

西部地区土壤侵蚀特征及其危害分析

赵晓丽, 张增祥, 谭文彬, 刘斌

(中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要: 遥感调查表明, 西部 12 个省(市、自治区)土壤侵蚀面积高达 $4.19 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占全国土壤侵蚀总面积的 86.86%, 占西部总面积的 62.31%, 已严重制约当地国民经济的可持续发展。对西部地区土壤侵蚀区域特征及其危害进行了系统分析, 结果表明土壤侵蚀破坏土地资源、降低土壤肥力、制约粮食增长、影响水资源环境、导致灾害发生和生态环境失调等一系列危害。提出了相应的防治对策, 以便将土壤侵蚀的危害降低到最低程度。

关键词: 西部地区; 土壤侵蚀; 危害; 防治对策

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2002)03-0015-05

中图分类号: S157.1

Analysis on Soil Erosion Characteristics and Harms in the West Region of China

ZHAO Xiao-li, ZHANG Zeng-xiang, TAN Wen-bin, LIU Bin

(Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract Remote sensing investigation shows that soil erosion area is about 4.1911 million square kilometers for twelve provinces of the west region of China. It is 86.86% of the total soil erosion area of China and 62.31% of total area of west region. It has been the crucial factor to limit the sustainable development of society and economy in the west region. Soil erosion destroys land resource, reduces soil fertility, limits grain increase production, affects water resource environment, and causes disaster and ecology environment imbalance, etc.. It is suggested that some prevention countermeasures for treating soil erosion, should be taken in order to reduce harms of soil erosion to the lowest level.

Keywords west region of China; soil erosion; harm; prevention countermeasures

实施西部大开发战略面临的巨大挑战是西部地区生态环境问题突出, 严重阻碍了该地区社会经济的健康、可持续发展, 而人为不合理经济活动是当地生态环境破坏的重要因素^[1]。西部地区生态环境脆弱, 土壤侵蚀严重, 水资源相对贫乏, 经济落后。该区不仅是少数民族聚居地和边陲地区, 也是我国最贫困的地区, 更是黄河、长江等主要江河的发源地。土壤侵蚀给江河下游的工农业生产构成了直接的威胁。本文对西部地区土壤侵蚀区域特征、空间分布规律、形成原因及其危害进行了全面系统分析, 从中可知土壤侵蚀是破坏当地生态环境最为关键的因素。土壤侵蚀已成为西部地区的头号环境问题

1 土壤侵蚀区域特征

西部地区特指国务院西部大开发办公室界定的西部 12 个省、市、自治区(包括广西、四川、重庆、贵

州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆和内蒙古), 土地总面积 $6.73 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占国土面积的 70.06%。西部地区地域辽阔, 地貌类型多样, 地质构造复杂, 山地丘陵多, 大部地区植被稀少, 土壤侵蚀严重且形式多样, 水蚀、风蚀、冻融侵蚀、滑坡、泥石流等重力侵蚀并存。

第 2 次全国土壤侵蚀遥感调查表明, 西部地区 12 个省(市、自治区)土壤侵蚀面积高达 $4.19 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占全国土壤侵蚀总面积的 86.86%, 占西部总面积的 62.31% (见表 1)。其中, 水蚀面积 $1.07 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占全国水蚀面积 64.80%, 占西部总面积的 15.89%; 风蚀面积 $1.87 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占全国风蚀面积 98.02%, 占西部总面积的 27.79%; 冻融侵蚀面积 $1.25 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占全国冻融侵蚀面积 98.73%, 占西部总面积的 18.64%。西部土壤侵蚀特征是以风力侵蚀和冻融侵蚀为主, 水力侵蚀次之。

收稿日期: 2002-02-02

资助项目: 水利部合作项目“全国土壤侵蚀遥感调查”(HX990001); “全国土壤侵蚀的动态遥感监测与数据库更新”(HX010009)

作者简介: 赵晓丽(1963-), 女(汉族), 陕西乾县人, 副研究员, 长期从事资源环境遥感应用研究工作, 发表论文 20 余篇。电话(010) 64889202, E-mail zhaoxiaoli@zcn.com

表 1 西部各省(自治区、直辖市)轻度以上土壤侵蚀面积

省(市、区)	面积 /km ²	比例 %	省(市、区)	面积 /km ²	比例 %	省(市、区)	面积 /km ²	比例 %
西藏	1 025 225	85.31	甘肃省	274 551	67.85	青海省	314 612	43.89
宁夏	36 850	71.16	重庆市	52 040	63.17	贵州省	73 179	41.55
内蒙古	792 525	69.32	陕西省	128 804	62.60	云南省	142 562	37.21
新疆	1 119 161	68.24	四川省	221 214	45.73	广西	10 373	4.39
合计	4 191 096	62.31	全国	4 825 332	50.78			

从表 1 可以看出,西部地区土壤侵蚀面积大于 50% 的省(市、自治区)有 7 个,除广西外,其余各省侵蚀面积也在 40% 左右,由此可见,土壤侵蚀在西部地区分布的广泛性和严重性。土壤侵蚀的空间分布受侵蚀营力与环境系统的制约,各侵蚀类型表现出明显的地域分异规律。

1.1 水力侵蚀

西部轻度以上水蚀主要分布在我国地形的 2-3 级阶梯,以处于 2 级阶梯的各省最为集中,特别是大兴安岭—太行山—吕梁山—秦岭—四川盆地和云贵高原一线及其西部地区,水蚀强度较大。黄土高原地区是我国水蚀最严重的区域。

西部而言,水蚀类型区从无明显侵蚀到剧烈侵蚀的 6 个强度等级均有出现。轻度以上各强度等级中,轻度侵蚀面积为 $5.31 \times 10^5 \text{ km}^2$,中度侵蚀面积为 $3.54 \times 10^5 \text{ km}^2$,强度侵蚀面积为 $1.22 \times 10^5 \text{ km}^2$,极强度侵蚀面积为 $4.53 \times 10^4 \text{ km}^2$,剧烈侵蚀面积为 $1.56 \times 10^4 \text{ km}^2$,分别占西部总面积的 7.90%, 5.27%, 1.82%, 0.67%, 0.23% (见表 2)。

水蚀类型中,土壤侵蚀强度等级越高,占有的面

积越小,主要集中在轻度和中度 2 个等级,合计占西部总面积的 13.17%。从表 2 可以看出,西部地区水蚀严重的省(市、自治区)有 8 个,分布在长江上游的云、贵、川、渝和黄河中游地区的陕、甘、蒙、宁。

1.2 风力侵蚀

西部轻度以上风蚀主要分布在大兴安岭—鄂尔多斯高原—河西走廊—塔里木盆地及其以北地区,特别是内蒙古自治区西部的阿拉善高原、青海省西北部的柴达木盆地和新疆维吾尔自治区的塔里木盆地、准噶尔盆地和吐鲁番盆地等,是风蚀最集中和最严重的区域。四川省北部和青藏高原局部区域有少量分布。

西部而言,风蚀类型区从无明显侵蚀到剧烈侵蚀的 6 个强度等级均有出现。轻度以上各强度等级中,轻度侵蚀面积为 $7.68 \times 10^5 \text{ km}^2$,中度侵蚀面积为 $2.39 \times 10^5 \text{ km}^2$,强度侵蚀面积为 $2.43 \times 10^5 \text{ km}^2$,极强度侵蚀面积为 $2.70 \times 10^5 \text{ km}^2$,剧烈侵蚀面积为 $3.49 \times 10^5 \text{ km}^2$,分别占西部总面积的 11.42%, 3.55%, 3.62%, 4.02%, 5.19%。风蚀类型中,土壤侵蚀从中度开始,强度等级越高,占有的面积越大,特别是剧烈风蚀区的面积比例最大 (见表 3)。

表 2 西部各地区水蚀强度分级面积

地区	轻度		中度		强度		极强度		剧烈		水蚀轻度以上	
	面积 /km ²	比例 %	面积 /km ²	比例 %	面积 /km ²	比例 %	面积 /km ²	比例 %	面积 /km ²	比例 %	面积 /km ²	比例 %
重庆市	13 018	15.80	25 244	30.64	10 092	12.25	3 324	4.03	362	0.44	52 040	63.17
陕西省	43 726	21.25	30 072	14.62	15 830	7.69	15 859	7.71	12 609	6.13	118 096	57.40
贵州省	41 416	23.52	22 424	12.73	8 017	4.55	1 322	0.75	0	0.00	73 179	41.55
宁夏区	9 909	19.14	7 883	15.22	2 851	5.51	264	0.51	0	0.00	20 907	40.37
云南省	80 300	20.96	53 502	13.97	8 182	2.14	405	0.11	173	0.05	142 562	37.21
四川省	48 105	9.94	70 259	14.52	25 901	5.35	4 899	1.01	1 236	0.26	150 400	31.09
甘肃省	30 481	7.53	42 376	10.47	33 223	8.21	13 290	3.28	0	0.00	119 370	29.50
内蒙古	88 185	7.71	47 794	4.18	10 185	0.89	3 291	0.29	764	0.07	150 219	13.14
青海省	30 045	4.19	15 681	2.19	4 397	0.61	2 595	0.36	419	0.06	53 137	7.41
新疆区	81 340	4.96	33 870	2.07	215	0.01	0	0.00	0	0.00	115 425	7.04
西藏区	56 789	4.73	3 277	0.27	2 678	0.22	0	0.00	0	0.00	62 744	5.22
广西区	7 864	3.32	1 859	0.79	560	0.24	80	0.03	6	0.00	10 369	4.38
合计	531 178	7.90	354 241	5.27	122 131	1.82	45 329	0.67	15 569	0.23	1 068 448	15.89

注:表中面积单位为 km²,比例单位为%。

表 3 西部各地区风蚀强度分级面积

地 区	轻 度		中 度		强 度		极强度		剧 烈		风蚀轻度以上	
	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例
新疆区	517 067	31.53	54 052	3.30	61 591	3.76	94 309	5.75	193 707	11.81	920 726	56.14
内蒙古	184 536	16.14	112 013	9.80	92 707	8.11	99 235	8.68	106 116	9.28	594 607	52.01
甘肃省	5 416	1.34	29 940	7.40	31 380	7.76	29 741	7.35	45 492	11.24	141 969	35.09
宁夏区	6 250	12.07	4 257	8.22	2 941	5.68	1 957	3.78	538	1.04	15 943	30.79
青海省	37 254	5.20	26 414	3.69	20 915	2.92	44 330	6.19	59	0.01	128 972	18.00
陕西省	323	0.16	1 755	0.85	4 819	2.34	568	0.28	3 243	1.58	10 708	5.20
西藏区	14 356	1.19	6 490	0.54	29 047	2.42	0	0.00	0	0.00	49 893	4.15
四川省	2 556	0.53	3 565	0.74	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6 121	1.27
合 计	767 761	11.42	238 487	3.55	243 400	3.62	270 140	4.02	349 155	5.19	1 868 943	27.79

注:表中面积单位为 km^2 ,比例单位为%。

从表 3 可以看出,新疆、内蒙古、甘肃、青海、西藏 5 省(区)风蚀面积 $1.84 \times 10^6 \text{ km}^2$,占风蚀总面积的 95.30%。新疆、内蒙古风蚀面积 $1.52 \times 10^6 \text{ km}^2$,占风蚀总面积的 79.48%。总之,西北地区是我国风蚀最严重的地区。

1.3 冻融侵蚀

青藏高原及其附近高山区是冻融侵蚀最集中和最强烈的区域,强度冻融侵蚀几乎都出现在这一区域,特别是青藏高原中西部冻融侵蚀最严重。其它高山顶部也存在相对集中的冻融侵蚀,包括西北部的帕

米尔高原、天山、阿尔泰山、祁连山、大兴安岭北端、四川盆地西部等。

西部而言,冻融侵蚀类型区从无明显侵蚀到强度侵蚀的 4 个强度等级均有出现。轻度以上各强度等级中,轻度侵蚀面积为 $5.88 \times 10^5 \text{ km}^2$,中度侵蚀面积为 $3.1 \times 10^5 \text{ km}^2$,强度侵蚀面积为 $3.55 \times 10^5 \text{ km}^2$,分别占西部总面积的 8.75%、4.62%、5.28% (见表 4)。从表 4 可以看出,西藏冻融侵蚀面积最大,为 $9.13 \times 10^5 \text{ km}^2$,占冻融侵蚀总面积的 71.86%,占西藏土地面积的 75.94%。

表 4 西部各省(自治区、直辖市)冻融侵蚀强度分级面积表

省(区、市)	轻 度		中 度		强 度		冻融侵蚀轻度以上	
	面积 / km^2	比例 %	面积 / km^2	比例 %	面积 / km^2	比例 %	面积 / km^2	比例 %
西藏区	330 069	27.47	229 691	19.11	352 828	29.36	912 588	75.94
青海省	105 683	14.75	26 820	3.74	0	0.00	132 503	18.49
四川省	38 403	7.94	24 250	5.01	2 040	0.42	64 693	13.37
新疆区	54 575	3.33	28 435	1.73	0	0.00	83 010	5.06
内蒙古	47 699	4.17	0	0.00	0	0.00	47 699	4.17
甘肃省	11 944	2.95	1 268	0.31	0	0.00	13 212	3.27
合 计	588 373	8.75	310 464	4.62	354 868	5.28	1 253 705	18.64

2 土壤侵蚀原因分析

土壤侵蚀产生的原因既有自然因素的作用,也有人为因素的作用。在漫长的地质时期,由于气候、地壳运动的作用,土壤侵蚀不断产生和发展,为自然侵蚀。进入人类历史以来,随着人口的急剧增长,大量的土地开垦、森林过伐、草原过牧、矿床开采、开发建设、水资源的不合理利用等一系列掠夺式资源利用,加快了土壤侵蚀的过程。在当前,人类对资源的不合理开发利用已成为加剧土壤侵蚀的主要原因。

2.1 自然因素

2.1.1 气候 由于西部地区自然环境格局不同,降水的时空分布不均衡,从西南到西北体现的十分明显。西南的云南、贵州、四川、重庆、广西等省市受印度暖湿气流控制,雨量丰沛,降水量在 1 000 mm 以上,且水能蕴藏量丰富,径流主要由降雨形成,径流构成水土流失的主要外营力。因而,年降雨量分配基本上决定着水土流失的年动态,即流失量的多少决定于降雨量的多寡;青藏高原地区,地面高程多在 4 000 m 以上,降水较少,在 200~600 mm 之间,而且其冬季

为冷源,形成青藏冷高压,为反气旋环流,夏季为热源,产生强大的青藏热低压,为气旋性环流,这种环流系统的季节交换,强化了区域冻融侵蚀的发生和发展;在广大的西北地区,由于自大兴安岭经太行山至西南雪峰山一线的西南—东北走向山脉的阻挡,降水很少,陕西北部、甘肃东部、宁夏东南部等地多年平均降水在 400~800 mm,再向西到甘肃河西走廊及内蒙贺兰山以西地区、新疆全区平均降水在 160 mm 以下,基本不产生地表径流^[5]。

2.1.2 地形地貌 西部地区地势西高东低,以高原、山地和丘陵为主。黄河中游和长江上游地区地形陡,水流急,地表水动力侵蚀过程强烈;加之新构造运动强烈,外动力地质作用和现象十分活跃,除水力侵蚀外,滑坡、崩塌、泥石流等重力侵蚀极为发育。此外,在风积地貌和青藏高原地区,风力侵蚀和冻融侵蚀多有发生。

2.1.3 地面组成物质 地面组成物质是侵蚀的对象,它们的性状直接影响水土流失的强弱,组成物质的厚度则影响承受侵蚀时间的长短。西部地区土壤种类较多,主要分布黑土、黑钙土、棕钙土、灰漠土、灰棕荒漠土、黑垆土、灰钙土、灰褐土、潮土、沼泽土、红黏土、新积土、风沙土、黄绵土、棕漠土、水稻土、红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、黄褐土、紫色土、石灰岩土、冲积土、寒冻钙土、寒冻毡土等。土壤分析数据表明,土壤的抗蚀性随着剖面深度增加而递减;未耕种土壤的抗蚀性高于耕种土壤;有机质含量高的土壤高于有机质含量低的土壤。因此,当有机质层流失后,将降低土壤的抗蚀能力,导致更大的流失^[4]。

2.2 人为因素

人为活动是导致土壤侵蚀加剧的主导因素,主要表现在以下几个方面。

2.2.1 森林面积减少 根据遥感监测表明,近 5 a 左右时间内,西部地区林地、草地等以天然植被覆盖为主的类型面积有所减少。其中,有林地减少面积 4370 km²,减少了 0.80%;疏林地减少面积 1435 km²,减少了 0.73%;灌木林地减少面积 1137 km²,减少了 0.32%。

2.2.2 坡耕地面积增多 1949年以来,西部地区人口不断增加,每增加 1人,需相应增加 0.13~0.20 hm² 坡耕地,使坡耕地面积与人口数量同步增长。遥感监测表明,近 5 a 左右时间内,西部地区共增加耕地面积 1.02×10⁴ km²,增加了 1.90%。陡坡开垦在西部地区更为明显,大于 25°的耕地占该省耕地面积百分比在 6% 以上的有 7个省、市、自治区,其中重庆占 12.74%、西藏占 12.74%、云南占 10.12%、贵州

省占 6.26%、陕西占 6.06%、甘肃占 6.02%、四川占 6.00%。随着人口膨胀,坡耕地愈开愈多,越开越陡,土壤侵蚀愈来愈加剧。当坡耕地为 5°时,年侵蚀量为 714 t/(km²·a),25°的坡耕地侵蚀量则高达 21334 t/(km²·a),为前者的 30倍。有关资料表明,土壤侵蚀面积占山丘面积的比例,随着人均山丘面积的减少而增加^[4]。

2.2.3 工程活动增加产沙来源 随着经济的发展,开矿、修路、建厂、采石及其它工程建设迅猛发展,大量弃土、矿渣尾沙进入河道,增加了新的产沙来源。

3 土壤侵蚀危害分析

西部地区土壤侵蚀类型多样,侵蚀强度高面积大,且分布广泛。西部土地总面积占国土面积的 70.06%,而土壤侵蚀面积占全国侵蚀面积的 86.86%,已严重的影响和制约了当地国民经济的可持续发展和社会的安定团结。

3.1 加剧贫困程度,严重制约经济的可持续发展

土壤侵蚀一方面造成千丘万壑,支离破碎,吞噬农田。另一方面使耕地表层的肥沃土壤流失,大量的有机质和氮、磷、钾养分被流走,降低土壤肥力,耕层越来越薄,直接危害土地的利用。西部地区存在大量的坡耕地,而由于土壤侵蚀严重,导致土壤瘠薄,产量低而不稳。土壤侵蚀造成土地生产力退化,严重制约了农业和农村经济的可持续发展,加剧了当地群众的贫困程度。

3.2 加剧洪涝等自然灾害

西部地形破碎,沟壑纵横,土壤侵蚀极为严重,特别是每逢暴雨,洪水暴涨暴落,大量泥沙下泻,淤积江河、湖泊,降低水利设施调蓄功能和河道泻洪能力,加剧下游的洪涝灾害。西部地区 20世纪 90年代旱灾发生频率比 80年代增长了 7.5%,洪涝灾害发生频率增长了 49%,灾害损失巨大^[1]。1998年长江发生全流域性的特大洪水的重要原因之一就是中上游地区生态环境恶化和严重的土壤侵蚀,使大量泥沙下泄,淤积抬高河床,削弱防洪能力所致。

3.3 影响水资源的综合开发和有效利用

由于干旱少雨,西部地区水资源相对贫乏,而严重的土壤侵蚀造成河流的水资源环境恶化,许多河流成为多沙河流,水库淤积严重,直接影响水资源的综合开发和有效利用。

3.4 生态环境进一步恶化

西部地区具有特殊的自然条件和社会经济状况,西部地区的自然特点决定了生态环境恶化是以土壤侵蚀为主要特征的。主要表现在以下几个方面。

(1) 西部地区是我国的风沙源。近年来,我国西部地区沙化面积平均每年扩大 2460 km^2 多,相当于每年损失一个中等县的土地面积。

(2) 西部地区是我国黄河、长江等大江大河的主要泥沙来源地。黄土高原每年输入黄河的泥沙高达 $1.60 \times 10^9\text{ t}$,其中 $4.00 \times 10^9\text{ t}$ 淤积在河床内,平均每年升高 10 cm ,终年积累导致河床高出堤防外地面 $3 \sim 10\text{ m}$,黄河变为世界著名的“地上悬河”^[2]。长江上游土壤侵蚀量达 $1.56 \times 10^9\text{ t/a}$,由于长江上游流失的泥沙颗粒大,输移比为 $1:3$,只有 $1/3$ 的泥沙进入干流, $2/3$ 的粗沙、石砾淤积在水库、支流和中小河道。

(3) 水资源的短缺,构成了这一地区极为脆弱的生态环境的基础。特别是西北地区土地总面积占全国 $1/3$,水资源总量只占全国 $1/8$ 。由于水资源稀缺,西北地区的耕地面积、林地面积占土地总面积的比例远远低于全国平均水平,而全国难利用土地,包括沙漠、戈壁、盐碱地、裸岩等的面积有 52.75% 分布在西北。

(4) 土壤侵蚀使土地资源遭到严重破坏,全国因水土流失每年损失的耕地平均在 667 km^2 以上^[2],特别是西南的石灰岩地区,“石化”现状很严重,许多地区已经失去了生存条件,广西、贵州石灰岩地区许多地方已经无地可种。

4 防治对策

按照西部地区自然、社会经济条件及土壤侵蚀规律和区域特征,确定该区域土壤侵蚀防治对策。

(1) 在黄土高原的干、支、毛沟,建立以治沟骨干工程为核心,谷坊、淤地坝、小水库相配套的坝系,发展坝地农业;充分利用村庄、道路、坡面、沟道径流、洪水及地下水资源,兴修水窖、涝池等雨水集流工程、小水库和引水工程,大力推广节水灌溉技术,解决农村饮用水困难,保证农业持续增产。主要涉及陕西榆林、延安地区,内蒙古伊克昭盟、乌兰察布盟,甘肃庆阳、定西地区,青海、宁夏部分地区。该区为黄河流域多沙区、粗沙区,是黄河流域土壤侵蚀最严重地区。

(2) 因地制宜,发展沙棘防护林、放牧林、薪炭林和经济林等,以解决群众的燃料、饲料和肥料问题,促进晋陕蒙接壤地区的砒砂岩区恶劣生态环境的进一步改善^[3]。

(3) 在毛乌素沙漠的长城沿线的农牧交错区,采取植物固沙、沙障固沙、引水拉沙、建立农田防护林体系、改良风沙农田、改造沙漠滩地。

(4) 在建设基本农田的基础上,配套以蓄、引、排、灌为主的坡面水系工程,合理利用水资源。

该区涉及嘉陵江中下游的四川、重庆,以丘陵地貌为主,人口密度大,土地开发利用程度高,人均耕地少,降雨量大,时空分布不均,土层浅薄,易产生地表径流。

(5) 在石灰岩地区通过坡耕地改造提高土层厚度,来保护耕地资源,在实现粮食自给的前提下,加强退耕还林和植被恢复。

(6) 石灰岩主要分布在贵州、广西 2 省,该区岩溶地貌发育广泛,土层浅薄,土地石化现象严重,土壤侵蚀使土地资源丧失利用价值。

(7) 在内陆河流域的可治理区域兴修水利水保工程,进行引水拉沙、引洪淤地造田,营造农田防护林、飞播造林种草等。

主要分布在新疆、西藏、内蒙古等少数民族边远地区,河流大多属于闭流区,该区域流失面积很大,但多数目前还难以治理的沙漠、戈壁、冻融侵蚀等。

(8) 在草原区加大草场建设,恢复和改良草场,通过水利建设、围栏、封育和推行先进的放牧技术,恢复和改良草场。

主要分布在内蒙古、新疆、青海、四川和西藏等地,是我国主要的畜牧业生产基地,这里气候干旱,风蚀严重,加之过度放牧和开垦草地等,导致草地退化、沙化和盐碱化加剧。

[参 考 文 献]

- [1] 秦京午.莫让开发成破坏[N].人民日报,2002年1月15日,第6版.
- [2] 陈群香.中国水土保持生态环境建设现状与社会经济可持续发展对策[J].水土保持通报,2000,20(3):1-4.
- [3] 孟广涛,方向京,郎南军,等.云南省荒漠化土地现状及其防治对策[J].水土保持通报,2000,20(5):52-55.
- [4] 史德明.长江流域水土流失与洪涝灾害关系剖析[J].水土保持学报,1999,5(1):1-7.
- [5] 宋新山,邓伟,阎百兴.我国西部地区水资源环境问题及其可持续对策[J].水土保持通报,2000,20(4):1-5.