
区域水土流失的社会经济分析

——以湖南省为例

田亚平¹, 李虹², 王鹏¹

(1. 衡阳师范学院资源环境与旅游管理系, 中国湖南衡阳 421008;

2 北京大学经济学院, 中国北京 100071)

【摘要】水土流失的社会动力是经济环境条件下市场调节失灵造成的成本外摊和收益外泄。以货币化形式综合评价区域水土流失的经济学影响, 是完善生态环境恶化的预警机制和生态风险评估体系的根本趋势。文章在土壤侵蚀实物型损失估算基础上估算出湖南省土壤侵蚀的货币型经济损失, 并分省、市(州)、县三个层次对其进行了社会经济分析。结果显示, 全省水土流失的经济损失巨大, 其中土壤侵蚀造成的养分流失经济损失最大; 水土流失的经济损失地区差异明显, 造成其地区差异的原因中, 自然条件起决定作用, 社会经济因素起放大作用; 各县水土流失经济损失值的社会经济因子相关性排序为人均农业产值>人均GDP>农村人均纯收入>人口密度>人均耕地。

【关键词】水土流失; 社会经济; 评估; 湖南省

【中图分类号】F124.5

【文献标识码】A

随着科学整体的发展和全球一系列资源、环境、人口与发展问题的日益突出, 国际上出现了对水土流失等一系列生态环境问题的综合集成研究趋势^[1], 越来越多的学者呼吁今后研究的方向应该是把重点放在经济、社会、自然、生物的过程及其结果间的复杂联系上, 而不是仅仅关注自然生态方面^[2], 甚至更多的强调其社会—经济因素而不是生物—自然因素, 将其定义为社会问题的多学科研究^[3]。除去自然因素的作用之外, 从经济学的角度来分析, 当水土资源的市场价格信息发生偏差的情况下最容易发生水土流失^[4]。而造成市场价格信息偏差的根本原因, 是资源环境的外部成本没有反映到其市场价格中来。例如, 当农民砍伐森林, 进行坡耕地种植获得农产品时, 其市场价格中并没有完全反映其全部的社会代价, 包括水土流失、土地退化, 以及甚至在很远的地方造成的江湖淤积和洪水泛滥等有害影响。这些有害作用就是转嫁给社会和后代的外部成本。水土流失的社会动力也就是经济环境条件下市场调节失灵造成的成本外摊和收益外泄^[4]。解决外部成本问题的一般方式是, 政府强迫生产者把外部成本的全部或大部包括进经济财货的初始价格中。这就是经济学家所称的外部成本的内部化^[5]。外部成本内化的具体实现是将生态环境破坏的损失与国民经济核算系统挂钩, 实现资源环境隐性价值的市场转化, 即实行国民经济绿色核算^[6]。因此, 建立包括水土流失经济损失货币价值在内的环境账户及其反映国民经济真实状况的绿色核算体系, 完善生态环境恶化的预警机制和生态风险评估体系, 作为今后资源环境管理的根本趋势, 已受到各国政府和学术界的高度重视, 并成为当前一项重要的理论与实践任务。

湖南省资源环境管理与区域可持续发展高校科技创新团队和湖南省人文地理学重点建设学科研究成果。

收稿时间: 2008 - 09 - 10; **修回时间:** 2008 - 12 - 06

基金项目: 农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室开放课题(编号: 2006- 03)和衡阳师范学院科研启动基金项目(编号: 2006B06)联合资助。

作者简介: 田亚平(1958—), 女, 湖南衡阳人, 博士, 教授。主要从事资源与环境管理教学与研究。E-mail: typnj@163.com。

湖南省地属南方丘陵易侵蚀脆弱区，是长江流域中游土壤侵蚀比较严重的省份之一^[7]。同时，湖南省地处我国中部崛起地区，面临的环境与发展的矛盾突出，2002 年尚有18 个省级贫困县，20 个国家贫困县，总面积7.99 万km²，占全省面积的38%，总人口约1 920.68 万人，占全省人口的28.98%，其人均国民生产总值只有1 000—3 000 元^[8]。迫于生存的压力或者追求短期经济利益，过度砍伐森林、陡坡开垦以及非法采矿等人为造成植被破坏的现象时有发生。特别是近十年来，湖南省加快了对贫困山区开发建设步伐，在缺乏有效政策指导和监管措施条件下，修路、建房以及荒地开发等人类活动所造成的人为土壤侵蚀大量存在^[9]。目前湖南省水土流失面积广，损失大，治理任务重。因此，借鉴国内外对水土流失经济损失研究的成功经验，结合湖南省水土流失的特点，以货币化形式综合评价湖南省地域范围内各类型生态破坏造成的土壤侵蚀对生态环境产生的经济学影响，也就是将生态学基本规律与市场价值法则相结合，将各类型生态破坏造成的土壤侵蚀带来的危害，通过定量或半定量的折算，最终以经济损失的形式表现出来，作为生态经济负效值，以期使土壤侵蚀破坏现状与经济建设的主要指标相对比，并和相关技术评价结合起来，能够使人们更加直观地意识到土壤侵蚀对人们社会经济生活以及自然和社会环境的威胁和危害，有利于提高人们对土壤侵蚀的防治意识，以便采取有效措施，最大限度地减少土壤侵蚀造成的损失；同时，将土壤侵蚀作为一项独立的生态破坏现象来进行经济损失评估，以货币化方式反映土壤侵蚀对社会经济及环境方面的影响程度，为当地经济发展战略的调整提供政府决策参考依据，有利于正确调整区域社会经济发展目标，促进其国民经济可持续发展。

1 区域水土流失的经济损失估算

水土流失经济损失评估是一个从土壤侵蚀现状分析出发，到最终采用一系列货币估值技术将其造成的各种实物型损失货币化的过程。本文以湖南省土壤侵蚀现状调查数据为基础资料，依次计算土壤侵蚀破坏量、土壤侵蚀实物型损失量、土壤侵蚀货币化损失量。

1.1 土壤侵蚀破坏量估算

以我国水利部《土壤侵蚀分类分级标准》中每一等级侵蚀土壤的侵蚀模数的两极值的中间值作为该等级侵蚀模数，用各个等级的侵蚀模数减去最大容许侵蚀量(T 值)后，得出湖南省各地(市)土壤侵蚀破坏总量，其中最大容许侵蚀量(T 值)以我国 1997 年颁布的南方红壤丘陵区土壤容许侵蚀量 T 值 $500t \cdot (km^2 \cdot a) - 1$ 为标准^[10] (表 1)。湖南省土壤侵蚀累积破坏量 Z 采用下式计算：

$$Z = \sum SiMi$$

其中，Z 为土壤侵蚀破坏量 (t/a)； Si 为轻度至中度各侵蚀强度的土地面积 (km²)； Mi 为各侵蚀强度土壤的侵蚀破坏模数 (t · km² · a) - 1。

表 1 湖南省土壤侵蚀强度划分标准
Tab.1 Norms for grading soil erosion intensity
in Hunan Province

级别	平均侵蚀模数 / [t·(km ² ·a)-1]	侵蚀模数中间值 / [t·(km ² ·a)-1]	侵蚀破坏模数 / [t·(km ² ·a)-1]
微度侵蚀	0~500	—	—
轻度侵蚀	500~2 500	1 500	1 000
中度侵蚀	2 500~5 000	3 750	3 250
强度侵蚀	5 000~8 000	6 500	6 000
极强度侵蚀	8 000~15 000	11 500	11 000

1.2 土壤侵蚀实物型损失量估算

土壤侵蚀通过使土层变薄,造成土体及其水分丧失、养分流失和泥沙淤积等生态环境破坏。在参照同类研究成果基础上^[11-16],针对湖南省自然环境与土壤侵蚀状况,选择土壤侵蚀造成的土体损失、水分损失、养分损失(N、P、K、有机质含量)及泥沙滞留、泥沙淤积 5 种实物型损失作为衡量土壤侵蚀经济损失的指标。其中土体丧失、水分丧失和养分流失三项是土壤侵蚀在当地造成的经济损失,即场内损失;场外损失是土壤侵蚀后,随着泥沙的迁移、沉积所造成的泥沙淤积损失,属场外损失,包括泥沙滞留处经济损失和泥沙淤积处经济损失。湖南省土壤侵蚀的实物型损失就是在土壤侵蚀破坏量基础上,采用相关公式及其参数(表 2)所分别计算的土体丧失量、水分丧失量、养分流失量和泥沙滞留损失量和泥沙淤积损失量等五项实物型损失量之和(表 4)。各种方法均可采用如下通式来表达:

$$D_i = f(Z_i, B_i)$$

其中, D_i 表示某项实物型损失值, Z_i 表示与该项实物型损失相关的侵蚀破坏量值, B_i 为与该项实物型损失有关的参数变量(如土壤中 N、P、K 的含量等), f 为 D_i 与 Z_i 、 B_i 之间的函数关系。

表 2 湖南省土壤侵蚀经济损失计算方法与公式一览表

Tab.2 Ways and formulas on estimating economic costs of soil erosion in Hunan province

指标	方法	公式	参数含义	计算参数值
土体丧失	机会成本法	$D_1 = Z \times (h \times \rho \times 100)$ $Y_1 = D_1 \times E_1$	D_1 为土体损失的实物型损失量 Z 为侵蚀破坏量值 h 为土层厚度, ρ 为土壤平均容重; Y_1 为土体丧失的货币化值 E_1 为单位面积农林产值。	$h = 0.3m$ $\rho = 1.18g/cm^3$ ^① $E_1 = 4\ 272.679\ 元/hm^2$ ^②
水分丧失	影子工程法	$D_2 = Z \times B_2 / \rho$ $Y_2 = D_2 \times E_2$	D_2 为土壤水分丧失的实物型损失量 B_2 为土壤水分容积平均含量 (%) Y_2 为土壤水分丧失的货币化值 E_2 为农用水库的单位库容造价。	$B_2 = 33.54\%$ ^① $E_2 = 2.0\ 元/m^3$ ^③
养分损失	市场价格法	$D_3 = Z \times B_{3i}$ $Y_{3i} = D_{3i} \times E_{3i} \times Q_{3i}$	$i=1,2,3$ 分别对应 N 素、 P 素、 K 素; D_3 为土壤养分损失的实物型损失量 B_3 为土壤中 N 、 P 、 K 养分含量 Y_3 为土壤养分损失的货币化值; E_3 为碳酸氢胺、过磷酸钙和氯化钾的市场价格 Q_3 为养分折算系数。	土壤中全 N 、 P 、 K 和有机质含量分别为 0.131% 、 0.10% 、 2.28% 、 2.5% ^① ; 碳酸氢胺、过磷酸钙、氯化钾和薪柴的 2000 年市场不变价格分别为 $450, 470, 1\ 422, 51.3\ 元/t$ ^② ; N 、 P 、 K 和有机质折算系数分别为 $5.88, 6.25, 2, 2$
泥沙滞留损失	恢复费用法	$D_4 = Z \times B_4 / \rho$ $Y_4 = D_4 \times E_4$	D_4 为泥沙滞留处损失的实物型损失量 B_4 为土壤侵蚀总量中滞留泥沙比例 Y_4 为泥沙滞留处损失的货币化值 E_4 为单位清淤费用。	$E_4 = 8.06\ 元/m^3$ ^③ $B_4 = 33\%$ ^④
泥沙淤积损失	影子工程法	$D_5 = Z \times B_5 / \rho$ $Y_5 = D_5 \times E_5$	D_5 为泥沙淤积处损失的实物型损失量 B_5 为土壤侵蚀总量中淤积泥沙比例 Y_5 为泥沙淤积处损失的货币化值 E_5 为拦截泥沙的工程投资费用。	$B_5 = 24\%$ ^④ $E_5 = 102.50\ 元/m^3$ ^⑤

注 ①取自湖南省第二次土壤普查资料 ②取自 2001 年湖南省统计年鉴 ③取自市场调查 ④邓培雁、屠玉麟、陈桂珠, 贵州省土壤侵蚀中土壤侵蚀经济损失估值, 农村生态环境, 2003, 19(2):1- 5.

1.3 土壤侵蚀货币型损失量估算

土壤侵蚀经济损失估算的核心内容是在确定相应指标的土壤侵蚀实物损失量的基础上进一步进行货币化的计量。实物型损失的货币化是土壤侵蚀经济损失计算的关键步骤。本项目主要采用机会成本法、恢复费用法、影子价格法及影子工程法等对各项实物型损失进行货币化价值估算。各种方法均可采用如下通式来表达:

$$Y_i = f(D_i, E_i)$$

其中, Y_i 表示某项实物型损失的货币损失值, D_i 表示该项实物型损失的量值, E_i 表示与该项实物型损失有关的价格系数(如化肥价格、修水库工程费用等), f 为 Y_i 与 D_i 、 E_i 之间的函数关系。

采用以上方法和步骤, 即可相应计算出湖南省省地县各级土体丧失量、水分丧失量、养分流失量和泥沙滞留损失量和泥沙淤积损失量等五项实物型损失量的货币化值。

2 湖南省水土流失经济损失的估值分析

通过以上方法与步骤, 在湖南省 1995 年和 2000 年土壤侵蚀调查数据基础上, 借助于地理信息系统, 本项目分别对湖南省 1995 年和 2000 年分省、地(市)、县三级水土流失所造成的各实物型损失量的货币值进行估算, 并对其计算结果分析如下:

2.1 全省区域水土流失经济损失的估值分析

表 3 湖南省 1995 年和 2000 年水土流失经济损失估值省级统计一览
Tab.3 The economic losses item of erosion in whole Hunan province in 2000 and 1995

项目	土地损失	水分损失	养分损失	淤积损失	总量损失	单位面积损失	相对 GDP	相对农业	相对人口	相对农村
	/ 亿元	/ 亿元	/ 亿元	/ 亿元	/ 亿元	/ 万元 /km ²	损失 /%	产值损失 /%	损失 / 元 / 人	人口损失 / 元
1995 年	1.23	0.58	76.75	27.4	105.9	5.00	2.91	12.08	161.4	226.5
2000 年	1.22	0.57	74.75	23.0	99.5	4.70	2.73	11.35	151.6	212.7

从湖南省来看, 1995 年和 2000 年水土流失总经济损失分别为 105.95 元和 99.5 亿元, 分别占当年全省国内生产总值的 2.91%和 2.73%, 平均每平方公里的水土流失经济损失分别达 5 万元和 4.7 万元, 其损失分别相当于全省平均农业产值的 12.08%和 11.35%, 相当于全省人均损失 161.45 元和 151.65 元、农业人均损失 226.47 元和 212.76 元。虽然 2000 年与 1995 年相比, 全省土壤侵蚀治理显见成效, 年减少水土流失经济损失 6.5 亿元, 但总体来看, 土壤侵蚀仍非常严重, 水土流失造成的经济损失巨大。从分项指标来看, 养分流失是湖南省水土流失经济损失的主要形式, 1995 年和 2000 年土壤侵蚀造成的养分流失损失分别达 76.75 亿元和 74.75 亿元, 占当年全省水土流失经济损失总量的 72.45%和 75.12%, 其中流失损失最严重的是土壤中的钾元素流失, 占当地养分流失量的 82.68%和 87.88%。评估结果表明, 湖南省土壤侵蚀最直接、最严重的经济损失是降低当地土地生产力。从侵蚀类型来看, 湖南省中度侵蚀经济损失最为严重, 1995 年和 2000 年分别为 75.04 亿元和 68.17 亿元, 占全省损失总量的 70.8%和 68.51%。与 1995 年相比, 2000 年全省中度侵蚀的经济损失减少了 6.87 亿元, 而中度以上侵蚀造成的土壤侵蚀经济损失呈增加趋势, 反映出全省在大范围内水土保持初显成效的同时, 在自然和人为干扰交互作用下, 局部地区的土壤侵蚀的严重程度有所加大。

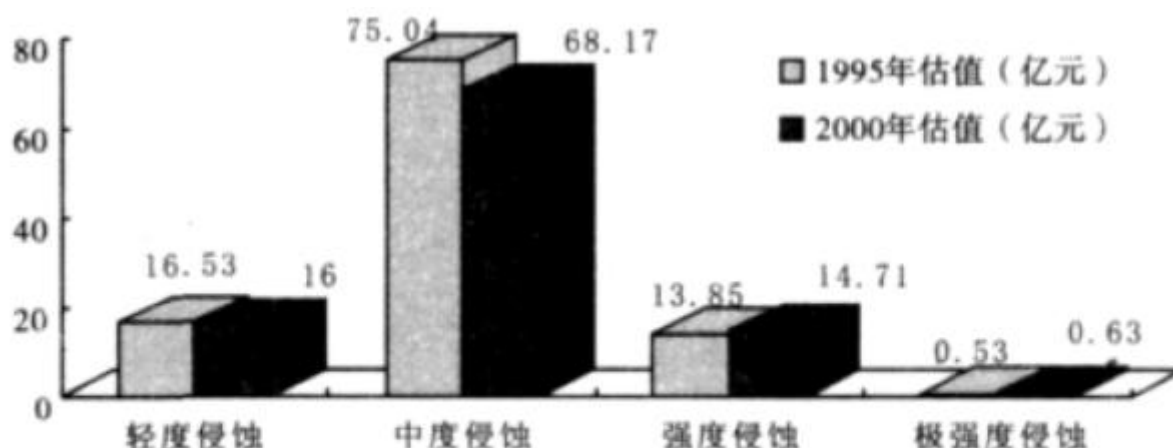


图 1 1985 年各地城市发展主因子分布
Fig.1 Distribution of urban development factor scores in 1985

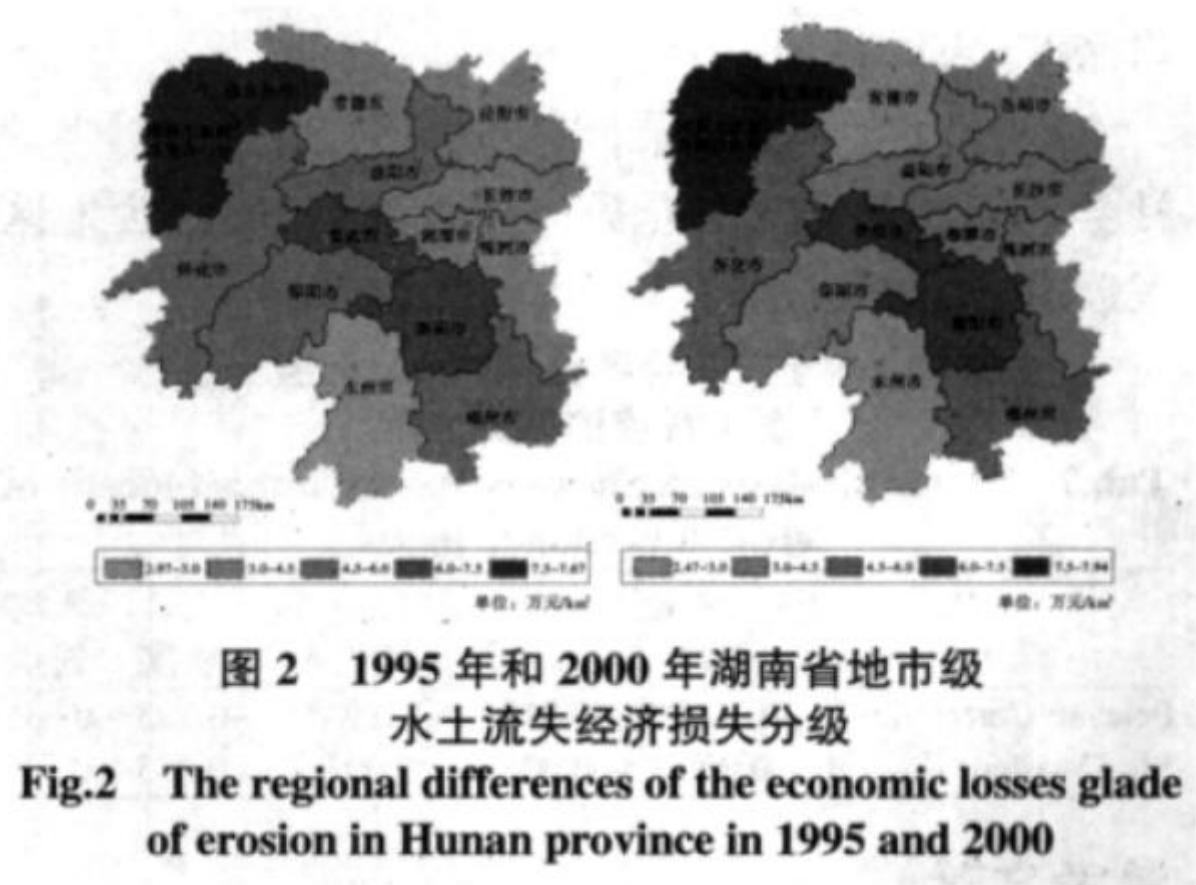
2.2 地市区域水土流失经济损失的估值分析

湖南省水土流失经济损失的地区差异明显, 从单位面积土壤侵蚀经济损失估值来看, 1995 年以湘南的永州市最小, 湘西的张家界市最大, 分别为 2.97 万元/km² 和 7.67 万元/km², 2000 年以湘北的常德市最小, 湘西自治州最大, 分别为 2.47 万元/km² 和 7.94 万元/km²。根据水土流失经济损失评估结果可将各地市单位面积水土流失经济损失估值划分为五级 (图 2), 结果显示, 水土流失经济损失的大小与自然地理环境直接相关, 如湘北湖区水土流失经济损失相对较小, 湘西山区和湘中紫色土盆地水土流失经济损失相对严重而且稳定。一方面表现出地区之间的生态脆弱性差异, 另一方面, 在一定程度上反映了全省社会经济和

管理水平的地区差异。拿 2000 年与 1995 年相比，80%以上区域的水土流失经济损失有不同程度的减少，其中，减少幅度最大的是湘北的常德、岳阳市和湘西的怀化市，分别减少了 20.5%、18.5%和 11.9%，湘南的永州市减少幅度较小，仅减少 0.5%。地处湘西山区的湘西自治州和张家界市以及湘南山区的郴州市水土流失经济损失不但没有减少，反而有所加大，从而加大了全省地区间水土流失经济损失的差异性程度，如无论是各地市之间水土流失经济损失的相差倍数还是其标准偏差，2000 年均大于 1995 年，特别是相对于人口经济等社会经济指标的水土流失相对损失的地区差异远远大于绝对经济损失的地区差异（表 4），说明自然条件对水土流失的绝对经济损失起决定作用，社会经济因素对水土流失相对经济损失起放大作用。

表 4 湖南省地市级水土流失相对经济损失差异特征
Tab.4 The regional differences features of erosion economic losses in Hunan province

项目		单位面积损失	单位 GDP 损失	单位农业产值损失	人均损失	农业人均损失
偏差	1995 年	1.74	4.89	15.81	134.45	170.03
	2000 年	1.83	5.08	16.34	138.75	176.30
倍数	1995 年	2.58	32.55	10.89	7.60	6.21
	2000 年	3.21	34.52	12.84	7.87	6.66



2.3 县市区域水土流失经济损失的估值分析

1995 年与 2000 年的县级水土流失经济损失分级评价和统计结果进一步显示湖南省水土保持工作已初见成效，水土流失经济损失有不断减少的趋势（表 5）。进一步将分级评价结果与湖南省公布的国家级贫困县名单进行对照，可显示贫困县比重随水土流失经济损失严重程度的加大而加大（表 6）。说明在社会现实中越是贫困地区，水土流失的经济损失越大，也即所背负的地方生态环境债务越重，以致造成生态经济恶性循环，在很大程度上阻碍了当地的可持续发展和新农村建设。为了进一步评估水

土流失的经济损失对地区社会经济发展的阻碍程度，我们将湖南省县级水土流失经济损失分级评价结果与各县社会经济的主要指标进行对比，以反映水土流失经济损失对地区发展和农业生产生活的影响程度。由于经济建设指标的统计均以县(市、区)为统计单位，而在单位面积上水土流失经济损失值与经济建设指标统计值之间可以进行比较，因此这里选用单位面积上水土流失的经济损失与主要的社会经济指标作相关分析。为了更真实地反映水土流失的影响，并具有可比性，本项目均采用的是相对社会经济指标，主要选择了人均GDP、人均农业产值、农村人均纯收入、人口密度和人均耕地。本项目首先将研究区域104 个县市的相关变量数列进行一定修正，去掉3 个无效样本，确定样本数101个，用SPSS 软件的Correlate 命令调用Bivariate 过程，进行水土流失的经济损失与相关社会经济指标的相关性分析与检验。分析结果显示，人均农业产值、人均GDP 和农村人口纯收入三项指标的Sig. (2- tailed)在0.005 以下（表7），其相关性显著，并显示其相关性大小排序为：

人均农业产值>人均GDP>农村人均纯收入>人口密度>人均耕地

根据以上分析结果，可以确定水土流失对当地社会经济影响最大的是第一产业发展，其次为地区发展，再次为农民收入。

**表 5 湖南省 1995 年和 2000 年县级
水土流失经济损失对比评价**

Tab.5 The economic losses glade of erosion in Hunan
at county in 2000 and 1995

分级	损失程度	标准 (万元 /a)	1995 年		2000 年	
			县市个数	比例	县市个数	比例
1	微度	<2	12	11.5%	18	17.3%
2	轻度	2—4	31	29.8%	30	28.8%
3	中度	4—6	31	29.8%	28	26.9%
4	强度	6—8	18	17.3%	18	17.3%
5	极强度	>8	12	11.5%	10	9.6%

**表 6 2000 年湖南省水土流失损失
分级评价等级中贫困县统计**

Tab.6 Poverty- stricken counties in Hunan and the
economic losses glade of erosion in 2000

级别	1 级 微度	2 级 轻度	3 级 中度	4 级 强度	5 级 极强
县数	18	30	28	18	10
贫困县数	0	4	7	5	4
贫困县比例	0%	13.3%	25%	27.78%	40%

表 7 水土流失经济损失对当地社会经济
影响程度的相关分析

Tab.7 Factor analysis on Socio- economic impact locally of
erosion economic losses

	人均农业 产值	人均 GDP	农村人均 纯收入	人口 密度	人均 耕地
Pearson Correlation	- 0.413**	- 0.310**	- .293**	- 0.193	- 0.035
Sig.(2-tailed)	0.000	0.002	0.003	0.053	0.726

参考文献:

- [1] Chrisholm, A. and Dunmsday, R. , Land Degradation: Problems and policies[M]. Cambridge: Cambridge University Press. 1987.
- [2] Dumsday, R. , Contributions from the social sciences. In Anthong Chrisholm and Robert Dumsday et al. , Land Degradation: Problems and policies [M].Cambridge: Cambridge University Press, 1987, 315 - 334.
- [3] Blaikie,P. and Brookfield, H. , Definition and debating the problem Land degradation and Society , London:Methuen, 1987. 1- 26.
- [4] OECD. 杨柳燕, 等译. 环境管理中的市场与政府实效: 湿地与森林[M]. 北京: 中国环境出版社, 1996.
- [5] 蔡运龙. 自然资源学原理[M]. 北京: 科学出版社. 2000. 152—162.
- [6] 李康. 绿色经济与绿色GNP[J]. 环境科学研究, 2002, (4).
- [7] 田亚平, 刘沛林, 郑文武. 南方丘陵区生态脆弱度评估与分析[J]. 地理研究, 2005. 11.
- [8] 湖南省统计局. 湖南省统计年鉴[M]. 中国统计出版社, 2003.
- [9] 田亚平, 等. 湖南省水土流失现状分析及其防治对策[J]. 衡阳师范学院学报(自然科学), 2003, 24(3):81 - 86.
- [10] 陈奇伯, 齐实, 孙立达. 土壤容许流失量研究的进展与趋势[J]. 水土保持通报, 2000, 20 (1) : 9 - 11.
- [11] 邓培雁, 屠玉麟, 陈桂珠. 贵州省水土流失土壤侵蚀经济损失估值[J]. 农村生态环境, 2003, 19 (2) :1 - 5.
- [12] 李云辉, 贺一梅, 杨子生. 云南金沙江流域水土流失直接经济损失测算方法与区域特征分析[J]. 山地学报, 2002, 20 (增) :36 -42.

[13] 李瑞俊, 山东沂沭泗流域土壤侵蚀经济损失评估及对策研究[D]. 山东师范大学硕士毕业论文, 2005.

[14] 杨洁, 龙明忠. 喀斯特峡谷区土壤侵蚀的经济损失初步估值与分析——以花江示范区为例[M] 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2005.

[15] 许月卿, 蔡运龙. 土壤侵蚀经济损失分析及价值估算——以贵州省猫跳河流域为例[J] . 2005, (12) .

[16] 赵善伦, 尹民, 孙希华. 山东省水土流失经济损失与生态价值损失评估[J]. 经济地理, 2002, 22 (5) :616 - 619.