

黑河流域LUCC(1988- 2000)的生态环境效应研究

蒙吉军¹, 吴秀芹², 李正国¹

(1. 北京大学环境学院资源与环境地理系, 地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871;

2. 北京林业大学水土保持学院, 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083)

摘 要: 利用1988年和2000年Landsat 5的4, 3, 2(RGB)波段合成影像解译结果, 采用中国科学院资源环境数据库中的全国1:10万土地资源利用分类系统, 基于GIS(arcview 3.2a), 通过对黑河流域近12年来土地利用/覆被变化(LUCC)特点揭示, 研究了其生态环境效应。结果表明: (1)土地利用结构变化表现出耕地、林地和城镇用地有明显增加, 草地和水域都呈减少趋势, 反映出区域城镇化进程的加快和生态环境恶化的趋势。LUCC的区域差异明显: 上游地区水域在减少, 草地和未利用地大量增加, 林地和城镇用地变化不大; 中游地区耕地、城镇用地大量增加, 草地急剧减少; 下游地区水域面积大量减少, 草场严重退化, 未利用地大量增加; (2)上游地区主要表现为冰川退缩, 土壤生态系统退化, 地表径流中泥沙含量增加, 林地水源涵养能力降低, 天然植被退化; (3)中游地区农业绿洲虽有较大发展, 但天然植被减少, 土壤盐渍化、土地沙化、草场退化较为严重; (4)下游地区河道断流加剧, 湖泊干涸, 地下水位下降, 水质恶化, 地表植被严重退化, 生态功能降低, 土地沙化、盐碱化面积迅速扩大, 灾害性天气频增。最后, 基于流域各段生态环境效应分析, 提出了生态重建的对策措施。

关键词: 黑河流域; 土地利用/覆被变化; 生态环境效应

中图分类号: X171.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)04-0017-05

Eco-environmental Responses of Land Use/Cover Changes(1988~ 2000) in Heihe River Basin

MENG Ji-jun¹, WU Xiu-qin², LI Zheng-guo¹

(1. Key Lab of Analysis and Simulation of Earth Surface Processes,

Ministry of Education, Department of Geography, Peking University, Beijing 100871, China;

2. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Taking two composite Landsat 5 TM (Thematic Mapper) images of band 4, 3, 2 taken in 1988 and 2000 respectively as data resources, studies on land use/land cover changes (LUCC) of Heihe River Basin in near 12 years by information about land use and land cover interpreted from those two images were carried out according to land resources classification system of 1:100000 Resources and Environmental Database of Chinese Academy of Science. Based on these work, the authors studied the eco-environmental effects of land use/land cover changes. In the process of interpretation Geographical Information System technology (ArcView 3.2a) was used. The results show that great changes have taken place in land use/land cover in Heihe River Basin since 1988: (1) Changes of land use structure show that cropland, woodland and land of urban and built up increased; on the contrary, water area and grassland decreased. These changes reflect the deterioration of eco-environment and the acceleration of urbanization. The regional distinctions of land use/land cover changes were evident: in the upper reaches, water area decreased; grassland and unused land increased greatly; the changes of woodland and urban and built up were not evident. In the middle reaches, cropland and land of urban and built up increased greatly, while grassland decreased rapidly. In the lower reaches, water area decreased obviously; grassland degraded seriously; unused land increased largely. (2) In the upper reaches: the glacier has shrunk; soil ecosystem degraded; the silt content in the run off of earth surface increased; the ability of conserving water of woodland decreased; natural vegetation degraded. (3) In the middle reaches: although agricultural oases have developed in a certain extent, natural vegetation decreased; salination, desertification of land have taken place; grassland degraded seriously. (4) In the lower reaches: the river courses became dry more frequently; lakes also dried; the water table fell; water quality deteriorated; the vegetation degraded greatly; the ecological function was reduced; the area of saline land and

* 收稿日期: 2005-04-26

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(40335046); 面上项目(40201001)资助

作者简介: 蒙吉军(1971-), 男, 甘肃张掖人, 博士, 从事综合自然地理学、土地变化科学及区域(旅游)开发与规划方面的教学科研工作。

sand land was enlarged quickly; disaster climate increased Finally, based on analysis about eco-environmental effects of each reaches, the authors presented the approaches to ecological restoration

Key words: Heihe River Basin; land use/cover changes(LUCC); eco-environmental responses

土地利用/覆被变化(Land use and land cover change, 简称LUCC)是全球变化研究的重要方面之一,LUCC对区域生态环境的影响则是其重要研究内容。LUCC可引起许多自然现象和生态过程的变化^[1],人类通过对与土地有关的自然资源的利用活动,改变地球陆地表面的覆被状况,其环境影响不只局限于当地,而远至全球,而LUCC对大气化学性质及过程、气候、水文、土壤沉积物、生物多样性、生产力等都产生重要的影响^[2~5]。LUCC不仅改变了自然景观面貌,而且影响景观中的物质循环和能量分配,它对区域气候、土壤、水量和水质的影响是极其深刻的。目前,全球由于土地覆盖变化引起的土壤损失和退化以及沉积物输运已急剧增加^[6]。加强我国LUCC及其对生态环境安全影响的研究,应作为我国“全球变化区域响应”、“区域可持续发展”研究重点领域的关键项目^[7],对了解区域生态环境乃至全球环境变化^[8],维持生态平衡,建立土地可持续利用模式都有重要意义。

黑河是我国西北地区第二大内陆河,也是西北、华北地区重要的绿色源流。多年以来,黑河流域在人类活动强烈作用和区域气候变化双重驱动下,各类景观元素在发生了十分复杂的结构变化和相互转换^[9~15],整体景观仍然以山地景观、荒漠化景观与绿洲景观强烈分异的鲜明格局^[16~18],生态环境持续恶化^[19~25]。黑河流域综合治理已经成为近几年全国上下都比较关心的一件大事,被纳入实施西部大开发战略的重点工程。黄河水利委员会组织进行《黑河水资源问题及其对策》、《黑河流域生态环境问题及其对策研究》及《黑河水资源管理保障措施》等课题的研究,国务院在2000年专门拨款23.6亿用于黑河流域的综合治理。因此,迫切需要对其LUCC进行研究,探讨土地的可持续利用途径,制定生态安全战略,对推动西部地区经济社会的可持续发展,保障社会稳定、维护民族团结、巩固国防建设都具有重要的现实意义。

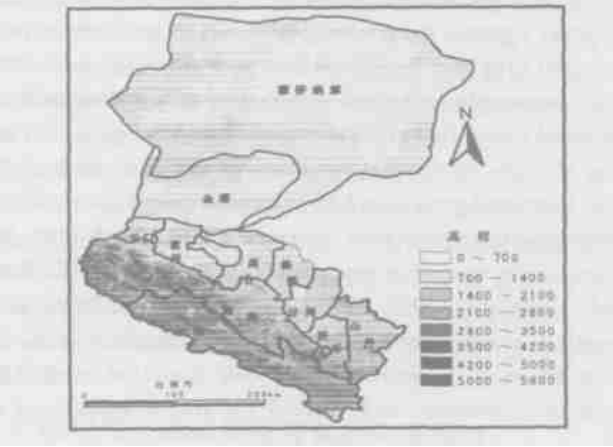


图1 黑河流域地形图

1 研究区和数据

1.1 研究区

黑河流域是我国西北干旱与极干旱区的一个内陆河流域,源出祁连山北坡,流经河西走廊,消失于内蒙古阿拉善高

原西部之居延盆地的戈壁、沙漠之中(图1),干流全长956 km,流域面积 $7.68 \times 10^6 \text{ km}^2$ ^[26],位于E96°42'~102°00',N37°41'~42°42'之间,流经青、甘、蒙3省区的11县(区、旗),人口173万。

1.2 数据来源

本文数据来源于研究区1988和2000年Landsat 5 4 3 2(RGB)波段合成影像解译,采用中国科学院资源环境数据库中的全国1:10万土地利用分类系统。考虑到本文主要是从宏观上来把握各土地利用类型的空间分布特征,因而土地利用类型的划分不宜过细,从遥感影像上解译出6个一级类型:耕地、林地、草地、水域、城乡建设用地和未利用土地。数据存储格式按照分县ARC/INFO的COVER AGE格式进行存放,数据处理所用的GIS软件平台为ARC/INFO 7.1中文版。

2 土地利用/覆被变化

2.1 数据处理

在对1988年和2000年两期数据进行类型合并后,分别用MAPJOIN命令将各县市的COVER AGE合并成研究区的COVER AGE。利用ARC/INFO中的IDENTIFY命令对两期土地利用图进行叠加分析,结合运用ARCVIEW和Excel软件,生成全区的土地利用/覆被变化分布图,得出区内各土地覆被类型的景观统计特征、各土地覆被类型的增减变化情况及其转移矩阵(表1、2)。

表1 黑河流域各土地覆被类型转移矩阵 hm^2

	1988						2000						1988
	耕地	林地	草地	水域	城镇用地	未利用地	耕地	林地	草地	水域	城镇用地	未利用地	
耕地	511944.66	1535.39	560.634	361.49	4039.52	962.23	519403.9						519403.9
林地	180.90	638711.40	427.82	232.71	59.49	3199.47	639552.8						639552.8
草地	5708.45	1927.47	2725073.01	1807.84	857.46	41719.44	2777094						2777094
水域	1025.54	188.85	1847.12	135091.00	0.25	26612.61	164765.4						164765.4
城镇用地	0.00	0.00	0.00	3.68	38846.77	0.00	38850.45						38850.45
未利用地	14581.72	1947.55	4189.24	880.03	224.83	11496591.47	11518415						11518415
2000	533441.30	644310.70	2732098	138376.8	43968.83	11565886	15658081.6						

2.2 土地利用/覆被变化特点

(1) 1988~2000年期间,黑河流域土地利用结构变化表现出耕地、林地和城镇用地有明显增加,草地和水域都呈减少趋势,反映出区域城镇化进程的加快和生态环境恶化的趋势。

(2) LUCC的区域差异明显,上游地区水域在减少,草地和未利用地大量增加,城镇用地和林地变化较小。水域减少主要是冰川积雪大量转化为未利用地和草地,草地增加主要是冰川积雪大量融化而转化。

(3) 中游地区耕地和城镇用地大量增加,草地急剧减少,林地和水域面积稍有增加。草地减少大部分因过度利用退化为荒地,部分转为耕地、城镇建设用地。水域面积增加反映了大量占用水资源的现状。

(4) 下游地区水域面积大量减少,草场严重退化,耕地、林地和城镇用地稍有增加,未利用地大量增加,反映了下游地区干旱缺水导致荒漠化(沙漠化)的现状,生态环境遭到严重破坏。

表2 黑河流域上、中、下游LUCC hm²

土地类型	1988 年			2000 年			1988~ 2000 间变化		
	上游	中游	下游	上游	中游	下游	上游	中游	下游
耕地	6724 5	502345 8	10345 3	6739 4	516332 3	10382 0	14 9	13986 5	36 7
林地	421177. 5	151499 7	70142 5	421163 7	152539 6	70614 8	- 13 6	1039 9	472 3
草地	1525779 9	833156 6	418053 9	1527034 1	817059 5	387901 1	1254 2	- 16097. 1	- 30152 8
水域	78166 6	76335 7	10261 5	53225 5	77048 3	8101 5	- 24941 2	712 6	- 2160 0
城镇用地	1496 6	36551 2	802 6	1496 6	41660 2	872 1	0 0	5109 0	69 5
未利用地	909091 1	3399056 5	7210249 8	932776 9	3394305 6	7241984 1	23685 8	- 4750 9	31734 4

3 黑河流域LUCC 的生态环境效应

根据黑河流域自然、社会及区域功能特征, 其各段划分为: 上游祁连山山区水源涵养区(鹰落峡以上), 中游张掖农业绿洲区(鹰落峡至正义峡), 下游额济纳旗自然沙漠绿洲区(正义峡以下)。行政上, 上游为青海祁连山县, 主要为藏族、裕固族和回族等, 人口约 4 4 万, 经济活动以牧业为主, 兼营林业, 从社会经济角度来讲, 在整个流域中所占比例较小; 中游包括甘肃张掖市(肃南部分除外)、嘉峪关市、酒泉肃州区和金塔, 经济活动以农业为主, 是西北地区重要商品粮和蔬菜基地之一, 主体张掖市人口 126 07 万; 下游为内蒙古阿拉善盟额济纳旗, 以蒙古族为主体的边境牧业旗, 总人口 3 21 万人, 地广人稀、经济不发达, 是发展困难较多的贫困边境旗。

3.1 上游地区土地利用/覆被变化的生态环境效应

南部祁连山地是流域的水源地, 海拔高度从 2 000~ 5 500 m, 垂直地带性明显。年均降水量由山前低山丘陵的 200 mm 上升到高山带的 500 mm 以上; 自然地带由山前到高山带, 依次以草原化荒漠- 干草原- 森林草原- 灌丛草甸- 高寒荒漠- 永久寒冻带为特征^[27]。在 1988~ 2000 年期间, 上游地区水域在减少, 草地和未利用地大量增加, 城镇用地和林地变化较小。

(1)LUCC 与土壤生态系统退化。人口的增加及不合理的土地利用方式如森林的砍伐、矿山开采、陡坡开荒、过度放牧等是造成土壤退化的主要原因, 主要表现为以下 2 种:

森林土壤向草原土壤演变。祁连山青海云杉林和祁连柏林下发育的土壤为灰褐土, 是干旱森林植被下形成的土壤。由于森林破坏, 灌木和草类滋生, 森林土壤向草原土壤演替, 地面枯枝落叶层和半分解的有机质层腐解, 有机层颜色变黑, 表现粒状结构。从剖面形态已看不出森林土壤的特征, 而显示草原土壤的特征, 腐殖质层厚度增加到 20~ 80 cm, 腐殖质组成中胡敏酸与富里酸之比为 1. 07~ 1. 22。

草原土壤向荒漠化土壤演变。在祁连山区, 由于过度放牧, 部分草原土壤向荒漠化土壤演变。由于牲畜的啃食和践踏, 表面变紧, 植被退化, 优势植物如针茅等生长低矮, 或地面呈斑点状裸露, 毒草与荒漠灌木侵入, 土壤有机质含量减少, 土壤水蚀严重, 荒漠化特征明显。特别是草原被开垦成农田后, 土壤有机质和氮、磷、钾含量显著下降。

(2)LUCC 与水文特征变化。LUCC 对水文(地表水和地下水)的影响包括水质和水量的变化。森林的砍伐加大了下游洪水泛滥的频率和强度, 一般会减少每年的流量, 并使得降水的再分配不平均, 草地的变化也有类似的效果^[4]。

林地水源涵养能力降低。水源涵养林的减少, 不仅加

剧了水土流失, 同时降低了河川径流的调节能力。据甘肃省水利厅研究确认, 黑河属降水补给型河流, 冰雪融水在年径流量中占很小比例。根据 8 年观测资料, 黑河径流年际变化较大, 最高与最低相差 3 4 倍。另外, 森林覆被率的变化, 引起森林水文作用发生相应变化。森林覆被率降低, 使得径流系数、径流模数和径流深度均有所下降。

地表径流中泥沙含量增加。观测得知^[28], 寺大隆河输沙量为 0 502 kg/s, 年输沙量 15 830 62 t, 天涝池为 0 231 kg/s 和 7 289 82 t, 两者相差 1 倍以上, 但与年径流量对应比较, 后者输沙量比前者高 4 倍多, 主要原因是天涝池河下段(2 km), 纵坡大(200%), 河流一侧是面蚀和冲刷严重的陡峻草坡, 坡度大于 30°, 放牧频繁, 遇雨产生水土流失。中上段(4 km)两侧森林覆盖水土流失很轻。可见, 输沙量大小, 不仅与森林覆被率有关, 还与地表植物种群、分布部位及地形关系密切。

3.2 中游土地利用/覆被变化的生态环境效应

中游大部位于河西走廊中部, 自古以来, 因处于古“丝绸之路”之要冲, 战略地位非常重要, 历代统治者都十分重视本地区的开发^[29]。如今, 河西走廊不仅成为甘肃农业经济的主体, 而且是全国 12 个商品粮基地、8 个商品蔬菜基地以及国家主要的能源和原材料生产基地之一。天然绿洲已基本演变为灌溉渠网、防护林网和农田广布的人工绿洲, 绿洲内道路网密布, 建筑物林立, 人口密度高达 60 人/km² 左右。维系荒漠地区生态平衡的森林、绿洲、水体 3 类景观仅占土地总面积的 16 2%, 自然生态条件非常脆弱。1988~ 2000 年期间, 中游地区耕地和城镇用地大量增加, 草地急剧减少, 林地和水域面积稍有增加。

(1)天然植被减少、人工林防护效应不显著。黑河中游在开发以前, 河流两岸、汇水湖泊和洼地周围, 水草丛生、林木茂盛, 素有“江南之胜”的美誉。汉代以后, 随着农业、农牧交错发展, 自然植被日趋减少, 天然森林荡然无存, 草地也只在祁连山麓的山丹、民乐等地保存较好。在戈壁滩和撂荒地上, 天然次生植被结构简单, 种类稀少。绿洲人工林也呈现树种单调的特点。长期以来, 造林成活率低, 重乔木、轻灌木, 纯林多、混交林少、病虫害严重等问题, 加上重造轻护、经营粗放, 经济效益和生态效益均不显著。

(2)土地沙化。中游地区农业绿洲现代沙漠化强烈^[30~ 31]。绿洲边缘有正在发展的沙漠化土地 560 km², 强烈发展中的沙漠化土地 2 272 km², 严重沙漠化土地 1 824 km^[32]。每年春季风沙肆虐, 侵袭农田、村庄、阻塞铁路、公路、渠道。自 20 世纪 80 年代起, 不断遭到特大黑风暴(沙尘暴)的袭击, 给当地居民的生命财产造成巨大损失, 同时也给生态环境留下了更大的危害。据调查, 在当地新开垦沙地上, 风蚀

厚度达10~20 cm。而有的地方新垦农田覆沙厚度5~20 cm,有的形成新月形沙丘,垦区的斗、农、毛渠积沙普遍,严重的地段沙溢出渠岸。

(3)土壤盐渍化。土地严重退化是黑河流域乃至整个河西走廊的共同特征。盐渍化土地主要分布在地下水位或洪滩、河滩直接出露的地方^[33]。据调查,本区有不同程度盐渍(碱)化耕地2.3万 hm^2 ,占耕地的7.9%。由于水盐平衡,平原区土壤肥力较低,耕层有机质含量只有1.25%,含盐量高达0.073%。土壤盐碱化的原因有过量灌溉,排水不良;打井引用盐化地下水灌溉造成;弃耕地盐化等。

(4)草场退化。草场退化是河西走廊天然草场普遍存在的问题。据研究,河西走廊有草场870万 hm^2 ,可载畜637万只(羊单位),实际载畜813万只,超载176万只。同时,草场利用季节不平衡,夏季草场多,冬季草场少;放牧草场多,打草草场少。退化草场平均产草量下降30%~60%,严重退化区达70%以上。张掖市天然草场退化面积108.82万 hm^2 ,占可利用草场面积的42.7%,其中虫、鼠害面积达55.31万 hm^2 ,占可利用面积的21.7%。

3.3 下游土地利用/覆被变化的生态环境效应

20世纪60年代以前,居延绿洲水草丰美,胡杨遍布,后因中、下游地区用水量大增,加之干旱气候加剧等诸多因素,来水量日益减少,生态环境不断恶化,到1992年,西、东居延海先后干涸,居延海成了风沙频起的“黑风口”。目前,居延绿洲是典型的极端干旱沙漠绿洲景观,草场6.9×10⁶ hm^2 (占60.9%),可利用草场2.5×10⁶ hm^2 (36.2%),耕地仅1.33×10⁵ hm^2 ,天然乔灌木次生林3.78×10⁷ hm^2 。林草植被严重退化、土地沙化、各种灾害天气频率增加,生态环境严重恶化^[34~37]。1988~2000年期间,下游地区水域面积大量减少,草场严重退化,耕地、林地和城镇用地稍有增加,未利用地大量增加。

(1)河水断流、湖泊干涸。自20世纪60年代以来,因黑河中游截流,扩大用水量,使得额济纳河基本变成了干沟。据测定资料,40年代平均入旗水量为10.5×10⁸ m^3 ,50年代为8.0×10⁸ m^3 ,70年代为4.0×10⁸ m^3 ,90年代为2.5×10⁸ m^3 。居延海曾是一湖群,40年代西居延海水深2.9 m,水域面积19 000 hm^2 ,东居延海水深4.1 m,湖水面积3 550 hm^2 ;60年代西居延海干涸,东居延海成为水量波动性湖泊;80年代初,湖面缩小到2 360 hm^2 ,水深仅1.8 m,其后曾多次干涸见底;1992年完全干涸,湖底变成了盐碱滩和戈壁滩,开始风蚀和沙化。

(2)地下水位下降、水质恶化。因额济纳河断流,居延海干涸,导致整个居延绿洲地下水位下降,水质恶化,直接影响到人畜饮水问题。1988~1993年,沿河吉苏木、苏苏木和赛苏木地下水位平均降低1.11 m。因地下水位降低,加上蒸发强烈,地表盐碱浓缩,水质变坏,人畜长期饮用,慢性氟中毒、肠胃病、软骨病逐年增多,而且各种怪病也时有发生,对牲畜繁殖也影响极大。

(3)天然乔灌木林成片死亡,地表植被严重退化。居延绿洲原有2.45×10⁵ hm^2 天然林,是人畜赖以生存的绿色生命线。近50年来,因黑河来水量逐年减少,天然乔灌木林成片死亡。50年代初至80年代,绿洲的胡杨、沙枣、红柳林已减少5.6×10⁴ hm^2 ,天然梭梭林减少5×10⁴ hm^2 。现在,沙质戈壁上的梭梭林几近消亡,枯立木、风倒木俯首皆拾。50年代,东西河及若干支流可灌草场面积达4.7×10⁴ hm^2 ,90年代只有2

×10⁴~2.7×10⁴ hm^2 ,可食牧草大量减少。50年代至90年代,天然草场植被覆盖度降低了30%~80%,1 hm^2 均产草量由225~300 kg降至150 kg。现今,草场已是杂草毒草日益蔓延,草种结构单一,草畜矛盾日益尖锐。

(4)土地沙化、盐碱化面积迅速扩大。随着诸河流断流,大小湖沼干涸,造成植被严重退化,风沙紧逼绿洲,在3.2×10⁶ hm^2 居延三角洲,称得上绿洲的仅有20%,其余全是植被盖度不足5%的戈壁、沙丘等风蚀风沙地貌。现在,东西居延海和天鹅湖等已是一片白花花的盐碱滩,周边的沙丘正在向湖中逼进。近50年来,有3.5×10⁵ hm^2 的水域、农田、林地、草场变成盐碱滩和沙漠化土地,占绿洲面积的54%。据此推算,如不采取适当措施遏制,再过30余年整个居延绿洲将变成不毛之地。

(5)灾害性天气频增,绿洲小气候日趋恶劣。由于植被退化,生态环境恶化,引起降水减少、气温升高,灾害性天气增多。现今,居延地区年均降水量要比50年代减少31.3 mm,年均气温却增高近1℃,1993~1995年连续出现特大沙尘暴灾害天气,遭受巨大经济损失。同时,干旱和虫害给胡杨和柽柳造成毁灭性灾难。

4 结论与讨论

4.1 结论

(1)1988~2000年期间,黑河流域土地利用结构变化表现出耕地、林地和城镇用地有明显增加,草地和水域都呈减少趋势,反映出区域城镇化进程的加快和生态环境恶化的趋势。LUCC的区域差异明显,上游地区水域在减少,草地和未利用地大量增加,林地和城镇用地变化不大;中游地区耕地、城镇用地大量增加,草地急剧减少;下游地区水域面积大量减少,草场严重退化,未利用地大量增加。

(2)1988~2000年期间,黑河流域LUCC的生态环境效应主要表现为:上游地区主要表现为冰川退缩,土壤生态系统退化,地表径流中泥沙含量增加,林地水源涵养能力降低,天然植被退化;中游地区农业绿洲虽有较大发展,但天然植被减少,土壤盐渍化、土地沙化、草场退化较为严重;下游地区河道断流加剧,湖泊干涸,地下水位下降,水质恶化,地表植被严重退化,生态功能降低,土地沙化、盐碱化面积迅速扩大,灾害性天气频增。

4.2 讨论

(1)区域生态环境的演化是一个受到自然社会经济多因子综合作用的复杂过程,环境的退化是在自然和人为因素共同作用、互相激发、相互促进下陷入恶性循环的结果^[38]。黑河流域生态环境问题的实质是如何解决人与自然的关系,使有限的水资源最大限度地满足流域经济、社会和生态环境协调发展的需要。

(2)基于黑河流域LUCC生态环境效应分析,在土地利用中,要加强生态环境重建的力度,限制或取消那些引起生态系统退化的各种干扰,充分利用系统的自我修复功能,达到恢复和改善生态环境。由于黑河流域地处三省区,无统一的流域生态建设规划,需要着重从生态建设的角度出发,对流域生态功能、生态系统与资源利用管理开展综合的攻关研究。在流域空间安排上,上游祁连山区以加强天然林保护和天然草场建设为主,禁止开荒,毁林草和超载放牧,加强森林植被保护,恢复生态功能和水源涵养能力;中游走廊地带要

严禁垦荒, 调整农林牧结构, 压缩农田面积, 搞好防风固沙林的更新改造; 下游额济纳绿洲要修建水库和输水干渠, 提高

水资源利用率, 加强人工绿洲建设, 严禁超载放牧和垦荒, 彻底进行退化生态环境的重建。

参考文献:

- [1] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响——以延安市羊圈沟流域为例[J]. 地理学报, 1999, 54(3): 241- 246
- [2] 李秀彬 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553- 558
- [3] 郭旭东, 陈利顶, 傅伯杰 土地利用/土地覆被变化对区域生态环境的影响[J]. 环境科学进展, 1999, 7(6): 66- 75
- [4] 李晓兵 国际土地利用/土地覆盖变化的环境影响研究[J]. 地球科学进展, 1999, 14(4): 395- 400
- [5] 史培军, 潘耀忠, 陈晋, 等 深圳市土地利用/覆盖变化与生态环境安全分析[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 293- 299
- [6] Rozanov B G, Targulian V, Orlov D S. Soils[A]. In: Turner B L, et al eds The Earth as Transformed by Human Action [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 203- 214
- [7] 史培军, 宋长青, 景贵飞 加强我国土地利用/覆被变化及其对生态环境安全影响的研究——从荷兰“全球变化开放科学会议”看人地系统动力学研究的发展趋势[J]. 地球科学进展, 2002, 17(2): 161- 168
- [8] 秦丽杰, 张郁, 许红梅, 等 土地利用变化的生态环境效应研究——以前郭县为例[J]. 地理科学, 2002, 22(4): 508- 512
- [9] 郝庆凡 黑河调水及思考[J]. 人民黄河, 2001, 23(7): 33- 34
- [10] 郝国占, 潘启民, 曹秋芬 黑河流域水资源供需分析及对策[J]. 西北水资源与水工程, 2001, 12(2): 21- 23
- [11] 丁宏伟, 曹炳媛, 高玉卓, 等 黑河过正义峡河川径流量减少的原因及对策分析[J]. 中国沙漠, 2001, 21(1): 62- 66
- [12] 王根绪, 程国栋, 沈永平 近50年来河西走廊区域生态环境变化特征与综合防治对策[J]. 自然资源学报, 2002, 17(1): 78- 86
- [13] 蒙古军, 李正国 河西走廊土地利用格局及影响因子研究——以张掖绿洲为例[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2003, 39(2): 236- 243
- [14] Meng Jijun, Wu Xiuqin, Li Zhenguo. Landuse/landcover changes in Zhangye oasis of Hexi Corridor[J]. Journal of Geographical Sciences, 2003, 13(1): 71- 75
- [15] 蒙古军, 吴秀芹, 李正国 黑河流域土地利用/覆被变化(1988- 2000)研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2004, 40(4): 922- 929
- [16] 张志强, 徐中民, 王建, 等 黑河流域生态系统服务的价值[J]. 冰川冻土, 2001, 23(4): 360- 366
- [17] 卢玲, 程国栋, 李新 黑河流域中游地区景观变化研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 68- 74
- [18] 胡孟春, 蒋建国, 等 黑河流域生态功能区划及其保护[J]. 农村生态环境, 2002, 18(1): 1- 5
- [19] 蒙古军, 龙花楼, 刘松 绿洲农业生态经济系统的结构与功能分析——以张掖绿洲为例[J]. 应用生态学报, 1999, 10(1): 213- 217
- [20] 王家骥, 李京荣, 常虹 黑河流域生态承载力估测[J]. 环境科学研究, 2000, 13(2): 44- 48
- [21] 金自学, 谢宗平, 谢晓蓉, 等 河西走廊生态系统退化特征研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(4): 11- 15
- [22] 王根绪 干旱荒漠绿洲景观空间格局及其受水资源条件的影响分析[J]. 生态学报, 2000, 20(3): 363- 368
- [23] 高永海 黑河流域近期生态建设的重点区域和重点工程[J]. 中国水土保持, 2002, (1): 8- 10
- [24] 秦大河, 丁一汇, 王绍武, 等 中国西部生态环境变化与对策建议[J]. 地球科学进展, 2002, 17(3): 314- 319
- [25] 张济世, 康尔泗, 赵爱芬, 等 黑河中游水土资源开发利用现状及水资源生态环境安全分析[J]. 地球科学进展, 2003, 18(2): 207- 213
- [26] 伍光和, 江存远 甘肃省综合自然区划[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1998. 70- 71
- [27] 卢玲, 李新, 程国栋 肖洪浪, 黑河流域景观结构分析[J]. 生态学报, 2001, 21(8): 1218- 1225
- [28] 付辉恩 甘肃祁连山水源涵养林的研究[C]. 兰州大学学报文集, 1990
- [29] 吴晓军 河西走廊内陆河流域生态环境的历史变迁[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2000, 28(4): 46- 49
- [30] 王根绪, 程国栋 黑河流域土地荒漠化及其变化趋势[J]. 中国沙漠, 1999, 19(4): 368- 374
- [31] 张继义, 李秉新, 张宏斌, 等 黑河中游生态环境建设的思路与对策[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(1): 62- 65
- [32] 李福兴, 杜虎林, 肖洪浪 河西走廊的生态环境战略和建设[J]. 甘肃环境研究与检测, 1996, 9(3): 4- 10
- [33] Meng Jijun, Long Huabou. The key factor of oasis ecological balance: water resources- case study of Zhangye Oasis [J]. Chinese Journal of Arid Land Research, 1998, 11(3): 255- 262
- [34] 李旭 额济纳绿洲生态抢救和保护刻不容缓[J]. 中国水土保持, 2001, (9): 14- 15
- [35] 刘钟龄, 朱宗元, 郝敦元 黑河流域地域系统的下游绿洲带资源- 环境安全[J]. 自然资源学报, 2002, 17(3): 286- 293
- [36] 钟华平, 刘恒, 王义, 等 黑河流域下游额济纳绿洲与水资源的关系[J]. 水科学进展, 2002, 13(2): 223- 228
- [37] 龚家栋, 程国栋, 张小由, 等 黑河下游额济纳地区的环境演变[J]. 地球科学进展, 2002, 17(4): 491- 496
- [38] 刘湘南, 黄方 土地利用变化驱动下的区域生态环境退化机制分析[J]. 东北师大学报(自然科学版), 2002, 34(1): 87- 92