forestry Congress [C]. 1991,

107-109.

- [4] M. A. Keyzer, Ben GJS Sommereld. Using the Mollifier method to characterize datasets and models: the case of the universal soil loss equation [J]. *ITC Journal*, 1997, 3(4): 263-272.
- [5] Wan Mingtan. Application of Soil Erosion Remote Sensing Quantitative Study in Yellow Soil Plateau [A]. Proceedings of Remote Sensing in Yellow Soil Plateau [C]. Beijing, University of Beijing Publication, 1990. [王明堂. 通用土壤流失方程(USLE)在黄土高原土壤侵蚀遥感定量研究中的应用[A]. 黄土高原遥感专题研究论文集[C]. 北京: 北京大学出版社, 1990.]
- [6] Chen Zhengyi, Chen Jie. The Discussion of Soil Erosion Intensity Remote Sensing Analysis in Shan Bei Yellow Soil Hills [J]. *Environment Remots Sensing of China*, 1992, 7(1): 9-15; [陈正宜, 陈捷. 陕北黄土丘陵地区土壤侵蚀强度遥感分析方法探讨 [J]. 环境遥感, 1992, 7(1): 9-15.]
- [7] Zhao Songqiao. Geography of Burma [M]. Beijing, Science Press, 1958. [赵松乔. 缅甸地理[M]. 北京: 科学出版社, 1958.]
- [8] Li Zhixi. Monitoring of forest using remote sensing in Xishuangbanna, China [A]. Proceedings of the IUFRO Centennial Meeting in Berlin [C]. 1992, 139-147.
- [9] Li Hongga, Cui Weihong, Li Zhixi. A study on nature resource geographic information system in Xishuangbanna [A]. Proceedings of the 18th Asian Conference on Remote Sensing [C]. 1997, (R17): 1-6.
- [10] Jan, J., Barton, Janice M. Bathels. Monitoring floods with AVHRR [J]. *Remote Sensing Environment*, 1989, 30(1): 89-94.

Analysis of Soil Erosion in Arid Zone of Central Myanmar

LI Hong-ga, Cui Wei-hong

(Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract: Soil is an important resource on the Earth which provides materials and foods to people live on. The force and effects of the soil quality and quantity, both better and worse, touch the lives of local people. So the soil is too precious to be eroded away without trying to hold it in place and increase its productivity.

The middle reaches of Ayeyarwaddy in Myanmar, is the most well-known arid zone. The soil erosion and land retrogression are endangering the people's lives.

In this paper, we put forward a way of studying soil erosion and relations of soil erosion factors by integrated GIS and RS. Firstly, satellite images (TM and SPOT) have been integrated and the ground real conditions have been rectified. Secondly, according to the ecological environmental factors, the spatial database and Digital Elevation Model of the study area have been built. Finally, referring to National Universal Soil Loss Equation, the quantitation and distribution of the soil erosion, risks and changes have been obtained.

By simulation and measuring, we study the relations in soil erosion and measurement, the relations in the soil erosion among forest type and crown, topography and the soil texture. Furthermore, we put on the rational spatial allocation of agriculture and forest. Thus, it is important and imperative to conserve the nature forest, close forest area, afforest in bare land, rationally utilize land and implement water and land conservation project as a way to control the soil erosion for ecological environment rehabilitation and the sustainable development.

Key words: myanmar arid zone; soil erosion; water and land conservation; environment rehabilitation

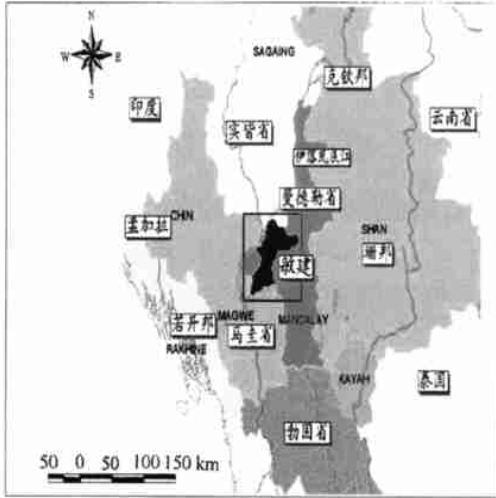


图 1 试验区敏建县在缅甸曼德勒省中的位置

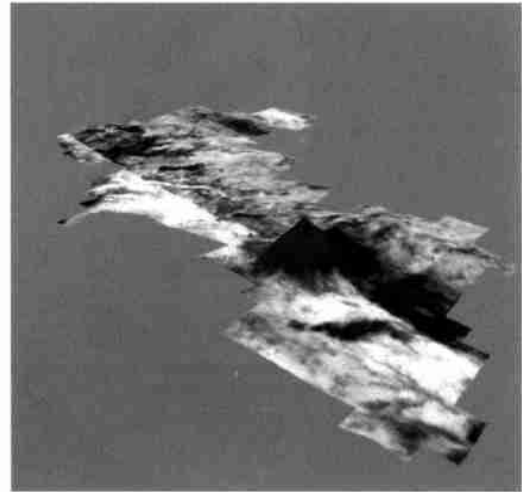


图 2 SPOT-XS1,2,3 假彩色影像与 DEM 复合

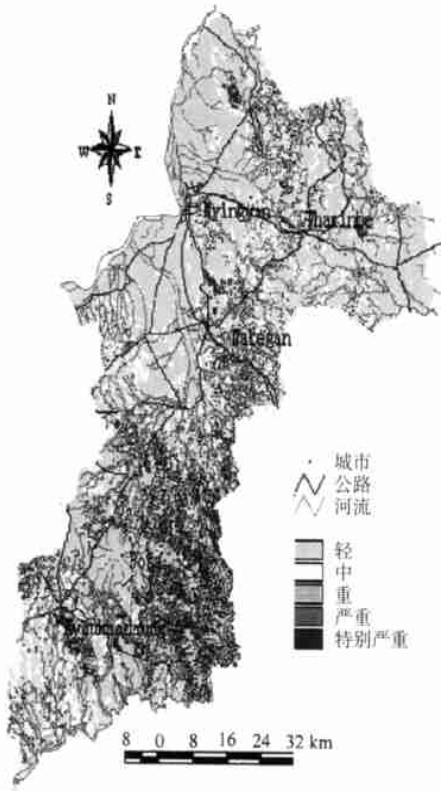


图 3 1995 年土壤侵蚀分布



图 4 1995—1998 年土壤侵蚀动态变化