

# 西南地区水土流失区划\*

柴宗新

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

**提 要** 这里所说的西南地区指的是四川、云南、贵州三省,位于长江、珠江等江河上游,总土地面积 112.51 万(km)<sup>2</sup>。当地受自然和人类活动因子影响,水土流失比较严重。首先分析了西南地区水土流失的特征,然后计算了各县的幅员面积侵蚀模数,并根据其大小编制了水土流失强度图,再参照地貌、岩性、人口密度及工矿建设程度等,进行了水土流失区划。西南地区共划分为 3 个一级区,14 个二级区。

**关键词** 西南地区 水土流失 区划 幅员面积侵蚀模数

提及的西南地区仅指四川、云南、贵州三省,位于长江、珠江、怒江、澜沧江和元江等江河上游,总土地面积达 112.51 万(km)<sup>2</sup>。该区地势高亢,断裂发育,河流下切强烈,山高坡陡,降水量大而集中,加之对森林及土地资源的某些不合理开发利用,致使水土流失比较严重,给人民的生命财产和工农业生产带来一定的损失。现分析西南地区水土流失的特征和区域分异规律,为水土流失灾害的防治提供依据。分析所采用的水土流失资料,主要是 1986 年以来各省按水利部统一标准,用遥感信息技术获得的水土流失调查结果。

## 1 西南地区水土流失特征

受岩性、地貌等自然环境和人类经济活动的影响,当地水土流失具明显区域特征。

### 1.1 水土流失面积大,分布广泛

统计结果表明,西南三省水土流失面积达 47.19 万(km)<sup>2</sup>,占西南三省总土地面积比,即水土流失面积率为 41.94%(表 1)。四川省和贵州省水土流失面积率均较大,约占 44%。某些地州市水土流失面积更集中,水土流失面积率更大,如云南省东川市达 69%,四川省凉山州达 63%、宜宾地

表 1 西南地区水土流失面积  
Table 1 The area of soil and water loss in Southwest China

水土流失状况	四川省	云南省	贵州省	合 计
总土地面积[万(km) <sup>2</sup> ]	56.57	38.33	17.61	112.51
水土流失面积[万(km) <sup>2</sup> ]	24.88	14.64	7.67	47.19
水土流失面积率(%)	43.98	38.19	43.54	41.94
轻度侵蚀面积[万(km) <sup>2</sup> ]	7.42	8.61	3.79	19.82
中度侵蚀面积[万(km) <sup>2</sup> ]	9.13	5.16	2.07	16.36
强度侵蚀面积[万(km) <sup>2</sup> ]	5.92	0.78	1.50	8.20
极强度侵蚀面积[万(km) <sup>2</sup> ]	2.14	0.06	0.31	2.51
剧烈侵蚀面积[万(km) <sup>2</sup> ]	0.27	0.03	—	0.30

区达 57%,贵州省毕节地区达 53%。以云南省东川市境内为例,由于严重的水土流失,每年进入小江的泥沙量达三四千万吨,毁坏铁路、公路、农田、矿山等,造成严重经济损失,1954—1986 年间经济损失达 6 906 万元,平均达 216 万元/a。

西南地区水土流失面积中,以轻度侵蚀面积和中度侵蚀面积为主,各自分别占水土流

\* 国家自然科学基金资助项目(项目号,49131013)的部分研究成果。

本文收稿日期,1995-03-12。

失总面积的 42.0 和 34.7(%)；强度侵蚀面积、剧烈侵蚀面积仅占 0.6%。

### 1.2 东部海拔低,人口密度大,人为侵蚀严重

西南三省地势西高东低,人口分布东多西少。大致以东经 104°为界,以西为青藏高原及其东延的横断山区,人口密度 $\leq 200$  人/(km)<sup>2</sup>,川西滇北高原大多 $\leq 10$  人/(km)<sup>2</sup>;以东为人口稠密地区,大部分人口密度 $> 200$  人/(km)<sup>2</sup>,四川盆地 $> 500$  人/(km)<sup>2</sup>。由于人口密度大,工农业生产比较发达,人类对自然环境的作用强烈,人为造成的侵蚀比较严重。如四川盆地丘陵区,由于人口密度大,吃穿用的需求,耕地垦殖率极高, $> 50\%$ ,耕地从丘间谷地一直开垦到丘顶,加之耕地疏松,顺坡种植,间套作差,地表裸露面积大,雨季在雨滴的打击下,径流冲刷侵蚀强,水土流失严重。由统计得知,1986 年四川盆地丘陵区 84 个县水土流失面积 7.62 万(km)<sup>2</sup>,占总土地面积的 62.9%,年土壤侵蚀总量 37 251 万t,平均土壤侵蚀模数 4 886t/[(km)<sup>2</sup>·a]<sup>[1]</sup>。

陡坡耕地面积大,某些山区还沿袭刀耕火种、丢荒轮歇的生产方式,是造成耕地土壤侵蚀严重的原因。

### 1.3 中部山高谷深,重力侵蚀广泛,侵蚀模数高

重力侵蚀包括崩塌、滑坡、泥石流、泻流等,往往是水土流失强烈的表现。龙门山、邛崃山、大凉山、大雪山,金沙江下游及怒江、澜沧江、雅砻江、岷江等深切河谷地带,由于断裂发育,地层破碎,新构造运动活跃,岭谷相对高度大,谷坡陡峭,加之雨量多,雨强大,崩塌、滑坡、泥石流等重力侵蚀在水土流失中占有重要地位,侵蚀模数高。如四川省安宁河左岸漫水湾—西昌 30km 范围内,有大小泥石流沟 30 多条;金沙江南岸支流小江(云南省),自龙头山往下游约 90km 河段内,共有一级支流 61 条,其中 51 条为泥石流沟,占支流总数的 83.5%;四川省凉山州和攀枝花市面积 6.59 万(km)<sup>2</sup> 土地上,有方量 $> 50$  万m<sup>3</sup> 的人为滑坡 51 个<sup>[2]</sup>;金沙江下游攀枝花—宜宾段有崩塌滑坡 689 处(土体变形方量 3.1 亿m<sup>3</sup>),沿江平均 0.88 处/km,有泥石流沟 258 条,沿江平均 0.33 条/km<sup>[3]</sup>。

滑坡及泥石流沟侵蚀模数一般达数万 t/[(km)<sup>2</sup>·a],因而产沙量极大。计算结果显示,金沙江下游攀枝花—屏山间流域内(不含雅砻江),多年(1954—1984 年)平均悬移质输沙模数 2 412t/[(km)<sup>2</sup>·a],含沙量 4.88kg/m<sup>3</sup>,年输沙量 1.9 亿t,区间流域产沙量占宜昌站产沙量 35.5%,而流域面积、年径流量分别仅为宜昌站的 7.8 和 8.9(%)。

### 1.4 川西滇北高原,融冻侵蚀和风蚀为主,侵蚀量低

川西滇北为青藏高原的一部分,海拔 $\geq 4 000$ m,个别山峰海拔 $> 5 000$ m,多有冰川分布,山岭之间为高原面,气候寒冷,多为高山灌丛或高山草甸覆盖,植被稀疏,以融冻侵蚀和风蚀为主。人口密度很低,大多 $\leq 10$  人/(km)<sup>2</sup>,以畜牧业为主,在雅砻江等深切河谷中,有原始森林分布,交通不便,采伐困难。因此川西滇北绝大部分地区受人类活动影响比较微弱,仍处于自然侵蚀阶段,风化成土过程能补偿侵蚀过程,总的看来侵蚀轻微。但也有一些高原草场,由于严重超载,过度放牧,鼠害严重,草场退化,风蚀增强。

### 1.5 碳酸盐岩分布广,成土过程缓慢,“石化”面积大

西南地区的碳酸盐岩分布广。贵州省碳酸盐岩分布面积占全省总土地面积的 74%,云南省占 50%,四川省仅占 10%。贵州省除黔东南外,都有分布;云南省主要分布在东南

部,其他地区较零星.碳酸盐岩是一种可溶性岩石,成土过程极其缓慢,要溶蚀 2—3m 厚的岩石才能形成 10cm 厚的土壤;碳酸盐岩的溶蚀速度 0.08—0.3mm/a,要形成 20cm 厚的耕作层,需时 2.0 万—7.5 万 a,土壤形成速率 $\leq 50t/[(km)^2 \cdot a]$ .如果土壤侵蚀强度大于此数,土层将逐渐减薄成为裸岩,称之“石化”<sup>[4]</sup>.砂岩、花岗岩及玄武岩等坚硬岩石,石化现象也时有发生.

例如贵州省毕节地区石化面积近 1 500(km)<sup>2</sup>,占全地区总土地面积的 5.5%;乌江流域的贵州省思南、德江、沿河等县裸岩石山到处可见,约有 20% 面积石化;1985 年贵州省裸露的石质山地面积 1.24 万(km)<sup>2</sup>,占全省总土地面积的 7%.

### 1.6 工矿建设发展,新增水土流失面积扩大

西南地区水能、矿产资源丰富,但矿产的开采、工矿区的建设势必会进行大规模的开挖和填土,对原始地貌和植被的改变很大,建设阶段水土流失量将数十倍增长,水土保持工作搞得不好就会带来严重的危害;生产中大量废土废渣的任意排放,加剧了水土流失.

如四川省华蓥市强烈的工矿建设活动,废土废渣煤矸石等未作妥善处理,森林遭破坏,水土流失严重.1958 年以来由于泥沙下泄,矿渣废石下山淤积河道,华蓥市内河流中下游河床普遍淤高 1.5—3.0m,长达 3.5km 的溪口河成了地上河,河床高出两岸农田 1.5—2.0m.水土流失逐年加重,1985 年和 1986 年山洪、土溜、滑坡、泥石流相继发生,毁坏厂房,淤塞车间、库房,造成的经济损失分别达 300 万元和 1 180 多万元<sup>[5]</sup>.四川省水土保持委员会办公室调查结果表明,1983—1986 年达县、乐山、万县、德阳等 11 个地市,人为造成的新的水土流失面积 2 854(km)<sup>2</sup>;这占该些地市总土地面积的 1.6%,又是该些地市同期三年累计水土保持治理面积的 1.5 倍.

## 2 西南地区水土流失强度图的编制

为了分析西南地区水土流失的区域分异,需首先编制西南地区水土流失强度图,由此引入了“幅员面积侵蚀模数”一词.

### 2.1 幅员面积侵蚀模数的概念

1986 年以来西南三省根据水利部的要求和规范,编制了水土流失图;按水土流失中的侵蚀模数大小,分别划分出微度、轻度、中度、强度、极强度和剧烈六级侵蚀,并表示在图上.为便于区域对比,现以县级行政区为单位,计算幅员面积侵蚀模数(平均).具体计算方法是:将各县的各级平均侵蚀模数  $e_1, e_2, e_3, \dots, e_n (t/[(km)^2 \cdot a])$  与相应的各县各级面积  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n [(km)^2]$  相乘之和(总侵蚀量,  $t/a$ ),再除以行政区总幅员面积  $F [(km)^2]$ ,便得到幅员面积侵蚀模数(平均)  $E$ ,即

$$E = (e_1 f_1 + e_2 f_2 + e_3 f_3 + \dots + e_n f_n) / F. \quad (1)$$

用幅员面积侵蚀模数(平均)  $E$  表示水土流失强度有下列优点.

1. 以县级行政区为单位,便于水土流失资料和其他资料的收集,也利于被采用.
2. 便于区域对比.曾有人:以水土流失面积与幅员面积之比来表示区域间(如县级行政区)水土流失的差异.其存在的问题是,不完全能说明水土流失强弱.例如两个县水土流失面积与幅员面积之比值相同,但一个以轻度侵蚀为主,一个以强度侵蚀为主,实际侵

蚀状况、灾害损失差异很大。

3. 幅员面积侵蚀模数含义明确,具有实用意义。

## 2.2 西南地区水土流失强度图的编制

首先根据三省的土壤侵蚀资料,计算出三省各县级行政区的幅员面积侵蚀模数(除云南省昭通地区、迪庆州到县一级外,其他都仅到地区一级)。应当指出,三省所进行的水土流失调查,由于对规范标准的掌握程度不同,对地理环境与水土流失关系的认识深度不同等原因,省际之间评定水土流失强度有所不一,有的甚至与实际还有出入,但总的还是能反映西南地区水土流失强度的区域分异的。

尔后将各县幅员面积侵蚀模数分为五级:极强度侵蚀, $>3\ 500\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ ;强度侵蚀, $2\ 500—3\ 500\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ ;中度侵蚀, $1\ 500—2\ 500\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ ;轻度侵蚀, $1\ 000—1\ 500\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ ;微度侵蚀, $<1\ 000\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ 。再把五级侵蚀用不同的图例符号标于图上,就编制成图(图1)。

由图1可见,西南地区水土流失强度的区域分异很大,比较强烈的地区集中分布于东北部,包括川东、滇东北和黔西北;而川西高原、滇西山地和滇南黔南的碳酸盐岩分布区,水土流失则比较轻微。

## 3 西南地区水土流失区划

为反映西南地区水土流失的区域分异规律,需对水土流失及其影响环境进行区划。区划的原则主要是:区域相似性和成片分布;区划的标志主要是:水土流失强度(幅员面积侵蚀模数)、地貌、岩性、人口密度及工矿建设程度等的差异。

经过反复比较分析,西南地区水土流失区划分为两级:3个一级区,14个二级区,具体划分如图1。各个一级区特征概述如下。

### 1. 四川盆地金沙江下游强度流失区

该区位于西南地区的东北部和中部,包括四川盆地及其周围山地、金沙江下游两岸地区,行政区划上含四川省除甘孜州、阿坝州和凉山州木里县以外的其他诸县,云南省的昭通地区、东川市和楚雄州的全部、曲靖地区的个别县。

本区在我国地势的第二级阶梯上。四川盆地是第二级阶梯上凹陷形成的盆地,盆底海拔 $200—750\text{m}$ ,主要由侏罗-白垩系砂岩和泥岩构成,受长期流水侵蚀,形成了相对高度 $<200\text{m}$ 的丘陵。泥岩易被侵蚀,产沙率高。四川盆地四周为山地环绕,北有米仓山、大巴山,东有巫山,南有七曜山、大娄山,西有龙门山、邛崃山等,多为变质岩、碳酸盐岩和碎屑岩构成。金沙江下游是云贵高原的一部分,海拔 $1\ 000—3\ 000\text{m}$ ,受金沙江及其支流切割后形成山地,谷深坡陡,但在昭通和楚雄附近,河流下切不强,高原面保存得比较完整。出露的岩石主要有侏罗-白垩系砂岩和泥岩,二叠系玄武岩,以及花岗岩和变质岩等。

区内降水丰沛,大多年降水量 $1\ 000—1\ 200\text{mm}$ ,降雨集中于夏半年,占年降水量的 $70—80\%$ ,多大雨到暴雨。当地气候温和,资源丰富,经济发达:四川盆地是我国重要的农业区,元谋一带的金沙江及支流河谷是著名的冬菜基地,攀枝花、重庆一带是重要的钢铁工业基地,川南、川北是主要的煤炭基地。

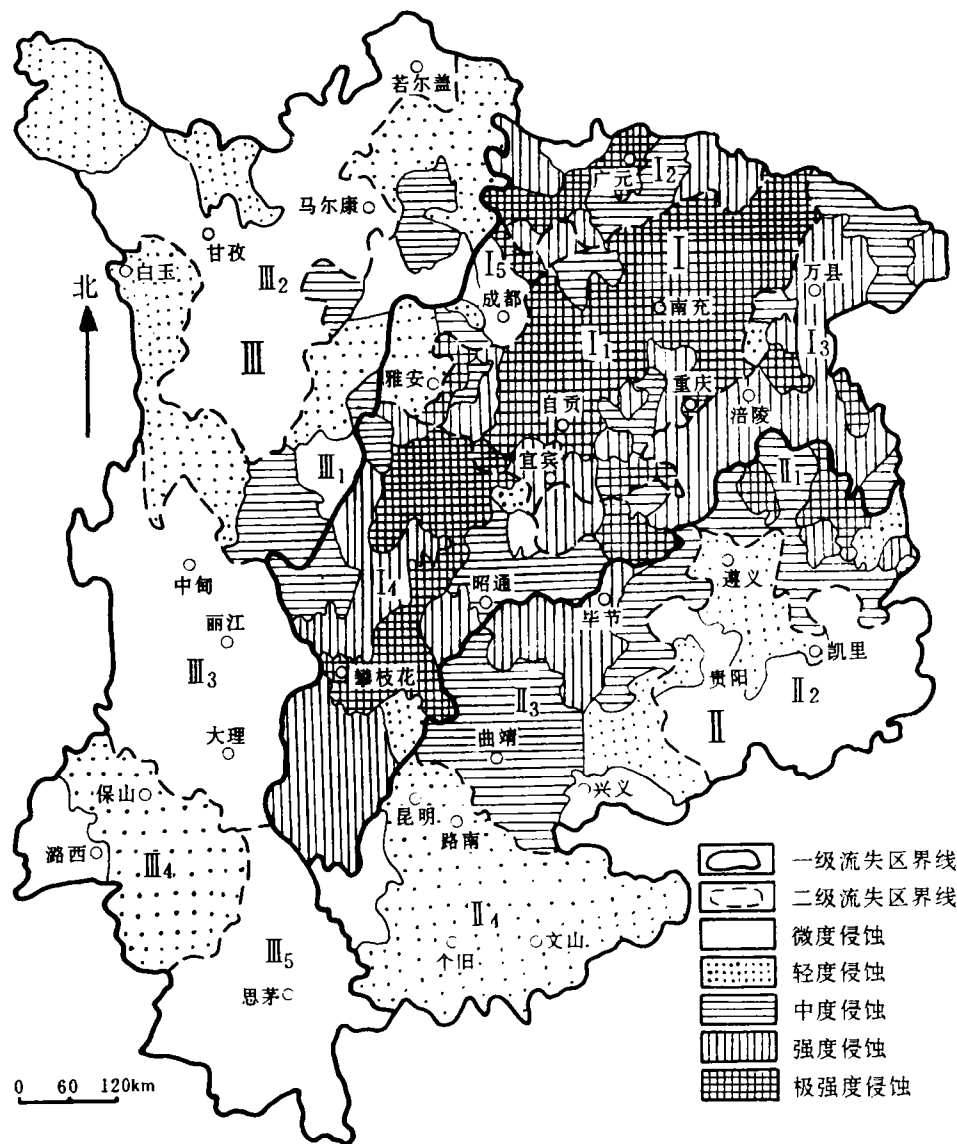


图1 西南地区水土流失区划图

Fig. 1 Division map of soil and water loss in Southwest China

## I. 四川盆地金沙江下游强度流失区

- I<sub>1</sub>. 四川盆地丘陵砂岩泥岩极强度流失区
- I<sub>2</sub>. 盆地北缘中山低山碎屑岩变质岩强度流失区
- I<sub>3</sub>. 盆地东南中山低山碳酸盐岩碎屑岩强度流失区
- I<sub>4</sub>. 金沙江下游中山沉积岩火成岩极强度流失区
- I<sub>5</sub>. 盆地平原低山冲积物碎屑岩轻度流失区

## II. 云贵高原中度流失区

- II<sub>1</sub>. 黔东南中山低山碳酸盐岩碎屑岩强度流失区
- II<sub>2</sub>. 黔东南高原中山低山碳酸盐岩变质岩轻度流失区

## III. 滇东黔西高原中山碎屑岩碳酸盐岩强度流失区

- III<sub>1</sub>. 滇东南中山低山碳酸盐岩变质岩轻度流失区

## IV. 川西高原滇西山度轻度流失区

- IV<sub>1</sub>. 川西高原东南高山杂岩轻度流失区
- IV<sub>2</sub>. 川西北高原砂岩板岩微度流失区
- IV<sub>3</sub>. 滇西北高山变质岩微度流失区
- IV<sub>4</sub>. 滇西南中山低山火成岩变质岩微度流失区
- IV<sub>5</sub>. 滇南中山低山砂岩泥岩微度流失区

四川盆地人口密度 $>500$ 人/ $(\text{km})^2$ ,其他地区达 $100\text{—}200$ 人/ $(\text{km})^2$ 。由于人口多,垦殖率便高,如四川盆地 $\geq 50\%$ ,坡耕地面积大,森林覆盖率低,四川盆地大部分县只 $5\text{—}10\%$ ,盆周山地可达 $20\text{—}30\%$ 。

该区水土流失严重,四川盆地以面蚀和坡耕地侵蚀为主,金沙江下游及盆周山地多崩塌、滑坡和泥石流。区内幅员面积侵蚀模数高,除盆周山地 $1\,500\text{—}3\,500\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ 和成都平原 $<1\,000\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ 外,四川盆地大部分县及金沙江沿岸的东川市、攀枝花市、会东、会理、马边、屏山等县的幅员面积侵蚀模数都 $\geq 3\,500\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ 。

据区内水土流失强度、地貌和岩性的差异,本区又划分为五个二级流失区(见图1)。

#### I. 云贵高原中度流失区

该区位于西南地区的东南部,地貌上属云贵高原的主体,行政区划上包括除习水、赤水两县以外的贵州全省和云南省的东部。地势西北高(海拔 $2\,000\text{—}3\,000\text{m}$ )东南低。主要河流乌江、南盘江、北盘江都发源于本区西北部。由此往东至贵州省中部,地势起伏比较和缓,由低山、宽谷和浅盆地组成,海拔 $800\text{—}1\,400\text{m}$ ,称黔中高原,往北、东、南,地势逐渐降低。区内岩性除西北部、东南部有小面积变质岩分布外,大多以间夹碎屑岩的碳酸盐岩为主,溶蚀作用所形成的喀斯特地貌发育,地表崎岖。当地的降水亦丰沛,平均年降水量 $1\,000\text{—}1\,400\text{mm}$ ,集中于夏半年。

本区矿产资源丰富,人口密度较大,是滇黔两省工农业主要分布区。特别是西北部滇黔接壤地带的六盘水市、曲靖地区和东北部的铜仁地区、遵义地区等,煤、铁、有色金属等储量丰富,经济较发达;人口密度 $200\text{—}400$ 人/ $(\text{km})^2$ ,坡耕地面积大,工矿交通建设的废土废碴堆放欠妥等,使水土流失较严重,幅员面积侵蚀模数 $1\,500\text{—}3\,500\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ 。崩塌、滑坡、泥石流等较普遍。黔中、黔西南和滇东南地区碳酸盐岩分布广泛,以溶蚀为主,多形成峰丛洼地,土壤侵蚀量较低,幅员面积侵蚀模数 $<1\,500\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ 。

据区内水土流失强度、地貌和岩性的差异,本区又划分为四个二级流失区。

#### II. 川西高原滇西山地轻度流失区

川西、滇西系青藏高原的东缘。总的地势特点是北高南低,西高东低。主要的山脉与河流相间排列,南北走向,有高黎贡山、怒江、怒山、澜沧江、云岭、金沙江、沙鲁里山、雅砻江、大雪山、大渡河等。区内北段河谷浅切,高原面保存较完整,海拔 $4\,000\text{—}4\,500\text{m}$ ,地势起伏和缓。往南河谷侵蚀下切逐渐增强,岭谷相对高度 $\geq 2\,000\text{m}$ ,川西的雅江、巴塘两县以南和滇西北的怒江州、迪庆州一带呈现高山深谷。再往南山势逐渐降低,出现中山宽谷,至西双版纳州一带海拔 $<1\,500\text{m}$ ,多盆地宽谷。

该区植被覆盖比较好,高原面及部分山地以草被为主,而深切河谷地带森林密布,还有不少原始森林。滇西南森林覆盖率相当高,多数县份 $\geq 30\%$ 。本区北部降水少,大多年降水量 $600\text{mm}$ ,金沙江河谷得荣一带年降水量仅 $300\text{mm}$ 左右,往南降水逐渐增多,滇西、滇南 $\geq 1\,200\text{mm}$ 。

本区由于海拔高(川西滇北)、靠近边境(滇西滇南),故人口比较稀少。川西高原以畜牧业为主,人口密度大多 $<10$ 人/ $(\text{km})^2$ ;滇西山地矿产、水能资源丰富,工农业生产发展潜力大,人口密度 $\leq 200$ 人/ $(\text{km})^2$ ,不少县 $<50$ 人/ $(\text{km})^2$ 。

区内由于人为干扰较少,水土流失量低,幅员面积侵蚀模数 $\leq 1\,500\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ ,其中大部分县 $\leq 1\,000\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$ 。本区侵蚀类型多样,以水蚀为主。深切河谷内崩塌、滑坡等重力侵蚀和泥石流时有发生,但由于人口稀少,很少造成重大灾害。在海拔 $\geq 4\,500\text{m}$ 的高山上,融冻侵蚀普遍。高原面上风力强盛,风蚀占有一定地位;全年风力 $\geq 8$ 级的大风日数:大渡河以西的高原 $\geq 40\text{d}$ ,西北部 $\geq 60\text{d}$ ,甘孜达 $150\text{d}$ ,河谷地带更多。

据区内地貌和水土流失强度的差异,该区又划分为五个二级流失区。

### 参 考 文 献

- [1] 王俊英,黄耀,王尧中. 水土保持工作是四川盆地丘陵区的一项长期战略任务. 中国水土保持,1988,(3),6—10.
- [2] 刘恒一,乔建平. 四川省攀西地区滑坡的分类及其特征. 中国水土保持,1986,(10):27—30.
- [3] 马振福. 金沙江河谷环境工程地质评述. 国土经济,1988,(3):29—34.
- [4] 柴宗新. 试论广西岩溶区的土壤侵蚀. 山地研究,1989,7(4):255—260.
- [5] 吕儒仁. 四川省华蓥市山地灾害严重. 山地研究,1986,4(4):248.

## REGIONALIZATION OF SOIL AND WATER LOSS IN SOUTHWEST CHINA

Chai Zongxin

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*  
& *Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041*)

### Abstract

Southwest China, including Sichuan, Yunnan and Guizhou provinces, located in the upper reaches of several big rivers such as the Changjiang River and Zhujiang River, occupies an area of  $1.125 \times 10^6 (\text{km})^2$ .

The soil and water loss is severe in this area, because of influence of natural factors and human activities. The characteristics of soil and water loss in Southwest China are analysed, and the erosive modulus of territorial area in every county are calculated. The intensity map of soil and water loss is mapped, according to erosive modulus of territorial area in Southwest China.

Based on the intensity map of soil and water loss, the regionalization of soil and water loss in Southwest China is worked out and divided into 3 regions and 14 districts.

**Key words** Southwest China, soil and water loss, regionalization, erosive modulus of territorial area