

1964—1970 年盐池荒漠草原村土地利用变化对 “以粮为纲”政策的响应

周娟¹, 宋乃平¹, 李团胜², 潘军¹, 安超平¹, 谢应忠¹

(1. 宁夏大学西北土地退化与生态恢复国家重点实验室培育基地, 西北退化生态系统恢复与重建教育部重点实验室, 宁夏 银川 750021;
2. 长安大学地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 为了解“以粮为纲”政策对荒漠草原地区土地利用及景观格局变化产生的影响, 以宁夏盐池县皖记沟村为研究对象, 利用 GIS 和 Fragstats 软件对 1964、1968 年和 1970 年美国 KeyHole 卫星图像解译和分析。结果表明: 1964—1970 年主要的土地利用类型中, 草地作为景观基质占据绝对优势(占土地利用总面积的 54.92% ~ 47.57%), 耕地和撂荒地约占总面积的 25%, 沙地大幅增加(14.68% ~ 20.51%), 盐碱地面积随降水量波动变化。从不同景观类型斑块数量及破碎化指数来看, 沙地和盐碱地在 60 年代初期和末期基本不变, 其他类型减少的程度分别为: 草地为 72 和 0.015, 撂荒地为 29 和 0.019, 耕地为 35 和 0.066。研究认为“以粮为纲”政策在荒漠草原地区也实施了土地开垦并造成了沙地边缘的不断扩张, 诱发了沙化、盐碱化等生态问题, 说明不分地域而实施的一刀切政策, 很可能导致严重的生态恶果。

关键词: 土地利用; 景观格局; “以粮为纲”政策; 荒漠草原村域

中图分类号: F301; P208 **文献标志码:** A

Dynamic changes of land use in deserting-grazing village under the policy of “taking grain as the highest priority” in Yanchi country from 1964 to 1970

ZHOU Juan¹, SONG Nai-ping¹, LI Tuan-sheng², PAN Jun¹, AN Chao-ping¹, XIE Ying-zhong¹

(1. Breeding Base for State Key Laboratory of Land Degradation and Ecological Restoration in Northwest China, Key Laboratory for Restoration and Reconstruction of Degraded Ecosystem in North-western China of Ministry of Education, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China;
2. College of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054, China)

Abstract: In order to assess the effect of the “taking grain as the highest priority” policy on land use change in deserting-grazing village and urban landscape pattern change, we used the village of Wanjiagou in Yanchi county as an example. By GIS and Fragstats software, this study interpreted and analyzed three aspects of the United States KeyHole satellite image in 1964, 1968 and 1970. The results show that grassland, as the matrix of the landscape, was in an absolute dominance (54.92% ~ 47.57%) in the main types of land use in Wanjiagou village from 1964 to 1970. At the same time, cultivated land and abandoned land accounted for about 25% of total area, and sand land was significantly increased (14.68% ~ 20.51%). Saline area fluctuated with the precipitation. In terms of the number of patches from different types of landscape and fragmentation index, sandy and saline land basically unchanged in the early and late 60 s. by contrast, grassland was reduced by 72 and 0.015, abandoned land by 29 and 0.019, and cultivated land by 35 and 0.066. In conclusion, the “Taking grain as the highest priority” policy in deserting-grazing village caused an excessive land reclamation and ecological problems such as desertification, salinization.

Keywords: land use; landscape pattern; the “take grain as the highest priority” policy; deserting-grazing village

收稿日期: 2016-04-24

基金项目: 国家自然科学基金(41461046); 国家重点基础研究发展计划前期专项(2012CB723206); 宁夏大学 211 项目

作者简介: 周娟(1991—), 女, 回族, 宁夏同心人, 硕士研究生, 研究方向为土地利用与生态过程。E-mail: smfh-18@126.com。

通信作者: 宋乃平(1963—), 男, 陕西扶风人, 教授, 博士生导师, 主要从事土地利用与生态过程研究。E-mail: songnp@163.com。

我国在 20 世纪 50~70 年代实行的“以粮为纲”是一项影响深远的经济政策^[1-2],其出台既有其社会发展的必然性,也与中国特殊时期的国情有密切关系。地处荒漠草原带的宁夏盐池县当时积极响应号召,动员农民大量开荒,开展“农业学大寨”和“五亩地上闹革命”运动,改土、打井、治水,大搞基本农田建设^[3-4]。很多学者认为,“以粮为纲”政策的实施致使草原严重沙化,对生态环境带来了破坏。而宋乃平等^[5]的研究表明,执行“以粮为纲”政策与生态环境破坏并不是必然的因果关系。由于缺少当时的遥感影像数据,很难对“以粮为纲”政策实施的具体过程进行深入研究,很难切中其利弊。近年解密的 60 年代美国 KeyHole 卫星图像,为定量解释这个过程提供了可能性。本文从土地利用及景观变化入手,分析制度与政策因素对荒漠草原村落土地利用和景观生态的影响,为当前的退耕还林草和“藏粮于草”政策以及可能的再度开垦等提供科学依据。

1 研究区概况

盐池县位于宁夏回族自治区东部,处鄂尔多斯台地向黄土高原过渡地带,也是干旱荒漠向半干旱典型草原的过渡地带,属于典型的温带大陆性气候,多年平均气温 8.4°,多年平均降水量为 292 mm,降水的年际和年内变化剧烈,蒸发量高达 2 710 mm,是生态环境变化的敏感区域^[6]。研究区皖记沟行政村位于盐池县东北方向,距离盐池县城 8 km,地势南高北

低。皖记沟行政村(107°22'E—107°33'E,37°47'N—37°57'N)下辖杨寨子、北王圈、南王圈、皖记沟、李寨子 5 个自然村,均属于典型的荒漠草原村落^[4,7]。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及处理

采用土地利用调查并结合农户调查的研究方法。利用 ArcGIS 软件对 1964、1968 年及 1970 年的 KeyHole 图像进行几何校正和配准处理,用研究区边界矢量数据对遥感图像进行裁剪。进而结合实地调查和地形图解译土地利用,再用农户的历史土地利用调查对解译结果进行验证和校正,得到 3 期土地利用现状图^[8-10]。

农户调查分为村级调查和入户调查。村级调查以自然村为单元,于 2015 年访谈 5 个自然村的老村长,获取 20 世纪 50 年代末到 80 年代初政策影响下土地利用的变化过程,并与《盐池县生态志》^[3]的记载相互印证。

2.2 土地利用数据分析

运用 ArcGIS 10.1 的 overlay 模块对 1964、1968 年和 1970 年三期土地利用矢量图层叠置,得到三期土地利用转移矩阵,并在数据库软件 Excel 中计算出各种土地利用类型的面积、所占比例及变化幅度(表 1 和表 2)。再运用 Fragstas 4.2 进行景观指数计算,得到皖记沟景观水平上各土地类型的斑块数和景观破碎化指数^[11]。

表 1 1964—1970 年皖记沟土地利用数量及比例

Table 1 Land use changes in Wanjigou Village during 1964—1970

地类 Land type		1964	1968	1970	1964—1970
草地 Grassland	面积 Area/hm ²	3910.82	3444.86	3387.41	-523.41
	比例 Proportion/%	54.92	48.37	47.57	-7.35
耕地 Cultivated land	面积 Area/hm ²	773.28	593.09	974.94	201.66
	比例 Proportion/%	10.86	8.33	13.69	2.83
居民点 Resident	面积 Area/hm ²	6.13	5.35	34.19	28.06
	比例 Proportion/%	0.09	0.08	0.48	0.39
撂荒地 Abandoned land	面积 Area/hm ²	978.85	1168.55	786.35	-192.49
	比例 Proportion/%	13.74	16.41	11.04	-2.70
沙地 Sand	面积 Area/hm ²	1045.31	1289.71	1460.97	415.66
	比例 Proportion/%	14.68	18.11	20.51	5.84
盐碱地 Saline-alkali land	面积 Area/hm ²	407.16	619.99	477.68	70.52
	比例 Proportion/%	5.72	8.71	6.71	0.99
总计 Total	面积 Area/hm ²	7121.55	7121.55	7121.55	0.00

表2 1964—1968年皖记沟村土地利用转移矩阵

Table 2 Transition matrix of the change of land use types in Wanjigou Village during the period from 1964 to 1968

项目 Items	草地 Grassland	耕地 Cultivated land	居民点 Resident	撂荒地 Abandoned land	沙地 Sand	盐碱地 Saline-alkali land	1964年总计 Total of 1964
	草地 Grassland/hm ²	2588.19	291.41	0.14	481.82	436.43	112.83
<i>P</i> /%	66.18	7.45	0.00	12.32	11.16	2.89	100.00
耕地 Cultivated land/hm ²	268.78	196.37		241.07	66.03	1.03	773.28
<i>P</i> /%	34.76	25.39		31.18	8.54	0.13	100.00
居民点 Resident/hm ²	0.23	0.07	5.20		0.62		6.13
<i>P</i> /%	3.76	1.21	84.92		10.11		100.00
撂荒地 Abandoned land/hm ²	394.56	95.24		383.47	79.25	26.33	978.85
<i>P</i> /%	40.31	9.73		39.18	8.10	2.69	100.00
沙地 Sand/hm ²	186.82	9.70		62.18	672.67	113.93	1045.31
<i>P</i> /%	17.87	0.93		5.95	64.35	10.90	100.00
盐碱地 Saline-alkali land/hm ²	6.42	0.28			32.63	363.03	407.16
<i>P</i> /%	1.58	0.07			8.01	89.16	100.00
1968年总计 Total of 1968/hm ²	3444.87	593.09	5.35	1168.55	1289.71	619.99	7121.55

注:表中数值表示1964年的土地利用类型转变为1968年的各种土地利用类型的面积。*P*表示1964年由*i*种土地利用类型转变为1968年的*j*种土地利用类型的面积占这一时期由*i*类土地利用类型面积转变为非*i*类土地利用类型面积的比例^[15-16]。

Note: values in the table represents the changes area of land-use from 1964 to 1968 under different land use types. Rows *P* represents the *i* kind of land-use in 1964 changes for the area of *j* type of land use in 1968 by *i* kind of land use types in this period into a proportion of non-land use types^[15-16].

3 结果与分析

3.1 土地利用类型结构及面积的数量变化分析

从1964、1968年及1970年皖记沟村土地利用图(图1)可以看出,皖记沟村土地利用类型为草地、耕地、撂荒地、盐碱地和沙地等。各类地在3个年份的比重如表1。草地在所有土地利用类型中一直占有绝对优势,是研究区景观的基质,其他土地利用类型以不同的比例镶嵌其中。1960年代,研究区完全依赖雨水。1964年的全年和春季降水量都很丰沛(图2),农民当年开垦和种植的动力强劲,因而耕地面积较大。1968年春季降水量较少,耕地面积也最少。1970年春季降水量增加,耕地面积也有所增加。1960年代研究区流行撂荒耕作制度,耕地与撂荒地

成为各年度间耕地调蓄的源汇,互相转换,而且比重较大,在1964、1968、1970年这三年二者占总土地面积的比例之和分别为24.6%、24.74%和24.73%,非常接近。说明整个60年代,耕地及其后备资源占到总耕地面积的近1/4。与耕地随降水量等波动变化不同的是沙地不断增加,从1964年到1968年在皖记沟村南部扩张,到1970年向皖记沟村中部扩散,面积也从1964年占总面积的14.68%大幅增加到1970年的20.51%。皖记沟村的盐碱地主要是由柳杨堡村的一条间歇性洪水沟流经南王圈西缘至北王圈西北部。它既随年际间降水量波动,也逐年积盐扩张。皖记沟村盐碱地面积的变化,反映了降水量增加消减盐碱地面积,而干旱年份盐碱地面积则有所反弹,总体上呈现增加趋势。

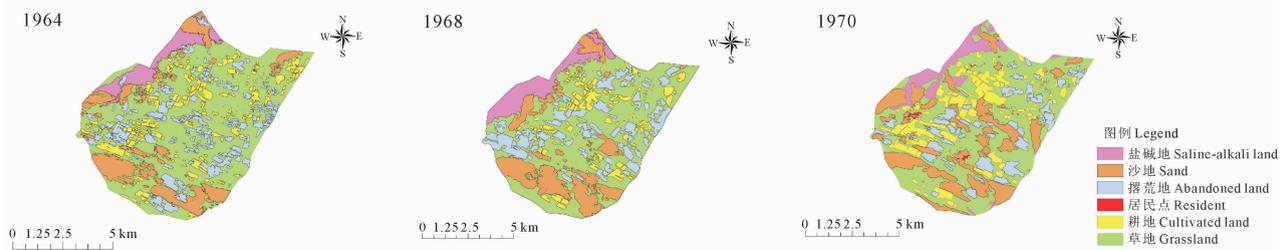


图1 皖记沟1964、1968、1970年土地利用空间分布

Fig. 1 Land use of Wanjigou Village in 1964, 1968 and 1970

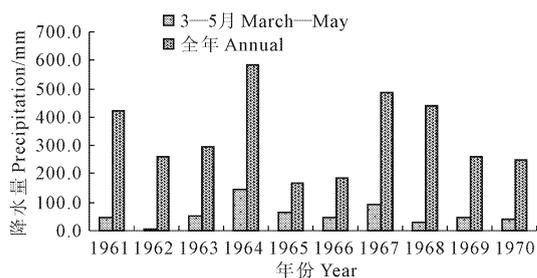


图 2 1961—1970 年皖记沟村降水量

Fig.2 The precipitation of Wanjiagou Village from 1961 to 1970

3.2 土地利用面积转移矩阵

土地利用面积转移矩阵反映了在不同时间段内,各种土地利用类型之间的相互转换关系^[12-14]。

表 3 1968—1970 年皖记沟村土地利用转移矩阵

Table 3 Matrix of the change of land use types in Wanjiagou Village during the period from 1968 to 1970

项目 Items		草地 Grassland	耕地 Cultivated land	居民点 Resident	撂荒地 Abandoned land	沙地 Sand	盐碱地 Saline-alkali land	1968 年总计 Total of 1968
1968	草地 Grassland/hm ²	2173.80	389.40	25.53	306.85	488.41	60.86	3444.87
	P/%	63.10	11.30	0.74	8.91	14.18	1.77	100.00
	耕地 Cultivated land/hm ²	130.97	261.14	0.68	166.11	33.26	0.94	593.09
	P/%	22.08	44.03	0.11	28.01	5.61	0.16	100.00
	居民点 Resident/hm ²	2.95	0.56	1.34	0.27	0.22		5.35
	P/%	55.12	10.56	25.13	5.04	4.16	100.00	
	撂荒地 Abandoned land/hm ²	486.61	265.84	0.48	280.61	135.02		1168.55
	P/%	41.64	22.75	0.04	24.01	11.55		100.00
	沙地 Sand/hm ²	472.59	52.05	6.16	32.51	655.65	70.76	1289.71
	P/%	36.64	4.04	0.48	2.52	50.84	5.49	100.00
	盐碱地 Saline-alkali land/hm ²	120.50	5.95			148.41	345.13	619.99
	P/%	19.44	0.96			23.94	55.67	100.00
	1970 年总计 Total of 1970/hm ²	3387.41	974.94	34.19	786.35	1460.97	477.68	7121.55

(2) 耕地转移分析:1964 年至 1970 年间,皖记沟村的耕地面积呈减少趋势,主要向草地和撂荒地转移,占同期耕地转移比例的 34.76% 和 31.18%。还有一小部分耕地转化成了沙地和盐碱地,占同期耕地转化比例的 8.54% 和 0.13%。1968 年至 1970 年耕地呈增加趋势,主要由草地及撂荒地转移而来,3 年内面积增加了 381.85 hm²。皖记沟村自 1958 年成立人民公社后,开始大面积开垦草原,一方面是出于人口增加的需要,另一方面是政策的驱动。旱作杂粮的产量平常年份一般在 375 ~ 600 kg·hm⁻²,因此所需要的耕地面积就大,人均耕地面积都在 1.33 hm² 以上。1959—1961 年的“自然灾害”在皖记沟并不严重,周边农耕地的人口大量移入草原区,粮食生产的不足刺激了土地开垦。

(3) 撂荒地转移分析:1964 年至 1970 年间,撂

从表 2 和表 3 的皖记沟村 1964—1970 年的土地利用转移矩阵我们可以得出:

(1) 草地转移分析:1964 年至 1970 年间,皖记沟村的草地总面积是减少的,在 1964 年至 1968 年期间,草地主要在撂荒地及沙地之间进行转移,有 22.03% 的草地转移为耕地。由于气候干旱或者地力衰退,大部分耕地转变为撂荒地,已有的撂荒地又转化为草地,占撂荒地同期转化率的 12.32%。由于过度放牧和干旱加剧,部分草地转移为沙地,占同期转化面积的 11.16%。而 1968 年至 1970 年间,草地继续向耕地和沙地转移,转移面积分别占同期转移比例的 11.3% 和 14.18%。

荒地面积变化正好与耕地相反,整体是呈先增加后减少的趋势。在这 4 年中,撂荒地面积增加主要来自于耕地,有 95.24 hm² 的耕地被撂荒而转化为撂荒地,这符合当地土地利用变化对“以粮为纲”政策响应的总体趋势。一方面生产队需要大量开垦农田以提高粮食总产量,一方面地力下降,开垦两年的新耕地又沦为撂荒地。1968 年至 1970 年撂荒地呈现减少趋势,主要转化为草地、耕地和沙地,分别占同期转化比例的 41.64%、22.75% 和 11.55%,说明这一时期部分撂荒地复垦,重新转化为耕地,部分撂荒地继续撂荒,转化为草地或沙地。

(4) 盐碱地转移分析:从 1964 年到 1970 年,皖记沟村盐碱地整体呈现先增加后减少的趋势。1964 年至 1968 年盐碱地面积增加主要由沙地转化而来,转化面积为 32.63 hm²,占同期沙地转出面积的

8.01%。而1968年至1970年盐碱地主要由沙地和部分草地转移而来,占同期转化比例的23.94%和19.44%。说明皖纪沟村6年间盐碱地主要在沙地和草地之间转化,且随着沙化态势加剧土地盐碱化也随之增加。

(5) 沙地转移矩阵分析:由表中可以看到,皖记沟沙地整体呈现增加趋势,主要由草地转移而来,1968年转移面积占同期比例的17.87%,同时也有少量撂荒地及盐碱地转化为沙地,占同期比例为5.95%和10.9%。1968年至1970年,草地转移为沙地面积占同期转移比例36.64%,同时也有少量耕地及盐碱地转移为沙地,分别占同期转移比例4.04%和5.49%。沙地面积的不断加,沙化程度的不断加深,主要驱动因子主要是由于畜牧业发展,撂荒地边缘沙化及草地退化而导致,也说明人们对土地保护力度不够,一味开垦草地与放荒耕地,加之气候因素影响,导致沙化程度加剧。

皖记沟土地利用总体上表现为沙地和耕地大幅度扩张,盐碱地增加,并伴随着草地和撂荒地大面积丧失。在整个研究时段内,主要有以下几大类型的转化:草地、撂荒地、耕地向耕地的转变,其中草地转为耕地的面积最大,同时大量耕地转化为撂荒地。沙地

和草地相互转化,转化面积基本相当,但草地和撂荒地面积总体上均减少。草地向耕地和沙地方向转化,其中草地转向沙地的面积占沙地总面积的30%以上。说明受“以粮为纲”政策影响,随着不断开垦,皖记沟村地力下降,生态问题不断呈现,大量草地被开垦种粮,开垦造成的草地向耕地的转移主流又逐渐被耕地向撂荒地、沙地等替代,沙地盐碱地扩张。

3.3 景观指数分析

在整个研究区内,沙地斑块数越来越多,沙地由1964年的29个增加到1970年的32个,盐碱地斑块变化不大,而且位置基本固定,可见其发生的规律性较强。草地、耕地、撂荒地都较1964年有所减少。可见经过1950年代末到1960年代初的大开垦高潮之后,土地利用变化趋向平稳。1970年的草地、耕地、撂荒地和盐碱地的景观斑块数量、破碎化指数均小于1964年,说明景观斑块总体上数量减少而面积扩大,景观分布趋于连片,景观斑块向着更规律分布的方向发展。而沙地斑块数量增加,说明人类活动使这些景观被其它景观隔离,斑块镶嵌分布,景观破碎化程度呈增大趋势^[17-19]。可以看到,人类活动使整体景观向有序方向发展的同时,局部地区景观破碎化现象亦存在^[20-21]。

表4 1964—1970年皖记沟土地利用景观指数

Table 4 Land use landscape index table of Wanjigou Village in 1964—1970s

土地类型 Land type	1964		1968		1970	
	图斑数 Number of patches/a	景观破碎度 Landscape fragmentation	图斑数 Number of patches/a	景观破碎度 Landscape fragmentation	图斑数 Number of patches/a	景观破碎度 Landscape fragmentation
草地 Grassland	166	0.0424	61	0.0177	94	0.0278
耕地 Cultivated land	105	0.1374	61	0.1024	70	0.0718
撂荒地 Abandoned land	72	0.0735	39	0.0333	43	0.0541
沙地 Sand	29	0.0276	28	0.0217	32	0.0219
盐碱地 Saline-alkali land	7	0.0173	3	0.0048	8	0.0167

同时在这6年中,政策的实施,带来社会经济环境的变化,深刻影响着土地利用和景观格局变化。由于盐池县贯彻“以粮为纲”的生产方针,动员全县大量开荒,许多草地被开垦为耕地,造成天然林草地大量减少,这一结果从土地利用转移矩阵中也可反映出来。对于荒漠草原村域的农民来说,土地是唯一的生存依靠和利益来源,所以农民必然依靠扩大耕地面积获取最大利润。通过农户调查得知,受自然灾害如干旱影响及在巨大的粮食需求下,除了大量开垦草地,耕地地垄也被开垦种粮,撂荒地复垦等,使耕地、撂荒地、沙地等景观趋于连片,平均斑块面积增大,景观破碎化程度减小^[22-23]。

4 讨论

在1950年代末至1970年代实施的“以粮为纲”政策,使得位于荒漠草原地区的皖记沟村土地利用发生了由草原牧业向亦农亦牧土地利用的变化。从1964年到1970年土地利用类型都发生了不同程度的转化,其中大量草地转为耕地,同时有大量耕地转为弃耕地。由于土地撂荒和气候原因,如干旱、风灾等,沙地和盐碱地增加速度都较快,减少速度最快的是本研究区的草地,这与国家政策实施有关。受“以粮为纲”政策影响,农村牧区加大了对耕地的需求,导致了风沙地区的草地开发,草地面积随之减少;另

一方面,由于人口牲畜增加等社会因素,耕地复垦使得弃耕地也随之减少。这一动态变化也反映了政策及人类对土地利用类型的干扰程度占很重要的因素^[24]。

土地利用变化是一种涉及土地资源自然属性和人类利用方式变化的自然社会现象,其动态变化实质上是人类为满足社会经济发展需要,不断调整各种土地利用类型的过程^[25]。“以粮为纲”政策所引发的荒漠草原地区土地利用变化产生了严重的生态后果。宋乃平等^[24]从气候变化、水系变迁、植被变迁与演替、荒漠化发展四个方面论述了全新世以来宁夏中部风沙区的环境演变过程,揭示了环境演变与人类活动对荒漠化的长期影响。而“以粮为纲”政策打破了本区长期形成的土地利用格局。在 20 年间对皖记沟村的主要影响是耕地、沙地和盐碱地面积的增加、沙漠化加剧。就整个景观而言,斑块总数的大小与景观的破碎度有很好的正相关性,并直接影响着景观的破碎化程度^[19],沙地斑块数量增加而平均斑块面积扩大,景观分布趋于连片,景观破碎化指数趋于稳定和减小;同时由于开垦的发展及沙地边缘的不断扩张,局部地区景观破碎化现象亦存在。荒漠草原景观变化是自然和人类活动共同作用的结果,其中人口的快速增长、政策环境的变化和自然环境变化如干旱、风灾和冰雹等是最主要的驱动因素。

土地利用变化在空间格局上呈现为耕地由开垦初期的小斑块向后来的大斑块合并的过程、草地逐步破碎化的过程、沙地聚集分布的格局。这一格局固化了耕地在荒漠草原地区的存在,也增强了沙地在荒漠草原地区蔓延的空间基础。据宋乃平等^[26]对 2000—2012 年盐池县的研究发现,植被指数与春季降水量呈显著极相关。1964 年的全年和春季降水量都很丰沛(图 2),农民当年开垦和种植的动力强劲,因而耕地面积较大。1968 年春季降水量较少,耕地面积也最少。因此,在这两个降水强度不同的年份,土地利用的变化调整较大。皖记沟村 20 世纪 60 年代土地利用变化表现出明显的由放牧草原土地利用向农牧结合土地利用类型的转变过程。在这个过程中伴随着耕地和草地的波动,也伴随着土地利用变化的生态效应,即沙漠化的加剧。

参考文献:

[1] 高芸.“以粮为纲”政策的实施对陕北黄土丘陵沟壑区水土保持工作的影响[D].西安:陕西师范大学,2007.
[2] 黄珊,周立华,陈勇,等.近 60 年来政策因素对民勤生态环境变化的影响[J].干旱区资源与环境,2014,28(7):73-78.

[3] 盐池县生态建设志[M].银川:宁夏人民出版社,2004.
[4] 宋乃平,王磊,张庆霞,等.农牧交错区典型村域的土地利用变化过程研究—以盐池县马儿庄村为例[J].资源科学,2010,32(6):1149-1153.
[5] 宋乃平,张凤荣.重新评价“以粮为纲”政策及其生态环境影响[J].经济地理,2006,26(4):629-631.
[6] 何秀珍,宋乃平,刘孝勇.不同农业生产方式下劳动力的转移机制—以宁夏盐池县为例[J].宁夏工程技术,2010,9(4):389-393.
[7] 肖绪培.农牧交错带村域居民点演化机制研究[D].银川:宁夏大学,2014.
[8] 徐静.基于 RS 和 GIS 的金华市区土地利用变化研究[D].杭州:浙江师范大学,2012.
[9] 阿迪力·吐尔干,吐尔孙·哈斯木,郝永娟,等.基于 3S 技术的土地利用时空变化分析—以迪那河绿洲为例[J].水土保持研究,2015,22(1):305-309.
[10] 牟风云,李帅旗,王力,等.基于 RS 和 GIS 的河南省商丘市土地利用变化及其对粮食安全的影响分析[J].重庆大学学报(自然科学版),2014,31(6):121-126.
[11] 刘红,吕宪国,张世奎,等.三江平原流域湿地景观破碎化过程研究[J].应用生态学报,2005,16(2):290-295.
[12] 张丽,杨国范,刘吉平.1986—2012 年抚顺市土地利用动态变化及热点分析[J].地理科学,2012,34(2):186-191.
[13] 王思远,张增祥,周全斌,等.基于遥感与 GIS 技术的土地利用时空特征研究[J].遥感学报,2002,6(3):223-228.
[14] 孜比布拉·司马义,库尔勒市土地利用变化的时空特征分析[J].干旱区资源与环境,2006,20(4):84-87.
[15] 李俊儒.城市化进程快的地区土地利用变化研究—以南京市江宁区为例[J].陕西农业科学,2015,(1):104-107.
[16] 郭建国.景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M].第 2 版.北京:高等教育出版社,2007.
[17] 傅伯杰,吕一河,陈利顶,等.国际景观生态学研究新进展[J].生态学报,2008,28(2):798-804.
[18] McGarigal K, Cushman S. Comparative evaluation of experimental approaches to the study of habitat fragmentation[J]. Ecological Applications, 2002,12(2):335-345.
[19] Lausch A, Herzog F. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: Issues of scale, resolution and interpretability[J]. Ecological Indicators, 2002,2(1/2):3-15.
[20] 黄青,王让会,吴世新.塔里木河上游景观破碎化的时空动态变化分析[J].干旱区资源与环境,2007,21(9):73-77.
[21] 赵锐锋,陈亚宁,李卫红,等.塔里木河干流区土地覆被变化与景观格局分析[J].地理学报,2009,64(1):95-106.
[22] Fujihara M, Kikuchi T. Changes in the landscape structure of the Nagara River Basin, central Japan[J]. Landscape and Urban Planning, 2005,70(3/4):271-281.
[23] 丁圣彦,梁国付.近 20 年来河南沿黄湿地景观格局演化[J].地理学报,2004,59(5):653-661.
[24] 宋乃平,汪一鸣,陈晓芳.宁夏中部风沙区的环境演变[J].干旱区资源与环境,2004,18(4):8-12.
[25] 薛阿亮,常庆瑞,吴琴.基于遥感影像的吴起县土地利用覆盖动态监测分析[J].西北林学院学报,2008,23(2):168-172.
[26] 宋乃平,杜灵通,王磊.盐池县 2000—2012 年植被变化及其驱动力[J].生态学报,2015,25(22):7377-7386.