

# 黄河源区 2005—2020 年生态用地格局变化与分异趋势

陆智博<sup>1,2</sup>, 宋 芊<sup>1,2</sup>, 赵健赞<sup>1,2</sup>, 丁圆圆<sup>1,2</sup>

(1.青海大学 地质工程系, 青海 西宁 810016; 2.青藏高原北缘新生代资源环境省级重点实验室, 青海 西宁 810016)

**摘 要:** [目的] 探讨黄河源区 2005—2020 年生态用地格局变化与分异趋势, 为识别黄河源区的生态保护关键区域, 促进源区的生态环境可持续发展, 优化源区生态安全格局, 实现国家生态保护战略目标提供理论依据。[方法] 基于黄河源区 2005, 2010, 2015 和 2020 年 4 期土地利用数据, 运用空间动态模型、转移矩阵模型、生态状况指数模型等方法, 分析近 16 a 黄河源区不同生态用地数量、结构在时间和空间上的分布特征及生态状况的变化。[结果] ①黄河源区不同生态用地类型数量及空间分布差异明显。基础性生态用地(89.06%)比例最大, 辅助性生态用地(1.00%)比例最少, 基础性生态用地分布广泛, 敏感性生态用地主要分布在东、西部, 辅助性生态用地主要集中在北部地区。②生态用地之间的转化呈明显的分异趋势。东、西部地区以生态用地的内部转化为主, 北部生态用地与非生态用地的相互转化较多, 源区整体生态用地功能向提高的趋势发展。③黄河源区生态状况指数从时间角度来看, 在 2005—2015 年趋于平稳, 在 2015—2020 年呈断崖式上升; 从空间角度来看, 源区西部、北部呈现逐年上升, 东部呈现逐年下降, 但全域依旧为逐年上升趋势。[结论] 总的来说, 黄河源区生态用地空间分散, 非生态用地空间集中, 16 a 来源区生态质量向好的趋势发展。

**关键词:** 生态用地; 格局; 空间分异; 生态环境质量; 黄河源区

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2022)06-0277-08

**中图分类号:** F301.2

**文献参数:** 陆智博, 宋芊, 赵健赞, 等. 黄河源区 2005—2020 年生态用地格局变化与分异趋势[J]. 水土保持通报, 2022, 42(6): 277-284. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2022.06.034; Lu Zhibo, Song Qian, Zhao Jianyun, et al. Changes in ecological land patterns and divergence trends in Yellow River source area from 2005 to 2020 [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2022, 42(6): 277-284.

## Changes in Ecological Land Patterns and Divergence Trends in Yellow River Source Area from 2005 to 2020

Lu Zhibo<sup>1,2</sup>, Song Qian<sup>1,2</sup>, Zhao Jianyun<sup>1,2</sup>, Ding Yuanyuan<sup>1,2</sup>

(1. Department of Geological Engineering, Qinghai University, Xining,

Qinghai 810016, China; 2. Provincial Priority Laboratory of Cenozoic Resources and

Environment on the Northern Rim of Qinghai-Tibet Plateau, Xining, Qinghai 810016, China)

**Abstract:** [Objective] The changes and divergence trends of ecological land use patterns in the Yellow River source area from 2005 to 2020 were explored in order to provide a theoretical basis for identifying key ecological protection areas in the Yellow River source area, for promoting the sustainable development of the ecological environment in the source area, for optimizing the ecological security pattern in the source area, and for achieving the national ecological protection strategic goals. [Methods] Based on four periods of land use data in the Yellow River source area in 2005, 2010, 2015, and 2020, a spatial dynamic attitude model, a transfer matrix model, and an ecological status index model were used to analyze the distribution characteristics of different ecological land quantities and structures in time and space. Additionally, changes in the ecological status in the Yellow River source area over the past 16 years were analyzed. [Results] ① The quantity and spatial distribution of different ecological land types in the Yellow River source area varied significantly. The

收稿日期: 2022-04-17

修回日期: 2022-07-29

资助项目: 国家自然科学基金项目(地区基金)“多维立体观测下黄河源鼠兔干扰与高寒草甸退化的耦合关系研究”(42161068)

第一作者: 陆智博(1997—), 男(汉族), 山西省运城市人, 硕士研究生, 研究方向为资源环境遥感。Email: luzhibo\_qhdx@163.com。

通讯作者: 宋芊(1985—), 女(汉族), 河北省任丘市人, 博士, 讲师, 主要从事土地资源评价与利用规划方面的研究。Email: Songqian\_qhdx@163.com。

proportion of basic ecological land (89.06%) was the largest, and the proportion of auxiliary ecological land (1.00%) was the smallest. Basic ecological land was widely distributed, sensitive ecological land was mainly located in the east and west, and auxiliary ecological land was mainly located in the northern area. ② There was a clear trend of divergence in the transformation between ecological lands. In the eastern and western regions, the internal transformation of ecological land was the main focus, while in the northern region there was a more mutual transformation of ecological land and non-ecological land, and the overall ecological land function in the source area was developing towards an increasing trend. From a temporal perspective, the ecological status index of the Yellow River source area tended to be stable from 2005 to 2015, and increased precipitously from 2015 to 2020. From a spatial perspective, the western and northern parts of the source area showed a year-to-year increase, while the eastern part showed a year-to-year decrease, but the entire area remained on a year-to-year upward trend. [Conclusion] In general, the ecological land space of the Yellow River source area was spatially scattered, and the non-ecological land space was spatially concentrated. The ecological quality of the source area has been improving during 16 years.

**Keywords:** ecological land use; pattern; spatial divergence; ecosystem quality; source area of the Yellow River

土地利用是全球气候、环境变化研究中的重要内容,是自然界中的人类社会经济行为与自然生态发展过程相互联系的纽带<sup>[1-2]</sup>。土地利用的变化直接或间接反映着人类活动<sup>[3-4]</sup>,全球气候变暖与人类活动区域的日益扩大,这些因素成为了黄河源区土地利用变化的关键<sup>[5-6]</sup>。气候的变暖一方面导致冰川的消融<sup>[7-8]</sup>、降雨量增加、温度升高,有助于林地、草地植被的生长和水域的增加<sup>[9]</sup>,但另一方面由于降水量的增加也会导致源区水土流失等自然灾害的发生、土地利用极端转换<sup>[10-11]</sup>。2021 年 10 月 8 日中共中央、国务院印发了《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》指导我们应坚持生态优先、量水而行、因地制宜、统筹谋划、协同推进<sup>[12]</sup>。因此,在黄河源区开展生态用地格局变化与分异趋势的研究,对于认识 and 解析黄河源区生态功能变化趋势以及生态安全状况具有重要意义。

近些年众多学者以生态保护区为主要研究对象,探究土地利用变化特征,贾丹阳等人<sup>[13]</sup>分析了台特玛湖地区土地利用变化趋势;李平星等人<sup>[14]</sup>对长三角生态空间格局下的土地利用进行了研究;伍博炜等人<sup>[15]</sup>研究了汾河流域土地利用变化对生态系统服务价值的影响;高星等人<sup>[16]</sup>根据 CA 模型模拟了白洋淀流域 2035 年的土地利用变化与生态服务价值的空间响应关系;王晶等人<sup>[17]</sup>利用土地利用数据探索了成都平原城市群的生态环境效应。青藏高原、黄河流域、三江源等生态系统功能相对脆弱的地区进行土地利用变化的研究更为重要,刘子川等人<sup>[18]</sup>利用土地利用数据对青藏高原进行定性研究;张懿锂等人<sup>[19]</sup>研究了青藏高原整体 LUCC 时空特征;肖东洋等

人<sup>[20]</sup>以黄河流域(河南段)为研究对象,探讨了该区域的土地覆被变化;袁丽华等人<sup>[21]</sup>研究了 2000—2010 年黄河流域植被覆盖时空变化趋势;曹巍等人<sup>[22]</sup>对三江源生态功能时空分异特征及重要性进行了辨识;金浩宇等人<sup>[23]</sup>对长江源区自 1980—2010 年土地利用变化进行了详细分析;许茜等人<sup>[24]</sup>分析了 1980—2015 年的土地利用变化特征及其影响因素;之后许茜等人<sup>[25]</sup>依据 CA 模型预测了三江源未来土地利用发展趋势;董立新等人<sup>[26]</sup>探索了三江源生态环境重点保护区玛多县的土地利用变化;乔斌等人<sup>[27]</sup>在格网尺度下对玛多县土地利用及生态系统服务价值进行空间自相关分析。本文对黄河源区在 2005—2020 年的生态用地格局变化与分异性趋势进行研究,利用多源数据,综合考虑研究区的自然条件、地理要素、社会经济状况将黄河源区分为 3 大差异性区域,融合空间动态度模型、转移矩阵模型和生态状况指数模型等,探索黄河源区近 16 a 来的生态功能时空变化趋势,制定生态用地管护措施,推进源区生态文明建设。

## 1 研究地区与数据来源

### 1.1 研究区概况

青藏高原是我国重要的水资源战略点和生态安全屏障,黄河源区地处青藏高原东北端北纬 32.5°—36.5°,东经 95°—103.5°,跨越青海、甘肃、四川 3 个省<sup>[28]</sup>,是黄河流域最大的产流区,是我国淡水资源极为重要的补给区和生态功能区<sup>[29]</sup>,总面积约  $1.30 \times 10^5 \text{ km}^2$ ,地势呈西高东低,平均海拔 4 500 m,最高点海拔 6 265 m(位于阿尼玛卿山),最低点海拔

2 418 m(位于龙羊峡水库附近)。源区主要为高原大陆性气候,干湿两季分明,日照时数长,降水量由东南向西北递减,土地利用类型主为草地其次是未利用地,西部有扎陵湖和鄂陵湖两大湖泊。源区产业结构单一,主要以畜牧业为主,近些年由于全球气候变暖,冻土急速消融,流域水量加大,导致水土流失等系列问题<sup>[30]</sup>。本文科学地以黄河源区县边界为基准,以高程、主要植被类型特征为主,辅以土壤类型、降水程度、日照时数等特征将黄河源区分为东部、西部、北部三大区域进行分区域研究。黄河源区三大区域位置如图 1 所示,东、西、北部特征信息详见表 1。

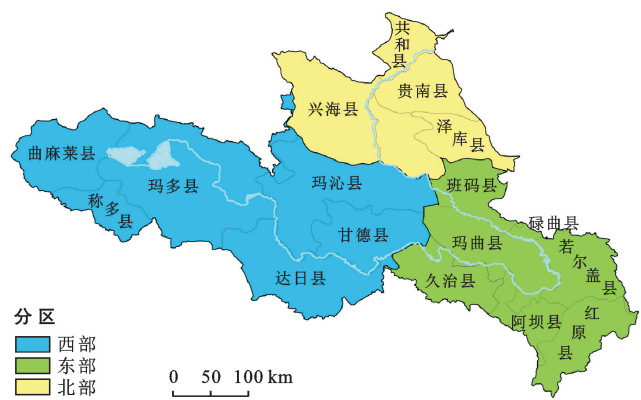


图 1 黄河源区三大区域位置示意图

表 1 黄河源区东、西、北区域特征

特征区域	海拔/m	主要植被	土壤类型	年平均温度/℃	年平均降雨量/mm
西部	4 000~6 265	高山植被、高原草甸等	潜育土、薄层土、水体、盐土等	-2.13~0.41	560~1 044
东部	2 418~4 000	高寒沼泽、高寒灌丛等	黑土、潜育土、薄层土、锥形土、有机土等	2.58~8.50	1 400~1 978
北部	3 500~4 000	荒漠、耐寒作物、高寒草原、针阔叶林等	栗钙土、砂性土、黑钙土、薄层土等	-0.13~1.99	849~1 183

1.2 数据来源

本研究所使用的土地利用类型数据是 2005—2020 年 4 期的土地利用/覆盖数据,数据来源于国家青藏高原数据共享中心平台(<http://data.tpdc.ac.cn>)的黄河源区 4 个时期的 30 m 栅格土地利用覆盖数据,并通过重采样工作统一成 1 km 分辨率数据,再将土地利用类型重分类为草地、林地、水域、耕地、建设用地和未利用地 6 个一级土地利用类型,结合黄河源

区各行政区的矢量边界区划图,在 ArcGIS 10.8 软件的支持下,得到黄河源区土地利用类型图。

2 研究方法

2.1 黄河源区生态用地分类

参考谭永忠、卫新东等人<sup>[31-32]</sup>的研究,将黄河源区分为 3 大生态用地类型:基础性生态用地、敏感性生态用地、辅助性生态用地。具体分类详见表 2。

表 2 黄河源区生态用地分类体系

生态用地类型	生态系统服务功能	一级地类	二级地类
基础性生态用地	强	草地	天然牧草地、人工牧草地、其他草地
	强	林地	有林地、灌木林地、其他林地
	强	水域	河流、湖泊、水库、滩涂、坑塘、沟渠
敏感性生态用地	较弱	未利用地	冰川及永久积雪、盐碱地、沙地、裸地
辅助性生态用地	弱	耕地	水浇地、水田、旱地、果园、其他园地

2.2 研究方法

2.2.1 动态度模型 土地利用动态度(生态用地转移速率),反映在研究时段内土地利用不同类型数量的变化情况<sup>[33]</sup>。计算表达式为:

$$K_u = \frac{\Delta U_{in} - \Delta U_{out}}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: $K_u$  为动态度; $\Delta U_{in}$  为研究期其他土地利用类型转为当前生态用地类型的面积; $\Delta U_{out}$  为研究期内当前土地利用类型转为其他土地利用类型的面积; $U_a$  表示当前土地利用类型在研究期初始的面积; $T$  为研究期。

2.2.2 土地利用转移矩阵模型 土地利用转移矩阵

模型可以反映研究期内两种地类之间的转移数量和方向,是研究黄河源区土地利用变化的有效手段<sup>[34]</sup>。计算表达式为:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_{n1} & A_{2n} & \cdots & A_{nn} \end{bmatrix}$$

式中: $A_{ij}$  表示研究期  $i$  到  $j$  的土地利用类型; $n$  表示不同土地利用类型的数量。基于土地转移矩阵中的不同土地利用类型的保留率,可得到黄河源区不同土地利用类型在研究区的稳定情况。

2.2.3 空间动态度及趋势模型 选取空间动态度

$K_{ss}$ 来表示不同土地利用类型的空间稳定性情况(刘纪远,等)<sup>[35]</sup>。计算表达式为:

$$K_{ss} = \frac{\Delta U_{in} + \Delta U_{out}}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中: $K_{ss}$ 为不同土地利用类型的空间动态度; $\Delta U_{out}$ ,  $\Delta U_{in}$ ,  $U_a$  的含义同动态度模型。

空间动态度趋势模型为:

$$P_s = \frac{K_u}{K_{ss}} = \frac{\Delta U_{in} - \Delta U_{out}}{\Delta U_{in} + \Delta U_{out}} \left( \left| \frac{K_u}{K_{ss}} \right| \leq 1, -1 \leq P_s \leq 1 \right)$$

式中: $P_s$ 为不同土地利用类型的变化趋势指数; $\Delta U_{out}$ ,  $\Delta U_{in}$ ,  $U_a$  的含义动态度模型。当  $0 < P_s \leq 1$  时,可得  $\Delta U_{in} > \Delta U_{out} \geq 0$ ,则表明该土地利用类型规模在扩张;当  $-1 \leq P_s < 0$  时,可得  $\Delta U_{out} > \Delta U_{in} \geq 0$ ,则表明该土地利用类型规模在缩小。

2.2.4 生态状况指数模型 生态状况指数模型是用研究区域内生态系统服务功能最好的 3 种土地利用类型(水体、林地、草地)的面积占研究区总面积的百分比表示,值越高表明区域生态系统服务功能越优(周书贵,等)<sup>[36]</sup>。生态状况指数计算公式为:

$$Z = \frac{\sum_1^3 C_i}{A} \times 100\%$$

式中: $Z$ 为生态状况指数; $C_i$ 为生态服务功能最好的 3 种土地利用类型其中一个的面积; $A$ 表示研究区域的总面积。 $Z$ 值越接近 1,表明该研究区生态系统服

务功能越好。

3 结果与分析

3.1 生态用地现状分析

黄河源区从 2005—2020 年生态用地的空间分布和数量结构变化呈现明显的空间分异特征。从空间分布来看(图 2),黄河源区的基础性生态用地面积最多、分布最广,主要集中于黄河源区西部和北部的达日县、玛沁县、甘德县等地区;敏感性生态用地分布较为分散,主要集中在黄河源区西部的曲麻莱县和东部的玛曲县和若尔盖县等地区;辅助性生态用地分布呈现聚集状态,主要分布在黄河源区北部的贵南县和同德县等地区。从黄河源区生态用地类型结构变化来看,黄河源区主要是以草地、林地、水域为代表的基础性生态用地为主导趋势。从生态用地比例来看(图 2),全域的非生态用地 4 期变化呈现逐年增加趋势,辅助性生态用地和基础性生态用地 4 期数据呈现稳定趋势,敏感性生态用地在 2020 年呈现出明显减少趋势;敏感性生态用地在东部呈稳定趋势,但在北部、西部 2020 年比例明显减少,2020 年全域的敏感性生态用地减少主要集中在西部和北部的高海拔地区。从非生态用地每期增加的区域来看,4 期数据中每期都有在逐渐增加,但 2010—2020 年两个时段非生态用地比例增加趋势从 0.7%降为 0.6%。

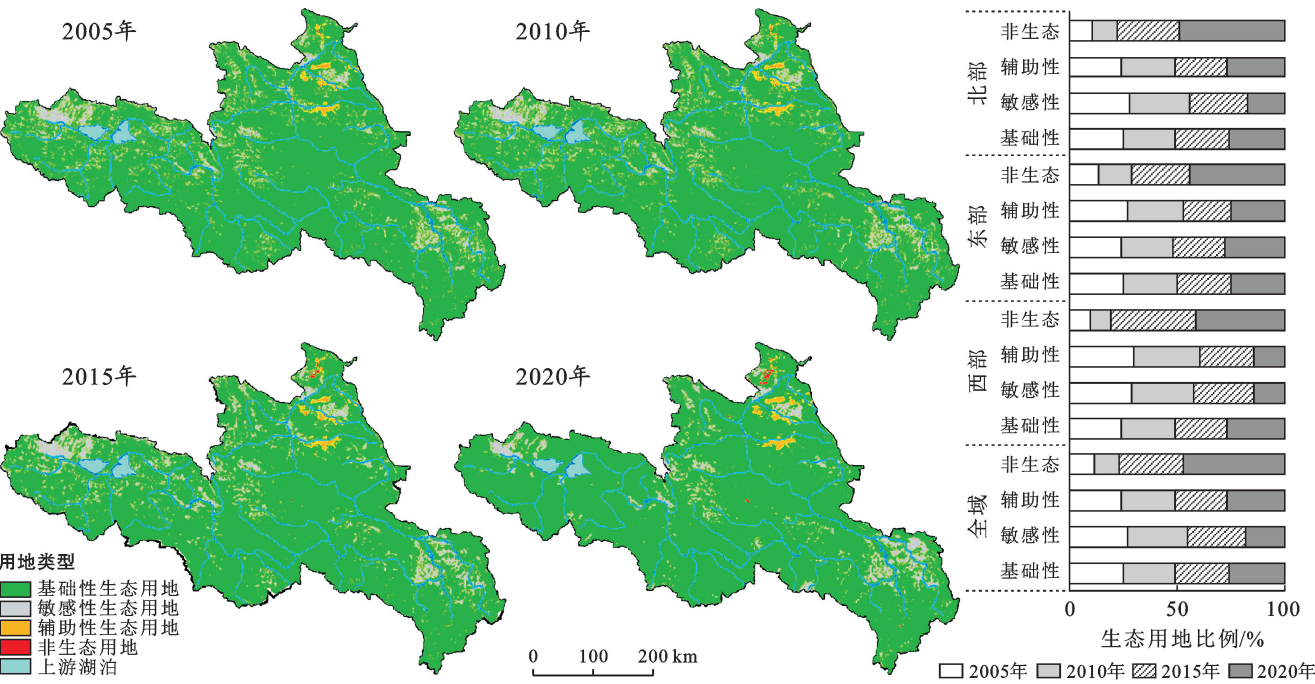


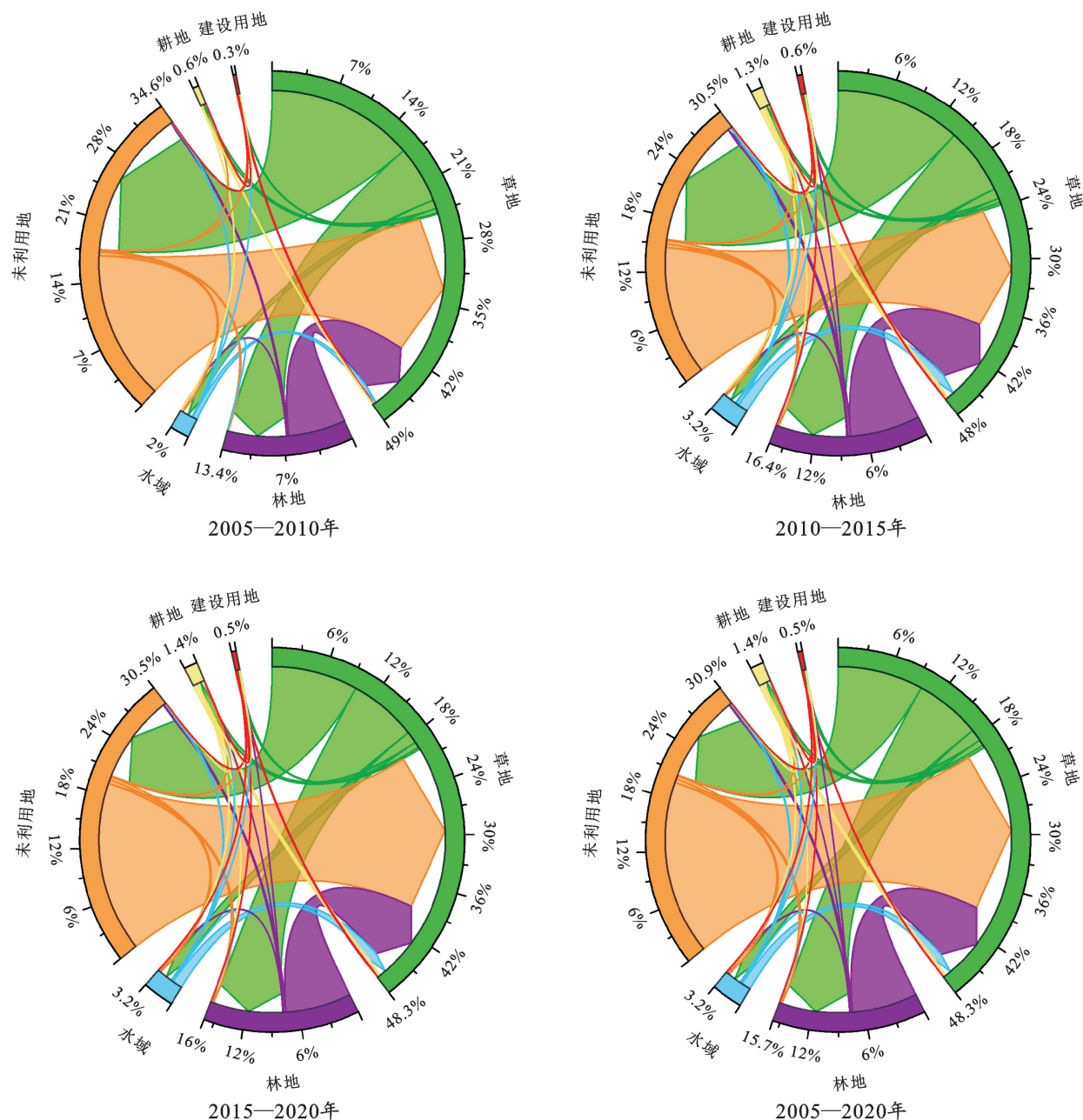
图 2 黄河源区 2005—2020 年生态用地空间分布

3.2 生态用地转移变化分析

由土地变化轨迹(图 3)可知,2005—2020 年黄河

源区的土地利用类型总体变化主要是以从未利用地向草地和草地向林地的转移为主。





注:不同颜色的轨迹线表示在特定时期内某一地类流向另一地类,轨迹线的粗细代表转化量,轨迹线越粗转换量越大。

图 3 黄河源区 2005—2020 年土地类型变化轨迹

分时段分析表明,在 2005—2010 研究时段转出面积表现为:草地>未利用地>林地>水域>建设用地>耕地,未利用地一共转出 1 271.03 km<sup>2</sup>,转入面积最大的是草地一共转入了 1 743.66 km<sup>2</sup>;在 2010—2015 研究时段转出面积表现为:草地>未利用地>林地>水域>耕地>建设用地,未利用地一共转出 5 261.17 km<sup>2</sup>,草地一共转入了 8 213.14 km<sup>2</sup>,从两期数据来看,大部分依旧为草地和未利用地的相互转换,2010 年后建筑用地开始增加;在 2015—2020 年这一时期的土地利用类型变化最明显为:草地转入林地增加、未利用地转入草地增加、水域转入草地少量

增加,从转出面积大小看出:未利用地>草地>林地>水域>耕地>建设用地,转出面积最大的是未利用地一共转出 11 621.41 km<sup>2</sup>,转入面积最大的是草地一共转入了 16 356.97 km<sup>2</sup>,这一时期内主要为未利用地向草地转移,同时其余生态用地转移的面积开始趋于增加。总体来说,2005—2020 年研究区土地利用类型变化幅度在不断提升,但在国家生态保护政策下,相较于前 10 a,2015—2020 年的林地、草地和水域面积大幅增加,但同时随着社会的发展人类对耕地和建设用地的需求增长导致其比例有一定幅度的增加。

2005—2020 年黄河源区生态用地一方面表现为

向非生态用地的转出,主要为草地、耕地等向建设用地的转化;另一方面表现为生态用地内部间的相互转化,即有未利用地转为林地、草地的敏感性生态用地转基础性生态用地;又有草地转为耕地、未利用地的基础性生态用地转其他生态用地。2005—2020 年黄河源区西部的敏感性生态用地变为其他生态用地为主;东部以基础性生态用地变为其他生态用地为主;生态用地转为非生态用地则聚集在北部地区。黄河源区整体的土地利用趋势表明随着国家生态政策的实施以及全球气候变化导致生态用地在向优发展(图 4)。

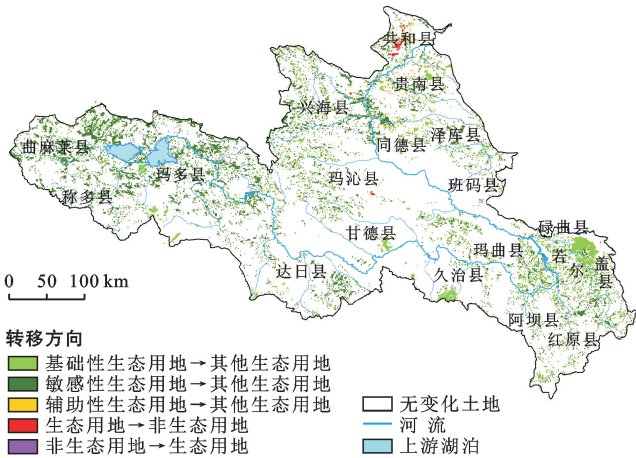


图 4 黄河源区 2005—2020 年生态用地转移方向

3.3 生态用地空间变化趋势分析

由图 5 的生态用地变化趋势来看,在 2005—

2010 年黄河源区的林地、草地、未利用地缓慢减少,水域和耕地在大幅增加;在 2010—2015 年黄河源区的草地、未利用地、耕地在逐步减少,但草地、水域开始逐步增加,建设用地在大幅度增加;在 2015—2020 年黄河源区除未利用地在大幅下降外其余土地利用类型均为涨势。在 2010—2015 年非生态用呈现快速增长趋势,非生态用地变化趋势指数达到 56.84%,但在 2015—2020 年变化趋势指数降低到 30.97%(图 6)。总的来说,2005—2020 年敏感性生态用地为下降趋势,基础性生态用地、辅助性用地和非生态用地均为上升趋势。由图 5 可知,2005—2020 年黄河源区多种生态用地均存在不同程度的变化趋势,总体上不同生态用地类型呈集中分布但分布区域较为分散的特征,黄河源区西部主要为基础性生态用地扩张、敏感性生态用地萎缩的趋势,以曲麻莱县和玛多县等区域的基础性生态用地扩张最为明显;黄河源区东部主要呈现出基础性生态用地萎缩、敏感性生态用地扩张的趋势,以若尔盖县等区域的基础性生态用地萎缩最为明显;黄河源区北部主要呈现出辅助性生态用地扩张、基础性生态用地萎缩的趋势,以兴海县和同德县等区域的基础性生态用地扩张、贵南县等区域的辅助性生态用地扩张为主。以上数据显示,在黄河源区的西部和北部地区生态用地正在向基础性生态用地变化,生态用地质量在逐步提升,但在东部地区基础性生态用地退化为敏感性生态用地,生态用地质量在向下发展。

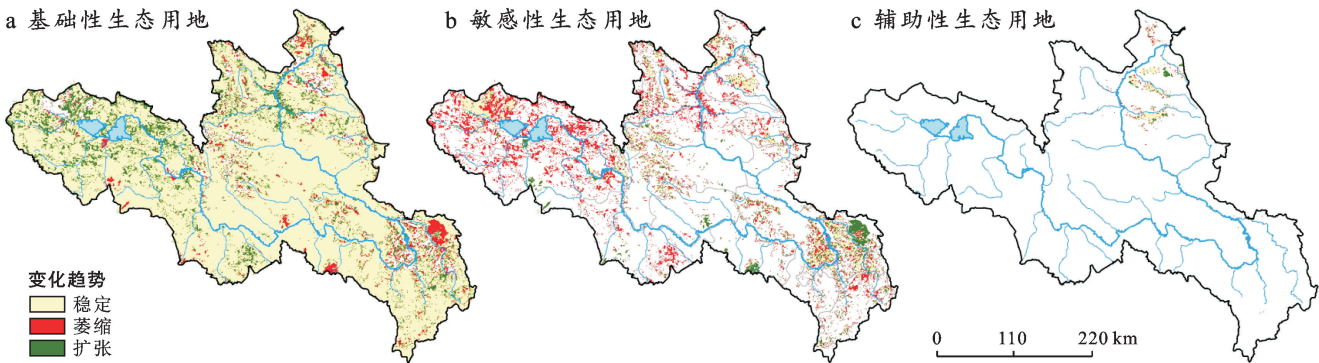


图 5 黄河源区 2005—2020 年生态用地变化趋势

3.4 生态用地质量变化分析

由图 7 可知,在 2005—2020 年黄河源区生态质量呈逐年上升趋势,但上升幅度在 2020 年最大,其生态用地状况指数为 89.06%。分区域来看,黄河源区的西部区域生态质量在 2005—2015 年呈现平稳,指数趋于 85%,在 2020 年生态质量大幅提升,指数达到 92.64%;黄河源区的东部区域生态质量在 2005—

2015 年呈现平稳,指数趋于 88%,但在 2015—2020 年生态质量小幅度下降,其指数下降了 1.94%;黄河源区北部区域生态质量在 2005—2015 年呈现平稳趋势,指数趋于 79%,在 2015—2020 年生态质量大幅上升,其指数增长了 5.35%。总的来说,黄河源区西部、北部生态质量在逐渐变好,但黄河源区东部生态质量则在小幅下降,由前文可分析得知西部生态质量变好

主要由敏感性生态用地转为基础性生态用地造成,而东部生态质量变差则为敏感性生态用地增加造成,北部生态环境变好主要为北部沿河区域的敏感性生态用地转为基础性生态用地造成。

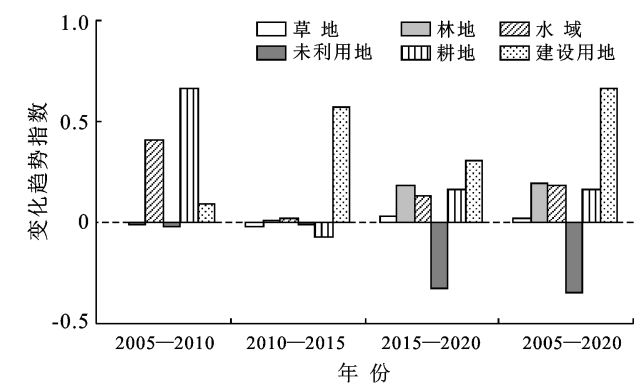


图 6 黄河源区 2005—2020 年生态用地变化趋势指数

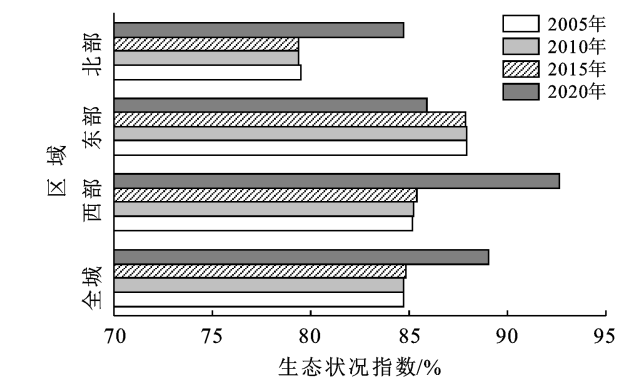


图 7 黄河源区 2005—2020 年生态用地状况指数

## 4 讨论与结论

### 4.1 结论

(1) 黄河源区不同的生态用地类型数量及空间分布有明显的差异性。基础性生态用地面积比例最大,呈广泛分布,在源区东、西、北部地区比例最大;敏感性生态用地面积比例次于基础性生态用地,集中在源区西部地区,在东部地区也占据一定比例;辅助性生态用地和非生态用地面积比例最少,集中在源区北部地区。

(2) 生态用地之间转换呈明显分异趋势。黄河源区北部地区以基础性、敏感性生态用地与辅助性生态用地、非生态用地之间的转换为主;东、西部地区以基础性生态用地与敏感性生态用地转换为主。

(3) 黄河源区 2005—2020 年生态状况指数呈微波动式上升。2005—2015 年生态状况指数均在 84.75%左右小幅增长,但在 2020 年为 89.06%呈现大幅度增长,在 16 a 间源区生态系统服务功能在西部呈上升趋势,东部呈下降趋势,北部在 2015 年后转

为明显上升趋势,总体来看黄河源区的生态系统服务功能趋好。

### 4.2 讨论

黄河源区作为黄河流域的源头区,具有高海拔和恶劣的环境条件(土壤母质差,风、水、冰川融化侵蚀严重等问题),直接威胁着黄河上游的生态安全以及下游的水资源安全,防止黄河源区的生态功能退化是保卫黄河流域向可持续发展的前提保障。

鉴于黄河源区 3 种生态用地的现状及所存在问题,建议从以下 3 个方面改善黄河源区生态用地保护:

(1) 黄河源区应坚持因地制宜,走符合各区的生态用地保护道路。源区西部地区应坚持生态用地保护为主,稳定生态服务功能,将区域生态安全放在突出位置;东部地区应坚持在保护中提高生态功能,利用好自然地理优势,确保生态用地等级提升,人为辅助生态向好发展;北部地区应以土地的高效集约发展为主,协调好人地关系,并合理安排空间布局,合理规划建设用地及耕地配置,找到人与自然和谐发展路线。

(2) 黄河源区内各县区应加强生态保护方面的沟通,跨区域共同推进生态用地保护措施。在符合自然规律的前提下,规划不同类型生态用地的空间格局,结合各县区土地利用实际情况,差异化地制定符合不同区域的生态保护目标。

(3) 应继续并加强实施自然生态系统自我调节功能和人工改善生态措施相结合的方法,推动黄河源区生态系统生态平衡、良性发展。

本文存在一些不足有待今后完善:①在生态用地分类上,不同学者对不同地区有着不一样的分类方法,本文的生态用地分类方法是结合已有研究基础上进行分类,未来生态用地分类可以进行区域性专属研究后再分类。②本文仅从宏观层面上依据自然环境特征进行分区研究,对源区的分区划分并不精细,在未来研究中应在源区县尺度上结合 GDP 以及人口等人文因素后再开展研究;③本文没有对黄河源区生态用地时空分布的驱动因素进行深入探索,未来应深入对生态系统功能变化的影响因子部分研究。

### [ 参 考 文 献 ]

[1] Mooney H A, Duraiappah A, Larigauderie A. Evolution of natural and social science interactions in global change research programs [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2013, 110(S1):3665-3672.

[2] 魏慧,赵文武,张骁,等.基于土地利用变化的区域生态系统服务价值评价:以山东省德州市为例[J].生态学报,



- 2017,37(11):3830-3839.
- [3] 孟宪红,陈昊,李照国,等.三江源区气候变化及其环境影响研究综述[J].高原气象,2020,39(6):1133-1143.
- [4] 殷楠,王帅,刘焱序.生态系统服务价值评估:研究进展与展望[J].生态学杂志,2021,40(1):233-244.
- [5] 杜际增,王根绪,李元寿.近 45 年长江黄河源区高寒草地退化特征及成因分析[J].草业学报,2015,24(6):5-15.
- [6] Yang Jingbiao, Wang Yichen, Guo Luo, et al. Patterns and structures of land use change in the Three Rivers Headwaters Region of China [J]. PLoS One, 2015,10(3):e0119121.
- [7] 陈亚宁,李稚,范煜婷,等.西北干旱区气候变化对水文水资源影响研究进展[J].地理学报,2014,69(9):1295-1304.
- [8] 王宁练,姚檀栋,徐柏青,等.全球变暖背景下青藏高原及周边地区冰川变化的时空格局与趋势及影响[J].中国科学院院刊,2019,34(11):1220-1232.
- [9] Yu Haiying, Luedeling E, Xu Jianchu. Winter and spring warming result in delayed spring phenology on the Tibetan Plateau [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2010,107(51):22151-22156.
- [10] 陈发虎,傅伯杰,夏军,等.近 70 年来中国自然地理与生存环境基础研究的重要进展与展望[J].中国科学(地球科学),2019,49(11):1659-1696.
- [11] 孟宪红,陈昊,李照国,等.三江源区气候变化及其环境影响研究综述[J].高原气象,2020,39(6):1133-1143.
- [12] 黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要[N].人民日报,2021-10-09(1).
- [13] 贾丹阳,熊祯祯,高岩,等.近 30 年台特玛湖地区土地利用/土地覆被变化及其影响因素[J].干旱区地理,2021,44(4):1022-1031.
- [14] 李平星,陈雯,邹露,等.基于一体化生态空间格局的土地利用/覆被变化及其生态环境效:以长三角为例[J].环境科学学报,2021,41(10):3905-3915.
- [15] 伍博炜,杨胜天,邵南方,等.黄土高原生态脆弱区土地利用变化对生态系统服务价值的影响:以汾河流域为例[J].水土保持研究,2019,26(5):340-345.
- [16] 高星,杨刘婉青,李晨曦,等.模拟多情景下白洋淀流域土地利用变化及生态系统服务价值的空间响应[J].生态学报,2021,41(20):7974-7988.
- [17] 王晶,侯兰功,何小勤,等.成都平原城市群 2000—2019 年土地利用变化及其生态环境效应[J].水土保持通报,2022,42(1):360-368.
- [18] 刘子川,冯险峰,武爽,等.青藏高原城乡建设用地和生态用地转移时空格局[J].地球信息科学学报,2019,21(8):1207-1217.
- [19] 张懿铨,刘林山,王兆锋,等.青藏高原土地利用与覆被变化的时空特征[J].科学通报,2019,64(27):2865-2875.
- [20] 肖东洋,牛海鹏,闫弘轩,等.1990—2018 年黄河流域(河南段)土地利用格局时空演变[J].农业工程学报,2020,36(15):271-326.
- [21] 袁丽华,蒋卫国,申文明,等.2000—2010 年黄河流域植被覆盖的时空变化[J].生态学报,2013,33(24):7798-7806.
- [22] 曹巍,刘璐璐,吴丹,等.三江源国家公园生态功能时空分异特征及其重要性辨识[J].生态学报,2019,39(4):1361-1374.
- [23] 金浩宇,鞠琴,曲珍,等.长江源区 1980—2010 年土地利用变化及影响分析研究[J].水资源与水工程学报,2019,30(4):78-85.
- [24] 许茜,李奇,陈懂懂,等.三江源土地利用变化特征及因素分析[J].生态环境学报,2017,26(11):1836-1843.
- [25] 许茜,李奇,陈懂懂,等.近 40 年三江源地区土地利用变化动态分析及预测[J].干旱区研究,2018,35(3):695-704.
- [26] 董立新,孔金玲,王文科,等.基于 RS 与 GIS 的典型地区土地利用/覆盖变化研究:以三江源生态环境重点保护区玛多县为例[J].遥感技术与应用,2005(4):399-403.
- [27] 乔斌,祝存兄,曹晓云,等.格网尺度下青海玛多县土地利用及生态系统服务价值空间自相关分析[J].应用生态学报,2020,31(5):1660-1672.
- [28] 吴喜芳,李改欣,潘学鹏,等.黄河源区植被覆盖度对气温和降水的响应研究[J].资源科学,2015,37(3):512-521.
- [29] 叶红,张廷斌,易桂花,等.2000—2014 年黄河源区 ET 时空特征及其与气候因子关系[J].地理学报,2018,73(11):2117-2134.
- [30] 王宁练,姚檀栋,徐柏青,等.全球变暖背景下青藏高原及周边地区冰川变化的时空格局与趋势及影响[J].中国科学院院刊,2019,34(11):1220-1232.
- [31] 谭永忠,赵越,曹宇,等.中国区域生态用地分类的研究进展[J].中国土地科学,2016,30(9):28-36.
- [32] 卫新东,张健,王筛妮,等.黄河流域 2000—2020 年生态用地格局变化与分异趋势[J].生态学杂志,2021,40(11):3424-3435.
- [33] 张艳娇,贾宝全,马明娟,等.山东省安丘市生态用地动态变化[J].生态学杂志,2014,33(7):1874-1881.
- [34] 张文慧,蔡利平,吕晓.山东省生态用地时空演变格局及其影响因素[J].资源开发与市场,2019,35(6):794-844.
- [35] 刘纪远,匡文慧,张增祥,等.20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J].地理学报,2014,69(1):3-14.
- [36] 周书贵,邵全琴,曹巍.近 20 年黄土高原土地利用/覆被变化特征分析[J].地球信息科学学报,2016,18(2):190-199.