

云南省澜沧江流域的土壤侵蚀及其环境背景

姚华荣^{1,2}, 杨志峰¹, 崔保山¹

(1. 北京师范大学 环境学院, 北京 100875; 2. 西北大学 环境科学系, 陕西 西安 710069)

摘要: 土壤侵蚀是引起土地退化和河流泥沙淤积的根源, 其产生与各种自然因素和人类活动存在一定关系。利用 ArcView 3.2 和 ARC/INFO 8.1 软件, 通过图层叠加, 统计分析和缓冲区分析等, 对云南澜沧江流域的土壤侵蚀与地形坡度、土地利用/土地覆被现状、土壤类型和分布以及河流、道路两侧的缓冲区等之间的关系进行了分析。

关键词: 云南省澜沧江流域; 土壤侵蚀; 环境背景

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)04-0005-06

中图分类号: S157.1

Soil Erosion and Its Environmental Background at Lancang Basin of Yunnan Province

YAO Hua-rong^{1,2}, YANG Zhi-feng¹, CUI Bao-shan¹

(1. Environmental College, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. College of Environmental Science, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi Province, China)

Abstract: Soil erosion can result in land degradation and sediment deposition of a river, where soil erosion is connected with some natural factors and human activities. Using ArcView 3.2 and Arc/Info 8.1 as the work platform, relations between soil erosion and terrain slope, between soil erosion and land use/land cover, between soil erosion and soil types of Lancang river basin in Yunnan Province are analyzed according to the results of map layers intersection and statistics analyzing. Finally, soil erosion of 1 km wide buffers of river and road in the same area is also studied.

Keywords: Lancang river basin in Yunnan Province; soil erosion; environmental background

土壤侵蚀不仅会因为固体颗粒物及有机质的直接流失而引起土地退化、土壤肥力下降, 而且作为一种非点源污染, 会导致河流淤积和水质污染, 影响河流的正常泄洪和水电工程的使用寿命及使用效率。影响土壤侵蚀的因素很多, 既有自然因素又有人类活动因素。

自然因素包括地质、地貌、土壤、气候、植被等, 人类活动因素包括工程建设活动和土地的开发利用活动。人类的工程建设和土地利用活动是一种较强的土壤侵蚀干扰因素, 可以较大范围、较大幅度改变原来的自然环境背景, 引起土壤侵蚀的加剧; 而自然因素相对来说较为稳定, 但也会因为受到人类活动的影响发生改变, 进而影响土壤侵蚀的进程和强度。也就是说土壤侵蚀与各种自然因素和人类活动因素之间存在着某种关系。

本研究试图以云南澜沧江流域为地域依托, 利用 GIS 方法在一定程度上揭示这种关系。

澜沧江是云南省 6 大水系之一, 也是我国西南地区重要的水电能源基地, 其上的已经建设的和规划建设的大型梯级水电站有 8 座。流域的土壤侵蚀状况会对澜沧江的河流泥沙含量产生直接的影响, 从而淤积水库、减少库容, 影响水电工程的使用寿命和使用效率。为了保证水电工程的使用效率和使用寿命, 减少淤积, 对澜沧江流域的土壤侵蚀及其环境背景进行分析, 为进一步研究水库淤积与土壤侵蚀的关系奠定了坚实的基础。

1 研究方法及其所需资料

1.1 研究方法概述

以 ArcView 3.2 和 ARC/INFO 8.1 为工作平台, 作空间数据的处理和分析。首先对所收集到的土壤侵蚀及其影响因素等图件资料进行投影校正, 将所有矢量图均转变为以 105°E 为中央子午线, 以 25°N 和 47°N 为标准纬线的 Albers 投影, 并将矢量数据转

收稿日期: 2004-10-25

资助项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (2003CB415104)

作者简介: 姚华荣 (1969—), 女 (汉族), 陕西临潼人, 讲师, 博士。研究方向为区域环境、自然资源评价与可持续利用。E-mail: yaohr@gsnrr.ac.cn; yaohr69@163.com。

换成栅格数据;根据各个栅格图的属性数据,分别统计出了土壤侵蚀以及各影响因素的基本数据资料;利用 GIS 的空间分析原理,分别对土壤侵蚀栅格图和各种影响因素的栅格图进行叠加,分析每一个单元上土壤侵蚀与其影响因素的对应关系,并且通过统计,分析,总结出土壤侵蚀与各影响因子之间的关系。对温度、降水等相关气象数据,由于所获得的是各气象台站的点状数据,需要将这些离散的点状数据通过空间插值的方法实现空间平面化,空间插值选用克里格(Kriging)法。

1.2 所需资料及其来源

使用的资料有澜沧江流域 1999 年 TM 影像解译得到的反映土壤侵蚀情况的 1 \diamond 10 万土壤侵蚀数据,1999 年 TM 影像解译的反映 90 年代末期的 1 \diamond 10 万土地利用数据;国家测绘局的 1 \diamond 5 万数字高程(DEM)数据;中华人民共和国 1 \diamond 400 万植被类型数据,1 \diamond 400 万土壤数据等矢量数据。国家气象局的 1951—2000 年澜沧江流域内部及其周边的 32 个气象台站的气温和降水等气候资料;国家统计局 2003 年云南省社会经济统计年鉴等。

2 云南澜沧江流域土壤侵蚀的环境背景

云南澜沧江流域位于云南省西部,地貌上可以分为北部的高山峡谷区和南部的中低山盆谷,地势北高南低。范围为 21 \circ 08'41"N—29 \circ 14'04"N,98 \circ 40'07"E—102 \circ 20'51"E,行政上包括迪庆州的德钦和维西县,怒江州的兰坪县,保山市的隆阳区、施甸县和昌宁县,临沧地区、思茅地区、西双版纳州和大理州的全部(见附图 1),共有 39 个县(市),总面积 1.42 \times 10⁵ km²。2002 年末总人口为 1.06 \times 10⁶ 人,其中农业人口 9.18 \times 10⁵ 人,占总人口的 86.74%;国内生产总值为 4.06 \times 10¹⁰ 元人民币,其中第一产业产值 1.41 \times 10¹⁰ 元人民币,占国内生产总值的 34.65%,说明云南省澜沧江流域是以农业为主的区域。

2.1 云南省澜沧江流域的土壤侵蚀现状

将云南省澜沧江流域的土壤侵蚀图转换为 100 m \times 100 m 栅格大小的 GRID 数据。在全国范围内,根据土壤侵蚀的成因,可将土壤侵蚀分为:水蚀、风蚀、冻融侵蚀、重力侵蚀和工程侵蚀 5 种。水蚀和风蚀分别被分为 6 个等级,它们分别为微度[平均侵蚀模数 < 500 t/(km²·a)],轻度[平均侵蚀模数 500~2 500 t/(km²·a)],中度[平均侵蚀模数 2 500~5 000 t/(km²·a)],强度[平均侵蚀模数 5 000~8 000 t/(km²·a)],极强[平均侵蚀模数 8 000~15 000 t/(km²·a)]和剧烈[平均侵蚀模数 > 15 000 t/(km²·a)]。冻

融侵蚀被分为 4 级,即微度、轻度、中度和强度。澜沧江流域的土壤侵蚀以水力侵蚀为主,有少量的冻融侵蚀和极少量的重力侵蚀,根据研究区土壤侵蚀图的属性表可统计得到各类侵蚀情况(表 1)。

表 1 云南澜沧江流域土壤侵蚀统计

侵蚀类型	等级	栅格数/个	面积/hm ²	占总侵蚀面积比/%
水力侵蚀	微度	22 380	22 380	0.58
	轻度	182 534	182 534	4.71
	中度	1 752 832	1 752 832	45.22
	强度	1 570 721	1 570 721	40.52
	极强	223 777	223 777	5.77
	剧烈	4 234	4 234	0.11
冻融侵蚀	微度	119 812	119 812	3.09
重力侵蚀		59	59	0.00

由表 1 可知,在研究区域内,受侵蚀的土地面积占到区域总面积的 27.36%,其中以中度侵蚀和强度侵蚀所占比例最大,分别占到受侵蚀总面积的 45.22%和 40.52%。从附图 1 的土壤侵蚀分布图可看出,在整个流域都有土壤侵蚀分布,流域北部的德钦及其周围以土壤侵蚀以冻融侵蚀和强度水力侵蚀为主;德钦以南到保山、宾川一带,土壤侵蚀以中度水力侵蚀为主,有少量的轻度和强度水力侵蚀;保山、宜宾以南到耿马、临沧、凤庆一带,土壤侵蚀以强度水力侵蚀为主,零星分布有极强度水力侵蚀;澜沧、景谷以南以中度水力侵蚀为主,零星分布有强度水力侵蚀。

2.2 坡度情况

澜沧江流域的坡度数据来源于流域的 1 \diamond 5 万 DEM 图,由于原始的 DEM 图是按标准分幅存放的,研究区有近 500 幅图,因而先要考虑图幅的合并问题。为了做到既不损失原始信息,又不超出 ARCGIS 软件对栅格文件大小的限制,先将云南全省的 DEM 按 1 \diamond 100 万标准图幅合并为 6 幅;然后分别裁切出各幅图上属于澜沧江流域的部分;再利用 ARCGIS 的空间分析功能,得到各幅图上澜沧江流域范围内的坡度的栅格图(25 m \times 25 m);按照研究的需要对坡度栅格图中的值重新分类:0 \circ ~4 \circ 为 1 级,4 \circ ~8 \circ 为 2 级,8 \circ ~15 \circ 为 3 级,15 \circ ~25 \circ 为 4 级,>25 \circ 为 5 级;最后统计获得澜沧江流域的坡度情况为,1 级占流域总面积的 31.12%,2 级占 33.14%,3 级占 29.26%,4 级占 6.39%,5 级占 0.09%。

2.3 土地利用现状

据 1999 年 TM 影像解译得到云南澜沧江流域 1990 年代末期的土地利用现状数据。在此,土地利用分类采用刘纪远等提出的分类系统,共分 6 个 1 级

和 24 个 2 级类型。云南澜沧江流域的 1 级用地类型中以林地面积最大,占流域总面积的 66.53%;其次为草地和耕地,分别占流域总面积的 16.97%和 14.94%。林地中以有林地、疏林地和灌木林地为主,各占林地总面积的 53.23%,26.43%和 19.46%;草地以高盖度草地和中盖度草地为主,各占草地总面积的 71.45%和 27.51%;耕地中以山地旱地和山地水田为主,各占耕地总面积的 75.59%和 17.97%。

2.4 土壤类型及其分布

根据全国 1:400 万数据库中的土壤图在 ARCVIEW 中裁切出云南澜沧江流域部分(见附图 2)。云南澜沧江流域的主要土壤类型有南方水稻土、砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、褐土、暗棕壤、石灰(岩)土和黑黏土等。各类土壤的分布情况是:在流域最北部为褐土和棕壤,向南过渡为暗棕壤和红壤,再向南过渡为赤红壤,间有黄壤、南方水稻土、石灰土和红壤,最南部为砖红壤,间有南方水稻土和石灰土。所占面积最大的是赤红壤,其次为红壤。

2.5 河网密度和道路网密度

以澜沧江流域的边界图(Coverage 格式)分别对中华人民共和国 1:100 万数字地图中的河流和道路

图层裁切出云南澜沧江流域的部分。经过统计计算,可知云南澜沧江流域的河流总长度 3.18×10^4 km,区域平均河网密度 224.47 m/km^2 ;道路总长度 1.48×10^4 km,区域平均路网密度 104.08 m/km^2 。

2.6 气温和降水

根据国家气象局 1950—2000 年的气象统计资料,对云南省澜沧江流域及其周边的 32 个气象台站的逐日气温和降水资料作统计分析,并利用 ARC/INFO8.1 进行克里格插值运算,得到区域的日最大降水量,1 月平均降水量,7 月平均降水量,多年平均降水量,1 月平均气温,7 月平均气温,多年平均气温数据及其空间分布的等值线图。

云南澜沧江流域日最大降水量为 42.3~250.1 mm,1 月平均降水量为 0.2~53.6 mm,7 月平均降水量为 100.8~486.5 mm,多年平均降水量为 308.5~2253.7 mm;年内降水 80%以上集中在 5—10 月。流域 1 月平均气温由北部德钦的 -2.5 逐渐升高至景洪的 15.6,7 月平均气温由 11.8 升高到 24.8,多年平均气温由 5.0~17.6,气温表现出北部低,南部高,由北向南递升的趋势。云南省澜沧江流域降水量等值线图见图 1。

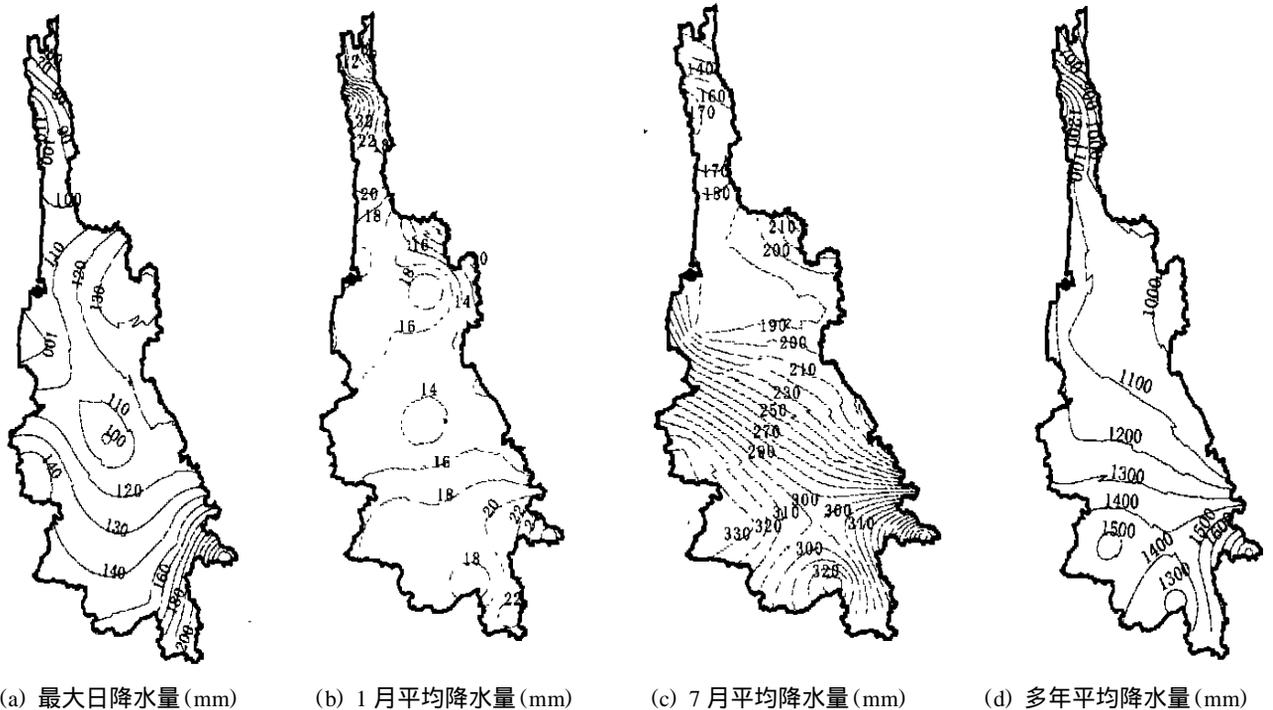


图 1 云南省澜沧江流域降水量等值线图

3 土壤侵蚀与环境背景的关系分析

在前述的土壤侵蚀环境背景中,各个因素均与土壤侵蚀有或多或少的关系。云南省澜沧江流域的土壤侵蚀以水力侵蚀为主,降水应该是主要影响因素之

一,但由于在所收集的资料中缺少降雨强度的资料,而对比土壤侵蚀与最大日降水、7 月降水量与年降水量的分布情况,亦很难找出其中的规律。因此本文仅分析土壤侵蚀与坡度、土地利用和土壤类型等因素的关系。

3.1 土壤侵蚀与坡度的关系

将土壤侵蚀图和坡度图叠加,得到澜沧江流域坡度等级与土壤侵蚀强度的关系。总体说来,仅 5 级坡度 (>25°) 上的侵蚀面积与相应坡度级总面积的比重较大,为 39.58%;其余各个坡度等级上,受侵蚀的面积与相应坡度级总面积的比重相差不大,为 26%~28%左右。

在各个坡度等级内部,不同侵蚀类型和强度的土地所占相应坡度总侵蚀面积比重具有一定的规律性(表 2),即各坡度等级中水力中度侵蚀和水力强度侵蚀比重均占绝对优势;随着坡度等级增加,水力中度侵蚀的比重有下降的趋势,而水力强度侵蚀的比重有增加的趋势;随着坡度等级增加,重力侵蚀的土地所占比重有所增加,当坡度等级为 5 级时所占该坡度总侵蚀面积比重剧增至 28.90%。

在侵蚀强度相同时,不同坡度上受侵蚀的面积占相应侵蚀强度总面积比重不同,变化趋势亦不相同(详见图 2)。在水力微度侵蚀和冻融侵蚀中,坡度为 1 级的面积占绝对优势;从各坡度等级受侵蚀面积构成变化趋势来看,水力微度侵蚀、水力轻度侵蚀、水力中度侵蚀、水力剧烈侵蚀较为相似,随坡度等级增加,相应坡度受侵蚀的面积比重均降低;水力强度侵蚀中

比重由大到小的顺序为坡度 2 级、坡度 3 级、坡度 1 级、坡度 4 级、坡度 5 级;水力极强度侵蚀和重力侵蚀中具有相似的变化趋势,以坡度 3 级比重最大,其后依次为坡度 2 级、坡度 1 级、坡度 4 级、坡度 5 级,但重力侵蚀中的比重变化幅度要大一些。当水力侵蚀强度增加时,坡度 1 级比重先呈波动式减小趋势,到剧烈侵蚀时又增加;坡度 2 级比重呈增加趋势;坡度 3 级和坡度 4 级先呈波动式增加趋势,到剧烈侵蚀时则有所减少。

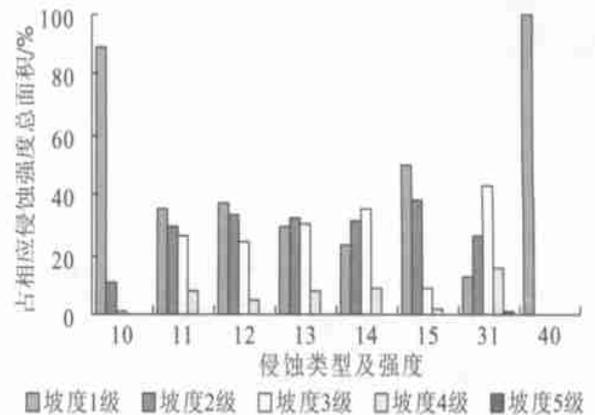


图 2 各级各类侵蚀中的坡度构成

表 2 各坡度等级中的各级各类侵蚀面积及其比重

类型	栅格数					占相应坡度级总面积比重/%				
	坡度 1 级	坡度 2 级	坡度 3 级	坡度 4 级	坡度 5 级	坡度 1 级	坡度 2 级	坡度 3 级	坡度 4 级	坡度 5 级
水力微度	19 868	2 355	157	—	—	1.59	0.19	0.01	—	—
水力轻度	64 276	54 558	48 924	14 657	24	5.14	4.33	4.49	5.71	0.46
水力中度	642 324	589 494	434 703	78 643	603	51.34	46.74	39.91	30.63	11.50
水力强度	454 095	511 240	475 095	124 202	2 996	36.29	40.53	43.61	48.38	57.12
水力极强	53 178	70 479	79 145	20 614	106	4.25	5.59	7.27	8.03	2.02
水力剧烈	2 125	1 608	384	92	—	0.17	0.13	0.04	0.04	0.00
冻融微度	15 296	31 609	50 898	18 510	1 516	1.22	2.51	4.67	7.21	28.90
重力侵蚀	59	—	—	—	—	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注:坡度 1 级为 0°~4°,坡度 2 级为 4°~8°,坡度 3 级为 8°~15°,坡度 4 级为 15°~25°,坡度 5 级为 >25°。

由上述分析可知,澜沧江流域土壤侵蚀与坡度有一定关系,但坡度大的地方,并不一定侵蚀最强烈。

3.2 土壤侵蚀与土地利用的关系

将澜沧江流域的土壤侵蚀图与土地利用图叠加可以获得研究区域土壤侵蚀与土地利用的关系。受侵蚀的用地类型占土壤侵蚀总面积的比重由大到小的顺序依次是山地坡旱地占 23.74%、高覆盖度草地 18.72%、疏林地 15.77%、有林地 14.06%、灌木林地 10.71%、中覆盖度草地 7.61%、坡地水田 3.26%、未利用地 2.69%,其它地类占 3.44%(表 3)。

在各类用地内部受侵蚀的用地占该用地类型总面积的比重中,未利用地最大,占 89.63%;其次为陡坡耕地,占 70.64%;再次为低覆盖度草地,占 69.43%;其后依次为丘陵旱地、山地旱地、中覆盖度草地、其它林地、高覆盖度草地等。在各类用地中,平原耕地、有林地、建设用地、灌木林地、疏林地以及水域等,土壤侵蚀都较小,受侵蚀面积占该类用地总面积比重都在 30%以下;而裸岩石砾地、陡坡耕地、低覆盖度草地、丘陵旱地、山地旱地等,受侵蚀的面积较大,占该类用地总面积的比重都在 50%以上。

表 3 各类用地中的土壤侵蚀面积及其所占区域总侵蚀面积的比重

土地类型	土壤侵蚀面积/ hm ²	占侵蚀总面积比重/ %
有林地	544902	14.06
灌木林地	415122	10.71
疏林地	611263	15.77
其它林地	36215	0.93
高盖度草地	725615	18.72
中盖度草地	294811	7.61
低盖度草地	17340	0.45
水域	17709	0.46
居民点与城镇工矿用地	7775	0.20
未利用地	104285	2.69
山地水田	126239	3.26
丘陵水田	11902	0.31
平原水田	1328	0.03
山地旱地	919847	23.74
丘陵旱地	6594	0.17
平原旱地	62	0.00
陡坡旱地	34339	0.89

3.3 土壤侵蚀与土壤类型的关系

在各类土壤中受侵蚀的面积占相应土壤类型总面积比重见表 4, 其中黄棕壤(19)的侵蚀比例最大, 为 52.07%; 暗棕壤(23)次之, 占 41.05%; 其余土壤类型按侵蚀面积占相应类型总面积比例由大到小的顺序依次为黑黏土(亚高山草甸土)(49), 褐土(21), 红壤(16), 棕壤(20), 石灰土(43), 南方水稻土(1), 赤红壤(15), 砖红壤(14)和黄壤(18), 其值分别为: 39.19%, 37.16%, 31.52%, 29.60%, 28.48%, 26.26%, 24.38%, 22.31% 和 19.12%。由此表明了各类土壤受侵蚀的范围大小。

土壤类型不同受侵蚀的强度不同(表 5)。南方水稻土的侵蚀以水力中度和水力强度为主, 砖红壤以水力中度为主, 赤红壤以水力轻度和水力中度为主, 红壤以水力强度和水利中度为主, 黄壤以水力强度侵蚀为主, 黄棕壤以水力强度和水利中度为主, 棕壤以冻融侵蚀、水力中度侵蚀和水利强度侵蚀为主, 褐土以水力强度侵蚀为主, 暗棕壤以水利中度侵蚀为主, 石灰土以水利强度侵蚀为主, 黑黏土(亚高山草甸土)以冻融侵蚀为主。从总体上来说, 各土壤类型上的水利中度侵蚀和水利强度侵蚀的比例都比较大; 石灰土、黄棕壤、黄壤和红壤上的极强度侵蚀较大; 若以各类土壤上水利强度侵蚀、极强度侵蚀、剧烈侵蚀的比重累加值作为相应土壤受蚀强度大、小的评判标准, 则各土类中受蚀强度由大到小的顺序是黄壤、石灰土、褐土、红壤、黄棕壤。

表 4 各土壤类型上的土壤侵蚀

土壤类型	面积/ hm ²	占区域总面积/ %	土壤侵蚀面积/ hm ²	侵蚀占区域侵蚀总面积/ %	侵蚀占相应土类总面积/ %
南方水稻土	840350	5.94	220716	5.71	26.26
砖红壤	576797	4.08	128691	3.33	22.31
赤红壤	5752399	40.66	1402273	36.30	24.38
红壤	4340616	30.68	1368172	35.42	31.52
黄壤	1005197	7.10	192181	4.97	19.12
黄棕壤	46647	0.33	24289	0.63	52.07
棕壤	682296	4.82	201977	5.23	29.60
褐土	257760	1.82	95774	2.48	37.16
暗棕壤	241023	1.70	98943	2.56	41.05
石灰土	271494	1.92	77313	2.00	28.48
黑黏土	134337	0.95	52644	1.36	39.19

表 5 各土壤类型上的侵蚀强度比值

类型	河流两侧 1 km 缓冲区		道路两侧 1 km 缓冲区		澜沧江流域占总面积/ %
	面积/ hm ²	占总侵蚀面积比/ %	面积/ hm ²	占总侵蚀面积比/ %	
水力微度	17 165	0.94	12 945	1.35	0.58
水力轻度	75 797	4.15	44 463	4.64	4.71
水力中度	799 929	43.76	411 232	42.95	45.22
水力强度	782 082	42.79	417 637	43.62	40.52
水力极强	123 644	6.76	58 693	6.13	5.77
水力剧烈	2 334	0.13	809	0.08	0.11
冻融微度	26 879	1.47	6 905	0.72	3.09
重力侵蚀	59	0.00	—	—	0.00

赤红壤分布最为广泛,受侵蚀的面积也最大,其侵蚀以水力轻度和水力中度侵蚀为主;红壤的分布面积和受侵蚀面积都次于赤红壤,但其上的侵蚀以水力中度和水力强度侵蚀为主。

在不同类型不同等级侵蚀强度下,各土壤类型的贡献率是不同的。在水力微度侵蚀中,红壤的贡献率最大,其次为南方水稻土和砖红壤;水力轻度侵蚀、水力极强侵蚀和水力剧烈侵蚀中,均以红壤的贡献率最大;水力中度侵蚀中赤红壤的贡献率最大,其次为红壤;水力强度侵蚀中红壤的贡献率最大,其次为赤红壤;冻融侵蚀中,棕壤的贡献率最大;重力侵蚀中赤红壤的侵蚀最大。总体而言,红壤对各种水力侵蚀强度的贡献都较大。

3.4 河流和道路两侧的土壤侵蚀

以澜沧江流域的 1 \diamond 25 万河流、和道路图为基础图件,分别作 1 km 的缓冲区,然后分布与流域的土壤侵蚀图叠加,并进行统计分析,即可获得流域范围内河流和道路两侧各 1 km 范围内的土壤侵蚀情况。

河流两侧 1 km 缓冲区与整个澜沧江流域相比,在河流两侧 1 km 缓冲区受侵蚀的面积为 30.01%,高于整个流域(27.36%)。从侵蚀强度的构成情况来看,河流两侧 1 km 缓冲区与整个区域相比,水力轻度侵蚀、水力中度侵蚀、冻融侵蚀较低,而水力微度侵蚀、水力强度侵蚀、水力极强度侵蚀和水力剧烈侵蚀均较高,尤其是水力强度侵蚀,河流两侧较整个区域高出 2.27%。由此都表明了河流两侧是土壤侵蚀较为严重的区域之一。

道路两侧 1 km 缓冲区受侵蚀面积占 34.13%,高于整个流域。从侵蚀强度的构成情况来看,道路两侧 1 km 缓冲区与整个区域相比,水力轻度侵蚀和剧烈侵蚀略低,水力中度侵蚀、冻融侵蚀较低;而水力微度侵蚀、水力强度侵蚀、水力极强度侵蚀均较高,其中水力强度侵蚀较整个区域高出 3.10%。

河流两侧与道路两侧相比,道路两侧 1 km 缓冲区的受侵蚀面积较河流两侧 1 km 缓冲区高出 4.12 个百分点。但从各侵蚀强度等级所占比例来看,道路两侧的水力微度侵蚀、水力轻度侵蚀和水力强度侵蚀较河流两侧高,水力中度侵蚀、水力极强度侵蚀、水力剧烈侵蚀和冻融侵蚀较河流两侧低。即道路两侧的受侵蚀面积比例较大,而河流两侧的侵蚀强度较大。

4 结 论

(1) > 25 坡度上侵蚀面积与相应坡度级总面积的比重较大,其余各个坡度等级上受侵蚀的面积与相应坡度级总面积的比重相差不大。随着坡度等级

增加,水力中度侵蚀的比重有下降趋势,而水力强度侵蚀的比重有增加趋势;重力侵蚀比重有增加趋势。从各坡度等级上不同等级侵蚀的面积构成变化趋势来看,水力微度侵蚀、水力轻度侵蚀、水力中度侵蚀和水力剧烈侵蚀等均随坡度等级增加,相应坡度级上受侵蚀的面积比重有所下降;水力强度侵蚀则是 5 $^{\circ}$ ~8 $^{\circ}$ 级坡度上侵蚀面积比重最大,8 $^{\circ}$ ~15 级坡度次之。

(2) 在各类用地中,平原耕地、有林地、建设用地、灌木林地、疏林地以及水域等,受侵蚀面积都较小,占相应用地类型总面积的比重都在 30% 以下;而裸岩石砾地、陡坡耕地、低覆盖度草地、丘陵旱地、山地旱地等,受侵蚀的面积较大,占相应地类总面积的比重都在 50% 以上;受侵蚀的用地类型占土壤侵蚀总面积的比重由大到小的顺序依次是坡旱地、高覆盖度草地、疏林地、有林地、灌木林地、中覆盖度草地、坡地水田、未利用地、其它地类。

(3) 各类土壤受侵蚀面积占相应土壤类型总面积比重,按由大到小的顺序排列依次为黄棕壤、暗棕壤黑黏土(亚高山草甸土)、褐土、红壤、棕壤、石灰土、南方水稻土、赤红壤、砖红壤和黄壤。总体上,各土壤类型上的水力中度侵蚀和水力强度侵蚀的比例都比较大;石灰土、黄棕壤、黄壤和红壤上的极强度侵蚀较大。若以各类土壤上水力强度侵蚀、极强度侵蚀、剧烈侵蚀的比重累加值作为相应土壤受蚀强度大小的评判标准,则各土类中受蚀强度由大到小的顺序依次是黄壤、石灰土、褐土、红壤、黄棕壤。在不同类型和等级的侵蚀中,各土壤类型所占的比例不同。水力中度侵蚀中赤红壤的贡献率最大,其次为红壤;水力强度侵蚀中红壤的贡献率最大,其次为赤红壤。

(4) 河流和道路两侧的土壤侵蚀情况较整个区域严重,即道路两侧的受侵蚀面积比例较大,而河流两侧的侵蚀强度较大。

(5) 分析了土壤侵蚀与各个因素之间的关系,在一定程度上揭示出土壤侵蚀产生的原因。但土壤侵蚀是各种自然因素和人类活动综合作用的结果,有必要将各个因素结合起来加以研究,但由于篇幅所限,此方面的内容将在另外的论文中分析。

[参 考 文 献]

- [1] Shi W Z, Ehlers M. Determining uncertainties and their propagation in dynamic change detection bases on classified remote sensed images[J]. Int. J. Remote Sensing, 1996, 17(4): 1100—1117.
- [2] 刘纪远. 中国资源环境遥感调查与动态研究[M]. 北京:气象出版社, 1996.

(下转第 14 页)

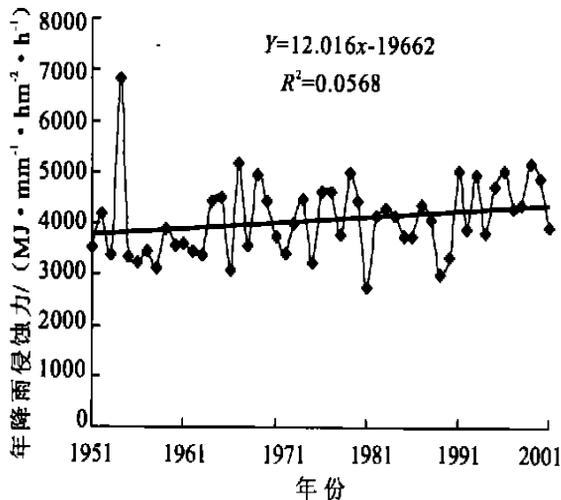


图 2 降雨侵蚀力年际变化趋势

3 结 论

降雨是引起土壤侵蚀的主要动力因素,降雨侵蚀力反映了降雨对土壤侵蚀的潜在能力。贵州省多年平均降雨侵蚀力在 1 865.15 ~ 7 238.53 MJ · mm/(hm² · h · a) 之间,平均为 4 383.34 MJ · mm/(hm² · h · a),其分布由南向北递减,在贵州省西南部、东南部边缘和东北部边缘较大,在中部和西北部较低,这和降雨空间分布特征类似。但是降雨侵蚀力取决于雨量和雨强两方面,因此降雨侵蚀力和降雨量的空间分布也有许多不同点。贵州省降雨侵蚀力季节分配集中度较高,最大月份降雨侵蚀力占年降雨侵蚀力的 27.06%,夏季降雨侵蚀力占年均降雨侵蚀力的 68.48%,降雨侵蚀力在各月间的差异明显大于降雨量的差异。根据降雨侵蚀力的季节变化特征,采用 Kriging 插值方法,将贵州省划分 3 个类型区,从西到东随着经度的升高,

降雨侵蚀力集中程度逐渐降低。近 50 a 来,多数台站降雨侵蚀力倾向率为正,贵州省降雨侵蚀力呈增加趋势,降雨引起的土壤侵蚀潜在在增加。

[参 考 文 献]

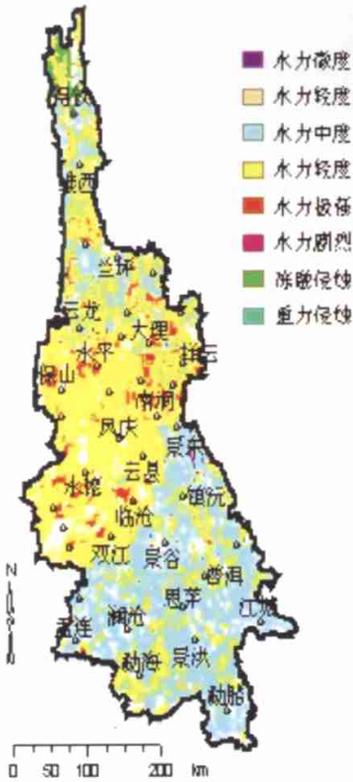
- [1] 万军. 贵州省喀斯特地区土地退化与生态重建研究进展[J]. 地球科学进展, 2003, 18(3): 447—453.
- [2] 章文波, 谢云, 刘宝元. 中国降雨侵蚀力空间变化特征[J]. 山地学报, 2003, 21(1): 33—40.
- [3] Renard, K G, Freimund J R. Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE[J]. Journal of Hydrology, 1994, 157: 287—306.
- [4] 章文波, 付金生. 不同类型雨量资料估计估算降雨侵蚀力[J]. 资源科学, 2003, 25(1): 35—41.
- [5] 黄嘉佑. 北京地面气温可预报性及缺测资料恢复研究[J]. 气象学报, 1995, 53(2): 211—216.
- [6] 卜兆宏, 董勤瑞, 周伏建, 等. 降雨侵蚀力因子算法的初步研究[J]. 土壤学报, 1992, 29(4): 408—417.
- [7] 王万中, 焦菊英, 郝小品, 等. 中国降雨侵蚀力 R 值的计算与分布(I)[J]. 水土保持学报, 1995, 9(4): 5—18.
- [8] 吴素业. 安徽大别山降雨侵蚀力简易算法与时空分布规律研究[J]. 中国水土保持, 1994, (4): 12—13.
- [9] Yu B. Rainfall erosivity and its estimation for Australia's tropics[J]. Australian Journal of Soil Research, 1998, 36: 143—165.
- [10] Yu B, Rosewell C J. A robust estimator of the R-factor for the Universal Soil Loss Equation[J]. Transaction Society of Agriculture Engineers, 1996, 39: 559—561.
- [11] 宁丽丹, 石辉. 利用日降雨资料估算西南地区的降雨侵蚀力[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 183—186.
- [12] 谢云, 刘宝元, 章文波. 侵蚀性降雨标准研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(4): 6—11.
- [13] 林振耀, 赵昕奕. 青藏高原气温降水变化的空间特征[J]. 中国科学(D 辑), 1996, 26(4): 354—358.

(上接第 10 页)

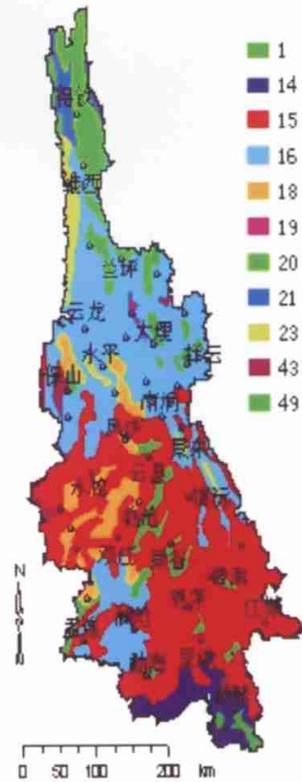
- [3] 杨存建, 刘纪远, 张增祥. 重庆市土壤侵蚀及其背景的空间分析[J]. 水土保持学报, 2000, 14(3): 84—87.
- [4] 王占礼, 彭珂珊. 我国土壤侵蚀状况与主要影响因素研究[J]. 生态经济, 1999(5): 48—51.
- [5] 史德明, 韦启藩, 梁音, 等. 中国南方侵蚀土壤退化指标体系研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(3): 1—9.
- [6] 肖寒, 欧阳志云, 王效科, 等. GIS 支持下的海南岛土壤

侵蚀空间分布特征[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(4): 75—80.

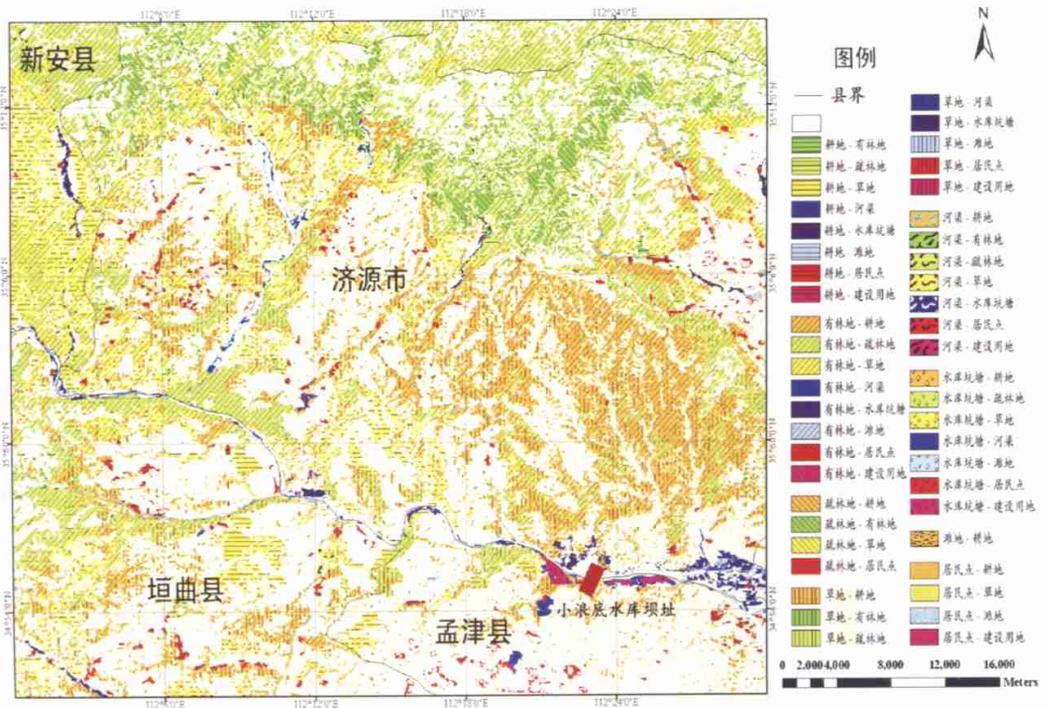
- [7] 冯琰, 华珞, 傅桦. 地理信息系统(GIS)在土壤侵蚀研究中的应用[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2003, 24(4): 68—75.
- [8] 杨武德, 王兆骞, 睦国平, 等. 红壤坡地不同土地利用方式土壤侵蚀的时空分布规律研究[J]. 应用生态学报, 1998, 9(2): 155—158.



附图1 云南澜沧江流域土壤侵蚀分布图



附图2 云南澜沧江流域土壤分布图



附图3 小浪底水库库周土地利用变化图