



移动扫码阅读

邓天陆,刘娟.太原市环境问题现状及可持续发展路径分析[J].能源环境保护,2020,34(5):59-64.

DENG Tianlu, LIU Juan. Current situation of environmental problems and analysis of sustainable development path in Taiyuan[J]. Energy Environmental Protection, 2020, 34(5):59-64.

太原市环境问题现状及可持续发展路径分析

邓天陆,刘娟*

(天津理工大学 环境科学与安全工程学院,天津 300384)

摘要:根据太原市2010~2018年工业“三废”排放量和人均GDP数据,拟合太原市环境库兹涅茨曲线(EKC),基于情景预测法对太原市未来EKC曲线趋势进行预测。结果表明,太原市工业“三废”排放量与人均GDP分别拟合的曲线均已超过EKC曲线模型拐点,城市化进程已经处于后期。通过大气环境EKC曲线的情景模拟可知,无论采用哪种情景模式预测,太原市都将在未来15年内完成EKC曲线模型中倒“U”型的后半段进程。

关键词:EKC曲线;情景预测;可持续发展;太原市

中图分类号:X821

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2020)05-0059-06

Current situation of environmental problems and analysis of sustainable development path in Taiyuan

DENG Tianlu, LIU Juan*

(School of Environmental Science and Safety Engineering, Tianjin University of
Technology, Tianjin 300384, China)

Abstract: According to the industrial "three wastes" emissions and per capita GDP of Taiyuan city from 2010 to 2018, the trend of the Environmental Kuznets Curve (EKC) curve of Taiyuan city was predicted with the scenario prediction method by fitting EKC. The results showed that the fitted curves of industrial "three wastes" emissions and per capita GDP had exceeded the inflection point of the EKC curve model, and the urbanization process was in the late stage. According to the scenario simulation of EKC curve of atmospheric environment, no matter which scenario was used, it was indicated that Taiyuan would complete the second half process of EKC curve model which showed a inverted "U" shape in the next 15 years.

Key Words: EKC Curve; Scenario prediction; Sustainable development; Taiyuan city

0 引言

随着社会文明发展,城市化过程中引发的环境污染愈发严重,分析掌握环境与可持续发展的关系、解决环境污染压力和经济发展的矛盾也成为城市发展过程中的当务之急^[1-4]。在研究分析经济上升发展与生态环境保护之间演变规律时,

环境库兹涅茨曲线模型不仅能够反映城市化进程中经济与环境的关系,更能在趋势预测上提供经验性的帮助^[5-8]。

山西省以重工业闻名,为国家建设做出了杰出贡献,但由于长期以第二产业为经济支柱发展,也付出了生态环境恶化的代价。本文从城市化过程中引出的环境污染问题入手,针对山西省太原

收稿日期:2020-05-22

基金项目:2019年天津理工大学教学基金项目(项目编号:KG19-19)

第一作者简介:邓天陆(1997-),男,河北藁城人,本科,主要从事循环经济方向的研究。Tel:18722231986。E-mail:dtl0626@163.com

通信作者简介:刘娟(1978-),女,河北霸州人,博士,副教授,主要从事循环经济、生态工业、低碳经济相关领域的研究工作。Tel:022-60214185。E-mail:emptylj@126.com

市近些年“工业三废”排放量及污染现状展开论述,通过绘制太原市环境库兹涅茨曲线,判断太原市城市化进程,通过情景预测法分析生态环境发展趋势,结合当地产业发展特点,在超过环境资源负荷之前为太原市环境可持续发展路径做出判断,并提出建议。

表 1 太原市 2010~2018“工业三废”排放量以及人均 GDP

年份	工业废水/万吨	工业废气/万标立方米	工业固体废物/万吨	人均 GDP/元
2010	500.74	11 570 799.00	1 506.32	31 898.00
2011	652.96	15 065 837.93	1 646.10	38 501.00
2012	778.79	14 883 700.00	1 766.21	43 702.00
2013	500.54	17 934 623.00	1 907.31	44 450.00
2014	583.31	21 352 618.00	1 974.48	44 382.00
2015	614.18	19 829 499.00	1 754.27	42 688.00
2016	458.00	22 419 322.10	1 857.20	44 461.00
2017	449.00	17 453 385.00	1 856.10	47 790.00
2018	373.93	20 947 131.00	1 903.70	51 976.00

由表 1 可以得出如下结论:

(1)太原市的人均 GDP 在 2012 年时进入到了一个瓶颈,直至 2016 年都没有较大幅度的提升,近两年情况出现转变,开始出现抬头趋势,2018 年人均 GDP 达到 51 976.00 元,相比 2010 年提高了 41%。

(2)由于太原市出台的一系列政策用以加强管控工业废水排放,以及工业废水处理技术上的进步,至 2018 年时工业废水排放量为 373.93 万吨,相比 2012 年峰值下降 51.9%,一系列的控制效果颇为显著。

(3)太原市工业废气排放量在 2010 年后呈波浪形上升,在 2016 年达到最高值,相较最低值上升了 48.3%。2018 年出现小幅度下降,九年中整

1 太原市环境问题现状分析

1.1 太原市“工业三废”排放量分析

查询《太原市统计年鉴》,整理得到 2010~2018 年太原市人均 GDP、太原市工业废水排放量、工业废气排放量以及工业固体废弃物产生量,如表 1 所示^[9-10]。

体处于上升趋势。

(4)固体废弃物的产生量并没有大幅度的显著变化,但整体还是呈现上升的趋势,在 2014 年达到最高值。2018 年相比 2010 年上升了 20.9%,没有出现特别大的起伏波动。

1.2 太原市 EKC 曲线

1.2.1 指标数据的选取

本文选取最为普遍的“工业三废”排放量作为环境指标,经济指标则选取太原市同年人均 GDP^[11]。依据上文中收集的数据,使用 SPSS 软件,将经济指标分别与对应的三个环境指标进行散点图绘制,之后对其采取进一步的相关分析,见表 2。

表 2 二次曲线模型相关分析

环境指标	R ²	F	df	常数	b1	b2
废水	0.694	3.084	2	-2 252.489	0.015	-1.845E -6
废气	0.780	4.138	2	-36 590 970.654	2 150.877	-0.020
固体废弃物	0.797	11.804	2	-759.007	0.100	-9.351E -7

通过表 2 可以看出,在进行二次曲线模型相关分析时存在明显相关性,可以说明所选取指标建立的函数模型具有一定的解释意义。

1.2.2 EKC 曲线模型的建立

借助 SPSS 软件,以 y 轴表示前文中所挑选的环境指标,以 x 轴表示经济指标,分别建立二次曲线模型,其曲线模型如图 1~3 所示。

1.2.3 EKC 曲线分析

从上述 3 个图所示的回归曲线模型和散点图可以看出,所选取的太原市环境指标与经济指标曲线模型拟合程度良好,每条曲线都明显呈现出环境库兹涅茨曲线模型所具有的倒“U”型特征。

由图 1 可知,图像已处于环境 EKC 曲线模型的倒“U”形顶点右侧,拐点位于 2014 年前后,下

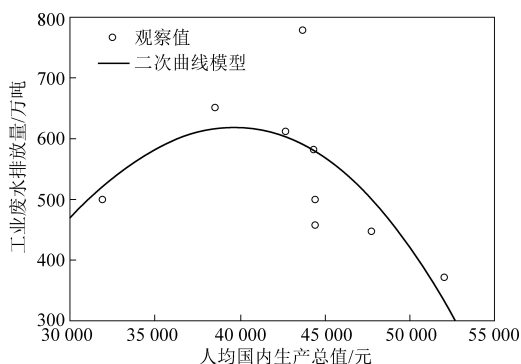


图 1 太原市工业废水排放量与人均 GDP 拟合曲线

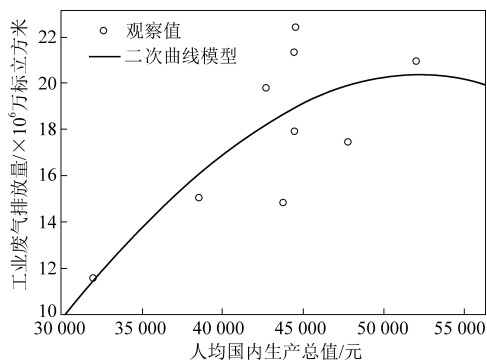


图 2 太原市工业废气排放量与人均 GDP 拟合曲线

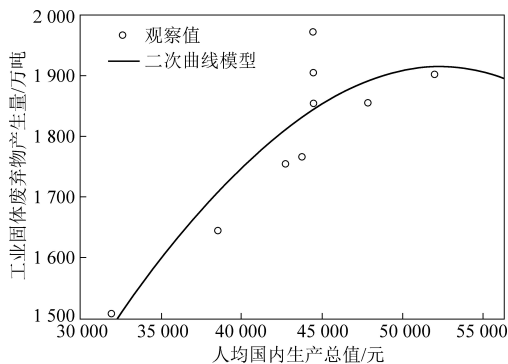


图 3 太原市固体废物产生量与人均 GDP 拟合曲线

降趋势十分明显。太原市 2015 年出台的《太原市水污染防治计划》^[12], 严格审查各行各业污染排放, 加大污染源头的治理力度, 提升污水处理技术, 工业废水排放量缓步下降。工业废水污染影响越来越小, 已经步入改善阶段中后期, 可见太原市出台的相关政策已颇见成效。

由图 2 可知, 图中整体呈现上升趋势, 曲线模型在 2018 年刚刚出现转折点, 此时人均 GDP 为 51 976 元。太原市长期以重工业发展为主, 大气污染颇为严重, 能源消耗是其污染严重的罪魁祸首。同时化学化工行业、采矿业、冶炼业和饮料业也是占比较大的污染排放源。2017–2018 年, 太原市连续发布了《太原市大气污染防治行动计划》^[13], 该行动计划的实施也恰好对应图 2 中工业废气排放量转折点, 开始进入 EKC 曲线模型

中经济发展对环境影响效果由恶性向良性的转变。

由图 3 可知, 与图 2 相似, EKC 曲线整体呈上升状态, 在 2018 年前后开始出现下降趋势, 处于受控状态并开始向良性转变。太原市的工业固体废物治理一直采取稳步推进手段^[14], 提升废弃物综合利用率以及固体废弃物处置技术, 相信随着更多清洁能源的投入使用, 其曲线将进一步下降。

1.3 太原市城市发展进程

综上所述, 通过分析图 1~3 可知, 作为典型的资源型城市, 太原市在以重工业为主的工业化、城市化进程中, 虽然过度追求经济水平提升导致环境污染日益加剧, 但进入二十一世纪后, 对环境污染问题的重视程度逐渐提高, 制度与政策落实到位, 在严重污染治理方面已经取得了突出进步^[15], 其 EKC 曲线已过拐点, 经济与环境的关系转向良性发展, 生态文明发展迈向了新的高度。太原市由工业化中期进入工业化后期, 城市产业结构开始服务业化, 工业结构向城外转移, 城乡差距逐渐缩小, 对于环境的治理也已经开始呈现出城乡一体化趋势。

2 太原市可持续发展路径分析

2.1 太原市环境问题情景预测分析

鉴于太原市大气污染的情况相对严重, 本文针对太原市工业废气排放量与人均 GDP 的 EKC 曲线进行情景预测, 在现有数据基础上, 通过拟定初中高三阶情景模式, 分析未来太原市 EKC 曲线可能会出现的走势情景并推理判断出太原市 EKC 曲线顶点出现位置^[16]。

2.1.1 情景模式的拟定

通过太原市废气 EKC 曲线走势现状, 并以 2018 年人均 GDP 和工业废气排放量为基础参数, 参考太原市“十三五”规划中的年均 GDP 增长 7.5%, 工业废气排放量下降 11.1% 为标准, 为其设定三种情景模式:

(1) 初阶模式, 保持人均 GDP 继续上升达到规划标准的同时, 工业废气排放量仅处于持平或小幅度下降 (取 6.1%)。

(2) 中阶模式, 每年都能够达到规划目标, 人均 GDP 逐年上涨, 工业废气排放量稳步下降, 按照 EKC 曲线模型正常进入倒“U”后半段。

(3) 高阶模式, 在中阶模式的基础上, 重视清

洁工艺的技术提升,投入使用更多的清洁能源,产业结构更为合理,在保证人均 GDP 上涨的同时,工业废气排放量减小幅度加大,取优化后的结果为逐年下降 16.1%。

表 3 情景预测数据汇总

名称	现状值	初阶情景		中阶情景		高阶情景	
		2025	2035	2025	2035	2025	2035
工业废气排放量 /万标立方米	20 947 131.0	15 291 585.3	8 149 077.2	11 631 435.1	3 586 335.3	8 708 319.5	1 505 060.5
人均 GDP/元	51 976.0	74 618.3	153 790.5	74 618.3	153 790.5	74 618.3	153 790.5

表 4 情景预测中工业废气排放量与人均 GDP 相关性分析

情景模式	b1	b2	b3	R ²	F
初阶情景	-654.666	0.004	-1.040E-8	0.976	14 490.018
中阶情景	-1 227.516	0.009	-2.276E-8	0.999	3 502.825
高阶情景	-1 733.900	0.013	-3.550E-8	0.997	1 153.376

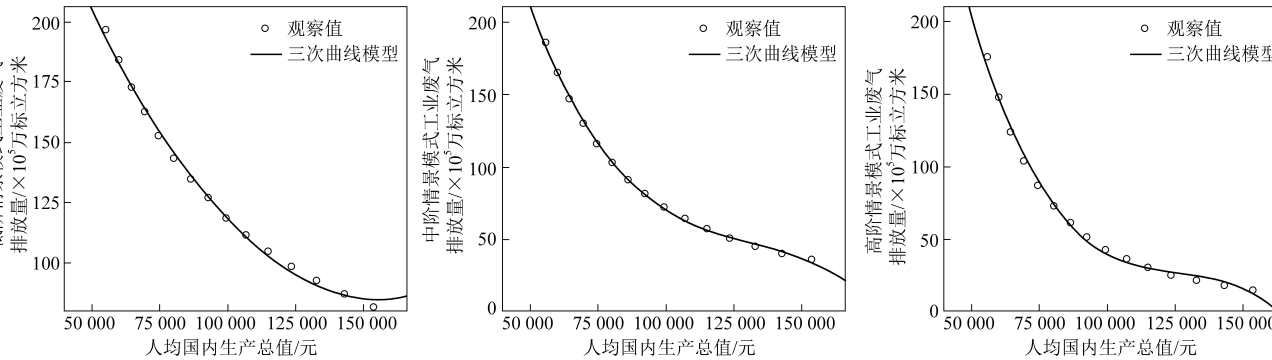


图 4 低、中、高阶 EKC 曲线预测模型

经过相关性分析的曲线模拟模型,无论是哪种情景模式预测,工业废气排放量与人均 GDP 的拟合曲线均显示负相关曲线,呈现出 EKC 的倒“U”型后半段,三条曲线均能通过 F 检验,未出现显著性差异,R 平方值与 1 非常接近,拟合情况十分理想。

2.1.1.3 情景预测分析

(1)在初阶情景模式中,EKC 曲线拐点出现在 2021 年,对应人均 GDP 为 64 569.6 元,工业废气排放量 17 342 884.3 万标立方米,之后呈现缓慢下降趋势,进入倒“U”模型后半段。在 2032 年后曲线下下降速度趋于平缓,人均 GDP 为 123 795.3 元,对应工业废气排放量 9 842 641.3 万标立方米,此时完成 EKC 曲线模型,经济增长对环境治理影响力开始趋于水平向发展,对于污染的治理工作已经效果显著。

(2)在中阶情景模式中,由于年均工业废气排放量下降值也达到规划目标,EKC 曲线拐点随即出现在现状值处,从 2020 年开始便呈现出倒“U”

2.1.2 参数及拟合效果

现根据情景预测中的数据进行汇总,见表 3。对于数据的相关性分析,见表 4。三种情景模式的曲线模拟,见图 4。

型下降趋势,与之对应的 EKC 曲线模型完成时间也更早。在 2029 年完成,对应人均 GDP 为 99 650.4 元,工业废气排放量 7 265 079.9 万标立方米。可以看出,如果太原市每年都能达到“十三五”中规划值的目标,人均 GDP 与工业废气排放量将出现明显的负相关曲线,污染治理程度以及环境改善速度也会十分乐观。

(3)在中阶情景模式的基础上,高阶情景模式中的产业结构、清洁工艺技术进一步提升,与之对应的曲线模型下降速度更为明显,将在 2026 年完成 EKC 曲线模型,对应人均 GDP 为 80 214.6 元,工业废气排放量 7 306 380.0 万标立方米。高阶情景模式预测中,在改善现有污染的同时,经济发展成果将更多的投入到从污染源进行大气污染的治理,致力于清洁能源的开发与清洁生产工艺的技术提升,使太原市的经济发展更加快速对大气环境的改善起到回馈效果。

综上所述,通过对大气环境 EKC 曲线的情景模拟,可以得知无论是哪种情景模式的预测,太原

市在未来 15 年内都将完成 EKC 曲线模型中倒“U”型的后半段进程,但发展的速度仍然存在着很大潜力,在保证城市转型的同时如何更快改善大气环境的问题,仍需要得到太原市政府的高度重视。

2.2 太原市可持续发展方向

目前太原市的产业比重已经发生转变,并且 2019 年太原市 GDP 增长率 7.9% 高于全国的 GDP 增长速度,但由于太原市区域生产总值并不算高,其实际增长值并不乐观^[17-18]。同时,太原市长期重视工业发展导致的环境恶化、农业发展水平较低、城市建设和管理相比其经济发展处于落后地位等等,这些“历史遗留”问题仍拖累着太原市的城市转型进程。促进太原市可持续发展进程,使其加快向高阶情景模式发展的速度,总结起来应注意以下三点:

(1) 能源产业转型升级

对于太原市这种资源型省会城市,想要加速向高阶情景发展的进程,应注重其原有的产业布局优化,放弃发展污染大、产能小的小型产业,扩大清洁工艺在工厂中的应用范围,推动高新技术产业以及新型工业的发展,逐渐摆脱高重工业占比带来的第二产业经济依赖。减轻环境压力的同时,稳步向高阶情景模式发展。

(2) 促进适合自己的第三产业发展

太原市应进一步推动其文化旅游业的发展进程,将文化精神和游览项目做成真正的产业,为地区经济添砖加瓦,甚至继重工业发展成为新的区域经济支柱。此外,由于太原市的著名景区分散在城郊,景区建设仍然需要加大力度,争取早日建成具有山西特色的体系化服务项目。在向服务型城市转型和高阶情景模式发展的过程中,此方面需要格外重视,新型经济支柱的出现将大幅度提升转型与发展速度。

(3) 创新驱动外向经济

作为几个“国家可持续发展创新示范区”之一,在找到替代重工业发展支柱的新型经济支柱之前,太原市应注重当前经济不断创新以及世界经济全球化的大环境,借助其提供的机遇积极引进外资,推进金融行业对外开放。建议加大创新科研等产业资金支持以吸引人才进入,为科研队伍的建设储备更多的技术型、实用型人才。此举同时也可以加速向高阶情景模式的发展进程。

3 结论及展望

3.1 结论

本文以太原市 2010~2018 年“工业三废”排放量作为环境指标,以同年人均 GDP 为经济指标,绘制太原市环境库兹涅茨曲线模型进行分析。研究显示:

(1) 太原市工业废水排放量与人均 GDP 曲线模型已达到 EKC 曲线倒“U”型右侧,工业废气和工业固体废弃物与人均 GDP 曲线模型刚刚过倒“U”型顶点。

(2) 预测工业废气排放量与人均 GDP 曲线最迟于 2032 年完成 EKC 曲线倒“U”型后半段。完成模型速度的提升仍然具有很大潜力,提升清洁工艺技术,扩大清洁能源使用范围等,都可以有效加快模型完成速度。

(3) 太原市城市化进程已经到达城市化后期,并开始城市转型,产业结构由第二产业为主逐步过渡到以第三产业为主。太原市作为资源型城市转向服务型城市已经初见成效,在可持续发展方向上,应注意现有能源工业结构与技术的科技升级,开展具有文化特色的第三产业链,同时在世界经济一体化的大环境下积极引进外资。

3.2 展望

随着“十三五”规划进入尾声,生态文明、可持续发展理念也上升到了新的高度,太原市的城市转型工作将为中国典型资源型城市的可持续发展方向提供宝贵经验,鉴于太原市工业废水污染治理的卓越成绩,有理由相信太原市能够以绿色产业为主导,不断涌现出清洁科技创新成果,体现出作为创新示范区的创新活力,撇开笼罩在城市上空的雾霾,还太原市一片蓝天。同时完善城市基础设施,加强城郊乡村道路建设,不断提升居民的居住环境,使人民群众的幸福感日益增强,充分体现人与自然和谐共生的可持续发展理念。继续发展第三产业服务链,开拓更多具有文化附加值的产业,努力建设成为一个拥有文化特色的现代化服务型城市,以崭新的姿态出现在二十一世纪,换一种方式继续为祖国的繁荣昌盛添砖加瓦。

参考文献

- [1] 谷蕾,符燕,张小磊,等. 开封市环境库兹涅茨曲线特征分析[J]. 河南科学, 2006, 24 (5): 764-767.
- [2] 李珀松,朱祉熹,朱坦. 滨海新区能源消费环境库兹涅茨曲线的实证分析[J]. 环境污染与防治, 2010, 32 (5): 85

- 88.
- [3] 于江, 孙忠英. 江苏省工业“三废”排放的 EKC 假设实证分析及对策探讨 [J]. 镇江高专学报, 2014 (4): 32-36.
- [4] 李南, 周晖杰, 毛小燕, 等. 上海市与宁波市环境质量与经济增长的比较研究——基于环境库兹涅茨曲线假说视角 [J]. 环境科学与管理, 2020, 45 (1): 1-6.
- [5] Oluwaseun Sharomi, Davide La Torre, Tufail Malik. A multiple criteria economic growth model with environmental quality and logistic population behaviour with variable carrying capacity [J]. INFOR: Information Systems and Operational Research, 2019, 57 (3): 379-393.
- [6] LOPEZ R. The environment as a factor of production: the effects of economic growth and trade liberalization [J]. Journal of Environmental Economics, 1994 (27): 163-184.
- [7] COPELAND B R, TAYLOR M S. Trade, Growth and the Environment [J]. Journal of Economic Literature, 2004 (42): 67-71.
- [8] GRAINGER A. The forest transition: an alternative approach [J]. Area, 1995, 27 (3): 242-251.
- [9] 国家统计局. 太原统计年鉴 2018 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.
- [10] 国家统计局. 中国统计年鉴 2018 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.
- [11] 贺伟, 王鹏. 资源型城市经济发展与环境污染关系研究——以衡阳市为例 [J]. 国土与自然资源研究, 2019 (6): 20-22.
- [12] 匿名. 太原市水污染防治计划 [EB/OL]. (2020-2-15) [2020-5-12]. https://www.sohu.com/a/112774704_131990. html.
- [13] 匿名. 太原市大气污染防治行动计划 [EB/OL]. (2020-2-15) [2020-5-12]. [https://max.book118.com/html/2018/0712/6012222113001205](https://max.book118.com/html/2018/0712/6012222113001205.html). html.
- [14] 国家统计局. 太原统计年鉴 2019 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2020.
- [15] 国家统计局. 太原统计年鉴 2005 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2005.
- [16] 王永红, 韩力强, 孙鹏程, 等. 太原市城区重污染天特征及大气污染防治建议 [J]. 环境保护科学, 2018, 44 (3): 62-68.
- [17] 刘喆, 刘柳, 杨一兵, 等. 太原市城区大气 PM_{2.5} 中元素污染特征及其来源解析 [J]. 光谱学与光谱分析, 2019, 39 (5): 1593-1598.
- [18] 国家统计局. 中国统计年鉴 2019 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2020.