

黄土高原土壤侵蚀时空动态分析^{*}

孟庆香^{1,2}, 刘国彬², 杨勤科²

(1. 河南农业大学 资源与环境学院, 郑州 450002; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:利用 GIS 技术对黄土高原 1986 年、2000 年和 2002 年土壤侵蚀动态变化进行分析。土壤侵蚀面积比例由 1986 年的 66.13% 上升到 2000 年的 67.14%, 到 2002 年下降为 64.88%, 其中, 水力侵蚀面积比例呈现扩大趋势, 风力侵蚀面积不断减少, 冻融侵蚀面积先减少后增加。从整个黄土高原看, 内蒙古自治区、陕西北部、甘肃和宁夏土壤侵蚀面积较大, 青海、陕西关中地区、河套平原和宁夏平原以及山西部分地区土壤侵蚀面积略小。长期以来, 土壤侵蚀面积占区域总面积的比例都在 60%~70%, 总体上水土流失仍然严重, 水土保持和生态环境建设任务任重道远。

关键词:黄土高原; 土壤侵蚀; 水力侵蚀; 风力侵蚀; 冻融侵蚀

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)03-0020-03

Soil Erosion Change on the Loess Plateau

MENG Qing-xiang^{1,2}, LIU Guo-bin², YANG Qing-ke²

(1. College of Resources and Environment, He'nan Agriculture University, Zhengzhou 450002, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Using GIS and relation data, soil erosion change on the Loess Plateau was analyzed in 1986, 2000 and 2002. Erosion area rate is 66.13% in 1986, and it raise to 67.14% in 2000, but reduce to 64.88% in 2002. Thereinto, water erosion area exhibited wide trend, wind erosion is reducing, freeze-thaw erosion increased and then decreased from 1986 to 2002. On the Loess Plateau, soil erosion area rate in Inner Mongolia, north of Shaanxi province, Gansu province and Ningxia Hui Aotonomous Region is higher, and is smaller in Qinghai province, middle of Shaanxi province, Hetao plain, Ningxia plain and some areas of Shanxi province. The erosion area rate is 60%~70% from 1986 to 2002, therefore the soil and water erosion is severe as a whole, it is a long way to finish the aim of Green mountain and Clear river.

Key words: the Loess Plateau; soil erosion; water erosion; wind erosion; freeze-thaw erosion

黄土高原自然地理条件复杂, 地形破碎, 土质疏松, 植被稀少且年降水量少而集中, 极易产生水土流失。严重的土壤侵蚀是导致生态环境变化的最重要因子之一。该区是我国水土流失最为严重、生态环境最为脆弱的地区之一。通过对比分析黄土高原 1986 年、2000 年和 2002 年土壤侵蚀情况, 计算水土流失率, 提取土壤侵蚀等级强度, 揭示土壤侵蚀类型及强度变化及对生态环境质量的影响, 为制定生态环境治理方向和途径, 提供重要的科学依据。

1 黄土高原土壤侵蚀分析的数据基础及研究方法

1.1 数据基础

数据主要包括 1986 年 1:50 万土壤侵蚀图(1:50 万中国黄土高原地区资源与环境遥感系列图编委会, 1990 年), 2000 年 1:10 万土壤侵蚀图(根据 2000 年陆地卫星 TM 影像解译)和 2002 年分县土壤侵蚀资料(中国水土流失与生态安全综合科学考察信息资料数据库^[1]), 针对时空变

化, 以 1986 年和 2000 年土壤侵蚀图为主。此外还参考了反映黄土高原其他地理信息的数据, 如行政区划图、DEM 影像、土地利用图、土壤图等。

根据水利部标准《全国土壤侵蚀调查技术规程》, 将土壤侵蚀分为水力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀 3 个一级类型, 水力侵蚀分为微度、轻度、中度、强度、极强和剧烈侵蚀 6 个等级, 风力侵蚀分为微度、轻度、中度、强度和极强侵蚀 5 个等级, 冻融侵蚀不分级。

1.2 土壤侵蚀研究方法

根据土壤侵蚀分级标准, 分别统计黄土高原 1986 年、2000 年和 2002 年各级土壤侵蚀面积, 并对比 3 期土壤侵蚀动态变化, 揭示土壤侵蚀发展趋势。同时进行 1986 年土壤侵蚀图和 2000 年土壤侵蚀图的矢量叠加, 进行土壤侵蚀时空分布规律研究。

上述数据均被变换到统一的坐标系和投影下。所采用

^{*} 收稿日期: 2007-07-06

基金项目: 中科院西部行动计划项目(KZCX2-XB2-05); 国家自然科学基金重点项目(90502007); 河南农业大学博士启动项目(30200241)

作者简介: 孟庆香(1977-), 女, 河南新乡人, 讲师, 博士, 主要从事水土保持与生态环境评价研究。E-mail: qxmeng@126.com

的投影为等面积割圆锥投影,中央经线为东经 109°30′,双标准纬线分别为北纬 36°30′和北纬 37°10′,投影采用 KRA-SOVSKY 椭球体。在 ARC/INFO 软件环境下,统一栅格化成 100 m ×100 m 的 Grid 数据。

2 黄土高原土壤侵蚀现状

以根据 TM 影像解译的 2000 年土壤侵蚀情况做为现状。黄土高原土地总面积为 62.40 万 km²,2000 年土壤侵蚀面积达 41.90 万 km²,占总面积的 67.14%,以水力侵蚀、风力侵蚀和冻融侵蚀为主(图 1)。其中水力侵蚀 32.94 万 km²,占总面积的 52.78%,风力侵蚀 8.80 万 km²,占总面积的 14.11%,冻融侵蚀 0.16 万 km²,占总面积的 0.25%。

■轻度水蚀 ■中度水蚀 ■强度水蚀 ■极强水蚀
■剧烈水蚀 ■风蚀面积 ■冻融侵蚀 ■非侵蚀面积

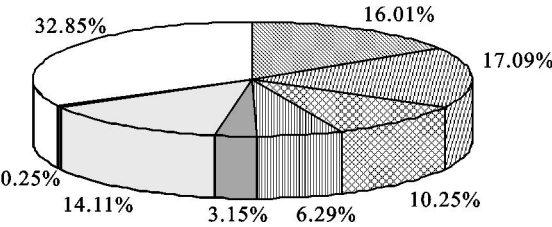


图 1 黄土高原 2000 年土壤侵蚀情况

遥感分析表明,流水为动力而产生的侵蚀过程是黄土高原最主要的土壤侵蚀,分布非常广泛,总体反映了黄土高原土壤侵蚀特点。在水力侵蚀中,轻度水力侵蚀占 30.32%,中度水力侵蚀占 32.37%,强度以上水力侵蚀占 37.31%,多年平均输入黄河的沙量达 16 亿 t。水土流失面积之广、强度之大、流失量之多堪称世界之最。该区水土流失最为严重的是多沙区,面积 21.2 万 km²,多年平均输入黄河的泥沙量为 14 亿 t,占黄河总输沙量的 87.5%。其中,多沙粗沙区面积 7.86 万 km²,多年平均输沙量 11.82 亿 t,占黄河同期总输沙量的 62.8%,粗泥沙输沙量为 3.19 亿 t,占黄河粗泥沙总量的 72.5%;粗泥沙集中来源区面积约 1.88 万 km²,年均输

入黄河的粗泥沙达 1.52 亿 t,对黄河下游的危害最大。风力为动力的侵蚀主要发生在黄河流域东北部地区,分布于内蒙、陕北和宁夏境内,侵蚀强度等级以中度和极强度风力侵蚀为主,分别占黄土高原总面积的 4.21%和 4.23%,同时也要看到,强度以上的风力侵蚀占总风力侵蚀面积的 48.97%,表明该区风力侵蚀非常严重。冻融侵蚀主要分布于黄土高原的西部,由于该区地势较高、气温较低,冻融侵蚀分布于各山体的上部^[2-4]。

3 黄土高原土壤侵蚀动态与趋势

3.1 黄土高原土壤侵蚀动态

通过 1986 年、2000 年和 2002 年土壤侵蚀情况的对比(表 1),可以看出,1986 - 2000 年,黄土高原土壤侵蚀面积增加了 0.63 万 km²,面积比例由 66.13%上升到 67.14%,上升了 1.01%,主要是水力侵蚀大量增加所致。虽然风力侵蚀面积减少了 3.57 万 km²,冻融侵蚀面积减少了 0.17 万 km²,但是水力侵蚀面积增加了 4.37 万 km²,面积比例增加了 7.00%。2000 - 2002 年,黄土高原土壤侵蚀面积减少了 1.42 万 km²,面积比例由 67.14%下降到 64.88%,下降了 2.26%,主要是风力侵蚀大量减少所致。其中,水力侵蚀面积比例增加了 0.77%,风力侵蚀面积比例减少了 5.10%,冻融侵蚀增加了 2.07%。从总体上看,20 世纪 80 年代中期以来到 90 年代中后期,土壤侵蚀面积略有增加,主要是人类不合理的开发利用造成人为侵蚀的加剧。进入 21 世纪,区域水土流失状况有所改善,土壤侵蚀面积有所减少,随着国家对生态环境和水土保持工作的重视和投入,土壤侵蚀情况将会有进一步改善。

但是,我们并不能盲目乐观。首先,10 多年来,土壤侵蚀面积比例都在 60%~70%,土壤侵蚀总体严重状况并没有大的改变;其次,土壤侵蚀面积减小主要是风力侵蚀面积减少所致,而水力侵蚀面积有略微扩大趋势,且水力侵蚀是黄土高原土壤侵蚀的主要方式,因此,应该加强水土保持工作,在全面治理的同时,加大水力侵蚀的防治力度。

表 1 黄土高原土壤侵蚀面积动态变化 万 km²

年份	总面积	总侵蚀面积	比例/ %	水蚀面积	比例/ %	风蚀面积	比例/ %	冻融侵蚀面积	比例/ %
1986	62.40	41.27	66.13	28.57	45.78	12.37	19.83	0.33	0.52
2000	62.40	41.90	67.14	32.94	52.78	8.80	14.11	0.16	0.25
2002	62.40	40.48	64.88	33.41	53.55	5.62	9.01	1.45	2.32

具体的水力侵蚀、风力侵蚀和冻融侵蚀内部等级变化见表 2。1986 - 2000 年,黄土高原水力侵蚀面积扩大(图 2)。主要是微度、强度、极强和剧烈侵蚀减少,而轻度、中度侵蚀面积增加。2000 - 2002 年,水力侵蚀情况主要是微度侵蚀面积减少 0.42 万 km²,轻度侵蚀增加了 0.62 万 km²,剧烈侵蚀增加了 0.13 万 km²,而中度、强度和极强度侵蚀略有减少。1986 年强度以上水蚀主要发生在甘肃、陕西和山西省,剧烈水蚀主要发生在山西、陕西交界的黄河流域中下游,强度以上风蚀主要发生在内蒙、陕西北部,此处也是水蚀风蚀交错带。到 2000 年,强度以上水蚀散布于青海、甘肃、陕西和山西境内,剧烈水蚀主要在陕北,青海省也有零星分布。

对于黄土高原风力侵蚀(图 3),1986 - 2000 年,虽然总体上土壤风蚀仅减少 3.57 万 km²,但是风蚀强度变化很大,主要是微度、轻度和中度风蚀面积增加,而强度以上面积减少。2000 - 2002 年,总体上,风力侵蚀面积减少,各等级风蚀面积都呈现减少趋势,尤其是强度风蚀面积减少明显。冻融侵蚀有扩大的趋势。

3.2 黄土高原土壤侵蚀发展趋势

从 1986 - 2000 年土壤侵蚀图可以看出,黄土高原 20 世纪后 15 a 水土流失加剧,这是人为不合理利用资源,开发建设活动造成水土流失加剧(点多面广、水土流失强度大、防治

措施不到位)。但是,近年来,西北地区环境建设引起国家的高度重视,取得了一些成效。主要是植被覆盖有所增加,水土流失情况有所改善,局部治理成效明显,这可以从 2000 -

2002 年土壤侵蚀面积变化上得到体现。但是,长期以来土壤侵蚀面积占区域总面积比例都在 60 % ~ 70 %,总体上水土流失仍然严重,水土保持任务依然很重。

表 2 黄土高原土壤侵蚀等级变化 万 km²

年份	水 蚀						风 蚀					冻融侵蚀
	微度	轻度	中度	强度	极强	剧烈	微度	轻度	中度	强度	极强度	
1986	21.12	4.69	6.05	10.81	4.46	2.57	0.01	0.55	1.44	6.90	3.48	0.33
2000	18.55	9.99	10.66	6.39	3.93	1.97	1.95	1.87	2.63	1.67	2.64	0.16
2002	18.13	10.61	10.64	6.17	3.89	2.10	1.26	1.32	1.73	0.00	2.57	1.45

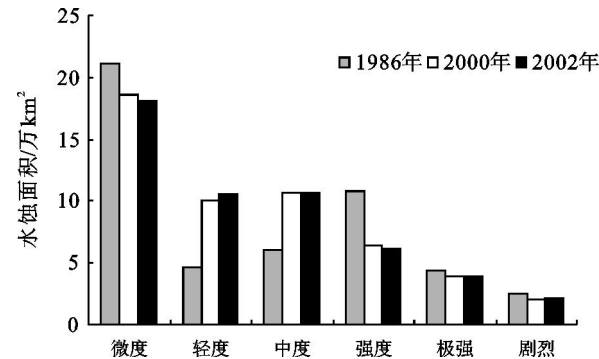


图 2 黄土高原水力侵蚀动态变化

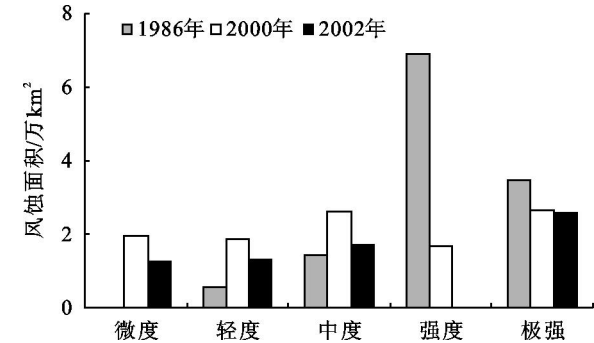


图 3 黄土高原风力侵蚀动态变化

4 黄土高原土壤侵蚀分布与特点

从土壤侵蚀类型上看,黄土高原土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀、风力侵蚀和冻融侵蚀,尤其以水力侵蚀为主,水蚀面积占总侵蚀面积的比例达到 70 % 以上,风蚀面积占总侵蚀面积的 15 % ~ 30 %,因此,对于黄土高原土壤侵蚀治理,应该以治理水力侵蚀为主,风力侵蚀为辅。

从 1986 - 2000 年黄土高原土壤侵蚀图可以看出,黄土高原 20 世纪后 15 a 水土流失面积虽然略有增加,但是土壤侵蚀强度明显下降,水土流失状况得以改善,土壤侵蚀有减轻的趋势。国家实行退耕还林还草,再造秀美山川的成绩是显而易见的。但是,我们还应该看到,长期以来,土壤侵蚀面积占区域总面积比例都在 60 % ~ 70 %,总体上水土流失仍

然严重,水土保持和生态环境建设任务任重道远。但是随着国家重视,资金与技术投入的增加,黄土高原水土流失状况将会得到更大改善。

从整个黄土高原看,内蒙古自治区、陕西北部、甘肃和宁夏土壤侵蚀面积较大,青海、陕西关中地区、河套平原和宁夏平原以及山西部分地区土壤侵蚀面积略小。从 1986 年与 2000 年黄土高原土壤侵蚀图可以看出,黄土高原土壤侵蚀强度空间分异特征明显,基本上反映了南北纬度分异和以六盘山为界的東西分异^[5]。六盘山以东的绝大部分地区,侵蚀强度高于以西地区,年侵蚀模数多在 5 000 t / km² 以上。按纬度自南而北,随生物气候的变化,可区分为森林和森林草原型的水蚀地区;草原型的水蚀风蚀地区和荒漠草原型的风蚀地区,降水量 400 mm 左右的水蚀风蚀地区,土壤侵蚀最为严重,年侵蚀模数多在 10 000 t / km² 以上,其中的皇甫川、窟野河、孤山川、秃尾河等流域,年侵蚀模数可达 20 000 t / km²,为强烈侵蚀的中心。水蚀风蚀地区的产沙地层包括沙黄土、风成沙和砂岩等,故又为黄河下游河床粗泥沙的主要来源区;而该地区的晋陕蒙接壤区又为煤田开发区。因此,无论从保持水土和治理黄河,还是从振兴地区经济的迫切需要,都应着重治理这些地区。

参考文献:

[1] 水利部水土保持监测中心. 中国水土流失与生态安全综合科学考察信息资料数据库[EB/OL]. <http://221.122.48.65:6600/swfile/>,2005-05-10.

[2] 李锐,杨勤科,赵永安. 水土流失动态监测与评价研究现状与问题[J]. 中国水土保持,1999(11):31-33.

[3] 王万忠,焦菊英. 黄土高原水土保持减沙效益预测[M]. 郑州:黄河水利出版社,2002.

[4] 山西大学黄土高原地理研究所. 黄土高原整治研究:黄土高原环境问题与定位试验研究[M]. 北京:科学出版社,1992.

[5] 孟庆香. 基于遥感、GIS 和模型的黄土高原生态环境质量综合评价[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2006.