

土地利用变化时空特征与区域发展关系研究

——以渭干河流域为例

唐 宏^{1,2}, 乔旭宁^{1,3}, 杨德刚^{1*}, 黄 凤^{1,2}

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;

3. 河南理工大学测绘与国土信息工程学院, 河南 焦作 454003)

摘 要: 基于三期遥感影像图, 通过土地利用相对变化率、净变化速度和土地利用程度综合指数等, 分析渭干河流域近 20 年土地利用变化与利用程度的时空差异, 并探讨土地利用程度与社会经济发展水平的关系。研究结论如下: (1) 渭干河流域土地利用类型以草地和未利用地为主, 其类型分布和面积变化存在时空差异。1990—2008 年流域林地、水域、建设用地面积逐渐增加, 草地、沼泽、未利用地有所减少, 耕地面积先增后减, 总体有所增加。 (2) 因未利用地面积比重较大, 流域各县的土地利用程度普遍不高, 但近年有明显提高。库车、沙雅、新和县土地利用程度综合指数逐渐增长, 拜城县先增后减, 总体有所增长。流域各县的土地利用效益均逐年增长, 后期增长率远大于前期。 (3) 土地利用程度与区域社会经济发展水平存在正相关, 土地利用程度综合指数越高, 单位面积 GDP 和空间城市化水平越高。未利用地面积比重的空间差异对各县市城市化水平之间的差异具有较大影响。 (4) 人类活动加剧、社会经济发展等因子是流域土地利用变化主要驱动因素。

关键词: 土地利用变化; 土地利用程度综合指数; 空间城市化; 时空差异; 渭干河流域

中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)03-0205-09

土地利用是人与自然联系最为紧密的环节, 人类通过各种社会经济活动, 影响着土地利用格局的变化, 土地利用变化又对生态环境、气候变化及人类活动产生重要影响, 导致全球性的环境变化^[1-3]。土地利用变化引起了政府部门和广大学者的关注, 成为全球变化的重要研究内容之一, 近年来我国大量学者也对不同区域、不同尺度的土地利用空间动态、土地利用空间格局变化展开了研究^[4-9], 土地利用变化下社会经济发展与生态环境变化的响应也成为学者研究的重点。我国西部干旱区生态环境脆弱, 土地类型多样, 区域经济发展和土地利用特征差异明显, 随着人口增长与经济发展, 土地利用发生了巨大变化, 特别是人类活动频繁的绿洲区域。不同学者分别对天山北坡经济带^[10]、南疆地区^[11]、三工河流域^[12-13]、塔里木河流域^[14]、阿克苏河流域^[15]、玛纳斯河流域^[16]、和田河流域^[17]等的土地利用变化进行了研究, 分析了土地利用类型变化的复杂性、区域差异性及其驱动力, 干旱区的土地利用变化研究取得了丰硕成果。渭干河流域是新疆重要的粮棉主产区^[18-19], 随着社会经济的快速发展, 流域的土地利用开发强度开始加大, 不同学者对该区域的土

地利用变化进行了研究, 但以土地利用类型变化、驱动因子和生态效应的研究较多^[20-22], 考察土地利用程度与社会经济发展的研究相对较少。对该区域的土地利用变化及其驱动机制进行研究, 分析土地利用变化与自然生态环境及社会经济发展的关系, 有利于保障粮食生产与生态安全。

本文选择渭干河流域为研究区域, 基于 1990、2000、2008 年三期土地利用数据, 通过土地利用相对变化率、净变化速度等指标, 分析流域土地利用类型分布、土地类型变化的时空差异, 反映流域土地利用变化的过程与趋势; 计算流域各县不同时期的土地利用程度综合指数和土地利用效益, 反映流域土地利用程度的动态变化与空间差异; 在此基础上分析土地利用程度和社会经济发展水平的关系, 初步分析土地利用变化的驱动因素与社会经济效应。这对于了解干旱区绿洲的演变规律, 促进渭干河流域土地资源合理利用与绿洲经济可持续发展具有重要意义。

1 研究区概况

渭干河流域位于天山南麓、塔里木盆地北部, 地理坐标为 80°40' ~ 84°10' E, 39°28' ~ 42°42' N, 行政区

收稿日期: 2012-01-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(40971108); 河南理工大学博士基金(B2010-51); 中国科学院“西部博士资助项目”(XBBS200803); 河南理工大学青年骨干教师计划项目

作者简介: 唐 宏(1985—), 男, 四川金堂人, 博士生, 主要从事水资源利用与区域可持续发展研究。E-mail: tanghongwa@126.com。

* 通讯作者: 杨德刚(1962—), 男, 新疆阜康人, 研究员, 博士生导师, 主要从事区域发展、干旱区绿洲农业研究。E-mail: dgyang@ms.xjb.ac.cn。

属新疆维吾尔自治区阿克苏地区,包括拜城、库车、新和、沙雅四县,流域总面积 67 930 km²。流域形状呈扇形,地势北高南低,海拔 930~6 347 m,主要有北部山地丘陵、中部山前冲洪积平原、南部沙漠三大地貌类型。上游主要支流为木扎尔特河,流经拜城盆地,汇集了喀普斯浪河、台勒维丘克河、喀拉苏河、克孜勒河四条支流后始称渭干河,经库车、新和、沙雅,最后消失于塔里木河北岸附近。气候冬冷夏凉,昼夜温差大,气温年内变化也大,多年平均气温 7.5℃,年平均气温随高程增加而降低。降水时空分布不均,山区大于平原,降水量自北向南、自西向东递减,除高山区外基本属于干旱少雨的大陆性气候。流域水资源丰沛,但年内季节分配极不均匀,夏季水量多变化大,冬季水量小但较为稳定。流域内光、热、水、土资源丰富,农业经济占据主导地位。2009 年流域总人口 110.17 万人,地区生产总值 271.26 亿元。

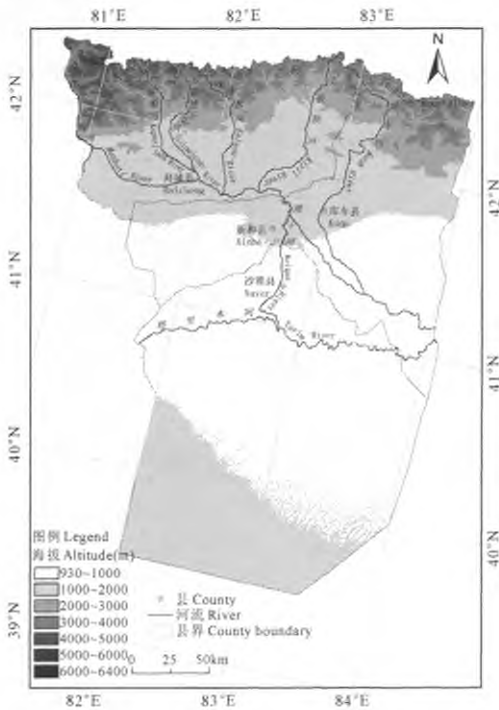


图 1 渭干河流域地形图

Fig.1 Relief map of the Weigan River Basin

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文以新疆 1990 年土地利用本底数据库、2000 年 TM 影像(空间分辨率 30 m)和 2008 年 Quick Bird

遥感影像(空间分辨率 0.6 m)为基本数据源,利用新疆县界矢量图、地形图等辅助数据,经过 ArcGIS 和 Erdas 等软件的处理、判别与解译,并结合统计年鉴等相关资料,进行校对修正后得到三期渭干河流域土地利用类型数据。社会经济相关数据来自《阿克苏辉煌 50 年》和历年《阿克苏地区统计年鉴》^[23-24]。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用类型分类 根据研究区土地资源特征与景观变化差异,参照中国《土地利用现状调查技术规程》,将研究区土地利用/覆被类型划分为 7 个类别:耕地(包括水田、水浇地和旱地等)、林地(包括有林地、灌木林、疏林地和其他林地)、草地、建设用地(包括城乡居民用地、工矿用地和交通用地等)、水域(包括河湖沟渠、水库坑塘、滩涂苇地等)、沼泽和其他未利用地(包括荒草地、盐碱地、沙地、裸土地、裸岩石砾地和永久性冰川积雪等)。

2.2.2 土地利用面积变化率 土地利用类型面积的变化率,采用相对变化率和净变化速度两个指标来表征。其中土地利用类型面积的相对变化率,反映某土地利用类型变化面积相对于研究初期该类型土地面积的变化情况,土地利用类型净变化速度反映研究期间某土地利用类型面积的年均变化速度。计算公式如下^[15]:

$$N_c = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times 100\% \quad (1)$$

$$R_i = \left[\sqrt[T]{\frac{U_b}{U_a}} - 1 \right] \times 100\% \quad (2)$$

式中, N_c 为某土地利用类型面积的相对变化率; R_i 为土地利用类型净变化速度; U_a 、 U_b 分别为研究初期和末期某土地利用类型的面积; T 为研究时段。本文涉及的土地利用类型变化面积,均为净变化面积,不考虑土地类型的相互转入与转出。

2.2.3 土地利用程度变化 土地利用程度变化可以反映不同区域的自然基础对土地利用的制约,也可以反映人类对土地的开发利用程度。参照刘纪远等人提出的土地利用程度分级标准^[25],将土地利用程度划分为 4 个标准级(表 1),计算流域的土地利用程度综合指数,以量化土地利用程度的高低。计算公式为:

$$D = \sum_{i=1}^n A_i \times U_i / U_{\text{总}} \quad (3)$$

式中, D 表示土地利用程度综合指数; A_i 为第 i 级土地利用程度分级指数; U_i 为第 i 级土地利用面积;

$U_{总}$ 为土地利用评价区域内土地的总面积。 D 值越高,表明区域的土地利用程度综合指数越大,人类对该区域土地的开发程度越高。

表1 土地利用程度分级赋值表
Table 1 The grade of assignment of land use degree

类型分级 Grade	土地利用类型 Land use type	分级指数 Grade index
未利用地级 Grade of unused land	未利用地 Unused land	1
林、草、水用地级 Grade of forest, grassland and water	林地、草地、水域 Forest, grassland, water	2
农业用地级 Grade of farmland	耕地、园地、人工草地 Farmland, garden, lawn	3
城市聚落地级 Grade of urban land	城镇居民点、工矿交通用地 Residence, mine and traffic	4

3 结果分析

通过三期遥感影像图,得出流域不同时期的土地利用分类面积(图2),以及3个时段(前期1990—2000年、后期2000—2008年和整个研究期1990—2008年)土地利用类型的面积变化,并根据公式(1)~(3)分别计算各时段的土地利用变化速度和不同时期的土地利用程度综合指数。

3.1 土地利用类型空间分布

渭干河流域土地总面积67 930 km²,其土地利用类型以草地和未利用地为主,1990—2008年二者占流域总面积的比重分别在31%和57%以上,占有绝对优势。沼泽和建设用地所占比例最小,均不足一个百分点。为便于研究,取1990、2000、2008三个时期不同类型土地面积的平均值,分析流域土地利用类型的空间分布差异(表2)。

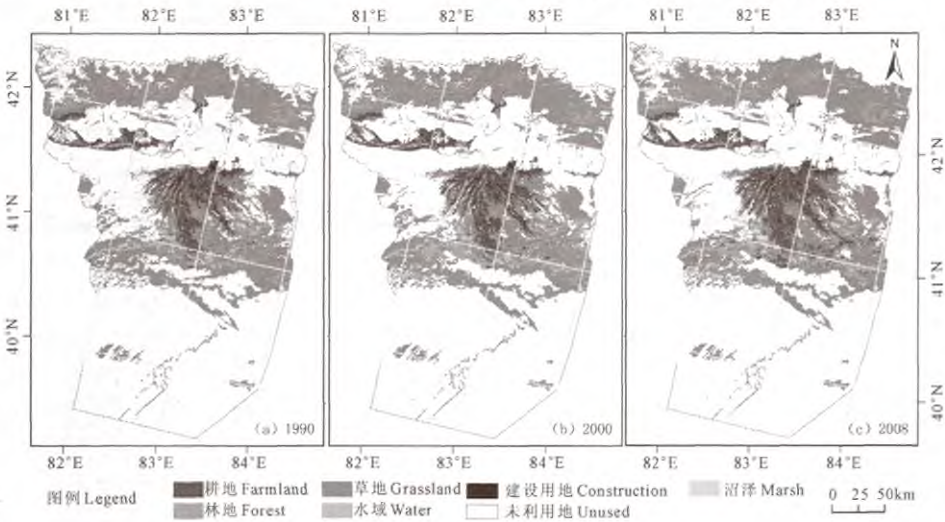


图2 1990—2008 渭干河流域土地利用类型的空间格局

Fig.2 Land use types in Weigan River Basin during the period of 1990—2008

新和县土地面积最小,仅占流域总面积的8.56%,沙雅县土地面积最大,约占47.04%,是新和县的5.5倍。从不同土地利用类型看,沙雅、新和两县靠近塔克拉玛干沙漠,县域内未利用地面积占绝对比重,分别占县域总面积的83.89%和71.63%,流域的未利用地也主要分布在沙雅县,其所占比例达68.54%。草地则主要分布在库车、拜城两县的西天山中山区和山间盆地,两县草地面积所占比重分别为41.01%和43.14%,其草地面积占县域总面积比重也远大于沙雅、新和,分别为60.54%和59.79%,而沙雅县仅为7.56%。四县的耕地、林地、建设用地、水域和沼泽在县域总面积中所占比重均

较小,尤其沼泽地,比重均在1%以下,其中拜城县沼泽面积占流域沼泽总面积的一半以上。林地主要分布在沙雅、库车,两县合计比重超过80%,水域主要分布在沙雅、拜城,两县合计约占79%左右。建设用地面积与区域人口数量密切相关,从大到小依次为库车、沙雅、拜城、新和,这与四县人口数量排序一致。沙雅县由于土地总面积和未利用地面积远大于其他三县,其他土地类型占县域总面积比重均较小,但在流域同类型土地面积中所占比重则相对较大,新和县各类型土地在流域中所占比重均小于其他三县。

表 2 渭干河流域土地利用类型空间分布
Table 2 Spatial distribution of land use types in Weigan River Basin

指标 Index	区域 Regions	林地 Forest	草地 Grassland	耕地 Farmland	沼泽 Marsh	水域 Water	未利用地 Unused	建设用地 Construction	合计 Total
面积 Area (hm^2)	库车 Kuqa	110038	884038	65503	4411	16497	360290	19518	1460295
	沙雅 Xayar	157114	241688	55012	1793	54220	2673223	12464	3195515
	新和 Xinhe	13326	99984	37849	1371	6794	414786	7672	581783
	拜城 Baicheng	46766	929961	74662	9959	33443	452157	8422	1555370
	流域合计 Total	327244	2155671	233026	17533	110954	3900457	48077	6792962
占区域总 面积比重 Proportion in total regional area (%)	库车 Kuqa	7.54	60.54	4.49	0.30	1.13	24.67	1.34	100
	沙雅 Xayar	4.92	7.56	1.72	0.06	1.70	83.66	0.39	100
	新和 Xinhe	2.29	17.19	6.51	0.24	1.17	71.30	1.32	100
	拜城 Baicheng	3.01	59.79	4.80	0.64	2.15	29.07	0.54	100
	流域合计 Total	4.82	31.73	3.43	0.26	1.63	57.42	0.71	100
占流域同类 型土地总 面积比重 Proportion in the total area of the same type (%)	库车 Kuqa	33.63	41.01	28.11	25.16	14.87	9.24	40.60	21.50
	沙雅 Xayar	48.01	11.21	23.61	10.23	48.87	68.54	25.93	47.04
	新和 Xinhe	4.07	4.64	16.24	7.82	6.12	10.63	15.96	8.56
	拜城 Baicheng	14.29	43.14	32.04	56.80	30.14	11.59	17.52	22.90
	流域合计 Total	100	100	100	100	100	100	100	100

3.2 土地利用变化

3.2.1 动态演变 考察不同时期渭干河流域土地利用类型的变化情况(表 3)。1990—2000 年,林地、耕地、水域和建设用地面积有所增加,其中耕地面积增加最多,达 24 565.1 hm^2 ,建设用地次之。因建设用地初始面积相对较小,其相对变化率和净变化速度最大,分别为 16.60%和 1.55%。草地、沼泽和未利用地面积减少,其中沼泽的净变化速度最大为 -0.42%,因草地和未利用地面积所占比例较大,虽然其面积变化较大,但相对变化率较小。2000—2008

年,耕地由前一阶段的增加变为减少,其他土地类型的变化方向保持不变。与 1990—2000 年相比,林地的净变化速度有所提高,为前期的 3.6 倍,其他土地利用类型的净变化速度则均有所降低,尤其草地和未利用地的变化率降低幅度最大。整个研究时段内,林地、水域、建设用地面积逐渐增加,草地、沼泽、未利用地有所减少,耕地面积先增后减,总体有所增加,净变化速度从高到低依次为建设用地、沼泽、林地、耕地、水域、未利用地和草地(图 3)。

表 3 1990—2008 年渭干河流域各土地利用类型面积变化
Table 3 Area changes of different land use types in the Weigan River Basin

时段 Period	指标 Index	林地 Forest	草地 Grassland	耕地 Farmland	沼泽 Marsh	水域 Water	未利用地 Unused	建设用地 Construction
1990—2000	面积变化 Area change(hm^2)	4635.1	-12877.3	24565.1	-739.2	1971.4	-24636.0	7080.8
	相对变化率 Relative change rate(%)	1.45	-0.59	11.12	-4.08	1.80	-0.63	16.60
	净变化速度 Net change speed(%)	0.14	-0.06	1.06	-0.42	0.18	-0.06	1.55
2000—2008	面积变化 Area change(hm^2)	13800.8	-1350.1	-12910.2	-259.1	1191.3	-2577.5	2104.8
	相对变化率 Relative change rate(%)	4.26	-0.06	-5.26	-1.49	1.07	-0.07	4.23
	净变化速度 Net change speed(%)	0.52	-0.01	-0.67	-0.19	0.13	-0.01	0.52
1990—2008	面积变化 Area change(hm^2)	18435.9	-14227.3	11654.8	-998.3	3162.8	-27213.5	9185.6
	相对变化率 Relative change rate(%)	5.77	-0.66	5.27	-5.51	2.90	-0.69	21.53
	净变化速度 Net change speed(%)	0.31	-0.04	0.29	-0.31	0.16	-0.04	1.09

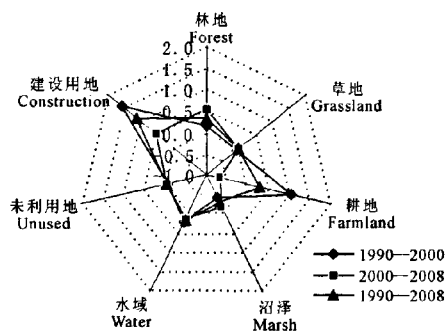


图3 1990—2008年渭干河流域土地利用类型净变化速度
Fig.3 Speed of the net land use change in Weigan River Basin from 1990—2008

3.2.2 空间差异 流域各县的土地面积不同,土地利用类型构成不同,其类型变化也存在一定差异。分析1990—2008年各县的土地利用变化情况,该时期四县的林地、水域和建设用地均呈增加趋势,未利

用地面积均大幅减少,库车、沙雅、新和三县耕地面积增加,草地面积减少,拜城县则草地面积增加,耕地面积减少,除沙雅县沼泽地面积未变化外,其他三县沼泽面积均有所减少(表4)。流域未利用地减少面积以沙雅县最大,水域增加和沼泽地减少则以拜城县为主。

各县市不同土地类型的净变化速度不同,建设用地、水域和未利用地面积变化的空间差异相对较小,建设用地的净变化速度以拜城县最大,为1.51%,库车县因建设用地面积基数较大,其净变化速度最小,为0.79%。林地、草地、耕地、沼泽变化的空间差异较大。新和县林地面积变化最大,相对变化率为44.83%,净变化速度为2.08%;沙雅县耕地面积变化最大,净变化速度为1.01%,沼泽面积没有变化;拜城县沼泽面积变化率远大于其他三县,净变化率为-0.53%。

表4 渭干河流域各县土地利用类型面积变化(1990—2008)
Table 4 Area changes of different land use types in different counties of Weigan River Basin

指标 Index	区域 Regions	林地 Forest	草地 Grassland	耕地 Farmland	沼泽 Marsh	水域 Water	未利用地 Unused	建设用地 Construction
面积变化 Area change (hm ²)	库车 Kuqa	2134.0	-3148.3	1404.3	-9.9	392.2	-3504.8	2732.6
	沙雅 Xayar	4753.1	-6048.0	9376.7	0	873.9	-11635.6	2679.9
	新和 Xinhe	5033.9	-5543.5	1874.3	-22.7	429.8	-3333.3	1561.4
	拜城 Baicheng	6514.9	512.4	-1000.5	-965.7	1466.8	-8739.7	2211.7
相对变化率 Relative change rate (%)	库车 Kuqa	1.95	-0.36	2.20	-0.23	2.41	-0.97	15.23
	沙雅 Xayar	3.06	-2.46	19.83	0	1.63	-0.43	24.67
	新和 Xinhe	44.83	-5.37	5.20	-1.64	6.60	-0.80	23.33
	拜城 Baicheng	14.97	0.06	-1.36	-9.18	4.47	-1.91	30.91
净变化速度 Net change speed (%)	库车 Kuqa	0.11	-0.02	0.12	-0.01	0.13	-0.05	0.79
	沙雅 Xayar	0.17	-0.14	1.01	0	0.09	-0.02	1.23
	新和 Xinhe	2.08	-0.31	0.28	-0.09	0.36	-0.04	1.17
	拜城 Baicheng	0.78	0.00	-0.08	-0.53	0.24	-0.11	1.51

3.3 土地利用效益

3.3.1 土地利用程度 未利用地面积在流域所占比重最大,导致流域土地利用程度综合指数较低。由于人类对流域的土地开发利用程度有所增加,近年来流域土地利用程度综合指数呈增长趋势,未利用地面积减少,耕地、林地、水域面积增加,尤其是建设用地面积的快速增加,是流域土地利用程度综合指数增长的重要原因。库车、沙雅、新和三县在研究时段土地利用程度综合指数均呈增长趋势,拜城县则先增后减,总体有所增长。库车、拜城两县的未利用地面积比重远小于沙雅、新和,故其土地利用程度

综合指数相对较高。沙雅县未利用地面积占县域总面积的80%以上,且利用程度得分较高的建设用地、耕地比重较低,导致其土地利用程度综合指数最低,不到库车县、拜城县的2/3(表5)。

由于未利用地相对其他土地类型,人类活动投入较少,其产出也相对较少。为剔除未利用地比重过大对土地利用程度指数的影响,对研究区其他类型土地的利用程度进行分析,得出调整后的土地利用程度综合指数。调整后流域的土地利用程度综合指数变化趋势与调整前一致,库车、沙雅、新和三县逐渐增长,拜城县先增后减,总体有所增长。对调整

前后的三期土地利用程度综合指数求平均值进行对比,剔除未利用地后流域整体与各县的土地利用程度综合指数均有所提高,尤其是未利用地比重较大

的沙雅、新和两县。调整前沙雅、新和两县指数低于流域平均值,调整后高于流域平均,新和县取代库车县,成为流域土地利用程度综合指数最高的县。

表 5 渭干河流域土地利用程度综合指数

Table 5 The integrated indexes of land use degree in Weigan River Basin

指标 Index	年份 Years	库车 Kuqa	沙雅 Xayar	新和 Xinhe	拜城 Baicheng	流域合计 Total
调整前 D 值 D value before adjusting	1990	1.8267	1.1824	1.3696	1.7982	1.4779
	2000	1.8338	1.1917	1.3862	1.8100	1.4880
	2008	1.8345	1.1921	1.3898	1.8082	1.4882
	平均值 Average	1.8316	1.1887	1.3819	1.8055	1.4847
调整后 D 值 D value after adjusting	1990	2.0966	2.1364	2.3135	2.0770	2.1080
	2000	2.1033	2.1695	2.3523	2.0843	2.1216
	2008	2.1034	2.1699	2.3578	2.0814	2.1209
	平均值 Average	2.1011	2.1586	2.3412	2.0809	2.1168

3.3.2 土地利用效益 选择单位面积 GDP 为考核指标,分析渭干河流域的土地利用效益(表 6)。为便于年际间进行比较,GDP 均转化为 1990 年可比价。土地面积则选用区域总面积(调整前)和剔除未利用地后的其他土地类型总面积(调整后)两种情景分析。随着社会经济的发展,流域各县的土地利用效益均逐年增长。库车县人均 GDP 为流域最高,调整前其单位面积 GDP 远大于其他三县,沙雅县人均 GDP 比新和、拜城大,但由于土地面积较大,单位面

积 GDP 一直处于流域最低。调整后沙雅、新和两县的单位面积 GDP 明显上升,沙雅县由调整前的远低于库车县变为与库车县接近,2000 年甚至超过了库车县,新和县成为单位面积 GDP 最高的区域,拜城县为最低。调整前后流域土地利用效益变化率比较一致,2000—2008 年年均增长率远大于 1990—2000 年,但不同区域的变化率具有差异,1990—2000 年沙雅县年均增长率最大,2000—2008 年库车县年均增长率最大,新和县的年均变化率则均为流域最低。

表 6 渭干河流域土地利用效益

Table 6 The efficiency of land use in Weigan River Basin

指标 Index	年份 Years	库车 Kuqa	沙雅 Xayar	新和 Xinhe	拜城 Baicheng	流域平均 Average
人均 GDP(元) GDP per capital(yuan)	1990	1383	1057	1094	972	—
	2000	2697	2677	1654	1884	—
	2008	22486	18997	10979	13883	—
单位面积 GDP(元/hm ²) GDP per unit area(yuan/hm ²)	调整前 Before adjusting	1990	317.02	53.20	224.14	104.44
		2000	725.38	162.34	488.86	237.34
		2008	7058.61	1372.72	3019.48	2002.07
	调整后 After adjusting	1990	420.54	331.41	796.69	140.92
		2000	959.87	990.22	1711.59	317.69
		2008	9333.73	8361.28	10516.91	2678.88

3.4 土地利用程度与区域发展相互关系

为分析土地利用程度与区域社会经济发展的关系,考虑到与土地利用指标的联系程度,选取单位面积 GDP 代表区域的经济发展水平,空间城市化指数(建设用地面积占总面积比重)代表区域城市发展水平,土地利用程度的表征指标选用土地利用程度综合指数。计算三个时期流域四县各指标与流域平均

值的比值,再对该比值取自然对数,利用三期四县共 12 个数据,分别绘制土地利用程度综合指数(Y)与单位面积 GDP(X₁)、空间城市化水平(X₂)之间的散点图(图 4)。为方便对比,选择研究区为区域总面积(调整前)和剔除未利用地后的总面积(调整后)两种情景进行分析。

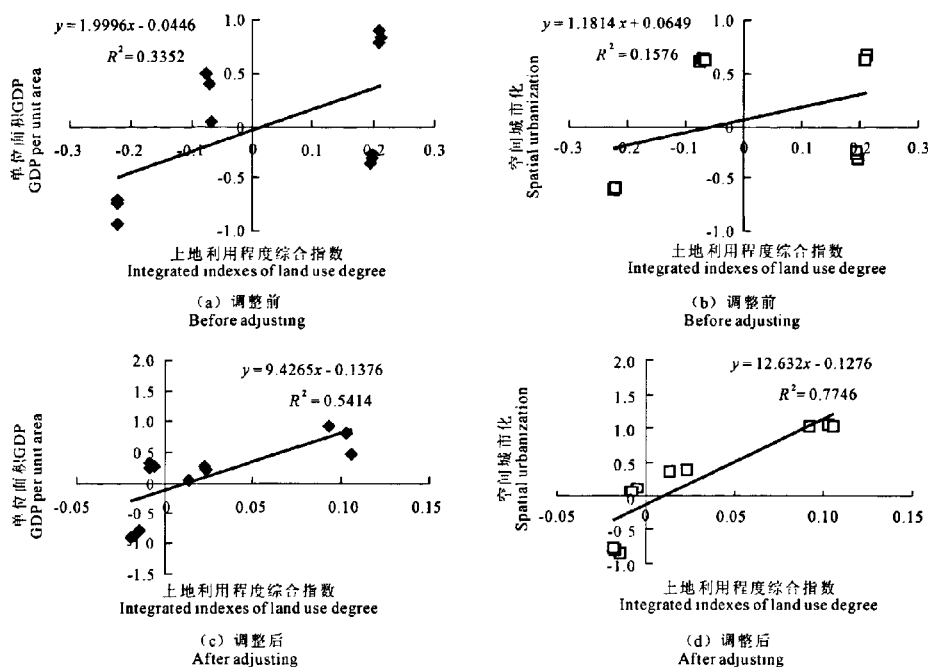


图4 渭干河流域土地利用程度与区域发展耦合关系

Fig.4 Relationship between land use degree and level of regional development

图4显示,土地利用程度综合指数越高,单位面积GDP和空间城市化水平总体均呈现升高趋势。两种情景进行比较,调整后土地利用程度综合指数与单位面积GDP和空间城市化水平的拟合程度均有所上升,相关系数大幅提高,分别由0.579和0.397提高到0.736和0.880。利用SPSS软件进行相关性检验,自由度为10,调整前 Y 与 X_1 、 X_2 的Sig值分别0.049和0.201,调整后为0.006和0,这说明调整前后土地利用程度综合指数与单位面积GDP均在0.05水平上显著正相关,土地利用程度综合指数和空间城市化水平则由调整前的不相关变为调整后的极显著正相关,即土地利用程度与区域社会经济发展水平存在正相关。调整前土地利用程度和经济发展水平的相关性相对较高,调整后其与城市发展水平的相关性则相对较高,这说明县域间未利用地面积比重的差异对城市化水平空间差异的影响远大于其对单位面积产值空间差异的影响。

3.5 土地利用变化的驱动因素

土地利用变化主要是人类活动造成的,包括人口、政策、社会经济、市场等多种因素。(1)人口因素是土地利用变化最具活力的驱动因子,人口数量的增长必然导致居民点和城镇用地的增加,人口增长所带来的粮食需求增长也导致对耕地需求量的增

加,促使未利用地向耕地的转变。(2)国家的相关政策,如退耕还林、生态移民等政策,导致区域的土地利用变化。西部大开发以来,国家政策向西部倾斜,以粮代赈的政策等鼓励在不宜耕种的土地上退耕还林还草,进行封山育林,逐步调整农林牧用地结构,使得渭干河流域部分不适宜耕种的土地退耕还林,流域林地面积增加。(3)随着社会经济的发展,流域经济实力有所加强,城镇化进程也逐步加快。社会经济的发展,通过人口、产业等布局变化影响土地利用的变化。随着城镇化水平的提高,建设用地面积增加,而耕地和园地则在一定程度上受到威胁。盐碱地、沙地、沼泽及草地等开垦为耕地,加上灌溉技术的提高带动土地利用水平的提高,则导致流域耕地面积的增加。(4)由于种植粮食作物的经济效益相对较低,经济作物、林果产品的市场价格则较高,在市场因素驱动下,农民为了追求经济效益最大化,进行农业生产结构的调整,导致耕地向园地的转化。(5)气候和河川径流变化也是流域土地利用变化的重要驱动因子,由于全球气候变暖,流域气温逐渐升高,永久性冰川积雪一直处于萎缩后退状态,引起流域林线变化、未利用地减少。渭干河年径流量增加,由1998年的 $21.86 \times 10^8 \text{ m}^3$ 增至2008年的 $24.02 \times 10^8 \text{ m}^3$,则导致流域水域面积的增加。

4 结 论

基于渭干河流域 1990—2008 年三期土地利用数据,分析流域近 20 年土地利用变化及其与社会经济发展的关系,得出以下结论:

1) 渭干河流域土地利用类型以草地和未利用地为主,类型分布存在空间差异。沙雅、新和的未利用地占绝对比重,草地则主要分布在库车、拜城。整个研究时段内,林地、水域、建设用地面积逐渐增加,草地、沼泽、未利用地有所减少,耕地面积先增后减,总体有所增加。不同时期各类型土地的变化速度不同,2000—2008 年林地面积的净变化速度提高到 1990—2000 年的 3.6 倍,其他土地利用类型的变化速度则均有所降低。土地利用类型的变化也存在空间差异,建设用地、水域和未利用地变化的空间差异相对较小,林地、草地、耕地、沼泽变化的空间差异较大。

2) 流域土地利用程度综合指数普遍不高,但近年来有明显提高,未利用地面积比重较大导致流域指数较低,其面积的逐渐减少和建设用地面积的快速增加则是其提高的重要原因。剔除未利用地的因素,分析调整后流域各县的土地利用程度,沙雅、新和两县土地利用程度综合指数大幅提高。研究时段内,调整前后流域的土地利用程度综合指数变化趋势一致,库车、沙雅、新和三县逐渐增长,拜城县先增后减,总体有所增长。流域各县的土地利用效益均逐年增长,后期增长率远大于前期。

3) 土地利用程度与区域社会经济发展水平存在正相关,土地利用程度综合指数越高,单位面积 GDP 和空间城市化水平越高。调整后土地利用程度综合指数与单位面积 GDP 和空间城市化水平的拟合水平平均比调整前有所上升,但与空间城市化水平的拟合程度提高幅度更大,这说明县域间未利用地面积比重的差异对城市化水平空间差异的影响远大于其对单位面积产值空间差异的影响。

4) 土地利用变化受人类活动与自然因素双重影响,各因素对流域具有不同程度的影响。气候变化导致流域中、高山区的土地利用类型发生变化,径流量变化则主要影响河道及周边的区域,自然因素的影响范围相对较小。人口增长、社会经济发展等对土地利用变化的影响范围广、程度深,耕地、园地、建设用地等均很大程度受到人类活动的影响,人为因素成为流域土地利用变化的主要驱动因子。

参 考 文 献:

[1] Foley J A, DeFries R, Asner G P, et al. Global consequences of land

use[J]. *Science*, 2005, 309: 570-574.

- [2] 熊惠波,周燕芳,江 源,等. 扎鲁特旗土地利用变化中的生态损益估算[J]. *干旱区研究*, 2003, 20(2): 98-103.
- [3] 王国友,塔西甫拉提·特依拜,谭灵芝. 新疆于田绿洲荒漠交错带土地利用变化的社会驱动力研究[J]. *中国沙漠*, 2006, 26(2): 259-263.
- [4] Verburg H P, Veldkamp A, Fresco L O. Simulation of changes in the spatial pattern of land use/land cover in China[J]. *Applied Geography*, 1999, 19: 211-233.
- [5] Turner B L, Geoghegan J, Foster D R. *Integrated land change science and tropical deforestation in the southern Yucatán*[M]. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- [6] Liu Jiuyan, Liu Mingliang, Tian Hanqin, et al. Spatial and temporal patterns of China's cropland during 1990—2000: an analysis based on Landsat TM[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2005, 98: 442-456.
- [7] Ding Han, Wang Renchao, Wu Jiaping, et al. Quantifying land use change in Zhejiang coastal region, China using multi-temporal Landsat TM/ETM+ images[J]. *Pedosphere*, 2007, 17: 712-720.
- [8] 仙 巍,邵怀勇,周万村. 嘉陵江中下游地区近 30 年土地利用与覆被变化过程研究[J]. *地理科学进展*, 2005, 24(3): 114-121.
- [9] 王丽艳,吕昌河,姚治君. 潮白河上游土地利用的时空变化特征与驱动力分析[J]. *地理科学进展*, 2005, 24(5): 88-96.
- [10] 满苏尔·沙比提,迪力木拉提·玉苏普. 新疆天山北坡经济带土地利用时空变化特征研究[J]. *地域研究与开发*, 2008, 27(2): 103-108.
- [11] 满苏尔·沙比提,陆吐布拉·依明. 新疆南疆地区土地利用变化及其生态效应[J]. *地理科学*, 2011, 31(4): 440-446.
- [12] Luo Geping, Zhou Chenghu, Chen Xi, et al. A methodology of characterizing status and trend of land changes in oases: a case study of Sangong River watershed, Xinjiang, China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2008, 88: 775-783.
- [13] 罗格平,周成虎,陈 曦. 干旱区绿洲土地利用与覆被变化过程[J]. *地理学报*, 2003, 58(1): 63-72.
- [14] 郝兴明,李卫红,陈亚宁,等. 塔里木河干流土地利用/覆被变化的社会经济驱动力分析[J]. *中国沙漠*, 2007, 27(3): 405-411.
- [15] 周德成,罗格平,尹昌应,等. 近 50a 阿克苏河流域土地利用/覆被变化过程[J]. *冰川冻土*, 2010, 32(2): 275-284.
- [16] 李义玲,乔 木,杨小林,等. 干旱区典型流域近 30 年土地利用/土地覆被变化的分形特征分析——以玛纳斯河流域为例[J]. *干旱区地理*, 2008, 31(1): 75-81.
- [17] 窦 燕,陈 曦,包安明. 近 40 年和田河流域土地利用动态变化及其生态环境效应[J]. *干旱区地理*, 2008, 31(3): 449-455.
- [18] 满苏尔·沙比提,阿布拉江·苏莱曼. 渭干河—库车河三角洲绿洲农业气象灾害及减灾对策分析[J]. *自然灾害学报*, 2002, 11(4): 90-95.
- [19] 向 丽,顾培亮,董新光,等. 大型灌区水资源优化分配模型研究[J]. *西北水资源与水工程*, 1999, 10(1): 1-8.
- [20] 张 飞,塔西甫拉提·特依拜,丁建丽,等. 塔里木盆地北缘绿洲土地利用与生态系统服务价值的时空变化研究——以渭干河—库车河三角洲绿洲为例[J]. *中国沙漠*, 2009, 29(5): 933-941.
- [21] 满苏尔·沙比提,楚新正. 新疆渭干河—库车河三角洲绿洲土地利用时空变化特征分析[J]. *干旱地区农业研究*, 2007, 25

- (4):12-18.
- [22] 尼格拉·塔什甫拉提,丁建丽,吉别克·哈力克巴义.新疆渭干河—库车河三角洲绿洲土地覆被变化及驱动力分析[J].新疆农业科学,2011,48(1):104-109.
- [23] 阿克苏地区行署办公室,阿克苏地区统计局.阿克苏辉煌 50 年(1949—1999)[R].1999.
- [24] 阿克苏地区行署办公室,阿克苏地区统计局.阿克苏地区统计年鉴(2000—2009)[R].2000—2009.
- [25] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M].北京:中国科学技术出版社,1996:171-188.

Characteristics of temporal and spatial dynamic changes of land use and their relationship with regional development

—A case study in the Weigan River Basin

TANG Hong^{1,2}, Qiao Xu-ning^{1,3}, YANG De-gang¹, HUANG Feng^{1,2}

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. College of Surveying and Land Information Engineering, He'nan Polytechnic University, Jiaozuo, He'nan 454003, China)

Abstract: Based on the remote sensing images in 1990, 2000 and 2008, the relative rate and net speed of land use change were considered, and the integrated indexes of land use degree was also calculated. Spatial and temporal differences in the change and degree of land use in the Weigan River Basin in recent 20 years were analyzed, and the relationship between land use degree and level of social and economic development was discussed. The results showed that: (1) The main land use types in Weigan River Basin were grassland and unused land, the percentages of which were over 31% and 57%, respectively. There were spatial and temporal differences in the size of area distribution and change of land use types. During 1990—2008, the overall trend of land use in this oasis presented an increase in forest land, water area and construction land, and a decrease in grassland, wetland and unused land, while cultivated land area increased first and then decrease, and the overall trend was increase. (2) Because of the larger proportion of unused land area, the integrated index of land use degree was lower, which showed a significant improvement in recent years. The land use degree index in the counties of Kuqa, Xayar, and Xinhe increased gradually, while that in Baicheng County reduced after the first increase, and it increased in overall. The efficiency of land use in all counties in Weigan River Basin was growing year by year, and the growth rate in 2000—2008 was larger than that in 1990—2000. (3) There was a positive correlation between the degree of land use and the level of social and economic development. The higher the land use degree index was, the higher the GDP per unit area and the index of spatial urbanization were. The spatial differences in the proportion of unused land area had a greater effect on the differences in the level of urbanization. (4) These changes were tightly related to human-activity enhancements and social and economic development.

Keywords: land use change; integrated indexes of land use degree; spatial urbanization; spatial and temporal differences; Weigan River Basin