

藏东典型小流域水土流失治理模式研究

辜世贤

(湛江师范学院, 广东 湛江 524048)

摘要:水土流失是制约藏东山区农牧业发展的主要因素,高山高寒区的水土流失治理模式研究不仅能够解决生活的实际需求,也能够丰富水土流失科学研究。以野外调查藏东地区典型小流域的主要水土流失特征入手,结合遥感分析当地土地利用,土壤和植被特征,提出了适用于研究区的 5 种治理模式:草地冲沟侵蚀区治理模式,水蚀和冻融交错侵蚀区治理模式,坡耕地面状侵蚀区治理模式,沟道侵蚀区治理模式,林—灌—耕地交错区综合治理模式。

关键词:藏东;小流域;水土流失治理模式

中图分类号:S157.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)06-0086-04

Study on the Soil and Water Loss Control Model of the Typical Watershed in the Eastern Tibet

GU Shi-xian

(Department of Geography, Zhanjiang Normal University, Zhanjiang, Guangdong 524048, China)

Abstract: Soil and water loss was the restrictive factor of the farming and animal husbandry development in the Eastern Tibet. The study on the soil and water loss control model of the alpine and cold region was not only the requirement of local livelihood and production, but also the scientific demand of the soil and water loss research. According to the main soil and water loss characteristics of the typical watershed in the Eastern Tibet by the filed investigation, five kinds of soil and water control models were suggested under the investigation on the local land use, soil type and vegetation through the remote sensing analysis. These models were the control model of gully erosion on the grassland, the control model of erosion in the wind-water interaction zone, the control model of sheet erosion on the slope farmland, the control model of channel erosion and the integrative control model of the interaction zone between forest-shrub land and farmland.

Key words: Eastern Tibet; watershed; soil and water loss control model

藏东山区多为高山峡谷,地势高差大,河流切割深,水土流失极为严重。大量泥沙进入金沙江,破坏了其干支流梯级水电站建设,增加了三峡工程入库泥沙。水土流失还导致该区域土地生产力下降,粮食低产并且停滞不前,草场退化,载畜量下降,泥石流等自然灾害频发。研究区流域内的水土保持工作基础薄弱,水利灌溉设施落后,缺乏对水土流失特征的系统研究^[1]。在水土保持措施的选择、配置,以及水土保持效益的评价方面仍然以经验判断为主,缺乏系统性和科学性。本研究拟从典型流域的水土流失特征研究入手,通过调查、分析,系统而科学地对该区域水土流失类型、分布和强度特征进行研究,在此基础上提出系统的水土保持治理模式,以协调藏东横断山区水

土资源保护和利用的矛盾,实现社会经济的可持续发展。

1 研究区概况

矮西沟流域位于江达县岗托镇,地理位置东经 98°27′—98°36′,北纬 31°28′—31°39′。流域呈长条形,面积 164.23 km²。属典型的高山峡谷地貌,山体与峡谷并存,源面地势平缓,地形开阔,下游山高坡陡,河谷深。流域内降雨多集中在 5—10 月,这时段的降雨量占全年降雨量的 90% 以上。植被较好,其森林覆盖率为 40.92%,林草覆盖率为 69.38%。在流域上游及中游左岸的阳坡地带,基本上没有森林覆盖,只有稀疏的小灌木和天然草本植物分布。流域内

收稿日期:2012-03-29

修回日期:2012-06-25

资助项目:国家自然科学基金项目“基于土壤剖面特征的藏东横断山区土壤侵蚀预测模型研究”(41001167)

作者简介:辜世贤(1978—),男,四川成都人,博士,讲师,主要从事自然地理、土壤侵蚀、水土保持相关研究。E-mail:shixgu@gmail.com

生长的乔木有云杉、白桦、杨树等,灌木有高山柳、金露梅、小檗、白刺兰和各种锦鸡儿,主要草类植物有高山嵩草、披碱草、针茅、羊茅和早熟禾等。农作物有小麦、青稞等。流域内土壤垂直分布较为明显,依次为:高山草甸土、高山灌丛草甸土、棕壤、暗棕壤。

矮西沟流域土地总面积 164.23 km²,其中:旱地 1.75 km²,占 1.07%,大多为坡耕地;林地 67.20 km²,占 40.92%;草场 46.73 km²,占 28.46%,其中冬春放牧草场 11.75 km²,夏秋放牧草场 34.98 km²。流域内居民以农业和牧业为主,粮食作物以青稞、小麦和荞子为主,兼种油菜等经济作物,牧业以饲养牦牛和羊为主,也有少量马、驴和猪等。

2 水土流失及防治现状

流域内主要水土流失类型包括冻融侵蚀,水力侵蚀,风力侵蚀和重力侵蚀,其中以水力侵蚀和冻融侵蚀为主。冻融侵蚀主要发生于海拔 4 500 m 以上的高山草甸区域。水力侵蚀则主要发生在海拔 3 500~4 500 m 的草地和人为开垦的坡耕地。矮西沟流域水力侵蚀类型以面蚀为主,主要产生于坡耕地、退化草地、灌木林等区域。坡耕地是造成小流域内人为加速水土流失的主要因素,低覆盖度草地是小流域内强度水土流失发生的主要土地利用类型。矮西沟流域的水土流失成因主要有自然因素和人为活动的影响两方面。自然因素方面,降雨集中,岩性松散、易破碎等特点是水土流失的直接动因,此外,高寒山区的冻融作用和积雪融化等因素也加速了水土流失的发展。人为活动是加速水土流失的主要因素,包括:过度放牧,造成草场退化;开荒种地,陡坡耕作;过度砍伐,破坏森林覆盖。加速的水土流失对矮西沟流域的农业生产和生态环境都造成了严重的危害,使土地生产力低下,粮食产量一直停滞在较低的水平上,草场退化,载畜量下降,生态环境恶化,干旱、洪涝、泥石流等自然灾害频繁发生,给当地群众造成极大危害,已成为阻碍当地经济和社会发展的主要因素之一。

2.1 水土流失类型及强度

本研究采用 3 m 分辨率的遥感影像 ALOS 和地形图相结合的方法,综合野外调查,使用 ArcGIS 自动分类系统和人机交互相结合的方法对小流域内的土壤侵蚀强度进行遥感定量监测^[2]。小流域土壤侵蚀遥感监测分类分级系统采用水利部发布的《土壤侵蚀强度分级》(SL190—96)规定的 6 个强度等级标准。土壤侵蚀遥感定量模型为水利部行业标准中面蚀分级参考指标的因子匹配模型。为了体现出不同影响因子的空间效应,本研究采用因子层面叠加法判

别小流域的土壤侵蚀强度,获得藏东横断山区矮西沟小流域土壤侵蚀强度分级图,见附图 1。

通过对植被覆盖度、坡度和土地利用因子图的叠加计算,获得了整个小流域土壤侵蚀强度等级分布结果。从面积上看,强度侵蚀分布面积最大,达到 32.96%,其次是微度侵蚀 18.95%,往后依次是中度侵蚀 16.47%,极强度侵蚀 14.37%,轻度侵蚀 12.11%,而剧烈侵蚀区域则比较少仅有 5.24%(表 1)。即在研究流域内,侵蚀主要集中在强度、微度、中度和极强度侵蚀等级范围内。按照不同侵蚀强度等级的面积百分比,统计得出研究区小流域的平均侵蚀模数为 5 494.62 t/(km²·a),属于强度侵蚀区。对不同土地利用类型的侵蚀强度分析研究表明,属于强度侵蚀的土地利用类型为裸土,其次是耕地、低覆盖度草地。

表 1 典型小流域土壤侵蚀强度遥感监测结果

侵蚀强度	微度	轻度	中度	强度	极强度	剧烈
面积/km ²	31.12	19.89	27.04	53.97	23.60	8.61
面积百分比/%	18.95	12.11	16.47	32.86	14.37	5.24

2.2 水土保持措施现状

目前为止,矮西沟流域水土保持现状不容乐观。流域内的水土保持措施较少,仅有少量草地围栏措施,农田植物篱措施和农民自发性地修建了少量梯地,基本无水利灌溉设施。目前流域内已启动了天保林工程,对流域内的天然林资源采取了一系列的保护措施。对流域内的水土流失问题,尚需进行系统地综合治理。

3 水土流失治理模式的选择

矮西沟小流域水土流失综合治理的目标是恢复和增加植被覆盖,遏制土壤侵蚀,减少河流泥沙量,建设良好的生态环境,改善群众生产生活条件,促进社会经济的可持续发展。水土流失综合治理要根据研究区水土流失特征做到合理规划、各项措施综合配套、坚持山、水、田、林、路综合治理,合理开发,将水土流失治理与促进当地群众脱贫致富、区域发展相结合^[3]。

3.1 对研究区小流域水土流失治理的初步认识

研究区小流域属于半干旱河谷区,人口相对密集,河谷地带半干旱灌丛破坏严重,此外,林线以上的高原山地灌丛亦受到较严重的破坏。耕地多分布于陡坡山地,面积较大,由于质量不好,生产力低下,因此生产潜力有限,而且开发利用难度大。草地面积大,且草甸草地质量较高,草地生产潜力大,具有发展畜牧业的有利条件,但草地利用存在超载问题,而且冷、暖季草地载畜量不均衡,冷季超载,暖季富裕,草

场退化问题突出。

通过野外调查,对该流域水土流失治理建立了初步的认识。水土流失治理措施应该因地制宜,选择符合该流域的水土流失特征以及土地利用现状的治理模式进行合理的布局,达到优化模式的效果。该流域的主要水土流失类型为水力侵蚀和冻融侵蚀,4 500 m 以下的林地、草地和耕地以水蚀为主,侵蚀方式主要是面蚀和沟蚀。冻融侵蚀区域发生于高海拔的草甸区域,其最合理的治理模式是通过防止过度放牧保护草甸以达到保持水土的功效。另外,由于强烈侵蚀,应该采取一定的工程措施,防止侵蚀沟的扩大,以及对道路的破坏。而坡耕地区域的水蚀主要是由于坡耕地坡度过大或者坡耕地开垦于土石方,开挖不规范,道路两旁原有的草甸和草地覆盖度降到很低,甚至没有。对此最好的治理措施就是采取补种草甸和草地,恢复道路两旁的植被覆盖。因此,该流域的水土流失治理,主要包括工程措施、生物措施和管理措施。如何对这些措施进行合理的布局,在达到保持水土,改善生态环境的目的的同时,又能保证当地居民生活生产需要,是研究的关键。通过野外调查和室内取样试验,分析该流域可以通过对坡耕地的合理布局,对侵蚀沟的治理,以及对草甸放牧承载力的限定进行水土流失的治理。

3.2 藏东横断山区典型小流域水土流失治理模式

通过前期文献收集、资料分析、高分辨率遥感影像的解译和翔实的野外调查,特别是通过遥感监测对小流域水土流失特征的空间分析,针对矮西沟流域的实际情况,提出了基于土地利用和侵蚀类型的5种治理模式,均采用了工程措施和生物措施相结合的方法,实现水土流失治理与生态环境改善同时进行。

3.2.1 草地冲沟侵蚀区治理模式 草地冲沟侵蚀主要发生于小流域西北,流域中上游,土地利用为草地和耕地。该区域坡长较长,坡度较陡。由于草地自然覆盖度不高,又遭到耕作和放牧等人为影响,因此,冲沟侵蚀严重。对于一些遗留未治理的较大侵蚀沟采用工程措施,防止侵蚀沟进一步扩大;对于草地破坏严重的区域采用生物措施进行植被恢复,减少细沟的发生。草地冲沟侵蚀治理采用工程措施(谷坊、排水沟等)与生物措施(种草)相结合的模式,草种以当地乡土中为主,如高山嵩草、披碱草、针茅等,通过补播、围栏等措施,增加草地盖度,恢复草地生态功能^[4]。

3.2.2 水蚀和冻融侵蚀交错区治理模式 高寒草甸水蚀与冻融侵蚀区主要分布于矮西沟小流域上游,土地利用类型为高寒草甸。该区域由于半年冻结半年融解,加之放牧和道路工程导致草甸受到不同程度的

破坏,水蚀和冻融侵蚀都较严重,草甸覆盖度降低。而上游的草甸是流域保水和保土的第一道天然屏障,破坏的草甸水土保持能力降低。另外,由于流水作用,流域上游的冰川作用形成的沟道逐渐扩宽,水土流失严重。因此,该区域的治理以保护为主,重点是恢复草甸的保水保土功能,对于破坏严重的草甸,采用适度的工程措施,如排水沟等,降低土壤的含水量,避免侵蚀沟的产生。另外,应该加强草场管理,引导牧民加大牲畜出栏率,完善草场承包责任制,实行以草定畜,科学养畜,使草场建设、管理、使用逐步制度化、正规化^[5]。

3.2.3 坡耕地面状侵蚀区治理模式 耕地面状侵蚀主要发生于流域中游,矮曲支流的坡耕地上。研究发现,引起坡耕地侵蚀强度大的主要原因包括耕作的坡度,耕作的坡位,耕作的方式以及耕地保护措施缺乏。陡坡耕作一直以来都被认为是坡耕地侵蚀强烈的主要原因,而研究区小流域内,耕作坡度大于 25° 的耕地大量存在,按照国家规定坡度大于 25° 的陡坡耕地应该退耕,所以,首先考虑坡耕地的坡度问题。其次,在研究区小流域内,由于农业耕作是粮食的主要来源,因此,不能将大量的坡耕地都退耕还林还草,适当的保留耕地,保障流域内居民的粮食需求的同时采用耕地改造措施,如坡改梯等,对坡耕地进行整治,在减少水土流失的同时,提高粮食产量。耕地面状侵蚀治理模式对有水源灌溉条件的缓坡耕地改成高标准石坎梯田,并配置蓄水池、灌溉水渠等水利设施。大于 25° 的坡耕地退耕还林还草,其余的实施保土耕作,地埂上种植农田防护林,并对村庄周围进行绿化等。

3.2.4 沟道侵蚀区治理模式 由于流域内泥沙产量比较高,而流域内的沟道又发育不成熟,因此,当洪水来临的时候,沟道经常由于泥沙的淤积而发生小范围的洪水。而流域内有部分高产的耕地恰好开垦于流域内的河漫滩或低洼地上,每次发洪水的时候,都会导致农田冲毁,河道里泥沙含量陡增,严重影响了当地农民的经济收入,也对金沙江上游支流的生态环境造成了严重的影响。因此沟道治理应根据沟道的特征与规模,在沟头建设地埂式沟头防护工程;较窄的支毛沟满沟造林;较宽的支沟修建谷坊工程,谷坊内种植速生丰产林;主沟和较大支沟,采用主副坝结合的方式,修建骨干坝,主沟两侧根据洪水情况还要布设一定数量的河坝工程^[6]。

3.2.5 林—灌—耕地交错区综合治理模式 在研究区小流域东南面,主要为林地和灌木林地,以及河道附近的草地。该区域居民点较少,但较集中。调查发现,尽管居民集中开垦的坡耕地面积不少于流域西北

方向的草地区域,坡耕地也多开垦在河谷两侧缓坡,但河流中的泥沙含量较少。这主要是由于这一区域坡耕地四周多有植物篱围绕,或是天然的条状灌木林地,或是人工种植的条形灌木篱笆。这样的植物篱对耕地的水土流失有很好的防治作用,同时能够有效地提高土壤肥力和抗侵蚀能力^[7]。因此,在调查研究当地特征的基础上,针对研究区的土地利用特征提出了林—灌—耕地交错区综合治理模式。该模式以生物措施为主,通过补植造林、封山育林措施,恢复当地林灌草结构。对居民点周边耕地,采用当地灌木修筑植物篱,保护耕地。

4 结论

藏东横断山区典型小流域矮西沟小流域平均水土流失强度达到了 5 494.62 t/(km²·a),属于强度侵蚀区。水土流失以水力侵蚀为主,而冻融侵蚀与水力侵蚀的交错使水土流失特征复杂,水土流失强度增大,因此水土流失治理必须考虑综合性和地方性^[8]。本研究依据不同侵蚀特征建立的治理模式均包括工程措施,生物措施和管理措施等,手段丰富,同时在空间上对不同模式进行了合理布局确保了水土流失治理的综合性。地方性主要体现在治理模式的针对性上,既有针对强度侵蚀区的草地冲沟侵蚀区治理模式和坡耕地面状侵蚀区治理模式,也有针对特殊侵蚀类型的水蚀和冻融侵蚀交错区治理模式,更有基于调查

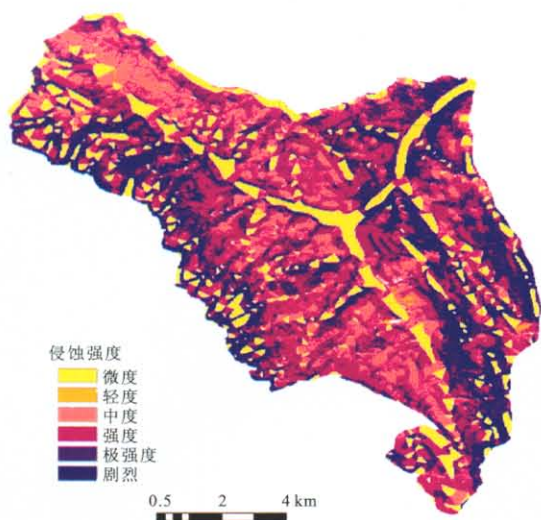
结果,总结当地有效水土保持措施基础上提出的林—灌—耕地交错区综合治理模式。由于研究区的生态脆弱性特征,这些治理模式的生态效应有待进一步深入研究。

参考文献:

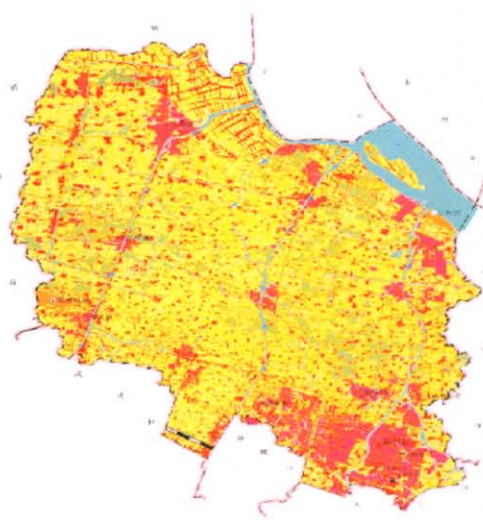
- [1] 王小丹,钟祥浩,王建平. 西藏高原土壤可蚀性及其空间分布规律初步研究[J]. 干旱区地理,2004,27(3):343-346.
- [2] 卜兆宏,唐万龙,杨林章,等. 水土流失定量遥感方法新进展及其在太湖流域的应用[J]. 土壤学报,2003,40(1):1-9.
- [3] 唐克丽. 中国水土保持[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [4] 龙会英,金杰,张德,等. 豆科牧草和灌木在元谋干热河谷小流域综合治理的应用研究[J]. 水土保持研究,2010,16(2):254-258.
- [5] 王仁德,吴晓旭. 毛乌素沙地治理的新模式[J]. 水土保持研究,2009,16(5):176-180.
- [6] 孟凡超,王玉杰,赵占军,等. 城市河道岸坡近自然治理技术及其生态效应评价[J]. 水土保持研究,2011,18(6):228-236.
- [7] 陈海滨,陈志彪. 侵蚀红壤小流域水土保持措施的土壤肥力效应评价:以朱溪小流域为例[J]. 水土保持研究,2011,18(5):81-86.
- [8] 戴全厚,喻理飞,喻定芳,等. 东北低山丘陵区小流域生态经济系统优化模式研究:以黑牛河流域为例[J]. 水土保持研究,2008,15(4):37-42.

(上接第85页)

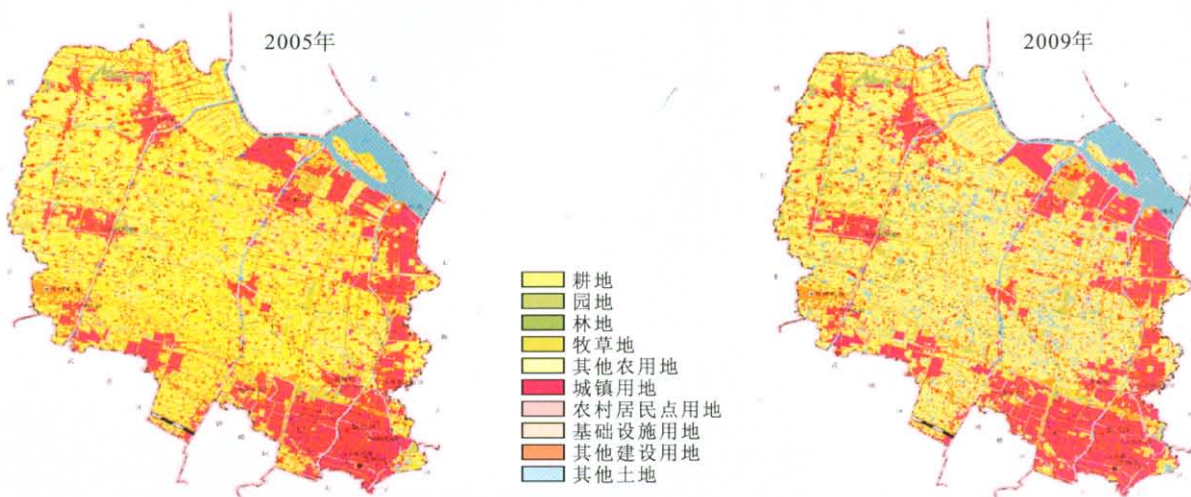
- [11] 吴建国,张小全,徐德应. 六盘山林区几种土地利用方式下土壤活性有机碳的比较[J]. 植物生态学报,2004,28(5):657-664.
- [12] 谭文峰,朱志锋,刘凡. 江汉平原不同土地利用方式下土壤团聚体中有机碳的分布与积累特点[J]. 自然资源学报,2006,21(6):973-979.
- [13] 杨长明,欧阳竹. 华北平原农业土地利用方式对土壤水稳性团聚体分布特征及其有机碳含量的影响[J]. 土壤,2008,40(1):100-105.
- [14] 郭菊花,陈小云,刘满强. 不同施肥处理对红壤性水稻土团聚体的分布和有机碳、氮含量的影响[J]. 土壤,2007,39(5):787-793.
- [15] 徐江兵,李成亮,何园球. 不同施肥处理对旱地红壤团聚体中有机碳含量及其组分的影响[J]. 土壤学报,2007,44(4):675-682.
- [16] 蒋雪林. 土壤碳水化合物总量的直接测定[J]. 土壤学进展,1994,22(2):40-44.
- [17] 中国科学院南京土壤研究所土壤与环境分析中心. 土壤理化分析与剖面[M]. 北京:中国标准出版社,1996.
- [18] 蒋静,周运超,杜光平. 石灰岩发育的乔木林下土壤团聚体形成的影响因素[J]. 中国水土保持,2011(7):47-50.
- [19] 侯雪莹,韩晓增. 土壤有机无机复合体的研究进展[J]. 农业系统科学与综合研究,2008,24(1):61-67.
- [20] 徐建民,袁可能. 我国地带性土壤中有机质氧化稳定性的研究[J]. 土壤通报,1995,26(1):1-13.



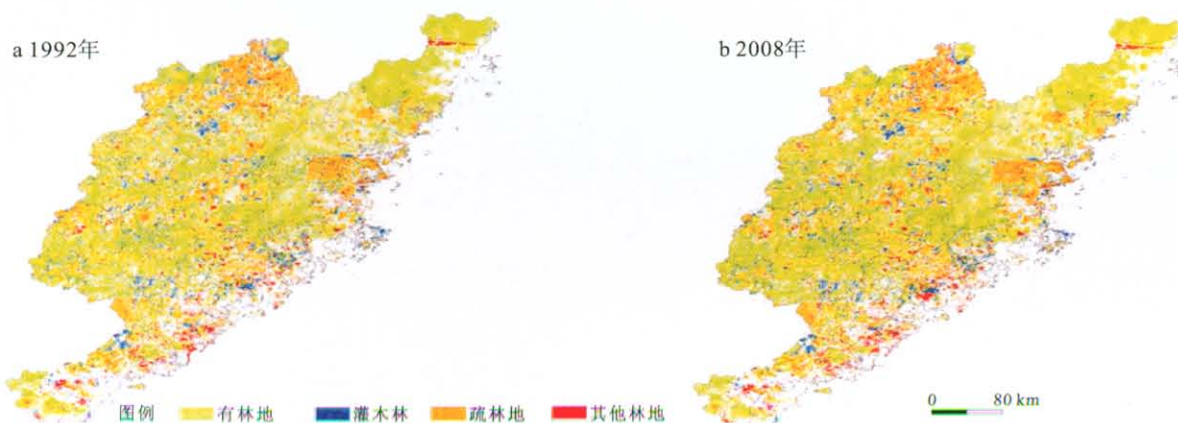
附图1 藏东典型小流域土壤侵蚀强度分级



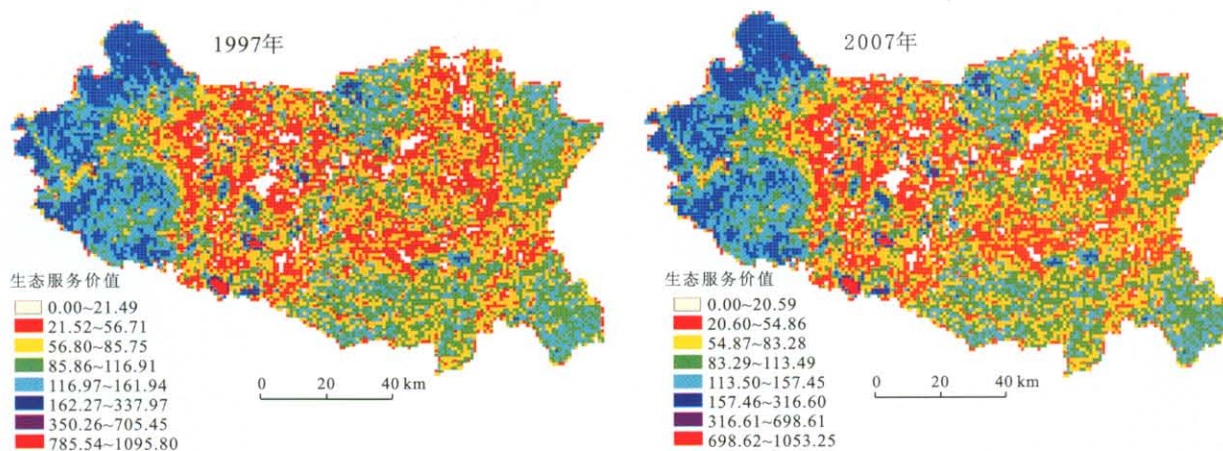
附图2 江苏省常州市新北区1996年土地利用现状



附图3 江苏省常州市新北区2005年、2009年土地利用现状



附图4 不同年份海西区森林格局



附图5 河北省邯郸市不同年份生态服务价值空间分布