

资源枯竭型城市 GDP 与环境污染相关性研究

——以湖北省黄石市为例

张晓昱

(郑州大学商学院, 河南郑州 450001)

【摘要】 采用2003-2014黄石经济发展与环境污染的相关数据, 基于环境库兹涅茨曲线建立相关模型并研究曲线轨迹, 进行相关分析和回归分析。由结果可知, 黄石经济发展与环境污染具有显著相关性, 其中, 人均GDP与废水排放量、气体排放量的曲线均超过EKC曲线的转折点, 均处于环境库兹涅茨曲线的右半部分, 随经济发展, 废水排放量、气体排放量逐年下降。在气体排放中, 人均GDP与氮氧化物排放量曲线整体呈“倒U型”, 符合环境库兹涅茨曲线模型。人均GDP与固废产生量的曲线处于环境库兹涅茨曲线左半部分, 未达到“倒U型”曲线的拐点, 随着经济发展, 固体废弃物产生量逐年上升。最后针对相关结论, 分别从政府、企业、公众三方角度对黄石经济与环境协调发展提出建议。

【关键词】 资源枯竭型城市; 环境污染; GDP; EKC曲线

【中图分类号】 F062.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009-4733(2016)06-0068-06

doi: 10.3969/j.issn.1009-4733.2016.06.016

资源型城市是以本地区矿产、森林等自然资源开采、加工为主导产业的城市。长期以来, 作为中国重要的能源资源战略保障基地和国民经济持续健康发展的重要支撑, 资源型城市为我国经济社会发展做出了突出贡献。资源型城市依靠自然资源发展壮大, 因而对资源产业具有高度依赖性。根据国务院印发的《全国资源型城市可持续发展规划(2013-2020年)》, 我国共有资源型城市262个, 在经济发展的新常态下, 资源型城市面临资源枯竭、生态环境破坏等严峻挑战, 转变经济发展方式迫在眉睫。本文以湖北黄石市为例, 采用环境库兹涅茨曲线展开黄石市经济发展与环境污染关系的实证研究, 为黄石市转变经济发展方式实现可持续发展提供参考建议。

库兹涅茨曲线最初由经济学家Kuznets于1955年提出, 揭示了国民收入与分配公正的一种倒U型关系。随后美国经济学家Grossman和Krueger在1999年的一项研究中发现环境污染与经济增长的长期关系也呈倒U型, 即“环境库兹涅茨曲线”。当一个国家经济发展水平较低的时候, 环境污染的程度较轻, 但是随着人均收入的增加, 环境污染由低趋高, 环境恶化程度随经济的增长而加剧; 当经济发展达到一定水平后, 也就是说, 到达某个临界点或称“拐点”以后, 随着人均收入的进一步增加, 环境污染又由高趋低, 其环境污染的程度逐渐减缓, 环境质量逐渐得到改善, 这种现象被称为环境库兹涅茨曲线(以下称EKC)。

【基金项目】 2015年度全国统计科学研究项目(2015LY35); 湖北省资源枯竭型城市发展研究中心2015开放基金(Kf2015y01); 2016年度河南省教育厅人文社会科学研究项目(2016-QN-069); 河南省软科学项目(162400410144); 郑州大学2014青年教师启动基金(101 58020619)

【收稿日期】 2016—08—26

【作者简介】 张晓昱(1985~), 女, 河南商丘人, 郑州大学商学院讲师、博士, 研究方向: 统计与能源计量。

国外关于EKC的研究起步较早，因此较国内更为丰富，数据选取方面，不局限于一国或一地区的时间序列数据，而往往采用时间序列数据与截面数据相结合的面板数据进行分析^[1]；在指标选取上，除了广泛选用的人均GDP指标与一般环境污染指标，如三废排放量等，还采用环境足迹^[2]、能源利用率^[3]等指标分析，指标涵盖范围较广^[4]；在研究方法上，国外实证研究本质上还是对Grossman和Krueger方法的继承与完善，多使用线性回归或对数函数的拟合模型^[5]。

我国关于EKC的实证研究较国外起步较晚。但近些年来，随着环境压力的不断增大，关于这方面的研究受到越来越多国内学者的关注。关于EKC模型在中国成立与否，以及如果成立中国到底处于曲线的哪个位置众说纷纭。我国关于EKC的研究最早源于1999年，张晓用计量回归方法对我国EKC的存在性进行了检验，通过对工业“三废”等污染排放指标的检验，得出了我国经济发展与环境污染之间的EKC呈现弱的倒U型关系^[6]。刘一鸣利用1999–2010年间省际面板数据，对EKC在中国的存在性做了一个实证检验，发现其回归结果在二次型显著的所有系数中都很显著，在线性方程中排污量与经济发展存在着负相关关系，而一些变量在一次型函数中与三次型函数中存在不同的显著性^[7]。虞依娜和陈丽丽通过系统回顾国内EKC研究进展发现，研究区域和研究指标的不同，得出的结论不一致，有倒U型、倒N型、正N型、正U型和凹型等^[8]。桂小丹和李慧明则从数据选取、指标选取和研究方法三个角度进行了国内外EKC实证研究的比较^[9]。

总的来说，国内大多数研究均采用时间序列数据进行分析，得出的结果随数据、指标和EKC拟合模型的选取的不同而有所不同。由于不同国家和地区的情况不一致，EKC模型分析不是一种固定的模式，应采用多种模型进行回归分析，找到该地区适合的EKC拟合模型^[10]。

在我国中部地区中，黄石是最重要的原材料工业输出地和长江港口城市之一，是资源枯竭型城市的典型。其矿产资源丰富，已发现4大类的金属、非金属、能源和水气矿产，品种多达64种，有铁、锰等黑色金属，铜、钨、钼等有色金属，金、银等贵金属；有磷、硫、硅灰石等非金属矿以及煤炭等燃料矿，其中硅灰石的质量排名居全球第二。42种矿产已经被列入储量表，14种矿产储量具有高达4000多亿元潜在经济价值。得益于深厚的历史文化底蕴，辉煌灿烂的文明成果，黄石旅游资源也很丰富。目前，全市有1处国家4A级风景区，4处3A级旅游景区，1处国家级工业旅游示范点，1处省级生态旅游景区，1处省级森林公园，旅游资源类型丰富多样。向来被誉为“青铜古都”、“钢铁摇篮”的黄石，创造了举世闻名的华夏青铜文化，孕育了一大批近代民族工业。工业一直是黄石经济发展的命脉，是拉动黄石市GDP增长的主要动力。2014年，黄石市生产总值达1218.56亿元，比2013年增长9.1%。第一产业生产总值105.03亿元，增长5.1个百分点，占总产值8.62%；第二产业生产总值723.45亿元，增长8.7个百分点，占总产值59.37%；第三产业生产总值390.08亿元，增长10.5个百分点，占总产值32.01%。自2003年到2014年，黄石经济不断发展，工业实力不断增强，稳步上升，工业产值由2003年的405.07亿元增长到2014年的2189.92亿元，增长5倍。作为丰富的矿产资源地，黄石铁矿产量由2003年的392.09万吨增加到2014年的1534.10万吨，水泥产量由2003年的883.75万吨增加到2014年的1629.10万吨，为国家做出贡献巨大。

随着工业的发展，黄石的生态环境承受着巨大挑战。由于开采过度，矿产资源不断减少，各种矿物存储量大幅下降。工业废水、工业废气、工业固体废弃物等污染物的排放严重污染黄石环境。资源型城市在发展前期享受着资源天然的福利的同时，在后期也面临着资源枯竭、环境污染等一系列问题。为此，黄石市政府意识到当前已处于资源枯竭、经济转型的拐点，逐步出台相关政策，力促黄石产业转型，实现地区生产总值增长与环境保护的均衡发展。

本文以黄石为例，通过对其经济发展水平和环境污染数据的研究，探索它们的内在联系，运用环境库兹涅茨理论模型，重点分析环境污染程度对经济发展的影响，发现并解释其面临的问题，以及借鉴其在转型过程中的良好措施，提出一些改善黄石经济发展与环境之间关系的措施，为其他资源枯竭型城市的转型提供参考依据。

1. 变量选取与数据处理

1.1 变量选取

为构建GDP增长与环境污染水平关系计量模型,选取了黄石市人均GDP,工业废水排放量(吨)、工业废气排放量(亿标立方米)、工业固体废弃物产生量(吨)、氮氧化物排放量(亿标立方米)以及二氧化硫排放量(吨)作为变量指标。以2003—2014年的各个变量数据作为样本来进行分析。数据来源为2003-2014年《黄石市统计年鉴》与《湖北省统计年鉴》。

1.2相关性分析

依据黄石市 2003-2014 年人均 GDP 与环境指标统计数据,借助 SPSS 对黄石市人均 GDP 与环境污染排放做相关分析,结果见表 1:

表 1 黄石市人均 GDP 与环境污染排放的相关性分析

环境指标	废水排放量	废气排放量	固废产生量	氮氧化物排放量	SO ₂ 排放量
R	-.931**	-.910**	.729**	.815**	.309
P	.000	.000	.007	.004	.329

“*”表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

表 1 显示,所选的工业废水排放量、废气排放量、固体废物产生量和氮氧化物排放量等环境指标与人均 GDP 在双尾检验值为 0.01 水平时均存在显著的相关关系,SO₂排放量与人均 GDP 相关性较低。

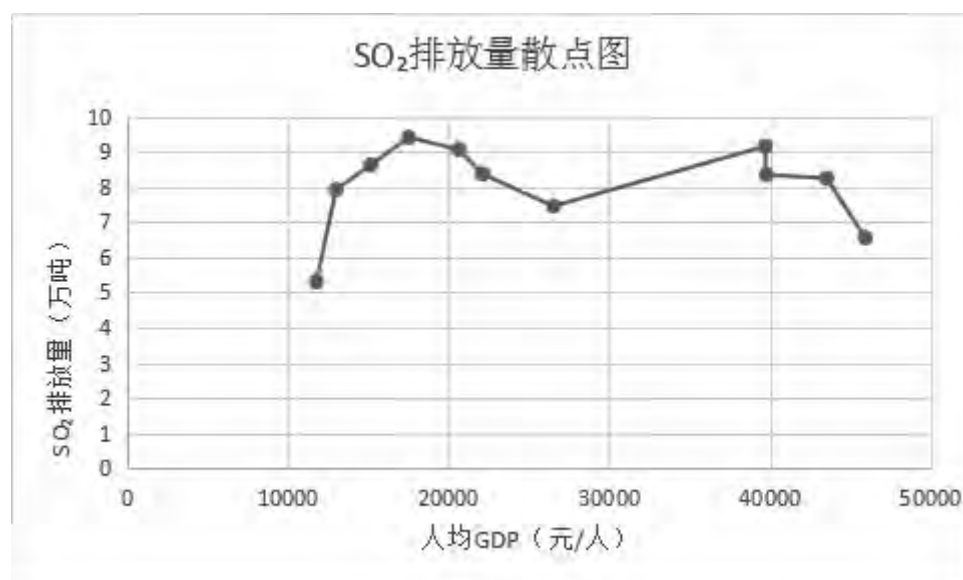


图 1 SO₂ 排放量折线图

分析SO₂排放量与人均GDP相关性可知，P值大于0.05，二者相关性很低，故不做基于环境库兹涅茨理论模型的回归分析。由政府工作报告显示，2003年-2004年SO₂年均浓度值一直在0.028-0.06mg/m³之间，没有超过国家环保部发布的《环境空气质量标准》2级标准限值，全年煤炭消耗量均在标准以内，含硫煤的大量使用是黄石市SO₂浓度一直处在国家2级水平的主要原因。如图1所示，2003-2014年随着人均GDP的增长，SO₂排放量大致围绕着8万吨上下波动，波动幅度不大。随着黄石市经济水平的发展，对能源的需求也大大上升，化石燃料的需求也逐年增长，在这个过程中释放大量的SO₂，十二五期间，黄石市对大小煤矿进行整改，坚决取缔超标生产的工业企业，使SO₂排放浓度明显降低。未来黄石政府将继续贯彻SO₂排放控制政策，在经济增长到一定程度时，SO₂排放量也许会呈现下降趋势。

2. 模型构建

随着环境问题研究的深入，EKC曲线已经被广泛用于分析环境污染与经济增长的关系，本文利用环境库兹涅茨理论模型，对湖北省黄石市经济增长与环境污染的关系曲线进行实证研究，为黄石市经济又好又快发展提供实证支持。

2.1 EKC曲线模型的构建

以人均GDP为自变量，分别以工业废水、工业废气、工业固体废弃物和工业氮氧化物排放量为因变量做出其相关数值的序列散点图，发现各散点图均呈非线性关系。借鉴环境库兹涅茨曲线的几种常见函数模型，结合黄石市的实际情况，利用SPSS和Excel等软件，分别选用EKC基本函数型函数（二次函数、三次函数、指数函数、对数函数和复合模拟等）进行回归拟合，从回归拟合系数R方和F值检验效果等情况来看，工业废气、工业废水、工业固体废弃物均以对数函数曲线拟合最好。氮氧化物排放量以三次函数曲线拟合最好。

采用对数函数模型进行回归分析，以X表示人均GDP，以Y表示环境污染排放，建立环境库兹涅茨曲线的对数函数模型，如下所示：

$$Y = \alpha + \beta \ln(X) \quad (1)$$

上式中：α为常数项，β值为ln(X)的估计系数。

采用三次函数模型进行回归分析，以X表示人均GDP，以Y表示氮氧化物排放量，建立环境库兹涅茨曲线的三次函数模型，如下所示：

$$Y = \alpha X + \beta X^2 + \gamma X^3 + \epsilon \quad (2)$$

上式中：α为一次项系数，β为二次项系数，γ为三次项系数，ε为常数项。

随着人均收入不断增加，环境恶化程度随经济的增长而加剧；当经济发展达到一定水平后，会出现经济与环境污染关系的临界点，随着人均收入继续增加，环境渐趋改善，环境污染的程度逐渐减缓。经济发展和环境污染程度总体存在先上升后下降的“倒U型”曲线关系。

2.2 实证结果分析

用人均 GDP 与废水排放量、废气排放量、固体废弃物产生量的关系曲线，对模型进行拟合，结果如下：

表 2 人均 GDP 与环境污染指标检验值

环境指标	常数项	β 值	R 方	F 值	Sig.
废水排放量	36125.916	-2828.909	0.797	31.328	0.001
废气排放量	67.062	-4.69	0.850	45.266	0.000
固废产生量	-2051.234	329.301	0.652	15.005	0.005

废水排放量：

$$Y = -2828.909 \ln(X) + 36125.916 \quad (3)$$

(-5.597) (6.992)

废气排放量：

$$Y = -4.69 \ln(X) + 67.062 \quad (4)$$

(-6.728) (9.411)

固废产生量：

$$Y = 329.301 \ln(X) - 2051.234 \quad (5)$$

(3.874) (-2.36)

氮氧化物排放量：

$$Y = -0.001X + 3.998E-008X^2 - 5.874E-013X^3 + 10.871 \quad (6)$$

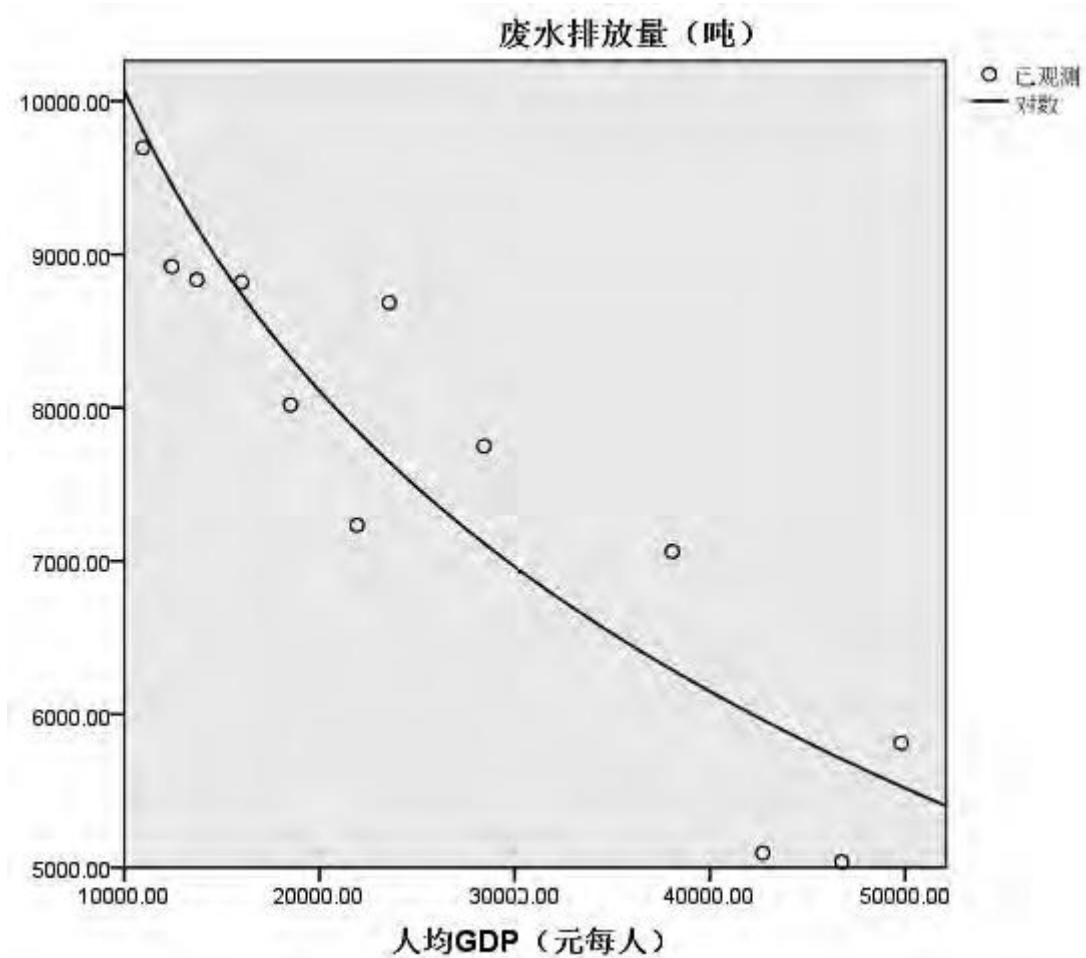


图 2 人均 GDP 与废水排放量散点图

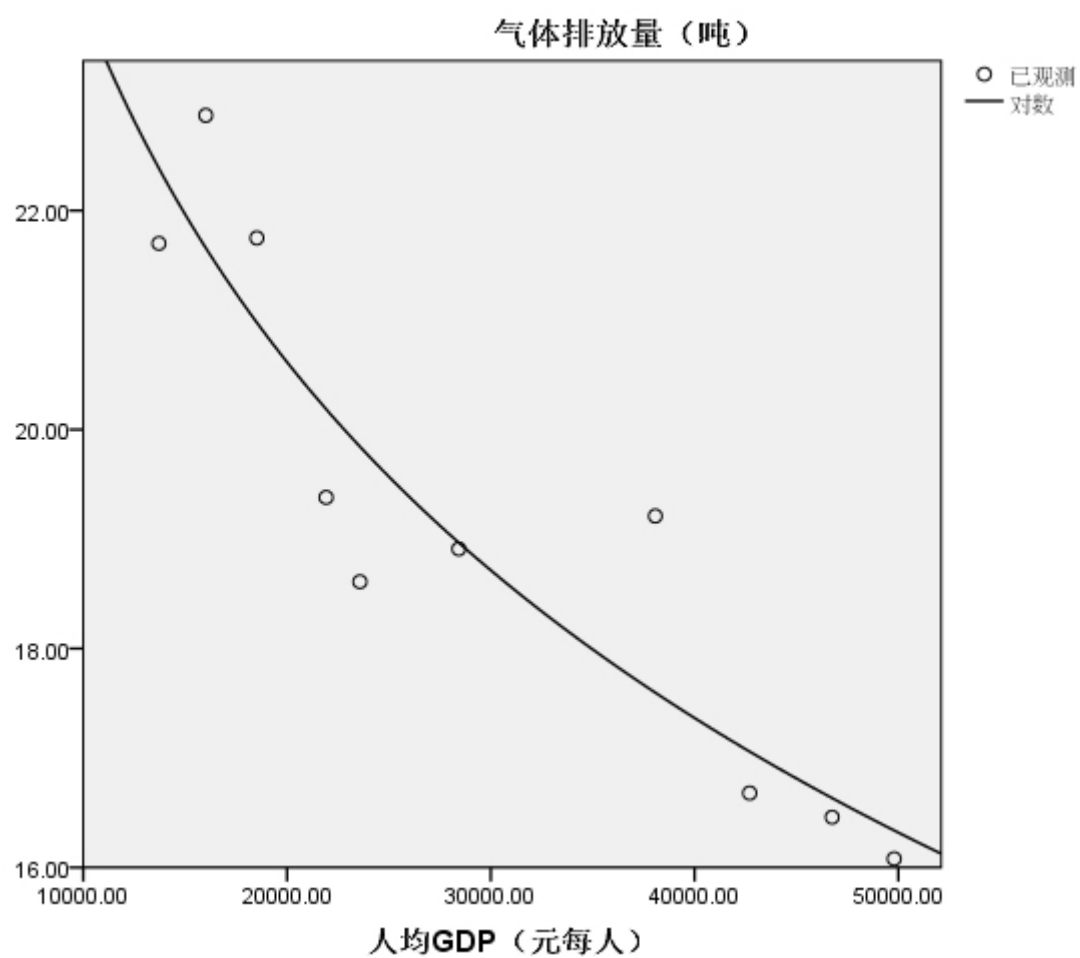


图3 人均GDP与气体排放量散点图

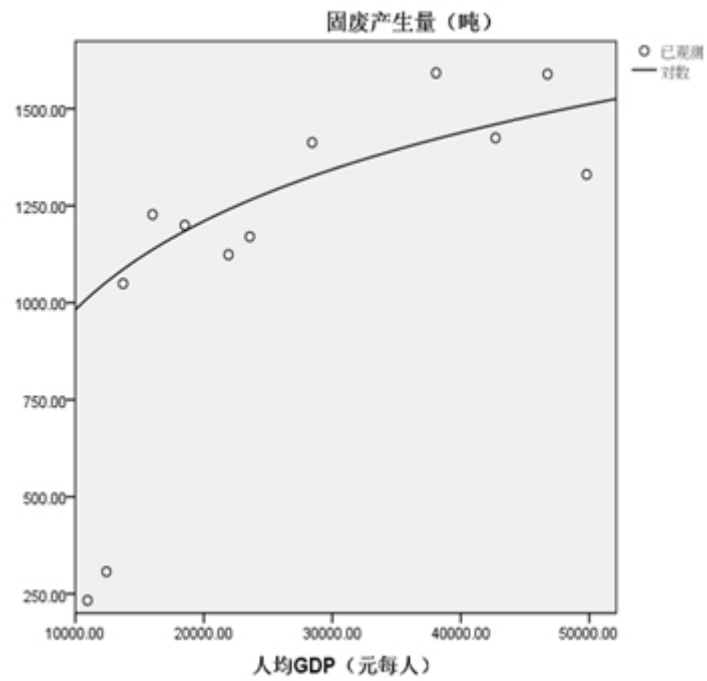


图 4 人均 GDP 与固废产生量散点图

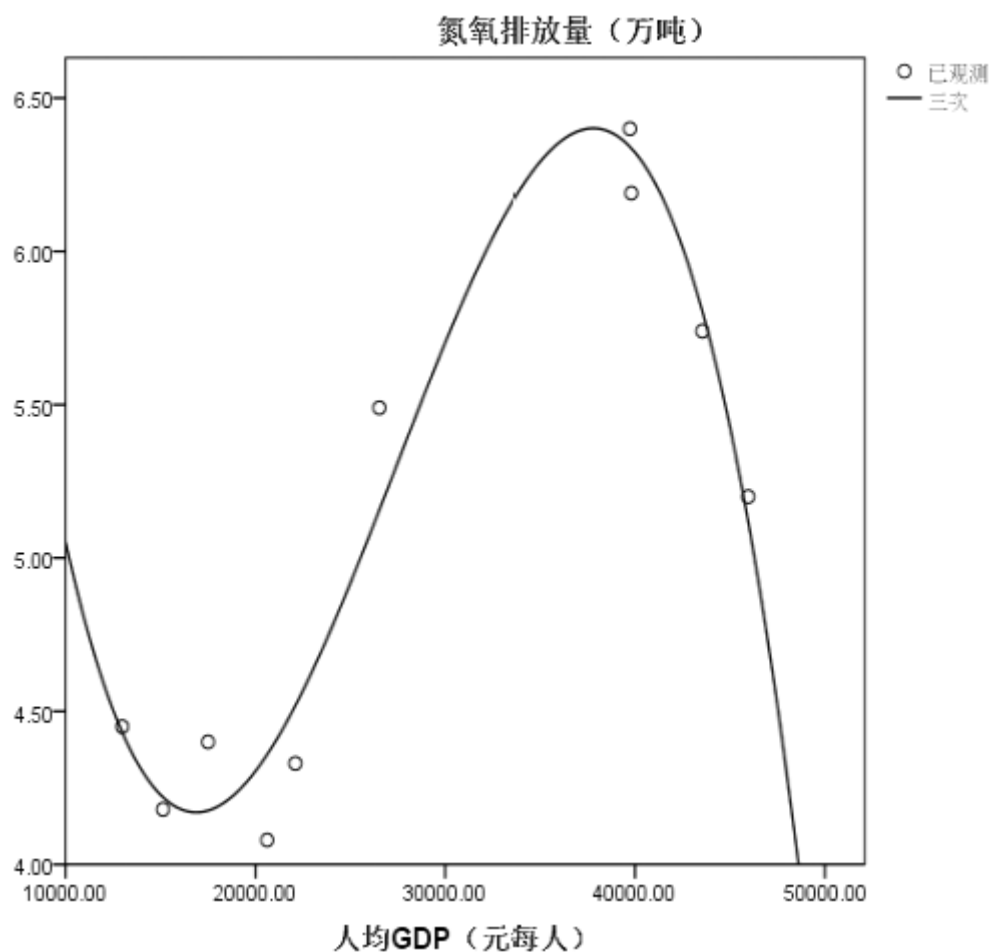


图5 人均GDP与氮氧排放量散点图

对模型(3)进行的人均GDP与废水排放量的关系分析显示,人均GDP与废水排放量的曲线已经超过转折点,正处于环境库兹涅茨曲线的右半部分。R方值为0.797,具有较好的显著性效果,统计学解析意义很大。从图2来看,废水排放一直处于下降趋势,污染状况已经得到一定程度的缓解。为保持良好的发展态势,防止反弹,以免再一次产生环境压力,政府需要建立和完善废水方面的环境保护机制,加强对环境的监管。完善“谁污染谁治理”的责任机制,提升水污染监测的技术指标。

对模型(4)进行的人均GDP与废气排放量的关系分析显示,这里以SO₂排放量、氮氧化物排放量以及粉尘排放量为主,废气排放量与人均GDP的曲线已经越过转折点,正处于环境库兹涅茨曲线的右半部分。R方值为0.850,有高度的显著性效果,具有很大的统计学解析意义。从图3来看,近十年来,废气排放正处于下降趋势,在2006年“十一五”规划之前,大气污染防治主要以减少末端污染物排放量为主,没有从企业的生产全过程来考虑,“十一五”规划后,企业开始启动清洁生产,政策广泛落实到普通群众,公众参与度提高。2011年“十二五”规划后,废气排放量又有了大幅度下降了,这得益于黄石市政府对环境治理的高度重视。各年均完成了总量控制目标,废气排放得到很好的控制。

对模型(5)进行的人均GDP与固体废弃物产生量的关系分析显示,人均GDP与固体废弃物排放量的曲线正处于环境库兹涅茨曲线左半部分,未达到“倒U型”曲线的拐点,其R方值为0.652,拟合度比较好,可以较好地解释人均GDP与固体废弃物排放量之间的关系。从图4可以得出这样的结论,目前随着经济的发展,固体废弃物产生量还处于上升的阶段,环境压力很大。黄石市应该积极采取对固体废弃物的环境治理措施,严格固体废弃物处理费的执行标准,把污染控制在一个较低水平上,提高固

体废弃物的利用效率，实现多次利用，减轻环境压力，使其快速达到曲线最高点，继而向良性发展方向转变，实现环境与经济的持续协调发展。

对模型(6)进行的人均GDP与氮氧化物排放量的关系分析显示，人均GDP与氮氧化物的曲线整体呈“倒U型”，符合环境库兹涅茨曲线模型。如图5所示，2005-2008年，人均GDP处在较低水平，氮氧化物排放量也随之保持在较低的水平，处在EKC曲线左侧最低端。2008-2011年，经济大力发展，氮氧化物排放量随之迅速增多，并且，在2011年附近，抵达曲线最高点。2011年十二五规划开始，之后几年氮氧化物排放越过EKC曲线模型的拐点，并呈现下降趋势，处于EKC曲线右半部分，环境污染状况得到一定的缓解。在国家的“十二五环保规划”中，氮氧化物成为继二氧化硫之后实行的总量控制的污染物，黄石市认真贯彻实施其纲要中提出的目标，即氮氧化物排放减少10%。黄石市在大力发展经济的同时，规定氮氧化物排放指标，控制氮氧化物排放量，从而使氮氧化物排放量随着人均GDP的增加呈现逐年下降的趋势。黄石市政府应继续加大脱硝设施的建设力度，全部采用低氮燃烧技术，实施相关政策，防止反弹。

3. 结论与建议

3.1 结论

资源型城市作为中国重要的能源资源战略保障基地和国民经济持续健康发展的重要支撑，为我国经济社会发展做出了突出贡献。在当前资源型城市的经济转型发展备受瞩目的背景下，我们以湖北黄石市为调查对象，展开资源型城市的经济发展与环境污染的实证关系研究。首先，我们选取了黄石市人均GDP，工业废水排放量、工业废气排放量、工业固体废弃物产生量、氮氧化物排放量以及二氧化硫排放量作为变量指标，以2003—2014年的各个变量数据作为样本来进行分析。通过构建EKC模型，我们得出了如下结论：人均GDP与废水排放量的曲线和人均GDP与废气排放量的曲线已经超过转折点，处于倒“U”型的右半段；人均GDP与固体废弃物排放量的曲线未达到“倒U型”曲线的拐点，处于倒“U”型曲线的左半段；人均GDP与氮氧化物的曲线整体呈“倒U型”，符合环境库兹涅茨曲线模型。这也表明废水、废气排放量与人均GDP的增长呈负相关关系，即随着人均GDP的增长，废水、废气排放量逐年递减；而固体废弃物的产生量则随着人均GDP的逐年增长仍然呈上升趋势。总体来说，黄石市的环境治理态势良好，应该继续坚持，早日完成转型，实现环境友好型的经济可持续发展模式。

3.2 建议

3.2.1 增强环保意识，促进经济与环境协调发展

政府要充分发挥其基础性作用，加强对市民环境保护有关知识的宣传和教育，提高企业对环境保护责任的认识和公众的环保意识。从而走经济与环境持续协调发展的新型工业化道路。企业应自觉响应政府号召，按照标准控污排污，自觉履行对环境应尽的义务。尤其是国有企业要加大治理污染的力度，起到模范带头作用。公众既要有保护环境的高度自觉性，又要提高参与意识，积极为环境保护建言献策，对相关企业和政府职能部门进行监督。通过以上环境保护机制，实现对全过程的控制。

3.2.2 优化产业结构，发展低污染、低能耗产业

政府应加大第三产业的比重，对第二产业内的轻、重工业比重加以调整，逐步淘汰那些高污染，高能耗的粗放型工业企业，而大力发展低污染、低能耗的集约型产业。提高知识型服务业，高新技术产业的份额，大力发展绿色产业和环保产业。以其优势资源和现有的工业基础为依托，致力于资源的综合开发和有效配置，着力提高产品的技术含量和附加值，推动资源的开发向“规模经济”方向发展，实现产业由资源主导型向规模经济型转变，努力实现高产出、低投入、少排放、低消耗的循环经济的目标。企业应提高自主创新意识，增强技术创新能力，借助高新技术来提高能源和资源的利用率，减少资源浪费和污染物的排放。严格淘汰落后的工艺和设备，争做科技含量高、经济效益佳、资源损耗小、环境污染少的新型企业，积极接受产业转型。

3.2.3 抓重点治理，培养示范区带动整个区域发展

围绕重点区域，重点流域，重点行业和重点企业的污染中存在的突出问题，深入推进水污染，大气污染以及固体废弃物污染的治理与污染源控制的工作，使其全面达标排放，在项目开发中，坚决禁止那些粗放型利用资源的项目运行，更不能盲目引进一些生产工艺落后、对污染严重的劣质项目，防止污染的扩大，实现“碧水蓝天”的理想效果。并培养一些先进的示范区，比如其唯一的一个国家级经济技术开发区——黄石经济技术开发区，使其起到模範样本的作用，来带动整个黄石市的全面发展。

3.2.4 抢抓政策先机，推进绿色转型发展

由国家工信部组织，我国建立11个首批区域工业绿色转型发展试点城市，探索建立联动机制推进工业绿色转型发展。作为试点城市的典型，湖北省黄石市要抓住机遇，打造“黄石模式”。抢抓政策先机，在资源能源利用效率、污染排放水平、工业结构调整等领域加大投入力度，争取得到突破性进展，率先走工业绿色转型发展的道路，继而把转型路径和模式推广到全国。

3.2.5 大力发展旅游业，实现经济的低碳绿色增长

黄石市拥有众多旅游资源，但发展缓慢的旅游业与其自身丰富的自然及人文景观极不相符，其旅游产业属于刚刚起步阶段。黄石市作为华夏青铜发祥地之一，应该充分营造地区青铜文化氛围，主打“青铜故里”招牌，发展旅游产业；同时黄石拥有发展红色旅游的优势，应对其大冶刘仁八红三军团建军旧址、阳新龙港红军街和湘鄂赣边区红军烈士墓林等红色旅游资源加以利用，打造“红色旅游”文化，从而高效合理地运用旅游资源，使旅游经济的高效益与生态效益相协调。

[参 考 文 献]

[1] Azmat Gani. The effect of trade and institutions on pollution in the Arab countries[J].Journal of International Trade Law and Policy, 2013, 12(2): 154-168.

[2] Richard York , Eugene A. Rosa , Thomas Dietz. The Ecological Footprint Intensity of National Economies[J].Journal of Industrial Ecology, 2004, 8(4): 139-154.

[3] Joshua Sunday Riti, Yang Shu. Renewable energy, energy efficiency, and eco-friendly environment in Nigeria[J].Energy, Sustainability and Society, 2016, 6(1): 1-16.

[4] Korhan G?kmeno?lu, Nigar Taspinar. The relationship between Co2emissions, energy consumption, economic growth and FDI: the case of Turkey[J].The Journal of International Trade &Economic Development, 2016, 25(5): 706-723.

[5] Swati Sinha Babu, SoumyendraKishore Datta. The relevance of environmental Kuznets curve(EKC) in a framework of broad-based environmental degradation and modified measure of growth - a pooled data analysis[J].International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2013, 20(4): 309-316.

[6] 张 晓. 中国环境政策的总体评价[J]. 中国社会科学, 1999, (3): 88-99.

[7] 刘一鸣. 环境库兹涅茨曲线在中国的实证研究[J]. 统计与管理, 2014, (5): 20-24.

-
- [8] 虞依娜, 陈丽丽. 中国环境库兹涅茨曲线研究进展[J]. 生态环境学报, 2012, 21(12): 18-23.
- [9] 桂小丹, 李慧明. 环境库兹涅茨曲线实证研究进展[J]. 中国人口与资源与环境, 2010, 20(3): 45-48.
- [10] 唐大平, 严素定, 闫伟伟, 文 雯. 基于耦合模型的黄石市环境质量与经济协调发展研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(34): 81-83, 89.