

1987—2017年民勤绿洲面积时空演变规律及驱动因素解析

刁维杰¹, 赵勇¹, 翟家齐¹, 何凡¹, 隋炳江², 朱永楠^{1*}

(1. 中国水利水电科学研究院 流域水循环模拟与调控国家重点实验室, 北京 100038;

2. 诸城市墙夼水库管理局, 山东 潍坊 262202)

摘要:【目的】确定影响民勤绿洲面积演变的主要驱动因素。【方法】基于GIS和RS技术,采用面积变化、土地利用转移矩阵等方法,定量分析了民勤绿洲面积1987—2017年的时空变化特征。【结果】①1987—2017年,民勤绿洲面积呈“平稳增加-相对稳定-急剧增加-急剧减少-迅速增加”的态势,除2012年面积明显退缩外,绿洲规模基本一直处于扩张状态,2007年绿洲面积最大,为1 359.51 km²。②1987—1992年、1992—1999年、1999—2002年、2002—2007年、2007—2012年、2012—2017年6个时段内土地利用类型发生变化的面积分别为500.99、510.66、625.70、611.67、672.38和514.66 km²,主要是耕地、荒漠和草地之间的转化。③水资源开发利用的程度对于绿洲的演变起到决定性因素,其次,人口数量的变化会影响人工绿洲(耕地和居工地)的演变。【结论】1987—2017年期间民勤绿洲基本呈现逐步扩张的态势,人口的增长有利于人工绿洲面积的扩大,但水资源开发利用的程度仍是影响绿洲整体演变的主要因素。

关键词:民勤绿洲; Landsat; 时空演变; 驱动因素

中图分类号:TV213

文献标志码:A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.20190028

刁维杰, 赵勇, 翟家齐, 等. 1987—2017年民勤绿洲面积时空演变规律及驱动因素解析[J]. 灌溉排水学报, 2019, 38(10): 106-113.

0 引言

绿洲作为一种干旱和半干旱区独有的地理景观,是当地人类赖以生存的基础,也是维持区域经济发展的重要命脉^[1-2]。绿洲化指的是在人与自然等因素共同干预下,干旱区实现由荒漠向绿洲转变的过程^[3]。在我国,绿洲主要分布于贺兰山以西的干旱、半干旱地区,尽管绿洲面积仅占总面积的5%,但却养育了区域90%的人口,支撑了地区95%的经济发展^[4]。因此,科学分析绿洲变化过程,对于区域经济和生态建设具有重要的现实意义。

目前,干旱地区针对绿洲的演变过程以及生态健康格局的机制研究属于前沿和热点^[5]。研究内容主要针对绿洲的时空变化以及稳定性,并且在塔里木河流域^[6]、石羊河流域^[7]、黑河流域^[8]、疏勒河流域^[9]以及克里雅绿洲^[10]、焉耆盆地绿洲^[11]等地区进行了比较全面系统的研究。然而,上述研究大多是针对绿洲整体而言,从整体到细节的量化分析还相对薄弱^[12],并且在不同研究区域以及不同时间尺度上,研究结果具有明显的差异性。

民勤地区作为典型干旱区,自20世纪90年代以来,绿洲与荒漠之间的转化十分剧烈,尤其是2007年开始进行石羊河流域综合治理后效果更是显著。随着未来国家对西部地区的重视,科学分析绿洲环境的历史与现状,对整个生态系统实现持续健康发展具有重要意义。因此,选取1987—2017年7期landsat TM/MSS/ETM/OLI遥感影像为数据源,结合面积变化、速率变化以及转移矩阵模型等,对民勤绿洲的演变特征进行分析,并以此为基础对演变的驱动因素进行分析,揭示不同因素对绿洲演变的影响,以期为民勤绿洲未来合理布局提供有力支撑,从而实现绿洲的可持续发展。

收稿日期:2019-01-17

基金项目:国家水资源承载力评价与战略配置项目(2016YFC0401300);国家重点研发计划项目(2016YFC0401407);国家自然科学基金项目(51379216);中国水科院创新团队项目(WR0145B622017)

作者简介:刁维杰(1992-),男。博士研究生,主要从事水资源开发利用与管理方面的研究。E-mail: 517814026@qq.com

通信作者:朱永楠(1985-),女。高级工程师,博士,主要从事水资源开发利用与管理方面的研究。E-mail: zhuyn@iwhr.com

1 材料与方法

1.1 研究区概况

民勤县位于东经 103°02′—104°02′,北纬 38°05′—39°06′,地处石羊河流域下游,河西走廊东北端,南临凉州区,西南与金昌市连接,东西北三面被腾格里和巴丹吉林两大沙漠包围,是一个典型的沙海孤岛,素有“沙漠绿洲”之称(图 1)。民勤县辖 18 个镇、248 个行政村,总人口 26.96 万人(2017 年),总面积 1.59 万 km²,沙漠和荒漠化面积占 90.34%,绿洲面积仅占国土面积的 9.66%,是全国最干旱、荒漠化危害最严重的地区之一,属于限制开发地区。民勤县年均降水量 119.45 mm,年均蒸发量 2 675.6 mm,昼夜温差 15.5 ℃,年均气温 2.53 ℃,日照时间为 3 142.2 h,无霜期 152 d。民勤县是我国典型的内陆干旱区和灌溉农业区,也是典型的沙漠绿洲县,更是干旱区人工生态和农业绿洲的代表性区域。

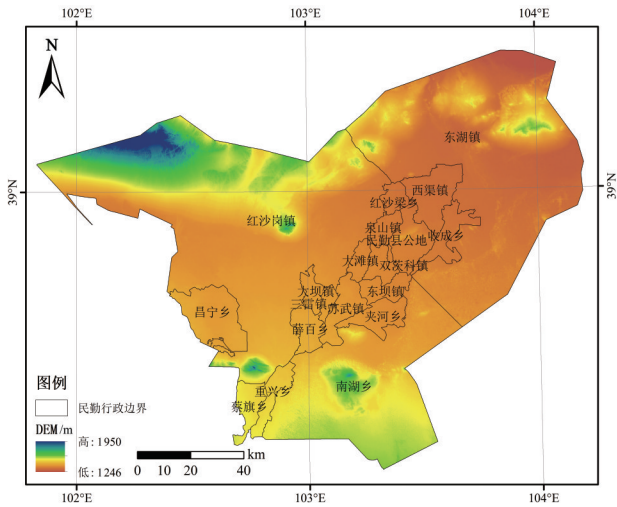


图 1 研究区位置示意图

1.2 研究方法

借助于土地利用的研究方法^[17],选取面积变化、净变化和转移矩阵,从整体和细节对对绿洲的演变过程进行分析。

表 1 绿洲时空演变方法描述

方法	公式	变量意义	解释
面积变化	$\Delta U = U_b - U_a$	ΔU 表示研究时段内绿洲面积变化量, U_b 和 U_a 分别表示研究末期和初期绿洲面积。	绿洲面积在一定时期内的变化量
净变化速度	$\bar{x} = \left(\sqrt{\frac{U_b}{U_a}} - 1 \right) \times 100\%$	$\bar{x}$ 表示研究时段内绿洲面积净变化速度, U_b 和 U_a 分别表示研究末期和初期绿洲面积, T 为时段长。	绿洲面积在一定时期内的变化速度
转移矩阵	$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$	S 为土地利用面积, j 表示末期土地覆盖类型, i 表示初期土地覆盖类型,1和2分别表示绿洲和荒漠。	荒漠和绿洲的相互转换程度

此外,对于土地利用转移矩阵,根据每年遥感影像确定的绿洲边界,在 GIS 中进行联合处理,生成一个统一的绿洲范围,再针对不同时间段,分别绘制绿洲退缩、绿洲扩张和绿洲稳定区域。

1.3 数据来源及处理

为使基础遥感数据保持统一,此次统一选用 Landsat 遥感卫星。在影像选取时,考虑到云层以及植被覆盖等因素,优先选取每年植被生长最佳时期(6—9月),得到 1987-09-09(年-月-日)、1992-08-28、2002-09-27 空间分辨率为 30 m 的 Landsat TM,1999-09-02、2007-08-16 空间分辨率为 30 m 的 Landsat MSS,2010-08-20 空间分辨率为 30 m 的 Landsat ETM,2017-09-11 空间分辨率为 30 m 的 Landsat OLI 遥感影像,所有影像均采用了大气校正和几何校正处理,并在 ENVI 软件中将其拼接并裁剪成研究区形状^[13]。

同时考虑到绿洲的显示效果,选用植被覆盖度(FVC)^[14]以及归一化植被指数(NDVI)^[15]2 个指标对稀疏程度进行评判,并与 Google Earth 影像进行对比修正,确保最大程度上与研究区实际情况保持一致。基于土地利用类型和区域特征,将下垫面分为两大类:绿洲和荒漠^[16],其中绿洲包括:耕地、林地、草地、居工地和水域;荒漠包括沙地、裸地、盐碱地和戈壁荒滩。

2 结果与分析

2.1 绿洲面积演变

基于 7 期遥感卫星数据,提取不同时段内的绿洲面积(图 2—图 3)。分析得 1987—2017 年,民勤绿洲面积总体呈“平稳增加-相对稳定-急剧增加-急剧减少-迅速增加”的态势,除 2012 年面积减小外,绿洲规模基本一直处于扩张状态。

1987—1997 年,民勤绿洲面积呈现出先慢后快的增长趋势,绿洲面积增加了 318.63 km²,相比 1987 年面

积扩张了50%;1997—2002年,绿洲面积有小幅减少,其净变化速度为-1.38%;随后在2002—2007年,绿洲面积又急剧扩张,年均扩张速率达到96.07 km²/a,且在2007年达到顶峰值(1 359.51 km²)。长期以来,由于地表水资源逐年减少,为维持绿洲扩张不得已大量开采地下水,并引发了大范围地下水漏斗,其中最大埋深处可达30 m,生态系统遭到极大破坏;因此在2007年,国家实施了石羊河流域综合治理,民勤采取封井、压田等一系列措施,地下水系统得到修复,水位有所回升,截至2012年治理结束,绿洲面积减少了355.46 km²,消失50余年的青土湖得以重现,绿洲逐步过渡为一种合理水资源开发利用下的健康生态格局。自2010年开始由于上游水库清淤,下泄水量加大,2017年绿洲面积有所回升,为1 302.04 km²。

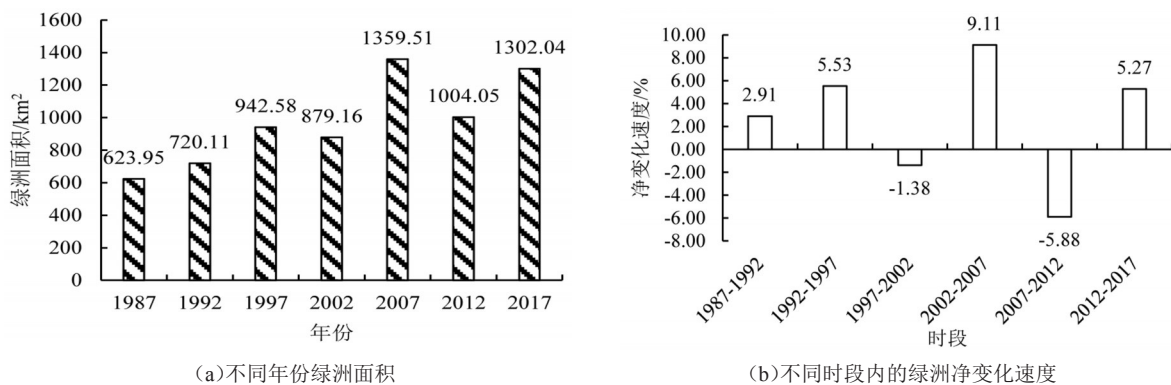


图2 1987—2017年民勤绿洲面积变化量及净变化速度

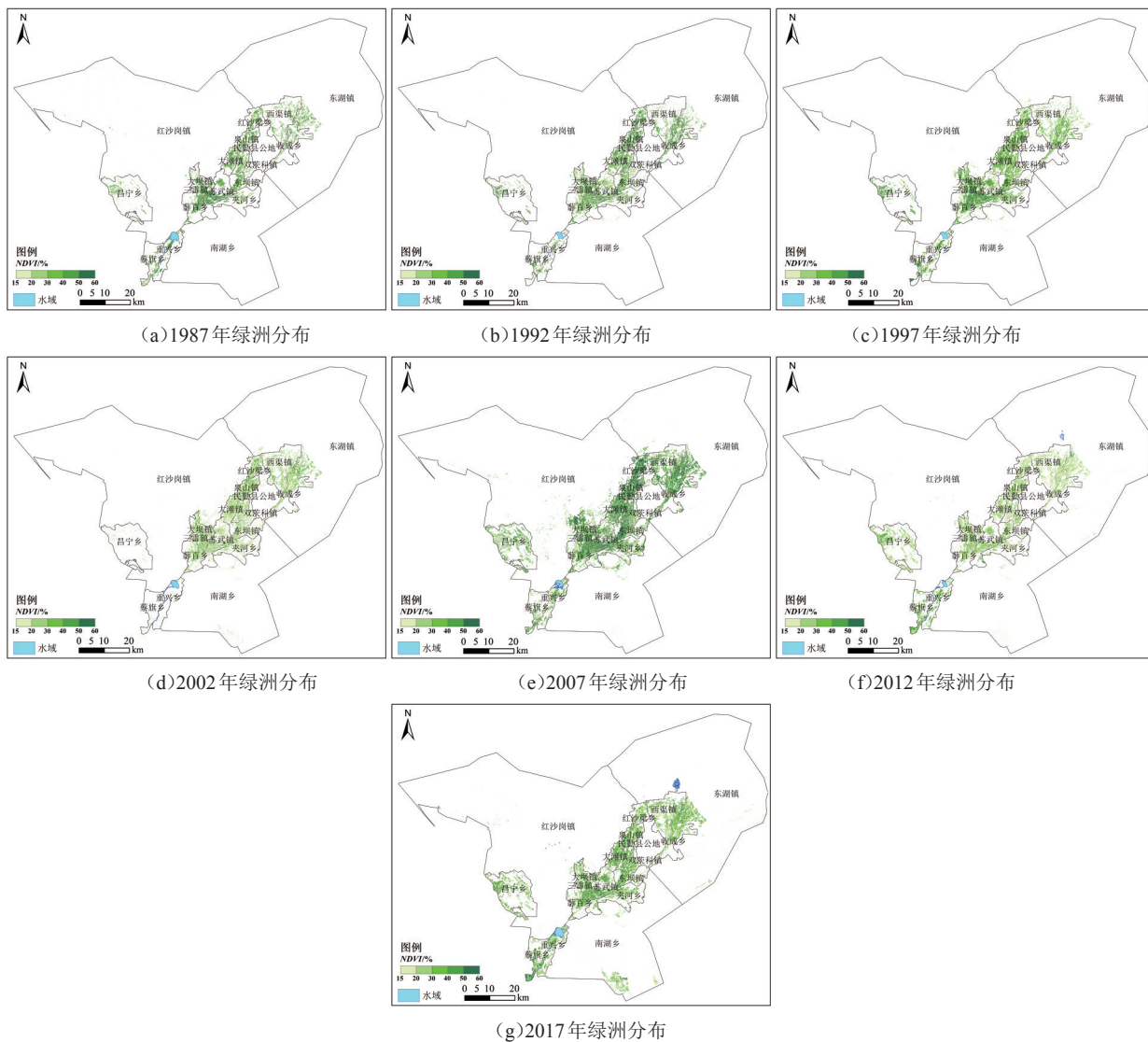


图3 民勤绿洲分布图

2.2 绿洲-荒漠转化分析

绿洲演变主要分为绿洲演化和绿洲变迁二部分。绿洲演化是指绿洲内部组成结构的变化,即草地、耕地、居工地、林地和水域之间的变化;绿洲变迁是指绿洲与外部荒漠地区的转化,即绿洲的扩张和绿洲的衰退。基于ArcGIS软件,将遥感提取的7个不同时段为民勤绿洲进行叠加处理,作为绿洲的最大范围,面积共计1 783.25 km²,得到绿洲-荒漠转移矩阵(表2)和绿洲-荒漠转换空间分布图(图4)。分析得6个时段内土地利用类型发生变化的面积分别为500.99、510.66、625.70、611.67、672.38和514.66 km²,主要是耕地、荒漠和草地之间的转化,以2007—2012年6各类型之间土地转化面积最大,表明石羊河流域综合治理效果显著。

表2 1987—2017年土地利用变化转移矩阵

km²

时间	土地类型	草地	耕地	荒漠	居工地	林地	水域	总计
1987—1992年	草地	6.16	18.86	22.31	0.63	1.66	0.44	50.06
	耕地	17.13	368.35	121.15	17.29	2.52	0.17	526.61
	荒漠	24.51	218.25	905.38	4.97	5.75	0.26	1 159.12
	居工地	0.91	17.75	5.36	1.15	0.23	0	25.40
	林地	1.39	3.71	7.39	0.02	1.04	0.19	13.74
	水域	0.43	5.39	1.55	0.51	0.26	0.18	8.32
	总计	50.53	632.31	1 063.14	24.57	11.46	1.24	1 783.25
1992—1997年	草地	10.45	27.65	7.79	1.49	2.98	0.17	50.53
	耕地	78.18	474.15	45.36	25.97	8.12	0.53	632.31
	荒漠	68.11	188.14	784.04	7.44	14.37	1.04	1 063.14
	居工地	2.78	18.76	1.16	1.72	0.15	0	24.57
	林地	3.23	3.31	2.09	0.26	2.20	0.37	11.46
	水域	0.48	0.16	0.23	0	0.34	0.03	1.24
	总计	163.23	712.17	840.67	36.88	28.16	2.14	1 783.25
1997—2002年	草地	15.47	72.02	71.65	1.83	2.12	0.14	163.23
	耕地	23.86	496.10	167.24	19.76	5.21	0.00	712.17
	荒漠	22.18	170.19	638.55	4.07	5.48	0.20	840.67
	居工地	0.72	23.57	7.53	5.06	0	0	36.88
	林地	1.63	6.34	17.35	0.38	2.35	0.11	28.16
	水域	0.01	0.13	1.77	0	0.21	0.02	2.14
	总计	63.87	768.35	904.09	31.10	15.37	0.47	1 783.25
2002—2007年	草地	56.40	0.56	6.91	0	0	0	63.87
	耕地	0.11	713.49	54.75	0	0	0	768.35
	荒漠	69.32	438.85	358.55	9.88	24.50	2.99	904.09
	居工地	0	0	1.85	29.25	0	0	31.10
	林地	0	0.27	1.61	0	13.49	0	15.37
	水域	0	0	0.07	0	0	0.40	0.47
	总计	125.83	1153.17	423.74	39.13	37.99	3.39	1 783.25
2007—2012年	草地	65.67	0.41	59.75	0	0	0	125.83
	耕地	1.36	727.79	423.48	0.54	0	0	1 153.17
	荒漠	19.61	124.82	266.55	4.32	7.79	0.65	423.74
	居工地	0	0	8.96	30.17	0	0	39.13
	林地	0	0.22	19.14	0	18.63	0	37.99
	水域	0	0	1.33	0	0	2.06	3.39
	总计	86.64	853.24	779.21	35.03	26.42	2.71	1 783.25
2012—2017年	草地	74.12	0.81	11.67	0	0	0.04	86.64
	耕地	0.30	763.53	88.55	0.86	0	0	853.24
	荒漠	56.59	313.91	373.95	6.81	19.71	8.24	779.21
	居工地	0	0	2.60	32.43	0	0	35.03
	林地	0	0.12	3.98	0	22.31	0.01	26.42
	水域	0	0	0.46	0	0	2.25	2.71
	总计	131.01	1 078.37	481.21	40.10	42.02	10.54	1 783.25

1987—1992年,绿洲面积由1987年的623.95 km²增长至1992年的720.11 km²,总体小幅扩张状态,其中增加的绿洲面积为253.74 km²,减少的为157.76 km²,绿洲净增加95.98 km²;结合转移矩阵,表明该时期内,绿洲的扩张主要受到耕地扩张的影响,其次受草地扩张的影响,对绿洲扩张的贡献率分别为86.01%和9.66%,由荒漠转为耕地和草地的面积分别为218.25 km²和24.51 km²,主要零散分布在中游各绿洲周边。

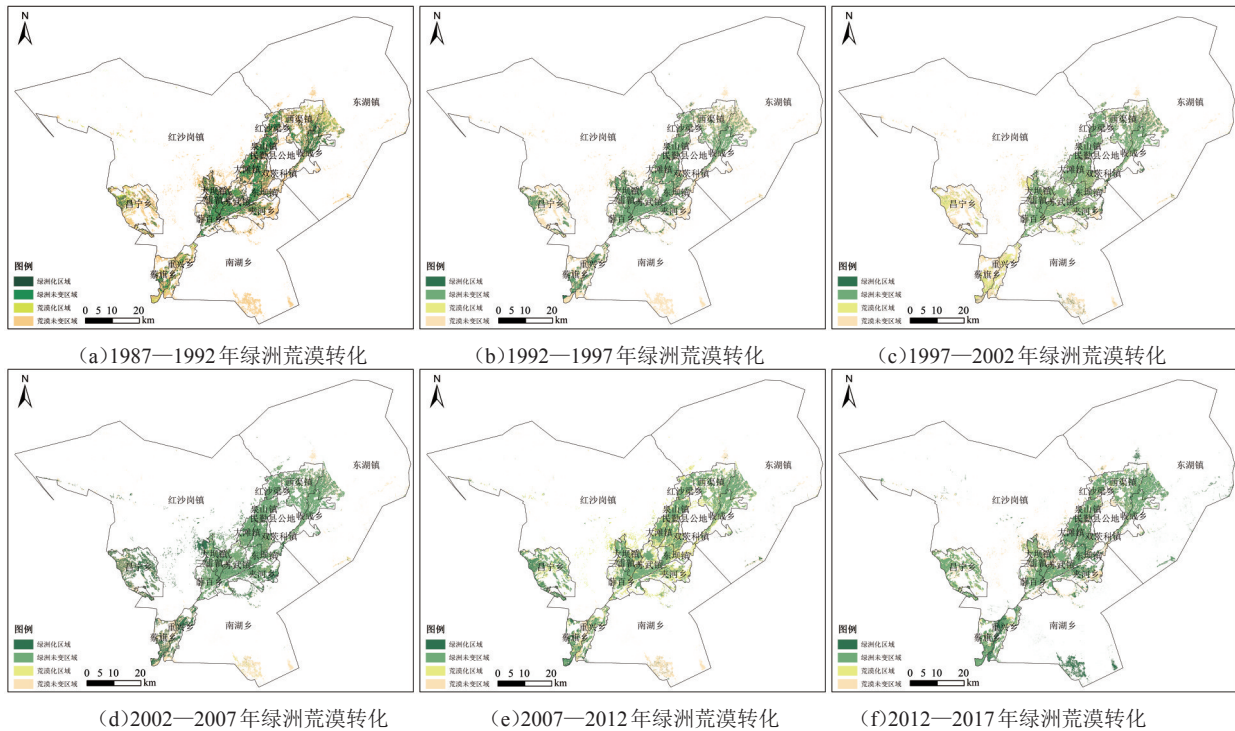


图4 绿洲—荒漠转换空间分布图

1992—1997年,绿洲面积由1992年的720.11 km²增长至1997年的942.58 km²,增加的绿洲面积为279.1 km²,减少的为56.63 km²,绿洲净增加222.47 km²,绿洲扩张明显;该时期内绿洲的扩张与前段时期基本相同,也是主要受到耕地和林地扩张的影响,对绿洲扩张的贡献率分别为67.41%和24.40%,草地所占的比重明显增加,由荒漠转为耕地和草地的面积分别为188.14 km²和68.11 km²,扩张区主要集中在现有绿洲的边缘。

1997—2002年,绿洲面积由1997年的942.58 km²减少至2002年的879.16 km²,增加的绿洲面积为202.12 km²,减少的为265.54 km²,绿洲净减少63.42 km²,绿洲面积有小幅减少;该时期内绿洲的萎缩主要是耕地、草地和林地的荒漠化严重,对绿洲萎缩的贡献率分别为62.98%、26.98%和6.53%,由耕地、草地和林地转为荒漠的面积分别为167.24、71.65和17.35 km²,荒漠化地区主要集中在东南部的昌宁、蔡旗和重乡地区。

2002—2007年,绿洲面积由2002年的879.16 km²增长至2007年的1 359.51 km²,增加的绿洲面积为545.54 km²,减少的为65.19 km²,绿洲净增加480.35 km²,绿洲扩张迅速;该时期内绿洲的扩张主要是耕地和草地,对绿洲扩张的贡献率分别为80.44%和12.71%,由荒漠转为耕地和草地的面积分别为438.85 km²和69.32 km²,绿洲化地区主要集中在东南部的昌宁、蔡旗、重乡和大坝的西北部地区,此时民勤绿洲地下水超采严重,生态环境脆弱,因此从2007年开始,国家实施了《石羊河流域综合治理规划》。

2007—2012年,绿洲面积由2007年的1 359.51 km²减少至2012年的1 004.05 km²,增加的绿洲面积为157.19 km²,减少的为512.66 km²,绿洲净减少355.47 km²,绿洲面积缩小明显,表明区域治理效果明显;该时期内绿洲的萎缩主要是耕地、草地和林地的荒漠化严重,对绿洲萎缩的贡献率分别为82.60%、11.65%和3.73%,由耕地、草地和林地转为荒漠的面积分别为423.48、59.75和19.14 km²,耕地弃耕现象十分明显,且荒漠化地区主要集中在扇形绿洲内部的边缘地区。

2012—2017年,绿洲面积由2012年的1 004.05 km²增长至2017年的1 302.04 km²,增加的绿洲面积为405.26 km²,减少的为107.26 km²,绿洲净增加298 km²;该时期内绿洲的扩张主要是耕地和草地,对绿洲扩张的贡献率分别为78.23%和14.10%,由荒漠转为耕地和草地的面积分别为313.91 km²和56.59 km²,绿洲化地区主要集中在蔡旗、重乡,在南部地区产生了新的南湖灌区,城市化进程明显,并且北部的青土湖形成了7.87 km²的水面,更好地实现了绿洲的可持续发展。

2.3 绿洲变化影响因素分析

2.3.1 气象因素

气候对于绿洲的影响主要体现在降水和温度上,并且会直接影响地表水的蒸发和地下水的变化过程^[18]。由图5(a)可以看出,降水量整体呈起伏变化,年平均降水量为119.45 mm,5 a滑动平均变化不大,基本保持一致,其中1989—1994年降水有明显的上升趋势,最高达200 mm,出现最大值,与该时段内绿洲面积扩张有一定关系;而年平均气温则总体呈现出明显的上升态势,线性增长率为0.07 °C/a,多年平均气温为2.53 °C。整体来说,绿洲内降水和气温呈现出起伏变化的趋势,但基本保持平稳,变化不大,因此并不是影响绿洲演变的主要驱动因素。

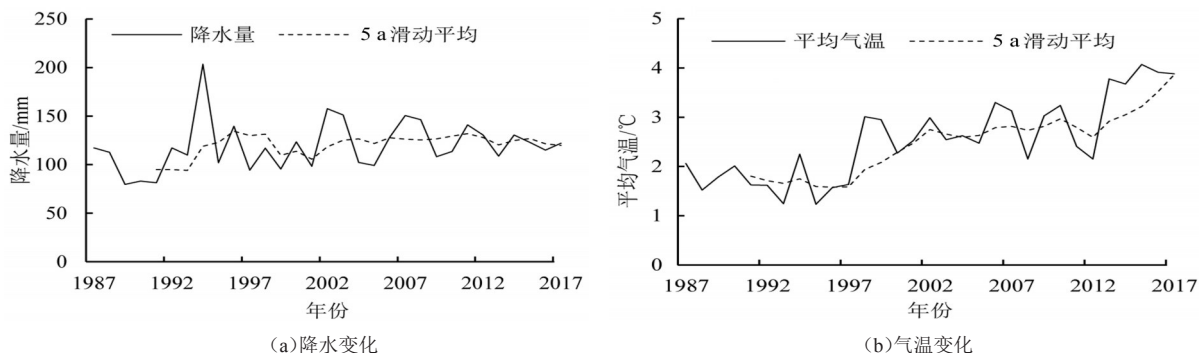


图5 1987—2017年民勤绿洲年均气温和降水变化图

2.3.2 人口因素

1987—2017年,民勤绿洲人口总体表现出先增后减的态势,总人口和城镇人口分别从1987年的25.21万人和1.49万人增长至2017年的26.96万人和8.31万人(图6(a)),城镇人口增加明显,表明民勤城市化进程发展迅速。为了探究人口与绿洲演变的关系,提取1987—2017年绿洲面积,将绿洲分为天然绿洲(林地、草地、水域)和人工绿洲(耕地、居工地),考虑到绿洲演变的滞后性,人口数量和绿洲面积均采用5年滑动平均处理,定量评价人口与人工绿洲之间的关系(图6(b))。人口数量与人工绿洲面积呈显著正相关,相关系数为0.866 1,即随着人口的增长,人工绿洲的面积会相应扩张。

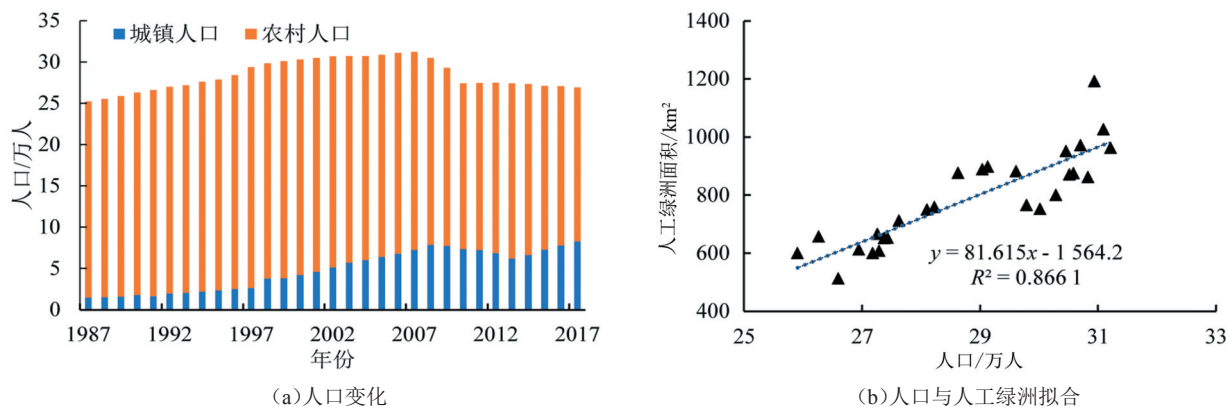


图6 1987—2017年民勤人口及绿洲关系图

2.3.3 水资源开发利用

绿洲依水而存在,对于西北干旱地区而言,水对于保障绿洲生态系统起到决定性作用^[19-20]。随着石羊河流域上游的不断开发,用水量持续上升,致使下游地区水资源可利用量逐年降低。根据蔡旗断面下泄流量,石羊河进入民勤的来水量20世纪80年代平均 $2.3 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,此时绿洲内耕地的灌溉用水还主要是以河水为主;20世纪90年代平均为 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,2000—2009年平均为 $1.1 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$,随着下泄水量逐年减少,人们不得已大量开采地下水,此时绿洲内的主要灌溉方式已经实现了从地表水到地下水的转换,地下水成为主要水源且几乎占总供水量的80%以上,长期超采地下水也引发了地下水漏斗、生态环境脆弱等一些列问题;2007年,国家开始实施石羊河流域综合治理,民勤地区采取关井、压田等方式,地下水才得以修复;2010年以来,由于上游水库清淤,下泄水量有所增加,2010—2017年多年平均下泄水量为 $3.1 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ (图7(a))。同人口

一致,绘制水资源开发利用与绿洲面积关系图(图7(b)),可以看出,水资源开发利用量与绿洲面积呈显著正相关,相关系数为0.764 3,即随着水资源开发利用量的增长,绿洲的面积会相应扩张。

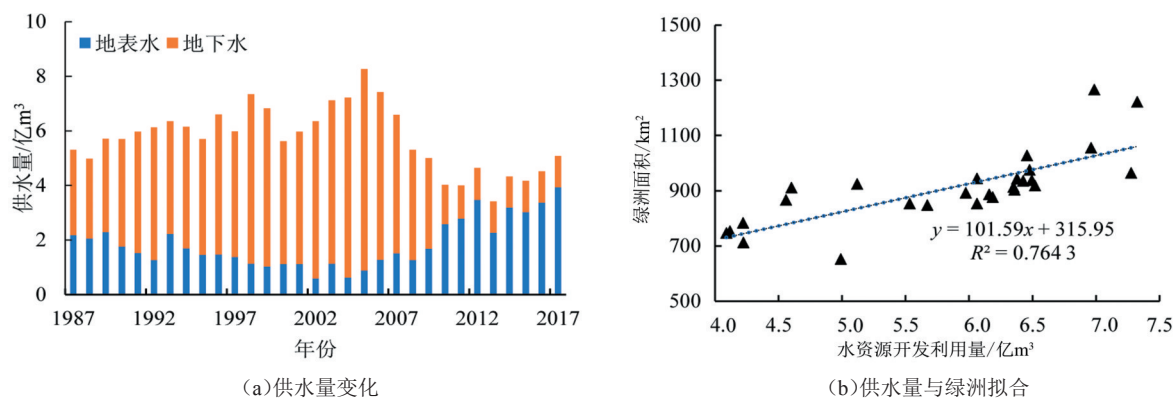


图7 1987—2017年民勤水资源开发利用及绿洲关系图

综上,气象因素对绿洲的影响不明显,人口数量的变化和水资源的开发利用情况会影响绿洲的演变。其中,人口数量的多少会直接导致人工绿洲发生改变,而水资源开发利用程度则是影响绿洲整体演变的主要因素。

3 讨论

民勤绿洲基本处于持续扩张的状态,主要表现为以耕地为主的人工绿洲的扩张,而驱动因素方面,水资源对于绿洲的演变起到决定性作用,这也与过去的研究成果相吻合^[21-22]。近年来,随着生态理念的深入人心,绿洲实现要可持续发展,必须要坚持以水定地的原则,杜绝超采地下水,合理利用水资源,确定有限水资源条件下所能承载的合理绿洲布局。本次研究只是对于过去的绿洲演变和归因进行了简单分析,并没有回答支撑不同绿洲面积下所需要的水资源量。因此,在今后的工作中,可以结合不同作物,计算不同下垫面的耗水量,为相关管理部门进行水调度提供科学指导。

4 结论

1)除个别年份外,绿洲面积基本呈递增的趋势,最大至2007年的1 359.51 km²,而后在2007—2012年进行综合治理,效果明显,2012年绿洲面积为1 004.05 km²,此后5 a由于上游水库清淤,来水量增大,因此绿洲面积又有所增加,截至2017年,绿洲面积为1 302.04 km²。

2)1987—2017年民勤绿洲土地利用类型变换明显,主要是耕地与荒漠之间的频繁转化,以2007—2012年各类型之间土地转化面积最大,表明石羊河流域综合治理效果显著。

3)影响民勤绿洲时空变化的因素众多。其中,人口的增长有利于人工绿洲面积的扩大,但水资源开发利用的程度仍是影响绿洲整体演变的主要因素。

参考文献:

- [1] 马亚兰,刘普幸.河西走廊金塔绿洲农业生态系统资源环境效应综合评价[J].中国沙漠,2011,31(3): 709-715.
- [2] 王涛.干旱区绿洲化、荒漠化研究的进展与趋势[J].中国沙漠,2009,29(1): 1-9.
- [3] 陈曦,罗格平.干旱区绿洲生态研究及其进展[J].干旱区地理,2008(4): 487-495.
- [4] LI Weide, LI Zizhen, WANG Jiquan. Evaluation of oasis ecosystem risk by reliability theory in an arid area: A case study in the Shiyang River Basin, China[J]. Journal of Environmental Sciences, 2007(4): 508-512.
- [5] 韩德林.中国绿洲研究之进展[J].地理科学,1999(4): 313-319.
- [6] 孙建光,韩桂兰.塔里木河流域干旱区绿洲河道生境生态水权及其计量研究[J].灌溉排水学报,2015,34(3): 81-85.
- [7] 李小明,肖笃宁.石羊河流域中下游绿洲土地利用变化与水资源动态研究[J].水科学进展,2005(5): 643-648.
- [8] 廖杰,王涛,薛娴.近55a来黑河流域绿洲演变特征的初步研究[J].中国沙漠,2012,32(5): 1 426-1 441.
- [9] 郭全恩,李保国,南丽丽,等.疏勒河流域绿洲荒漠过渡带土壤呼吸特征及其影响因素[J].生态环境学报,2016,25(6): 934-938.
- [10] 普拉提·莫合塔尔,海米提·依米提.土地利用变化下的生态系统服务敏感性研究:以克里雅绿洲为例[J].自然资源学报,2014,29(11): 1 849-1 858.
- [11] 汪昌树,杨鹏年,于宴民,等.焉耆盆地绿洲区地下水硝态氮污染空间变异性研究及成因分析[J].灌溉排水学报,2016,35(4): 65-70.
- [12] 孙朋,巩杰,高彦净,等.干旱区流域绿洲时空变化及其景观响应[J].干旱区研究,2014,31(2): 355-361.

- [13] 赵晓同, 颜耀文, 李琳琳. 1986—2009年高台县绿洲化荒漠化时空过程[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2012, 48(1): 49-54.
- [14] ZHANG Xianfeng, LIAO Chunhua, LI Jonathan, et al. Fractional vegetation cover estimation in arid and semi-arid environments using HJ-1 satellite hyperspectral data[J]. International Journal of Applied Earth Observations & Geoinformation, 2013, 21(1):506-512.
- [15] WU Weicheng. The Generalized Difference Vegetation Index (GDVI) for Dryland Characterization[J]. Remote Sensing, 2014, 6(2):1 211-1 233.
- [16] 张秀霞, 颜耀文, 吕利利. 敦煌绿洲近30年的景观变化研究[J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(3): 170-175.
- [17] 谢余初, 巩杰, 赵彩霞, 等. 干旱区绿洲土地利用变化的生态系统服务价值响应:以甘肃省金塔县为例[J]. 水土保持研究, 2012, 19(2): 165-170.
- [18] 韩智博, 张宝庆, 田杰, 等. 基于CCSM4气候模式的未来气候变化对黑河绿洲玉米产量影响预测[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(10): 108-115.
- [19] 魏晓妹, 康绍忠, 马岚, 等. 石羊河流域绿洲农业发展对水资源转化的影响及其生态环境效应[J]. 灌溉排水学报, 2006, 25(4): 28-32.
- [20] 邢永强, 李金荣, 窦明. 石羊河流域水资源过度开发利用的考虑[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2007, 35(2):195-198.
- [21] 张谱, 管文轲, 刘洪霞, 等. 新疆迪那河流域轮台人工绿洲耕地时空变化特征分析[J]. 农业机械学报, 2019, 50(5): 291-299.
- [22] 段峥嵘, 祖拜代·木依布拉, 夏建新, 等. 近25年阿克苏绿洲土地利用时空变化及其驱动力分析[J]. 应用基础与工程科学学报, 2018, 26(2): 413-426.

Temporal Spatial Evolution and Driving Force Analysis of Minqin Oasis during 1987—2017

DIAO Weijie¹, ZHAO Yong¹, ZHAI Jiaqi¹, HE Fan¹, SUI Bingjiang², ZHU Yongnan^{1*}

- (1. The State Key Laboratory of Simulation and Regulations of Water Cycles in River Basins,
China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China;
2. Qiangkuang reservoir administration of Zhucheng, Weifang 262202, China)

Abstract:【Objective】The purpose of this paper is to determine the main driving factors which affecting its evolution. 【Method】Based on GIS and RS, area change and land use transfer matrix were adopted, and analysed the characteristics of spatial and temporal changes in minqin oasis in 1987—2017. 【Result】①During 1987—2017, Minqin oasis area showed a steady increase-relative stability-rapid increase-sharp decrease-rapid increase trend. Apart from the obvious shrinkage of the area in 2012, the scale of oasis has been basically in the state of expansion, and the largest oasis area was 1 359.51 km² in 2007. ②During 1987—1992, 1992—1999, 1999—2002, 2002—2007, 2007—2012, 2012—2017, the land cover type changed was 500.99 km², 510.66 km², 625.70 km², 611.67 km², 672.38 km² and 514.66 km², was mainly the conversion among cultivated land, desert and grassland. ③The degree of water resource exploitation and utilization plays a decisive role in the evolution of oasis. Secondly, the change of population will affect the evolution of artificial oasis (crop land and urban land). 【Conclusion】During 1987—2017, Minqin oasis has been gradually expanding, population growth was conducive to the expansion of artificial oasis area, but the degree of water resources development and utilization was still the main important factor leading to the overall evolution of oasis.

Key words: Minqin oasis; landsat; spatial evolution; driving force

责任编辑:赵宇龙