

文章编号: 1008-2786-(2006)6-761-08

区域生态环境脆弱性评价 ——以西藏“一江两河”地区为例

陶和平, 高攀, 钟祥浩

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

摘 要: 区域生态环境脆弱性评价是当前人类日益关心的问题之一。以西藏“一江两河”地区为例探讨区域生态环境脆弱性评价的方法和指标体系, 建立了基于逆向指标测度的评价模型; 同时选取 1990年和 2004年两个时段的数据进行分形, 通过比较两个年份脆弱性评价结果可以看出自 1990年“一江两河”开发区建立以来, 随着区域经济发展的日益加强, 区域生态环境脆弱性不断加剧, 经济发展对环境的压力不断加大, 区域未来持续发展受到威胁; 从影响区域生态环境脆弱性因子看, 1990年主要是自然因子, 2004年人为因子占比重大; 从县域生态环境脆弱类型来看, 自 1990年以来“一江两河”地区高脆弱型县由 4个增加到 10个, 县域经济发展越迅速, 生态环境脆弱性变化越快, 经济发展对区域生态环境脆弱性的影响显著。

关键词: 生态环境脆弱性; 影响因素; 经济与环境作用机理; “一江两河”地区

中图分类号: X21

文献标识码: A

脆弱性 (Vulnerability) 是指生态系统在受到干扰时容易从一种状态转变为另一种状态, 而且一经改变很难恢复到初始状态, 即系统经受干扰的能力^[1], 是生态系统固有的概念, 只有在生态系统受到干扰的时候才能够表现出来。当一个地区典型的生态系统受到强烈干扰时, 脆弱性就在某些地方出现, 整个生态系统也就进入脆弱状态。当前关于生态系统脆弱性的研究, 一般有自然脆弱性 (即由于自然的、系统内部演替所表现的脆弱性) 和由于外界干扰而导致的脆弱性 (一般指人为因素而引起的脆弱性)^[2], 这里重点讨论后者。

生态环境的脆弱性表现为对外界干扰敏感, 生态稳定性较差, 资源环境容易向不利于人类利用的方向发展, 因此区域生态环境脆弱性往往限制着区域经济的发展, 表现出与区域经济发展运行不良同时出现的特征^[3-5]。区域生态环境脆弱性在一定程度上决定区域发展模式的选择, 要求区域经济发展中应以经济与环境的互动理论为指导, 建立生态环境脆弱性与区域经济发展的良性耦合关系^[6-10]。

“一江两河”地区中“一江”指的是雅鲁藏布江, “两河”指拉萨河和年楚河。位于西藏自治区中南部的藏南谷地, 东起山南地区桑日县, 西抵日喀则地区拉孜县, 南至藏南高原湖盆, 北达冈底斯一念青唐古拉山南麓, 地理座标介于 $28^{\circ}20' \sim 30^{\circ}20'N$ 和 $87^{\circ}00' \sim 92^{\circ}35'E$ 之间, 东西长约 520 km, 南北宽约 220 km, 总面积 $6.57 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占西藏自治区国土总面积的 5.47%, 为一东西向延伸的狭长地带。在行政区划上包括拉萨河、年楚河及雅鲁藏布江中游地区 18个县 (市), 166个乡镇、5 956个行政村。

“一江两河”地区既是生态环境脆弱区, 也是我国西部典型的经济开发区。一方面这一地区作为西藏自治区的政治经济中心历来有较高的投入, 区域发展一直较快, 特别是 1990年建立开发区以来, 这一地区投资不断增大, 区域经济有了高速发展, 第五次人口普查中“一江两河”18个县市总人口 96.35万人, 占全区总人口的 36.83%; 该区 2004年农林牧渔业总产值 175 112万元, 占全自治区农林牧渔业的 29.87%, 2004年区域国内生产总值为

收稿日期 (Received date): 2006-01-09; 改回日期 (Accepted): 2006-08-30.

基金项目 (Foundation item): 中国科学院知识创新重要方向项目 (编号: KZCX 2-316) 资助 (The Project of Knowledge innovation of CAS, NO. KZCX 2-316)

作者简介 (Biography): 陶和平 (1952-), 男, 研究员, 江苏镇江人, 主要从事地理信息系统方面的研究和工作。Heping Tao (1952-), male

Zhenjiang City, Jiangsu Province of P.R. China, specialty in the natural resources management and "3S" technology application

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

1 856 698万元, 占西藏自治区的 69.41%。目前这一区域已经是西藏经济发展速度和活力都最强的区域; 另一方面, 西藏“一江两河”地区也是我国西部生态系统脆弱区的典型, 区域属于高原温带半干旱季风气候区, 年降水量 500 mm 左右, 降水的年际变化和季变都较大, 加之区域地质环境的本身不稳定性, 生态系统自然脆弱性明显, 在强大的人类经济活动影响下, 区内土地沙化、风蚀、干旱、霜冻等自然灾害频繁, 农牧业发展受自然因素影响产量和规模变化都较大^[10-13]。目前西藏自治区 36.83% 的人口集中在这一狭长的区域范围内, 人口压力带来了更多的环境问题, 区域生态环境脆弱性日益突出, 人地矛盾不断激化, 基于此, 文章探索导致这一区域生态环境脆弱性的主要因子, 定量评价区域生态环境脆弱性的变化规律以及这一规律与区域经济发展之间的关系, 为制定区域发展政策提供依据。

1 评价方法

以 1990 年和 2004 年两个数据为定量研究基础, 在此基础上综合应用 GIS 分析方法研究“一江两河”地区生态环境脆弱程度及其驱动力的空间分异规律, 研究过程为: 首先建立“一江两河”地区 18 个县(市) 1990、2004 年县情数据库, 然后构建测度生态环境脆弱性指标体系, 通过采用因子分析综合定量研究方法进行生态环境脆弱性及其驱动力研究, 在此基础上借助 GIS 技术进行生态环境脆弱类型划分及其空间分布规律探讨。

1.1 生态环境脆弱性测度指标体系的选取

“一江两河”地区生态环境脆弱性包括结构型和人类活动胁迫型两种类型, 当前关于生态环境脆弱性的评价一般采取多目标层次分析法, 这里参照国内外有关文献, 结合“一江两河”地区实际, 建立区域生态环境脆弱性测度指标体系(表 1), 该指标体系包括 2 个指标类, 11 个指标群, 65 个指标项。

表 1 “一江两河”地区生态环境脆弱性测度指标体系
Table 1 The index system of eco-environment vulnerability in One-River-Two-Tributaries basin

指标类 Index type	指标群 Index group	指标 Index	指标特征 Index character
生态系统自然要素本底脆弱性指标 Ecosystem natural component background vulnerability index	热量水分气候指标 Heat water climate index	积温与土地面积人口承载(人口/积温·土地面积)	物理意义法
		人均水分蒸散量(蒸散·土地面积/人口)	物理意义法
		干燥指数(蒸发/降水)物理意义法	
		降水侵蚀力 R 值	物理意义法
	地形起伏度指标 Terrain waviness index	起伏度在 0~50 m 土地面积比重	遥感数据指标
		起伏度在 50~100 m 土地面积比重	遥感数据指标
		起伏度在 100~300 m 土地面积比重	遥感数据指标
		起伏度在 300~500 m 土地面积比重	遥感数据指标
		起伏度在 500 m 以上土地面积比重	遥感数据指标
	土壤侵蚀指标 Soil erosion index	土壤侵蚀面积比重	遥感数据指标
		人均土壤侵蚀面积	遥感数据指标
	水土流失敏感性指标 Soil and water loss sensitivity index	不敏感土地面积比重差值	差值法
		较敏感土地面积比重	遥感数据指标
		敏感土地面积比重	遥感数据指标
		相当敏感土地面积比重	遥感数据指标
		极敏感土地面积比重	遥感数据指标
	草地结构指标 Grassland structure index	无明显退化面积比重差值	差值法
		轻度退化面积比重	原始调查指标
		中度退化面积比重	原始调查指标
		强度退化面积比重	原始调查指标
	森林结构指标 Forest structure index	无明显退化面积比重差值	差值法
		轻度退化面积比重	原始调查指标
		中度退化面积比重	原始调查指标
		强度退化面积比重	原始调查指标
	河谷地区土地沙漠化指标 River valley desertification index	轻度沙漠化土地面积比重	原始调查指标
		中度沙漠化土地面积比重	原始调查指标
		严重沙漠化土地面积比重	原始调查指标

续表 1(接上页)

指标类 Index type	指标群 Index group	指标 Index	指标特征 Index character
生态系统社会要素脆弱性指标 Ecosystem social component vulnerability index	人口数量与结构指标 Population quantity and structure index	人均土地面积	倒数法
		人均耕地面积	倒数法
		人均水浇地面积	倒数法
		人均园地面积	倒数法
		每一绵羊单位占有牧草地面积	倒数法
		人均林地面积	倒数法
		人均水资源量	倒数法
		人均建成地面积	倒数法
		乡村人口比重	统计资料
		人口自然增长率	统计资料
		15岁以上人口文盲率	统计资料
		每万人拥有高中以上学历人数	倒数法
	土地利用结构指标 Land utilization structure index	耕地占土地份额	统计计算指标
		水浇地占耕地份额	倒数法
		园地面积比重	倒数法
		水域面积比重	倒数法
		林地面积比重	倒数法
		草地面积比重	倒数法
		路网密度	倒数法
		森林覆盖率差值	差值法
	产业结构指标 Industrial structure index	乡村从业人员比重	统计计算指标
		粮食作物占作物总面积比重	统计计算指标
		第一产业比重	统计计算指标
		第二产业比重	倒数法
		第三产业比重	倒数法
	投资与收益指标 Investment and return index	亩均拥有农业机械总动力	倒数法
		人均拥有农业机械总动力	倒数法
		单位投入 GDP产出	倒数法
		人均生产费用	倒数法
		生产投入密度	倒数法
		人均工业总产值	倒数法
		工业总产值密度	倒数法
		人均农业中产值	倒数法
		农业总产值密度	倒数法
		人均化肥施用量	倒数法
		耕地亩均化肥施用量	倒数法
		人均 GDP	倒数法
		GDP密度	倒数法
		经济发展指数	倒数法

注: 西藏自治区天然草场退化主要与载畜量有关, 因此牧草地牲畜承载指标比人口承载指标更能反映现实。

Note Natural grassland degeneration in Tibet is mainly related to stock capacity, so the grassland stock capacity index is more objective than population capacity index.

1.2 生态环境脆弱性定量评价过程

“一江两河”地区生态环境脆弱性定量评价目的是通过对“一江两河”地区以县域为单元的生态环境脆弱属性数据运算,建立生态环境脆弱性测度模型,借助于模型计算生态环境脆弱度的综合分值,其过程包括:

1.2.1 数据标准化

其目的是消除各量纲在单位、数量级上的差别,使其横向具有可比性。

1.2.2 因子分析 (Factor)

通过 SPSS统计软件找出影响生态环境脆弱度的公因子或主成分,以原始指标之间的相关性对其进行降维处理,以达到少数的公因子代替较多的因子,从而综合分析生态环境脆弱性的目的。

1.2.3 分析模型

矩阵形式为 $X = BZ + E$, 其中 X 为原始变量向量, B 为公因子负荷系数矩阵, Z 为公因子向量, E 为残差向量。

根据上述分析模型,采用主成分法提取公因子,各公因子的累计贡献率即包含原始指标信息的程度大于 83%,公因子或主成分基本反映了原始指标信息,采取四次方最大正交旋转法 (QUARTIMAX) 进行

旋转,保证公因子各向量的各分量彼此独立,各因子的特征值、贡献率如表 2 表 3。

2 生态环境脆弱性排序及类型的空间分布

2.1 生态环境脆弱性各因子权重

为了在“一江两河”地区 18 个县 (市) 间进行生态环境脆弱性比较,需要建立一个具有可比性的无量纲综合量,设 $F_i = \sum v_j \cdot y_{ij}$ ($i = 1, 2, \dots, 18$ 对于 1990 年 $j = 1, 2, \dots, 15$ 对于 2001 年 $j = 1, 2, \dots, 17$)。

F 表示第 i 样本 (研究县域) 生态环境脆弱性综合得分; W_j 表示第 j 因子指标权重; Y_{ij} 表示第 i 样本 (研究县域) 的第 j 因子的单项得分值,即因子得分矩阵。

首先,借助因子分析方法计算各公因子或主成分权重,即在分别对“一江两河”地区 1990、2001 年原始数据进行降维处理,并按公因子的累计贡献率 > 85% 各自提取出公因子过程中求得各公因子贡献率 C_j ; 其次,以因子贡献率 C_j 作为计算公因子或主成分指标权重的依据,即将各公因子累计贡献率定义为 1, 计算出相应的归一化的公因子或主成分指标新的权重 W_j (表 4)。

表 2 “一江两河”地区 1990 年生态环境脆弱性公因子特征值、贡献率及累计贡献率
Table 2 Eigenvalue, contribution rate and accumulated contribution rate of eco-environment vulnerability in One-River-Two-Tributaries basin in 1990

因子 Factor	原始变量因子载荷 Original variable factor load			旋转后因子载荷 Factor load after circumgyrate		
	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate	累计贡献率 Accumulative contribution rate	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate	累计贡献率 Accumulative contribution rate
1	7.1278	16.9709	16.9709	5.475	13.036	13.036
2	5.0490	12.0214	28.9923	3.291	7.836	20.872
3	3.7514	8.9319	37.9242	3.208	7.638	28.510
4	3.6160	8.6096	46.5338	2.605	6.203	34.713
5	3.2771	7.8026	54.3364	2.436	5.799	40.512
6	2.4067	5.7302	60.0665	2.422	5.766	46.278
7	1.8642	4.4385	64.5050	2.305	5.489	51.767
8	1.7198	4.0947	68.5997	2.145	5.107	56.874
9	1.4410	3.4309	72.0306	2.113	5.031	61.905
10	1.2856	3.0609	75.0915	2.068	4.923	66.828
11	1.0569	2.5165	77.6080	2.019	4.806	71.634
12	1.0429	2.4831	80.0911	1.907	4.541	76.175
13	0.9085	2.1631	82.2542	1.553	3.698	79.874
14	0.8313	1.9793	84.2335	1.497	3.565	83.438
15	0.7822	1.8623	86.0958	1.112	2.648	86.086

表 3 “一江两河”地区 2001 年生态环境脆弱性公因子特征值、贡献率及累计贡献率
Table 3 Eigenvalue, contribution rate and accumulated contribution rate of eco-environment vulnerability
in One-River-Two-Tributaries basin in 2001

因子 Factor	原始变量因子载荷 Original variable factor load			旋转后因子载荷 Factor load after circumgyrate		
	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate	累计贡献率 Accumulative contribution rate	特征值 Eigenvalue	贡献率 Contribution rate	累计贡献率 Accumulative contribution rate
1	8.3458	17.0321	17.0321	6.1752	12.6026	12.6026
2	5.0724	10.3527	27.3848	4.0649	8.2946	20.8972
3	4.5541	9.2930	36.6778	3.5014	7.1465	28.0437
4	3.1388	6.4053	43.0830	2.9269	5.9733	34.0170
5	2.7642	5.6399	48.7229	2.8214	5.7584	39.7754
6	2.4247	4.9488	53.6717	2.5271	5.1567	44.9322
7	2.3494	4.7951	58.4669	2.4548	5.0101	49.9423
8	2.0079	4.0971	62.5639	2.3715	4.8393	54.7816
9	1.9014	3.8801	66.4440	2.2610	4.6154	59.3970
10	1.5518	3.1670	69.6110	2.1706	4.4305	63.8275
11	1.4132	2.8847	72.4957	2.1334	4.3532	68.1807
12	1.3017	2.6567	75.1525	1.8080	3.6893	71.8700
13	1.2113	2.4709	77.6234	1.5619	3.1871	75.0570
14	1.1230	2.2921	79.9155	1.5117	2.9912	78.0482
15	0.9673	1.9747	81.8902	1.2656	2.5824	80.6306
16	0.8779	1.7919	83.6821	1.2134	2.4759	83.1065
17	0.8728	1.7809	85.4629	1.1089	2.2630	85.3695

表 4 “一江两河”地区 1990、2001 年各公因子权重
Table 4 Factor weight of common factors in 1990 and 2001

因子 Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	累计 权重
1990 C_j	13.04	7.84	7.64	6.20	5.80	5.77	5.49	5.11	5.03	4.92	4.81	4.54	3.70	3.56	2.65			86.09
W_j	15.14	9.10	8.87	7.21	6.74	6.70	6.38	5.93	5.84	5.72	5.58	5.28	4.30	4.14	3.08	0.00	0.00	100.0
2004 C_j	12.60	8.29	7.15	5.97	5.76	5.16	5.01	4.84	4.62	4.43	4.35	3.69	3.19	2.99	2.58	2.48	2.26	85.37
W_j	14.76	9.72	8.37	7.00	6.75	6.04	5.87	5.67	5.41	5.19	5.10	4.32	3.73	3.50	3.02	2.90	2.65	100.0

2.2 县域生态环境脆弱性综合得分

依据因子得分矩阵, 计算“一江两河”地区 18 县 1990、2001 年生态环境脆弱性各因子综合得分 (表 5), 以此综合分值作为“一江两河”生态脆弱区 18 个县市生态脆弱性得分及排序分类依据, 将得到的各县生态环境脆弱性综合得分与“一江两河”空间数据匹配后生成“一江两河”生态环境脆弱性空间、属性一体化数据, 在 Arcinfo 中绘制“一江两河”地区 1990、2004 县域生态环境脆弱性分布专题图 (图 1、2), 根据专题图显示结果, 得到高脆弱型、中

脆弱型、低脆弱型 3 种生态环境脆弱程度类型。

从表 5 和图 1、图 2 可以看出: 1990 年“一江两河”地区生态环境高脆弱型共 4 个县, 分别是南木林县、谢通门县、桑日县、尼木县, 总面积 28 059.84 km², 占一江两河地区总面积的 42.19%, 脆弱程度 0.242 2~0.574 7; 中脆弱型 7 个县, 分别是林周、琼结、白朗县、曲水县、贡嘎县、拉孜县、扎囊县, 总面积 18 743.77 km², 占一江两河总面积的 28.18%, 脆弱程度 0.032~0.147 9; 低脆弱型 7 个县, 分别是城关区、墨竹工卡县、日喀则市、堆龙德庆

县、达孜县、江孜县、乃东县,总面积 19 708 51 km², 占一江两河总面积的 29. 63%, 脆弱程度 - 0. 275 7 ~ - 0. 158 4

2001年“一江两河”地区高脆弱型共 10 个县, 分别是林周县、曲水县、扎囊县、桑日县、拉孜县、琼结县、南木林县、谢通门县、贡嘎县、尼木县, 总面积 44 044. 62 km², 占“一江两河”总面积的 66. 22%, 脆

弱程度 0. 296~ 0. 793 中脆弱型 4 个县, 分别是江孜县、白朗县、墨竹工卡县、日喀则市, 总面积 15 692. 66 km², 占“一江两河”总面积的 23. 59%, 脆弱程度 0. 079 6~ 0. 152 低脆弱型 4 个县, 分别是城关区、堆龙德庆县、达孜县、乃东县, 总面积 6 774. 84 km², 占一江两河总面积的 10. 19%, 脆弱程度 - 0. 089~ - 0. 237。

表 5 “一江两河”地区县域生态环境脆弱性因子综合得分及变化表

Table 5 General score and its change of county eco-environment vulnerability factors in One-River-Two-Tributaries basin

县名 County name	1990年		2004年		脆弱性变化值 Vulnerability change value
	脆弱性综合得分	脆弱类型	脆弱性综合得分	脆弱类型	
	Vulnerability factor integrate score	Vulnerability type	Vulnerability factor integrate score	Vulnerability type	
拉萨市城关区	- 0. 236 0	低脆弱性	- 0. 219	低脆弱性	0. 017
林周县	0. 038 0	中脆弱型	0. 296	高脆弱型	0. 258
尼木县	0. 204 2	高脆弱型	0. 261	高脆弱型	0. 057
曲水县	0. 147 9	中脆弱型	0. 308	高脆弱型	0. 160
堆龙德庆县	- 0. 158 4	低脆弱性	- 0. 089	低脆弱性	0. 070
达孜县	- 0. 275 7	低脆弱性	- 0. 237	低脆弱性	0. 039
墨竹工卡县	- 0. 245 6	低脆弱性	0. 105	中脆弱型	0. 351
乃东县	- 0. 226 5	低脆弱性	- 0. 225	低脆弱性	0. 002
扎囊县	0. 043 0	中脆弱型	0. 445	高脆弱型	0. 402
贡嘎县	0. 141 0	中脆弱型	0. 424	高脆弱型	0. 283
桑日县	0. 286 0	高脆弱型	0. 602	高脆弱型	0. 316
琼结县	0. 222 0	中脆弱型	0. 299	高脆弱型	0. 077
日喀则市	- 0. 193 1	低脆弱性	0. 152	中脆弱型	0. 345
南木林县	0. 422 0	高脆弱型	0. 781	高脆弱型	0. 359
江孜县	- 0. 163 0	低脆弱性	0. 080	中脆弱型	0. 243
拉孜县	0. 127 0	中脆弱型	0. 316	高脆弱型	0. 189
谢通门县	0. 574 7	高脆弱型	0. 793	高脆弱型	0. 218
白朗县	0. 032 0	中脆弱型	0. 146	中脆弱型	0. 114
一江两河区	0. 041 0	中脆弱型	0. 235	高脆弱型	0. 194

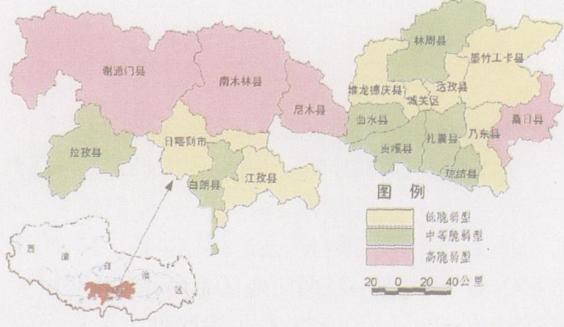


图 1 1990 年“一江两河”地区县域生态环境脆弱性分布图

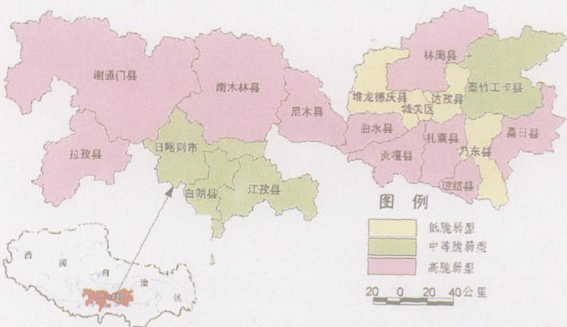


图 2 2004 年“一江两河”地区县域生态环境脆弱性分布图

Fig. 1 County eco-environment vulnerability distributing map in “One - River-Two-Tributaries”, Tibet in 1990

Fig. 2 County eco-environment vulnerability distributing map in “One-River-Two-Tributaries”, Tibet in 2004

2.3 县域生态环境脆弱性变化趋势

对比分析 1990 和 2001 年“一江两河”地区生态环境脆弱性 (见表 5) 可以看出, 自 1990 年以来本区域生态环境脆弱性有加强的趋势, 尤其是日喀则市、扎囊县、拉萨市城关区、乃东县、琼结县等人口增长较快、经济发展迅速的县 (市) 生态环境脆弱性变化较快。2001 年“一江两河”地区高脆弱型县的数量增加了 6 个, 林周县、曲水县、扎囊县、琼结县、拉孜县、贡嘎县由原来的中等脆弱型转变为高脆弱型, 桑日县、南木林县、谢通门县、尼木县等 4 个原来为高脆弱型的县脆弱性加剧, 乃东、城关区、达孜、堆龙德庆等低脆弱型的县脆弱性也有加剧趋势。

1990 年以来“一江两河”地区经济发展迅速, 全区 GDP 由 1990 年的 83 741.1 万元增加到 2004 年的 1 856 698 万元, 增长 22.17 倍, 扣除价格因素 GDP 增长速度仍在 15 倍以上, 经济增长很快的县有林周县、扎囊县、日喀则市、南木林县等。相对应地, 这些县脆弱性变化较快, 尤其是桑日、南木林、谢通门等。1990 年高脆弱型县随着 11 a 的投资和建设, 经济发展水平有了一定的提高, 然而其脆弱性也日益加剧, 说明这些地区的经济增长是以牺牲环境为主的, 经济发展给环境带来了较大的压力。

3 结论

通过以上的分析可以看出:

1 自 1990 年以来“一江两河”地区经济有了快速发展, 经济发展指数提高, 相应区域生态环境脆弱性加剧, 全区由 1990 年的 4 个脆弱性县转变为 2001 年的 10 个高脆弱性县, 说明区域经济增长与环境之间不协调。

2 通过生态环境脆弱性驱动力分析可以看出, 1990 年该地区自然因素驱动占主要地位, 到 2004 年人为因素的影响不断加大, 尤其是人口快速增长, 过度放牧、过度樵采等不合理人类活动加剧了区域生态脆弱性。

3 从脆弱性变化速度可以看出, 2004 年与 1990 年相比, 林周、扎囊、墨竹工卡、南木林、日喀则市、桑日等县变化较快, 这些县人口增长快、经济与环境关系较为紧张。

参考文献 (References)

- [1] Weak comparability of values as a foundation for ecological economics [J]. *Ecological Economics*, 1998, 26(3): 277~286

- [2] Zhao Ping, Peng Shaolin, Zhang Jingwei. The fragility of ecosystem and the restoration of degraded ecosystem [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 1998, 6(3): 179~186 [赵平, 彭少麟, 张经纬. 生态系统的脆弱性与退化生态系统 [J]. 热带亚热带植物学报, 1998, 6(3): 179~186]
- [3] Patterson M. Murdy. Commensuration and theories of value in ecological economics [J]. *Ecological Economics*, 1998, 25(1): 105~126
- [4] [王志宏, 刘荣英. 经济可持续发展分析模型的理论与方法 [J]. 中国人口、资源与环境, 1998, 8(1): 42~46] Wang Zhihong, Liu Rongying. Theory and method of economic sustainable development models [J]. *China Population, Resources and Environment*, 1998, 8(1): 42~46
- [5] Guo Xudong, Chen Liding, Fu Bojie, et al. Characteristics and distributions of degraded ecological types in China [J]. *ACTA ECOLOGICA SINICA*, 2000, 20(1): 13~19 [等. 中国生态退化的主要类型、特征与分布 [J]. 生态学报, 2000, 20(1): 1~6]
- [6] Fang Chuanglin, Mao Hanying. A system of indicators for regional development planning [J]. *ACTA GEOGRAPHICA SINICA*, 1999, 54(5): 410~419 [方创琳, 毛汉英. 区域发展规划指标体系建立方法探讨 [J]. 地理学报, 1999, 54(5): 262~268]
- [7]. Zhou Jingsong. Fragility of mountain ecosystem and desertification [J]. *Journal of Natural Resources*, 1997, 12(1): 10~16 [周劲松. 山地生态系统的脆弱性与荒漠化 [J]. 自然资源学报, 1997, 12(1): 10~16]
- [8] Dow, K. Exploring differences in our common futures: the meaning of vulnerability to global environmental change [J]. *Geoforum*, 1992, 23: 417~436
- [9] Solecki William D. Environmental Hazards: Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards/Volume 2 [C], Issue 4 December 2000 131~132
- [10] Shields D. J., Solar S. V., Martin W. E. The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability [J]. , 2002, 2(1-2): 149~160
- [11] Bian Duq, Chu Duq, Li Lin, et al. Study on dynamic monitoring of land resource in “one-river-two-tributaries” basin in Tibet [J]. *Tibet Technology*, 2001, (1): 30~33 [边多, 除多, 李林, 等. 西藏“一江两河”地区土地资源动态监测研究 [J]. 西藏科技, 2001, (1): 30~33]
- [12] Yang Benjin, Liu Houtian. The agricultural ecological environment and its protection ways in the middle region of Tibet “One River and Two Stream” [J]. *Research of Environmental Sciences*, 1997, 10(1): 46~51 [杨本津, 刘厚田. 西藏“一江两河”中部流域农业生态环境及其保护途径 [J]. 环境科学研究, 1997, 10(1): 46~51]
- [13] Wang Jiaji. Modification of agriculture landscape in Three Rivers Area in Tibet [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1998, 18(3): 213~218 [王家骥. 西藏“一江两河”地区农业景观调整研究 [J]. 地理科学, 1998, 18(3): 213~218]
- [14] Wang Yunde. An investigation of the arable land resources in the Yih Area in Tibet and the prospect of their exploitation [J]. *Journal of Southwest Agricultural University*, 1999, 21(2): 126~129 [王云德. 西藏“一江两河”地区耕地资源及其开发前景研究. 西南农业大学学报, 1999, 21(2): 126~129]

A Study of Regional Eco-environment Vulnerability

——A Case of “One-River-Two-Tributaries”, Tibet

TAO Heping GAO Pan, ZHONG Xianghao

(Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS & Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China)

Abstract Vulnerability is the ability of enduring disturbance of system. When the eco-system in a certain area suffering intensely disturbance vulnerability will be occurred in this area and the whole regional eco-system will turn into vulnerable state. Based on the relationship between human and environment directed by ecological economics, environmental economics and sustainable development theories, focused on human's economic activities, embodied the incompatible development process between economy and environment in eco-environmental vulnerable regions, this paper analyzes the characteristics of vulnerability from its current state, development trend, stability and so on, in 16 counties and two main towns of "one-river-two-tributaries" basin in Tibet by using the temporal series data and sectional data.

The main research contents include: the theory and study methodology of quantitative analysis for regional eco-environment vulnerability; the theory and study methodology of mutually acting mechanism between regional economy and environment; case study of eco-environment vulnerability and the rule of spatial-temporal distributing difference of its driving forces in "one-river-two-tributaries" basin in Tibet; the analysis of current situation of relationship between human and environment and its development trend in "one-river-two-tributaries" basin in Tibet.

Based on the above study, the author comes to these conclusions: (1) The speed of economical development in "one-river-two-tributaries" basin in Tibet is very rapid from 1990, while the eco-environment of this region becomes more and more fragile; (2) The eco-environment vulnerability in "one-river-two-tributaries" basin in Tibet being the results of co-action between environment and human, mainly of human action; (3) The future economy development confronting the severe challenges of traditional development mode, so only building the well coupling relationship between eco-environment and regional economy development to avoid the unsustainable development behaviors which had been done at the price of impairing the eco-environment, and to realize the harmonious development between economy and environment.

Key words eco-environment vulnerability; driving forces; mutually acting mechanism between economy and environment; "one-river-two-tributaries" basin