

云南省经济发展与环境污染关系研究*

万云昊¹, 陈胤杰¹, 贺翔²

(1. 云南财经大学统计与数学学院, 云南昆明 650221; 2. 宁波大学商学院, 浙江宁波 315211)

摘要: 在对云南省经济和环境的现状进行分析的基础上, 运用环境库兹涅茨曲线(EKC 曲线)理论研究云南省经济发展与环境污染的关系后发现, 云南省的 EKC 曲线趋向于“倒 N 形”, 即环境污染与经济增长之间呈现先好转再恶化, 而后又好转的关系, 并出现第二个“拐点”。为了改善环境, 云南省要采取以下措施: 一是促进科技进步, 优化能源结构; 二是加快产业结构调整, 大力发展第三产业。

关键词: 经济发展; 环境污染; 库兹涅茨曲线

中图分类号: X196 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-2404(2018)85-0014-07

引言

中共十九大报告强调要“坚持人与自然和谐共生”。厘清经济发展与环境污染的关系是坚持人与自然和谐共生的基础, 国内学者对此做了一些研究。贾丽丽、王佳、胡梦泽(2017)运用 VAR 模型根据 2000 年 - 2015 年工业废气、工业废水和工业固体废弃物等 3 个环境污染指标和人均 GDP 经济发展指标数据对中国工业经济发展与环境污染之间的关系进行了研究。夏勇、钟茂初(2016)根据数理分析和一阶差分 GMM 估计的实证研究发现脱钩理论与 EKC 假说都表现出倒“U”型曲线特征。王伟、张常明、陈璐(2016)对中国 20 个重点城市群经济发展与环境污染联动关系进行了研究。聂江(2008)对厦门 1985 年 - 2005 年环境库兹涅茨曲线(EKC)的拟合表明, 厦门的环境污染指标变化遵循 EKC。通过梳理相关文献发现, 多数国内学者对经济发展与环境污染的关系研究主要聚焦于沿海经济发达地区, 关注内陆地区经济发展与环境污染关系的学者不太多, 更没有学者对云南省的经济发展与环境污染关系进行研究。

云南省地处中国西南边境, 因为优美的地理环境成为中国的旅游大省, 环境质量之前一直都位于中国前列。近年来, 随着云南省经济的不断发展, 其环境质量每况愈下。对云南省而言, 研究云南地区经济增长与环境污染之间的关系迫在眉睫。本文采用 EKC 曲线对云南省经济增长与环境污染进行研究, 通过模型分析云南省经济增长与环境污染之间的规律, 以寻求一种经济与环境“双赢”的发展道路, 为云南省经济与环境协调发展提出建议。

1 现状分析

了解云南省目前的经济与环境现状, 是研究云南省经济发展与环境污染之间关系的基础。本文将分析云南省 2001 年 - 2015 年的 GDP 增长率和产业结构的变化, 在此基础上说明云南省经济发展的现状, 把废水排放总量、化学需氧量(COD)排放量、工业二氧化硫排放量和工业固体废弃物排放量作为环境指标, 来考察云南省环境污染的现状。考虑到时间序列数据的完整性和可获得性, 选择 2001 年 - 2015 年的年度数据, 所有数据均来自于《云南省统计年鉴》(2016)。

1.1 云南省经济发展现状

1.1.1 GDP 与人均 GDP 的增长

图 1 显示, 2001 年 - 2015 年这 15 年间云南省的 GDP 大幅上升, GDP 总量由 2001 年的 2 138.31 亿元增长到 2015 年的 13 619.17 亿元, 年平均增长率达到 14.1%, 在 2012 年时超过 10 000 亿达到 10 309.47 亿元, 同时 2015 年 GDP 是 2001 年的 6.4 倍。

2001 年 - 2015 年这 15 年间云南省人均 GDP 总

收稿日期: 2018-03-17

作者简介: 万云昊, 本科生, 主要从事经济学方向的研究; 陈胤杰, 本科生, 主要从事经济学方向的研究; 贺翔, 副教授, 硕士生导师, 主要从事区域经济学、企业管理方向的研究。

E-mail: hexiang@nbu.edu.cn

* 基金项目: 云南财经大学本科生科研训练计划(SRTP); 国家社科基金一般项目(编号: 15BGL199); 浙江省软科学研究计划(编号: 2018C35049); 宁波市科技局软科学项目(编号: 2017A10017)。

体呈现逐年上升的趋势,云南省人均GDP从2001年到2015年逐年递增,从2001年的5015(元/人)增长到2015年的28806(元/人)。在2007年,云南省人均GDP突破10000(元/人),达到10609(元/

人),并且在2007年之后的增长趋势高于2007年之前的增长趋势,同时2015年人均GDP是2001年人均GDP的5.7倍。

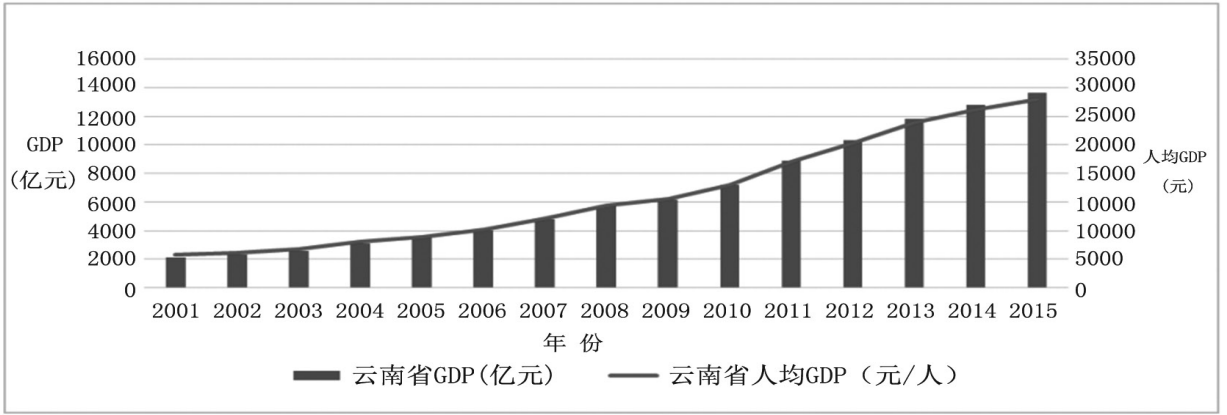


图1 2001 - 2015 云南省 GDP 与人均 GDP 增长趋势

1.1.2 产业结构的变化

从图2可以看出,云南省的第一产业比重由2001年的20.8%下降到2015年的15.1%。在2001年

—2010年内,第二产业产值相比其他产业增长较快,由40.0%增长到44.6%。第三产业产值占比由2010年的40.1%上涨到2015年的45.1%。

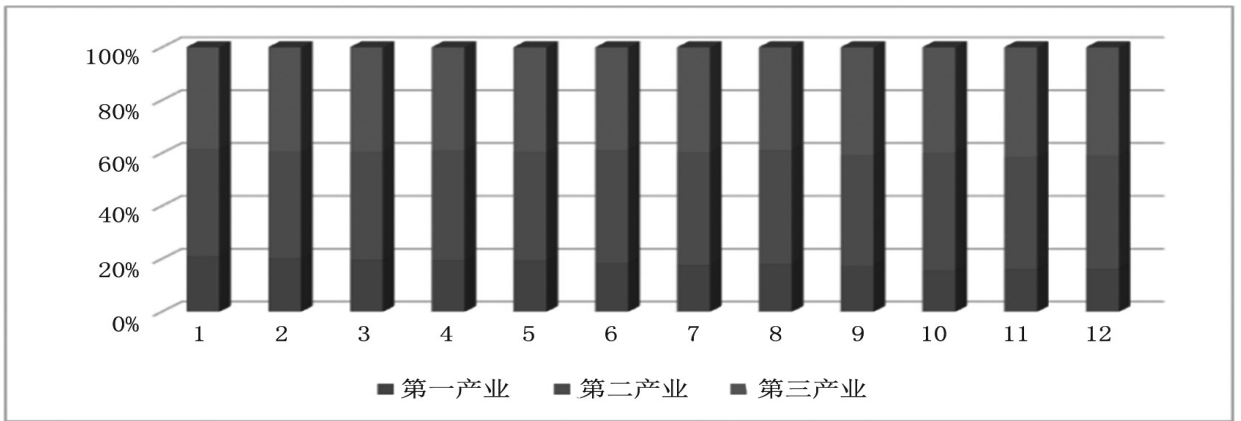


图2 2001 - 2015 年云南省三种产业比重变化

1.2 云南省环境质量和污染排放现状

1.2.1 环境质量

2002年到2010年,云南省的环境较好,处于全国领先水平。但从2010年到2012年,环境质量大幅下降。不过2010年到2012年云南省的人均GDP有了明显增长。从2012到2015年,云南省加大了环保执法力度,环境治理进一步加强,云南省的环境质量得到了很大的改善。

1.2.2 污染排放情况

云南省废水的总排放量在2001年至2015年间一直处于增长状态。在2011年,云南省废水排放量由2010年的91992.68万吨急剧上升到2011年的147523.10万吨。在此之后,废水排放的增加量明显开始减少,说明废水排放已经引起了关注,而且已经采取措施并得到一定的控制。化学需氧量的排放量,在2001年至2010年一直处于缓慢减少状态,但

2011年废水排放量的急剧增长,导致化学需氧量也急剧上升,由2010年的26.83万吨增加到2011年的55.47万吨。二氧化硫排放量在2011年上涨到顶峰,之后开始缓慢减少。2015年,工业固体废物排

放量仅为6.86万吨,与2011年的295.80万吨相比有了明显的下降,说明工业废弃物的处理得到了显著的成效。具体见图3。

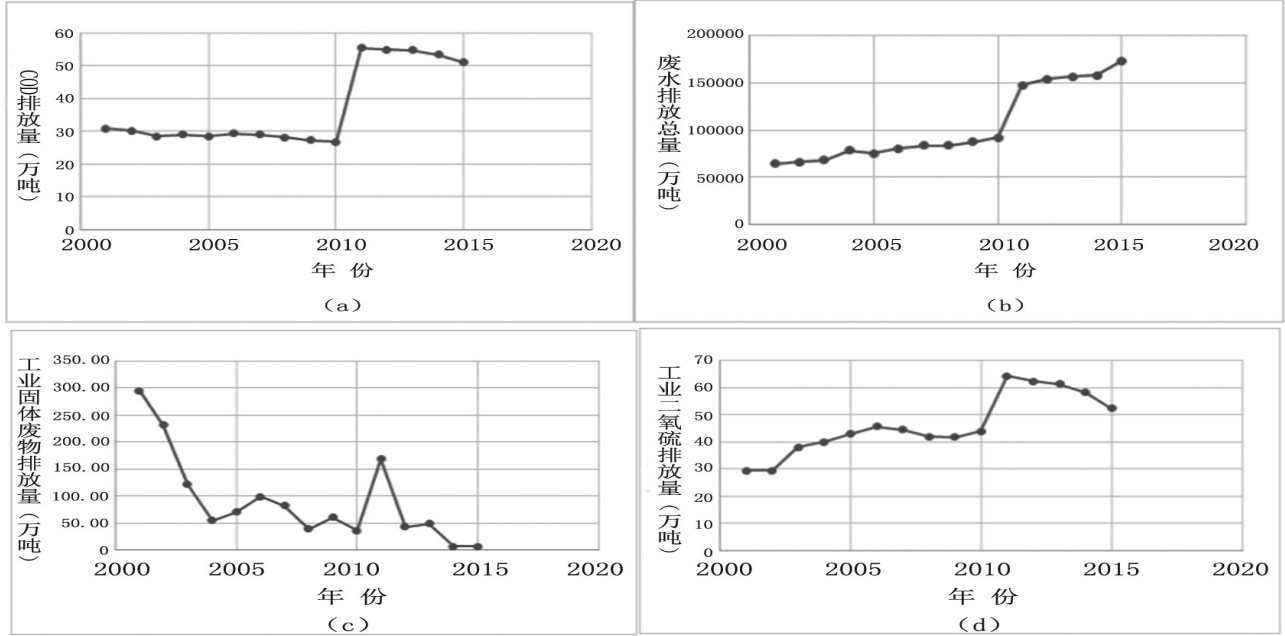


图3 2001 - 2015年云南省污染排放情况

2 实证分析

2.1 模型构建

利用 *spss22.0* 软件,以人均 *GDP* 为解释性变量 x ,分别以四类环境指标为被解释性变量 y ,带入方程 $y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3$ 进行三次曲线模拟回归。模拟结果如表1所示,四类环境指标对人均

GDP 的环境库兹涅茨曲线如图4所示。

由表1与图4可知,四类评价环境污染物的指标分别与人均 *GDP* 的拟合度均大于0.5,总体模拟效果较好,呈现出环境污染排放的波动特性,但四类 *EKC* 曲线不符合传统的“倒U”型,依据 *EKC* 曲线模型的理论,四类 *EKC* 曲线均呈“倒N”型。

表1 云南省经济增长与四类环境污染物的分析结果

环境指标	模型系数				模型检验		
	β_0	β_1	β_2	β_3	R^2	F	P
废水排放总量 (万 t)	93002.789 (0.003)	- 8.537 (0.186)	0.001 (0.059)	- 1.661E - 8 (0.070)	0.956	79.511	0.000
化学需氧量(COD) 排放量(万 t)	67.811 (0.000)	- 0.011 (0.004)	7.841E - 7 (0.002)	- 1.524E - 11 (0.003)	0.89	29.580	0.000
工业固体废物排放量 (万 t)	632.716 (0.001)	- 0.114 (0.006)	7.056E - 6 (0.011)	- 1.349E - 10 (0.014)	0.674	7.590	0.005
工业二氧化硫排放量 (万 t)	35.557 (0.032)	- 0.001 (0.711)	2.485E - 7 (0.311)	- 6.252E - 12 (0.211)	0.814	16.025	0.000

注:括号内为 t 检验对应的相伴概率。

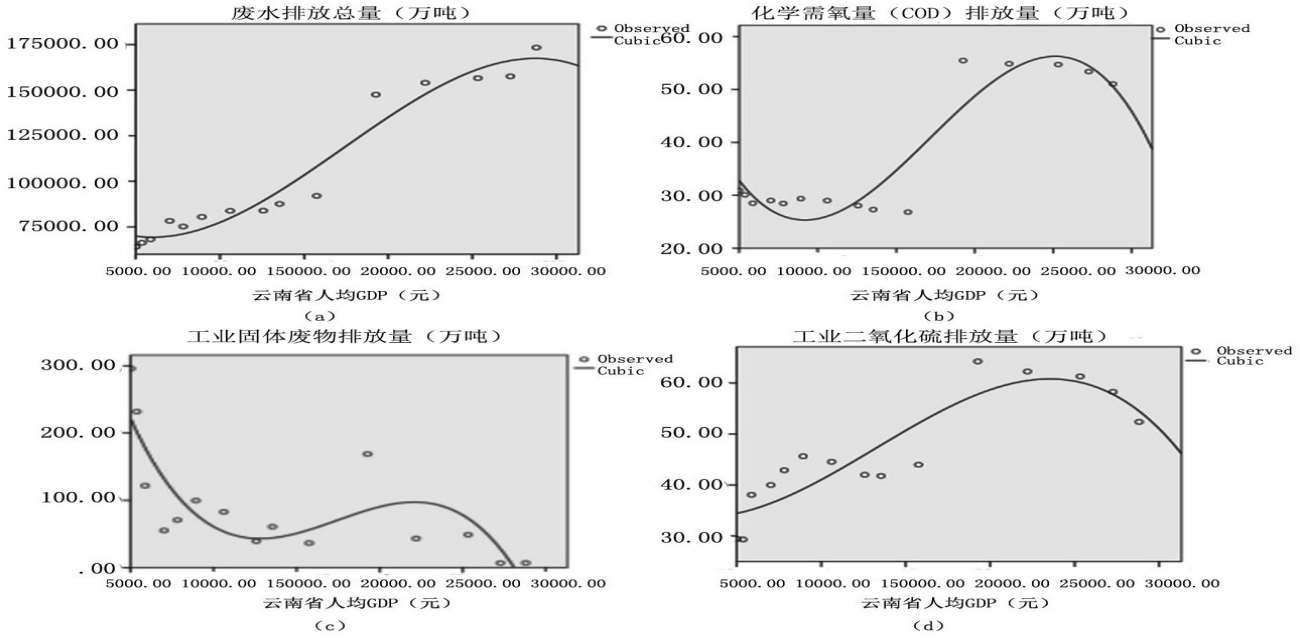


图4 四类污染物排放量的EKC曲线

废水排放总量的EKC曲线位于“倒N”型曲线的中段。2001年-2013年,人均GDP与废水排放总量均呈现显著的上升趋势,曲线的转折点对应的人均GDP为28 806元/人,与之对应的时间在2015年。依据曲线的估计,废水排放总量在此后可能随着人均GDP呈下降的趋势。

COD排放量的EKC曲线形态为明显的“倒N”型,呈现出两个拐点的特征。第一个拐点大约出现在2006年,对应的人均GDP为8 929元,其后COD排放量随人均GDP的增加呈迅猛上升的趋势。第二个拐点出现在2013年,此时的人均GDP为25 322元。此后COD排放量有所下降。

工业固体废物排放量的EKC曲线形态同样呈“倒N”型,也出现了两个转折点。在2001年-2007年间,工业固体废物排放量一直呈现下降的趋势,2008年为曲线的第一个转折点,此时对应的人均GDP为12 570元。在之后四年内工业固体废物排放量出现略微上升的趋势,到2012年时到达第二个转折点,对应的人均GDP为22 195元。

工业二氧化硫排放量的EKC曲线位于“倒N”型曲线右半段。2001年-2012年间,工业二氧化硫排放量随着人均GDP的增加而增加,大约在2012年抵达最高峰值拐点,对应人均GDP约为24 000元。之后EKC曲线呈现下降的趋势。

2.2 综合污染指标确定

把上述四个环境污染指标整合成一个综合污染指标,理由有二:一是通过对前面所选用的四个环境污染指标进行相关性分析,从表2中发现四个环境污染指标彼此之间都存在着一定的相关性。其中,废水排放量与化学氧量(COD)排放量之间的相关度为0.946,废水排放量与工业二氧化硫排放量相关度为0.892。二是用单一指标进行回归得出的环境库兹涅茨曲线具有不同的形态与特征,导致无法研究云南省经济发展与环境污染之间的总体关系。因此,用综合污染指标来衡量环境污染的程度,即将云南省2001年至2015年的废水排放总量、COD排放量、工业固体废弃物排放量以及工业二氧化硫排放量合成一个综合指标,再与人均GDP构建模拟方程并分析,得出结论。

表 2 四类环境污染指标相关矩阵

		废水排放总量 (万吨)	化学需氧量(COD) 排放量(万吨)	工业固体废物 排放量(万吨)	工业二氧化硫 排放量(万吨)
废水排放总量(万吨)	Pearson Correlation	1	.946**	-.486	.892**
	Sig. (2 - tailed)		.000	.066	.000
	N	15	15	15	15
化学需氧量(COD) 排放量(万吨)	Pearson Correlation	.946**	1	-.241	.866**
	Sig. (2 - tailed)	.000		.387	.000
	N	15	15	15	15
工业固体废物 排放量(万吨)	Pearson Correlation	-.486	-.241	1	-.533*
	Sig. (2 - tailed)	.066	.387		.041
	N	15	15	15	15
工业二氧化硫 排放量(万吨)	Pearson Correlation	.892**	.866**	-.533*	1
	.000	.000	.041		
	N	15	15	15	15

注:系数后*代表在5%水平下通过检验,**代表在1%水平下通过检验。

2.2.1 建立环境污染综合指标

参照高宏霞等人的方法,建立直线无量纲化指标: $M_{ij} = 60 + [(X_{ij} - \bar{X}_j)/10S_j] \times 100$

其中, $i = 1, 2, 3 \dots 15$,代表2001年到2015年15个年份, $j = 1, 2, 3, 4$,分别代表废水、COD排放量、工业固体废物、工业二氧化硫四个环境污染指标, X_{ij} 是第j组污染物在第i年的排放量, \bar{X}_j 是第j组样本的平均值, S_j 是第j组的样本标准差, $\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}$, S_j

$= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}$, n 是样本的年份跨度,为15。

本文选取的环境污染指标有4个,因此在计算环境污染综合指标时,需要考虑这4个指标的权重。对于权重的确定,本文采用变异系数作为评价各指标的权重。变异系数的计算方法如下:

$$V_j = S_j / \bar{X}_j, W_j = \frac{V_j}{\sum_{i=1}^m V_j}, j = 1, 2, 3, 4, m = 4。$$

其中, W_j 为权数。利用上述方法计算出废水排放量的权重是0.205,COD排放量的权重是0.179,工业固体废物排放量的权重是0.487,工业二氧化硫排放量的权重是0.129。云南省环境污染综合指标的计算公式为:

$$M_i^* = 0.205M_{i1} + 0.179M_{i2} + 0.487M_{i3} + 0.129M_{i4}$$

其中, $i = 1, 2, 3 \dots 15$,代表2001年至2015年15个年份。

2.2.2 构建环境污染综合指标与人均GDP的环境库兹涅茨曲线

利用软件spss22.0,以人均GDP为解释性变量 x ,环境污染综合指标为被解释性变量 y ,带入方程 $y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3$ 进行三次曲线模拟回归。模拟结果如表3所示,环境污染综合指标与人均GDP的EKC曲线如图所示。

环境污染综合指标与人均GDP的EKC曲线 R^2 为0.619,总体模拟效果较好,但不符合传统的“倒U型”,依据EKC曲线模型的理论,环境污染综合指标与人均GDP的EKC曲线呈“倒N”型。

表 3 云南省经济增长与环境污染综合指标的分析结果

统计量	模型系数				模型检验		
	β_0	β_1	β_2	β_3	R^2	F	P
环境污染综合指标	95.745 (0.000)	-0.00917 (0.003)	6.24E-8 (0.003)	-1.22E-11 (0.004)	0.619	5.9465	0.012

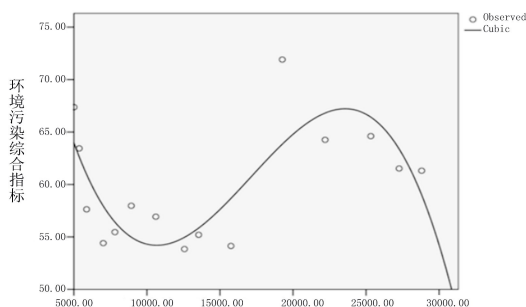


图5 环境污染综合指标与人均GDP的关系

环境污染的综合指标与人均GDP的EKC曲线形态为明显的“倒N”型,呈出现两个拐点的特征。第一个拐点大约出现在2007年,对应的人均GDP为10609元,之后环境污染水平随着人均GDP的增长逐渐恶化。第二个拐点大约出现在2012年,对应的人均GDP为22195元。此后,环境污染水平呈好转的趋势。

3 结论及建议

3.1 主要结论

3.1.1 经济发展与环境污染呈现出“倒N型”的关系

分析发现,无论是单个污染指标,还是综合污染指标,回归得出的EKC曲线都不符合传统的“倒U型”曲线,而是呈“倒N型”。该研究结果表明,环境库兹涅茨曲线形态并不是固定不变的,而是会因为研究区域的不同而呈现出不同的形态特征。

3.1.2 不同环境指标的EKC曲线具有差异性

初期,我们将云南省2001年至2015年的废水排放总量、COD排放量、工业固体废弃物排放量以及工业二氧化硫排放量分别与人均GDP建立模型,分析发现:虽然四类EKC曲线均呈“倒N型”,但四类EKC曲线的拐点却并不会同期到来。研究结果表明,COD排放量、工业二氧化硫排放量和工业废弃物排放量均已经过第二个“拐点”,呈现出污染排放量随经济增长而减少的趋势。而废水总排放量的EKC曲线还未达到第二个“拐点”处,即废水排放量依旧随着经济的增长而增长。所以,加强对于废水排放的监管是改善目前云南省环境质量的关键。

3.1.3 云南省环境质量在逐步改善

对环境污染综合指标进行分析可知,云南省环境质量状况可以分为三个阶段。第一阶段是由2001年到2008年,在这一段时间内云南省的环境质量逐

步好转。与此同时,云南省的人均GDP稳步增长,但增幅并不明显。从产业结构上来看,农业的占比逐年下降反之工业逐步发展,第二产业占比逐年上升。虽然在此阶段云南省环境质量有了一定程度的好转,但由于监管力度弱,管理不完善,导致人们盲目追求经济增长而忽视了环境污染问题。第二阶段是由2008年到2011年,在这四年间,云南省大力发展第二产业,人均GDP实现快速增长。但是环境问题却日益加重,2011年污染排放量的增长率甚至超过了40%,使得人们的日常生活都受到了影响。于是,在第三阶段,即2011至2015年间,人们逐渐意识到环境问题的重要性,开始注重经济的可持续发展。在这一阶段,第三产业的大力发展也使得环境压力逐步减小,环境质量开始好转。目前,云南省污染排放量仍然有逐年下降的趋势,说明云南省的环境质量正在逐步改善。

3.2 建议

回顾2001年至2015年云南省的经济增长情况发现,2001年-2013年云南省GDP总量和人均GDP的增长速度都在15%左右,这种高速经济增长速度是通过粗放式发展获得的,社会资源配置低效,引起了很多环境问题。在当下建设美丽中国的背景下,政府需要更加理性对待经济增长速度,改变粗放开型经济增长模式,追求高质量经济发展。

3.2.1 促进科技进步,优化能源结构

注重科技创新是实现经济发展与环境保护的重点,而能源是经济发展的基础和动力。政府应该鼓励企业使用新型的治污设备,对污染排放少的企业进行适当的奖励;反之,督促污染排放较多的企业减少污染排放。能源方面,政府应鼓励企业充分利用清洁能源和可再生能源,控制煤炭等会造成严重污染的能源的用量,增加清洁能源的使用,因地制宜的利用风能、太阳能等,以实现经济的可持续发展。

3.2.2 加快产业结构调整,大力发展第三产业

从本文前面的分析可知,第三产业的发展可以有效降低经济增长对自然环境的压力。所以,政府不仅需要严格控制高耗能项目的数量,即减少对于大型工业项目的投入,利用市场机制淘汰一批技术落后、污染严重的企业,还要大力促进第三产业发展,使第三产业成为云南省经济发展的主要推动力。

参考文献

- [1] 贾丽丽,王佳,胡梦泽.基于 VAR 模型的工业经济发展与环境污染关系研究[J].工业技术经济,2017(2).
- [2] 夏勇,钟茂初.经济发展与环境污染脱钩理论及 EKC 假说的关系——兼论中国地级城市的脱钩划分[J].中国人口·资源与环境,2016(10).
- [3] 王伟,张常明,陈璐.我国 20 个重点城市群经济发展与环境污染联动关系研究[J].城市发展研究,2016(7).
- [4] 聂江.中国东部沿海地区经济发展与环境污染关系分析——以福建省厦门市为例[J].特区经济,2008(8).

A Study on the Relationship between Economic Development and Environmental Pollution in Yunnan Province

WAN Yunhao¹, CHEN Yinjie¹, HE Xiang²

(1. College of statistics and mathematics, Yunnan University of Finance and Economics, Yunnan, Kunming Province 650221, China;
2. Business School of Ningbo University, Ningbo Zhejiang Province 315211, China)

Abstract: On the basis of analyzing the status quo of the economy and environment of Yunnan province, and the environmental Kuznets curve (EKC curve) is applied in studying the relationship between economic development and environmental pollution in Yunnan province, it's found that the EKC curve of Yunnan province tends to be "inverted N", namely the relationship between environmental pollution and economic growth is firstly positively correlated but later negatively correlated and then positively correlated, and a second "inflection point" emerges in the curve. In order to improve the environmental effect to the economy of Yunnan, recommendations are put forward as follows: to promote the progress of science and technology and optimize the energy structure; to speed up the adjustment of industrial structure and vigorously develop tertiary industry.

Key words: economic development; environmental pollution; Kuznets curve