

# 河湟谷地 1980—2020 年土地利用变化及其冷热点分布

孙晓晨<sup>1</sup>, 焦菊英<sup>1,2</sup>, 王红雷<sup>1</sup>, 李建军<sup>1</sup>, 陈同德<sup>1</sup>, 赵文婷<sup>1</sup>, 程玉卓<sup>1</sup>

(1.西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100;

2.中国科学院 水利部 水土保持研究所, 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:** [目的] 通过研究青海省河湟谷地 1980—2020 年来的土地利用变化规律及成因, 为当地土地资源管理提供科学依据。[方法] 基于 1980, 1990, 2000, 2010, 2020 年 5 期土地利用资料, 应用土地利用转移矩阵、变化量分析、综合动态度及冷热点分析等方法, 对河湟谷地近 40 年来的土地利用数量与空间变化规律及成因进行分析。[结果] ① 1980—1990 年河湟谷地以草地增加为主, 1990—2000 年以耕地和未利用地增加为主, 2000—2010 年以草地增加为主, 2010—2020 年各地类数量变化不明显。② 1980—1990 年未利用地向草地转化主要发生在西南部及北部, 2000—2010 年耕地向草地转化主要发生在中部。③ 河湟谷地土地利用变化热点区主要分布在贵德县、尖扎县、同仁市、循化县、民和县、化隆县、门源县和平安区。冷点区主要分布在大通县、门源县、乐都区和同仁市。[结论] 国家政策、地方政策等因素导致了土地利用变化的时空差异, 对于不同地区应因地制宜、有侧重地选择研究方法, 才能优化土地利用结构, 实现乡村振兴。

**关键词:** 土地利用; 动态变化; 冷热点分析; 河湟谷地

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2022)01-0327-08

中图分类号: F301.24

**文献参数:** 孙晓晨, 焦菊英, 王红雷, 等. 河湟谷地 1980—2020 年土地利用变化及其冷热点分布[J]. 水土保持通报, 2022, 42(1): 327-334. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2022.01.043; Sun Xiaochen, Jiao Juying, Wang Honglei, et al. Land use changes and cold-hot spot distribution in Hehuang valley from 1980 to 2020 [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2022, 42(1): 327-334.

## Land Use Changes and Cold-hot Spot Distribution in Hehuang Valley from 1980 to 2020

Sun Xiaochen<sup>1</sup>, Jiao Juying<sup>1,2</sup>, Wang Honglei<sup>1</sup>,

Li Jianjun<sup>1</sup>, Chen Tongde<sup>1</sup>, Zhao Wenting<sup>1</sup>, Cheng Yuzhuo<sup>1</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi

712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS and Ministry of Water Resources, State

Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** [Objective] The law and causes of land use dynamic changes in Hehuang Valley of Qinghai Province from 1980 to 2020 were studied in order to provide a scientific basis for land resource management. [Methods] Land use data (1980, 1990, 2000, 2010, and 2020), land use transfer matrix, change analysis, comprehensive dynamic attitude, and cold and hot spot analysis were used to analyze the quantity and spatial changes of land use in Hehuang Valley during 1980—2020. [Results] ① The main land use changes were the increase of grassland from 1980 to 1990 and from 2000 to 2010, and the increase in cropland and unused land from 1990 to 2000. However, there were no significant changes in the number of different land use regions from 2010 to 2020. ② The conversion of unused land to grassland occurred mainly in the southwest and north from 1980 to 1990. From 2000 to 2010, the conversion of cultivated land to grassland mainly occurred in the central region. ③ Hot spots of land use change in Hehuang Valley were mainly located in Guide, Jianzha,

收稿日期: 2021-08-24

修回日期: 2021-10-11

资助项目: 国家计委、科技部“第二次青藏高原综合科学考察研究”(2019QZKK0603)

第一作者: 孙晓晨(1997—), 女(汉族), 吉林省长春市人, 硕士研究生, 研究方向为土壤侵蚀。Email: 867037619@nwfau.edu.cn.

通信作者: 王红雷(1983—), 男(汉族), 河南省永城市人, 研究员, 主要从事植被恢复与土壤微生物生态。Email: wanghonglei@nwsuaf.edu.cn.

Xunhua, Minhe, Hualong, Menyuan counties, Tongren City, and Pingan District. The cold spots were mainly located in Datong, Menyuan County, Ledu District, and Tongren City. [Conclusion] National and local policies and other factors have led to spatial and temporal differences in land use changes. Only by selecting research methods according to local conditions and focusing on different areas, can we optimize land use structure and realize the revitalization of urban and rural areas.

**Keywords:** land use; dynamic change; hot and cold analysis; Hehuang Valley

土地利用/覆被变化(LUCC)通过改变地形、气候、水文等生态环境因子影响着生态文明建设进程和可持续发展步伐<sup>[1]</sup>。20世纪50年代起,各国开始持续进行土地资源调查,土地利用研究体系开始建立<sup>[2]</sup>。1995年《土地利用/土地覆盖变化科学研究计划》发布,各国纷纷启动了土地利用研究项目,相关研究得到了大力发展。目前,国内外学者对土地利用/覆被变化(LUCC)的研究多集中于数量、时空和质量变化3个方面<sup>[3-4]</sup>。其中,时空变化表现了土地利用类型的空间分布及变化情况<sup>[5]</sup>,是土地管理和规划的重点<sup>[6]</sup>。满苏尔·沙比提等<sup>[7]</sup>通过研究发现土地利用时空稳定有利于土地可持续经营和社会经济效益最大化。卫建军等<sup>[8]</sup>、马帅等<sup>[9]</sup>认为国家和地方政策是导致土地利用时空变化的重要原因。

20世纪80年代初,中国将环境保护确立为基本国策,自20世纪90年代末以来,中国开展了大规模的退耕还林工程,带来了土地利用结构的深刻变化。河湟谷地位于青海省东部,是青海省生产建设的重点地区。该地区人类活动强烈,经济发展快速,由于地形破碎,坡陡沟深,耕地面积虽多,粮食产量却低,是中国受沙漠化影响土壤侵蚀最严重的地区之一<sup>[10]</sup>,一直是土地利用调整的重点区域。该区陆续实施了生态修复工程、退耕还林工程、水保林工程等,使土壤侵蚀量减小,土地利用发展方向发生改变<sup>[11]</sup>。目前,关于青海省土地利用变化的研究多针对于青海省内的某个县或市区,对青海省东部河湟谷地的土地时空变化及发生变化的冷热点区研究较少。因此,本研究以青海省的河湟谷地为研究区,研究该区1980—2020年的土地利用空间变化规律,对该区的土地利用变化冷热点区进行探讨,分析土地利用变化的原因,以期为该区的土地利用规划提供科学依据。

## 1 研究方法与数据来源

### 1.1 研究区概况

河湟谷地位于青海省东北部(图1),地理位置 $35^{\circ}$ — $38^{\circ}$ N, $100^{\circ}$ — $103^{\circ}$ E,行政区域包括青海省西宁市市区以及湟源县、大通县互助土族自治县、大通回族土族自治县、乐都区等14个县市区,总面积约为

$3.40 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。河湟谷地是黄土高原与青藏高原的交错带,是由黄河支流冲积而成的河谷地区,也是中国三大水能富集区之一<sup>[12]</sup>。平均海拔2000~3000 m,是青海省海拔最低的地区<sup>[13]</sup>。年日照时数2600~3000 h,年平均温度 $5^{\circ}$ ~ $9^{\circ}$ ,年平均降水量252~535 mm。水力侵蚀较严重,冬暖夏凉,雨水充沛,植物生长较好<sup>[14]</sup>。河湟谷地是青海省的经济文化中心,产业以工业和农业为主,其中西宁市的工业生产总产值在整个河湟谷地的总经济产值中占据主体地位。由于自然条件改善、国家政策变化、经济发展迅速等原因,该地的生态发展由2000年以前以减少生态用地、发展经济为主,转变为2000年以后以土壤修复和生态建设为主的新发展方向<sup>[15]</sup>。

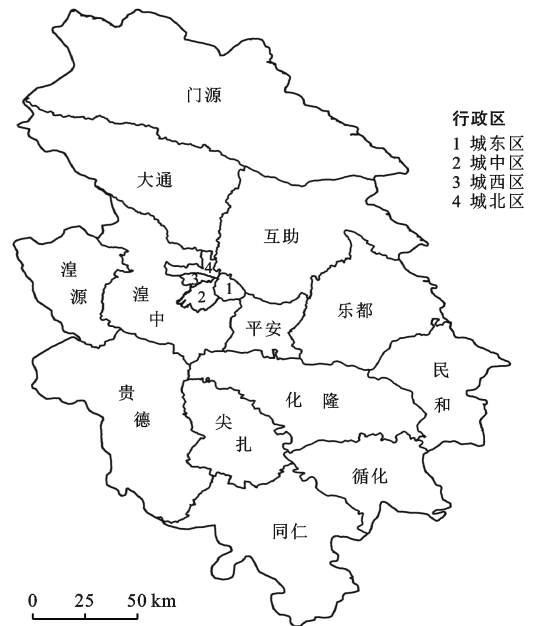


图1 河湟谷地位置及行政区划

### 1.2 数据来源

采用的遥感数据为中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>)提供的1980,1990,2000,2010,2020年5期土地覆盖数据(空间分辨率 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ ),是通过大量地面调查结合人机解译获得的,精度不小于85%<sup>[16]</sup>。根据由国土资源部组织修订的国家标准《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017),结合河湟谷地土地覆盖特点,对耕

地、林地、草地、水域、建设用地、未利用土地共 6 种土地利用类型的时空变化进行研究。

### 1.3 研究方法

利用 GIS 技术,结合 5 期土地利用图,对各地块进行土地利用类型分类;利用土地利用转移矩阵和净变化量两个指标,分析河湟谷地多年土地利用的数量变化特征;利用交换变化量和总变化量两个指标,分析河湟谷地多年土地利用的时空变化特征;同时,利用土地利用综合动态度指标进行冷热点分级探测,探寻河湟谷地多年的冷热点区域及变化区域的时空差异。

1.3.1 土地利用转移矩阵 土地利用转移矩阵来源于系统分析中对系统、状态和状态转移的定量描述<sup>[17]</sup>,它能直观地反映出区域内不同时间不同土地利用的数量、结构、类型变化及方向。目前,土地利用转移矩阵主要应用于数量类型的变化分析上,其数学表达如下:

$$S_{ij} = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中: $S$  为土地利用类型的面积; $n$  为土地利用类型的种类数; $i$  为研究初期的土地利用类型; $j$  为研究末期的土地利用类型。

1.3.2 土地利用类型净变化量与交换变化量 净变化量表示  $t_1$  至  $t_2$  时期内的各地类面积变化百分比<sup>[18]</sup>,通过计算土地利用数量的绝对变化百分比,反映出不同土地利用类型数量的变化。其数学表达如下:

$$C_j = |P_{j+} - P_{j-}| \quad (2)$$

式中: $i$  为研究初期的土地利用类型; $j$  为研究末期的土地利用类型; $C_j$  为地类  $j$  的净变化量; $P_{j+}$  为研究初期  $j$  地类占总面积的百分比; $P_{j-}$  为研究末期  $j$  地类占总面积的百分比。下同。

当  $C_j = 0$  时,并不一定意味着没有变化,可能这一类别的土地在一些地区消失,在另一些地区增加,此时消失量和增加量相抵,净变化量为 0。因此,为了真实反映土地利用变化情况,需要通过定位和定量的空间分析方法揭示净变化量中所包含的信息,并通过交换变化量来表达该期间土地利用位置的变化方式<sup>[19]</sup>,该方法是定量分析某一地类转变为其他地类,其他地类又转变为该地类时交叉变换量的方法,其数学表达如下:

$$S_j = 2\min(P_{j+} - P_{jj}, P_{j-} - P_{jj}) \quad (3)$$

式中: $S_j$  为地类  $j$  的交换变化量; $P_{jj}$  为  $t_1$  至  $t_2$  时期保持不变的  $j$  地类占总面积的百分比。下同。

总变化量为土地利用净变化量与交换变化量之和,等于土地利用类型的增加量和减少量之和,其数学表达如下:

$$TC_j = C_j + S_j \quad (4)$$

式中: $TC_j$  为总变化量。

1.3.3 土地利用动态度及冷热点分析 土地利用动态度可以客观反映区域土地利用的类型变化、程度变化和区域差异等<sup>[20]</sup>。土地利用综合动态度表示了某一区域土地利用的整体动态,不同区域的土地利用综合动态度不同,可以反映土地利用变化的局部与整体空间差异,其数学表达如下:

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^n |u_{+j} - u_{-j}|}{2 \sum_{i=1}^n u_{j+}} \times T^{-1} \times 100\% \quad (5)$$

式中: $K_s$  为综合土地利用动态度; $u_{j+}$  为研究初期  $j$  地类的面积; $u_{-j}$  为研究末期  $j$  地类的面积; $T$  为研究时长,即研究初期到研究末期的时间间隔。

为探寻河湟谷地多年以来的土地利用热点区,利用每相邻两期的土地利用数据分析空间差异。为提高准确性,采用  $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$  的网格对河湟谷地按照行政边界进行划分,共分成 413 个网格,计算每个时期网格内的土地利用综合动态度<sup>[21]</sup>。

冷热点探测是全局聚集性检验方法之一<sup>[22]</sup>,通过数据集元素计算局部自相关指数( $G$ ),利用局部指标探究空间自相关。其数学表达如下:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_j - \bar{x})}{S \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n \omega_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^n \omega_{ij})^2]}{n-1}}} \quad (6)$$

式中: $G_i^*$  为  $i$  地区的局部自相关指数; $n$  为网格分割的地块数目; $x_i$  和  $x_j$  分别为  $i$  地块和  $j$  地块的综合动态度加 1 后取对数的值; $\omega_{ij}$  为空间权重矩阵; $S$  为标准差; $\bar{x}$  为  $x_i$  和  $x_j$  的均值。

$G_i^*$  的绝对值越大,表示该结果越无法随机产生,越具有统计学意义。当  $G_i^*$  大于 0 时,表示该地区为聚集的热点区;当  $G_i^*$  小于 0 时,表示该地区为负聚集的热点区;当  $G_i^*$  为 0 时,则表示该结果是随机产生的,不具有统计学意义。对得到的  $G_i^*$  值进行显著性检验,即可得到有置信区间的冷热点区。

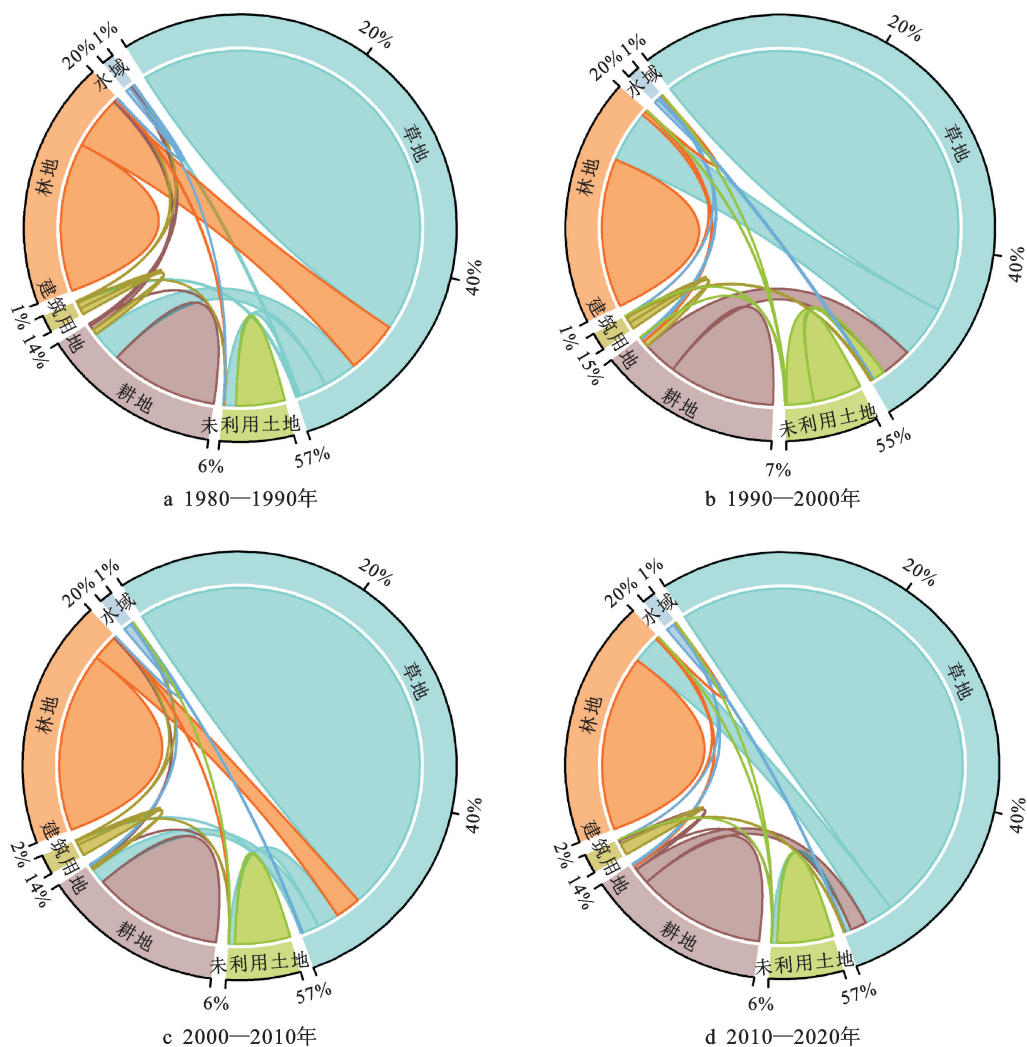
在对河湟谷地分割网格的综合动态度进行冷热点探测时发现,该区只有热点区而无冷点区,这是由于各个网格中的数据的高低值过多导致的。过多的低值拉低了平均值,使平均值与低值之差较小,两者的差值与标准差之比不大,因而冷点区不明显;高值和平均值之间相差较大,两者的差值与标准差之比偏大,导致热点区更明显。因此,为更好地显示出河湟

谷地土地利用变化空间差异,需事先对不同时期网格内的土地利用综合动态度数据进行处理,由于部分网格内的土地利用综合动态度值为 0,若取对数则会无意义,故将所有网格内的综合动态度值加 1 后再取对数<sup>[23]</sup>,再进行局部 G 指数分析,即可得到多层次更对称的冷热点区。

## 2 结果与分析

### 2.1 土地利用空间变化特征

利用 ArcGIS 交互功能计算土地利用面积转移矩阵,根据河湟谷地土地利用面积转移矩阵得到流量与流向关系(图 2)、各地类的变化情况(表 1—4)。



注:图中被节点分割的外圆弧度反映了研究初期各地类的数量比例关系;相邻节点间的连接线反映了某一地类的变化方式,扇形连接线表示未发生变化的地类比例,与另一地类相连接的流线表示发生变化的地类比例;流线的两端宽度反映了地类间转化程度和比例,与地类接触端的宽度表示流出量的相对比例大小,即该地类转化为另一地类的比例,流线的宽度越宽,则比例越高;连接线的颜色反映了流入量大于流出量的地类。

图 2 河湟谷地 1980—2020 年土地利用流向与流量关系

表 1 河湟谷地 1980—1990 年土地利用变化 %

地类	流失量	新增量	净变化量	交换变化量	总变化量
草地	9.6	11.2	1.7	19.2	20.8
耕地	4.3	4.2	0.2	8.3	8.5
建设用地	0.8	0.8	0.0	1.5	1.5
林地	5.6	5.6	0.0	11.2	11.2
水域	0.5	0.5	0.0	1.1	1.1
未利用土地	2.8	1.2	1.6	2.5	4.1
合计	23.6	23.6	3.5	43.7	47.2

表 2 河湟谷地 1990—2000 年土地利用变化 %

地类	流失量	新增量	净变化量	交换变化量	总变化量
草地	11.3	9.5	1.8	19.0	20.8
耕地	4.2	4.4	0.2	8.4	8.6
建设用地	0.8	0.8	0.0	1.5	1.6
林地	5.6	5.6	0.0	11.1	11.1
水域	0.5	0.6	0.0	1.1	1.1
未利用土地	1.2	2.8	1.6	2.5	4.0
合计	23.6	23.6	3.6	43.6	47.2

表 3 河湟谷地 2000—2010 年土地利用变化概括 %

地类	流失量	新增量	净变化量	交换变化量	总变化量
草地	4.7	6.3	1.5	9.5	11.0
耕地	2.3	2.1	0.2	4.1	4.3
建筑用地	0.3	0.5	0.2	0.7	0.8
林地	2.7	2.7	0.0	5.4	5.4
水域	0.3	0.3	0.0	0.5	0.6
未利用土地	2.2	0.6	1.5	1.3	2.8
合计	12.5	12.5	3.5	21.5	25.0

表 4 河湟谷地 2010—2020 年土地利用变化概括 %

地类	流失量	新增量	净变化量	交换变化量	总变化量
草地	5.0	5.0	0.0	10.0	10.0
耕地	2.2	2.2	0.0	4.4	4.4
建筑用地	0.5	0.5	0.0	0.9	0.9
林地	3.0	3.0	0.0	6.0	6.0
水域	0.3	0.3	0.0	0.6	0.6
未利用土地	0.6	0.6	0.0	1.1	1.1
合计	11.5	11.5	0.1	23.0	23.1

(1) 由图 2a 可以看出,在 1980—1990 年,河湟谷地未利用地的减少主要由于向草地发生转化,这是由于 1985 年颁布的《中华人民共和国草原法》,严明了草场权属问题细则,明确了禁牧休牧等制度,加强了草场管护与责任分配,提高了草场的保护力度;1989 年,青海省为响应国家号召颁布了《青海省实施(中华人民共和国草原法)细则》,严格划分了春冬、夏秋草地的承包制度,明确了各牧民的草场使用权,使大量未利用地转化为草地。然而,在实施禁牧育草政策的同时,由于经济利益驱使,依然存在草场上开矿、采金、未经许可征用等现象,使中低覆盖度草场又退化为砂地、裸岩石砾地等未利用地<sup>[24]</sup>。由表 1 可以看出,未利用地的流失量大于新增量,且交换变化量大于净变化量,这说明未利用地主要表现在空间上的转移。经过观察发现,未利用地向草地发生转化主要分布于河湟谷地西南部和东北部,主要发生在贵德县和门源县。贵德县以畜牧业为主要产业,草场质量高,是草场发展的重点地区,当地响应国家号召调整产业结构<sup>[25]</sup>,促进草业发展;门源县位于大通河流域,以种植业、畜牧业为主要产业,80 年代降雨较为丰沛<sup>[26]</sup>,促进了当地草地的发展。

(2) 由图 2b 可知,1990—2000 年,河湟谷地草地向林地转化的面积小于林地向草地转化的面积,草地向耕地转化的面积大于耕地向草地转化的面积。由表 2 可知,草地的新增量小于流失量,耕地和未利用地的新增量大于流失量,林地的新增量小于流失量,这是由于 1997 年中共中央、国务院颁布的《关于进一

步加强土地管理切实保护耕地的通知》,基于人口增加,耕地减少的背景下提出“耕地保护”刻不容缓,明确要求各省、市、区耕地数量只能增加,不能减少。同时,提出保护耕地、林地、宜农荒地等国土资源,严格限制城市用地规模,倡导各村镇将荒坡地、废弃地等进行复垦、还耕,使土地利用转化定向发展。经观察发现,河湟谷地皆有草地向耕地发生转化,说明在 1990—2000 年河湟谷地作为我国重要的粮食产区正响应国家号召进行产业结构调整<sup>[27]</sup>,大力发展农业。

(3) 在 2000—2010 年,河湟谷地草地和林地的面积基数远大于未利用地,对比图 2a, 2b, 2c 可以发现,未利用地向草地转换的相对面积明显增大,近似等于林地与草地间相互转化的面积,且主要发生在裸岩石砾地和中低覆盖度草地之间。由表 3 可以看出,未利用地的流失量远大于新增量,这说明未利用地正有目的地、大量地向草地转化。由图 2c 中可以看到,2000—2010 年土地利用转换主要发生在耕地与草地、林地与草地、未利用地与草地之间,且草地向耕地转化的面积小于耕地向草地转化的面积,林地向草地转化的面积小于草地向林地转化的面积,草地向未利用地转化的面积小于未利用地向草地转化的面积。经观察发现,耕地转化为草地主要分布于河湟谷地中部地区,草地转化为林地河湟谷地各部分地区皆有分布,未利用地转化为草地主要分布于河湟谷地南部地区。这是由于自 2000 年起实施的西部大开发战略,青海省开始进行退耕还林还草、封山绿化、防护林等生态工程,青海省各县积极响应政策,从实际出发,因地制宜进行调整。位于河湟谷地中部的湟中区、乐都区等都以农牧业为主,耕地面积基数大,在实施退耕时,优先选择山杏、沙枣等经济树木以及紫花苜蓿、老燕麦等优质牧草。由于乔木的生长周期远高于草本灌木,为得到更快的经济效益,部分农民倾向于种草而非植树,改变了当地产业结构,使大部分退耕地变为草地<sup>[28]</sup>。位于河湟谷地南部的贵德等地区以畜牧业为主,为提高饲料工业体系基础建设,适宜对当地产业结构进行调整,将未利用地进行还草以增加牧草产量以提高经济效益<sup>[29]</sup>,因此,该区未利用地多向草地转化。

(4) 由表 4 可以看出,2010—2020 年,河湟谷地各地类的净变化量趋于零,交换变化量近似等于总变化量,这说明各地类主要发生空间上的转换,而较少发生数量上的转移。经观察发现,除建设用地向耕地的转化主要分布在河湟谷地中南部、中部及北部地区外,其他地类的转化在河湟谷地皆有分布,这是由于 2012 年审查通过的“湟水流域高标准基本农田整治

重大工程项目”,在湟中、化隆等9个以农业为主的县市大力发展高标准基本农田建设、坡改梯建设等,使该类型土地利用变化区域集中分布。同时,湟中区为促进当地经济发展进行了粮油作物产业调整,大规模进行马铃薯、油菜籽、小麦等农作物的播种<sup>[30]</sup>,使耕地面积增幅较大。由图2d可以看到,虽然在部分地

区某种土地利用变化较集中,但总体的数量变化趋于稳定,这也代表着青海省河湟谷地在多年响应国家政策,进行宏观调控下土地利用结构向良性发展<sup>[31]</sup>。

## 2.2 土地利用综合动态变化冷热点区分析

依据土地利用综合动态变化得到的冷热点图(图3),反映了不同时期土地利用的特点。

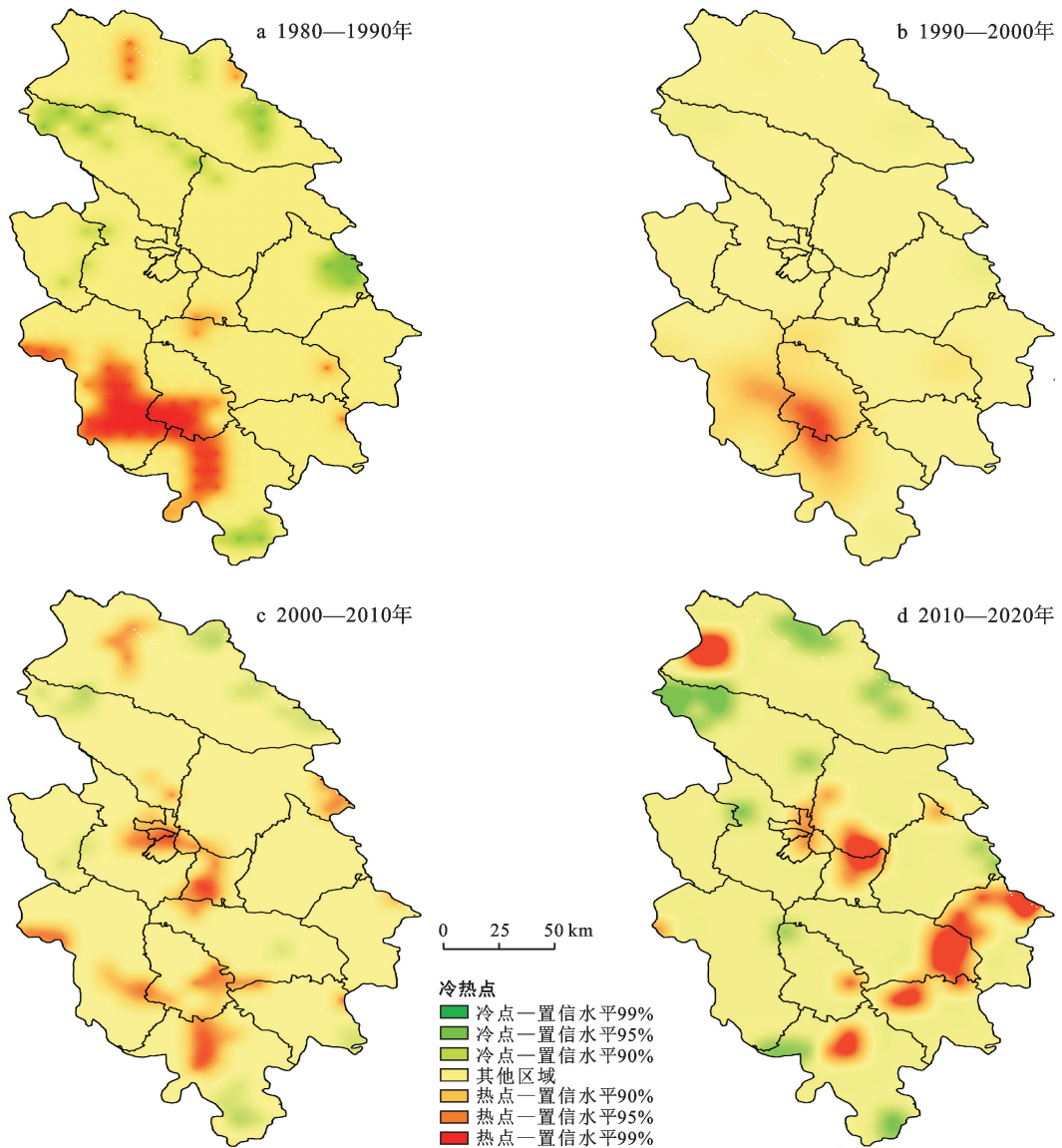


图3 河湟谷地1980—2020年土地利用变化冷热点分布

(1) 如图3a所示,1980—1990年的冷热点区空间差异较大,热点区有6个,主要分布于河湟谷地的西南部及北部,面积最大的热点区集中于贵德、尖扎与同仁3县(市)交界处,其他热点区零散分布在化隆县与平安区交界,门源县北部(2个区域),化隆县东部及循化县。冷点区有8个,主要分布于河湟谷地的北部,集中于门源、大通和互助3县(市)的交界,大通县西部与门源县的交界,门源县北部(2个区域),湟源县和湟中区的交界(2个区域),乐都区及同仁市。

(2) 如图3b所示,1990—2000年的冷热点区空间差异较小,热点区有4个,主要分布于河湟谷地的西南部,集中于贵德、尖扎、同仁和化隆4县(市)的交界,化隆县和民和县的交界,贵德县西部及门源县。冷点区有4个,主要分布于大通县、同仁市、乐都区及门源县的行政边界。

(3) 如图3c所示,2000—2010年的冷热点区空间差异较大,热点区有7个,在河湟谷地皆有分布,集中分布于尖扎、同仁、贵德、化隆和循化5个县(市)的

交界,城北、城西、城东、城中、化隆、互助、大通、湟中和平安 4 县 5 区的交界,互助县与乐都区的交界,贵德县西部,循化县东部,民和县及门源县。冷点区有 6 个,在河湟谷地的中部分布较少,集中于湟源县与湟中区交界,门源县与大通县交界,门源县北部,同仁市,化隆县及循化县。

(4) 如图 3d 所示,2010—2020 年的冷热点区空间差异较大,热点区有 7 个,在河湟谷地皆有分布,集中于化隆、循化、民和 3 县交界,城北、城西、城东、城中区与互助县的交界,互助县与平安区的交界,乐都区与互助县的交界,门源县西部,同仁市北部,贵德县北部。冷点区有 9 个,主要分布于河湟谷地的南部及北部,集中于大通县与门源县的交界,门源县东部(2 个区域),大通县东部,湟中县西部,乐都区东部,尖扎县、贵德县与化隆县 3 县交界,同仁市与贵德县交界,同仁市南部。

综上所述可知,1980—2020 年调整较集中的地区为贵德县、尖扎县及同仁市交界,化隆县和民和县交界,门源县北部,循化县东部,平安区;调整强度较弱的地区为大通县,门源县东部,乐都区东部和同仁市南部。从总体看,河湟谷地的热点区主要分布于中部、南部以及位于最北部的门源县的北部,而冷点区主要分布于北部以及位于最南部同仁市的南部。其中,位置较特殊的同仁市和门源县都处于半农半牧区,门源县西北部水源涵养量较大<sup>[32]</sup>,有利于国家实施各项生态建设工程,而同仁市北部海拔较高,不利于各项政策的实施,因此形成了独特的土地利用变化冷热点区。

### 3 结论

(1) 1980—2020 年河湟谷地土地利用交换主要发生于林地与草地、耕地与草地、未利用地与草地之间。不同时期土地利用的数量变化主要表现为:1980—1990 年以草地增加为主,1990—2000 年以耕地和未利用地增加为主,2000—2010 年以草地增加为主,2010—2020 年各地类数量变化不明显,数量变化差异主要与国家政策有关。不同时期土地利用的空间变化分布表现为:1980—1990 年末利用地向草地增加主要发生在西南部及北部,2000—2010 年耕地向草地转化主要发生在中部地区,2010—2020 年建筑用地向耕地转化主要发生在中南部、中部及北部地区,且各时期差异主要与地区主要产业结构、初始土地利用结构等因素有关。

(2) 河湟谷地土地利用变化热点区在 1980—1990 年主要分布于贵德、循化以及门源等县(区),冷

点区主要分布于门源、大通以及同仁等县(市区);在 1990—2000 年热点区主要分布于贵德、民和以及门源等县,冷点区主要分布于大通、同仁以及门源等县市的行政边界附近;在 2000—2010 年热点区主要分布于尖扎、同仁以及门源等县(市区),冷点区主要分布于湟源、湟中以及循化等县市区;在 2010—2020 年热点区主要分布于化隆、循化以及贵德等县(市),冷点区主要分布于大通、门源等县(市区)。由此可见,在 1980—2020 年热点区主要分布在贵德县、尖扎县及同仁市交界,化隆县和民和县交界,门源县北部,循化县东部和平安区;冷点区主要分布在大通县,门源县东部,乐都区东部和同仁市南部。

(3) 本文利用 ArcGIS 进行网格分割,计算不同网格的综合动态度值,得到土地利用变化的冷热点区,研究发现该方法有以下优点:①直接在研究区进行分割,计算分割后区域内的土地利用动态度变化,能够精准地表现小区域内的变化空间差异及强度;②直接利用土地利用图进行叠加计算,可以减小经过多次处理引起的误差;③土地利用变化冷热点区图包括分析空间内全部地类的数量、时空、位置等信息,在未指定某一地类时可采用该方法分析,较快且较便利。

但冷热点分析方法也有以下缺点:①只能计算区域内所有地类变化的信息,无法得到某一指定地类的精确数量变化、空间变化信息;②无法展示各地类的时空分布及流向信息。因此,在分析区域整体土地利用变化时,可以选择冷热点分析,当研究地类变化时,可采用转移矩阵、净变化量等分析方法,对待不同问题合理、有侧重点地选择研究方法,有助于快速分析土地利用变化的特点,科学、精准地安排土地利用调查、监管和评估。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] Xue Bei, Gao Shujing, Zhang Xiuqin. Analysis of land use change in Xi'an based on GIS and RS [J]. Iop Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 619:012071.
- [2] Su Changhong, Fu Bojie, Lu Yihe, et al. Land use change and anthropogenic driving forces: A case study in Yanhe River basin [J]. Chinese Geographical Science, 2011, 21(5):587-599.
- [3] Cao Wenzhi, Bowden W B, Davie T, et al. Modelling impacts of land cover change on critical water resources in the motueka river catchment, new Zealand [J]. Water Resources Management, 2009, 23(1):137-151.
- [4] 史培军.土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M].北京:科学出版社,2000.
- [5] Darwish F, Khamis S, Boluwade A. Land-use Change

- Analysis of the Sultanate of Oman(1992—2015)[C]// 2nd International Water Conference on Water Resources in Arid Areas (WRAA2020). Muscat, Oman; Springer, 2020.
- [6] 胡宁科,李新.历史时期土地利用变化研究方法综述[J].地球科学进展,2012,27(7):758-768.
- [7] 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.
- [8] 卫建军,李新平,杨勤科,等.基于遥感的土地利用与退耕还林时空变化研究:以延河流域下游地区为例[J].水土保持通报,2007,27(2):87-90.
- [9] 马帅,程浩,林晨,等.江淮生态经济区土地利用景观格局时空变化[J].水土保持研究,2021,28(1):292-299.
- [10] 朱丽东.青海河湟区水土资源的问题与对策[J].青海师范大学学报(自然科学版),2004,20(1):73-77.
- [11] 李世荣,李文忠,李福源,等.青海大通退耕还林生态功能综合评价[J].水土保持研究,2006,13(3):252-254.
- [12] 霍健.“河湟谷地”工业发展问题研究[J].西部金融,2007,28(9):70-71.
- [13] 罗静,张懿锂,刘峰贵,等.青藏高原东北部河湟谷地 1726 年耕地格局重建[J].地理研究,2014,33(7):1285-1296.
- [14] 朱杰,龚健,李靖业.青藏高原东部生态敏感区生境质量时空演变特征:以青海省河湟谷地为例[J].资源科学,2020,42(5):193-205.
- [15] 陈琼,张懿锂,刘峰贵,等.黄河流域河源区土地利用变化及其影响研究综述[J].资源科学,2020,42(3):446-459.
- [16] 徐新良,刘纪远,张树文,等.中国多时期土地利用土地覆被遥感监测数据集[Z].中国科学院资源环境科学数据中心数据注册与出版系统(<http://www.resdc.cn/DOD>),2020.
- [17] 齐师杰,张行南,夏达忠,等.嘉陵江流域土地利用/覆被变化特征及其驱动力分析[J].长江科学院院报,2013,30(1):1-7.
- [18] 侍昊,薛建辉,马婉丽.1991—2006 年无锡市土地利用变化动态度及转换参数分析[J].南京林业大学学报(自然科学版),2012,36(6):63-68.
- [19] 王瑾,周忠发,胡九超,等.石漠化地区现代烟草农业基地单元工程配置对土地利用的影响[J].江苏农业科学,2015,000(2):381-383,384.
- [20] 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):59-65.
- [21] 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,2014,34(2):60-66.
- [22] 王劲峰,廖一兰,刘鑫.空间数据分析教程[M].北京:科学出版社,2010.
- [23] 陆铭,陈钊.城市化、城市倾向的经济政策与城乡收入差距[J].经济研究,2004,39(6):50-58.
- [24] 李生存.1985—1995 年青海草地执法建设成就[J].青海草业,1996,5(4):47-50.
- [25] 张海峰,刘峰贵,周强,等.青海南部高原高寒草场退化机理及生态重建[J].自然灾害学报,2004,13(4):115-120.
- [26] 王大超.大通河径流变化特征及其影响因素探析[D].甘肃兰州:兰州大学,2019.
- [27] 王占红.青海省河湟谷地统筹城乡产业发展研究[D].青海西宁:青海师范大学,2013.
- [28] 温生辉,邵春益,梁明海.青海退耕还林还草试点情况的调查[J].柴达木开发研究,2001,15(1):30-35.
- [29] 万成亿.关于贵德县发展生态畜牧业的战略思考和对策[J].养殖技术顾问,2010,38(9):153-154.
- [30] 王生峰.湟中县粮油作物结构调整现状及对策[J].青海农技推广,2016,23(3):53-55.
- [31] 青海省国土规划研究院.2020 年度土地变更调查工作取得阶段性成果[J].青海国土经略,2019,28(1):76-76.
- [32] 李姗姗.基于 RS 与 GIS 的祁连山南坡水源涵养量估算系统研究与实现[D].青海西宁:青海师范大学,2015.

(上接第 239 页)

- [16] 李冠稳,高晓奇,肖能文.基于关键指标的黄河流域近 20 年生态系统质量的时空变化[J].环境科学研究,2021,34(12):2945-2953.
- [17] Goward S N, Xue Yongkang, Czajkowski K P. Evaluating land surface moisture conditions from the remotely sensed temperature/vegetation index measurements [J]. Remote Sensing of Environment, 2002, 79(2):225-242.
- [18] 黄苍平.厦门市同安区土地利用变化与生态安全格局研究[D].广东广州:中国科学院大学(中国科学院广州地球化学研究所),2018.
- [19] 吴志杰,赵书河.基于 TM 图像的“增强的指数型建筑用地指数”研究[J].国土资源遥感,2012,93(2):50-55.
- [20] 彭擎,王让会,蒋焯林,等.植被—地温指数(NDVI-LST)在新疆干旱监测中的适用性[J].生态学报,2018,38(13):4694-4703.
- [21] 占昕,潘文斌,郑鹏,等.闽江河口湿地自然保护区及其周边区域景观自然性评价[J].生态学报,2017,37(20):6895-6904.
- [22] 农兰萍,王金亮.基于 RSEI 模型的昆明市生态环境质量动态监测[J].生态学杂志,2020,39(6):2042-2050.
- [23] 陈晓辉,曾晓莹,赵超超,等.基于遥感生态指数的道路网络生态效应分析:以福州市为例[J].生态学报,2021,41(12):4732-4745.
- [24] 王丽春,焦黎,来风兵,等.基于遥感生态指数的新疆玛纳斯湖湿地生态变化评价[J].生态学报,2019,39(8):2963-2972.