

DOI: 10.13671/j.hjkxxb.2020.0535

王凌青, 王雪平, 方华军, 等. 2021. 青藏高原典型区域资源环境与社会经济耦合分析[J]. 环境科学学报 41(6): 2510–2518

Wang L Q, Wang X P, Fang H J, et al. 2021. Coupling relationship between resource environment and social economy development in typical regions of Qinghai-Tibet Plateau[J]. Acta Scientiae Circumstantiae 41(6): 2510–2518

青藏高原典型区域资源环境与社会经济耦合分析

王凌青^{1,2,*}, 王雪平^{1,2}, 方华军¹, 梁涛^{1,2}, 裴志国³

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 陆地表层格局与模拟重点实验室, 北京 100101

2. 中国科学院大学中丹学院, 北京 100049

3. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085

摘要: 资源环境与社会经济之间的协调关系对区域可持续发展具有重要意义。本研究以青藏高原典型区域玉树藏族自治州为研究对象, 综合运用数量耦合方法(耦合协调度模型)和速度耦合方法(Tapio 脱钩模型)讨论区域资源环境和社会经济体系相互关系在时间序列上的变化, 分析二者之间的耦合协调关系及演变过程。结果显示: ①受耕地面积变化、林业和草原有害生物防治强度变化的影响, 研究区 2016 年处于重度失调型, 典型研究区域在其余年份均处于中度或轻度失调型, 区域资源环境和社会经济发展协同效应不高。②总体而言, 研究区的社会经济与资源环境水平、资源环境压力和资源环境体系 3 项指标之间均呈强脱钩状态, 区域资源环境和社会经济体系处于良性发展状态。综上, 近年来青藏高原典型区域的社会经济发展水平不断升高, 资源环境体系发展水平有待提高。

关键词: 青藏高原; 耦合协调度模型; Tapio 脱钩模型; 资源环境; 社会经济

文章编号: 0253-2468(2021)06-2510-09

中图分类号: X24

文献标识码: A

Coupling relationship between resource environment and social economy development in typical regions of Qinghai-Tibet Plateau

WANG Lingqing^{1,2,*}, WANG Xueping^{1,2}, FANG Hua jun¹, LIANG Tao^{1,2}, PEI Zhiguo³

1. Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

2. Sino-Danish College, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

3. Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085

Abstract: The coordination relationship between resources-environment and social economy is of great significance to regional sustainable development. This study takes the Yushu Tibetan Autonomous Prefecture, a typical area of the Qinghai-Tibet Plateau, as the study area. The quantitative coupling method (coupling harmonious degree model) and velocity coupling method (Tapio decoupling model) were applied to discuss the changes of the relationship between regional resource-environment and the socio-economy systems in time series (2000–2018), then the coupling coordination relationship and evolution process between the two systems was analyzed. The results showed that: ① The coupling coordination relationship of the study area was highly unbalanced in 2016, caused by the quantitative changes of cultivated land area, and the management intensity of pest control in forestry and grassland. And this relationship was in a moderate or light imbalance level in the other years. The synergy between the resources, environment and socio-economy was not high during 2000–2018. ② The indicators of socio-economy and resource-environment comprehensive system, resource-environment level, and resource-environment pressure were strongly decoupled and fluctuated from 2000 to 2018. The systems of socio-economy and resource-environment were in a state of harmonious development. In summary, the level of socio-economy development of the study area was constantly rising in recent years, and the development of the resource-environmental system needs to be improved in the study area.

Keywords: Qinghai-Tibetan Plateau; coupled coordination model; Tapio decoupling model; resource-environment; socio-economy

1 引言(Introduction)

青藏高原是我国最大、世界海拔最高的高原,

被称为“世界屋脊”、“第三极”, 覆盖我国西部的青海省和西藏自治区。该地区地理位置特殊, 自然资源丰富, 生态系统脆弱, 是生态安全屏障和战略资源

收稿日期: 2020-09-23

修回日期: 2020-12-04

录用日期: 2020-12-04

基金项目: 第二次青藏高原综合科学考察研究资助项目(No.2019QZKK1003)

作者简介: 王凌青(1981—) 男, 副研究员(博士), E-mail: wanglq@igsnr.ac.cn; * 责任作者

储备基地(高兴川等, 2019; Fan *et al.*, 2020)。“十三五”以来, 推进全面、协调、可持续发展战略成为当前社会经济发展的重点。然而随着社会经济的发展和城镇化程度的提高, 资源消耗和环境污染等问题日渐严重, 区域的可持续发展面临多重威胁(程长林等, 2018; Jing *et al.*, 2020), 这使得区域资源环境和社会经济发展备受关注, 尤其是社会经济发展缓慢但战略地位重要的青藏高原。

区域可持续性是一个由资源环境、社会经济构成的复杂系统, 其各组分之间必然存在密切的相互作用, 衡量区域可持续性不仅应关注各子系统的变化, 还应考虑各系统之间的相互作用(赵兴国等, 2011; Wang *et al.*, 2014)。然而资源环境和社会经济之间的关系难以定义和量化(Ding *et al.*, 2014)。同时, 针对不同指标和子系统关系的研究主要集中在子系统之间协调性和时间序列上“量”的变化方面, 且多为子系统之间协调性的研究(樊杰等, 2004; Melbourne *et al.*, 2011; Yuan *et al.*, 2015)。我国学者先后采用系统论(田兵兵, 2018)、灰色系统理论(陈静等, 2004)、驱动力-状态-响应(DSR)模型(赵兴国等, 2011)、能值理论(王鹏等, 2018)、系统动力学(刘承良等, 2013; Wan *et al.*, 2017)、生态足迹(王晓鹏等, 2011)、脱钩理论(乔蕪强等, 2016; Chen *et al.*, 2017)和耦合协调模型(李静等, 2020; Xu *et al.*, 2020)等多种方法开展相关研究。

近年来, 耦合协调度模型因其指标体系全面、操作简单、能较好地揭示资源环境和社会经济之间关系及内部协调程度高等优势而被广泛应用(Price *et al.*, 2017; Fan *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2020)。此外, 脱钩理论也是资源环境与社会经济关系研究中最常见的方法之一, 该理论在环境方面用于描述能源消费与经济的关系, 最初由经济合作与发展组织(OECD)用于跟踪环境质量的变化。脱钩理论包含脱钩指数法、库兹涅茨曲线模型法和Tapio脱钩模型等方法, 其中, Tapio脱钩模型方法更为精确和具体, 更适用于观察特定时间段内的脱钩状态, 是最典型的基于速度标准的脱钩方法(Tapio, 2005; Svensson *et al.*, 2015)。目前, 探究资源环境与社会经济关系的方法较多, 但单一方法的使用也存在研究结论单一化等缺点, 而不同分析方法的结合可从不同角度对不同体系之间的关系进行多方面分析。例

如, 耦合协调度模型和脱钩模型, 前者能针对系统在不同时间序列的具体数量变化, Tapio脱钩模型则可以反映一段时期内相对数量的变化, 两种方法的结合可有效反映一段时期内不同体系之间“量”和“速”的变化, 从而更为科学、直观地解释不同子系统之间的关系(Yu *et al.*, 2017)。

资源环境与社会经济之间的协调发展是区域可持续、高质量发展的重要标志。当前区域资源环境与社会经济相互关系的研究多应用于沿海区域、经济发达和平原地区。青藏高原地处高海拔区域, 自然地理条件独特, 资源丰富, 经济基础虽然低于全国水平但发展速度较快, 与此同时, 区域社会经济的快速发展也对其资源环境造成了压力, 因此, 探索该区域资源环境与社会经济协调发展新战略十分必要。基于此, 本文选取青藏高原典型区域玉树藏族自治州为研究区, 综合利用耦合协调度模型和脱钩模型从“数量”和“速度”两方面对2000—2018年研究区的资源环境和社会经济之间的相互作用进行分析, 以便及时施加影响使之趋于协调。

2 研究区概况(Study area)

本次研究选取青藏高原的典型农牧区玉树藏族自治州(下称“玉树州”)为研究区域(图1)。玉树州位于青海省西南部青藏高原腹地, 是长江、黄河和澜沧江的发源地和我国重要的生态安全屏障, 区域生态脆弱但生态地位重要(任妍妍, 2019)。全州总面积为26.7万 km^2 , 地理坐标为 $89^{\circ}27' \sim 97^{\circ}39' \text{E}$ 、 $31^{\circ}45' \sim 36^{\circ}10' \text{N}$, 下辖1市5县, 涉及面积20.3万 km^2 (不包含海西蒙古族藏族自治州代管的唐古拉山乡6.4万 km^2)。同时, 玉树州也是青海省第一个、全国第二个成立的少数民族自治州, 也是全国30个少数民族自治州中主体民族比例最大、海拔最高、人均占有土地面积最大的一个自治州(任海静, 2019)。该区域是青海省的主要畜产品生产基地, 州内草场类型多样, 牧草种类繁多, 水利资源丰富, 水能理论蕴藏量为542.7万 kW 以上。境内光能资源丰富, 大部分地区年日照数在2500 h以上, 阳光年辐射总量达623.5~674.7 $\text{kJ} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。境内全年大风日数41.5~124.3 d, 大部分地区在65 d以上, 年均风速为1.1~5.1 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 最大风速可达28 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

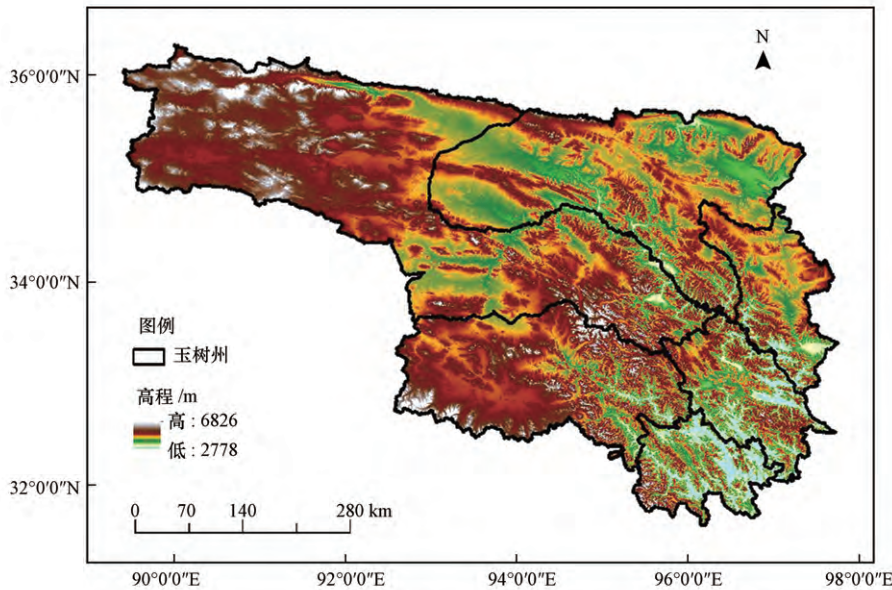


图 1 典型研究区域地理位置

Fig.1 Location of the typical study area

3 数据与方法(Data and methods)

3.1 指标选取与数据来源

指标体系的建立遵循科学性、系统性、动态性及可行性原则,查阅资料文献(Wang *et al.*, 2014; Wan *et al.*, 2017; Jing *et al.*, 2020)并结合青藏高原地区的实际状况,构建资源环境和社会经济两个子系统,采用 15 个指标对青藏高原典型区域的社会经济与资源环境的协调发展进行分析研究(表 1)。资

源环境评价体系包含资源环境水平和资源环境压力两方面,其中,资源环境压力子系统的各项指标均为负向指标;社会经济评价体系包含经济实力、产业结构和生活水平三方面,子体系的各项指标均为正向指标。数据均来源于 2000—2018 年《玉树藏族自治州统计年鉴》、2006—2018 年《玉树州国民经济和社会发展统计公报》和 2010—2018 年《青海省统计年鉴》。

表 1 青藏高原典型区域资源环境和社会经济评价指标体系与权重

Table 1 Indicator system and weights for resource-environment and socio-economic evaluation in typical regions of the Tibetan Plateau

系统层	子系统层	指标因子	指标属性	权重
资源环境评价体系 A	资源环境水平 A1	人均耕地面积($\text{hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$) A11	+	0.0580
		人均森林面积($\text{hm}^2 \cdot \text{人}^{-1}$) A12	+	0.1276
		人均水利资源开发量($\text{kW} \cdot \text{人}^{-1}$) A13	+	0.0490
	资源环境压力 A2	农药施用量(kg) A21	-	0.0285
		化肥施用量(t) A22	-	0.0487
		人口密度($\text{人} \cdot \text{km}^{-2}$) A23	-	0.0810
社会经济评价体系 B	经济实力 B1	人均 GDP(元) B11	+	0.0547
		社会消费品零售额(亿元) B12	+	0.1055
	产业结构 B2	第一产业生产总值(亿元) B21	+	0.0622
		第二产业生产总值(亿元) B22	+	0.1155
		第三产业生产总值(亿元) B23	+	0.0702
	生活水平 B3	城镇居民可支配收入(元) B31	+	0.0711
		农牧民人均纯收入(元) B32	+	0.0887
		电视综合人口覆盖率 B33	+	0.0273
		广播覆盖率 B34	+	0.0122

3.2 研究方法

3.2.1 数据标准化 由于原始指标的数量级和单位各不相同,难以科学有效地进行计算比较.因此,必须对原始数据进行标准化处理,以消除因变量的量纲不同对评价结果造成的影响.对于正向、负向指标标准化的计算公式(李静等,2020)如式(1)、(2)所示.

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (1)$$

$$X_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (2)$$

式中 X_{ij} 为指标标准化数值; x_{ij} 为 i 系统 j 指标的原始数据; $\min(x_{ij})$ 和 $\max(x_{ij})$ 为评价指标 j 数据的最小值和最大值.

受极差标准化处理影响,熵值法过程极差标准化必有数值 0 和 1,但数据处理过程中需要使用对数,为减小误差,需对标准化数据进行平移.计算公式如下:

$$X'_{ij} = X_{ij} \times 0.99 + 0.01 \quad (3)$$

式中 X'_{ij} 为标准化数据平移后的值.

3.2.2 指标权重确定 指标权重的确定采用熵值法,该方法是一种客观赋权法,具有一定的数理统计理论依据.相对主观赋权具有较高的可信度和精确度.该方法能在深刻反映指标区分能力的基础上确定权重.信息熵越小,信息的无序度越低,其信息的效用值越大,指标的权重越大(李静等,2020).各指标熵值法赋权(Wang et al.,2014)的计算公式如下:

$$P_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^m X'_{ij}} \quad (4)$$

$$E_j = -K \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij} \quad (5)$$

$$W_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^n (1 - E_j)} \quad (6)$$

式中 P_{ij} 为第 i 年第 j 个指标的占比; X'_{ij} 为平移后的数据; K 为常数,与样本数 m 有关,一般令 $K = 1/\ln m$, \ln 为自然对数; E_j 为指标信息熵; W_j 为指标权重.

3.2.3 综合评价指数 对各指标的标准化值与权重进行加权求和计算出资源环境体系与社会经济体系的综合水平,计算公式(Fang et al.,2016)如下:

$$F(x) = \sum_{i=1}^n X'_{ij} W_j \quad (7)$$

$$F(y) = \sum_{i=1}^n X'_{ij} W_j \quad (8)$$

式中 $F(x)$ 和 $F(y)$ 分别为资源环境体系和社会经济体系的综合评价函数.

3.2.4 耦合协调度模型 耦合是指两个(或两个以上的)系统或运动形式以各种媒介实现诸如物质交换、能量传递、形态转移等多种相互作用的物理学现象(Chen et al.,2017).耦合实质就是两个或两个以上的实体或体系之间相互联系、相互作用、相互依赖的程度的一个度量.耦合度则用来描述资源环境与社会经济之间相互作用的影响程度.系统的耦合度计算模型(Fang et al.,2016)为:

$$T = \alpha F(x) + \beta F(y) \quad (9)$$

$$C = \frac{\sqrt{F(x) \times F(y)}}{\sqrt{[F(x) + F(y)]^2}} \quad (10)$$

式中 T 为资源环境与社会经济两个指标体系的综合评价指数; α 和 β 分别为表示资源环境和社会经济两个体系之间相互作用重要性的参数;对青藏高原地区而言,资源环境和社会经济的发展同等重要,因而 α 和 β 均取 0.5; C 为区域资源环境与社会经济的耦合度指数.

耦合度虽然能反映资源环境与社会经济之间相互作用的程度,但不可表征二者之间的作用是相互促进还是相互制约,因此,本文采用耦合协调度对资源环境和社会经济之间的关系进行定量测度.

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (11)$$

式中 D 为资源环境与社会经济的耦合协调度指数.

3.2.5 Tapio 脱钩模型 脱钩是物理学中的一个概念,强调两个或多个物理量之间的相互关系减小或不再存在,对应的理论即为脱钩理论.脱钩理论通常被认为是一种能够协调经济发展和减少环境破坏的重要理论(曲艳敏等,2018).Tapio 弹性系数法主要是利用弹性来测度脱钩程度,其不受统计量纲变化的影响,对于判定脱钩状态的演替过程具有一定优势.为了明确区域社会经济与资源环境体系之间的脱钩关系,建立如下脱钩方程(乔蕪强等,2016):

$$E(A1, B) = \frac{(A1_n - A1) / A1}{(B_n - B) / B} = \frac{\Delta A1 A1}{\Delta B B} \quad (12)$$

$$E(A2, B) = \frac{(A2_n - A2) / A2}{(B_n - B) / B} = \frac{\Delta A2 A2}{\Delta B B} \quad (13)$$

$$E(A, B) = \frac{(A_n - A) / A}{(B_n - B) / B} = \frac{\Delta A A}{\Delta B B} \quad (14)$$

式中 $E(A_1, B)$ 、 $E(A_2, B)$ 和 $E(A, B)$ 分别为资源环境水平、资源环境压力和资源环境体系与社会经济体系的脱钩弹性系数; A_{1n} 、 A_{2n} 、 A_n 、 B_n 分别为第 n 年研究区的资源环境水平指数、资源环境压力指数、资源环境体系综合指数和社会经济体系总和指数; A_1 、 A_2 、 A 和 B 分别为 2010 年研究区的资源环境水平指数、资源环境压力指数、资源环境体系指数和社会经济体系指数。

4 结果与分析(Results and discussion)

4.1 评价体系指标间相关性分析

对以上选取的青藏高原典型区域资源环境和社会经济体系的多项指标进行相关性分析,形成强烈($|r| > 0.8$)显著($p < 0.05$)相关的共生网络(图2)。A11与A13呈正相关,A22、B11与B12呈正相关,其中A22和B11与A11、A12和A13呈显著负相关;A23与B12呈正相关,二者与A11、A13呈负相关,均与A22呈正相关;B22与B23呈正相关,二者均与B21呈正相关;B31、B32、B33均与A11、A13呈正相关,B31与B32呈正相关,二者与A11、A23、B11和B12呈正相关,B33与B11、B12、B31和B32呈正相关,A21和B34与其他指标无显著相关性。总体而言,资源环境水平的各项指标与其他大部分指标均呈负相关,除A21和B34之外资源环境压力和社会

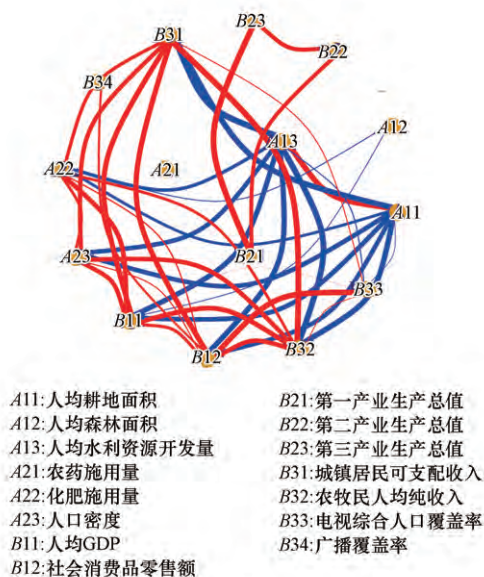


图2 基于相关性的评价指标共生网络($p < 0.05$; 红色线条表示正相关,蓝色线条表示负相关,线条宽窄表示相关性强弱)

Fig.2 Co-occurrence network of evaluation indicators based on correlation

经济体系的其他指标之间呈正相关,即资源环境压力体系的各项指标与社会经济体系的指标息息相关,社会经济发展水平提高,给资源环境带来的压力越大,对资源环境水平的提高不利。

4.2 资源环境发展变化

由图3可知,2000—2018年研究区域的资源环境水平评价指数呈先下降再升高的趋势,在2000—2017年由0.1392降低至0.0043,2018年回升至0.1285,同时,2000—2008年该区域的生态环境水平降低速度较2009—2014年更快,资源环境压力评价指数在2000—2016年由0.1439降低至0.0059,之后增加至0.0469,2000—2003年压力水平上下波动,之后先下降后上升,2017—2018年变化幅度较2016—2017年更小,资源环境体系综合评价指数在2016年前由0.2830降至0.0059,之后快速上升至0.1754。总体而言,2000—2018年典型研究区的资源环境水平指数、资源环境压力指数及资源环境体系综合评价指数随着人口数量增加和资源环境保护意识的增强而不断下降,其中,2016年的资源环境综合评价指数最小。2016年是“十三五”开局之年,该区域特色种植业稳步发展,小块农业区逐步恢复振兴,农业生产“回暖升温”,复垦1026.67 hm^2 ,州县完成农田杂草防除1333.33 hm^2 。与此同时,2016年玉树州在草原和林业有害生物防控方面的投资也较之前有所增加,因此影响了全州农药和化肥的施用量,从而导致玉树州2016年资源环境体系的各项评价波动较大。

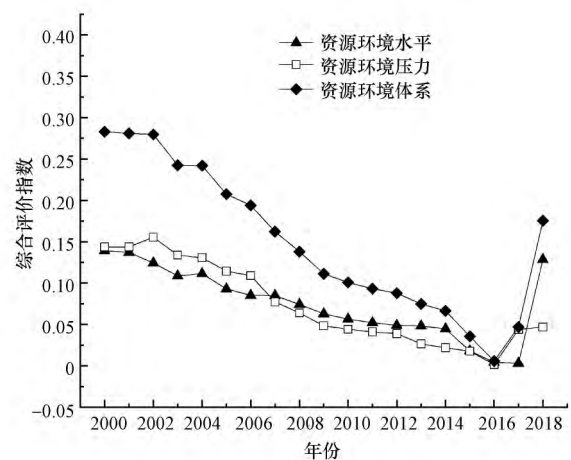


图3 2000—2018年典型研究区资源环境体系综合评价指数
Fig.3 Comprehensive evaluation index of resource-environment systems in the typical study area in 2000—2018

4.3 社会经济发展变化

青藏高原典型区域的社会经济体系评价结果显示(图4),研究区的经济实力水平在2000—2018年呈上升趋势,经济实力评价指数由0.0016增至0.1497,之后逐步上升至0.1528,其中,2013—2014年增幅较其他年份更大.产业结构的变化与经济实力变化趋势相似,呈先升高再降低的趋势,产业结构评价指数由0.0036(2000年)增至0.2304(2017年).当地产业结构单一,以农牧业为主,2018年典型研究区第一产业生产总值的增加及第二产业生产总值的大幅降低导致产业结构评价指数减小.2000—2018年研究区生活水平整体呈上升趋势,生活水平评价指数由0.0154(2000年)增至0.1978(2018年),其中,2000—2003年全州生活水平略有增加,评价指数在2003年降至0.0186后持续上升.社会经济体系水平整体呈先上升后降低的趋势,2000—2002年社会经济体系综合评价指数由0.0210增加至0.0532,2003年综合评价指数降低至0.0321,2003—2017年社会经济综合评价指数不断升高直至0.4099,2018年降至0.3648.总体而言,2000—2018年研究区的经济实力和生活水平持续升高,社会经济体系和产业结构发展水平整体上升,2018年略有下降,造成这一变化的原因与典型研究区域2018年第二产业产值的大幅变化有关.

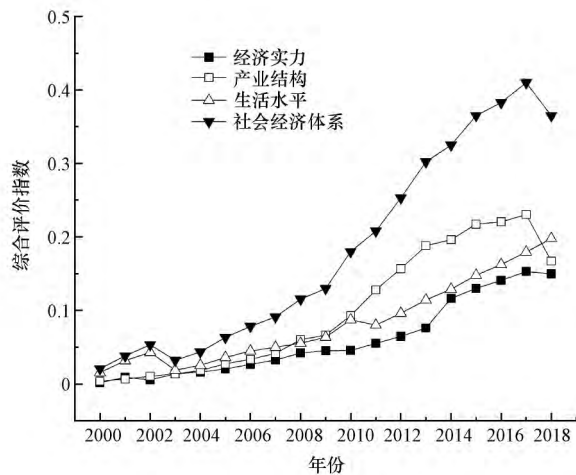


图4 2000—2018年典型研究区社会经济综合评价指数

Fig.4 Comprehensive evaluation index of socio-economic system in the typical study area in 2000—2018

4.4 综合评价指数变化

资源环境和社会经济评价指数及综合评价指数变化趋势见图5.由图可知,2000—2018年典型研究区的资源环境体系评价指数先下降后升高,2016

年为转折点;社会经济体系发展水平整体呈先上升后下降的趋势,转折点为2017年;两个体系的综合评价指数基本呈持续增长的变化趋势,2016年后的增长速度高于之前的年份,3组参数均在2002—2003年突然降低.2000—2008年资源环境体系综合评价水平高于社会经济体系,即典型研究区发展情况表现为社会经济滞后型;2009—2018年反之,研究区的发展情况呈资源环境滞后型.产业结构的不断变化是导致社会经济变化的主要因素,随着社会经济发展带来的资源消耗和环境污染等问题使得资源环境体系发展不断降低,因此,社会因素是影响区域综合评价指数的主要因素(Yu et al., 2018).

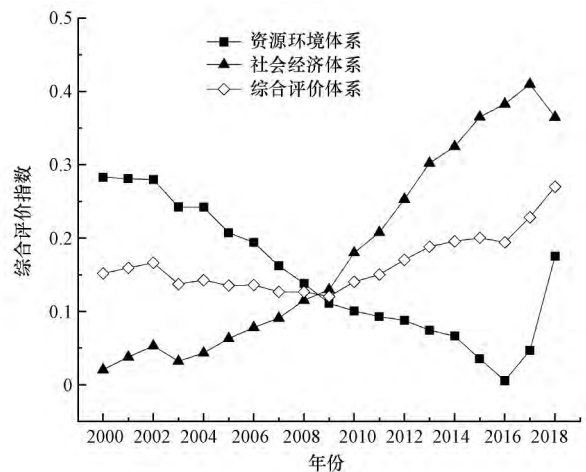


图5 2000—2018年典型研究区资源环境和社会经济体系综合评价指数

Fig.5 Indicators for the integrated evaluation of resource-environment and socio-economic systems in typical study area in 2000—2018

4.5 资源环境与社会经济耦合协调度分析

耦合度是表示资源环境和社会经济两个体系之间关系的参数和指标,由图6可知,2000—2018年典型研究区两个体系的耦合度在2000—2016年大致呈抛物线型,2000—2002年资源环境与社会经济的耦合度由0.2517上升至0.3665,2003年降至0.3214,2003—2009年逐步增加至0.4985,2010—2016年两个体系的耦合度由0.4796减小至0.1541,2017—2018年由0.2633快速增加至0.3557.总体而言,典型研究区的耦合度变化较大.本文参考王成等(2018)关于耦合度的分级结果对研究区域两个体系的耦合度进行分析,发现仅2000年、2015—2016年处于低耦合度(0~0.3),这段时间资源环境和社会经济开始处于博弈阶段,其余时段均处于拮抗时

期(耦合度为0.3~0.5),此时资源环境与社会经济之间的相互作用加强,随着社会发展水平的提高,资源环境发展水平逐渐下降,这一发展趋势与两个体系的评价指数变化趋势基本一致(王成等,2018)。

典型研究区资源环境和社会经济耦合协调度的变化趋势与耦合度变化趋势相似,2000—2002年逐渐增加至0.2470,2003—2014年缓慢增加,耦合协调度由0.2101变化为0.2711,2015—2016年降低,2016年耦合协调度低至0.1541,2017—2018年则由0.2633增至0.3557。根据耦合协调度分级标准(李静等,2020; Xu *et al.*, 2020),对2000—2018年典型研究区资源环境和社会经济体系的耦合协调度进行分级,结果显示,除2016年当地处于重度失调型、2018年处于轻度失调型外,其余年份均处于中度失调型,即2000—2018年研究区社会经济发展仍占优势地位,由此导致的一系列资源破坏和环境问题逐步显现,资源环境的保护尚未受到重视,因社会经济发展导致的资源浪费、环境污染等问题逐渐凸显,二者之间未达到协同发展,典型研究区资源环境与社会经济协调度整体不高,发展过程中二者的相互作用程度和协同效应相对较弱(王成等,2018)。

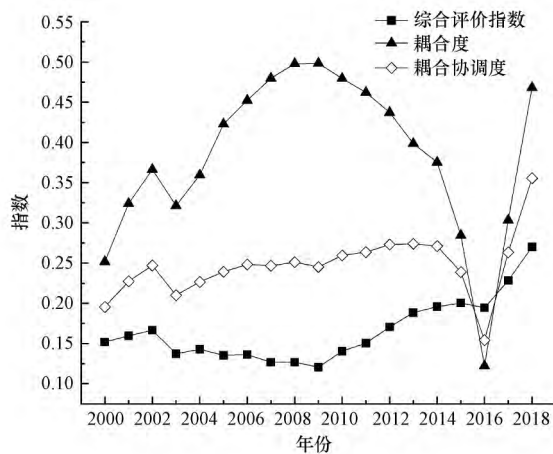


图6 2000—2018年资源环境和社会经济体系耦合协调性分析
Fig.6 Analysis of the coupled coordination of the resource-environment and socio-economic system in 2000—2018

4.6 资源环境与社会经济脱钩耦合分析

在资源和环境层面,脱钩常被用来描述经济增长与资源和环境冲击之间耦合关系的破裂,即资源消耗的数量或环境破坏的程度并不随经济增长而增加(Wei *et al.*, 2020)。在OECD对脱钩程度分类形

成的三大类别的基础上,Tapio进一步细分为8类,两种分类方法都考虑了两个体系的同向和反向变化(杨泓川等,2019)。考虑到短期内社会经济的发展过程是稳定的,按照原始耦合关系判别方法得到的结果可能会造成大量判别类型的冗余且无法判断耦合关系之间细微的差别,因为社会经济增长率大于0,只考虑 $\Delta B > 0$ 的情况,同时采用分级方式进一步细化脱钩类型,从而形成社会经济发展与资源环境体系脱钩耦合类型判定标准(王成等,2018; 杨泓川等,2019)。

基于资源环境体系综合评价指数、资源环境水平评价指数和资源环境压力评价指数和社会经济体系综合评价指数(图7),以2000年为基准年,典型研究区域的社会经济与资源环境体系、资源环境水平和资源环境压力在2001—2018年大多处于强脱钩I型($E \in (-0.5, -0.25]$),区域总体呈可持续性发展状态,随着时间的推移,社会经济发展水平不断提高, ΔB 不断增大;与此同时,资源环境水平不断降低,资源环境体系不断降低,资源环境压力的具体指标不断增大,但作为负指标,其综合指数不断减小,因此,资源环境水平、资源环境压力和资源环境体系与社会经济之间处于强脱钩水平。当地资源环境和社会经济体系发展较为理想,社会经济与资源环境综合指数、资源环境水平和资源环境压力之间呈良性发展状态(杨泓川等,2019)。

其中,2002年社会经济和资源环境压力之间为弱脱钩状态,这与当年耕地面积的变化有关,研究区当年耕地面积减小量为1906 hm^2 ,因此,农药使用量大幅降低,资源环境压力指数增大,同时社会经

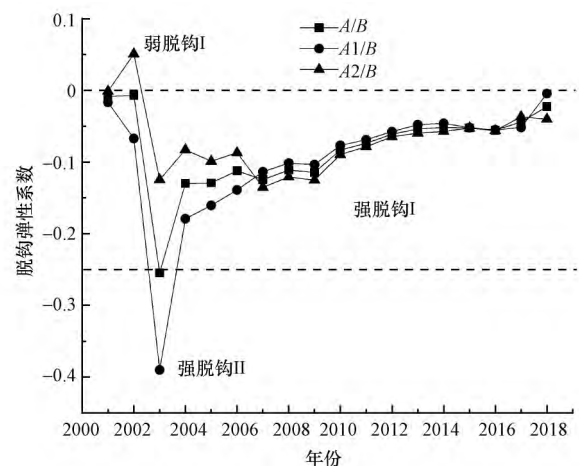


图7 2001—2018年典型区域资源环境与社会经济脱钩分析
Fig.7 Decoupling analysis of resources-environment and socio-economic in typical region in 2001—2018

济发展速度有较高的提升,故资源环境压力与社会经济的脱钩耦合指数呈弱脱钩水平.2003 年社会经济和资源环境水平和资源环境压力均呈强脱钩 II 型($E \in (-0.5, 0.25]$).2003 年玉树州的社会经济水平(尤其是文化卫生体系)提高幅度较大,因此 ΔB 增幅较大,资源环境水平、资源环境压力和资源环境体系与社会经济之间的比值均有所下降.同时,产业结构调整、输入环境的污染物减少使得资源环境压力有所缓解(乔蕪强等,2016).

5 结论(Conclusions)

资源环境和社会经济之间的关系备受关注,青藏高原高海拔区域资源环境和社会经济的可持续发展更是广为关注的重点.本文采用耦合协调度和 Tapio 脱钩模型从“量”和“速”两方面对青藏高原典型高海拔区域资源环境和社会经济体系相互关系进行分析.整体而言,典型研究区资源环境和社会经济体系之间处于中度失调状态,社会经济发展水平高于资源环境体系的水平,二者之间的相互作用程度较差,两个体系的协调程度逐步改善.同时,该区域资源环境体系和社会经济体系均比较理想,且脱钩程度略有上升,这意味着当前发展模式下社会经济发展对资源环境体系及其子系统的影响在逐步增大.综上所述,青藏高原典型区域的社会经济发展水平不断升高,资源环境体系发展水平有待提高.

数据分析显示,典型研究区的资源环境体系综合评价指数逐步降低,资源环境体系和社会经济体系的脱钩状态趋近于弱脱钩,这就意味着减少污染物排放和加强生态环境保护力度是必需的.与此同时,该区域的第一产业产值在逐步减少,第二产业和第三产业产值逐步增加,但目前仍以第一产业为主,因此,加快产业结构调整是十分必要的.除此之外,玉树州农药和化肥施用量虽然有所降低但仍需加强管控,可通过调整种植业结构、建立农业科技推广体系和农产品安检体系来加强生态、有机农牧业发展,这也是促进当地发展生态型农牧业的重要手段.

参考文献(References):

陈静,曾珍香.2004.社会、经济、资源、环境协调发展评价模型研究[J].科学管理研究,22(3):9-12
Chen J, Wang Y, Song M, et al. 2017. Analyzing the decoupling relationship between marine economic growth and marine pollution in China[J]. Ocean Engineering, 137: 1-12

程长林,任爱胜,王永春,等.2018.基于协调度模型的青藏高原社区畜牧业生态、社会及经济耦合发展[J].草业科学,35(3):677-685
Ding Y, de Vries B, Han Q. 2014. Measuring regional sustainability by a coordinated development model of economy, society, and environment: a case study of Hubei province [J]. Procedia Environmental Sciences 22: 131-137
樊杰,千庆兰.2004.我国东部沿海重点地区经济发展与资源环境相互作用关系的比较研究[J].自然资源学报,1(1):97-106
Fan Y, Fang C, Zhang Q. 2019. Coupling coordinated development between social economy and ecological environment in Chinese provincial capital cities—assessment and policy implications [J]. Journal of Cleaner Production 229: 289-298
Fan Y, Fang C. 2020. Insight into carbon emissions related to residential consumption in Tibetan Plateau—Case study of Qinghai [J]. Sustainable Cities and Society, 61: 102310. DOI: 10.1016/j.scs.2020.102310
Fang C, Liu H, Li G. 2016. International progress and evaluation on interactive coupling effects between urbanization and the eco-environment [J]. Journal of Geographical Sciences, 26(8): 1081-1116
高兴川,曹小曙,李涛,等.2019.1976-2016 年青藏高原地区通达性空间格局演变[J].地理学报,74(6):1190-1204
Jing Z, Wang J. 2020. Sustainable development evaluation of the society-economy-environment in a resource-based city of China: A complex network approach [J]. Journal of Cleaner Production, 263: 121510. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121510
Melbourne-Thomas J, Johnson C R, Perez P, et al. 2011. Coupling biophysical and socioeconomic models for coral reef systems in Quintana Roo, Mexican Caribbean [J]. Ecology and Society, 16(3) DOI: 10.5751/ES-04208-160323
李静,马亚亚,王杰,等.2020.固原市原州区生态环境与经济系统的耦合协调发展[J].水土保持通报,40(1):229-235,282
Li W, Yi P. 2020. Assessment of city sustainability—Coupling coordinated development among economy, society and environment [J]. Journal of Cleaner Production 256: 120453
刘承良,颜琪,罗静.2013.武汉城市圈经济资源环境耦合的系统动力学模拟[J].地理研究,32(5):75-87
Price J, Keppo I. 2017. Modelling to generate alternatives: A technique to explore uncertainty in energy-environment-economy models [J]. Applied Energy, 195: 356-369
乔蕪强,陈英.2016.基于脱钩理论的生态环境与经济增长关系研究[J].土壤通报,47(1):21-28
曲艳敏,杨翼,陶以军,等.2018.基于脱钩理论的环渤海地区经济与海洋环境关系研究[J].生态经济,34(6):174-179
任海静.2019.海西州经济发展与生态环境协调发展研究[D].西宁:青海大学
任妍妍.2019.青南藏区生态与经济协调发展研究[D].西宁:青海师范大学
Svensson G, Wagner B. 2015. Implementing and managing economic, social and environmental efforts of business sustainability: propositions for measurement and structural models [J]. Management and Environmental Economics, 37(1): 1-12

- Environmental Quality 26(2) : 195-213
- Tapio P.2005.Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001[J].Transport Policy ,12(2) : 137-151
- 田兵兵.2018.资源环境与经济协调发展研究—以杭州市为例[D].杭州: 中共浙江省委党校
- Wan L ,Zhang Y ,Qi S ,*et al.* 2017. A study of regional sustainable development based on GIS/RS and SD model—Case of Hadaqi industrial corridor[J].Journal of Cleaner Production ,142: 654-662
- 王成 ,唐宁.2018.重庆市乡村三生空间功能耦合协调的时空特征与格局演化[J].地理研究 ,37(6) : 1100-1114
- 王鹏 ,刘小鹏 ,姚晓艳 ,等.2018.基于能值分析的宁夏生态经济系统可持续发展评价[J].生态经济 ,34(1) : 72-75
- Wang Q ,Yuan X ,Cheng X ,*et al.* 2014. Coordinated development of energy economy and environment subsystems—A case study [J]. Ecological Indicators ,46: 514-523
- 王晓鹏 ,丁生喜.2011.基于生态足迹的青海省社会经济可持续发展研究[J].中国人口资源与环境 ,23(2) : 40-43
- Wei W ,Cai W ,Guo Y ,*et al.*2020.Decoupling relationship between energy consumption and economic growth in China's provinces from the perspective of resource security [J].Resources Policy ,68: 101693
- Xu M ,Hu W Q. 2020. A research on coordination between economy , society and environment in China: A case study of Jiangsu [J]. Journal of Cleaner Production ,258: 120641
- Yu Y ,Zhou L ,Zhou W ,*et al.* 2017. Decoupling environmental pressure from economic growth on city level: The Case Study of Chongqing in China[J].Ecological Indicators ,75: 27-35
- 杨泓川 ,陈松林.2019.福州市生态环境压力与经济脱钩耦合关系[J].水土保持通报 ,39(1) : 278-285
- Yu S ,Yin C.2018.Analyzing the coupling coordination among economic , social ,and environmental benefits of urban infrastructure: Case study of four Chinese Autonomous Municipalities [J]. Mathematical Problems in Engineering ,2018: 1-13
- Yuan X ,Mu R ,Zuo J ,*et al.* 2015. Economic development , energy consumption and air pollution: A critical assessment in China [J]. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal , 21(3) : 781-798
- 赵兴国 ,潘玉君 ,赵波 ,等.2011.区域资源环境与经济发展关系的时空分析[J].地理科学进展 ,30(6) : 706-714