

湘中紫色土丘岗区水土流失规律及土壤允许侵蚀量的研究

谢庭生¹, 何英豪²

(1. 湖南省经济地理研究所, 长沙 410004; 2. 湖南省土壤肥料研究所, 长沙 410125)

摘 要: 自 1988~2003 年, 在湖南省衡南县谭子山镇坡度 5~20° 的石灰性紫色土丘岗地上进行了水土流失的定位观察。结果表明: 水土流失与坡度、植被覆盖度及开发利用模式关系甚为密切。土壤侵蚀量随坡度增大而增大, 坡度每增加 1°, 土壤侵蚀量年递增 730~930 t/km², 坡度与土壤侵蚀量呈极显著正相关。植被覆盖度每增加 1%, 土壤侵蚀量则减少 60~100 t/km², 土壤侵蚀量与植被覆盖度呈极显著负相关。等高作梯的旱耕地和园地土壤侵蚀量仅为顺坡直耕的旱耕地和园地顺坡的 1/3 左右; 旱耕地、园地等高开垦的强度大, 开垦之后 1~2 年土壤侵蚀量成倍增长; 从水土保持角度看, 林地乔、灌、草结合模式最好, 裸地植草模式次之。应用土壤肥力平衡理论, 选取化学退化主导指标 N 元素, 并以石灰性紫色土恢复生态时土壤 N 1.5 g/kg 为临界, 与成土速度综合考虑, 进行紫色土坡地土壤允许侵蚀量的研究, 首次提出石灰性紫色土丘岗坡地土壤允许侵蚀量为每年 170 t/km²。

关键词: 坡度; 植被覆盖度; 土地利用模式; 土壤侵蚀规律; 允许侵蚀量; 紫色土坡地

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)01-0087-04

Research on the Rule of Soil Erosion and Allowable Eroding Amount in the Purple Soil Upland of the Middle Part of Hunan Province

XIE Ting-sheng¹, HE Ying-hao²

(1. Hunan Institute of Economic Geography, Changsha 410004, China;

2. Hunan Institute of Soil Fertilizer, Changsha 410125, China)

Abstract: From 1998 to 2003, the lime purple soil upland of 5~20° be made a reservation to observe soil erosion in Tanzishan town of Hengnan county of Hunan Province. The result indicate: a close relation is among soil erosion, gradient, coverage rate of the vegetation and soil exploitation mode. The soil eroding amount increase with the gradient. The gradient increases 1° each time, the soil eroding amount increase 730~930 t/km², the gradient and the soil eroding amount are notable positive correlation. The coverage rate of the vegetation increases 1% each time, the soil eroding amount decreases 60~100 t/km², the coverage rate of the vegetation and the soil eroding amount are notable negative correlation. In the dry land and garden plot, the soil eroding amount of terraced fields is only 1/3 of that be ploughed directly along the slope. It is difficult that assart along the contour in the dry land and garden plot, after the first 1~2 years, the soil eroding amount will increase at double. From the soil and water conservation point of view, the mode that integrates arbor, shrub and grass in woodland is the best, the mode that plants grass in bare land is the second. The theory on soil fertility balance is applied, nitrogen element that is dominant factor of soil degradation on chemistry, and nitrogen element 1.5 g/kg is taken as critical when ecology be resume in the lime purple soil upland. On this basis, the allowable eroding amount in purple soil upland is researched, and it is put forward that the soil eroding amount is 150 t/km² per year in the lime purple soil upland.

Key words: gradient; coverage rate of the vegetation; soil exploitation mode; rule of soil erosion; allowable eroding amount; purple soil upland

湘中紫色土丘岗区是湘江中上游诸盆地和资水流域中上游诸盆地的总称, 总面积 1.82 万 km²^[1], 占全省土地面积的 8.6%。紫色土是本区主要土类之一, 面积 47.5 万 km²^[2],

占本区土地面积的 26.1%, 仅次于与之相伴的红壤, 占全省紫色土面积的 36.2%, 以衡阳盆地分布较为集中, 一般在海拔 300 m 以下。

收稿日期: 2004-11-23

基金项目: 湖南省重点科研项目“湘中紫色土丘岗地综合开发技术试验研究”(计划编号: 92-04-003); “紫色土丘陵区农业生态工程试验与示范”(计划编号: 98JKY1002) 的阶段性成果。

作者简介: 谢庭生(1942-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事土地资源评价、开发利用与保护及紫色土丘陵综合治理研究, 已发表学术论文 80 余篇, 著作 7 部。

紫色土成土母岩多为白垩纪和第三纪陆相或湖相沉积物质——紫色页岩、紫色砂岩、紫色砂砾岩。岩层产状大多以页岩、砂岩及泥岩相互成层状排列。这种岩性组合，膨胀系数差别很大，在高温多湿、干湿季节分明的亚热带气候条件下，岩石表面湿热膨胀、干冷收缩频繁，极易进行物理崩解，由表及里剥落成碎屑物质，进一步风化后形成土壤。这种土壤发育常处于相对幼年阶段。过去，由于毁林开荒，乱砍滥伐，加上紫色土有易冲刷流失的特性，因而湘中紫色土丘岗区水土流失严重，到处是光山秃岭，岩石裸露，受害面积占土地总面积的 50% 以上。衡阳盆地的衡南县强度和极强度流失面积达 468 km²^[3]，占土地总面积的 17.5%，水土流失面积占丘岗坡地面积的 95% 以上。

为了控制紫色土丘岗区水土流失，恢复植被，重建生态，湖南省经济地理研究所从 1988 年起，在衡南县谭子山镇建立了紫色土丘岗区综合治理试验示范区，通过定位观察，开展了紫色土丘岗水土流失规律与植被恢复技术试验研究。本文主要报道这些年来的研究结果，并首次提出了紫色土丘岗土壤允许侵蚀量。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验区位于湖南省衡南县谭子山镇，北纬 26°56′，东经 112°18′，海拔 70~289 m。年平均降水量 1 182.6 mm，年蒸发量 1 480.2 mm，年平均气温 17.9℃，极端最高温度 40.7℃，极端最低温度-8.1℃，属典型的亚热带季风气候区。试验地的地貌为岗地，土壤发育于钙质紫色砂页岩风化物，相对高度 23.5 m，坡度 5~20°；土壤 pH 值(H₂O 浸)为 8.0~8.7，土壤有机质 7.3 g/kg，全 N 0.46 g/kg，全 P(P₂O₅) 1.1 g/kg，全 K(K₂O) 21.7 g/kg；土层浅薄，有植被的坡段土厚 10~30 cm，裸地土层仅 5 cm 以下。坡地植被覆盖度在 10% 以下，土壤类型属低肥力的退化薄土层石灰性紫色土。

1.2 试验设计

试验设 7 个处理(见表 1)，按地形部位和坡度，分别在岗地上坡(坡度 15~20°)、岗地中坡(坡度 10~15°)、岗地下坡(坡度 5~10°)建立了 21 个观测小区。每小区下方设径流场 1 个，集雨面积 3 m×10 m。小区四周边缘用砖块水泥筑隔墙，破母岩层深入地下约 40 cm，高出地面 30 cm，墙顶呈

45°刃棱形分水界。各处理耕种模式：旱耕地、园地分顺坡种植和等高种植 2 种，林地、天然草坡地、裸地均为顺坡。各处理植物种类：旱耕地种植作物为玉米/甘薯—油菜；园地种植枣树；林地栽植树种和草本为墨西哥柏+牡荆+白花草木樨；自然坡地长有少量牡荆、糯米条、六月雪、紫薇、曲芒楔颖草、狗尾草、野燕麦、野菊花等，覆盖度 10% 以下。裸地种植的草本植物为假俭草+草木樨。各处理于 1988 年 12 月底以前完成种植任务，1988 年 1 月 1 日起开始观测。

表 1 试验处理设计						
序号	利用模式	植物种类	种植时间	坡度	坡向	面积/m ²
1	顺坡旱地	玉米/甘薯—油菜	1988.9	5~20°	NS	200
2	等高旱地	玉米/甘薯—油菜	1988.9	5~20°	NS	200
3	顺坡园地	鸡蛋枣(嫁接苗)	1988.11	5~20°	NS	200
4	等高园地	鸡蛋枣(嫁接苗)	1988.11	5~20°	NS	200
5	顺坡林地	墨西哥柏—牡荆—草木樨	1988.3	5~20°	EW	1000
6	自然坡地	牡荆、糯米草、狗尾草等	自然	5~20°	EW	1500
7	裸露坡地	植假俭草+草木樨	1988.11	5~20°	EW	100

1.3 测试项目与方法

在各观测小区内设小样方 3 个，共 63 个小样方，每个小样方面积 2 m×3 m，定点到株，作好标记，进行乔灌木冠幅等数据采集；在各样方内选有代表性的地块，定点 2 个，面积 1 m×1 m，进行草本植物覆盖度等数据采集。植被覆盖度测定，当植株高度低于 1 m 时，采用框架照相法，网络计数；植株高度超过 1 m 时，利用中午日光投影进行计算。土壤侵蚀量观测记载以一次降雨过程为单位。土壤侵蚀量测定，先取出槽内泥水并称量，过滤烘干，计算泥水中的泥沙量；取槽内泥沙称重，烘干，计算水、沙量。以上合计扣除集流槽口面的降雨量即为集流槽内的水、沙量。

2 土壤侵蚀量试验结果与分析

2.1 土壤侵蚀与坡度的关系

当降雨量和植被覆盖度到一定时，坡度是决定土壤侵蚀量的主要因子。水在表土上，由于受重力的作用，既有流动性，又有渗透性，这种流动性和渗透性依坡度大小呈有规律的变化。坡度大时，水的流动占主导地位，土壤侵蚀量较多；坡度小时，水的渗透占主导，土壤侵蚀量就少(见表 2)。

表 2 1989 年不同坡度各处理降雨与土壤侵蚀量按月统计														
项目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年	坡度
降雨量/mm	117.0	121.1	84.9	80.3	274.8	169.9	134.0	25.5	49.8	42.1	42.0	23.4	1164.8	5°~10°
降水量/(m ³ ·km ⁻²)	117000	121100	84900	80300	274800	169900	134000	25500	49800	42100	42000	23400	1164800	
径流量/(m ³ ·km ⁻²)	5920	6130	5690	5380	67880	41960	33150	5370	2490	2110	2160	1170	179410	
土壤侵蚀量/(t·km ⁻²)	48.3	74.8	69.4	65.6	1432.3	885.3	699.5	79.5	36.8	25.7	26.3	9.5	3453.0	10°~15°
径流量/(m ³ ·km ⁻²)	8310	9446	11720	19270	159300	98500	77720	6120	11900	9200	8400	1660	421550	
土壤侵蚀量/(t·km ⁻²)	68	110	185	300	3290	2040	1600	96.0	180	110	100	14.0	8093.0	
径流量/(m ³ ·km ⁻²)	11700	42390	33960	56210	206000	118900	93800	8900	17400	14700	9240	2340	615540	15°~20°
土壤侵蚀量/(t·km ⁻²)	100	500	510	840	4320	2490	1870	130	210	170	100	20	10800	

每个处理设有 3 个小区，小区坡度为 5°、10°、15°、15°~20°，以上数字均是各处理的平均值。

从表 2 可见，紫色土丘陵侵蚀强度远大于红壤。坡度分别为 5°、10°、10°~15°、15°~20° 的坡面，土壤年侵蚀量则分别为 3 453 t/km²、8 093 t/km²、10 800 t/km²；坡度 10°~15°、15°~20° 的坡面，土壤侵蚀量分别是坡度 5°~10° 坡面的 2~3 倍。

和 3 1 倍, 坡度每增加 1°, 土壤年侵蚀量增加 730~ 930 t/km²。并且造成土壤侵蚀量集中的时段是 5~ 7 月, 坡度 5~ 10°, 10°~ 15°, 15°~ 20° 的坡面, 土壤侵蚀量分别为 3 17 t/km²、6 930 t/km²、8 680 t/km², 分别占全年土壤侵蚀量的 87. 4%、85. 6%、和 80. 4%。这是因为 5~ 7 月是全年降雨量集中和降雨强度大的时段。

2 2 土壤侵蚀与植被覆盖的关系

植被可以截留雨水, 削弱降雨对表土的溅击和冲击强度, 有利水分渗入土壤。植被对土壤的保护作用的大小, 首先与植被覆盖度有密切关系(见表 3)。从表 3 可知, 紫色土丘陵坡地土壤侵蚀量随植被覆盖度增加而减少。从 1989~ 1994 年, 园地顺坡植被覆盖度由 15% 增至 70%, 土壤侵蚀量则由 6 800 t/km² 减至 1 900 t/km², 覆盖度增加 55%, 土壤侵蚀量减少 4 900 t/km²; 林地植被覆盖度由 27% 增至 90%, 土壤侵蚀量由 6 400 t/km² 降至 640 t/km², 植被覆盖度增加 63%, 土壤侵蚀量减少 5 760 t/km²; 裸露地种草覆被度由 0% 增至 100%, 土壤年侵蚀由 6 200 t/km² 减至 50 t/km², 即减少了 6 150 t/km²。可见, 植被覆盖度的提高可以大大减少紫色土坡地的土壤侵蚀量, 植被覆盖度与紫色土侵蚀量呈极显著负相关。

2 3 土壤侵蚀与耕作模式的关系

(1) 表 3 中旱耕地顺坡耕种, 1989~ 1994 年, 植被覆盖度分别为 45%、42%、41%、41%、42%、45% 和 40%, 土壤侵

蚀量分别为 9 500 t/km²、5 200 t/km²、4 100 t/km²、2 800 t/km²、2 200 t/km² 和 2 100 t/km²; 而旱耕地等高种植尽管植被覆盖度与顺坡耕种模式相近, 但土壤侵蚀量则少得多, 分别为 8 700 t/km²、2 100 t/km²、1 500 t/km²、800 t/km²、600 t/km² 和 620 t/km², 仅为顺坡耕种的 91. 6%、40%、36. 6%、28. 6%、27. 3% 和 29. 5%; 园地顺坡种植和等高种植两种模式的植被覆盖度也相差甚小。然而到 1993 年、1994 年, 等高种植模式的土壤侵蚀量下降到 700 t/km² 和 600 t/km², 仅为顺坡种植模式的 1/3, 也就是说, 等高种植模式水土保持效果为顺坡种植模式的 3 倍以上。

(2) 表 3 中 1989 年旱耕地等高耕种、园地、林地植被覆盖度虽然大大超过自然坡地和裸地, 然而, 除旱耕地顺坡种植模式外, 其他各种利用模式土壤侵蚀量也都大大超过自然坡地和裸地, 尤其是园地等高种植模式, 土壤侵蚀量为裸地的 2 倍。这是因为不同种植模式开垦强度不同, 土壤侵蚀量各异。开垦强度越强, 土壤侵蚀量越大。头一年旱耕地和园地等高作梯种植, 修筑梯面而垦殖强度最大, 土壤侵蚀量也最大; 以后随着表土变紧和园地植被覆盖度提高, 土壤侵蚀量则相对减少; 旱耕地顺坡耕种模式垦殖强度居中, 但垦殖强度和覆盖度均较园地顺坡种植模式大, 土壤侵蚀量也较园地顺坡种植者多; 园地顺坡种植和林地因是穴垦种植, 垦殖强度最小, 故土壤侵蚀量与自然坡地相当。

表 3 各处理不同年份植被盖度与土壤侵蚀量变化比较

项目	1989 年		1990 年		1991 年		1992 年		1993 年		1994 年	
	盖度 /%	侵蚀量/ (t · km ⁻²)	盖度 /%	侵蚀量/ (t · km ⁻²)	盖度 /%	侵蚀量/ (t · km ⁻²)	盖度 /%	侵蚀量/ (t · km ⁻²)	盖度 /%	侵蚀量/ (t · km ⁻²)	盖度 /%	侵蚀量/ (t · km ⁻²)
农旱耕地顺坡	45. 0	6000	42. 0	5200	41. 0	4100	42. 0	2800	45. 0	2200	40	2100
农旱耕地等高	45. 0	8700	42. 0	4100	45. 0	2500	43. 0	800	47. 0	600	42	620
园地顺坡	15. 0	6800	20. 0	5400	25. 0	3600	35. 0	2200	50. 0	2100	70. 0	1900
园地等高	15. 0	12200	20. 0	6100	27. 0	3100	38. 0	1100	56. 0	700	78. 0	200
林地	12. 0	6400	45. 0	4300	63. 0	3200	80. 0	1700	85. 0	800	90. 0	640
自然坡地	12. 0	6400	12. 0	6080	12. 0	5940	14. 0	5810	14. 0	5620	15. 0	5610
裸露地植草	0	6200	45	4800	60	3400	75	2500	90	900	100	50

(3) 从表 3 看出, 在旱耕地、园地、林地顺坡种植中, 以林地土壤侵蚀量下降最快, 这是由于林地采用乔灌草结合模式, 覆盖度上升快, 截留雨水、削弱地表径流的功能最好; 而园地顺坡种植, 覆盖度逐年增加速度低于林地, 旱耕地顺坡种植模式因换茬的影响使覆盖度增加有限, 土壤侵蚀量明显大于林地。裸地植草, 植被覆盖度增加最快, 保持水土效果最好。

3 紫色土丘岗区土壤允许侵蚀量

3 1 土壤允许侵蚀量的含义

土壤允许侵蚀量, 是指在一定的生产条件下, 在长时期内能保持土壤有效土层厚度和土壤肥力, 维持土地生产力所允许的最大土壤侵蚀强度。保持一定的土层厚度是保持土壤肥力、维持土地生产力的基础, 也是土壤质量保护的重要前提。因此, 保持一定的土层厚度和土壤肥力及维持土地生产力都很重要。从土壤生态角度看, 土壤允许侵蚀量是维持土壤生态安全所允许的最大土壤侵蚀强度。

3 2 紫色岩的成土速度

紫色砂、页岩及其互层, 是湘中地区紫色岩的三个主要类型, 在风化、成土过程中, 先是进行快速的物理崩解, 形成碎屑, 进一步风化而形成土粒。根据 1996~ 2003 年谭子山试验区的观察结果, 紫色页岩风化成土最快, 露天自然风化, 一年可风化 1. 5~ 2 cm 厚; 紫色砂、页岩互层风化速度次之, 一般为 0. 55~ 1. 5 cm 厚, 在表层风化物未及时清除情况下, 仅风化 0. 08~ 0. 21 cm 厚, 更接近有土层复垦下的母岩风化速度; 紫色砂岩风化速度最慢, 一年仅风化 0. 08~ 0. 16 cm 厚。紫色岩打碎后就可风化成土。小于 2 mm 的颗粒, 已经具有肥力, 能生长作物。因此, 母岩母质风化形成 2 mm 颗粒, 就形成了土壤。露出地面的母岩一年的风化物中, 小于 2 mm 的颗粒约占碎屑物的 15. 5%~ 26. 4%。各类紫色岩平均比重为 3. 0 g/cm³。由此计算出, 紫色岩裸露母岩一年最大成土量为 1 584 t/km², 中等成土量为 180 t/km², 最小成土量为 37 t/km²。后者只是发生在紫色砂岩地段, 中等成土量发生

在紫色砂页岩互层地段,代表面积最大,此数可代表湘中紫色土丘陵区坡地的成土速度。应当指出,在旱耕地、林地、草地,由于表土较厚,减慢了母岩成土过程,成土速度会小得多。

3 3 紫色土允许侵蚀量的确定

国际上土壤允许侵蚀量主要依据成土速度,如美国土壤允许侵蚀量为 $2.2 \sim 1.1 \text{ t/km}^2$,印度为 $4.5 \sim 11.2 \text{ t/km}^2$,前苏联为 $3.4 \sim 10.9 \text{ t/km}^{2[3]}$ 。

我国在参考国际标准后,水利部于 1997 年颁布了“土壤侵蚀类型划分和强度分级标准”,将土壤允许侵蚀指标定为:黄土高原区 $1\,000 \text{ t/km}^2$,北方黑土和大石山区 200 t/km^2 ,南方丘陵区 $500 \text{ t/km}^{2[3]}$ 。在南方红壤地区,阮伏水根据花岗岩风化速度提出了花岗岩母质发育的红壤允许年侵蚀量为 $< 200 \text{ t/km}^{2[5]}$;水建国提出了 Q 母质发育的红壤允许侵蚀量 $< 300 \text{ t/km}^{2[6]}$ 。

表 4 紫色土地土壤养分输入和输出平衡

处理	(1) 年均降雨养分 N /($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	(2) 土壤养分 N /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	(3) 水土流失养分 N /($\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$)	(4) 恢复生态养分 N /($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	(5) 水土流失养分 富集率/%	(6) 恢复生态 养分系数	全年土壤侵蚀量 /($\text{t} \cdot \text{km}^{-2}$)	
							平衡时(7)	恢复生态(8)
旱耕地顺坡	12.38	0.61	1.72	> 1.5	2.86	2.46	720	102.3
旱耕地等高	12.38	0.62	1.05	> 1.5	1.69	2.42	1179	288.3
园地顺坡	12.38	0.52	1.61	> 1.5	3.10	2.88	769	86
园地等高	12.38	0.55	0.94	> 1.5	1.71	2.73	1317	282
林地	12.38	0.48	0.98	> 1.5	2.04	3.13	1263	198
自然坡地	12.38	0.46	1.86	> 1.5	4.04	3.26	666	50
裸露地	12.38	0.41	1.44	> 1.5	3.27	3.65	860	72
平均	12.38	0.52	1.37	> 1.5	2.67	2.92	967.7	154.1

(1) 水土流失养分含量为各处理历年平均值; (2) (5) = (3)/(2); (6) = (4)/(2); (7) = (1)/3 \times 100; (8) = (7)/(5)/(6)。 (1) (2) (3) 项数字均是按实际降雨水土流失量算出的。

4 结 论

(1) 紫色土丘岗坡地土壤侵蚀量与坡度呈极显著正相关。坡度每增加 1° ,土壤年侵蚀量增加 500 t/km^2 。因此,坡地的农林牧利用,应根据微地貌和坡度采用不同的利用模式。坡度在 $5^\circ \sim 10^\circ$ 土层较厚的坡脚,则宜农宜果,进行等高带状整地,使土壤年侵蚀量在 170 t/km^2 以下;坡度在 $10^\circ \sim 15^\circ$ 的坡腰,更应等高带状整地,尽可能免耕种植经济林果;坡度 15° 以上的坡地,宜等高植物篱聚土,林草结合。

(2) 从土壤侵蚀量的年内变化不难看出,5~7 月土壤侵蚀量占全年的 80% 以上,这显然与降雨量的多少和强度有关。因此,紫色土坡地防治土壤侵蚀应针对这一特点,在上半年种植覆盖迅速的水土保持作物,并实行免耕、秸秆覆盖、梯边种草等措施。

参考文献:

[1] 湖南省统计局 湖南各地概况(上下册)[M] 长沙:湖南统计出版社,1983 72- 133
[2] 湖南农业厅 湖南土壤[M] 北京:农业出版社,1989 171.
[3] 陈奇伯,等 土壤允许流失量研究的进展与趋势[J] 水土保持通报,2000,20(3): 9- 13
[4] 史明德,等 中国南方侵蚀土壤退化指标体系研究[J] 水土保持通报,2000,20(3): 1- 9
[5] 阮伏水,等 福建省花岗岩地区土壤允许侵蚀量的确定[J] 水土保持研究,1995,2(2): 26- 31
[6] 水建国,等 中国红壤丘陵区水土流失规律与土壤允许侵蚀量的研究[J] 中国农业科学,2003,36(2): 179- 183

世界上对制定土壤允许侵蚀量较为公认的三大因素是:成土速度、土壤肥力和作物生产力。参考史明德^[4]等中国南方侵蚀土壤退化指标体系研究,我们选取了化学退化主导指标 N 元素,并以紫色砂页岩风化物发育的石灰性紫色土恢复生态时土壤 N 1.5 g/kg^{-1} 为临界,进行紫色土坡地土壤允许侵蚀量的研究,结果见表 4。从表中可以看出,紫色土水土流失的养分富集率为 $4.04 \sim 1.69$,表明土壤养分流失不是简单的机械搬运,而是具有明显的富集性。这是因为径流泥沙中细颗粒较多,而细颗粒一般具有很强的吸附作用,携带走的营养元素也会较多所致。若单从降雨养分输入与水土流失养分输出平衡考虑,紫色土坡地土壤侵蚀量每年允许达 $720 \sim 1\,317 \text{ t/km}^2$,但从土壤肥力逐步提高,恢复到紫色土未退化 N 素水平时,土壤允许侵蚀量只有年 $50 \sim 288 \text{ t/km}^2$,平均为 154 t/km^2 。综合成土速度,在现阶段技术水平和生产条件下,湘中紫色土丘岗地土壤允许年侵蚀量应 $< 170 \text{ t/km}^2$ 。

(3) 植被覆盖度增加能大大减少土壤侵蚀量,二者之间呈极显著负相关。不同利用模式,提高植被覆盖度差异很大。林地、裸地种草,6 年后植被覆盖度达到 $90\% \sim 100\%$;园地次之,达 75% ;农地由于换茬的限制,覆盖度增加较小。但是,无论是农地、林地还是园地,1994 年植被覆盖度都远远超出坡地自然植被。可见,人工促进植被恢复比自然植被恢复快得多。

(4) 从土壤肥力平衡观点出发,以恢复生态为目的,将紫色土丘岗坡地土壤年允许侵蚀量指标定为 $< 170 \text{ t/km}^2$ 。根据这一指标,对照定位试验结果,裸地植草 6 年后土壤年侵蚀量已下降到 50 t/km^2 ;林地 6 年后土壤侵蚀量虽未下降到允许侵蚀量,但再过一二年,覆盖度肯定能达到 100% ,土壤侵蚀量也会大大减少;园地必须等高整地种植,实行免耕和果草间作,提高植被覆盖度。