

# 我国南方土地侵蚀特点\*

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** 境内土地侵蚀严重,以水蚀为主,其面积 683 320km<sup>2</sup>,占全国水蚀面积的 38%。讨论了:滑坡、泥石流侵蚀;碳酸盐岩、花岗岩和红层各具特色的侵蚀;土地侵蚀的危害严重,石化面积在扩大;中小河道淤高;塘库、湖泊淤积,容积缩小;南方土地侵蚀泥沙输移比较小。

**关键词** 我国南方 土地侵蚀 水蚀 淤积 泥沙输移比

我国南方是指秦岭、伏牛山以南的地域,行政区划上主要包括川滇黔鄂湘赣浙苏皖沪闽粤桂琼台 15 个省市自治区,土地面积 264.38 万 km<sup>2</sup>,占全国土地面积的 27.5%。

我国南方土地侵蚀严重<sup>[1]</sup>,以水蚀为主。据水利部发布的最新成果<sup>[2]</sup>,我国南方水蚀面积 683 320km<sup>2</sup>,占全国水蚀面积的 38.09%;风蚀面积很小,仅 402 km<sup>2</sup>,占全国风蚀面积的 0.02%。目前南方土地侵蚀面积有逐渐增大之势。据长江、珠江水利委员会资料,20 世纪 50 年代长江流域土地侵蚀面积 36.38 万 km<sup>2</sup>,占整个流域面积的 20.29%,80 年代土地侵蚀面积达 56.24 万 km<sup>2</sup>,占整个流域面积的 31.22%,年泥沙侵蚀总量达 22.4 亿 t;1957 年珠江流域土地侵蚀面积 7 570km<sup>2</sup>,占整个流域面积的 8.50%,1988 年 57 073km<sup>2</sup>,占整个流域面积的 12.91%,年泥沙侵蚀总量 2.0 亿—2.6 亿 t。

由于自然和社会环境的差异,南方的土地侵蚀明显不同于北方,试分析于后。

## 1 西部山区滑坡、泥石流侵蚀严重

滑坡、泥石流是一种强度侵蚀现象。我国南方西部的横断山区、云贵高原中西部,沿断裂、河谷地带滑坡、泥石流普遍发育。东部则滑坡、泥石流零星分散,规模较小。

### 1.1 滑坡、泥石流数量多,密度大

据 1990 年云南省有关部门统计,全省大小不一的滑坡、泥石流点 20 万余处,其中面积  $\geq 0.01\text{km}^2$  或体积  $\geq 10\text{万 m}^3$  的大中型滑坡 4 468 处,泥石流沟 2 379 条<sup>1)</sup>。1981 年四川省特大暴雨,诱发滑坡 6.8 万处,泥石流 1 000 余处。1985-05-27 广西区桂林地区,降暴雨 400mm,使全州、兴安、灌阳三县发生小型滑坡 5 000 余处。1982 年雨季贵州省仅毕节地区产生暴雨滑坡 1 000 余处。甘肃省白龙江干流两河口至险崖坝(长 70km)两岸,有泥石流沟近 200 条。金沙江支流小江两岸,仅在东川市附近长 90km 的地段内,就有灾害性沟谷泥石流 107 处,小规模坡面泥石流成群密布,难以计数。金沙江下游四川省一侧七县

\* 联合国环境署(UNEP)资助项目《中国土地退化/荒漠化防治国家行动方案预研究》的部分成果。

1) 云南省计划委员会国土办,云南省崩塌滑坡泥石流十年减灾规划。见:云南省计委国土整治农业区划办公室,云南地质灾害研究会编印,云南滑坡泥石流防治研究(第七卷),1993, 1—22。

本文收稿日期:1995-10-10,改回日期:1996-05-20。

调查结果显示,测区面积 1.84 万  $\text{km}^2$  内,有滑坡 266 处,滑坡体总方量 23.4 亿  $\text{m}^3$ <sup>[3]</sup>.

## 1.2 滑坡、泥石流侵蚀量大

滑坡、泥石流发生是土地侵蚀严重的表现,其分布区域一般属极剧烈侵蚀区[侵蚀模数  $\geq 1.5$  万  $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ]. 四川、云南、甘肃三省 19 条泥石流沟调查结果表明,一次一般泥石流活动的侵蚀模数 1 万—10 万  $\text{t}/\text{km}^2$ ,年侵蚀模数 5 万—10 万  $\text{t}/\text{km}^2$ ,一次强烈泥石流活动的侵蚀模数 20 万—30 万  $\text{t}/\text{km}^2$ <sup>[4]</sup>. 1981-07-09 晨,四川省甘洛县利子依达沟发生泥石流,侵蚀土石方量 71 万  $\text{m}^3$ ,其中 29 万  $\text{m}^3$  土石方量进入大渡河,毁桥梁 1 座、车厢 3 节,死伤 300 余人. 三峡库区有泥石流沟 271 条,平均每条泥石流沟每年可将 1 080 万  $\text{t}$  土石输入长江<sup>[5]</sup>.

特大型的崩塌或滑坡一次土石方量  $\geq 100$  万  $\text{m}^3$ . 1956-11 云南禄劝山崩,崩落土石方量 4.5 亿  $\text{m}^3$ . 1933-08-25 岷江上游叠溪山崩,1.5 亿  $\text{m}^3$  土石崩入江中,堵塞湖存在 45d 后溃决,造成特大洪水,侵蚀量  $> 2$  亿  $\text{m}^3$ . 1985-06 湖北秭归发生的新滩滑坡,土石方量 3 000 万  $\text{m}^3$ ,进入长江的土石方量 200 余万  $\text{m}^3$ . 1963-03-06 湖南柘溪水库蓄水初期,近坝库区右岸发生滑坡,165 万  $\text{m}^3$  土石快速落入水库,激起 21m 高的涌浪. 1976—1988 年湖北省黄龙滩水库共发生滑坡 82 处,土石总方量 1.88 亿  $\text{m}^3$ ,造成水库严重淤积<sup>[6]</sup>.

## 1.3 滑坡、泥石流分布地段是重要产沙区

由于滑坡、泥石流侵蚀量大,其密集分布的河段都是重要产沙区. 如白龙江中游泥石流发育,立节至武都间的干流区流域面积 2 858  $\text{km}^2$ ,是武都站控制面积的 20%;多年平均径流量 7.2 亿  $\text{m}^3$ ,为武都站的 16.2%;平均年输沙量 1 268 万  $\text{t}$ ,占武都站的 74.6%;悬移质输沙模数达 4 440  $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,为整个长江流域所罕见<sup>[1]</sup>. 金沙江攀枝花市至屏山之间流域内(不含雅砻江流域)平均年输沙量达 1.9 亿  $\text{t}$ ,区间流域产沙量占宜昌站控制产沙量的 35.5%,而流域面积、年径流量分别仅为宜昌站的 7.8%和 8.9%.

# 2 中部碳酸盐岩分布广,以溶蚀为主

我国碳酸盐岩成片分布于南方的川滇黔鄂桂湘粤七省区,面积 54 万  $\text{km}^2$ ,占全国土地面积的 5.6%,居住着近 1 亿人口,当地是世界上最大的喀斯特区. 碳酸盐岩土地侵蚀以溶蚀为主(地表、地下同时进行),溶蚀率 0.03—0.12  $\text{mm}/\text{a}$ . 岩石受到溶蚀后,形成独特的喀斯特地貌. 地表水渗透系数大,一般  $\geq 50\%$ .

## 2.1 允许侵蚀量低

岩石受到溶蚀后,易溶物质流失,不溶的淀积物才可形成土壤. 碳酸盐岩中不溶物含量 1—9%,一般  $< 5\%$ ,即碳酸盐岩溶蚀量的 5%方为成土量. 据计算<sup>[7]</sup>,含碳酸盐物质 70%的岩石,其允许侵蚀量为 58  $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,比其他岩类低得多,因此碳酸盐岩区的侵蚀强度分级标准应作相应的调整.

## 2.2 土壤易被侵蚀

碳酸盐岩风化形成的土壤多并存着两类界面,易被侵蚀. 一类是基岩被直接溶蚀,土

1)史立人. 白龙江中游的泥沙及其防治(油印稿). 1987. 2.

壤剖面中无碎屑状半风化母质层(C层),土壤层直接覆于基岩上,呈现软硬不同的界面;另一类是在强烈淋溶作用下,粘粒下移,土层中呈现上松下紧的物理性状不同的界面。

### 2.3 森林恢复难度大

碳酸盐岩对植被具有强烈的选择性,只有在生理上表现出喜钙性、耐旱性及石生性的植物种群,根系能攀附岩石、在裂缝中求得生存所需营养物质的种群,才能在碳酸盐岩区生长,如桉树、栎树、新银合欢、木棉、苦楝等。封山育林是碳酸盐岩区恢复植被的最佳措施,但由灌丛草坡顺向演替为喀斯特森林,至少需30—35a。

## 3 东部花岗岩崩岗侵蚀危害大

我国南方花岗岩分布广泛,尤其在粤闽及桂东、湘南、赣南一带更为集中。花岗岩分布面积在粤闽两省占各省面积的30—40%,桂湘赣占各省区面积的10—20%。

### 3.1 风化壳深厚

在湿热条件下,花岗岩风化强烈,红色风化壳深厚,湘桂20—30m,赣粤闽40—70m。花岗岩风化壳(土壤)石英沙含量高,粘结力差,结构松散,抗蚀性能较弱。据采样分析<sup>[8]</sup>,花岗岩风化壳中, $\geq 0.05\text{mm}$ 沙粒含量占28—58%,愈往下层, $\geq 0.05\text{mm}$ 沙粒含量愈高, $\leq 0.001\text{mm}$ 粘粒含量却愈少。风化壳上部为红色粘土层,质地粘重,被铁铝氧化物胶结,抗蚀抗冲性能较强;下部为疏松的沙土层、碎屑层(厚20—40m)。

### 3.2 沟蚀严重

风化花岗岩丘陵区植被破坏后,侵蚀速度快。如广东德庆县花岗岩丘陵坡面上50年的侵蚀厚度1m;沟状侵蚀也很快,50年可侵蚀出一条长100m、深10m的冲沟,沟头溯源侵蚀1—2m/a<sup>[9]</sup>。德庆县马墟金鸡山南坡沟谷切割密度53km/km<sup>2</sup>。惠东县乌塘镇水土保持站内沟谷侵蚀密度135km/km<sup>2</sup>,平均深度1.0—1.2m,宽度6.0—7.5m<sup>[10]</sup>。

### 3.3 独特的沟蚀地貌——崩岗

崩岗深度和宽度都 $\geq 5\text{m}$ ,有的达数十米,面积达数公顷。崩岗相连可成崩岗群,使山足坡面支离破碎,崩岗面积可占坡面面积的50%以上。崩岗密度大,如广东龙川县车田镇42.3个/km<sup>2</sup>,德庆61.4个/km<sup>2</sup>。崩岗侵蚀模数可达数万至20余万t/(km<sup>2</sup>·a)。厚层花岗岩风化壳侵蚀具有明显阶段性,当保留有红土层时,以面蚀和细沟侵蚀为主,一般属中度强度侵蚀,为风化花岗岩侵蚀的早中期;一旦抗蚀性较强的红土层被侵蚀掉,侵蚀速度急剧加快,重力侵蚀发生,侵蚀强度达剧烈侵蚀,此为侵蚀后期,即崩岗侵蚀阶段。

### 3.4 崩岗泥沙、黄泥酸水危害严重

崩岗侵蚀物含石英沙粒多,达50—80%;沙粒粗,粒径0.25—1.00mm的占15—44%,1—3mm的占30%以上;有机质含量极少,一般 $\leq 0.3$ —0.5%。由于崩岗侵蚀泥沙量大,肥力低,在崩岗口处多形成白色沙堆积,甚至压埋农田,淤塞河道、水库;黄泥酸水(pH值4.5左右)大量侵入农田,危害极为严重。

## 4 红层——紫色土侵蚀广泛

红层是指从中生代(特别是侏罗纪)到早第三纪的红色碎屑岩系,多为砂岩粘土岩。

最著名的有四川盆地的红层,此外湘赣浙闽粤有许多小盆地内的红层,云贵高原的楚雄、元谋一带、兰坪、思茅、遵义一带和四川西昌一带也有大片的红层分布。在红层遭强烈风化侵蚀下发育了紫色土,它是一种侵蚀型的岩性土,仅四川盆地紫色土就达 470 万  $\text{hm}^2$ 。

#### 4.1 侵蚀强度大

红层主要为内陆河湖相沉积,沙质含量高,泥钙质胶结,岩性松软,抗蚀性能弱,常因粘土岩易受风化侵蚀被掏空,而使上覆岩石发生崩落。红层盆地气候宜人,人口密度大,垦殖率高。如四川盆地人口密度 500—700 人/ $\text{km}^2$ ,垦殖率  $\geq 50\%$ ,耕地从河边分布到丘顶,坡耕地面积大,加之不合理耕作,土壤侵蚀严重。5°—10°坡地者,侵蚀模数 600—6 750 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,10°—20°者为 6 750—9 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , $>20^\circ$ 者则  $\geq 10 500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。四川省农业科学院土壤肥料研究所资阳站观测结果显示,侏罗系遂宁组岩层裸岩侵蚀模数达 11 880—17 020 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。风化—冲刷—再风化—再冲刷的往复循环是红层——紫色土侵蚀的重要特征。侵蚀使紫色土发育过程中断,多形成不育土。

#### 4.2 风化成土快

粘土岩因粉沙粒多,泥钙质胶结,固结力弱,富含深色矿物、石膏、钙芒硝、方解石等可溶性盐类,膨胀系数大,节理裂隙发育,风化迅速。自然状态下,裸露粘土岩风化深度一般 2—4 $\text{cm}/\text{a}$ ,最高达 6—8 $\text{cm}/\text{a}$ 。据试验,粘土岩岩块在露天自然风化 2 个月,可全部崩解成碎块或碎屑<sup>[11]</sup>,半年即可种植作物。如粒径  $<1\text{mm}$  土粒的风化成土率:四川盆地红层第一年平均 22.8%,第二年 39.3%,第三年 55.8%。这样高速风化成土,在一定程度上弥补了被侵蚀的土壤数量。

#### 4.3 红层——紫色土矿质养分含量高

红层母岩矿质养分含量较高,钾素含量 2.42%,磷素含量 0.132%,19 种微量元素中 12 种超过世界土壤平均值<sup>[11]</sup>。紫色土 17 种微量元素平均值的总量超过世界土壤平均值的 1 倍余,可见紫色土营养元素含量较丰富,土壤肥力的母质条件较好。

### 5 土地侵蚀危害严重,影响面广

我国南方土地侵蚀的危害主要表现在两个方面。

#### 5.1 土层减薄,石化面积不断扩大

我国南方山地和丘陵多由各类岩石构成,石质坚硬,成土过程缓慢,土层浅薄。当土壤侵蚀量大于成土量时,土层将不断减薄,甚至基岩裸露。如乌江流域石山半石山面积 8 080 $\text{km}^2$ ,占全流域面积(87 920 $\text{km}^2$ )的 9.2%。1985-06 统计结果表明,贵州省石山面积 124.1 万  $\text{hm}^2$ ,占全省土地面积的 7%<sup>[12]</sup>。

由广西遥感侵蚀资料得知,广西碳酸盐岩区已有 18 361 $\text{km}^2$  成了裸岩,占碳酸盐岩分布面积的 23.6%,占全区土地面积的 7.8%。四川省土地石化面积 3.56 万  $\text{km}^2$ ,占全省土地面积的 6.3%<sup>[13]</sup>。1956—1981 年湖南新邵县有 7 333 $\text{hm}^2$  土地,因侵蚀而“石化”,平均 293 $\text{hm}^2/\text{a}$ <sup>1)</sup>。

1)张天曾. 从我国南方喀斯特地区资源环境特点看农业的发展方向. 见:喀斯特地区农业发展问题探讨. 1993. 105—124.

## 5.2 中小河流淤积严重,河床升高

我国南方土地侵蚀物质颗粒粗大,泥沙淤积主要发生在支流,使航道缩短,过洪断面缩小,有的支流成为“地上河”,两岸耕地变成冷浸田或渍害田。

据1985年调查,白龙江中游上段,进入干流的3 000万t泥沙,60%堆积于河床中;武都河段淤积量随时间推移而呈直线上升:1921—1940年淤积速率2.2cm/a,1941—1957年增至8.5cm/a,1958—1984年增至12.3cm/a。武都县北裕河泥沙量1 970万m<sup>3</sup>/a,在河口堆积成扇形地,河床高出武都县城地面20m余。

四川城口县的任河,县城所在河段10年淤高7m,平均淤高速度17.5cm/a。1949年以来赣江支流平江、梅江、贡水、抚河、修河等淤高1—3m,致使两岸稻田变成落河田、渍水田,仅赣州地区就达4万hm<sup>2</sup>。1951—1983年广东南雄县境内的浈江平均淤高6.9cm/a。1980—1983年信宜县境内的鉴江平均淤高17.7cm/a。

## 5.3 塘库、湖泊淤积,容积缩小

塘库在径流拦截调蓄过程中,淤积也严重,尤其山区河道上的塘库。如乌江上的乌江渡电站,1980年蓄水至1984年,坝前淤积泥沙达4 000万m<sup>3</sup>,相当于原设计50年的淤积量。大渡河龚咀电站,1971—1981年全库淤积1.8亿m<sup>3</sup>,占总库容的48.2%,2/3的泥沙来自丹巴以下的高山峡谷区。台湾石门水库1963年建成,库容3.16亿m<sup>3</sup>,同年9月遇台风风雨,剧烈的侵蚀使入库泥沙大增,至次年3月淤积量2 000万m<sup>3</sup>,为预计年淤积量的24倍。

土地侵蚀所产生的泥沙对湖泊的淤积使容积减少,调洪能力降低,洪涝灾害加剧。如1951—1988年洞庭湖每年来沙量1.33亿m<sup>3</sup>,沉积在湖内0.98亿m<sup>3</sup>,占来沙量的74%,平均淤高1m。泥沙淤积使洞庭湖面积缩小,“八百里洞庭”由1825年的6 000km<sup>2</sup>湖面到1985年仅存2 400km<sup>2</sup>[14]。1949年以来江汉湖群,湖泊数量由1 066个减至360个,湖泊面积缩小近6 000km<sup>2</sup>。

## 6 土地侵蚀泥沙输移比较小

泥沙输移比是指在一定时段内,通过河流某一断面的输沙量,与该断面以上流域土地侵蚀总量的比值。在流域侵蚀-产沙-沉积-输沙系统中,泥沙输移比是研究流域土地侵蚀与沉积、输沙关系的重要数据。我国北方黄土高原地表组成物质多粉沙,受侵蚀后都能被流水带走,因此黄河流域的泥沙输移比接近1。我国南方多岩石构成的山地丘陵区,泥沙输移比较小,大多≤0.3,少量为0.5。这与我国南方土地侵蚀物质颗粒粗大,径流中推移质数量大,中小河流、塘库、湖泊淤积量大等等密切相关[15,16]。

## 参 考 文 献

- [1] 柴宗新. 试论土地侵蚀. 山地研究, 1996, 14(2): 117—121.
- [2] 中华人民共和国水利部发布应用遥感技术普查全国水土流失面积最新成果. 中国水土保持, 1993, (3): 1—2.
- [3] 李娜, 林立相. 金沙江下游沿江七县滑坡灾害及其防治对策. 水土保持通报, 1991, 11(4): 41—46.
- [4] 柴宗新. 长江、珠江上游地区水土流失的特点及其潜在威胁. 中国水土保持, 1988, (8): 2—4.
- [5] 杜榕垣, 史德明, 袁建镇等编著. 长江三峡库区水土流失对生态与环境的影响. 北京, 科学出版社, 1994. 31.

- [6] 国家科委全国重大自然灾害综合研究组. 中国重大自然灾害及减灾对策(分论). 北京: 科学出版社, 1993. 482—483.
- [7] 柴宗新. 试论广西岩溶区的土壤侵蚀. 山地研究, 1989, 7(4): 255—260.
- [8] 钟继红, 唐淑英, 谭军. 南方山区花岗岩风化壳崩岗侵蚀及其防治对策. 水土保持通报, 1991, 11(4): 25—28.
- [9] 曾昭璇. 中国的地形. 广州: 广东科技出版社, 1985. 328—329.
- [10] 谢明, 邓岚. 广东东江流域地表侵蚀参数及其意义. 水土保持学报, 1993, 7(1): 46—52.
- [11] 中国科学院成都分院土壤研究室. 中国紫色土. 北京: 科学出版社, 1991. 66, 286, 301—302.
- [12] 贵州省计划委员会. 贵州国土资源. 贵阳: 贵州人民出版社, 1987. 21.
- [13] 郭永明, 唐时嘉. 四川省土地石化问题初探. 贵州科学, 1992, 10(3): 49—53.
- [14] 熊维恩, 燕中炎. 洞庭湖在呼救. 水土保持通报, 1992, 12(2): 35—42.
- [15] 余剑如, 史立人, 冯明汉等. 长江上游地面侵蚀与河流泥沙. 水土保持通报, 1991, 11(1): 9—17.
- [16] 张凤洲. 谈泥沙输移比. 中国水土保持, 1993, (10): 17—18.

## ON LAND EROSION IN SOUTH CHINA

Chai Zongxin

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

### Abstract

The land erosion is very serious in South China, including 15 provinces mainly and the water erosion is main. The water erosion occupies an area of 683 320km<sup>2</sup>, being 38.1% of total water erosion area in China. The land erosion in South China has himself characteristic, which differs from North China, as a result of natural and social environment.

The following questions are discussed in this article:

1. The debris flow and landslide are widely distributed and developed in west mountainous region.
2. The limestone, granite and purple rocks have a very widely distribution, as well as possess themselves erosive characteristics.
3. The harm of land erosion is severe. The main harms are as follows: the area of bare rock is developing. The moderate and small rivers were deposited, the river bed is rising gradually. The reservoir and lake were deposited by sediment too, and their capacity is reducing gradually.
4. The sediment delivery ratio of land erosion is small, only 0.1—0.5.

**Key words** South China, land erosion, water erosion, deposit, sediment delivery ratio