

我国不同空间尺度土壤侵蚀的动态变化

史德明, 史学正, 梁音, 于东升

(中国科学院 南京土壤研究所 土壤与农业可持续发展国家重点实验室, 江苏 南京 210008)

摘要: 近 50 a 来, 我国水土流失(含水蚀、风蚀)总面积呈抛物线形发展态势, 水蚀趋势亦然, 但风蚀面积则呈连续增长趋势, 发展形势较为严峻。强调指出领导重视、科学政策的制定和落实、依靠科技、小流域综合治理、农村经济改善、农村能源得到缓解等, 是我国治理水土流失由破坏大于治理到治理大于破坏, 走向健康发展的新阶段的重要因素。

关键词: 土壤侵蚀; 水土保持; 空间尺度; 动态变化; 抛物线形

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)05-0085-05

中图分类号: S157

Dynamic Change of Soil Erosion in Different Spatial Scale of China

SHI De-ming, SHI Xue-zheng, LIANG Yin, YU Dong-sheng

(State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu Province, China)

Abstract: In recent 50 years, China total area of soil and water loss(water erosion and wind erosion) develops as a parabola type trend, and water erosion is the same as former. Area of wind erosion in China increases continuously and their situation is serious. It is emphasized that official recognition, establishment and fulfillment of scientific policies, relying on science and technology, comprehensive control in small watershed, development of rural economy and replacement of rural energy source supply are important factors that the speed of comprehensive control of soil and water loss is faster than the destruction and to reach a new stage of healthy development of environment.

Keywords: soil erosion; soil and water conservation; dynamic change; parabola type

长期以来, 水土流失(土壤侵蚀)一直是我国严重的环境问题。我国水土流失历史久、面积广、程度烈、危害深, 为举世所罕见。究其原因, 与我国特定的自然地理环境和社会历史条件密切相关。

1 土壤侵蚀的自然因素和历史背景分析

我国的山地丘陵占国土总面积的 2/3, 地形起伏大, 由西向东横跨 3 大地貌阶梯, 为水土流失提供了巨大的侵蚀势能; 东部和东南部深受太平洋暖湿季风影响, 降水集中, 且多暴雨; 北部和西北地区受干旱、半干旱气候控制, 荒漠风沙面积大; 西南部新构造运动强烈, 断裂褶皱形成的破碎岩层多; 黄河中游黄土覆盖面积广, 土层深厚疏松; 南部地区气候暖热, 雨量丰沛, 风化作用强烈, 多种基岩形成结持松软深厚的风化物。上述自然条件为水蚀、风蚀和重力侵蚀创造了必要的外营力和物质基础。

我国农耕历史久, 人口众多, 坡耕地面积大, 加之, 历代战争的摧残, 使自然植被遭到严重破坏; 几千

年来的封建剥削制度和掠夺式的生产方式, 都加剧了我国水土流失的发展。我国历史上有过黄河水清的记载, 黄河水由清变浊的过程, 正说明了随着黄土高原水土流失的不断加剧, 黄河泥沙才由少变多^[4]。因此, 有了黄土高原严重的水土流失, 才染黄了一条河——黄河, 并染黄了一个海——黄海, 使黄河成为世界上输沙量最多, 单位面积产沙量最大和含沙量最高的河流。在我国热带、亚热带地区, 也因水土流失出现寸草不生的“红色沙漠”、“白色沙漠”(白沙岗)等侵蚀环境^[8-9]。民国时期, 一些地学工作者曾用“光山秃岭”、“千沟万壑”和“童山濯濯”来描述水土流失造成的劣地景观。因此, 我国严重的水土流失现象, 在很大程度上是旧社会千百年来留下的历史产物和沉重包袱。

2 全国水土流失动态变化

中国每年流失的土壤量达 5.00×10^9 t, 长江流域年土壤流失总量 2.40×10^9 t, 其中长江上游地区

收稿日期: 2005-04-20

资助项目: 中国科学院知识创工程重要方向项目(KZCX3-SW-422); 国家重点基础研究规划项目(G1999011810); 中国科学院知识创工程领域前沿项目(ISSASIP0201)

作者简介: 史德明(1931—), 男(汉族), 江苏句容人, 研究员, 主要研究方向为土壤侵蚀与水土保持。通讯作者: E-mail: xzshi@issas.ac.cn.

达 1.56×10^9 t, 黄土高原区每年进入黄河的泥沙多达 1.60×10^9 t。新中国成立后, 国家十分重视水土保持工作, 50 a 多来取得了显著的成绩, 至 2002 年全国累计治理水土流失面积约 8.60×10^5 km², 水土保持措施累计保土 4.26×10^{10} t, 每年减少入黄泥沙 3×10^8 t^[1-3]。实施“长治”工程治理以来, 治理区水土流失面积占总土地面积的比重, 由治理前的 63.5% 降至 33.6%, 年土壤侵蚀量减少 68.6%^[5]。

据水利部遥感中心 20 世纪 80 年代末第一次水土流失调查统计, 全国水土流失面积共 3.67×10^6 km², 其中水蚀 1.79×10^6 km², 风蚀 1.88×10^6 km²; 又据全国第 2 次水土流失遥感调查资料, 90 年代末, 全国水土流失面积为 3.56×10^6 km², 其中水蚀面积 1.65×10^6 km², 风蚀面积 1.91×10^6 km² (表 1)^[10-11]。

表 1 50 a 多来全国水土流失面积变化 10⁴ km²

年代	50 年代	80 年代末	90 年代末	
总面积	299	367	356	
		+ 22.7	+ 19.1	- 3.0
增减/ %	—	(与 50 年代比)	(与 50 年代比)	(与 80 年代末比)

表 1 资料表明, 自 20 世纪 50—80 年代末, 全国水土流失面积呈增长趋势, 增幅为 22.7%, 80 年代末至 90 年代末呈下降趋势, 降幅为 3.0%, 前后 50 a 间呈抛物线形发展趋势。

就水蚀面积而言, 80 年代末较 50 年代增长 19%, 90 年代末虽比 50 年代增加 10%, 但与 80 年代末相比, 则减少 7.8%, 前后仍呈抛物线形发展趋势。值得注意的是, 90 年代末全国中度以上和强度以上流失面积比 80 年代末分别减少 6.8% 和 28.9%, 流失强度在不断降低 (表 2), 治理取得了明显的效益。

表 2 50 a 多来全国水蚀面积变化情况 10⁴ km²

年代	50 年代	80 年代末	90 年代末	
总面积	150	179	165	
		+ 19.0	+ 10.0	- 7.8
增减/ %	—	(与 50 年代比)	(与 50 年代比)	(与 80 年代末比)
中度以上流失面积	—	88	82	
增减/ %	—	—	- 6.8	
强度以上流失面积	—	38	27	
增减/ %	—	—	- 28.9	

就全国风蚀面积而言, 50 a 多来增幅较大, 与 50 年代相比, 至 80 年代末增幅为 26.1%, 至 90 年代末增幅达 28.2%, 同时, 90 年代末又比 80 年代末增加

1.6%。因此, 50 a 多来, 风蚀面积呈连续增长态势, 其发展形势较为严峻。其中中度以上和强度以上流失面积, 在不同时期均有所增长, 至 90 年代末比 80 年代末分别增长 19.1% 和 31.8% (表 3)

表 3 50 a 多来全国风蚀面积变化情况 km²

年代	50 年代	80 年代末	90 年代末	
总面积	149	188	191	
		+ 26.1	+ 28.2	+ 1.6
增减/ %	—	(与 50 年代比)	(与 50 年代比)	(与 80 年代末比)
中度以上流失面积	—	94	112.0	
增减/ %	—	—	+ 19.1	
强度以上流失面积	—	66	87.0	
增减/ %	—	—	+ 31.8	

3 主要地区水土流失动态变化

3.1 黄河流域各省(区)

黄河流域特别是黄土高原是我国水土流失最严重的地区, 从 1990 年至 2000 年间, 山西、陕西、宁夏、内蒙古、河南、山东等省, 水蚀面积均有所减少, 其中尤以河南、山东和山西省减幅最大, 分别达 53.6%, 35.6% 和 13.8%, 而甘肃和青海省, 则有所增加, 分别增加 11.6%, 32.6%^[3, 10], 在同期内, 上述诸省除甘肃省外, 风蚀面积均有所减少, 而以山西省的减幅最大, 甘肃省的风蚀面积则增加 9.80% (表 4)^[11]。

表 4 1990—2000 年间黄河流域各

省(区)土壤侵蚀面积变化情况 km²

省(区)	水蚀		增减/ %	风蚀		增减/ %
	1990 年	2000 年		1990 年	2000 年	
青海	40 060	53 173	+ 32.6	142 647	128 972	- 9.6
甘肃	106 937	119 370	+ 11.6	129 252	141 969	+ 9.8
宁夏	22 897	20 907	- 8.7	15 976	15 943	- 0.21
陕西	120 405	118 096	- 1.9	11 573	10 708	- 7.5
山西	107 730	92 863	- 13.8	166	0	- 100
内蒙古	158 101	150 219	- 5.0	640 531	594 607	- 7.2
河南	64 755	30 073	- 53.6	0	0	—
山东	50 373	32 432	- 35.6	10 295	3 555	- 65.5

3.2 南方各省(区)

包括浙江、安徽、福建、江西、湖南、湖北、广东、广西、海南、四川、贵州、云南、台湾、重庆等 14 个省(区)市。该区水蚀面积 1990 年统计为 6.70×10^5 km², 2000 年统计为 5.84×10^5 km², 10 a 间水土流失面积普遍下降, 下降速度依次为海南 54.95%, 安徽

34.90%, 福建 29.80%, 浙江 28.73%, 江西 23.10%, 四川 18.33%, 湖南 14.34%, 台湾 11.75%, 湖北 11.20%, 广西 6.90%, 贵州 4.57%, 广东 3.30%, 云南 1.32%。全地区水土流失面积平均减幅为 12.9%^[10-11]。值得注意的是第 2 次水土流失遥感调查时, 重庆市流失面积为 52 040 km², 如归入四川省流失面积内, 则四川省水土流失面积反而增加 9.9% (表 5)。

表 5 南方各省(区)土壤侵蚀面积变化情况 km²

省(区)	水 蚀			风 蚀		
	1990 年	2000 年	增减/%	1990 年	2000 年	增减/%
浙江	25 708	18 323	- 28.73	0	0	—
安徽	28 853	18 775	- 34.90	0	0	—
福建	21 130	14 832	- 29.80	250	87	- 65.2
江西	45 653	35 106	- 23.10	152	0	- 100
湖北	68 484	60 843	- 11.20	0	0	—
湖南	47 157	40 393	- 14.34	0	0	—
广东	11 381	11 010	- 3.30	0	0	—
广西	11 143	10 369	- 6.90	0	4	新增
海南	455	205	- 54.95	0	342	新增
四川	184 154	150 400	- 18.33	0	6121	新增
重庆市	—	52 040	—	0	0	—
贵州	76 682	73 179	- 4.57	0	0	—
云南	144 470	142 562	- 1.32	0	0	—
台湾	8 888	7 844	- 11.75	0	0	—
合计	670 000	583 800	- 12.9	—	—	—

注: 50 年代南方各省(区)土壤侵蚀面积为 6.00 × 10⁵ km²。

50 a 多来, 纵观南方地区水土流失面积先升后降, 20 世纪 50 年代为 6.00 × 10⁵ km², 1990 年为 6.70 × 10⁵ km², 到 2000 年则降至 5.84 × 10⁵ km², 仍然呈抛物线形发展态势, 与全国水土流失面积变化基本一致。

3.3 东北地区^[10-11]

50 a 多来, 东北 3 省水蚀面积有所减少, 降幅分别为: 辽宁 30%, 吉林 19.9%, 黑龙江 23.1%, 而 3 省风蚀面积, 在同期内, 仅吉林省下降 9.6%, 而吉林、黑龙江则分别增加 20.7% 和 16.2% (表 6)^[10-11]。

表 6 东北 3 省土壤侵蚀面积变化情况 km²

省 名	水 蚀			风 蚀		
	1990 年	2000 年	增减/%	1990 年	2000 年	增减/%
辽 宁	63 715	48 221	- 30.6	1 933	2 333	+ 20.7
吉 林	24 097	19 296	- 19.9	15 787	14 278	- 9.6
黑 龙 江	112 560	86 539	- 23.1	7 666	8 907	+ 16.2

特别指出, 新疆水蚀、风蚀面积均有所增加, 增幅分别达 1.4% 和 10.1%, 水蚀面积于 1990 年和 2000 年分别为 113 843 km² 和 115 425 km², 风蚀面积在同期内分别为 836 430 km² 和 920 726 km²。

4 江西省兴国县水土流失动态变化

兴国县是我国南方水流失最严重的地区之一。该县于 1964 年和 1980 年曾两次进行过水土流失实地调查, 此后, 并应用遥感技术对 1958 年、1975 年、1997 年和 2000 年的水土流失进行了动态监测研究, 编制了不同时期水土流失动态监测系列图件, 取得了 50 年以来该县水土流失面积、流失强度变化等数据 (表 7, 8)。

研究结果表明, 20 世纪 50 年代末至 1980 年前, 兴国县水土流失面积呈上升趋势, 边治理、边破坏, 破坏大于治理的现象, 依然存在。1982 年兴国县被列为国家 8 大片水土流失重点治理区, 1983 年开始开展水土流失综合治理。从 80 年代初至 2000 年间, 水土流失面积逐年下降, 20 a 间, 流失面积减少了 1 172.8 km², 流失面积占土地总面积的比例由 1980 年的 59.1% 降至 2000 年的 22.6%, 平均每年减少 58.64 km², 下降 1.8 个百分点, 取得了明显的治理效果 (表 7)。

表 7 50 a 来兴国县水土流失面积动态变化 km²

年 份	1958	1975	1980	1992	1997	2000
面积/km ²	2 006	2 112	1 899	1 143	807	726
增减/%	—	+ 5.3	- 10.0	- 39.8	- 29.3	- 10.1

注: 除 1980 年外, 其余 5 个时段均用航片或卫片遥感调查方法完成。

同期内, 强度以上流失面积, 除逐年有不同幅度降低外, 同时可以看出, 以 1958 年为最高, 但至 2000 年, 强度以上流失面积, 分别比 1958 年和 1980 年减少 70% 和 63.36% (表 8)。

兴国县自开展综合治理后, 由于流失面积减少和流失强度降低, 流失量也逐年下降。至 2000 年全县流失总量为 3.02 × 10⁶ t, 比 1958 年减少了 7.80 × 10⁶ t, 仅占 1980 年的 36.54%, 20 a 中平均每年减少流失量 2.62 × 10⁵ t, 下降 3.17 个百分点。

表 8 50 a 来兴国县强度以上流失面积动态变化 km²

年 份	1958	1975	1980
面积	817.39	802.19	669.27
增减/%	—	- 1.86	- 16.57
年 份	1992	1997	2000
面积	474.59	277.73	245.20
增减/%	- 29.10	- 41.48	- 11.71

为了说明 50 a 来和开展综合治理后的水土保持效益,将兴国县不同时期的不同侵蚀程度(强度、中度和无明显侵蚀)面积之间的消长关系,特制成图表示之。由图中可明显看出,在综合治理开展以前,中度侵蚀和强度以上侵蚀逐年增加。而无明显侵蚀面积则逐年减少,但随着 1983 年开展综合治理后,中度侵蚀特别是强度以上侵蚀面积明显减少,而无明显侵蚀面积则迅速增长。由此说明,综合治理措施取得了显著的效益,生态环境得到了明显改善(如图 1)。

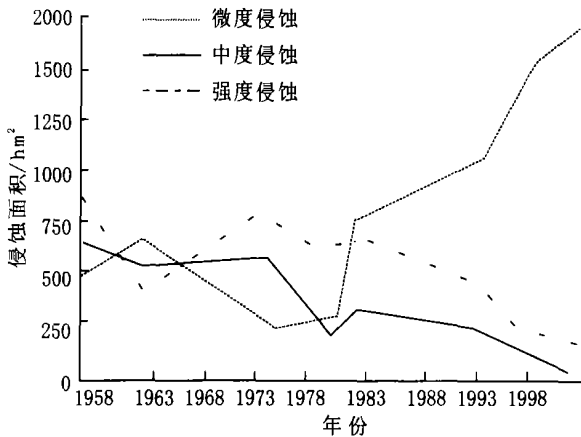


图 1 建国来兴国县不同水土流失程度的变化

5 我国土壤侵蚀动态变化原因分析

纵观 50 a 多来,我国水土流失面积的发展态势,由 80 年代前的逐年增长,到 80 年代后期以来的日渐下降;从以往边治理边破坏,破坏大于治理的局面,过渡到治理大于破坏的历史性变化,我国水土保持工作由此迈入了新的历史时期。

5.1 不断增长的人口压力

我国在仅占世界 7% 的土地上,养活了占世界 22% 人口。我国人口从 1949 年的 5.40×10^8 , 增加至 1987 年 1.08×10^9 , 1989 年则超过 1.10×10^9 ^[7]。在人口不断增长和土地逐年减少的逆向消长形势下,给土地带来的压力与日俱增。据 20 世纪 80 年代中期统计,全国人均耕地 0.091 hm^2 , 不到世界平均水平的 1/3, 其中 1/3 的省人均不足 0.067 hm^2 。在全国 $1.07 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 多耕地中有近 $3.30 \times 10^{10} \text{ hm}^2$ 坡耕地, 占总耕地面积 1/3 的坡耕地成为水土流失的主要策源地。在长江上游地区每增加 1 口人, 须新垦土地 $0.133 \sim 0.200 \text{ hm}^2$, 在黄土高原每增加 1 口人则须开垦陡坡地 $0.200 \sim 0.267 \text{ hm}^2$, 才能满足粮食的需要。建国初期, 黄土高原总人口为 3.50×10^7 , 农耕地 $9.33 \times 10^6 \text{ hm}^2$, 至 1985 年人口增至 7.20×10^7 , 农耕地增至 $1.87 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 新增耕地大部为陡坡地, 使

坡耕地面积愈来愈大。目前黄土高原地区坡耕地已占耕地面积的 90% 以上^[8]。在南方山地丘陵区, 也常有“一年耕, 二年瘦, 三年见石头”的陡坡开垦现象, 造成了严重的水土流失^[9]。

5.2 特定时期的政策失误

1958 年“大跃进”期间, 全国掀起“大炼钢铁”等热潮, 乱砍乱伐之风盛行, 森林遭到严重破坏, 全国森林覆盖率一度降至 12.7% 以下; 在“以粮为纲”的号召下, 有的地方提出“开垦开到山尖尖, 种地种到水边边”, 导致陡坡开垦和围垦造田现象屡见不鲜。“文革”期间, 在无政府主义影响下, 再次掀起“滥砍滥伐”歪风。以四川省为例, 以解放初期森林覆盖率与 70 年代相比, 嘉陵江流域由 19.3% 降至 13.2%, 涪江由 16.1% 下降到 9.9%, 渠江由 23% 下降至 16.2%, 岷江则由 21% 下降至 17.2%, 沱江由 7% 下降至 5%。此外, 1978 年国家实行山林权下放政策, 但由于管理体制未跟上, 部分群众心存疑虑, 导致先砍伐再栽种的现象, 使森林再次遭到较大的破坏。

5.3 农村能源短缺

“柴、米、油、盐、酱、醋、茶”, 柴为“生活七件”之首, 特别在南方山地丘陵区, 木柴是农村主要能源之一。据 1980 年调查, 江西省兴国县柴薪砍伐量占全县总木材砍伐量的 80%。这一现象在我国南部诸省均相当普遍, 从而加剧了水土流失的发展, 故群众形象地说“水土流失是烧出来的”, 这是对农村能源短缺最好的描述。不仅农民烧柴, 城镇居民, 机关、学校也大部是烧柴。因此, 许多农民也以砍柴卖柴作为经济来源的一部分。自 20 世纪 80 年代以后, 我国水土保持形势有了逐步好转, 水土流失面积基本上得到控制, 其原因如下。

(1) 水土保持得到国家更多的重视。由于水土保持工作得到了国家进一步重视, 自 20 世纪 80 年代以后, 全国水土保持进入了全面持续健康发展的新阶段。先后开展了全国八大片重点治理区, 取得了显著的成效。通过前 10 a 治理, 累计治理水土流失面积 $2.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ 余, 使治理程度达到 46.5%, 水土流失程度大为减轻, 侵蚀模数比治理前减少 50.4%。水土保持不仅控制了水土流失, 也改善了生态环境, 改变了山区面貌, 取得了生态、经济和社会三大效益。

(2) 正确政策的制定和执行。1991 年国家颁布了《水土保持法》, 使我国水土保持进入了依法防治的轨道。1998—2000 年国务院先后批准实施了《全国生态环境建设规划》和《全国生态环境保护纲要》, 将水土保持生态建设作为我国实施可持续发展战略和西部大开发战略的重要组成部分。在全国范围内建

立健全了水土保持配套法规体系和监督执法体系,加强执法监督,贯彻“预防为主”的方针,森止陡坡开荒,并对开发建设项目加强水土保持管理,防治工程建设带来水土流失。

(3) 以小流域为单元,科学规划,综合治理。在我国水土保持长期实践的基础上,总结出了以小流域为单元、全面规划、综合治理的经验。根据当地水土流失规律和自然经济条件,实行山、水、田、林、路综合治理,对工程措施、生物措施和农林技术措施进行科学优化配置,因害设防,形成水土流失综合防治体系。从20世纪80年代初推行小流域综合治理以来,开展的七大流域的小流域试点和全国八片水土流失重点治理以及长江中上游、黄河中上游的水土保持重点治理,总共开展治理的小流域约有 2.00×10^4 条,治理面积达数十万平方公里。小流域综合治理不仅取得了巨大的经济效益和生态效益,而且从理论上揭示了小流域综合治理的科学依据和独特内涵,明确了解决坡面径流的科学调配和土地合理利用问题,是小流域综合治理的核心。这一结论在我国水土保持的理论和实践方面有了新的突破^[6]。

(4) 全民水土保持意识提高:近20a余来,各级政府采用多种形式,广泛深入地开展《水土保持法》和有关法律法规以及水土流失危害性的宣传活动,提高了全民的水土保持意识,对“水土流失已成为我国的头号环境问题”,“水土保持是我国的一项基本国策”的认识,已经深入人心。广大干部和群众认识到只有搞好水土保持,才能再造秀美的山川。我国曾长期存在破坏大于治理的现象,主要原因是有些生产部门和单位为了取得暂时的经济利益,不惜牺牲生态环境为代价,导致经济发展与环境的矛盾日益突出,最终因环境问题阻碍经济的发展。因此,加强水土保持生态环境建设,是保障国家生态安全和经济持续发展的战略措施。历史经验证明,只有创造良好的生态环境,使生产与经济社会协调发展,才能促进生产力发展和人类文明不断进步。

(5) 依靠科技,提高治理水平。我国水土保持历史悠久,经验丰富,多样性、实用性和有效性的水土保持技术,在世界上占有重要地位。50a多来,随着科学技术的发展,新科学理论和新技术的应用,对土壤侵蚀机理、土壤侵蚀动态研究以及制定水土保持规划和水土保持新技术的发展,起到了巨大的促进作用。多年来,我国水土保持工作十分重视理论与实践、科技与生产相结合,在实践中充分发挥科学技术的先导作用。在积极引进国外先进技术、先进理念和先进管理模式的同时,大力推广各种实用技术,实现科技成果

的转化。近20a余来,在水土保持工作中注重治理与开发利用相结合,实现三大效益的统一,激发了群众治理水土流失的积极性,大大提高了治理的质量、速度和效益。

(6) 农村经济得到改善。由于水土流失治理取得了成效,植被情况有所改善,增加了农村燃料来源。同时,随着国家经济快速发展,也促进了农村经济的发展和农民生活水平的提高,使农村能源短缺现象有了很大改善。许多农村建起了沼气池、省柴灶、小水电站,还有的农户改用燃煤、液化气,用电等,缓解了农村烧柴问题。如江西省兴国县困扰了几十年的烧柴问题,已基本得到解决,过去那种“砍柴要出国,采薪要长征”的现象基本上不见了。在农村能源逐步得到缓解的情况下,为山林封禁治理提供了良好条件,可充分发挥自然的光热优势,加速自然植被的恢复,防治水土流失的发生。

致谢:参加兴国县水土流失动态监测研究的还有南京土壤研究所徐彬彬、李德成同志和兴国县水土保持监测站刘辉煌、周昌涵、陆忠义、雷怀清、王春雷等同志,在此表示感谢。

[参 考 文 献]

- [1] 汪恕诚.努力推进水资源可持续发展,为全面建设小康社会做出贡献[R].在全国水利厅局长会议上的讲话.2003.
- [2] 陈雷.中国的水土保持[J].中国水土保持,2002(7):4—6.
- [3] 焦居仁.中国水土流失遥感成果与水保生态建设发展战略[J].中国水土保持,2002(7):7—16.
- [4] 张宗祜.黄河治理方略[C].中国科学院地学部第二次学部委员大会文集.北京:科学出版社,1988.59—60.
- [5] 史立人.长江上游水土流失的综合治理[J].中国水土保持,2002(9):2—4.
- [6] 郭连辅,段巧甫.径流调控理论是水土保持的精髓[J].中国水土保持,2001(11):1—4.
- [7] 世界环境与发展委员会编著,国家环保局外事办公室译.我们共同的未来[M].世界知识出版社,1989.16—105.
- [8] 唐克丽.黄土高原的土壤侵蚀和土地退化防治对策,中国土地退化防治研究[M].中国科学技术出版社,1990.185—188.
- [9] 史德明.土壤侵蚀与人类生存环境恶化[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1995,1(1):26—33.
- [10] 中华人民共和国水利部.全国水土流失公告[Z].2002,1—15.
- [11] 水利部.全国水土保持规划纲要(1991—2000年)[Z],1992.附表1—3.