



塔里木盆地北部典型绿洲景观格局分析

吐尔逊·艾山^{1,2},买买提·沙吾提^{3,4}

(1. 新疆维吾尔自治区农业资源区划办公室,新疆 乌鲁木齐 830004;2. 农业部遥感应用中心 乌鲁木齐分中心,新疆 乌鲁木齐 830004;3. 新疆大学 资源与环境科学学院,新疆 乌鲁木齐 830046;4. 新疆大学 绿洲生态教育部重点实验室,新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要:为揭示近 27 年来塔里木盆地北部景观类型格局的变化趋势,以渭-库绿洲 1989、2001、2006、2011 以及 2016 年 5 期的 TM/ETM+ 为数据源,通过遥感技术及景观格局分析方法,结合野外考察数据,分析了研究区各景观格局的变化情况。结果表明:其它地类及重度盐渍化地在总体上呈减少趋势,非盐渍地则呈持续增长态势。景观的复杂性及异质性在减少。1989-2011 年,渭-库绿洲斑块类型形成了很好的连接性,景观破碎度呈逐渐下降趋势,整体斑块团聚程度呈增加趋势,而 2011-2016 年,渭-库绿洲整体斑块团聚程度呈下降态势,斑块类型的连接性也受到破坏,景观破碎度呈上升趋势,说明研究区受人类活动的影响在加重。

关键词:渭-库绿洲;Fragstats;RS/GIS 技术;景观格局变化

渭-库绿洲是新疆重要的粮棉生产区,是新疆最典型的荒漠绿洲区^[1]。近 50 年来,随着人口不断增加,在经济利益的驱动下,大规模的开垦使绿洲景观格局不断发生变化^[2]。研究掌握该绿洲景观格局变化及驱动因素,对于土地资源保护及相关政策的制定具有重要意义。因此,本文对研究区各景观类型的变化趋势及原因进行分析。为掌握渭-库绿洲各景观类型的时空变化趋势及土地资源的可持续利用提供参考。

1 研究区概况

渭-库绿洲是典型的扇形平原绿洲,地处塔里木盆地北缘^[3]。平原区干燥度系数为 44.37,年蒸发量为 1 374.1 mm,降水量为 46.4 mm,蒸发量是降水量的 29.6 倍,植被稀疏,属于大陆性暖温带干旱气候^[4-7]。因灌区气候干燥、农业灌溉不合理、土地下层透水性差、蒸发强烈等原因,研究区存在地下水位高、土壤盐碱化严重、作物减产、自然植被死亡等问题^[9]。平原区次生盐渍化土地面积较大,土地的氮磷钾及有机质含量较低,绿洲大部分土地质量属于中等地^[7-8]。

2 数据源及研究方法

2.1 数据源

本文采用的遥感图像有 1989 年 9 月、2001 年 8 月、2006 年 7 月、2011 年 9 月及 2016 年 9 月的 TM/ETM+ 及 OIL 数据;野外调查及收集资料所获取的研究区水文、土壤、社会经济资料及野外调查资料;9 次野外采集(2006 年 7 月至 2016 年 7 月)所获得的土壤(八大离子、含盐量、矿化度、电导率、pH 等)特性数据。

2.2 遥感影像前期处理

利用历年多次野外考察 GPS 定点记录信息及灌区 1:5 万地形图资料,在遥感软件(ERDAS IMAGINE9.2)的支持下对研究区遥感图像进行了投影转换、格式转换、几何精校正等处理。然后对研究区域进行图像切割,切割后的研究区图像范围为:左上角 N41°51'59",E82°11'23";右下角 N41°02'46",E83°38'57";切割面积为 9 696.70 km²。

2.3 图像分类规则

本研究利用野外调查中通过 GPS 定位所获得的解译标志点及土壤样品室内化验数据,以及按照各景观类型在遥感图像上的分布及形状特征^[9],确定了研究区景观类型的分类方案。按照研究区景观类型情况划分重度盐渍化地、水体、非盐渍化地、中轻度盐渍化地以及其它地类等 5 个景观类型,结果见表 1。光谱角分类(SAM)方法是 1 种分类精度和稳定性比较高的分类方法^[10],本研究利用该方法对渭-库绿洲进行图像分类^[11]。

收稿日期:2017-10-23

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41361016,40901163);新疆大学绿洲生态教育部重点实验室开放课题资助项目(XJDX0201-2013-03);新疆维吾尔自治区科技厅基金经费资助项目(2014KL005)。

第一作者简介:吐尔逊·艾山(1981-),男,新疆阿克苏市人,博士,高级农艺师,从事干旱区生态环境及农业遥感应用研究。E-mail:tursun323@163.com。

通讯作者:买买提·沙吾提(1976-),男,新疆喀什人,博士,副教授,从事资源环境及遥感应用研究。E-mail:korxat@xju.edu.cn。

表 1 遥感图像的分类方案

Table 1 The Classification scheme of RS image

地类	含盐量	植被盖度	植物反应
Type of land	Salt content	Vegetation coverage	Plant reaction
水体 Water		河渠、湖泊、水库和坑塘等。	
重度盐渍化地 Severe salinization	>5 g·kg ⁻¹	有明显的盐结皮,地表盐壳厚度达到 5 cm 以上,植被盖度小于 5%,仅生长有耐盐植物的土地。	对植被有较大影响,只有极少数耐盐性植被能生长。
中轻度盐渍化地 Medium salinized land	1~5 g·kg ⁻¹	与非盐渍地间布,植被盖度为 5%~70%的灌丛、稀疏草地及植被盖度极小的光板地。	对盐份敏感植物及作物生长可能受到影响。
非盐渍地 Non salty land	<1 g·kg ⁻¹	植被覆盖度达到 85%以上的农田(包括新开荒地、熟耕地)、林地(灌木林地和乔木林地)和草地等自然及人工植被覆盖区域。	对植物及作物不产生盐害。
其它 Others		城乡居民工矿区、砾石地、岩石、戈壁、沙漠及其它未利用土地等。	

3 结果与分析

3.1 分类精度检验及分类后处理

本文随机选取 300 个检验点,对景观类型分类结果进行检验。同时,利用渭-库绿洲 2001 年

土地利用图、不同时期野外调查数据及历年统计数据,对各时期分类结果进行评估,具体分类精度如表 2 所示。对各时期分类图进行噪声处理后得到的分类结果见图 1。

表 2 各景观类型信息提取精度验证表

Table 2 The precision validation of landscape types information extraction

年份	类型	用户精度/%	生产者精度/%	系数	总体精度/%
Years	Types	User accuracy	Producer accuracy	Coefficient	Total accuracy
1989	水体	94.125	93.145	0.885	90.130
	重度盐渍化地	91.020	89.290		
	中轻度盐渍化地	89.240	87.540		
	非盐渍地	91.140	92.110		
	其它地类	92.641	91.257		
2001	水体	95.020	94.894	0.908	92.350
	重度盐渍化地	92.210	91.520		
	中轻度盐渍化地	91.070	90.500		
	非盐渍地	93.890	93.190		
	其它地类	94.251	93.541		
2006	水体	90.153	90.691	0.882	89.925
	重度盐渍化地	90.370	89.530		
	中轻度盐渍化地	88.610	86.320		
	非盐渍地	90.110	89.240		
	其它地类	90.070	90.157		
2011	水体	90.895	91.598	0.875	88.587
	重度盐渍化地	91.940	90.530		
	中轻度盐渍化地	88.150	86.280		
	非盐渍地	89.520	88.240		
	其它地类	90.231	90.967		
2016	水体	93.960	94.830	0.892	90.021
	重度盐渍化地	93.590	92.460		
	中轻度盐渍化地	86.280	85.670		
	非盐渍地	92.720	91.170		
	其它地类	86.060	86.380		

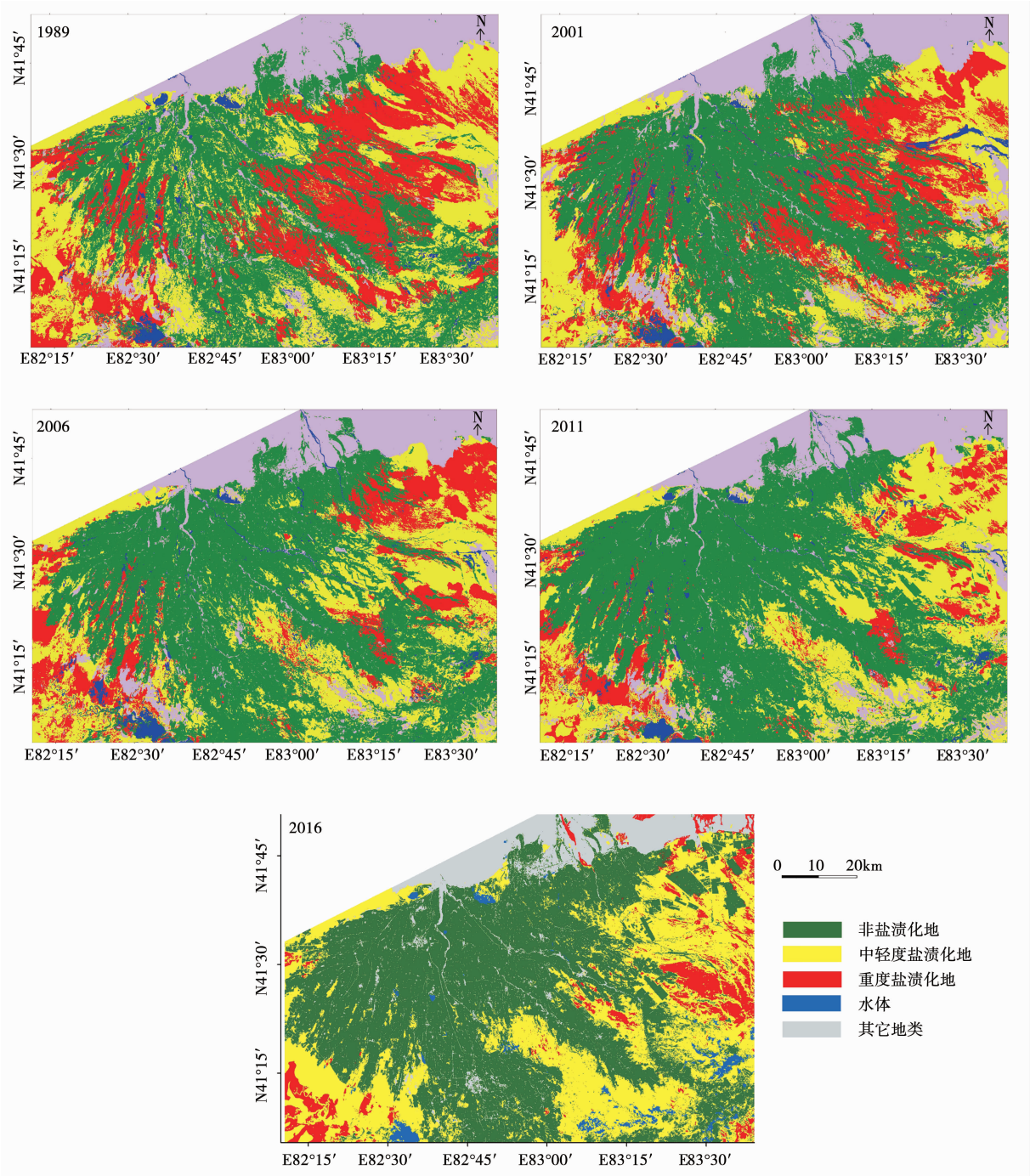


图 1 研究区分类图

Fig.1 The map of study area taxonomy

由表 2 可知,用户精度及生产者精度中 1989-2016 年均为中轻度盐渍化地最低,除 2016 年用户精度为其它地类最低外,总体精度高于 88%。分类结果均基本覆盖所有区域,符合研究要求。

3.2 景观要素类型的格局变化分析

本文获得渭-库绿洲不同时期的景观类型图后,在 Fragstats 软件的支持下,从斑块类型以及

景观尺度两个层次上对研究区各时段的景观指标进行计算^[12-13]。本文在斑块类型级别及景观级别上一共选取 19 个指标(表 3、表 4)。

从景观格局斑块类型水平指数表(表 3)中可以看到渭-库绿洲景观类型变化特征。

重度盐渍化地。面积一直呈下降的趋势,由 1989 年的 2 294. 800 hm² 下降到 2016 年的

87 465.400 hm²。2001-2016 年,重度盐渍化地的斑块数目及斑块密度均呈下降特征,聚集度指数总体呈下降特征,但下降幅度不大。

势,斑块数及斑块密度总体上呈下降趋势。聚集度指数呈上升态势,这表明研究区水体呈现趋于分散的分布特征。

水体。27 年间,研究区水域面积呈增加趋

表 3 渭-库绿洲景观格局斑块类型水平指数
Table 3 Patch type level index of Ugan-Kuqa Oases landscape pattern

年代 Years	景观 Landscape	景观格局指标 Landscape pattern index									
		斑块面 积/hm ² CA	斑块密度/ (n•100 hm ⁻²) PD	斑块数 目/个 NP	最大斑块 指数/% LPI	斑块平均 大小/hm ² MPS	斑块所占 景观面积 比例/% LAND	景观形状 指数 LSI	边界密度/ (m•hm ⁻²) ED	景观破 碎度 FN	聚集度 指数 AI
1989	A	229486.800	0.360	3940	9.648	58.245	20.950	78.386	13.713	0.037	95.393
	B	16580.780	0.281	3077	0.297	5.389	1.514	55.644	2.618	0.029	87.874
	C	261149.900	1.049	11495	5.562	22.719	23.840	113.536	21.191	0.107	93.719
	D	322530.700	0.621	6798	21.647	47.445	29.444	104.073	21.586	0.063	94.824
	E	140156.600	0.618	6766	9.594	20.715	12.795	49.803	6.810	0.063	96.281
2001	A	176934.800	0.800	8758	2.983	20.203	16.152	100.057	15.369	0.081	93.284
	B	20679.890	0.238	2602	0.313	7.948	1.888	52.957	2.783	0.024	89.674
	C	194471.200	1.005	11006	3.369	17.670	17.753	96.443	15.532	0.102	93.827
	D	427435.000	0.422	4617	35.689	92.579	39.020	68.699	16.401	0.043	97.048
	E	150429.400	0.467	5115	5.034	29.409	13.733	49.910	7.069	0.048	96.403
2006	A	125962.700	0.643	7041	3.855	17.890	11.499	79.057	10.247	0.065	93.726
	B	18078.410	0.228	2495	0.405	7.246	1.650	52.399	2.574	0.023	89.077
	C	235993.900	0.698	7647	4.940	30.861	21.544	94.252	16.724	0.071	94.525
	D	454299.800	0.407	4461	38.895	101.838	41.473	68.200	16.786	0.041	97.157
	E	135589.400	0.544	5959	4.792	22.754	12.378	49.494	6.657	0.055	96.242
2011	A	89440.340	0.335	3666	1.162	24.397	8.165	63.664	6.954	0.034	94.022
	B	15743.760	0.192	2108	0.270	7.469	1.437	46.604	2.136	0.020	89.612
	C	257355.900	0.654	7163	9.068	35.929	23.494	91.176	16.895	0.067	94.930
	D	472375.400	0.329	3599	38.506	131.252	43.123	56.014	14.061	0.033	97.717
	E	134991.300	0.523	5725	8.530	23.579	12.323	52.958	7.107	0.053	95.966
2016	A	87465.420	0.465	4515	0.991	19.369	9.018	81.405	9.845	1.075	91.834
	B	21435.840	0.032	312	0.400	68.705	2.210	33.314	1.094	1.094	93.359
	C	268245.540	0.688	6680	9.396	40.156	27.657	125.262	26.586	1.082	92.798
	D	480116.880	0.629	6103	22.303	78.670	49.501	95.676	27.239	1.078	95.897
	E	112641.100	1.200	11649	8.246	9.740	11.614	97.290	13.385	1.075	91.415

A,B,C,D 和 E 分别代表重度盐渍化地、水体、中轻度盐渍化地、非盐渍地和其它。
A,B,C,D 和 E represent severe salinization land,water,mild salinization land,non salinization land and others.

中轻度盐渍化地。在整个研究时段内,中轻度盐渍化地面积的变化不是很明显,2016 年面积最大,为 268 245.540 hm²,其次为 1989 年的 261 149.900 hm²。斑块平均大小呈增加趋势,同

时,斑块数目也有明显减少特征。

非盐渍地。研究区内非盐渍地呈持续增长趋势,表明非盐渍地在景观中的优势呈增加趋势。1989-2016 年,这一景观类型的面积从原来的

322 530 7.00 hm²增加到 480 116.880 hm²,27 年间增加了 157 586 180 hm²,在景观中所占比例从 1989 年的 29.444%增加到 2016 年的 49.501%。非盐渍地的斑块密度和斑块数总体上没有明显变化,相对稳定。1989-2011 年,非盐渍地的斑块平均大小指数增大,不过 2011-2016 年,该指数呈明显变小趋势。

其它。1989 年其它景观类型的面积为 140 156 6.00 hm²,2001 年增加到 150 429 4.00 hm²,之后持续减少,到 2016 年其它景观类型的面积减少到 112 641 1.00 hm²。1989-2011 年,其它景观类型的各指标变化不明显,但到了 2016 年的时候这些指标呈明显的变化趋势。

3.3 景观水平上的景观格局变化分析

研究区的总面积为 969 904.780 hm²,由表 4 可知,1989-2016 年研究区的景观格局发生变化。研究区斑块总数目在 1989-2001 年整体呈降低趋势,1989 年的斑块数为 32 078 个,2011 年降低到

22 263 个。2016 年斑块数目又增加至 29 259 个。研究区斑块平均大小变化呈减小→增大→减小的趋势,1989-2001 年,斑块平均大小从 34.149 hm²减小到 34.125 hm²,2011 年增大到 49.204 hm²,而 2016 年又减小到 33.177 hm²,研究区景观形状指数呈逐渐下降趋势,而在 2016 年有所上升。

1989-2011 年,研究区 AI(聚集度指数)值保持上升趋势,CONTAG(蔓延度指数)值也有稳定增加的趋势,这表明渭-库绿洲斑块类型往良好的连接、成片方向发展,整体斑块团聚程度呈增加趋势。但在 2011-2016 年,渭-库绿洲 CONTAG 和 AI 值呈一定下降态势,这表明在 2011-2016 年,渭-库绿洲整体斑块团聚程度呈下降趋势,斑块类型的连接性也遭到破坏。渭-库绿洲 27 年来,Shannon 多样性指数(SHDI)及 Shannon 均匀度指数(SHEI)总体上呈一定下降趋势,表明渭-库绿洲景观的复杂性及异质性程度呈减少趋势。

表 4 渭-库绿洲景观格局景观水平指数

Table 4 Landscape level index of Ugan-Kuqa Oases landscape pattern

年 Years	斑块平均大 小/hm ² MPS	聚集度 指数 AI	斑块密度/ (n·100 hm ⁻²) PD	景观形状 指数 LSI	最大斑块 指数/% LPI	多样性 指数 SHDI	均匀度 指数 SHEI	蔓延度 指数/% CONTAG	斑块数 NP
1989	34.149	95.308	2.928	87.759	21.647	1.609	0.827	52.591	32078
2001	34.125	95.933	2.930	76.294	35.689	1.569	0.806	54.266	32100
2006	39.682	96.229	2.520	70.843	38.895	1.524	0.783	55.770	27605
2011	49.204	96.644	2.032	63.208	38.506	1.480	0.760	57.392	22263
2016	33.177	94.095	3.014	98.445	22.303	1.256	0.780	52.648	29259

4 结论

以渭-库绿洲的 5 期 TM/ETM+影像为数据源,运用 RS/GIS 技术,结合野外考察数据,确定分类标准,对研究区进行景观类型的分类,并在 GIS 及景观格局分析软件(Fragstats)的支持下,对研究区各景观类型的时空分布、变化趋势以及景观格局的变化趋势进行分析。得出的结论如下:

1)1989-2011 年,非盐渍地的景观渐渐地连接,破碎化程度持续减少,但 2011-2016 年,非盐渍地的破碎化程度在增大。这说明最近几年渭-库绿洲受人类活动的影响比较大。非盐渍地在景观中的优势有所增加,发挥的作用也在变大,非盐渍地已成为研究区生态环境评价的主要标志之一。

2)中轻度盐渍化地形状相对规则化以及斑块相互连接成片的方向发展。同时,在整个绿洲景观中中轻度盐渍化地往相对集中的方向发展。这主要与研究区西南、南、东南部中轻度盐渍化地分布区域的大面积开垦及农田绿洲的连片有关。

3)重度盐渍化地斑块之间的连接程度下降,斑块分布有更加分散的特征。这主要与部分重度盐渍地的盐分因排碱渠的排盐作用下往好转方向发展有关,另一方面,部分重度盐渍地开垦转化为耕地有关。

4)其它景观类型的面积总体上有减少趋势,1989-2011 年,其它景观类型各指标的变化不大,但到 2016 年这些指标有明显变化,斑块分布有更加分散的特征。这种变化同样跟研究区内的开垦等人因素有关。水体向连接性下降、聚集度减

小、分散分布、破碎化程度变大方向发展。

5)27 年来,研究区景观复杂性及景观异质性程度在减少。1989-2011 年,渭-库绿洲斑块类型形成了良好的连接性,整体斑块团聚程度有增加态势,整个研究区景观破碎度程度逐渐下降。但在 2011-2016 年,渭-库绿洲整体斑块团聚程度有下降趋势,斑块类型的连接性也受到破坏,绿洲受人类活动的影响在加重。

总之,渭-库绿洲非盐渍地在景观中的优势有所增加,有持续增长的态势。重度盐渍化地和其它地类的面积总的来说有减少态势。这主要与新疆县塔木托格拉克乡的东南、南和西南区域,库车县东河塘乡和阿拉卡格镇的东南、南部区域以及哈拉哈塘乡的南部和西部区域的大面积开垦有关。2011 年以来绿洲受大面积开垦、城镇化、排碱渠的修建及排盐等人类活动的影响在加重。这一结论可以揭示研究区变化的内部规律和机制,为掌握渭-库绿洲各景观类型的时空变化趋势及土地资源的可持续利用提供科学依据。

参考文献:

[1] 彭翔,胡丹,曾文治,等. 基于 EPO-PLS 回归模型的盐渍化

土壤含水率高光谱反演[J]. 农业工程学报,2016,32(11): 167-173.

[2] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报, 2008,45(5):837-845.

[3] 满苏尔,阿布拉江,艾尼瓦尔. 新疆库车县耕地人口承载力研究[J]. 干旱区资源与环境,2002,16(3):28-32.

[4] 裴孝曾. 库车县志[M]. 乌鲁木齐:新疆大学出版社,1993.

[5] 李鹏海. 沙雅县志[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1995.

[6] 彭启光. 新和县志[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1997.

[7] 库车县水利志编纂委员会. 库车县水利志[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社,1993.

[8] 何祺胜,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽. 基于决策树方法的干旱区盐渍地信息提取——以渭干河-库车河三角洲绿洲为例[J]. 资源科学,2006,28(6):134-140.

[9] 吴亚妮. 车尔臣河中下游流域生态环境敏感性评价及其空间分布研究[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2008.

[10] 张飞. 干旱区绿洲盐渍化地光谱、空间特征与成分研究[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2007.

[11] 梅安新. 遥感导论[M]. 北京:高等教育出版社,2001.

[12] 马勇刚. 于田绿洲 LUCC 及其生态效应[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2006.

[13] 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,2007.

Analysis on Landscape Pattern of Typical Oasis in the Northern Tarim Basin

Tursun·Hasan^{1,2}, Mamat·Sawut^{3,4}

(1. Xinjiang Agricultural Resources and Regional Planning Office, Urumqi 830004, China; 2. Urumqi Branch of Remote Sensing Application Center Ministry of Agriculture, Urumqi 830004, China; 3. College of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi 830046, China; 4. Key Laboratory of Oasis Ecology Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi 830004, China)

Abstract: In order to reveal the change trend of the landscape pattern of oasis in the northern Tarim Basin during the last 27 years. Taking TM/ETM+ of Ugan-Kuqa Oases in 1989, 2001, 2006, 2011 and 2016 as the data source, the change of landscape pattern in the study area was analyzed by remote sensing technology and landscape pattern analysis method combined with field investigation data. The results showed that other types of land and severe salinization tend to decrease on the whole, and the non salinized land was on the trend of continuous growth. The complexity and heterogeneity of landscape was decreasing. In 1989-2011, the patch types of Ugan-Kuqa Oases had formed good connectivity. The fragmentation degree of landscape had been decreasing gradually, and the overall degree of aggregation was increasing. In 2011-2016, the overall degree of plaque reunion was decreasing. The connectivity of patch types was also damaged, and the fragmentation degree of landscape increased. This indicates that the influence of human activities is increasing.

Keywords: Ugan-Kuqa Oasis; Fragstats; RS/GIS technique; landscape pattern change