

甘南牧区人文因素对环境的影响

赵雪雁

(西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070)

摘要:以生态足迹作为测度环境影响的指标,在计算1980-2007年甘南牧区生态足迹、识别关键人文因素、分析关键人文因素特征的基础上,应用STIRPAT模型分解了人口、富裕水平、草地资源利用强度、生计策略、社会发展状态对环境影响的作用。结果表明:①1980-2007年甘南牧区生态足迹与人均生态足迹均呈上升趋势,其变化趋势与生物资源生态足迹一致,二者相关系数达0.996;②1980-2007年甘南牧区生态足迹强度呈下降趋势,其变化趋势与生物资源生态足迹强度基本一致,二者相关系数达0.978;③人口数量和草地资源利用强度是当前环境影响的主要驱动因子,由其引起的环境影响变化速度超过它们自身的变化速度,富裕水平的提高也将加剧对环境的影响,但其引起的环境影响变化速度低于其自身变化速度,而改善生计策略、提高城市化水平会减缓对环境的影响;④在观测数据范围内,分析结果支持环境Kuznets曲线假说。

关键词:人文因素;环境影响;生态足迹;STIRPAT模型;甘南牧区

1996年联合国可持续发展委员会提出驱动力—状态—响应模型,将人文因素对环境的影响更全面地纳入到评价指标框架内;2000年联合国的“千年生态系统评估”标志着人类对区域生态环境影响的评价进入了一个全新的发展阶段。目前,人文因素作用分析已成为国际地圈生物圈计划(IGBP)和国际全球环境变化人文因素计划(IHDP)支持的关键前沿领域之一^[1]。地处青藏高原东缘的甘南牧区作为典型的生态敏感区,对人文因素的响应非常敏感,它与气候、地形、地貌等大尺度因子叠加在一起,放大了对生态环境的胁迫作用,致使该区不仅草地退化、湿地萎缩,而且引发了土地沙漠化、生物多样性损失、水土流失、碳汇丧失等一系列环境问题^[2]。为了理解和解决目前面对的复杂环境问题,亟需识别关键人文因素、分析其演变特征、探讨其调控机制、评价其对环境影响的作用大小,并以此为依据寻求解决环境问题的对策措施集。本文将人文因素与环境影响纳入ImPACT分析框架^[3],以生态足迹作为测度环境影响的指标,应用STIRPAT模型,辨析人文因素对甘南牧区环境影响的作用。

1 研究区概况

甘南牧区包括甘南藏族自治州的合作、玛曲、碌曲、夏河4个纯牧区县和卓尼、迭部2个半农半牧区县。黄河干流、洮河、大夏河三大水系在甘南境内的流域面积达3.057万km²,多年平均补给黄河水资源65.9亿m³,其中黄河干流在玛曲县境内流程达433.3 km,年净增水量108.1×10⁸ m³,占黄河源区总径流量的58.7%。甘南牧区以藏族人口为主,占总人口的72.89%,人口密度仅为11.18人/km²。近年来,牧区超载过牧、草地开垦日趋严重、水源涵养能力下降、湿地萎缩。致使该区退化草原面积从1984年的1.6万hm²增加到2004年的190.5万hm²,20年间增加了近120倍,目前该区重度退化草地已占退化草地的34.07%。玛曲段补给黄河的水量减少15%左右,洮河与大夏河径流量分别减少14.7%、31.6%;水土流失面积增

收稿日期:2010-01-08;修订日期:2010-07-24

基金项目:国家社科基金项目(10CYJ014);教育部科学技术重点项目(210231) [Foundation: National Social Science Foundation, No.10CYJ014; Science & Technology Foundation of Ministry of Education, No.210231]

作者简介:赵雪雁(1971-),女,教授,博士,中国地理学会会员(S110000066M)主要从事生态经济学研究。

E-mail: zhaoxy@nwnu.edu.cn

加47.57%,湿地面积减少67.68%,玛曲县黄河沿岸沙化草地面积增加3.66倍,已出现了长220 km的流动沙丘带;优质牧草所占比例由80%下降到50%,杂草由20%上升到50%,植被覆盖度由80%~95%下降到45%~65% (中度退化),亚高山草甸的生物多样性由29.1种/m²减少为22种/m² (中度退化)、8.7种/m² (重度退化)^[2]。环境恶化严重制约了牧区的可持续发展。

2 研究方法

2.1 环境影响的测算

分析人文因素对环境的影响,需要确定人文因素对环境影响的真实范围即总的环境影响大小。生态足迹是一种非常好的测算人文因素对环境影响程度的指标^[4],利用《中国统计年鉴》、《甘肃年鉴》、《甘南年鉴》、《甘南五十年》以及联合国粮农组织 (FAO) 统计数据库资料,根据生态足迹理论和计算方法^[4-6],计算1980-2007年甘南牧区生态足迹,包括生态足迹和生态足迹强度等指标。时间序列研究可以反映研究区环境影响变化特点和规律,弥补生态足迹方法本身存在的局限。生态足迹的计算公式为:

$$EF=N\times ef=N\sum(r_i\cdot c_i/p_i) \tag{1}$$

式中:EF为总的生态足迹,N为人口数量,ef为人均生态足迹, r_i 为均衡因子, c_i 为第*i*类商品的人均消费量, p_i 为第*i*类商品的世界平均生产力,*i*为消费商品和投入的类型。

在生态足迹的计算过程中,需要把计算得到的各类生物生产面积转化为统一的、可比较的生物生产面积,然而研究区缺乏地方生产力指标和均衡因子的相关研究,故均衡因子采用全球平均值,由于本文进行的是时间序列研究,均衡因子的选取不会影响生态足迹变化趋势。生态足迹强度 (EI) 指单位国内生产总值 (GDP) 所占的生态足迹,它可定量地表征自然资源利用效益的高低,并能反映区域生物生产面积的生产潜力。计算公式为:

$$EI=EF/GDP \tag{2}$$

2.2 人文因素作用的评价

辨析人文因素的作用,需要将人文因素和自然因素纳入统一的框架中分析^[2]。本研究将人文因素与环境影响纳入由经典的IPAT等式^[7]发展而来的ImPACT分析框架^[8],应用STIRPAT模型^[9]评价人文因素对环境影响的作用大小。STIRPAT模型的表达式为^[9]:

$$I=aP^bA^cT^de \tag{3}$$

式中:*I*为环境影响;*a*为标度该模型的常数项;*P*为人口(人);*A*为富裕水平(人均消费或生产);*T*为技术(单位生产或消费的环境影响);*b*,*c*,*d*分别为*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(3)指定的乘法形式具有概念上的一致性。另外,由于当前缺乏统一的技术测量指标,实际应用中都是将*T*归于残差项,而不是单独估计。为了衡量人文因素对环境影响的作用大小,可将方程(3)转换成对数形式:

$$\ln(I)=a+b\ln(P)+c\ln(A)+e \tag{4}$$

转变为对数形式的STIRPAT模型中的估计系数与经济学中弹性的解释一致。如果估计系数 (*b* 或 *c*) 等于1,说明环境影响与人文因素 (*P* 或 *A*) 存在同比例的单调变化;如果系数 > 1,说明增加该人文因素引起的环境影响加剧速度超过该人文因素的变化速度;如果系数 < 1 (但 > 0),说明增加该人文因素引起的环境影响加剧速度小于该人文因素的变化速度;如果 < 0,则说明增加该人文因素具有减缓环境影响的作用。从式(3)可知,式(4)残差项的逆对数是维持基本驱动力变量 (*P* 和 *A*) 不变时的环境影响,由于残差项包含了除*P*和*A*以外的其它影响因素 (主要是技术),因此残差项的逆对数可解释成技术环境影响乘子或技术生态效益,其值越大表明技术生态效益越差^[9]。

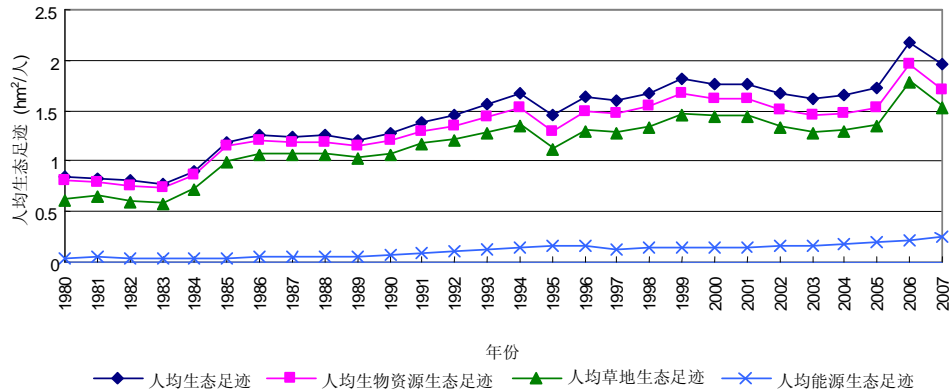


图 1 1980-2007 年甘南牧区人均生态足迹变化趋势

Fig.1 The changing trend of per capita ecological footprint of Gannan pasturing area from 1980 to 2007

3 结果与分析

3.1 甘南牧区环境影响变化趋势

3.1.1 生态足迹变化趋势 1980-2007 年间,甘南牧区人文因素对环境的影响日益加剧。生态足迹总量由 1980 年的 238736.9 hm^2 增加到 2007 年的 877716.1 hm^2 , 年均增长 8.803%; 人均生态足迹则由 1980 年的 0.854 $\text{hm}^2/\text{人}$ 增加到 2007 年的 1.961 $\text{hm}^2/\text{人}$, 年均增长 4.80%(图 1)。生物资源生态足迹对生态足迹的贡献率非常高,1980-2007 年间人均生物资源生态足迹占人均生态足迹的比重虽有所下降,但其平均值仍达 92.52%,2007 年该比重最低,也达 87.12%,期间人均草地生态足迹占人均生态足迹的比重平均为 80.20%。

1980-2007 年间,甘南牧区生态足迹与生物资源生态足迹、草地生态足迹的变化趋势一致(图 1)。计算人均生态足迹与人均生物资源生态足迹、人均草地生态足迹的相关系数,发现它们之间呈高度正相关,pearson 相关系数分别达 0.996、0.992,均在 0.01 水平上显著(双尾检验);人均生物资源生态足迹与人均草地生态足迹也呈高度正相关,pearson 相关系数为 0.998。说明甘南牧区资源利用以草地为主,对草地的利用直接影响着甘南牧区生态环境。

为进一步分析人文因素对环境影响的空间差异,利用 2007 年的数据计算甘南纯牧区与半农半牧区的生态足迹。发现:① 纯牧区的人均生态足迹 (2.792 $\text{hm}^2/\text{人}$) 高于半农半牧区 (1.131 $\text{hm}^2/\text{人}$);② 纯牧区的人均草地生态足迹 (2.378 $\text{hm}^2/\text{人}$) 远高于半农半牧区 (0.668 $\text{hm}^2/\text{人}$)。说明人文因素对纯牧区的环境影响远高于半农半牧区,对草地资源的影响更是如此。

3.1.2 生态足迹强度变化趋势 1980-2007 年间,甘南牧区资源利用效率逐步提高,生态足迹强度虽略有起伏,但总体呈下降趋势,生态足迹强度从 1980 年的 25.396 $\text{hm}^2/\text{万元}$ 下降到 2007 年的 3.025 $\text{hm}^2/\text{万元}$, 年均下降 3.26%。但是,生物资源生态足迹强度变动幅度大于生态足迹强度的变动幅度,其中 1980-1985 年间生物资源生态足迹强度年均增加 6.16%, 1986-2007 年间年均下降 3.71% (图 2)。

1980-2007 年间甘南牧区生态足迹强度、生物资源生态足迹强度、草地生态足迹强度的变化趋势基本一致(图 2)。计算生态足迹强度与生物资源生态足迹强度、草地生态足迹强度的相关系数,发现它们之间呈高度正相关,pearson 相关系数分别为 0.978、0.959,均在 0.01 水平上显著(双尾检验);生物资源生态足迹强度与草地生态足迹强度也呈高度正相关,pearson 相关系数为 0.983。说明甘南牧区资源利用效率的提高主要归因于生物资源利用效率的提高,而生物资源利用效率的高低主要取决于草地资源利用效率。

为了进一步分析资源利用效率的空间差异性,利用 2007 年的截面数据计算了甘南纯牧

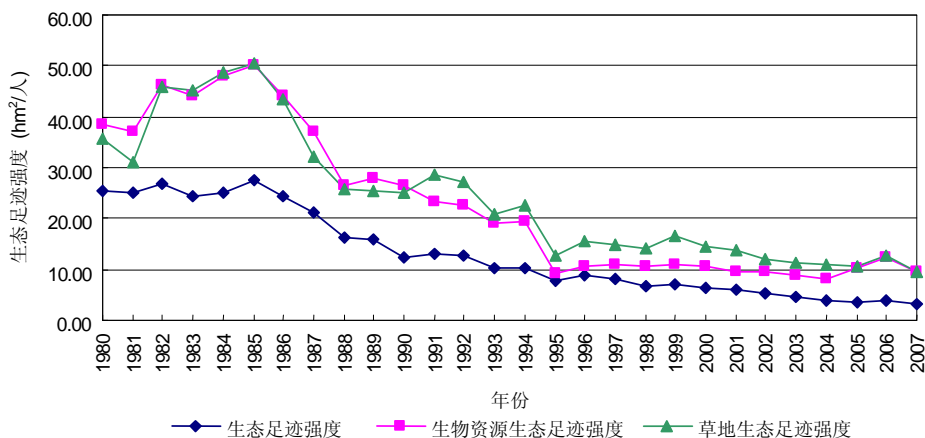


图2 1980-2007年甘南牧区生态足迹强度变化趋势

Fig. 2 The changing trend of ecological footprint intensity of Gannan pasturing area from 1980 to 2007

区与半农半牧区的生态足迹强度。发现：① 纯牧区的生态足迹强度 ($3.242\text{ hm}^2/\text{万元}$) 高于半农半牧区 ($2.809\text{ hm}^2/\text{万元}$)；② 纯牧区草地生态足迹强度 ($10.171\text{ hm}^2/\text{万元}$) 高于半农半牧区 ($8.351\text{ hm}^2/\text{万元}$)。这说明，甘南纯牧区资源利用效率低于半农半牧区，其中草地资源利用效率更低于半农半牧区。

3.2 关键人文因素的特征

IPAT 是评价人文因素对环境影响的经典等式，它将人文因素简单地分解为人口、富裕和技术，认为这3种独立人文因素的联合作用造成了环境影响，尽管这3种人文因素通常并不是独立的^[7]。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^[8]。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^[10-11]。从当前研究^[12-16]看，影响牧区生态环境的主要因素有：① 区域社会发展状态；② 受人口数量、收入等影响的物质消费量；③ 受消费习惯、传统财富观、宗教信仰等影响的消费模式；④ 受自然条件、技术水平等影响的生产方式；⑤ 受自然条件、生计能力、制度安排等影响的生计模式；⑥ 受宗教信仰、文化价值观、人口受教育水平等影响的环境态度与环境行为。基于上述研究，选择人口、富裕、草地资源利用强度、生计策略、社会发展状态、传统文化与制度因素作为影响甘南牧区生态环境的关键人文因素进行分析，然而，由于传统文化与制度因素难以定量，因此在建立模拟模型时将其剔除。

(1) 人口。2007年甘南牧区人口达39.52万，1980-2007年间甘南牧区人口年均增长1.74%，比同期甘肃省人口年均增长率高0.44个百分点，2007年人口自然增长率高达8.72‰，比甘肃省高2.23个百分点，玛曲县更高达12.22‰。甘南牧区人口受教育程度较低，2007年乡村从业人员中高中以上文化程度的仅占4.57%，文盲半文盲占31.33%。

(2) 富裕水平。由于价格上涨对自然环境没有直接影响，因此采用人均真实GDP(采用甘南牧区各年的名义GDP除以甘肃省1978年以来消费者价格指数的变化得到)表示富裕水平。消除价格因素后，2007年甘南牧区人均真实GDP为1306.50元，仅相当于甘肃省平均水平的62.65%，1980-2007年间甘南牧区人均真实GDP年均增长11.45%，比同期甘肃省人均真实GDP年均增长率低5.6个百分点。

(3) 草地资源利用强度。草地资源利用强度用单位草地放牧数量来表征。甘南牧区实际载畜量由1949年的231.96万只羊单位增加到2004年的842.16万只羊单位，年均增加4.78%，其中玛曲县每年约增加1.28万只羊单位，然而由于草地退化，2004年理论载畜量却下降为428.82万只羊单位，超载率高达96.39%^[7]。

(4) 生计策略。以第一产业产值比重作为反映生计策略的指标。农牧民作为甘南牧区

最主要的经济活动主体与最基本的决策单位,其采取的生计策略必将成为影响生态环境的最主要和最直接因素。甘南牧区农牧民以畜牧业为主要生计方式,农牧民人均收入的74.30%来自于第一产业。然而,生计过度依赖于自然资源无疑会引发一系列环境问题,如果甘南牧区经济体系从第一产业向第三产业转变、农牧民生计方式从第一产业向以非农活动为主的多元化转变,将会有效地解决环境问题。

(5) 社会发展状态。一般认为,社会发展状态的提高有利于缓解环境压力^[17],采用城市化率(城市人口占总人口的比重)作为社会发展状态指标。甘南牧区城市化进程缓慢,2007年城市化率达到26.12%,比甘肃省低5.47个百分点,与1990年相比,仅提高了4.3个百分点,而同期甘肃省城市化水平却提高了10个百分点左右。

(6) 传统文化与制度因素。大量研究表明,人的文化价值观对环境态度及人类行为都有影响^[18]。甘南牧区藏族人口占总人口的72.89%,藏族人口全民信仰佛教,历来重视生态环境,形成了万物一体、崇敬自然、尊重生命的价值观,主张奉行和谐、节制的生活方式^[19],这种历史上形成的传统文化对生态环境保护具有重要意义。

制度作为一种驱动力,它既可以引起环境变化,也可以提升人们对环境变化的响应能力。牧区草场产权明晰化引起牧民行为的明显变化,部分个体牧场因投入增加使草地生产力提高,生产方式的改进使牲畜成活率、出膘率提高,甚至还出现了少数草场流转现象。但由于草地资源的特殊性,细碎的人为分割既影响了产权的真正明晰,又给规模化经营增大了交易成本,在人口压力和粗放经营的前提下,个体牧场产权明晰下的动力机制反而转化为加剧生态恶化的力量,致使这种制度安排被锁定在低效状态下^[20-21]。

3.3 人文因素对环境影响的作用

3.3.1 STIRPAT 模拟模型 采用最小二乘法估计上述人文因素对环境影响的作用大小,建立STIRPAT模型(表1)。由于富裕指标(人均真实GDP)和社会发展状态指标(城市化率)之间存在较强的自相关(pearson相关系数达0.918),因而分模型进行模拟,模型(1)-(2)采用富裕指标,模型(3)采用社会发展状态指标。

由于STIRPAT模型是随机形式,如果理论上合适,可以增加人文因素对数形式的二项式或多项式来验证是否存在环境Kuznets曲线假说^[9]。为此,在STIRPAT模型(1)自变量中增加了人均真实GDP的二次平方项,构成STIRPAT模型(2)。为避免引入人均真实GDP的二次项与人均真实GDP的共线性问题,对人均真实GDP的二次项进行标准化处理。人均真实GDP二次项标准化的具体处理过程为用人均真实GDP的对数减去人均真实GDP对数的平均值,然后平方来减少与人均真实GDP的共线性。

表1 人文因素对环境影响作用的估计结果

Tab. 1 The parametric models of the impact of human factors on the environment and estimated results

	模型 (1)			模型 (2)			模型 (3)		
	非标准 化系数	标准化 系数	T 检验值	非标准 化系数	标准化 系数	T 检验值	非标准 化系数	标准化 系数	T 检验值
常数项	5.519	-	4.731***	5.807	-	5.395***	3.354	-	2.509*
人口	1.813	0.519	4.176***	2.083	0.596	5.694***	3.754	1.067	8.944***
人均真实 GDP	0.410	0.473	3.443**	0.285	0.328	3.113**			
人均真实 GDP 平方项				-0.061	-0.167	-4.609***			
城市化率							-0.501	-0.194	-1.713*
单位草地放牧数量	1.535	0.191	3.780***	1.033	0.129	3.297**	1.164	0.146	2.791**
第一产业比重	0.328	0.204	4.413***						
R ²		0.970			0.974			0.953	
F 统计量		183.972			219.319			163.422	
Durbin-Watson 统计量		2.217			2.149			1.689	
样本量		28			28			28	

*在 0.1 水平上显著, **在 0.01 水平上显著, ***在 0.001 水平上显著

模型 (1) 的拟合优度达到 0.970,说明人口数量、富裕水平、草地资源利用强度、生计策略等人文因素能解释甘南牧区环境影响的 97.0%,系数显著,F 统计量达 183.972 ($> F_{0.01}(4, 23)$),Durbin-Watson 统计量为 2.217 ($< 4-D_{0.05}(5)$),说明方程拟合非常好。模型 (3) 利用社会发展状态(城市化率)来模拟,由于第一产业比重检验不显著,故在回归中剔除该因子,模型 (3) 的拟合优度达到 0.953,说明人口数量、社会发展状态、草地资源利用强度等人文因素能解释甘南牧区环境影响的 95.3%,系数显著,F 统计量达 163.422 ($> F_{0.01}(3, 24)$),Durbin-Watson 统计量为 1.689 ($> D_{0.05}(4)$),说明方程拟合非常好。

3.3.2 人文因素对环境影响的作用分析 模型 (1) 中人口数量与单位草地放牧数量的非标准化系数都大于 1,分别为 1.813、1.535,模型 (2) 中二者的非标准化系数分别达 2.083、1.033,模型 (3) 中也达 3.754、1.164,说明增加人口数量、加大草地资源利用强度引起的环境影响加剧速度超过了它们自身的变化速度。模型(1)、模型(2)、模型(3)的标准化系数显示,人口数量是引起甘南牧区环境变化的最重要因素,其作用远高于其他因子,因此,控制人口数量对改善甘南牧区生态环境非常关键。但由于近 30 年来单位草地放牧数量波动不大,因此草地资源利用强度的标准化系数较低,模型(1)、模型(2)、模型(3)中分别仅为 0.191、0.129、0.146,似乎显得它对环境影响不太重要,实际上超载过牧是影响甘南牧区生态环境的重要因子,控制放牧强度、科学地减少当地居民对草地的过分依赖是解决甘南牧区环境问题的根本举措。

模型 (1) 和模型 (2) 中,人均真实 GDP 的非标准化系数都小于 1 但大于 0,分别为 0.410、0.285,说明提高富裕水平引起的环境影响加剧速度低于富裕水平自身的变化速度,其标准化系数则显示,在影响甘南牧区生态环境的关键人文因素中,人均真实 GDP 的作用仅次于人口数量。模型 (1) 中,第一产业比重的非标准化系数也小于 1 但大于 0,为 0.328,说明增大第一产业比重引起的环境影响加剧速度低于第一产业比重自身的变化速度,如果继续采取以第一产业为主的生计策略,会加剧环境影响。因此,改善生计策略,降低第一产业比重,向以非农活动为主的多元生计方式转变,将会有效地解决环境问题。模型 (3) 中,城市化率的非标准化系数与标准化系数均小于 0,分别为-0.501、-0.194,表明加快城市化进程具有减缓环境影响的作用,这也充分说明提高社会发展状态有利于改善甘南牧区生态环境。

3.3.3 环境 Kuznets 曲线假说的讨论 模型 (2) 在模型 (1) 的基础上增加了人均真实 GDP 的二次项,由于第一产业比重检验不显著,故在回归中取掉了该因子。模型 (2) 的拟合优度高于模型 (1),达到了 0.974,F 统计量达 219.319 ($> F_{0.01}(4, 23)$),Durbin-Watson 统计量为 2.149 ($< 4-D_{0.05}(5)$),说明方程拟合非常好,系数显著。模型 (2) 中,人均真实 GDP 二次项的系数为负 (-0.061),且在 0.001 水平上显著不为零,说明甘南牧区现有样本数据支持环境 Kuznets 曲线假说。随着经济的发展,环境影响将出现转折点,但转折点出现年份受消费者价格指数、经济政策等多种不确定因素的影响,这表明经济发展有助于解决甘南牧区生态环境问题。

3.3.4 技术生态效率

基于模型(1)计算的 1980-2007 年间甘南牧区环境影响残差项的逆对数(图 3)是指在不改变人口数量、富裕水平、草地资源利用强度、生计策略等人文因素的情况下,其他因素(包括技术、制度、

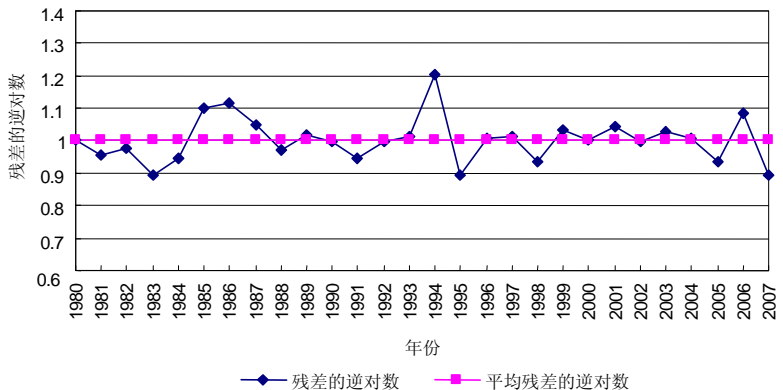


图 3 模型 (1) 中残差项的逆对数

Fig. 3 The antilog of residuals for model (1)

文化等)引起的环境影响。1980-2007年间甘南牧区技术环境影响乘子的平均值为1.002, 43.43%的年份(13年)技术环境影响乘子低于该平均值,说明这些年份的技术生态效率好于平均状况,而其他年份(占56.57%)的技术生态效益则差于平均状况,在此期间,甘南牧区技术生态效率的波动较大,这是与草地产权制度变革、生态环境政策变化、生产技术变动、经济结构调整等分不开的。例如,甘南牧区草地产权经历了由草场和牲畜都为大集体,到草场大集体牲畜承包,再到草场和牲畜都由家庭承包的演变过程,由于制度变迁,导致了草地资源的利用强度发生变化,从而引发了技术生态效率的波动;又如,1990年以来甘南牧区产业结构由1991-1994年的“一、二、三”转变为1994-2001年的“一、三、二”,再转变为2001-2007年的“三、一、二”,经济结构变动也引发了技术生态效率的波动。

4 讨论

甘南牧区的环境问题是自然系统与人类系统交互作用的结果^[10],为了解决复杂的环境问题,需要了解各种人文因素对环境影响的大小,这对于制定区域发展政策具有重要意义。

4.1 人口、草地资源利用强度与环境影响

人口数量、草地资源利用强度是影响甘南牧区生态环境的重要因素,它们与环境影响之间呈正相关。龙爱华^[22]、徐中民^[11]等也指出人口数量是驱动我国生态足迹、水足迹变化的主要因子;袁建立^[23]、王静^[24]等则提出放牧强度是影响牧区生态环境的关键因素。究其原因,一方面在于甘南牧区农牧民生计主要依赖于草地资源,为了满足新增人口的成长与组建子体家庭的需求,不得不加大草地资源利用强度;另一方面,在于农牧民普遍缺乏缓解和应对自然灾害的能力,往往把扩大畜群数量、增加草地资源利用强度作为抵御自然灾害的主要方式;此外,受传统财富观的影响,藏族居民惜畜现象严重,牲畜出栏率低,无形中也加大了草地资源利用强度。这些因人口而引致的高强度草地利用方式导致甘南牧区生态环境恶化。

大量研究表明,社会资本与人力资本是自然资本改善的先决条件^[25-26],具有较高的人力资本与社会资本时,不仅会约束引起环境恶化的私人行动,而且会增强人们改革和采用技术以适应新条件的能力,从而促使自然资本得以改善。在调查中也发现,甘南牧区农牧民的环境行为与受教育水平呈正相关,文盲户主中只有51.7%的在生产中考虑对环境的影响,而小学文化程度户主中该比例增加到59.52%,初中及以上文化程度户主中该比例达到61.53%^[16]。可见,提高农牧民的受教育程度是遏制甘南牧区环境退化不可缺少的武器。

4.2 富裕水平与环境影响

研究结果显示,富裕水平是影响甘南牧区生态环境的关键因素,现阶段它与环境影响之间呈正相关,龙爱华^[22]、徐中民^[11]等也指出提高富裕水平会加剧环境影响。但在环境Kuznets曲线假说验证中却发现甘南牧区人均真实GDP与环境影响之间存在压力转折点,这说明随着经济的发展,甘南牧区生态环境会逐渐得到改善。但国内同类研究^[11,22]却没有发现可以通过发展或现代化减缓环境影响的证据,可能是因为国内同类研究采用的分析数据是截面数据。在调查中也发现,农牧民的收入状况对环境行为的影响至关重要,最穷与最富的受访户对环境保护更加积极,其中,人均收入低于500元的牧户中有70.0%的在生产中考虑对环境的影响,人均收入500~1000元的牧户中只有54.05%的考虑,人均收入1000~2000元的牧户中也只有53.57%的考虑,而人均收入2000元以上的牧户中有63.64%的考虑,形成典型的环境Kuznets倒“U”型曲线;调查结果同时显示,农牧民的生活满意度与生态环境行为呈正相关,生活满意度越高的农牧民越注重生态环境保护,而生活满意度越低的牧户对生态环境的破坏越严重,其中,对生活不满意的牧户中仅有54.16%的在生产中考虑对环境的影响,对生活基本满意的牧户中有57.78%的考虑,而对生活满意的牧户全部考虑^[16]。

人们对经济机会的响应驱动着土地覆被变化,富人与穷人的响应能力存在很大差异,富

人往往具有更多的选择权及较强的处理胁迫和发现、利用机会的能力,以确保其生计安全并可持续地使用自然资源;而穷人往往缺乏开发替代资源的能力,在自然灾害面前显得脆弱无助,缺乏应对环境变化的缓冲能力,只能依赖于免费的公共资源,从而加剧了环境退化^[27-28]。可见,提高生活水平、增强农牧民应对环境变化的能力是解决甘南牧区环境问题的关键。

4.3 生计策略与环境影响

研究结果显示,以第一产业为主生计策略对甘南牧区生态环境产生重要影响,第一产业比重与环境影响之间呈正相关。张丽萍^[14]、阎建忠^[15]等学者也指出生计方式是影响居民响应人口压力和环境退化的关键因素。究其原因,在于甘南牧区农牧民受教育程度低,而且长期以来藏族居民没有从事二、三产业的传统,加上语言和宗教习俗等原因,劳动力不能转移到二、三产业,在其生计策略中,畜牧业起着支柱作用。然而,受市场波动、自然灾害等因素的影响,畜牧业收入具有较大的不固定性,为了增强应对收入变动的能力,保证即使在灾年也能使生活水平不下降并能应付各种支出,农牧民别无选择,只能过度利用自然资源,通过农业过密化来维持生计。农牧民不合理的生计方式是导致环境危机和发展危机的根源。

大量研究显示,生计多样化是发展中国家居民采取的一种重要生计策略^[29],不仅有利于保障食物安全、减少饥荒威胁、降低居民对自然资源的依赖,而且有利于应对自然灾害、保护生态环境^[30]。可见,塑造可持续的多元化生计方式是甘南牧区遏制环境退化的根本出路。

4.4 社会发展状态与环境影响

研究结果显示,城市化水平与环境影响之间呈负相关,说明提高社会发展状态有助于减轻和缓解环境影响。徐中民^[17]、Ohlsson^[31]等也指出社会发展除增加福利外,还增加了调动社会资源来减缓和适应环境影响的能力。

随着城市化的推进,大批农牧民进入城市,从事二、三产业,无形中降低对自然资源的依赖程度,从而减轻生态压力;同时,城市文明不断发展并向广大牧区传播,牧区和农牧民的生产、生活方式的文明程度将不断提高,无疑会增强农牧民处理胁迫和冲击、发现和利用机会的能力。闵文义等^[32]也提出城镇化是西部草原牧区可持续发展的必由之路。可见,加快城市化进程、提高社会发展状态是改善甘南牧区生态环境的有效途径。

5 结论与研究展望

5.1 结论

本文利用STIRPAT模型分解了人口数量、富裕水平、草地资源利用强度、生计策略、社会发展状态等人文因素对甘南牧区环境影响的作用大小,得出以下结论:

(1) 1980-2007年甘南牧区人文因素对甘南牧区的环境影响呈上升趋势,资源利用效率逐步提高。生态足迹与生态足迹强度的变动主要归因于生物资源生态足迹及其强度变化。

(2) 甘南牧区人口数量、草地资源利用强度、富裕水平、现有生计策略都具有加剧环境影响的作用,而社会发展状态具有减缓环境影响的作用。

(3) 甘南牧区现有样本数据支持环境Kuznets曲线假说,随着经济的发展,甘南牧区环境影响将出现转折点,拐点年份受消费者价格指数、经济政策等多种不确定因素的影响。

基于上述结论,减轻和缓解甘南牧区环境影响可以从控制人口数量、降低草地利用强度、改善生计方式等方面入手。当前,亟需通过技能培训、文化教育、小额贷款、就业机会、建立合作组织、改善医疗条件等增加农牧民的生计资本,促使其实现生计多样化,降低对自然资源依赖程度;同时应加快城市化进程,促进二、三产业发展,为农牧民提供非农就业岗位。

5.2 研究展望

本研究揭示了人口数量、富裕水平、草地资源利用强度、生计策略、社会发展状态等单个

人文因素对甘南牧区环境影响的作用。今后,应加强以下几方面的研究:① 本研究仅用生

态足迹衡量人文因素对环境的影响,应与其他测量人类活动对自然资本占用情况的方法一起评价人文因素对环境的影响;② 本研究选取的人文因素仅限于可明显界定的因素,而且仅仅分析了单个人文因素的作用,需要进一步扩展人文因素的范畴,力求开发识别人文因素的理论框架;③ 人文因素数据大多为定性数据(例如,传统文化与制度),难以量化,而且常常缺乏空间属性,很难空间化,需要加强人文因素量化与空间化研究;④ 本研究仅分析了人文因素对环境影响的作用大小,应加强人文因素的作用路径和作用机制研究。

参考文献 (References)

- [1] Xu Zhongmin, Zhong Fanglei, Jiao Wenxian. Expectation of the research on human factor's function in water-ecology-economy system. *Advances in Earth Science*, 2008, 23(7): 723-731. [徐中民, 钟方雷, 焦文献. 水—生态—经济系统中人文因素作用研究进展. *地球科学进展*, 2008, 23(7): 723-731.]
- [2] Yao Yubi, Deng Zhenyong, Yin Dong et al. Climatic changes and eco-environmental effects in the Yellow River important water source supply area of Gannan Plateau. *Geographical Research*, 2007, 26(4): 844-852. [姚玉璧, 邓振镭, 尹东等. 黄河重要水源补给区甘南高原气候变化及其对生态环境的影响. *地理科学*, 2007, 26(4): 844-852.]
- [3] Xu Zhongmin, Cheng Guodong. Framework to address human factors in a human-earth system. *Science & Technology Review*, 2008, 26(3): 86-92. [徐中民, 程国栋. 人地系统中人文因素作用的分析框架探讨. *科技导报*, 2008, 26(3): 86-92.]
- [4] Wackernagel M, Onisto L, Bell P et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, 1999, 29(3): 375-390.
- [5] Wackernagel M, Monfreda C, Erb K H et al. Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961-1999: Comparing the conventional approach to an actual land area approach. *Land Use Policy*, 2004, 21: 261-269.
- [6] Zhang Zhiqiang, Xu Zhongmin, Cheng Guodong et al. The ecological footprints of the 12 provinces of west China in 1999. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(5): 599-610. [张志强, 徐中民, 程国栋等. 中国西部12省(区市)的生态足迹. *地理学报*, 2001, 56(5): 599-610.]
- [7] Ehrlich P R, Holdren J P. The impact of population growth. *Science*, 1971, 171: 1212-1217.
- [8] Waggoner P R, Ausubel J H. A framework for sustainability science a renovated IPAT identity. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2002, 99: 7860-7865.
- [9] York R, Rosa E A, Dietz T. STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*, 2003, 23: 351-365.
- [10] Coatanza R, Jorgensen S E. *Understanding and Solving Environmental Problems in the 21st Century*. Amsterdam: Elsevier, 2002. [Costanza R, Jorgensen S E. 理解和解决21世纪的环境问题. 徐中民, 张志强, 张齐兵等译. 郑州: 黄河水利出版社, 2004.]
- [11] Xu Zhongmin, Cheng Guodong. Impacts of population and affluence on environment in China. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2005, 27(5): 767-771. [徐中民, 程国栋. 中国人口和富裕对环境的影响. *冰川冻土*, 2005, 27(5): 767-771.]
- [12] Zhao Xueyan. Human dimensions of grassland degradation: A case study in Maqu County of Gansu Province. *Resources Science*, 2007, 29(5): 50-56. [赵雪雁. 黄河首区地区草地退化的人文因素. *资源科学*, 2007, 29(5): 50-56.]
- [13] Zhang Yili, Liu Linshan, Bai Wanqi et al. Grassland degradation in the source region of the Yellow River. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(1): 3-14. [张懿铨, 刘林山, 摆万奇等. 黄河源地区草地退化空间特征. *地理学报*, 2006, 61(1): 3-14.]
- [14] Zhang Liping, Zhang Yili, Yan Jianzhong et al. Livelihood diversification and cropland use pattern in agro-pastoral mountainous region of the eastern Tibetan Plateau. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(4): 377-385. [张丽萍, 张懿铨, 阎建忠等. 青藏高原东部山地农牧区生计与耕地利用模式. *地理学报*, 2008, 63(4): 377-385.]
- [15] Yan Jianzhong, Zhang Yili, Zhu Huiyi et al. Residents' response to environmental degradation: Case studies from three villages in the upper Dadu river watershed. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(2): 146-156. [阎建忠, 张懿铨, 朱会义等. 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.]
- [16] Zhao Xueyan. Research on the herds' perception of the environment in the high and cold pasturing area. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(5): 2427-2436. [赵雪雁. 牧民对高寒牧区生态环境的感知. *生态学报*, 2009, 29(5): 2427-2436.]
- [17] Xu Zhongmin, Cheng Guodong, Qiu Guoyu. A renovated framework of sustainability assessment. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(2): 198-208. [徐中民, 程国栋, 邱国玉. 可持续性评价的一个新框架. *地理学报*, 2005, 60(2): 198-208.]
- [18] Thompson M, Ellis R, Wildavsk A. *Cultural Theory*. Oxford: West-view Press, 1990.
- [19] Nan Wenyan. The heritage of Tibetan eco-culture and ecological civilization construction of Tibet. *Journal of Qinghai National Institute: Social Sciences*, 2000, 26(4): 1-7. [南文渊. 藏族生态文化的继承与藏区生态文明建设. *青海民族学院学报: 社会科学版*, 2000, 26(4): 1-7.]
- [20] Gao Xincai, Jiang Anyin, Li Jingming. An institution explanation of "over-grazing" and institution design of a control system. *Journal of Lanzhou University: Social Sciences*, 2004, 32(7): 115-120. [高新才, 姜安印, 李景铭. "过牧"的制度解释及治理的制度设计. *兰州大学学报: 社会科学版*, 2004, 32(7): 115-120.]
- [21] Zhao Chengzhang, Long Ruijun. The impact of the institution of grassland property right on overgrazing. *Acta Prataculture Sinica*, 2005, 14(1): 1-5. [赵成章, 龙瑞军. 草地产权制度对过度放牧的影响. *草业学报*, 2005, 14(1): 1-5.]

- [22] Long Aihua, Xu Zhongmin, Wang Xinhua et al. Impacts of population, affluence and technology on water footprint in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(10): 3358-3367. [龙爱华, 徐中民, 王新华 等. 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.]
- [23] Yuan Jianli, Jiang Xiaolei, Huang Wenbing et al. Effects of grazing intensity and grazing season on plant species diversity in alpine meadow. *Acta Prataculturae Sinica*, 2004, 13(3): 16-21. [袁建立, 江小蕾, 黄文冰 等. 放牧季节及放牧强度对高寒草地植物多样性的影响. *草业学报*, 2004, 13(3): 16-21.]
- [24] Wang Jing. Effect of excessive grazing on grassland eco-system services valuation. *Journal of Natural Resources*, 2006, 21(1): 109-117. [王静. 过牧对草地生态系统服务价值的影响. *自然资源学报*, 2006, 21(1): 109-117.]
- [25] Pretty J, Frank B R. Participation and social capital formation in natural resource management: Achievements and lessons// Plenary Paper for International Landcare 2000 Conference. Melbourne, Australia, 2000.
- [26] Ann Dale, Jenny Onyx. A Dynamic Balance: Social Capital and Sustainable Community Development. British Columbia: UBC Press, 2005.
- [27] Bebbington. Capital and capabilities: A framework for analyzing peasant viability, rural livelihoods and poverty. *World Development*, 1999, 22: 2021-2044.
- [28] Bradstock A. Land reform and livelihoods in South Africa's Northern Cape Province. *Land Use Policy*, 2006, 23(3): 247-259.
- [29] Ellis Frank. Household strategies and rural livelihood diversification. *Journal of Development Studies*, 1998, 35(1): 1-38.
- [30] 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.
- [31] Ohlsson L. Water Conflicts and social resource scarcity. *Physical Chemistry Earth (B)*, 2000, 25(3): 213-220.
- [32] Ming Wenyi, Cai Rangjia, Dai Zheng. Urbanization: Essential way of the sustainable developments of western minorities pastoral areas. *N.W. Journal of Ethnology*, 2004, (3): 188-195. [闵文义, 才让加, 戴正. 城镇化: 西部民族地区草原牧区可持续发展的必由之路. *西北民族研究*, 2004, (3): 188-195.]

The Impact of Human Factors on the Environment in Gannan Pasturing Area

ZHAO Xueyan

(College of Geography and Environment Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Gannan pasturing area, located in the eastern edge of the Tibetan Plateau, is a typical ecological sensitive area. We discern the impact of various human factors on the environment in order to find the measures to solve the complex environment problems. In this paper, the ecological footprint is taken as the index of the environmental impact. First of all, we calculate the ecological footprint from 1980 to 2007, distinguish the key human factors and analyze their characteristics. Then, we use the STIRPAT model to simulate the impact of the different human factors on the environment, such as population, affluence level, grassland utilization intensity, livelihood strategy and urbanization level. The results are obtained as follows: (1) The ecological footprint and per capita ecological footprint show an upward tendency from 1980 to 2007 in this area, which is consistent with the ecological footprint of biological resource, and its correlation coefficient reaches 0.996; (2) The intensity of ecological footprint shows a downward tendency, which coincides with the intensity of the ecological footprint of biological resource, and its correlation coefficient is 0.978; (3) Population and the intensity of grassland utilization are the two main drivers influencing the environment and the changing rate of the environment caused by them goes farther ahead of the changes of these two factors. The affluence level also exerts impact on the environment, but the changing rate of the environment is lower than that of the affluence level. Meanwhile, improving the livelihood strategy and enhancing the urbanization level will lower the impact on the environment; (4) The analytical result supports the environmental Kuznets curve hypothesis within the range of data. Finally, this paper points out the problems which should be focused in the research of the impact of human factors on the environment.

Key words: human factors; environmental impact; ecological footprint; STIRPAT model; Gannan pasturing area