

吉林省经济增长与环境污染水平演进关系的实证研究

许清涛¹, 高标¹, 房 骄²

(1. 白城师范学院 地理科学学院, 吉林 白城 137000; 2. 东北师范大学 城市与环境科学学院, 长春 130024)

摘 要: 基于环境库兹涅茨曲线假设(EKC), 采用吉林省 1981—2010 年的环境污染指标与经济增长指标数据, 经统计回归得到环境污染指标与经济增长指标演进关系的计量模型, 进而研究分析 EKC 的曲线特征。结果表明: 吉林省的环境污染指标 EKC 形状不完全符合典型的“倒 U 型”特征。其中, 工业废水排放量的 EKC 呈现“正 U+倒 U 型”, 在 2009 年出现拐点; 工业废气排放量 EKC 呈连续增长态势, 无拐点; 工业固体废弃物产生量的 EKC 大致处于“倒 U 型”的左半部分, 预计于 2014 年到达拐点; 工业粉尘排放量的 EKC 呈对数函数, 呈逐渐减小的趋势, 不存在拐点; 工业 SO₂ 排放量的 EKC 呈“正 U+倒 U 型”, 2008 年出现拐点; 工业废水 COD 排放量的 EKC 呈现不明显的“正 U+倒 U 型”, 2009 年出现拐点, 吉林省总体环境污染处于不断改善的阶段。灰色关联分析表明: 吉林省环境污染指标的主要影响因素有工业比率、第三产业比率、单位 GDP 能耗、环境科研人数 4 个方面。吉林省必须采取一系列有效的对策, 优化现有产业结构、加大科技创新力度、提高环境科研人员数量与素质, 以保证经济增长与环境保护协调健康发展。

关键词: 环境库兹涅茨曲线; 经济增长; 环境污染; 吉林省

中图分类号: F062.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2013)04-0258-06

Empirical Study on the Relationship between Economic Growth and Environmental Pollution Level in Jilin Province

XU Qing-tao¹, GAO Biao¹, FANG Jiao²

(1. School of Geography Science, Baicheng Normal University, Baicheng, Jilin 137000, China;

2. School of Urban and Environmental Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract: Based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, the measurement models of various environmental pollution indicators with economic growth indicators are obtained by statistical simulation based on the data of environmental indicators and economic growth indicators in Jilin Province, and the characteristics of EKC is analyzed. The result indicates that the EKC of environmental indicators don't completely match the 'U' shape. The EKC of industrial wastewater discharge amount shows the shape of 'U+ inverted U', the turning point has appeared in 2009. The EKC of industrial waste gas emissions is in continuous growth without turning point. The EKC of industrial solid waste generation quantity showed the left half part of the 'U' shape, the turning point will appear in 2014. The EKC of industrial dust emissions is a shape of logarithmic function, in a gradually decreasing trend without turning point. The EKC of industrial SO₂ emissions showed the 'U+ inverted U' shape, the turning point appeared in 2008. The EKC of COD discharge amount of industrial wastewater showed the unobvious 'U+ inverted U' shape, the turning point appeared in 2009. The overall environmental pollution level in Jilin Province is at the stage of continuous improvement. The gray correlation analysis shows that the major influence factors of environmental indicators have four aspects: industry ratio, the tertiary industry ratio, energy consumption per unit of GDP, the number of environmental scientific research. Jilin Province must take a series of effective measures to optimize industrial structure, increase the innovations of science and technology, and improve the quality and quantity of environmental scientific research personnel in order to ensure coordinate healthy progress between econom-

收稿日期: 2013-01-07

修回日期: 2013-02-25

资助项目: 吉林省教育厅科研项目(吉教科合字(2013)第 391 号); 吉林省科技发展计划项目(20120408); 国家自然科学基金(41071388)

作者简介: 许清涛(1965—), 男, 吉林伊通人, 教授, 主要研究方向: 资源环境与可持续发展。E-mail: bc_xqt@126.com

通信作者: 高标(1980—), 男, 吉林白城人, 讲师, 主要研究方向: 区域环境保护与可持续发展。E-mail: niatgb@126.com

ic growth and environmental protection.

Key words: Environmental Kuznets Curve; economic growth; environmental pollution; Jilin province

环境问题的产生、发展与扩大,与人类社会经济活动密不可分,有效地计量评价经济发展和环境污染是当前研究的热点,环境库兹涅茨曲线假设(EKC)是描述经济发展与环境污染演替关系的计量模型,是研究二者关系的有效方法^[1-2]。1991年,环境经济学家 Grossman 等将库兹涅茨曲线应用于环境问题的研究,发现环境质量先随着经济的增长而不断恶化,当经济发展到一定程度以后,环境质量将随着经济的增长而不断改善,即曲线呈现“倒 U 型”,进而提出了环境库兹涅茨曲线假设^[3-4]。随后,EKC 在国内外得到了广泛的实证研究应用^[5-7]。随着实证研究的不断深入,一些学者发现,在不同的研究区域,EKC 具有直线型、N 型或 U 型等多种形式,并不只是传统的“倒 U 型”^[8-9]。本研究基于吉林省 1981—2010 年环境污染指标与经济增长指标数据,利用 PASW Statistics 18.0 统计软件进行回归模拟,得到各个环境污染指标与经济增长指标的计量模型,研究分析其 EKC 曲线特征,结合灰色关联分析方法探析 EKC 的影响因素,并提出经济与环境协调发展的建议和对策,以期政府或相关部门制定政策与规划提供科学、合理的依据。

1 研究区域概况

吉林省位于东北地区中部,地处北纬 40°52′—46°18′,东经 121°38′—131°19′之间,总面积 18.74 万 km²,占全国的 1.95%;目前人口为 2 749.41 万人,占全国总人口的 2.04%,近年来,伴随着振兴东北老工业基地战略的大力有效实施,吉林省在经济规模和结构上都有了较大的提高和优化,2010 年末,全省 GDP 总量达 8 577.06 亿元,人均 GDP 达到 31 306 元,三次产业的结构比例为 12.2 : 51.5 : 36.3,对经济增长的贡献率分别为 3.0%,67.1%和 29.9%。吉林省在经济增长的同时,也产生了大量的工业污染物排放,2010 年,吉林省排放 38 656 万 t 工业废水、8 240 亿 m³ 工业废气、30.1 万 t 工业 SO₂、5.3 万 t 工业粉尘、13.1 万 t 工业废水 COD,产生 4 642 万 t 工业固体废弃物。

2 研究方法

2.1 指标选取

选取的指标包括环境污染指标和经济增长指标。

针对环境污染指标,从流量指标和存量指标两个方面考虑^[10]。其中,流量指标包括工业废水排放量、工业废气排放量、工业固体废物产生量;存量指标包括工业二氧化硫排放量、工业粉尘排放量和工业废水 COD 排放量。关于经济增长指标,由于人均 GDP 能较好地说明经济增长水平且有利于不同研究区域的相互比较,故本研究选取人均 GDP 为经济增长指标。本研究收集整理了吉林省 1981—2010 年的工业污染物排放及人均 GDP 相关数据,具体见表 1。

2.2 计量模型构建

应用 PASW Statistics 18.0 统计软件,以经济增长指标(人均 GDP)为自变量(X),以各环境污染指标为因变量(Y),分别选用线性、二次项、对数、立方、指数分布及 Logistic 等多种函数对表 1 中的数据进行回归模拟,建立工业污染物排放量与人均 GDP 的计量模型,根据决定系数和模型检验参数进行优选。

2.3 灰色关联分析

灰色关联分析是根据因素间动态过程的相似性或相异程度来衡量因素间发展态势的一种方法^[11-12]。其计算公式为:

$$r_{0i} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N L_{0i}(k) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \rho \Delta_{\max}}$$

式中: r_{0i} ——关联度; N ——每个相关因素序列的数据个数; $L_{0i}(k)$ ——相关因素序列 k 时刻的关联系数; $\Delta_{0i}(k)$ ——相关因素序列 k 时刻的绝对差; Δ_{\max} , Δ_{\min} ——所有相关因素序列各个时刻绝对差中的最大值与最小值; ρ ——分辨系数,本研究中取 $\rho=0.5$ 。

3 结果与分析

3.1 计量模型的选取及分析

3.1.1 计量模型的选取与设计 应用 PASW Statistics 18.0 软件,针对多种函数类型进行回归,根据决定系数和检验参数优选出各个工业污染物排放量与人均 GDP 的计量模型,除了工业粉尘排放量与人均 GDP 符合对数函数关系以外,其他环境污染指标与人均 GDP 均符合三次函数的计量模型,具体结果见表 2。

3.1.2 EKC 曲线特征分析 根据优选的计量模型,得到各个环境指标的 EKC,如图 1 所示。从图 1 可以看出,6 个环境指标的曲线形状各不相同,各具特点。

表 1 吉林省 1981—2010 年环境污染与经济增长指标

年份	工业废水排 放量/ 10^4 t	工业废气 排放量/ 10^8 m ³	工业固体废弃物 产生量/ 10^4 t	工业 SO ₂ 排放 量/ 10^4 t	工业粉尘排 放量/ 10^4 t	工业废水 COD 排放量/t	人均 GDP/ 元
1981	59403	—	1314	29.94	35.00	—	496
1982	63266	1932	1483	20.76	20.00	—	538
1983	62403	1800	1171	20.05	33.00	—	658
1984	63066	1894	1229	23.08	18.00	—	760
1985	62847	2126	1356	24.15	22.67	—	868
1986	63157	2412	1437	22.30	23.73	—	977
1987	60815	2792	1441	21.57	24.00	332356	1269
1988	65317	2933	1448	23.82	19.00	289629	1559
1989	61868	2778	1608	27.82	20.00	326680	1636
1990	57645	2896	1716	25.50	14.00	322646	1746
1991	55335	2926	1601	16.75	11.00	300319	1878
1992	45422	2625	1522	15.28	12.69	277992	2246
1993	44221	2886	1674	18.82	11.18	243318	2826
1994	41542	2842	1677	18.43	14.90	245840	3657
1995	46891	3163	1672	20.15	14.83	288739	4402
1996	43738	3348	1661	19.86	12.44	251311	5178
1997	41017	3266	1661	19.30	9.95	235144	5591
1998	38189	3008	1650	21.20	15.90	170000	5983
1999	38795	3008	1770	21.00	13.44	212919	6382
2000	37386	3082	1604	20.20	12.38	217201	7351
2001	35574	3237	1635	19.10	12.10	158508	7893
2002	34783	3516	1631	18.70	10.20	116954	8714
2003	31365	3869	1736	18.80	11.60	136999	9854
2004	33568	4316	2026	21.60	10.80	136743	11537
2005	41189	4939	2457	30.80	13.70	161302	13348
2006	39321	5352	2802	33.60	12.70	167989	15720
2007	39666	5730	3113	33.70	10.80	165455	19383
2008	38353	6155	3415	31.30	6.90	152111	23521
2009	37563	7124	3941	30.00	6.60	147168	26595
2010	38656	8240	4642	30.10	5.30	131085	31599

注:数据来源于中国环境年鉴(1990—2011)、中国环境统计资料汇编(1981—1990)、吉林省统计年鉴(1992—2011)。

表 2 吉林省人均 GDP 与污染物排放量的计量模型

环境污染指标	计量模型方程	R ²	F 值	P
工业废水排放量	$Y=66538.520-6.537X+4.009E-4X^2-7.124E-9X^3$	0.890	70.055	<0.01
工业废气排放量	$Y=2205.543+0.177X-3.219E-7X^2+2.246E-11X^3$	0.965	231.092	<0.01
工业固废产生量	$Y=1423.672+0.014X+4.674E-6X^2-6.078E-11X^3$	0.971	287.048	<0.01
工业粉尘排放量	$Y=38.795-3.018\ln(X-491.971)$	0.735	209.752	<0.01
工业 SO ₂ 排放量	$Y=24.114-0.002X+1.908E-7X^2-4.232E-12X^3$	0.615	13.837	<0.01
工业废水 COD 排放量	$Y=360832.285-36.429X+0.002X^2-3.309E-8X^3$	0.872	47.613	<0.01

(1) 从工业废水排放量的 EKC 可以看到,整个曲线为三次函数,整体形状不符合理想的“倒 U 型”,而是呈现一个“正 U+倒 U 型”,存在两个拐点,取计量模型函数的导数 $Y'=0$,求解得到 $X_1=11975.949$, $X_2=25540.427$,分别对应的时间为 2004—2005 年之间、2008—2009 年之间。取计量模型函数二阶导数 $Y''=0$,求解得到 $X_3=18578.188$,对应时间为 2006—2007 年之间。以上说明:吉林省在 1981—2001 年,

工业废水排放量随人均 GDP 的增长而下降,2004 后到达拐点,从 2005 开始到 2010 年,整个曲线符合 EKC 的先升后降的“倒 U 型”,2006—2007 年之间,工业废水排放量由加速增加转变为减速增加,并且在 2008—2009 年之间到达拐点。

(2) 工业废气排放量的 EKC 表明,1981—2010 年,工业废气排放量一直随人均 GDP 的增长而增长,针对计量模型而言,取其导数 $Y'=0$,无实数解,取其

二阶导数 $Y''=0$, 得: $X_3=4777.382$, 对应时间范围是 1995—1996 年之间。说明虽然在 1996 年以后, 工业废气排放量已经由加速增长转变为减速增长, 但整体持续增长的趋势并未发生改变, 不存在拐点。如果吉林省未来不对现有的经济发展方式, 特别是能源利用方式进行优化和改变, 工业废气排放量的状况将进一步恶化。

(3) 从工业固体废弃物产生量的 EKC 可以看到, 吉林省 1981—2010 年的工业固体废弃物产生量基本呈现逐渐上升的态势, 大致处于“倒 U 型”的左半部分, 存在一个拐点, 取计量模型函数的导数 $Y'=0$, 求解得到 $X_1=-1456.279$ (舍去)、 $X_2=52723.144$, 根据表 1 中人均 GDP 变化数据, 应用 PASW Statistics 18.0 对人均 GDP 与年份(以 1981 年为 1, 1982 年为 2, 其余年份以此类推)进行线性回归, 得到计量模型为: $Y=251.608 \exp(0.160X)+661.259$ ($R^2=0.994$ 、 $F=4917.602$), 在模型中令 $Y=52723.144$, 得 $X=33.327$, 取 $X=34$, 说明吉林省如果保持现有的发展态势, 其工业固废产生量的 EKC 将在 2014 年到达拐点。取计量

模型函数二阶导数 $Y''=0$, 求解得到 $X_3=25633.432$, 对应时间为 2008—2009 年之间, 说明这一时间段内, 工业固废排放量由加速增长转变为减速增长。

(4) 工业粉尘排放量的 EKC 呈对数函数, 处于逐渐减小的趋势, 不存在拐点; 工业 SO_2 排放量的 EKC 呈“正 U + 倒 U 型”, 存在两个拐点, 取导数 $Y'=0$, 求解得到 $X_1=6762.671$ 、 $X_2=23294.039$, 分别对应的时间为 1999—2000 年之间、2007—2008 年之间。取计量模型函数二阶导数 $Y''=0$, 求解得到 $X_3=15028.355$, 对应时间为 2005—2006 年之间; 工业废水 COD 排放量的 EKC 呈现不是很明显的“正 U + 倒 U 型”, 存在两个拐点, 取计量模型函数的导数 $Y'=0$, 求解得到 $X_1=13907.226$ 、 $X_2=26386.922$, 分别对应的时间为 2005—2006 年之间、2008—2009 年之间。取计量模型函数二阶导数 $Y''=0$, 求解得到 $X_3=20147.074$, 对应时间为 2007—2008 年之间, 由此说明: 吉林省的工业 SO_2 和工业废水 COD 排放量的 EKC 在人均 GDP 达到一定数值后, 均存在拐点, 符合 EKC 理论^[13]。

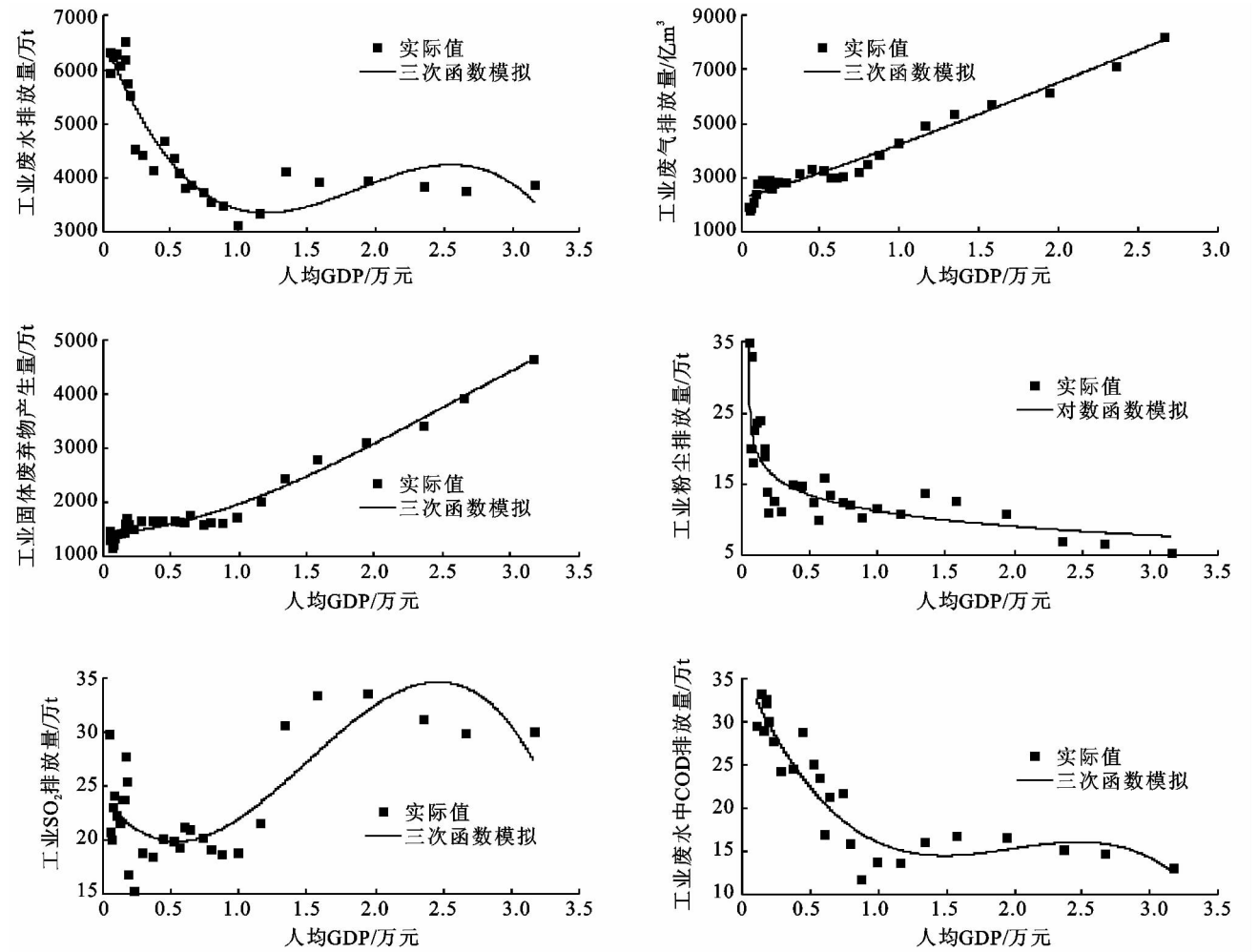


图 1 吉林省 1981—2010 年人均 GDP 与工业污染物排放量拟合曲线

3.2 吉林省 EKC 影响因素分析

为进一步探析吉林省 EKC 的影响因素,根据表 3 中吉林省 1981—2010 年的数据,应用模型对吉林省环境污染指标与各个影响因素进行灰色关联分析,结果见表 4。

表 3 吉林省 1981—2010 年环境变化的影响因素

年份	经济规模	经济结构		城市发展	环保投资	环保科技	技术进步	环保政策
	GDP 总量/ 亿元	工业比 率/%	第三产业 比率/%	城市化率/ %	工业污染投 入额/亿元	环境科研 人员数/人	单位 GDP 能耗/ (t 标准煤/万元)	排污费/ 亿元
1981	111.16	46.14	18.28	33.4	0.40	611	16.37	0.07
1982	121.67	44.55	18.83	33.8	0.36	806	17.40	0.12
1983	150.14	39.13	18.66	34.5	0.32	843	15.41	0.16
1984	174.39	41.34	19.43	35.1	0.42	945	14.31	0.23
1985	200.44	42.55	23.69	36.4	0.43	1163	13.26	0.25
1986	227.15	40.18	25.75	37.0	0.47	1399	12.20	0.30
1987	297.49	41.51	26.07	37.8	1.09	1635	10.36	0.48
1988	368.67	42.08	27.81	38.5	1.09	1752	8.91	0.50
1989	391.65	41.90	33.22	38.9	1.73	1900	8.66	0.50
1990	425.28	38.52	27.78	39.0	1.24	2196	8.28	0.57
1991	463.47	39.21	30.20	39.3	1.62	2603	7.71	0.55
1992	558.06	40.71	30.50	39.8	1.53	2885	6.48	0.84
1993	718.58	42.88	29.43	40.9	2.22	3074	5.28	0.72
1994	937.73	37.83	30.01	41.8	2.98	3384	4.11	0.76
1995	1137.23	36.39	31.48	42.3	4.62	3572	3.48	0.88
1996	1346.79	35.00	32.20	42.4	5.56	3689	2.99	0.94
1997	1464.34	33.81	36.14	42.9	2.15	3859	2.85	1.02
1998	1577.05	31.97	35.63	43.1	1.61	4176	2.30	1.18
1999	1682.07	32.84	35.91	43.3	3.41	3998	2.20	1.15
2000	1951.51	33.60	40.17	43.5	11.17	4601	1.81	1.17
2001	2120.35	34.18	40.50	43.8	3.66	4684	1.75	1.23
2002	2348.54	34.21	40.83	44.5	4.92	4749	1.79	1.45
2003	2662.08	34.97	40.40	45.0	2.64	4929	1.68	1.71
2004	3122.01	36.64	39.19	45.2	4.22	5043	1.53	1.85
2005	3620.27	37.68	39.05	45.2	5.15	5087	1.45	2.11
2006	4275.12	38.81	39.46	45.1	3.98	4967	1.37	2.56
2007	5284.69	41.08	38.33	45.1	8.03	5333	1.22	2.91
2008	6426.10	41.84	37.54	45.2	9.39	5325	1.10	3.13
2009	7278.75	41.97	37.87	45.1	7.93	5299	1.04	3.70
2010	8667.58	45.33	35.89	45.6	6.34	5210	0.96	4.19

数据来源:中国环境年鉴(1990—2011)、中国环境统计资料汇编(1981—1990)、吉林省统计年鉴(1992—2011)。

表 4 吉林省环境污染指标与影响因素关联度

指标	经济规模	经济结构		城市发展	环保投资	环保科技	技术进步	环保政策
	GDP 总量	工业比率	第三产业比率	城市化率	工业污染投入	环境科研人数	单位 GDP 能耗	排污费
工业废水	0.763	0.996	0.976	0.726	0.854	0.897	0.989	0.741
工业废气	0.760	0.972	0.989	0.832	0.835	0.935	0.957	0.817
工业固废	0.764	0.984	0.987	0.836	0.860	0.907	0.971	0.741
工业粉尘	0.758	0.990	0.968	0.643	0.848	0.890	0.996	0.737
工业 SO ₂	0.760	0.997	0.975	0.820	0.853	0.895	0.988	0.738
工业废水 COD	0.722	0.982	0.955	0.704	0.839	0.895	0.980	0.867

表 4 表明,吉林省环境污染的各个指标与环境变化的影响因素有着密切的联系,主要的影响因素有工业比率、第三产业比率、单位 GDP 能耗、环境科研人数 4 个方面,其余因素影响较小,在此不予详细讨论。工业废水排放量的影响因素依次为工业比率(0.996)、单位 GDP 能耗(0.989)、第三产业比率

(0.976),环境科研人数(0.897);工业废气排放量的影响因素依次为第三产业比率(0.989)、工业比率(0.972)、单位 GDP 能耗(0.957)、环境科研人员数(0.935);工业固废产生量的影响因素依次为第三产业比率(0.987)、工业比率(0.984)、单位 GDP 能耗(0.971)、环境科研人员数(0.907);工业粉尘排放量的影响因素依次为单位 GDP 能耗(0.996)、工业比率(0.990)、第三产业比率(0.968)、环境科研人员数(0.890);工业 SO₂ 排放量的影响因素依次为工业比率(0.997)、单位 GDP 能耗(0.988)、第三产业比率(0.975)、环境科研人员数(0.895);工业废水 COD 排放量的影响因素依次为工业比率(0.982)、单位 GDP 能耗(0.980)、第三产业比率(0.955)、环境科研人员数(0.935)。

综上可知,吉林省的环境污染指标的变化主要受产业结构与技术进步的影响。从产业结构方面来说,工业比率的增加会加大环境污染物的排放量,而第三产业比率的增加会在很大程度上减少环境污染物的排放量^[14]。从表 1、表 3 可知,1981—2010 年,吉林省的工业比率与第三产业比率几乎是互为反方向发展的,而环境污染物排放量随着工业比率的增大和第三产业比率的减小而呈现增长趋势,反之亦成立。自新世纪,尤其是振兴东北老工业基地战略实施以来,吉林省的经济得到了快速发展,工业与第三产业的生产总值一直处于迅速增加的状态,2010 年,工业产值和第三产业产值分别达到 3 929.31 亿元、3 111.12 亿元,但从表 3 可见,第三产业比率却从 2002 年的 40.83%降到 2010 年的 35.89%,同时期工业比率则由 34.21%升高到 45.33%,2010 年的国家工业比率和第三产业比率分别为 40.0%和 43.2%。因此,在产业结构方面,吉林省具有非常大的优化空间;从技术进步方面来说,1981—2010 年,吉林省的单位 GDP 能耗一直处于下降的态势,2000 年以后下降趋势变缓,2010 年达到 0.96 t 标准煤/万元,小于当年国家 0.81 t 标准煤/万元的单位 GDP 能耗,存在进一步减小的可能;同时环境科研人数的增加也能有效减少环境污染物的排放量。吉林省在经济快速发展的同时,也带来了较大的资源能源消耗及污染物排放量,吉林省要想进一步改善环境质量,控制环境污染水平,必须合理布局产业,大力发展第三产业与高技术产业等低消耗、低排放产业;加强科技创新,打破技术瓶颈,进一步降低单位 GDP 能耗;提倡发展循环经济技术,有效控制工业发展的过度废弃物排放。

4 结论与建议

通过对吉林省 1981—2010 年的环境污染指标

EKC 的变化分析,以及环境污染指标与各影响因素的灰色关联分析,可以得到以下结论:

(1) 吉林省的环境污染指标 EKC 形状各不相同,不完全符合典型的“倒 U 型”特征。其中,工业废水排放量的 EKC 呈现“正 U + 倒 U 型”,在 2009 年达到拐点;工业废气排放量的 EKC 呈连续增长态势,无拐点;工业固体废弃物产生量的 EKC 大致处于“倒 U 型”的左半部分,拐点在现有数据之外,通过人均 GDP 计量模型预测 2014 年到达拐点;工业粉尘排放量的 EKC 呈对数函数,呈逐渐减小的趋势,不存在拐点;工业 SO₂ 排放量的 EKC 呈“正 U + 倒 U 型”,2008 年达到拐点;工业废水 COD 排放量的 EKC 呈现不明显的“正 U + 倒 U 型”,2009 年达到拐点。伴随着经济增长,除了工业废气排放量呈污染连续加剧以外,吉林省总的环境污染处于不断改善的阶段。从这种意义上说,环境库兹涅茨曲线假设成立,即经济增长初期会造成环境污染水平加剧,但当经济增长达到一定的程度以后,环境污染水平将随经济增长而不断改善。

(2) 吉林省环境污染指标与环境变化的影响因素有着密切的联系,主要的影响因素有工业比率、第三产业比率、单位 GDP 能耗、环境科研人数 4 个方面。

虽然吉林省的部分环境污染指标的 EKC 已经出现拐点,但像工业废水、工业废气和工业固体废弃物排放等环境污染指标排放的绝对量却一直在增加,为有效遏制吉林省环境污染物的排放,从根本上解决存在的环境问题,未来吉林省应该在以下方面采取对策:优化产业结构,合理布局工业,减少工业比率,大力发展第三产业与高技术产业等低消耗、低排放产业;转换经济增长模式,大力发展循环经济,减少能源资源消耗与废弃物排放;加大科技创新力度,加快科技转化为生产力的速度,加速降低单位 GDP 能耗;有效加强公民环境意识,提高环境科研人数及素质;加大工业污染治理投资,丰富资金来源,监管资金有效投入;完善相关法律法规,有效实施环境保护政策。

参考文献:

- [1] 宋萍,洪伟,吴承祯,等.福建省污染物排放的环境 Kuznets 曲线研究[J].江西农业大学学报,2009,31(3):574-578.
- [2] 杨丽霞.浙江省经济增长与环境质量演进关系的实证研究[J].地理与地理信息科学,2010,26(1):78-80.
- [3] Ckossmai G M, Krueger A B. Economic growth and the environment[J]. Quarterly Journal of Economics, 1995, 110(2):353-377.

(下转第 267 页)

参考文献:

[1] 朱玉碧,凌成树.土地整理潜力评价指标体系初探:以重庆市为例[J].中国农学通报,2006,22(6):410-413.

[2] 刘长胜,卢伟,金晓斌,等. GIS支持下土地整理中未利用地适宜性评价:以广西柳城县为例[J].长江流域资源与环境,2004,13(4):333-337.

[3] 毛艳玲. GIS支持下的闽侯县未利用土地适宜性评价[J].福建农林大学学报:自然科学版,2005,34(3):382-385.

[4] 叶妙君,卢伟,周寅康.广西鹿寨县土地开发潜力评价研究[J].土壤,2004,36(4):430-433.

[5] 张迪,张凤荣,安萍莉,等.中国现阶段后备耕地资源经济供给能力分析[J].资源科学,2004,26(5):46-52.

[6] 严长清,袁林旺,李满春.江苏省耕地后备资源的空间分异及开发时序模型研究[J].地理与地理信息科学,2005,21(2):58-61.

[7] 张凤太,张军以,苏维词.喀斯特峰丛洼地农业生产活动的景观效应初探[J].水土保持研究,2012,19(4):191-195.

[8] 钟学斌,刘成武,陈锐凯.基于生态补偿的低丘岗地改造与景观生态设计[J].水土保持研究,2012,19(4):147-152.

[9] Trimble S W, Crosson P. Land use: U. S. soil erosion rates: myth and reality[J]. Science, 2000, 289(5477): 248-250.

[10] Solomon D, Lehmann J, Zech W. Land use effects on soil organic matter properties of chromic luvisols in semi-arid northern Tanzania: carbon, nitrogen, lignin and carbohydrates[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2000, 78(3): 203-213.

[11] 黄霄羽,毕银丽,张占录.土地整理中景观生态规划设计系统构建[J].资源与产业,2008,10(5):125-129.

[12] 林彰平,刘湘南.东北农牧交错带土地利用生态安全模式案例研究[J].生态学杂志,2002,21(6):15-19.

[13] 姜广辉,张凤荣,徐艳,等.论北京市耕地后备资源的开发可行性[J].土壤通报,2007,38(2):369-373.

[14] Yu Guang ming, Feng Jing, Che Yi, et al. The identification and assessment of ecological risks for land consolidation based on the anticipation of ecosystem stabilization: a case study in Hubei Province, China[J]. Land Use Policy, 2010, 27(2): 293-303.

[15] 罗为群,蒋忠诚,覃小群.广西平果龙何屯景观生态型土地整理模式探讨[J].广西师范大学学报:自然科学版,2005,23(2):98-102.

[16] 肖轶,尹珂.综合国土整治规划环境友好型土地利用影响评价:以重庆市璧山县大路镇为例[J].水土保持研究,2012,19(5):243-252.

(上接第 263 页)

[4] 姚焕玫,唐国滔,莫创荣,等.基于环境库兹涅茨曲线的经济增长与环境质量实证研究[J].环境污染与防治,2010,32(11):74-77.

[5] 陈强强,窦学诚.甘肃省环境库兹涅茨曲线估计及其驱动因子分析[J].干旱区地理,2011,34(5):866-873.

[6] 苏秋实,王立本.山东省工业“三废”排放的库兹涅茨特征研究[J].水土保持研究,2008,15(3):258-259.

[7] 苏力叶·木沙江,孜比布拉·司马义,周玄德.吐鲁番地区经济增长与环境质量水平的计量模型研究[J].水土保持研究,2011,18(3):55-60.

[8] Orubu C O, Omotor D G. Environmental quality and economic growth: searching for environmental Kuznets curves for air and water pollutants in Africa[J]. Energy Policy, 2011, 39(7): 4178-4188.

[9] 李政,王坎,任津,等.湖北省主要工业污染物排放的环境库兹涅茨特征研究[J].环境科学与技术,2011,34(12):55-59.

[10] 黄一绥,邱健斌,余晨兴.福建省经济发展与工业污染水平计量模型研究[J].环境污染与防治,2010,32(3):90-93.

[11] 于文良,王伯铎,吴良兴.陕西省可持续发展能力变化趋势和影响因素分析[J].干旱区资源与环境,2009,23(6):13-18.

[12] 宫继萍,潘竟虎,石培基.基于生态足迹和灰色关联度的甘肃省可持续发展研究[J].水土保持研究,2011,18(2):198-201.

[13] 夏自兰,赵小风,王继军.江苏省环境库兹涅茨曲线特征及其成因分析[J].水土保持研究,2010,17(1):198-201.

[14] 柯文岚,沙景华,闫晶晶.山西省环境库兹涅茨曲线特征及其影响因素分析[J].中国人口·资源与环境,2011,21(12):389-392.