

基于 ImPACT 等式的人类活动对草原环境的影响 ——以甘南州草原牧区为例

陈强强¹, 孙小花²

(1. 甘肃农业大学经济管理学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃农业大学资源与环境学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 运用 ImPACT 等式, 以甘南藏族自治州草原牧区为例, 对人类活动草原环境压力的影响进行了实证研究。结果表明, 1985~2020 年, 经济每增长 1%, 会引起草原环境压力相应地发生 15.79% 的变化, 其中人口(P)和人均 GDP(A)的增长对草原环境压力产生正效应, 而草原资源利用效率(T)的提高和畜产品使用强度(C)的降低有利于抑制环境压力的上升; 不同时期人类活动对草原环境的压力不同, 且整体呈现出“U”型曲线, 并不支持环境库兹涅茨曲线的观点; 天然草原恢复与建设项目的实施, 在一定时期内缓解了草原环境压力, 但要切实实现草原资源的可持续利用, 必然要动用当地另一重要资源即社会资源。利用 ImPACTS 等式测算得到, 若考虑社会资源, 则经济每增长 1%, 对草原环境的压力相应发生 6.2% 的变化, 较不动用社会资源时下降了 9.6%, 社会资源的动用极大地减轻了草原环境压力。

关键词: IPAT 等式; ImPACT 等式; 环境影响; ImPACTS 等式; 社会资源

中图分类号: F062.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)01-0168-07

草原资源是重要的农业资源, 草原生态系统是我国最重要的陆地生态系统之一。草原保护与建设既是关系到国家生态安全、食物安全、经济安全与环境友好型社会的战略举措, 也是一项长期而艰巨的公益性很强的伟大事业。自 2000 年以来, 甘肃省先后在 22 个县、区、市实施了天然草原恢复与建设项目, 并于 2004~2005 年对项目进行了竣工验收。

本文拟采用 ImPACT 等式, 以甘肃省甘南藏族自治州草原牧区为例进行实证研究, 通过定量测算, 以反映农牧民在开发利用草资源过程中对草原环境的影响, 同时将社会资源引入草原环境保护中, 并就社会资源在草原环境保护中的效应进行初步测算, 以期对草原的合理开发、利用与管理提供参考。

1 研究方法与进展介绍

定量分析人类活动对环境的影响, 是当前可持续发展研究的热点之一。Commoner 认为^[1]技术是导致环境质量恶化的主要原因, 新出现的环境问题都与现有技术的改革或新技术的出现有关。而美国人口学家 Paul R. Ehrlich 却持不同的观点, 认为技术是改善环境质量的重要手段, 而环境管理政策、人口以及人均收入的不断提高才是环境质量恶化的原因, 进而于 1970 年首次提出了定量反映人类活动对

环境影响的经典 IPAT 等式: $I = P \times A \times T^{[2]}$, 其中 I 为环境压力, P 为人口数量, A 为富裕(通常以人均 GDP 表示), T 为技术, 以单位 GDP 产出的环境压力衡量。IPAT 等式建立了人文因素与环境影响之间的账户恒等式, 自提出以来, 不论以其为基础的理论创新还是实证研究都得到了极大完善和广泛的应用^[3-7]。Waggoner 将 IPAT 等式中的 T 进一步细化为 C 和 T , 提出了 ImPACT 等式, 该等式将环境的影响(Im)分解为人口(P)、富裕(A)、单位 GDP 产出所消耗资源量(资源使用强度)(C), 单位资源消耗产生的环境压力(T), 并探讨驱动因子之间的组合对环境的影响^[8]。

Dietz 和 Rose^[9]将 IPAT 等式表示成随机形式, 即 $I = aP^bA^cT^de$, 称为 STIRPAT 等式, a 为模型的系数, b 、 c 、 d 为各驱动力指数, e 为误差。并提出了驱动力对环境压力的弹性系数概念。STIRPAT 模型通过将人口数量、富裕和技术转换成对数形式, 建立对数形式的回归方程, 检验各驱动力变化对环境压力变化的影响问题。

Schulze^[10]基于人类行为对驱动环境压力的变化具有关键性作用的认识的基础上, 提出了 IPAT 等式的另一种扩展式, 即 IPBAT, 其中 B 表示人类行为。但该等式存在难以量化的难题。

收稿日期: 2008-12-04

基金项目: 农业部软科学项目“中国草原建设工程项目效益评价的理论、方法及实证研究”(20512)

作者简介: 陈强强(1979—), 男, 甘肃陇西人, 讲师, 研究领域为资源与环境经济。E-mail: jingxy666@126.com。

王立猛、何康林^[11]利用 STIRPAT 等式在分析 1952~2003 年中国能源消费对环境压力影响的动态变化的基础上,将 Schulze 所提及的 B 项(被赋予能源消费的行为对环境压力的影响系数)引入到随机模型中,对 B 的定量测度方法进行了积极探索,取得了显著的成果。

徐中民^[12]强调社会发展本身及社会发展后调动社会资源缓解和减轻环境影响的能力在环境评价中具有重要的作用,从而在理论上提出了集成社会资源分析人类活动对环境影响评价的 ImPACTS 等式,即 $I = \text{PACT}/S$,其中 S 代表社会发展,即社会资源的整体状态。

国内有关 IPAT 等式及其扩展式的实证研究主

要基于 STIRPAT 等式,且围绕全国范围内人口、富裕与环境、水资源和能源消费等关系展开探讨^[11,13~15],而应用 ImPACT 和 ImPACTS 等式的实证研究目前几乎处于空白,因此,开展此方面的研究显得尤为必要。基于此,本文以甘肃省甘南藏族自治州为例,试图运用 ImPACT 和 ImPACTS 等式分析人类行为对草原牧区环境的影响。在实证分析中给予 ImPACT 等式新的含义。 Im 为环境影响,用草原资源使用量表示,其受所有人文因素的影响; P 为人口,主要受父母的影响; A 为富裕,以人均 GDP 表示,通常受劳动者的影响; C 为使用强度,以单位 GDP 畜产品消耗量表示; T 为效率,用单位畜产品占用的草原面积表示。具体见表 1。

表 1 基于草原资源消耗的 ImPACT 符号定义及其与行为者的联系
Table 1 Meanings of the symbols for ImPACT and their relations with the doers

含义 Definition	符号 Symbol	行为者 Actor	量纲 Dimension
环境影响 Impact	Im	所有人 All	草原资源消耗量 Consumption of grassland resources
人口 Population	P	父母 Parents	人口 Population
富裕 Affluence	A	劳动者 Workers	人均 GDP GDP per capita
使用强度 Intensity of use	C	消费者 Consumers	单位 GDP 畜产品消耗量 Consumption of animal by-products per unit GDP
效率 Efficiency	T	生产者 Producers	单位畜产品占用的草原面积 Grassland area occupied per unit animal by-products
人均消费 Consumption/capita	$A \times C$		人均畜产品消费量 Consumption of animal by-products per capita
技术挑战 Technology challenge	$P \times A \times C$		畜产品消费量 Consumption of animal by-products
可持续挑战 Sustainability challenge	$P \times A$		GDP
可持续杠杆 Sustainability levers	$C \times T$		单位 GDP 草原面积占用量 Grassland area occupied for per unit GDP

为了分析草原环境中人类活动因素的作用,定义 i, p, a, c, t 分别为 Im, P, A, C 和 T 的变化率,容易得到 i, p, a, c 和 t 满足关系式: $i = p + a + c + t$ 。 P, A, C, T 这 4 个驱动因素并不是相互独立的而是存在紧密地关联,且利用各驱动力对环境压力的弹性系数将环境影响和人类行为联系起来。

2 甘南州草原牧区人类活动对草原环境影响的实证研究

甘南藏族自治州(简称甘南州)位于甘肃省的西南部,辖 1 市 7 县,合作市和夏河、碌曲、玛曲、卓尼、临潭、迭部及舟曲县。2004 年末人口为 67.44 万人,其中藏族人口为 34.37 万人,占总人口的 50.96%,总面积为 4.5 万 km^2 ,其中草地面积 272.3 万 hm^2 ,

占土地面积的 70.28%,可利用草地面积为 253.9 万 hm^2 ,占草地面积的 93.42%。州内天然草原牧区主要分布在玛曲、碌曲和夏河(包括合作市^①)三县,区内草原总面积为 194.2 万 hm^2 ,占全州的 76.53%;人口 23.13 万人,是以天然草原为主的牧业区,也是少数民族(藏族)的聚居地^[16]。然而,长期以来形成的依靠对资源掠夺性利用来支撑经济增长的传统草原利用模式,导致了严重的生态环境问题^[17,18]。

2.1 数据来源

根据 ImPACT 等式,我们通过实地调研、查阅相

① 合作市:1996 年经国务院批准,成立合作市,于 1998 年 1 月 1 日正式挂牌运作,此前隶属于夏河县,是典型的半农半牧区,由于考虑到数据资料的可比性,将其视为天然草原牧区而纳入到研究范围。

关文献等,搜集、整理得到了甘南州草原牧区的基本 数据资料,如表 2 所示。

表 2 甘南州草原牧区 1985~2020 年 ImPACT 数据资料
Table 2 ImPACT values of data of pastoral area in Gannan during the period of 1985~2020

年份 Year	人口(万人) Population (10 thousand persons)	GDP($\times 10^4$ 元) GDP ($\times 10^4$ yuan)	草原面积($\times 10^4$ hm ²) Grassland area	畜产品量($\times 10^4$ kg) Animal by-products
1985	17.78	9461.24	189.28	1390
1990	19.43	20413.76	207.18	1340
2004	23.13	119544.57	194.30	1970
2010	24.94	267364.34	194.30	2170
2020	27.34	1017574.61	204.88	2595

注:1. 1985、1990 和 2004 年人口、GDP 和畜产品量数据来源于文献[19~21],2010 和 2020 年数据见参考文献[16]。

2. 1985 与 1990 年草原面积数据分别来源于文献[22]和[23],2004、2010 和 2020 年数据见文献[16]。

3. 为了消除价格对 GDP 的影响,以 1990 年的消费价格指数 103.2% 为准对历年 GDP 进行了核算,以反映真实的 GDP 水平。

Note: 1. Data of population, GDP and animal by-products stems from references [19~21] for 1985, 1990 and 2004, and that stems from reference [16] for 2010 and 2020.

2. Data of grassland area stems from references [22] and [23] for 1985 and 1990, and that stems from reference [16] for 2004, 2010 and 2020.

3. Nominal income was treated with CPI(CPI=103.2%) of 1990, so that the effects of price on GDP over the years were eliminated.

2.2 计算

根据表 2 计算出了各驱动力在不同时间阶段上的年变化率及其收入弹性。具体计算过程为:

首先计算出人口、人均 GDP、单位 GDP 畜产品消耗量和单位畜产品占用的草原面积等 4 个驱动力在 1985~2020 年期间各时间阶段上的年变化率 p 、 a 、 c 和 t 。

其次,用收入年变化率去除人口、人均 GDP、单位 GDP 畜产品消耗量和单位畜产品占用的草原面积等 4 个驱动力的年变化率即可得到各驱动力对应于收入的弹性。具体的测算结果见表 3。

2.3 结果与分析

2.3.1 甘南州草原牧区人口持续高速增长是造成草原环境恶化的直接驱动力 甘南州草原牧区人口始终以较快的速度增长,1985~2020 年期间,年均增长率高达 1.24%,远远高于同期全国水平。人口的增长必然加大草资源的利用力度,从甘南州草原牧区草畜平衡现状(表 4)可以看出^[16],甘南州草原牧区天然草原退化率和超载率分别高达 84.97% 和 93.93%,具体地,合作市、玛曲县、碌曲县、夏河县的天然草原退化率分别高达 76.83%、89.47%、66.02% 和 98.69%。人口增长导致对畜产品需求的增加,进而致使草原严重超载,草原环境破坏,严重影响了草地畜牧业的可持续发展。人口持续高速增长成为草原环境恶化的根源。

2.3.2 甘南州草原牧区经济由对资源强依赖的外延式发展向通过提高资源利用效率的内涵式发展转变 首先,从农牧民对畜产品的使用强度(C)上看,

单位 GDP 畜产品消耗量从 1985 年的 0.147 kg/元将下降到 2020 年的 0.003 kg/元,每年以 10.52% 的速度递减。其次,从人们对草原资源使用效率(T)上看,单位畜产品占用的草原面积呈现显著下降趋势。最后,从可持续杠杆($C \times T$)即单位 GDP 草原面积占用量上看,2020 年较 1985 年下降了近 1 倍,年下降率达到 12.4%。所有这些表明,甘南州草原牧区产业结构不断优化和升级,经济的发展从以往资源的极大浪费为代价向着提高资源利用效率的轨道转变。

2.3.3 动用社会资源,拓宽措施域以缓解草原环境压力将成为必然 经济增长与环境压力之间的关系可以认为是各驱动力收入弹性变化组合的一个结果,通过计算得到了 1985~2020 年各时间段驱动力收入弹性(见表 3)。整体上,经济的增长对当地草原环境的影响较高,且呈典型的“U”型。1985~2020 年期间,经济每增长 1%,将引起草原环境压力发生 15.79% 的变化,其中 1985~1990 年较高,1990~2004 年达到最低,此后迅速上升且在 2010~2020 年达到最高的 27.64%,说明现阶段当地农牧民对草原资源的压力还不是最高的,相反比较小,追求原因,我们认为,甘肃省自 2000 年以来,先后在甘南州草原牧区实施了旨在实现生态环境、经济和社会协调发展的天然草原恢复与建设项目,通过采取围栏改良、黑土滩治理及建立人工饲草料基地等有效措施,草原植被得到了较好的恢复,退化趋势得到显著的遏止^[24],因而在 1990~2004 年,经济每增长 1%,将引起草原环境压力发生 9.1% 的变化。然而,进

一步分析发现,天然草原恢复与建设工程项目的实施,在短期内对扭转日益恶化的草原环境状况具有重要的意义。从长期来看,就“草”论“草”来缓解草原环境压力的传统措施并不能从根源上解决问题,随着时间的推移,其作用日渐衰落,至 2010 ~ 2020 年,人类活动对草原环境的影响将会迅速增大。因此,如何跳出草原这一自然资源范畴,动用人类社会资源来缓解草原压力,对实现当地资源环境和经济的和谐发展具有重要的战略意义。为此,我们利用徐中民^[12]提出的集成社会资源考虑的人类活动对环境影响分析模型:ImPACTS 即 $I = \text{PACT}/S$,对甘南州牧区人类活动对草原环境影响进行初步探讨。

表 3 ImPACT 各驱动因素对于收入的弹性
Table 3 Values of income elasticity of driving factors on ImPACT

项目 Items	人口(万人) Population (10 thousand persons)	人均 GDP (元/人) GDP per capita (yuan/person)	单位 GDP 畜产品 消耗量(kg/元) Consumption of animal by-products per unit GDP(kg/yuan)	单位畜产品占用的 草原面积(hm ² /kg) Grassland area occupied per unit animal by-products	单位 GDP 草原面积 占用量(C×T)(hm ² /元) Grassland area occupied per unit GDP(C×T) (hm ² /yuan)
1985	17.78	532.13	0.1470	0.1400	0.0206
1990	19.43	1050.63	0.0660	0.1500	0.0099
2004	23.13	5168.38	0.0160	0.1000	0.0016
2010	24.94	10720.30	0.0080	0.0900	0.0007
2020	27.34	37219.26	0.0030	0.0800	0.0002
各驱动力增长率及其收入弹性 Growth rate and income elasticity of the anthropogenic driving forces	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>T</i>	$i = p + a + c + t$
1985 ~ 1990 年增长率 Growth rate of the anthropogenic driving forces 1985 ~ 1990	0.0179	0.1457	- 0.1480	0.0139	0.0295
收入弹性 Income elasticity of the anthropogenic driving forces	0.1229	1.000	- 1.0157	0.0953	0.2027
1990 ~ 2004 年增长率 Growth rate of the anthropogenic driving forces 1990 ~ 2004	0.0125	0.1205	- 0.0963	- 0.0258	0.0109
收入弹性 Income elasticity of the anthropogenic driving forces	0.1037	1.000	- 0.7992	- 0.2141	0.0904
2004 ~ 2010 年增长率 Growth rate of the anthropogenic driving forces 2004 ~ 2010	0.0126	0.1293	- 0.1091	- 0.0174	0.0154
收入弹性 Income elasticity of the anthropogenic driving forces	0.0974	1.000	- 0.8438	- 0.1346	0.1191
2010 ~ 2020 年增长率 Growth rate of the anthropogenic driving forces 2010 ~ 2020	0.0092	0.1326	- 0.0934	- 0.0117	0.0367
收入弹性 Income elasticity of the anthropogenic driving forces	0.0694	1.000	- 0.7044	- 0.0882	0.2764
1985 ~ 2020 年增长率 growth rate of the anthropogenic driving forces 1985 ~ 2020	0.0124	0.1290	- 0.1052	- 0.0159	0.0204
收入弹性 Income elasticity of the anthropogenic driving forces	0.0961	1.000	- 0.8155	- 0.1229	0.1579

社会资源的内涵较为广泛,包括经济发展、教育、制度能力、性别平等诸多因素,定量测算十分困难。人类发展指数(HDI)是反映人民生活质量和社

会公平性的国际通用指标,由人均收入、人口平均预期寿命和教育水平三项基本指标构成。因此,我们用人类发展指数替代社会资源,来定量测算集成社

会资源考虑的环境影响。

根据第五次全国人口普查的统计资料,我们计算出 2000 年甘南州的人类发展指数为 0.621,以此为基础,借鉴中国历年人类发展指数值,估算出了甘南州历年人类发展指数(见表 5)。另外,由于缺乏牧区各县市数据资料,我们用甘南州的人类发展指数来代替草原牧区的人类发展指数。

表 4 甘南州项目区草畜平衡

Table 4 Forage-livestock balance in grassland of Gannan project area						
市(县) City(county)	可利用天然草原 面积(×10 ⁴ hm ²) Available natural grassland area	草原退化面积 (×10 ⁴ hm ²) Degraded grassland area	天然草原 退化率(%) Natural grassland degradation rate	实际载畜量 (万羊单位) Actual stocking rate (ten thousand sheep unit)	理论载畜量 (万羊单位) Theoretical stocking numbers (ten thousand sheep unit)	超载率(%) Overloading rate
玛曲县 Maqu county	85.5	76.5	89.47	304	164.38	84.9
碌曲县 Luqu county	46.5	30.7	66.02	165.4	82.76	99.87
夏河县 Xiahe county	45.9	45.3	98.69	164.7	81.74	101.5
合作市 Hezuo	16.4	12.6	76.83	58.07	28.03	107.2
合计 Total	194.3	165.1	84.97	692.17	356.91	93.93

表 5 中国的人类发展指数和甘南牧区人类发展指数(HDI)估算

Table 5 Assessment of HDI of China and pasturing area of Gannan										
区域 Area	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2004	2005	2010	2020
中国 China	0.5220	0.5880	0.594	0.627	0.683	0.728	0.7450	0.7550	0.803	0.908
牧区 Pasturing area	0.457	0.486	0.516	0.549	0.584	0.621	0.651	0.660	0.702	0.794

通常国际上将人类发展国家分为三类:一是低水平人类发展国家,人类发展指数在 0~0.5 之间;二是中等水平人类发展国家,人类发展指数在 0.51~0.79 之间;三是高水平人类发展国家,人类发展指数在 0.81~1.0 之间。依此标准,甘南州草原牧区自 1985 年进入了中等发展水平行列,但整体上处于相对较低水平,距离全国同期平均水平还有一定差距,到 21 世纪 20 年代,人类发展指数将达到 0.794,开始向高发展水平迈进。

根据等式 $I = PACT/S$, 依然假设 i' 、 p 、 a 、 c 、 t 和 s 分别为 I 、 P 、 A 、 C 、 T 和 S (即 HDI)的年均变化率,容易得出: $i' = p + a + c + t - s$ 。同时,结合前文等式 $i = p + a + c + t$,不难得到: $i' = i - s$,最后测算出了集成社会资源考虑的甘南州草原牧区人类活动对草原环境影响状况(见表 6)。

表 6 集成社会资源的甘南州牧区人类活动草原环境影响评价

Table 6 Analysis of impact of human activities on environment based on ImPACTS identity							
年份 Year	$i = p + a + c + t$	a	s	$i' = i - s$	收入弹性 2 Income elasticity 2	收入弹性 1 Income elasticity 1	弹性变化量 Change of income elasticity
1985~1990	0.0295	0.1457	0.0125	0.0170	0.1167	0.2027	-0.0860
1990~2004	0.0083	0.1205	0.0122	-0.0039	-0.0324	0.0904	-0.1228
2004~2010	0.0154	0.1293	0.0126	0.0028	0.0217	0.1191	-0.0974
2010~2020	0.0367	0.1326	0.0124	0.0243	0.1833	0.2764	-0.0935
1985~2020	0.0204	0.1290	0.0124	0.0080	0.0620	0.1579	-0.0959

注:表中弹性 1 为没有考虑社会资源时人类活动对草原环境的影响,而弹性 2 为考虑社会资源后人类活动对草原环境的影响。

Note: Income elasticity 1 means the impact of human activities on environment before considering social resources, while income elasticity 2 means the impact of human activities on environment after considering social resources.

不难看出,社会资源的丰歉对缓解草原环境压力具有十分重要的作用。在 1985~2020 年期间,经济每增长 1%,社会资源动用前后对环境的影响分别为 15.81% 和 6.2%,对草原环境的压力减少了 9.61%。未来(2010~2020 年)如果不动用社会资源,人类活动对草原环境的影响将随着人口的增加而加剧,经济每增长 1%,草原环境的压力将上升 27.64%,但是如果我们能够动用社会资源,则经济

每增长 1%, 将引起草原环境压力发生 18.33% 的变化。

3 结论与讨论

1) 应用 ImPACT 等式定量揭示了以草原资源消耗为表征环境压力的甘南州草原牧区人类活动对草原环境的影响作用。1985 ~ 2010 年, 经济每增长 1%, 会引起草原环境压力增加 15.79%, 其中人口和人均 GDP 的增加对草原环境压力产生正效应, 而草原资源利用效率的提高和畜产品使用强度的降低有利于抑制环境压力的上升。

2) 甘南州天然草原恢复与建设项目的实施, 在短期内对缓解草原环境压力发挥着重要作用。但长远看, 并不能从根源上解决问题, 这就要求人类跳出以草为中心“就草论草”的传统缓解草原环境压力的方法措施, 从问题范围外寻求解决牧区内部问题的应对措施, 而动用社会资源极大地拓宽了人类解决环境压力的方法措施域, 有效地缓解了甘南草原牧区的草原环境压力。

3) 随着人类活动对环境影响作用越来越深刻, 定量测算分析这些作用是当前研究的焦点问题。ImPACT 等式融入了关键的人文因素如人口、富裕和技术等, 给出了人类活动驱动环境影响的具体形式, 具有简单性、系统性、健全性等特征, 可以应用于人类活动对环境影响的定量分析中, 如 CO₂ 排放、生态足迹、虚拟水、耕地资源等, 具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] Commoner B, Carr M, Stamler P. The causes of pollution[J]. Environment, 1971, 13(3): 2—19.
- [2] Chertow M R. The IPAT equation and its variants: changing views of technology and environment impact[J]. Journal of industrial ecology, 2000, 4(4): 13—30.
- [3] Raskin P D. Methods for estimating the population contribution to environmental change[J]. Ecological economics, 1995, 15: 225—233.
- [4] Roca J. The IPAT formula and its limitations[J]. Ecological economics, 2002, 42: 1—2.
- [5] Rosa E A, Dietz T. Climate change and society: speculation, construction and scientific investigation[J]. International sociology, 1998, 13(4): 421—455.
- [6] Dietz T, Rosa E A. Rethinking the environmental impacts of population, affluence and technology[J]. Human ecology review, 1994, (1): 277—300.
- [7] Dietz T, Rosa E A. Effects of population, affluence on CO₂ emissions[J]. Proceedings of the national academy of sciences of the USA, 1997, 94(2): 175—179.
- [8] Waggoner P E. Agricultural technology and its societal implications[J]. Technology in Society, 2004, 26: 123—136.
- [9] York R, Rosa E A, Dietz T. STIRPAT, IPAT and ImPACT: analysis tools for unpacking the driving forces of environmental impacts[J]. Ecological Economics, 2003, 46: 351—365.
- [10] Schulze P C. I = PBAT[J]. Ecological Economics, 2002, 40: 149—150.
- [11] 王立猛, 何康林. 基于 STIRPAT 模型分析中国环境压力的时间差异——以 1952 ~ 2003 年能源消费为例[J]. 自然资源学报, 2006, 21(6): 862—868.
- [12] 徐中民, 程国栋, 邱国玉. 可持续性评价的 ImPACTS 等式[J]. 地理学报, 2005, 60(2): 198—208.
- [13] 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[J]. 生态学报, 2006, 26(10): 3358—3365.
- [14] 徐中民, 程国栋. 中国人口和富裕对环境的影响[J]. 冰川冻土, 2005, 27(5): 767—772.
- [15] 焦文献, 徐中民, 尚海洋, 等. 基于 ImPACT 等式的人类活动环境影响分析——以甘肃省虚拟水消费为例[J]. 冰川冻土, 2006, 28(5): 748—753.
- [16] 洛桑·灵智多杰. 青藏高原甘南生态经济示范区研究[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2005: 116—123.
- [17] 包昌林. 生态环境监察试点成效显著环境保护步入车道——甘肃省玛曲县国家级生态环境监察试点情况调查[J]. 资源环境与发展, 2006, (4): 37—41.
- [18] 王生荣, 牛俊义, 郑华平. 玛曲县天然草原退化现状与治理对策建议[J]. 甘肃科技, 2006, 22(2): 10.
- [19] 甘肃省统计局. 甘肃统计年鉴 1986 年[M]. 北京: 中国统计出版社, 1986: 90—94, 152—156.
- [20] 甘肃省统计局. 甘肃统计年鉴 1991 年[M]. 北京: 中国统计出版社, 1991: 655—658, 670—679.
- [21] 甘肃年鉴编委. 甘肃年鉴 2005 年[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005: 312, 450—457.
- [22] 甘肃省农业区划委员会办公室. 甘肃省农业资源调查汇编[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1986: 201—202.
- [23] 甘南藏族自治州畜牧志编纂委员会. 甘南藏族自治州畜牧志[M]. 兰州: 甘肃民族出版社, 1993: 294—296.
- [24] 李文卿, 胡自怡, 龙瑞军, 等. 甘肃省退牧还草工程实施绩效、存在问题及对策[J]. 草业科学, 2007, 24(1): 1—6.

Analysis of impact of human activities on grassland environment based on ImPACT identity

——A case study of pastoral area of Gannan

CHEN Qiang-qiang¹, SUN Xiao-hua²

(1. College of Economy and Management, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. College of Resources and Environment, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Analysis of impact of human activities on environment has become a hot topic in the current time. On the basis of introducing the ImPACT identity combined with a case study of pastoral area in Gannan of Northwest China's Gansu Province during 1985 ~ 2020, the paper analyzes the effect of anthropogenic driving forces on environment of grassland including total population, affluence, livestock products intensity and consumption of grassland per unit livestock product. It is found that a 1% change in economic increase results in a 15.79% change, especially the increase of population and GDP have positive impact, while the improvement of utilization efficiency of grassland and decrease of intensity of livestock can check the rapidly-increasing environmental pressure. In the growth of affluence the coefficient of affluence elasticity of impact will increase. So in the empirical study, the overall findings do not support the environment Kuznets curve hypothesis, however, the impact of human activities on environment appears "U" curve wholly. The project of natural grassland recovery and construction was implemented during 2000 ~ 2004 in pastoral area in Gannan. At a certain period of time the project played an important role in alleviating the environmental pressure. So another kind of resources, namely social resources should be paid more attention to for the sustainable utilization of grassland. And after calculating the ImPACTS identity, it shows that if we consider social resources, a 1% change in economic increase would result in a 6.2% change in environment pressure. That is to say, the social resources can alleviate the environmental pressure of grassland greatly, which decreases from 15.79% before considering social resources to 6.2% after putting social resources to practice.

Keywords: IPAT identity; ImPACT identity; impact on environment; ImPACTS identity; social resources

(上接第 163 页)

Salt - resistance identification of transformed *Lilium* with *S6PDH* gene

HUA Zhi-rui¹, MA Feng-wang², LI Xiao-ling¹, LIANG Dong²

(1. Biomedical Engineering Department, Shangluo University, Shangluo, Shaanxi 726000, China;

2. College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on *Agrobacterium*-mediated *S6PDH* gene being delivered into *Lilium longiflorum*, by treatment of salt stress to the transformed plants and the control, some related physiological indicators were measured for a short period of time to lay foundation for improving resistant varieties of lily and studying the resistant mechanism of transgenic plants. The main findings are as following: With salt stress (10 g/L NaCl) to extend the time, leaves of the conductivity and MDA of transformed plants and the control showed an upward trend, and soluble protein content decreased, while the activity of SOD, POD, CAT and APX rose first, then fell down. But in the process of salt stress, the conductivity and MDA of transformed seedlings were less than that of the control, while soluble protein content was higher than that of the control, and had higher activity than non-transformed seedlings. The analysis showed that the difference reached a significant level, and the transformed seedlings demonstrated obviously strong salt-resistance.

Keywords: lily; *S6PDH* gene; salt-resistance; physiological indicator