

贵州高原水土流失及其影响因素研究*

安裕伦 蔡广鹏 熊书益

(贵州师范大学资源环境系·贵阳市·550001)

摘要 在利用遥感技术编制贵州省土壤侵蚀图的基础上,阐述了贵州省不同级别水土流失强度分布状况、水土流失潜在危险程度及水土流失强度分区;分析了贵州高原水土流失产生的自然背景与影响因素;并根据贵州高原的特点提出了治理保护的战略措施。

关键词: 贵州高原 水土流失 治理措施

文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(1999)03-0047-06 中图分类号: S157.1

Soil Erosion and Its Affective Factors in Guizhou Upland

AN Yu-lun CAI Guang-peng XIONG Shu-yi

(Department of Resources and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang, 550001, PRC)

Abstract On the basis of compiling the soil erosion map of Guizhou upland by using remote sensing technique, the natural background and factors affecting soil erosion in Guizhou upland are analyzed. The different grades of soil erosion and the potential dangerous degrees are divided and their distribution are discussed. Then the strategic measures to controll soil erosion and to protect the ecological environment have been put forward (1) To make the completed plan and comprehensive controll; (2) To controll soil eroding according to different region and different types; (3) To combine the economic and the ecological benefits, and pay attention to the coordinated development of the population, resources, environment and economy; (4) to establish the dynamic supervised organization on soil erosion and conservation by using GIS and RS methods.

Keywords Guizhuo upland; affective factors; controll measures to soil erosion

1 水土流失现状

贵州省全省称为贵州高原,贵州高原是一个以山地为主,丘陵、盆地(包括河谷平地 and 岩溶洼地)、峡谷交错分布的山区,沟谷切割密度和切割深度较大,大部分地区坡陡水急、土层薄,加之人口增长过快,毁林毁草开荒严重,全省除黔东南州及其它一些局部地区外,水土流失强度和水土流失潜在危险程度均较大。我们按照水电部划分土壤侵蚀强度和水土流失潜在危险程度的统一标准,根据贵州省实际情况做了调整后,利用卫星影像结合其它资料对贵州省水土流失状况进行了解译,结果显示在 6 个侵蚀强度级别中,除剧烈级没有以外,微度、轻度、中度、强度和极强度均有不同程度的表现,在 5 个潜在危险程度级别中,无险型、较险型、危险型、极险型和毁坏型都有分布,而且微度侵蚀(无明显侵蚀)的面积和无险型的面积都偏小,而轻度以上的侵蚀强度面积和较险型以上的潜在危险程度面积却相当大,这说明贵州高原的水土流失是一个亟需解决的问题。

1.1 水土流失强度

根据 1:500 000 卫星影像解译,贵州省 176 128 km² 土地中,无明显侵蚀(侵蚀模数 < 500

$t/(km^2 \cdot a)$ 的面积)的面积)为 $99\,445.6 km^2$, 占全省土地总面积的 56.4% , 而明显侵蚀面积 $766\,824 km^2$, 占全省土地总面积的 43.54% 。(1) 轻度侵蚀: 侵蚀模数为 $500 \sim 2\,500 t/(km^2 \cdot a)$, 面积 $379\,171.1 km^2$, 占全省土地总面积的 21.53% 。侵蚀形式以面蚀为主, 有少部分沟蚀。分布比较普遍, 但以碳酸质岩丘陵区 and 轻变质岩低山丘陵区为多。(2) 中度侵蚀: 侵蚀模数为 $2\,500 \sim 5\,000 t/(km^2 \cdot a)$, 面积 $20\,681.1 km^2$, 占全省土地总面积的 11.7% 。侵蚀类型主要是面蚀, 有少量沟蚀, 各地均有分布, 但以土石质山地和丘陵地为多。(3) 强度侵蚀: 侵蚀模数为 $5\,000 \sim 8\,000 t/(km^2 \cdot a)$, 面积 $14\,962.6 km^2$, 约占全省土地总面积的 8.5% 。以面蚀和沟蚀为主, 局部有重力侵蚀。主要分布在页岩、砂页岩分布较广、坡度较大、开垦较多的山地和丘陵地区, 即乌江流域上游和下游、赤水河流域和锦江流域。(4) 极强度侵蚀: 侵蚀模数为 $8\,000 \sim 15\,000 t/(km^2 \cdot a)$, 面积 $3\,122.9 km^2$, 占全省土地总面积的 1.77% , 以沟蚀和崩塌侵蚀为主。主要分布在页岩所形成的山地地区, 即乌江上游和下游的山地地区。

1.2 水土流失潜在危险程度

由于贵州省水土流失强度大、土层薄, 水土流失的潜在危险程度也比较高。全省属无险型的面积约 $54\,245.7 km^2$, 仅占土地总面积的 30.8% , 而较险型以上的面积达 $121\,882.3 km^2$, 占土地总面积的 69.2% 。(1) 较险型: 面积 $35\,754.4 km^2$, 占土地总面积的 20.3% , 主要分布在碳酸质岩及其与碎屑岩的互层岩和植物覆盖度较低的丘陵地区。在各地州市中, 以贵阳市的比例最大, 占土地总面积的 34.5% , 其次是黔东南州和毕节、铜仁、安顺 3 地区, 分别占土地总面积的 29.5% , 28.1% , 23.0% , 22.3% 。(2) 危险型: 面积 $79\,800.3 km^2$, 占土地总面积的 45.3% , 主要分布在石质山地中, 在植被覆盖度低的土质山地中也有较大面积分布。在行政区中, 面积最大的是毕节地区, 占土地总面积的 73.8% , 其次是遵义和铜仁地区, 分别占土地总面积的 66.8% 和 59.5% , 再次是六盘水市和安顺地区, 分别占 49.1% 和 45.8% , 面积最小的是黔东南州和黔西南州, 分别占 22.1% 和 17.5% 。(3) 极险型: 面积 $2\,804.9 km^2$, 占土地总面积的 1.6% , 主要分布在土质山地中坡耕地多和植被覆盖度很低的地区。在各地州市中, 毕节地区和六盘水市的百分比最大, 分别占土地总面积的 7.3% 和 2.4% , 其次是遵义地区和黔西南州, 分别占 1.8% 和 0.3% , 其它地州市分布甚少或无分布。(4) 毁坏型: 面积 $3\,456.9 km^2$, 占全省土地总面积的 2.0% 。分布零星, 一般分布在开垦过度的土质和石质山地的局部地段。

1.3 水土流失强度分区

根据水土流失强度及岩性、地貌等条件, 将贵州省划分为 7 个水土流失区, 并根据内部差异, 将部分区划分为若干亚区 (见表 1)。

2 贵州高原水土流失影响因素分析

2.1 复杂的地貌地质条件

(1) 山地性显著。山地性显著的地貌条件是水土流失产生的潜在基础。贵州高原位于云贵高原的东部, 西部海拔 $1\,500 \sim 2\,800 m$, 中部 $1\,000 m$ 左右。地貌的主要特征为: 除威宁、赫章一带还保存部分原始高原面外, 大部地区崎岖破碎, 山地所占比重很大。坡度 $> 25^\circ$, 相对高度 $> 200 m$ 的山地占 61.7% , 丘陵面积占 30.8% , 二者合计占 92.5% 。在连绵起伏的山岭中或山岭之间, 散布着高差 $100 \sim 200 m$ 的丘陵, 镶嵌着大小不等而形态各异的峡谷、河谷盆地与岩溶盆地, 各种地貌类型交错分布的高原山区, 山地性十分显著。

表 1 贵州省水土流失强度分区

水土流失区及亚区	地理位置	侵蚀特征
I 黔东北土石质低山丘陵 中度—强度水土流失区	贵州省东北部	以县为单位(下同),侵蚀面积占土地总面积的比例多为 30%~55%,印江、德江、沿河、思南达 60%以上,而且强度以上的面积较大。
I ₁ 沿河—黄平土石质低山 强度侵蚀亚区		
I ₂ 松桃—玉屏土石质丘陵 中度侵蚀亚区		
II 黔东南土质低山丘陵 轻度水土流失区	贵州省东南部	基岩为轻变质岩,疏松沉积物厚,植被覆盖度高,各县侵蚀面积多为 12%~35%,以轻度侵蚀为主。除天柱县外,无强度以上的侵蚀。
III 黔南石质低山丘陵轻度 —中度水土流失区	贵州省南部	基岩为碳酸质岩及砂页岩的互层,各县侵蚀面积为 15%~25%,少部分县超过 30%。侵蚀强度以轻度为主,有部分中度侵蚀和少部分强度侵蚀,无极强强度侵蚀,但因土层较薄,水土流失潜在危险较大。
IV 黔西南石质、土石质山地丘 陵中度—强度水土流失区	贵州省西南部	基岩在南北盘江沿岸为砂页岩,其余各地多为碳酸质岩。各县侵蚀面积多为 20%~45%。
IV ₁ 盘县—关岭石质、土石质 山地强度侵蚀亚区		
IV ₂ 兴义—贞丰石质丘陵 盆地轻度—中度侵蚀亚区		
IV ₃ 册亨—罗甸土石质山地 河谷强度侵蚀亚区		
V 黔西北石质、土石质高原 山地强度—极强度水土 流失区	贵州省西北部	基岩以碳酸质岩为主,次为砂页岩,有少部分玄武岩,侵蚀面积多为 40%~60%,赫章、纳雍、威宁 3 县在 65%以上。侵蚀强度中度、强度的比例比其它地区大,而除赤水、遵义、仁怀、黔西、金沙等县外,其余县都有极强度侵蚀,是全省水土流失最严重的区域。同时由于该区土层较薄,水土流失的潜在危险程度很大,危险型面积占土地总面积的 73%,极危险型面积占 7.3%。
V ₁ 威宁—纳雍石质、土石质 高原山地强度—极强度 侵蚀亚区		
V ₂ 毕节—赤水石质、土石质 山地、丘陵强度侵蚀亚区		
VI 黔北石质中山峡谷中度— 强度水土流失区	贵州省北部	基岩以碳酸质岩为主,有少部分砂页岩。多数县侵蚀面积占 40%~55%,正安县达 60%。侵蚀强度以中度和强度为主,潜在危险程度以危险型的面积最大,占各县土地总面积的比例多为 50%~70%,正安县在 80%以上。
VII 黔中石质丘陵盆地轻度 —中度水土流失区	贵州省中部	基岩绝大部分为碳酸质岩,有少量砂岩和页岩。各县市侵蚀面积占土地总面积的比例多为 30%~40%,少数县在 25%以下(如惠水)和 50%以上(如普定、织金)。侵蚀强度主要为轻度,其次是中度,强度侵蚀极少,除织金、普定、绥阳、凤冈外,其它均无极强强度侵蚀。但因碳酸质岩分布广、土层薄,水土流失的潜在危险程度较大。

(2) 地貌类型复杂。贵州高原地表的切割深度都比较大,加之岩性和地质构造等因素的影

响,地貌类型极其复杂,高原、山原、山地、丘陵、盆地、河谷阶地等均有分布。

(3) 岩溶地貌分布广,形态多样。贵州高原除黔东南等少数地区外,其余 73% 的地区均为岩溶地貌,与广西、云南连成一片,被誉为世界“岩溶胜地”。贵州高原地貌由于长期经受强烈的内外营力作用,地貌类型复杂,地形切割度和地面坡度都比较大。其中水平切割密度,西部乌江上游和赤水河上游 11~14 km/100 km²,东部、东北部沅江上游 20~30 km/100 km²,全省平均 17 km/100 km²;垂直切割深度,中部、东北部 300~500 m/100 km²,西部、南部和北部,一般 500~700 m/100 km²,个别可达到 1000 m/100 km²;地面坡度,小于 10°的土地占总面积的 14.24%,10°~25°的占 50.69%,>25°的占 41.07%。贵州高原这种山多平地少的地貌形态,以及由此而产生的较大的切割度和较大的坡度,在贵州高原降水量较大、暴雨多的情况下产生强烈的外动力作用,是水土流失的潜在动因。一旦表层植被覆盖破坏,水土流失就会发生,而且强度比其它地区为大。

2.2 地面组成物质的多样性

地面组成物质(包括基岩和土壤)的抗蚀性,能影响地貌形态、产沙速度和产沙量,从而影响水土流失强度。根据对水土流失影响的不同,可将贵州高原的岩石划分为以下几个岩组:

(1) 纯碳酸盐岩组:结构致密,岩性较坚硬,抗蚀能力强,但易溶蚀,地貌上形成峻峭的山丘及低的洼地沟谷,地面多石沟、石芽。土壤一般都很浅薄,但有较强的凝聚力,质地粘重,透水性差。故水土流失多为面蚀,其侵蚀物除地表流失外,还经溶洞、暗河流失。贵州高原这类岩石的土层上,一般都有植物覆盖层,目前水土流失多为面蚀,侵蚀强度多属微度或轻度,已开垦的山坡,可达中度至强度。其特点是植被一经破坏,侵蚀强度将急剧加大,而且裸露地面越来越广(石漠化),潜在危险性极大。(2) 碎屑岩石(紫色碎屑岩除外):在地貌上除石英砂岩成陡峭山体及狭长沟谷外,其它成较圆的山丘,且沟谷较发育。土层一般较厚,质地除页岩、泥岩偏粘外,多为砂质,局部有砾质,轻变质岩还常夹有母岩碎片,故透水性较强。水土流失为沟蚀、面蚀。除森林保存较好的地区水土流失强度为微度、轻度外,多为强度或极强度,尤以黔北志留系韩家店组和寒武系把榔组地层上的土壤,侵蚀最为强烈。(3) 碳酸盐岩夹碎屑岩组:抗风化剥蚀的性能总体上比较弱,所以在地貌上多为轮廓较浑圆的山丘、岗地和山间谷地。所发育的土壤,有砂性大的土壤,也有比较粘重、透水性强的土壤。故水土流失主要为面蚀,局部也有沟蚀,还有崩塌等重力侵蚀。水土流失强度一般为中度。(4) 紫色、紫红色岩组:地貌上,分布于小盆地中的侏罗系、白垩系和第三系地层,多呈平岗、缓丘;其它地层多为陡峭山地。共同的特点是沟谷发育,地表破碎。有植被覆盖的地区,风化层一般较厚,土壤质地为轻至重壤。水土流失为面蚀和沟蚀,有植物覆盖时侵蚀强度并不很大,但由于这类岩层含有较多的矿物养分,多被垦殖,故水土流失严重,多为强度至极强度,尤以乌江上游的纳雍、赫章、大方等地最为强烈。(5) 岩浆岩组:主要是玄武岩组,其它的岩浆岩仅有零星分布。由于节理发育,抗风化力弱,地貌多为浑圆的山丘,沟谷比较发育,风化层一般均较深厚、疏松,且多含碎块,故坡面上常有泻溜现象,水土流失为沟蚀和泻溜。侵蚀强度为强度至极强度。(6) 红色粘土岩组:因地形坡度缓,风化层厚,风化度深,土壤质地粘重。故水土流失为面蚀,其强度多为微度或轻度。

以上是母岩性质对侵蚀的影响。至于土壤本身对侵蚀的影响,虽然由于影响因素较多,情况比较复杂,但最主要的还是土壤质地,以及由此而表现出来的抗蚀性能。根据有关学者对流域中游贵阳地区的砂质黄壤、红壤粘土和黑色石灰土进行抗蚀性能对比试验的资料,在降雨为 61.1 mm 的条件下,其径流系数以红色粘土为最高,砂质黄壤次之,黑色石灰土最低;所产生的

固体径流(泥沙),则以砂质黄壤最多,红色粘土次之,黑色石灰土最少。综合起来,土壤抗蚀性能以黑色石灰土为最强,红色粘土其次,砂质黄壤最弱。就全省的土壤来说,虽然其种类远较上述试验地复杂,但若按机械组成来分,也不外砂质土、壤质土和粘质土 3 类。其抗蚀性能的强弱。也可按上述对比试验类推,即壤质土强于粘质土,粘质土强于砂质土。

2.3 植被破坏严重

植被是很重要的抗蚀因素。贵州高原天然植被因过去滥砍乱伐、耕垦频繁,破坏很严重。因此,贵州高原目前的植被覆盖度仍然比较低。根据卫星影像解译,除农业植被占土地总面积的 22% 外,高覆盖度的仅占 1%,中覆盖度的占 28%,而低覆盖度的却占 35%,这种植被覆盖度,在降水季节较长、降水量较大的南方地区,对于径流调节和固持土壤都很不利。加之林地多为用材林,树种多为松、杉等针叶树,草种多为禾本科草,经济林多为须复垦的油桐等树种,这就加剧了水土流失。

贵州高原水土流失的主要动因是人为活动,而绝大部分人为活动又是通过影响植被覆盖来影响水土流失的。过度的樵采烧山等降低了植物覆盖造成水土流失,而更严重的是陡坡开垦形成的人工植被使表土在雨季相当长的时间内大面积裸露,引起冲刷。

2.4 降水充沛暴雨多、河流落差大

贵州高原属于中亚热带湿润季风气候地区,降水较丰富。除西北部边缘的威宁、赫章等地年降水量不足 1000 mm 外,多数地区为 1000~1300 mm。而且径流系数全省平均达 0.54,这就为水土流失提供了充足的动力。更为重要的是夏季(5~10月),全省范围内的大雨、暴雨和短历时高强度的暴雨,以及连续暴雨都较多,所以,在 15°~60°的裸露坡地和植被稀疏的坡耕地上,不论溅蚀、面蚀或细沟侵蚀都很严重。贵州高原的河川都是山区雨源型,大致以苗岭为分水岭,分属长江流域和珠江流域。天然落差大,以贵州高原最大的河流乌江为例(全长约 1038 km),全干流省内天然落差 2036 m。其它山区性小河多有落差大、水流急的特点。贵州高原河川径流的径流深与径流量均较大,年内分配不均,洪枯流量倍比达数百至数千,雨季汛期水土流失动力强烈。

2.5 人为因素

人为因素是引起贵州高原水土流失和水土流失不断加剧的主要原因,影响最大的是以下几方面。(1) 人口增长过快,毁林毁草开荒严重。1949年,贵州省人口仅 1.42×10^7 人,1990年第 4 次人口普查时,贵州省人口已达到 3.24×10^7 人,目前人口增长的趋势仍未降低。由于人口的过快增长,必然产生人与粮食的矛盾。仅 1980年至 1985年,全省毁林毁草开荒的面积就达 $6.0 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 余,有的地区除了 35°以上的陡坡外,再无可资利用的耕地资源,所以必然选择陡坡开垦。(2) 坡耕地比重大,水保措施少。由于地形条件的影响,贵州高原的耕地以旱地为主,旱地中又以坡耕地为主,据最近统计,1989年全省共有耕地 $1.85 \times 10^6 \text{ hm}^2$,其中旱地达 $1.07 \times 10^6 \text{ hm}^2$,占耕地总面积的 58%;在旱地中大于 25°的坡耕地 $2.5 \times 10^6 \text{ hm}^2$,占旱地总面积的 23.8%。比重这样大的坡耕地,水土流失之强烈是可想而知的。更为严重的是在这些坡耕地中,有水保措施的很少,故当地面径流顺沟流动或沿坡漫流时,水土流失的面蚀、沟蚀和重力侵蚀都很严重。其结果不仅山上耕层日趋变薄,坡土跑肥跑土,而且山下的良田沃土也累遭“水打沙壅”之害。(3) 积肥方式落后。贵州省的农民,大多有铲草皮烧灰积肥的习惯,而且每积 670 m^2 的肥,需铲草皮面积 700~1700 m^2 ,铲过的地,需要 3~4 a 才能恢复。这不仅涉及的草地(包括灌丛)面积大,而且由于铲过草皮的地面,1~2 a 内没有植被保护,水土流失也严重。

(4) 农村能源单一,大部分农民依靠砍柴草作为生活能源,柴山人均占有量少,人与能源矛盾在许多地区相当突出,加上长期以来农民植被保护意识淡漠,科学技术知识不够,而且相关法规不健全,不能有效地保护资源,保障持续利用,以致大部分地区森林、灌木林覆盖不断减少,蓄积量降低,造成水土流失。

总之,贵州高原降水量多、强度大,地形坡度陡,某些岩石所形成的土壤抗蚀力弱等自然因素为水土流失提供了基础,但是这些因素所起作用的大小,却和人为因素,如毁林毁草、陡坡开荒,铲草皮烧灰积肥,坡耕地比重大,水土保持意识淡漠,水保措施不力等有关。因此,贵州高原水土流失的主导因素是人为因素,水土流失的治理必须同时考虑人为的因素。

3 水土流失的治理对策

(1) 提高认识、全面规划、综合治理 水土流失的治理必须搞好在坡耕地比例极大的纳雍、紫云等地,不解决农民群众的温饱问题就不能根本解决水土流失问题。在其它地区,治理水土流失应该注意政策控制,宣传导向,科技指导,经济结合,实施到位。治理水土流失的措施也应是综合的、整体的、循序渐进的,是一个系统工程。

(2) 因地制宜、分类指导 水土流失治理的中心是治水改土,一是要工程措施结合生物措施搞好“坡改梯”工作,以减少侵蚀,并开展坡面水系工程和蓄水拦沙工程建设,加强耕地的保水、保土、保肥能力,使土地的退化减轻以至停止并转向良性循环,提高单位面积产量。二是要在有条件的地方大力做好水利配套设施建设,提高农田的高产、稳产能力。在条件恶劣的石山地区,也要修小水池、水窖,改善水利条件,提高水资源利用效率。在耕作方法上,可采用如多犁多耙,拦山沟、横坡起垄、半旱式栽培等适宜石灰岩地区特性的耕作制度和耕作措施,以防漏防旱,提高地力。同时,在槽谷地、沟谷地等地势低洼地区要做好水泡田、锈水田、烂泥田等低产田的改造。要提高复种指数,固定耕地,合理轮作,横坡套种、间种、混种,用养地结合,积极推行旱地分带轮作,多熟制及地膜技术,扩大绿肥种植。

(3) 经济效益与生态效益结合,人口与资源环境 经济协调发展 提高植被覆盖率是水土保持、生态重建的关键。应根据该地区不同的生态条件按照生态与经济相结合的原则,规划防护、水源涵养、用材、经济、薪炭等不同林种,以植树造林、飞播造林与封山育林相结合的方式增加森林覆盖。还可以发展草地,选用适当树种、草种,绿化梯田边坡,引进多年生作物等方式,提高地面植物覆盖度,加强水土保持。要改变重造轻管的局面,巩固造林成果,从改变农村能源和利用方式入手,适当发展沼气、节材灶等,减轻薪炭采伐量。在合理开发石山和植物资源方面,要把开发好草地生态系统作为综合大农业系统的重要组成部分,开发建设草山草坡,改良草场,林牧结合、农牧结合,使宜牧地地尽其用。同时,注意发展灌木饲料和以收获茎叶为主的营养体农业。垂直差异明显的特点适合立体农业的发展。

(4) 坚持科技指导,建立水土流失和水土保持监测机制 治理水土流失是一项艰巨而长期的任务,水土流失治理和水土流失加剧随时在相互消长。需要利用现代科技手段,建立水土流失和水土保持的动态监测机制,随时掌握动态,调整措施,切实做好水土流失治理的宏观控制工作。当前,利用遥感技术和地理信息系统进行这一工作已在国内外取得了良好的效果,是切实可行的。针对贵州高原的复杂情况,增加水土流失与治理的观测示范网点十分必要。

参 考 文 献

- 1 朱安国.水土流失与水土保持.贵阳:贵州省人民出版社,1985
- 2 解明曙,等.贵州省水土流失概况、发展趋势与防治.贵州省环境预测与对策研究,1985