

黑河流域景观动态变化研究

李云玲¹, 严登华², 裴源生², 秦大庸²

(1. 河海大学水资源环境学院, 江苏 南京 210098 2. 中国水利水电科学研究院水资源研究所, 北京 100044)

摘要: 在 RS 和 GIS 技术支持下结合 GIS 软件中的景观分析软件 FRAGSTAT3.2, 分析 1985 年以来黑河流域景观格局的动态变化和景观占补平衡, 同时采用景观重心模型计算黑河流域景观类型的重心偏移, 分析景观动态变化及其特征. 结果表明: 景观重心分布, 从流域上游到流域下游, 依次为林地、水域、耕地、居工地、草地、未利用土地; 生命支持能力较强景观和生命支持能力脆弱景观集中分布于黑河流域的上游和下游地区; 流域景观分布呈现明显的地带性规律; 在自然和人类活动影响下, 1985~2000 年间, 黑河流域生态状况呈现出“局部有所改善, 整体仍在恶化”的发展态势.

关键词: 黑河流域; 景观动态; 占补平衡

中图分类号: X321

文献标识码: A

文章编号: 1000-198X(2005)01-0006-05

黑河流域, 由于受到自然和高强度的人类活动的影响, 其生态环境十分脆弱. 研究流域景观变化首先要从宏观层次上研究生态演化. 由于生态演化包括个体、种群、群落、生态系统和景观等多个层次的演化, 不同层次上生态演化的表征指标体系也不相同. 本文在 RS 和 GIS 技术支持下结合 GIS 软件中的景观分析软件 FRAGSTAT3.2^[1,2], 分析 1985 年以来黑河流域景观格局的动态变化和景观占补平衡; 同时, 采用景观重心模型计算黑河流域景观类型的重心偏移, 分析景观动态变化及其特征^[3].

1 黑河流域自然地理概况

黑河流域是我国西北地区第二大内陆河流域. 该流域介于 98°E ~ 102°E, 37°50'N ~ 42°40'N 之间, 东西宽 390 km, 南北长 510 km, 总面积 14.29 万 km², 涉及甘肃省、青海省和内蒙古自治区.

黑河干流从南部祁连山发源地到居延海, 全长 821 km. 上游祁连山地降水充沛, 是流域水资源的主要形成区, 自然生态系统复杂多样, 主要以森林、草原和冰川自然景观生态系统为主^[4,5]; 从莺落峡进入河西走廊, 纳山丹河、洪水河, 流向西北, 经临泽、高台汇梨园河、摆浪河穿越正义峡, 进入阿拉善平原. 中游张掖绿洲水资源相对丰富, 农业发达, 开垦历史悠久, 是黑河径流主要利用区; 黑河流经正义峡谷后北流至内蒙古自治区额济纳旗境内的狼心山西麓, 又分为东西两河, 最终分别注入东、西居延海. 下游以荒漠草原景观生态系统为主, 气候极端干燥, 是黑河径流消失区, 也是黑河流域生态最为脆弱的区域.

2 材料与方法

2.1 数据源

流域景观分析是建立在大量的空间景观表征数据基础上的, 黑河流域景观的源信息为 1985 年和 2000 年 Landsat TM 数字图像, 波段组成为 4, 3, 2 (RGB), 地面分辨率为 30 m, 时相为 6~10 月份.

2.2 景观类型与遥感解译

2.2.1 景观分类

黑河流域景观类型划分采用两级分类系统, 景观类型包括耕地(1)、林地(2)、草地(3)、水域(4)、居工地(5)和未利用地(6)等 6 类. 这 6 大类又划分为 23 个亚类^[6], 如图 1 所示.

2.2.2 遥感解译

先对图像进行几何纠正选择、坐标变换和增强处理,以确立解译标志和解译精度,再在 GIS 工作平台上通过人机交互方式并采用直接解译法、图像处理法、信息融合法和逻辑推理法进行解译.根据土地资源分类调查及可能达到的规定精度,对应用陆地卫星 TM 图像并以细小地物成数抽样方法量测达不到预期精度的地类,均不单独列入分类系统.野外调绘、核实结果表明,此次遥感解译精度较好.

2.3 景观格局及其变化表征方法

2.3.1 景观格局指数的表征方法

表征景观格局的指数很多,结合黑河流域实际,本文选取斑块数量、景观分维指数 F_d 、景观蔓延度指数 $CONT$ 、景观结合度指数 $COHESION$ 及辛普森(Simpson)多样性指数 H' 来表征黑河流域景观空间格局的动态变化.

斑块数量根据 TM 影像属性表可直接统计得到.景观分维指数、景观蔓延度指数、景观结合度指数以及辛普森多样性指数分别用如下公式进行计算^[7].

$$F_d = \frac{2\ln(0.25P_{ij})}{\ln a_{ij}}$$

式中: P_{ij} ——景观斑块周长; a_{ij} ——斑块面积.

$$CONT = \left[\left(g_{ii} / \sum_{k=1}^m g_{ik} \right)^{-2P_i+1} / (2 - 2P_i) \right] \times 100\%$$

式中: g_{ii} —— i 类景观中像元的相似邻接数; g_{ik} —— i 和 k 类景观像元的相似邻接数; P_i —— i 类景观所占面积比; m ——景观类型总数.

$$COHESION = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij}^*}{\sum_{j=1}^n P_{ij}^* \sqrt{a_{ij}^*}} \right] \left[1 - \frac{1}{\sqrt{Z}} \right]^{-1}$$

式中: P_{ij}^* ——像元方式的斑块 ij 的周长; a_{ij}^* ——像元方式的斑块 ij 的面积; Z ——景观的总像元数; n ——斑块总数.

$$H' = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2$$

式中 P_i 为 i 类景观所占面积比.

2.3.2 景观类型空间整体变化表征方法

为定量描述景观类型的空间变化,采用如下重心模型进行分析.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i y_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

式中: $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ ——景观分布重心的横坐标(经度)和纵坐标(纬度); a_i —— i 个景观单元(地块)的面积; x_i 、 y_i —— i 个景观单元质心的横坐标(经度)和纵坐标(纬度); n ——景观单元的数量.其中景观单元质心的经、纬度坐标可在 ArcGIS 的 Arc 模块下通过执行相关操作命令获得.

2.3.3 流域绿洲化过程与荒漠化过程的占补平衡

为定量分析流域绿洲的总体变化趋势,将在统计起始时刻为绿洲、终止时刻不为绿洲的地块称为绿洲的退缩区(沙漠/荒漠扩张区),起始时刻不为绿洲、终止时刻为绿洲的地块称为绿洲的扩张区(沙漠/荒漠退缩区).对比分析绿洲退缩区和扩张区的空间格局和数量特征,就可定量分析流域“绿洲化”和“沙漠化”强度的占补平衡.

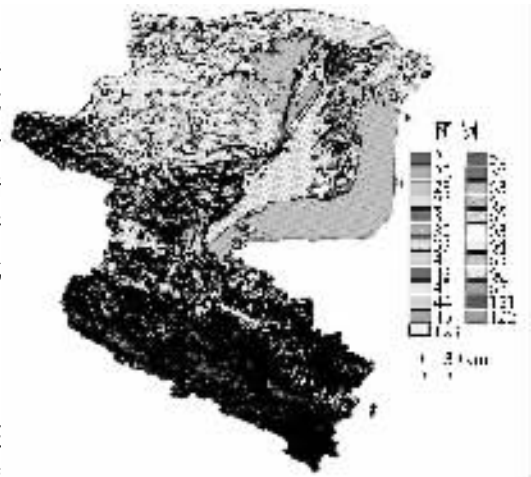


图 1 黑河流域景观现状分布
Fig.1 Current landscape distribution
in Heihe River Basin

2.4 数据处理平台

流域景观格局分析是在 Arcview 和 Fragstat3.2 的套用下完成的.在 Arcview 平台支持下,首先将矢量格式的景观类型分布图转换成栅格格式,在 Fragstat3.2 中设置相关参数文件,再进行不同时间段的景观格局分析.

景观类型的转移,是将不同时间段的景观类型分布图,在 ArcGIS 平台支持下执行 union 操作,获取不同时段同一地块的土地利用类型编码,从而建立景观类型转移矩阵.

3 结果与讨论

3.1 流域景观概况

从景观组成来看,黑河流域耕地、林地、草地、水域、城镇、工矿和居民用地、未利用土地的比例分别为 3.32%、4.10%、17.73%、1.05%、0.25% 和 73.55%.由此可知,未利用土地占据了景观主导地位,水域景观面积比例严重偏低.

3.2 景观格局的空间动态变化

黑河流域斑块数量整体上呈下降趋势(表 1),表明流域景观的破碎程度在整体上呈下降趋势;流域景观形状更为简单,其分维数从 1985 年的 1.344 4 下降到 2000 年的 1.341 8,从景观的边缘效应看,这不利于流域景观的稳定.从斑块之间的关系来看,景观的蔓延度指数呈增加趋势,但结合度指数的变化不大.从流域景观的多样性变化角度来看,黑河流域景观多样性指数呈弱的上升趋势.根据多样性与稳定性的关系,多样性指数的增加,从一定意义上促进了黑河流域生态格局的稳定.

3.3 景观类型空间上的整体偏移

1985 年黑河流域各类景观重心从北向南依次为未利用景观、草地、居工地、耕地、水域和林地,2000 年景观重心从北到南依次为未利用土地、草地、居工地、耕地、水域和林地.景观重心的分布,从整体上反映了黑河流域景观分布的地带性规律(图 2).

表 1 黑河流域景观格局整体变化特征

Table 1 Landscape patterns in Heihe River Bain					
年份	斑块数量	F_d	$CONT$	$COHESION$	H'
1985	18 504	1.344 4	55.803	0.988	0.809
2000	18 053	1.341 8	55.918	0.988	0.810

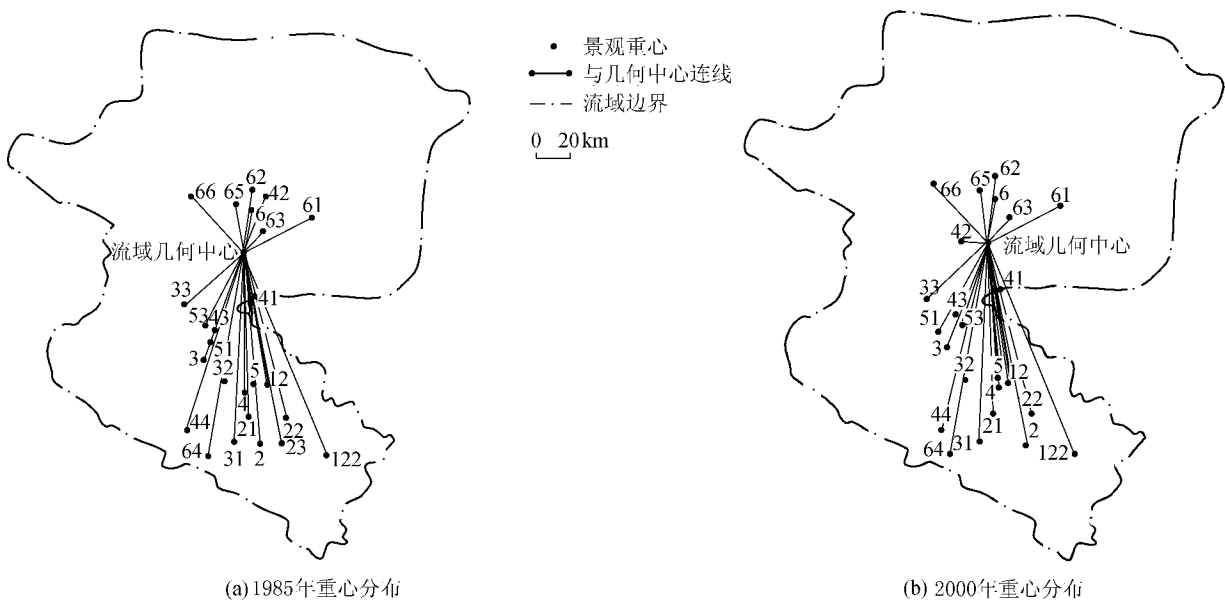


图 2 黑河流域景观重心分布及动态转移

Fig.2 Distribution and dynamic transfer of landscape gravity centers in Heihe River Basin

从景观类型偏离流域几何中心的程度来看,最大偏离为林地,最小偏离为未利用土地,说明黑河流域林地景观分布格局不合理,未利用土地分布较为合理.这对于流域生态安全来说,生命支持能力较强的景观与脆弱景观的分布不相匹配.从 1985~2000 年景观重心的偏移距离(表 2)来看,水域景观的偏移距离最大,达到 10 043.03 m,未利用土地景观的偏移距离最小,仅为 172.09 m.这说明,在自然和人为非理性活动影响下,

黑河流域水域景观空间格局的变化最大。

表 2 黑河流域景观重心及其移动情况

Table 2 Landscape gravity centers and their movement in Heihe River Basin

景观类型	2000 年		1985 年		偏移	
	距离/m	地理坐标	距离/m	地理坐标	距离/m	方向
林 地	194 078.38	100°17'24"E, 38°47'20"N	194 825.13	100°17'20"E, 38°46'55"N	782.25	NE
草 地	122 566.35	99°21'14"E, 39°25'33"N	119 419.95	99°22'4"E, 39°27'7"N	3 162.59	SW
水 域	158 057.52	99°59'49"E, 39°4'30"N	159 591.03	99°52'55"E, 39°3'14"N	10 043.03	NE
居工地	148 963.36	99°58'55" E, 39°9'14"N	149 418.31	99°58'55"E, 39°8'59"N	454.95	W
未利用土地	47 942.13	99°50'2"E, 40°53'16"N	48 103.67	99°49'58"E, 40°53'20"N	172.09	SE
耕 地	155 784.08	100°5'13"E, 39°6'17"N	156 886.56	100°6'7"E, 39°5'49"N	1 513.66	NE

3.4 景观占补平衡

从整体上看,黑河流域景观以未利用土地景观(主要是荒漠化景观)和草地景观为主,分别占流域总面积的 73.55%和 17.73%。相比之下,这两类景观的生命支持能力都非常弱。在绿色景观中,草地景观抵抗外界干扰的能力较弱,这也反映出黑河流域脆弱的生态背景特征。从景观的动态转移来看,旱田、林地、居工地和未利用土地等景观类型呈扩张趋势,草地和水域两种类型景观呈退缩趋势(表 3)。

表 3 黑河流域 1985 ~ 2000 年间景观占补平衡

Table 3 Occupancy and supplement balance of landscape from 1985 to 2000 in Heihe River Basin

景观类型	退缩区		扩张区		占补平衡	
	退缩面积①/km ²	占退缩区总面积的百分比②/%	扩张面积③/km ²	占扩张区总面积的百分比④/%	(③ - ①)/km ²	④/②
旱 田	74.59	6.48	214.97	18.68	140.37	2.88
林 地	41.00	3.56	55.99	4.87	14.99	1.37
草 地	520.21	45.20	70.25	6.10	- 449.96	0.14
水 域	296.74	25.79	32.86	2.86	- 263.89	0.11
居工地	0.04	0.00	51.82	4.50	51.78	> 1 200
未利用土地	218.23	18.96	724.94	62.99	506.71	3.32

从扩张景观动态变化来看,未利用土地景观的扩张面积最大,净扩张面积 506.71 km²;其次为旱田,净扩张面积 140.37 km²;林地和居工地的净扩张面积最小,仅为 14.99 km²和 51.78 km²。从退缩景观动态变化来看,草地退缩面积最大,净退缩面积达到 449.96 km²;其次为水域景观,其退缩面积达到 263.89 km²。从人工景观来看,居工地的扩张占用了农田,且在农田退缩区中所占比重最大,这是有悖于基本农田保护法规的;旱田的扩张则主要是通过对未利用土地景观的综合开发进行的。从林草地的动态变化来看,退缩区的绝大部分都转变成了未利用土地,这也是流域尺度上荒漠化的集中体现。从林草地的扩张区来看,其扩张主要是通过荒漠化综合治理而形成的,但较之沙漠化对其的侵蚀来看,扩张程度还是非常微弱的。同时,林地中还有一部分是通过防护林修建和退耕措施转变而来的。就水域景观变化而言,其退缩区大部分转变成了未利用土地;从其扩张区的构成来看,扩张区主要由草地转变而来。从未利用土地动态变化来看,其扩张主要是因为草地退化而造成的,其退缩区大部分转变成了旱田。

4 结 论

- a. 黑河流域的景观分布呈现出明显的地带性规律,景观重心,从流域上游到流域下游,依次为林地、水域、耕地、居工地、草地、未利用土地。
- b. 生命支持能力较强景观和生命支持能力脆弱景观较集中分布于黑河流域的上游和下游地区;在自然和人类活动影响下,流域景观变化极不均匀。水域景观重心变化表明,上游过多地占用了流域的水资源,这将使流域下游生态环境变得更加脆弱。因此,必须对流域水资源实行统一管理,调整流域上下游用水比例,合理分配水资源。
- c. 1985 ~ 2000 年间,黑河流域生态状况呈现出“局部有所改善,整体仍在恶化”的发展态势。黑河流域的演化历程表明,黑河流域生态演化是人类活动和自然要素综合作用的结果。

参考文献：

[1] ROBERT T W , WILLIAM D S. Managing land use and land-cover change : the new jersey pinelands biosphere reserve[J]. Annals of the Associations of American ,1999 ,89(2) :220—235.

[2] VERBRUG P H , KONING G H J. A spatial explicit allocation procedure for modeling the pattern of land use change based upon actual land use[J]. Ecological Modeling ,1999 ,116 :45—60.

[3] 庄大方 ,刘纪远.中国土地利用程度的区域分异模型研究[J].自然资源学报 ,1997 ,12(2) :10—14.

[4] 陶希东 ,赵鸿婕.黑河流域退化生态系统恢复与重建问题探讨[J].中国人口·资源与环境 ,2002 ,12(6) :104—105.

[5] 卢玲 ,李新 ,程国栋 ,等.黑河流域景观结构分析[J].生态学报 ,2001 ,21(8) :12—17.

[6] 严登华.东辽河流域景观格局及其动态变化研究[J].资源科学 ,2004 ,26(1) :31—35.

[7] 邬建国.景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M].北京 :高等教育出版社 ,2000. 106—109 ,189—207.

Dynamic variation of landscape in Heihe River Basin

LI Yun-ling¹ , YAN Deng-hua² , PEI Yuan-sheng² , QIN Da-yong²

(1. College of Water Resources and Environment , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China ;
2. Water Resources Department , China Institute of Water Resources and Hydropower , Beijing 100044 , China)

Abstract :With the support of the RS and GIS techniques , the dynamic variation of landscape patterns and their balance in occupancy and supplement in the Heihe River Basin since 1985 were analyzed by use of the landscape analysis software FRAGSTAT3.2 , and the offset of the center of gravity for different kinds of landscape was calculated. The results show that centers of gravity of landscape are in the sequence of wooded lands , water areas , croplands , habitation and building sites , grasslands , and unused lands from the upstream to the downstream of the river basin , with the landscapes of strong and vulnerable life sustaining powers mainly concentrating in the areas on the upper and lower Heihe River Basin , and that the landscape distribution in the river basin demonstrates an obvious regularity of zonality. Under the influence of nature and human activities , the ecological environment shows a variation trend of“ the part is improved , while the whole is deteriorated. ” from 1985 to 2000.

Key words :Heihe River Basin ; state of landscape ; occupancy and supplement balance