

DOI: 10.5846/stxb201305301240

侯彩霞, 赵雪雁, 文岩, 张亮, 张方圆. 农户生活消费对环境影响的空间差异及其原因——基于张掖市 2010 年调查数据. 生态学报, 2015, 35(6): 2013-2019.

Hou C X, Zhao X Y, Wen Y, Zhang L, Zhang F Y. Spatial disparities and the reasons about the impact of the peasant household consumption on environment: based on the survey data of Zhangye city in 2010. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(6): 2013-2019.

农户生活消费对环境影响的空间差异及其原因 ——基于张掖市 2010 年调查数据

侯彩霞, 赵雪雁*, 文岩, 张亮, 张方圆

西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070

摘要: 农户是农村最主要的行为主体, 其生活消费对环境有重要影响, 然而农户的生活消费模式等因素的差异导致对环境的影响在空间上存在差异, 为了缓解农户生活消费对环境的压力, 需要研究其消费对环境影响的空间差异。基于张掖市 2010 年调查数据和统计资料研究了农户生活消费对环境影响空间差异, 并分析了原因, 研究结果显示: (1) 张掖市 2010 年人均生态足迹为 $1.056\text{hm}^2/\text{人}$, 人均生态承载力为 $1.705\text{hm}^2/\text{人}$, 人均生态盈余 $0.649\text{hm}^2/\text{人}$; (2) 从生态足迹的构成看, 当地的生活消费主要是以生物资源和化石能源消耗为主, 占总生态足迹的 81%, 而建筑用地和水域消耗最少, 占总生态足迹的 1.2%。; (3) 张掖市五县(区) 农户生活消费对环境的影响总体差异较小, Gini 系数为 0.309。但是区域间的差异远远大于区域内的差异, 区域间的差异为 0.442, 占总差异的 71.1%, 区域内的差异为 0.18, 占总差异的 28.9%。其中, 甘州区农户生活消费对环境的影响差异最大, Theil 指数为 0.078; (4) 农户消费模式、家庭规模和人均年收入增多, 将加剧农户对环境的压力, 劳动力受教育程度、社会资本存量和非农化程度提高, 将在一定程度上减缓农户对环境的影响。

关键词: 环境影响; 生态足迹; 农户; 张掖市

Spatial disparities and the reasons about the impact of the peasant household consumption on environment: based on the survey data of Zhangye city in 2010

HOU Caixia, ZHAO Xueyan*, WEN Yan, ZHANG Liang, ZHANG Fangyuan

Northwest Normal University geography and environmental science Gansu, Lanzhou 730070, China

Abstract: The Peasant Household are the most important actors in rural areas, their living consumption pattern has significant impact on the environment, however, the difference of farmer's living consumption pattern and other factors led to the difference of the environmental impact in space. In order to alleviate the impact of household's living consumption on environment, it is necessary to research the spatial difference of the environmental impact of the household's living consumption. Based on the survey data in Zhangye, this paper analyzes the impact of household consumption on the environment and the reasons for spatial differences. the results shows: (1) the per capita ecological footprint of the peasant household in Zhangye in 2010 is $1.056\text{hm}^2/\text{people}$, per capita bio capacity is $1.705\text{hm}^2/\text{people}$, per capita ecological surplus $0.649\text{hm}^2/\text{person}$; (2) The peasant household's ecological consumption is mainly based on biological resources and fossil-based energy consumption, about 81% of the total ecological footprint, but the construction land and waters consume is lowest, about 1.2% of the total ecological footprint; (3) The overall difference of the peasant household's environmental impact in Zhangye is small, its Gini coefficient is 0.309. But the differences among the five counties is far greater than that

基金项目: 国家自然科学基金项目(91125019, 41061051, 41361106); 教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-11-0910); 甘肃省高校基本科研业务费项目

收稿日期: 2013-05-30; **网络出版日期:** 2014-04-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xbzhaoy@163.com

of the region inside, its Theil index is 0.442, this kind of difference represents 71.1% of the overall difference, the difference of the region inside is 0.18, accounting for 28.9% of the overall difference. Among them the impact the peasant household's living consumption on the environment in Ganzhou is the biggest difference, Theil index is 0.078; (4) Increasing household living consumption, family size and per capita income will exacerbate the environmental impact, however, improving the labor's education level, social capital and non-agricultural level will mitigate the environmental impact.

Key Words: environmental impact; ecological footprint; the peasant household; Zhangye City

中国乃至世界各国的环境问题日益严峻,人口增长、技术变化和消费增加被认为是产生环境危机的最主要三个原因^[1]。然而,人口增长使得居民的生活消费数量增加,再加上居民消费水平的提高,这不仅给资源环境带来直接的负面影响,而且作为社会再生产的主要环节和根本动力,消费成为生态环境压力的终极原因^[1]。因而,从居民的生活消费对环境影响入手研究生态环境问题不仅对保护生态环境有重要意义,同时也给可持续发展了提供新的思路^[2]。目前,中国农村人口为 6.74 亿,占全国人口的 50.32%,由于西北地区经济发展比较落后,农村居民占绝大多数,而农户是农村最主要的行为主体,其消费模式是影响环境的重要因素。随着农村经济的发展以及农村生活质量的提高,农户对资源的需求量日益加大、生活消费排放的废弃物也不断增大,导致环境质量遭受严峻挑战,农户生活消费成为影响环境的重要因素^[3-5]。由于农户的生活消费模式存在差异^[6-11],从而对环境的影响造成空间上的差异,因此,研究农户生活消费对环境影响的空间差异,在缓解农户生活消费对环境影响的政策制定上,具有一定的参考价值。

基于此,本文运用张掖市 2010 年调查数据以及统计数据对该区农户生活消费对环境的影响做了分析,以生态足迹作为测度农户的环境影响指标,分析了农户对环境的影响的空间差异,并且运用最小二乘法分析了农户生活消费对环境影响,旨在为缓解生活消费对环境的影响,提高环境质量提供理论依据。

1 研究区概况

张掖市位于甘肃省河西走廊中段(东经 97°20'—102°12',北纬 37°28'—39°57'),国内重要的内陆河黑河流域中游,总面积 4.2 万 km²。东靠武威、金昌,西至嘉峪关、酒泉,南与青海省接壤,北和内蒙古毗邻。海拔高度处于 1200—5565m。本区地处中纬度地带,深居欧亚大陆腹地,除祁连山区属高寒的半干旱气候外,其余均属中温带干旱气候。总体而言,气候复杂多变,时空分布不均,夏季短而炎热,冬季长而寒冷,干燥少雨,光照充足,太阳辐射强,昼夜温差大。

张掖市现辖甘州区、临泽县、高台县、山丹县、民乐县、肃南裕固族自治县 1 区 5 县,2010 年该区人口达 119.95 万,汉族人口占总人口的 91%。2011 年,张掖市农户人均纯收入 5575 元,当地农户收入主要以农业为主,其次是经商、外出务工等。农村居民人均生活消费支出 5242 元,农村居民家庭食品消费支出占消费总支出的比重为 39.06%。

2 数据来源和研究方法

2.1 数据来源

2010 年 7—8 月对张掖市农户进行入户调查。调查过程中,采用农村参与式评估方法获取相关数据。采用分层随机抽样法对张掖市的甘州区、临泽县、民乐县、高台县、山丹县 4 县 1 区 224 户农户进行了调查,问卷回收率 100%,有效问卷 223 份,占 99.6%。虽然获取的问卷数量有限,但调查数据显示,样本户的户主平均年龄为 44.87 岁,家庭规模为 3.91 人/户,家庭年收入为 9121.9 元/人。张掖市统计资料显示户主年龄的均值为 43.79 岁,家庭规模为 3.93 人/户,家庭年收入为 9153.7 元/人,说明样本具有较好的代表性。因此能较好的反

映张掖市农户的普遍情况。

主要调查内容涉及:(1)调查对象的基本情况,包括户主的年龄、家庭人口及其受教育程度、家庭年收入、社会资本等;(2)农户的食物、能源等生活消费情况。

2.2 研究方法

2.2.1 生活消费对环境影响的测算方法

本文运用生态足迹测算农户生活消费对环境的影响^[11]。生态足迹是一个很好地表征人类活动对环境影响的综合指标,由 William Rees^[12]于1992年提出,并由 Mathis Wackernagel^[12]进一步完善。生态足迹在基本计算方法——综合法的基础上,已发展为成分法、投入产出法和能值法等计算方法,其中成分法由 Simmons 提出,Barrett 等^[13]进行了改进完善。成分法以人们的衣食住行为出发点,自下而上通过物质流分析获取主要消费品的消费量及废物产生数据,借助生态足迹了解物质流带来的环境压力^[14],由于其准确性和实用性而具有广泛的用途。本文采用成分法计算生态足迹,其计算公式为:

$$EF = Nef_i = N \sum (c_i/p_i) \quad (1)$$

式中, EF 为总的生态足迹; i 为消费商品和投入的类型; N 为人口数; ef_i 为第*i*类项目的生态足迹; p_i 为*i*类消费商品的平均生产能力; c_i 为*i*种商品的人均消费量。

2.2.2 农户生活消费对环境影响的空间差异测算方法

本文运用 Gini 系数和 Theil 指数测算农户生活消费对环境影响的空间差异。在差异性研究中,不平等度量方法主要用于收入与分配差异分析中,由于生态足迹与收入分配同样具有不公平性和差异的可分解性,因此对于度量收入分配不平等的方法同样适用于生态足迹的不平等评价。鉴于不同方法各有其优点和不足,且侧重点各不相同,单独使用某种方法可能产生方法上的误差,故采用 Gini 系数和 Theil 指数两种方法。

Gini 系数是指洛伦茨曲线图中绝对均匀线与洛伦茨曲线之间的面积和绝对均匀线与绝对不均匀线之间的面积之比,通常用来测量收入与分配的不平等^[15]。其计算公式如下:

$$G = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n iy_i - \frac{n+1}{n} \quad (2)$$

式中, G 为 Gini 系数, y_i 为第*i*组足迹占总足迹的比重(按升序排列, $y_1 < y_2 < y_3 < \dots < y_n$); n 为分组数。

Theil 指数是将区域总体差异分解成不同空间尺度的区内差异和区间差异,以便比较它们对区域整体的影响和贡献^[15],计算公式为:

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lg \frac{\bar{y}}{y_i} = T_{\text{区域间}} + T_{\text{区域内}} \quad (3)$$

$$T_{\text{区域间}} = \sum_{g=1}^m P_g T_g; T_{\text{区域内}} = \sum_{g=1}^m P_g \lg \frac{P_g}{V_g} \quad (4)$$

式中, T 为 Theil 系数, y_i 为第*i*个农户的生态足迹; \bar{y} 为总平均足迹; n 为组数。 P_g 为第*g*组人口占总区域人口的比例; V_g 为第*g*组农户的生态足迹占整个区域的比例; g 为分组个数。

3 结果分析

3.1 农户生活消费的环境影响

张掖市2010年人均生态足迹处于盈余水平,但盈余值很小,张掖市的人均生态足迹为1.056hm²/人,人均生物承载力为1.705hm²/人,人均生态盈余0.649hm²/人。从人均生态足迹的构成看,当地的生态消费主要是以粮食等生物资源和煤炭、薪柴等化石能源消耗为主,占总生态足迹的81%,而建筑用地和水域消耗最少,占总生态足迹的1.2%。除了人均耕地生态足迹和石化能源生态足迹出现生态赤字外,其余的都是生态盈余。人均耕地生态足迹最大,为0.636hm²/人,其次是人均石化能源生态足迹为0.220hm²/人。可见,农户生活消费主要通过对粮食和石化能源的消费而影响环境(表1)。

表 1 张掖市 2010 年人均生态足迹的计算

Table 1 Ecological footprint summary of Zhangye City in 2010

土地类型 Land types	人均生态足迹/(hm ² /人) Per capita ecological footprint			人均生态承载力/(hm ² /人) Per capita ecological capacity			人均生态盈亏 ecological gains and losses/ (hm ² /人)
	总面积 Total area	均衡因子 Equilibrium Factor	均衡面积 Equilibrium area	总面积 Total area	均衡因子 Equilibrium Factor	均衡面积 Equilibrium area	
耕地 Plough	0.227	2.8	0.636	0.339	1.49	0.504	-0.132
草地 Lawn	0.153	0.5	0.077	0.281	2.19	0.615	0.538
林地 Woodland	0.102	1.1	0.112	1.004	0.80	0.803	0.691
水域 Waters	0.046	0.2	0.009	0.011	1.00	0.011	0.002
建筑用地 Building land	0.001	2.8	0.003	0.003	1.49	0.004	0.001
石化能源地 Fossil energy land	0.200	1.1	0.220	0.000	0.00	0.000	-0.220
汇总 Collect			1.056			1.705	0.649

3.2 农户生活消费对环境影响的空间差异性

研究结果显示,张掖市 5 县(区)农户人均生态足迹 Gini 系数为 0.309,介于 0.3—0.4 之间,农户人均生态足迹的差异性不是很大。进一步研究发现,甘州区人均生态足迹最高为 1.212hm²,其次是临泽县为 1.119hm²,山丹县和高台县差距较小,分别为 0.909hm²和 0.923hm²,民乐县的人均生态足迹最小为 0.783hm²。甘州区和临泽县出现了生态赤字,而民乐县、山丹县和高台县为生态盈余。张掖市 5 县(区)总的 Theil 指数为 0.622,区域间的差异远远大于区域内的差异,区域间的差异为 0.442,占总差异的 71.1%,区域内的差异为 0.18,占总差异的 28.9%。甘州区的区内差异最大,Theil 指数为 0.078(表 2)。

表 2 张掖各县(区)农户人均生态足迹差异状况

Table 2 The diversity of farmers per capita ecological footprint in Zhangye City

测量指标 Measure index	甘州区	临泽县	民乐县	山丹县	高台县	全区 All areas
人均生态足迹/(hm ² /人) Per capita ecological footprint	1.212	1.119	0.783	0.909	0.923	1.056
人均生态承载力/(hm ² /人) Per capita ecological capacity	0.533	0.851	1.113	2.814	1.117	1.705
人均生态盈亏/(hm ² /人) Per capita ecological gains and losses	-0.679	-0.268	0.330	1.905	0.194	0.649
Gini 系数 Gini coefficient	0.367	0.288	0.245	0.335	0.223	0.309
Theil 指数 Theil index	0.078	0.037	0.012	0.044	0.009	0.442

3.3 对环境影响的因素

3.3.1 模型构建

York 等在经典的 IPAT 等式基础上改造而成的人口、富裕和技术随机回归影响模型(STIRPAT 模型),由于能够很好地解析人文因素对环境影响的作用而得到了广泛应用。STIRPAT 模型的通用形式如下^[16]:

$$I = aP^b A^c T^d e \quad (5)$$

式中, I 为人均生态足迹; a 为该模型的常数项; b, c, d 为 P, A 和 T 的指数项; e 为误差项。该模型容许增加社会或其他控制因素来分析它们对环境的影响,但是增加的变量要与式(6)指定的乘法形式具有概念上的一致性。

为了衡量人文因素对环境影响的作用大小,可将方程(6)转换成对数形式:

$$\ln(I) = a + b\ln(P) + c\ln(A) + e \quad (6)$$

式中, a, e 为方程(6)中 a 和 e 的对数, b, c 表示其它的影响因素维持不变时,驱动因素(P 或 A)变化 1%所引起的环境影响变化百分比。

3.3.2 变量选择

经典的IPAT等式将影响生态环境的人文因素简单地分解为人口、富裕和技术,认为这三种独立人文因素的联合作用造成了环境影响,尽管这三种人文因素通常并不是独立的^[16]。在IPAT等式基础上发展而来的ImPACT等式进一步将人文因素分解为人口、富裕、消费和技术^[17]。按照这一思路,人文因素又被分解为人口、经济活动、技术、政治和经济制度、态度和信仰^[18]。生计方式和消费模式表征经济活动,社会资本表征政治和经济制度、态度和信仰^[19],为了探寻农户生活消费对环境影响的因素,本文将人口、富裕、生计方式和社会资本作为解释变量,人口被进一步分解为人口数量与人口质量,其中,人口质量用劳动力受教育程度来表征;富裕状况用年收入来测量;生计方式用非农就业比重(从事非农生产的乡村劳动力占乡村劳动力的比重)来测算;消费模式用恩格尔系数来测算;社会资本采用因子分析法^[19],从信任、网络和规范3个维度出发对农户的社会资本进行估算^[20]。

3.3.3 模型检验和结果

本研究运用最小二乘法模拟了对环境影响的因素,将所有解释变量引入方程,采用向后逐步剔除法拟合模型。研究结果显示, F 统计量达5.952,Durbin-Watson统计量为1.904,解释度 R^2 达到0.544,说明人口数量、人口质量、富裕水平、生计方式和社会资本能解释环境影响差异的54.4%。

研究结果显示,消费模式与人均生态足迹在0.01水平上呈显著正相关关系,消费模式每提高1个单位,人均生态足迹随之提高0.171个单位。家庭规模与人均生态足迹在0.05水平上呈显著正相关关系,家庭规模每提高1个单位,人均生态足迹随之提高0.144个单位。人均年收入与人均生态足迹在0.1水平上呈显著正相关关系,人均年收入每提高1个单位,人均生态足迹随之提高0.098个单位。说明家庭规模和人均年收入提高会加剧生活消费对环境的影响。

劳动力受教育程度、信任和规范与人均生态足迹在0.05水平上呈显著负相关关系,劳动力受教育程度、信任度和规范度每提高1个单位,人均生态足迹分别随之降低0.028、0.292和0.165个单位。非农就业比重和网络与人均生态足迹在0.01水平上呈显著负相关关系,非农就业比重和网络水平每提高1个单位,人均生态足迹分别随之降低0.126和0.087个单位。说明劳动力受教育、非农化程度、信任度、网络水平和规范度的提高有助于缓解生活消费对环境的影响(表3)。

表3 环境影响因素的最小二乘法估计结果

Table 3 The OLS estimated results of the factors on ecological footprint

指标 Indicators	估计系数 Estimated coefficients	标准差 Standard deviation	均值 Mean	方差 Variance
常数 Constant	1.788 ***	0.300		
家庭规模 Family size	0.144 **	0.045	4.30	1.44
人均年收入 Annual income	0.098 *	0.001	84167.04	22920.59
消费模式 Consumption patterns	0.171 ***	0.025	0.427	0.043
劳动力受教育程度 Educated workforce	-0.028 **	0.013	7.51	14.48
生计方式 Livelihoods	-0.126 *	0.182	1.99	1.13
社会资本 Social capital	信任 Trust -0.292 **	0.045	3.59	0.68
	网络 Network -0.087 *	0.051	4.02	0.80
	规范 Standard -0.165 **	0.086	3.27	0.77

* 显著性水平为0.1, ** 显著性水平为0.05, *** 显著性水平为0.01

4 讨论与建议

随着农业现代化进程的推进,农村经济取得了长足的发展,农户的生活消费对生存环境的影响越来越深刻。研究结果显示,影响农户生活消费对环境压力的因素中,家庭规模、劳动力受教育程度和人均年收入有重要的作用,而徐中民等^[18]、龙爱华等^[21]学者也指出人口数量是驱动我国生态足迹变化的主要因子。

Pretty J^[22] 等也指出人力资本是自然资本改善的重要条件,而且徐中民等^[18] 学者的研究也显示财富与生态足迹呈负相关。这主要是因为随着家庭规模的扩大导致农户对生活消费品需求的扩张,再加上生活消费水平的提高,致使生态消费增加,从而加重农户生活消费对环境的影响,然而具有较高的文化水平的农户,不仅会约束自己引起环境恶化的行动,而且会积极参与保护环境的行动,从而促使自然环境得以改善;人均年收入的增加促进农户生活质量的提高,农户对环境质量的要求日益提高,但对资源的需求量和对废弃物排放量也日益加大,致使环境质量遭受严峻挑战。因此控制家庭规模、通过技能培训、文化教育等措施,提高农户文化水平和引导农户正确的消费观,提高农户的环保意识,引导其自觉地保护环境、自发地监管各种不良的环境行为是缓解环境压力的重要举措。

社会资本在一定程度上可缓解环境的压力。Grafton 与 Knowles^[23] 发现社会资本可以促进环境可持续指数的上升。信任度越高,农户之间关系越和谐,对环境保护的自觉性越强。规范度越高,农户之间的约束力就会越强,在舆论与道德的约束下,农户的生活消费行为也会得到规范,从而减轻对环境的压力,同时,遵守共享的规范、社会网络紧密,将促进信息溢出和知识传播,增强合作,形成集体性的消费意识,促使人们自觉地采取符合集体目标的个体行为,也有助于加强自律和自我管理,从而规范农户的消费行为,促使自然资本得以改善,取得积极的环境效果^[24]。因此建立健全政策引导机制,促进不同区间农户的交流和协作,形成高效、紧密的社会网络,通过社团的集体行动促进社区层面的环境治理,提高生态环境绩效,减轻农户对环境的压力,促进生态系统的可持续发展。

农户生计方式和消费模式不同,对环境的影响也有差异。研究结果显示,生计方式和消费模式是影响农户人均生态足迹的重要因素。阎建忠等^[25] 指出生计方式是影响生态环境的关键因素,提高非农就业水平有助于缓解环境影响。以非农活动为主的生计多样化不仅有利于降低生计脆弱性,减少自然灾害威胁,而且能促使农户寻找更加合理的生活消费方式,增强农户对生态环境变化的响应能力,有效地减轻环境压力^[26],农户合理的消费模式,有利于减轻农业环境污染和粮食供给的压力,从而减轻环境压力,进一步研究发现,研究区农户的恩格尔系数为 42.7%,说明当地生活水平已是小康水平,消费模式较合理,对环境的压力较小。因此大力促进二、三产业发展,增加非农就业机会,为农村劳动力提供非农就业岗位,促进农户生计转型,促使其实现生计多样化与非农化,避免单一生计方式对环境造成巨大压力,同时,保持合理的消费模式是保护生态环境的关键^[27]。

参考文献 (References):

- [1] 杨莉,刘宁,戴明忠,陆根法. 城镇化进程中居民生活消费的生态环境压力评估——以江苏省江阴市为例. 生态学报, 2008, 28(11): 5610-5618.
- [2] 刘晶茹,王如松,杨建新. 可持续发展研究新方向: 家庭可持续消费研究. 中国人口·资源与环境, 2003, 13(1): 6-8.
- [3] 闵庆文,李云,成升魁,刘寿东,余卫东. 中等城市居民生活消费生态系统占用的比较分析——以泰州、商丘、铜川、锡林郭勒为例. 自然资源学报, 2005, 20(2): 286-292.
- [4] 闵庆文,余卫东,成升魁. 商丘市居民生活消费生态足迹的时间序列分析. 资源科学, 2004, 26(5): 125-131.
- [5] 苏筠,成升魁,谢高地. 大城市居民生活消费的生态足迹初探. 资源科学, 2001, 23(6): 24-28.
- [6] 赵慧霞,姜鲁光. 济南市城市居民生活消费的生态足迹. 生态学杂志, 2004, 23(6): 178-181.
- [7] 张泽洪,朱飞燕. 成都市城市居民生活消费的生态足迹分析. 国土资源科技管理, 2006, 23(2): 100-103.
- [8] 罗婷文,欧阳志云,王效科,苗鸿,郑华. 北京城镇化进程中家庭食物碳消费动态. 生态学报, 2005, 25(12): 3252-3258.
- [9] 耿莉萍. 我国居民消费水平提高对资源、环境影响趋势分析. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(1): 39-44.
- [10] 徐中民,张志强,程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析. 地理学报, 2000, 55(5): 607-616.
- [11] 赵雪雁. 不同生计方式农户的环境感知——以甘南高原为例. 生态学报, 2012, 32(21): 6776-6787.
- [12] Wackernagel M, Rees W. Our Ecological Footprint; Reducing Human Impact on the Earth. Gabriela Island: New Society Publishers, 1996: 61-83.
- [13] Druckman A, Jackson T. Measuring resource inequalities: the concepts and methodology for an area-based Gini coefficient. Ecological Economics, 2008, 65(2): 242-252.
- [14] 李定邦,金艳. 基于生态足迹模型的家庭资源消费可持续性研究. 华东理工大学学报: 社会科学版, 2005, 20(2): 39-44.

- [15] 章昌平, 廉超, 裴金平. Theil 系数、基尼系数和县域差异的实证分析. 统计与决策, 2013, (3): 109-113.
- [16] York R, Rosa E A, Dietz T. Bridging environmental science with environmental policy: Plasticity of population, affluence, and technology. *Social Science Quarterly*, 2002, 83(1): 18-34.
- [17] Waggoner P E, Ausubel J H. A framework for sustainability science: A renovated IPAT identity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2002, 99(12): 7860-7865.
- [18] 徐中民, 程国栋, 邱国玉. 可持续性评价的 ImPACTS 等式. 地理学报, 2005, 60(2): 198-208.
- [19] 赵雪雁, 侯彩霞, 路慧玲, 张方圆, 张亮. 藏族地区农户的社会资本特征分析——以甘南藏族自治州为例. 中国人口 资源与环境, 2012, 22(12): 101-107.
- [20] Putnam R D, Leonardi R, Nanetti R Y. *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy*. Princeton: Princeton University Press, 1993: 57-66.
- [21] 龙爱华, 徐中民, 王新华, 尚海洋. 人口、富裕及技术对 2000 年中国水足迹的影响. 生态学报, 2006, 26(10): 3358-3367.
- [22] Pretty J, Ward H. Social capital and the environment. *World Development*, 2001, 29(2): 209-227.
- [23] Grafton R Q, Knowles S. Social capital and national environmental performance: a cross-sectional analysis. *Journal of Environment and Development*, 2004, 35(13): 336-370.
- [24] Pretty J. Social capital and the collective management of resources. *Science*, 2003, 302(5652): 1912-1914.
- [25] 阎建忠, 张镱锂, 朱会义, 摆万奇, 郑度. 大渡河上游不同地带居民对环境退化的响应. 地理学报, 2006, 61(2): 146-156.
- [26] Shackleton C M, Shackleton S E, Buiten E, Bird N. The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa. *Forest Policy and Economics*, 2007, 9(5): 558-577.
- [27] Dulal H B, Foa R, Knowles S. Social capital and cross-country environmental performance. *The Journal of Environment & Development*, 2011, 20(2): 121-144.