

# Empirical Analysis on the Influence of Industrial Structure Adjustment on Carbon Emission in Hebei Province

Yanhong Li

North China Electric Power University, Baoding Hebei  
Email: redlyh@126.com

Received: Jun. 1<sup>st</sup>, 2017; accepted: Aug. 1<sup>st</sup>, 2017; published: Aug. 4<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The industry in Hebei, which has been rising rapidly after decades of economic development, has not shaken off its extensive growth pattern, and the structure of energy-intensive industries has not changed fundamentally. This paper selects the industrial data of Hebei province from 1991 to 2014, and makes an empirical analysis on the influence of industrial structure adjustment on carbon emission. The results show that the main industrial structure adjustment factors affecting industrial carbon emission in Hebei province are industrial scale, energy consumption intensity and industrial technological progress. The total industrial scale has a positive impact on industrial carbon emission, and energy use efficiency and technological progress have negative impact on industrial carbon emission.

## Keywords

Carbon Emissions, Economic Growth, Industrial Structural Adjustment, Energy Efficiency

---

# 河北省工业结构调整对碳排放影响的实证分析

李艳红

华北电力大学, 河北 保定  
Email: redlyh@126.com

收稿日期: 2017年6月1日; 录用日期: 2017年8月1日; 发布日期: 2017年8月4日

---

## 摘要

河北省工业虽然经过几十年的发展经济总量已得到快速上升, 但没有摆脱粗放式的增长模式, 高能耗的

产业结构格局没有根本改变。本文选取河北省1991~2014年工业相关数据,对河北省产业结构调整对碳排放的影响进行实证分析。结果显示:影响河北省工业碳排放的主要产业结构调整因素为工业总规模、能源消费强度和工业技术进步。工业总规模对工业碳排放有正向影响,能源使用效率和技术进步对工业碳排放有负向影响。

## 关键词

碳排放, 经济增长, 产业结构调整, 能源使用效率

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 研究背景及意义

人为二氧化碳排放是全球变暖和气候不稳定的一个重要原因。2015年,中国二氧化碳排放量近十亿吨,占到全球碳排放总量的29%。节能减排迫在眉睫。河北省工业发展较快,整体来看已处于工业化中期阶段,工业化发展带来能源消耗呈现快速上升的趋势。2015年河北省能源消耗31870万吨标准煤,在全国省市区中排名第二,能源消耗强度为1.3吨标准煤/万元,在全国中排名第八位。由此可见,河北省工业经济仍呈现为摆脱粗放式的增长模式,钢铁、煤炭、黑色金属冶炼等传统产业是河北省的支柱产业,高能耗的工业结构没有根本转变。因此,分析河北省产业结构调整对碳排放的影响,为解决本省工业经济高速增长导致的能源消耗过度和碳排放量过高问题提供有效的理论支撑。

近十几年,学术界对产业结构对碳排放的影响主要集中于一个国家的整体分析,如对中国、印度、巴西等发展中国家的研究[1];其次是在产业结构调整与碳排放的关系上,绝大多数文献以三次产业为对象[2],而从产业内部结构要素来分析影响碳排放因素的文献较少。鲁万波等[3]基于LMDI的“两层因素分解法”分析了我国总体碳排放的影响因素,结果显示工业总产值和产业结构为碳排放的第一、第二助长因素,而能源强度和能源结构为第一、第二制约因素。陈春、刘再起[4]实证结果表明各国产业结构的变化对碳排放量的影响程度不一,但都存在第一、二、三产业的影响度逐次递减的特征。贾立江等[5]研究分析结果显示,第一产业产值比重下降、第三产业产值比重上升是目前控制碳排放最有效的方式。王修华、王翔[6]通过建立双对数模型,分析得到的结论是,第一、二产业耗能高、对国内生产总值贡献率低,第三产业比例的提高是实现碳排放量较少的有效途径之一。李健和周慧[7]研究发现第二产业是影响地区碳排放强度的主要因素,但第二产业并不是影响地区碳排放量增大的绝对因素。张志新[8]分析得到产业结构类型直接影响我国二氧化碳排放量,即第二产业与碳排放量呈现正相关,而第三产业发展能够降低碳排放量。

本文以河北省工业结构对碳排放的影响为研究对象,分析产业结构调整方向对工业碳排放的影响机制,包括产业规模、产业结构、产业能源消费结构和消耗强度、技术水平和外部经济等。在这些分析的基础上,针对河北省环境与经济协调发展的战略提出政策建议。

## 2. 河北省工业结构对碳排放影响的实证分析

### 2.1. 产业内部结构变动对碳排放的影响

河北省六大高耗能行业分别是黑色金属冶炼及压延加工业、电力热力的生产和供应业、化学原料及

化学制品制造业、非金属矿物制品业、石油加工炼焦及核燃料加工业、煤炭开采和洗选业，可以看出，除了电力热力的生产和供应业，都可以归纳为重工业，因此工业内部结构变化会对整个产业能源消耗产生显著影响。图 1 显示了河北省工业增加值重工业比重与工业能源消费总量的变化趋势，可以看出在 2001~2014 年期间，河北省重工业增加值比例经历了先升后降，从 2001 年的 68.6% 增长到 2011 年的 80.6%，然后下降到 2014 年的 77.1% [9]。而能源消费总量在 2012 年以前保持上涨趋势，2012~2014 年略有下降，但下降趋势并不明显。

## 2.2. 工业结构变动对碳排放影响的模型建立

本文从工业出发，从整体时间序列数据角度建立计量模型来考察产业结构调整对碳排放的影响。模型构建如下：

$$\ln ec_t = c + \sum_j \delta_j \times X_{jt} + control_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

在模型(1)中， $\ln ec$  是碳排放量的自然对数， $X_j$  表示第  $j$  个产业结构调整变量、 $control$  表示控制变量， $\varepsilon$  为残差。碳排放量  $ec$ ：本文根据联合国发布的《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》中提供的碳排放标准系数计算：

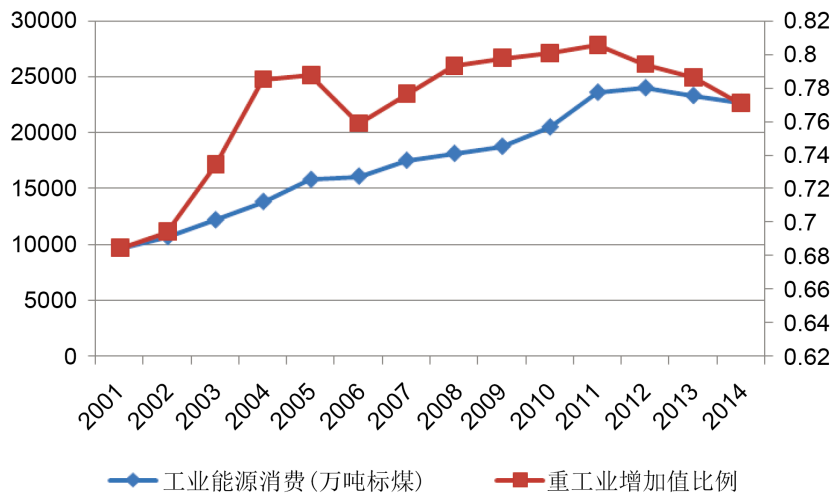
$$EC = \sum_{i=1}^n E_i \times NCV_i \times CC_i \times COF_i \times 44/12 \quad (2)$$

其中  $EC$  表示所有燃料所排放的二氧化碳总额， $E_i$  表示第  $i$  种能源的消耗量(万吨)， $NCV_i$  表示第  $i$  种能源的平均低位发热量(千焦/千克)，也就是转换因子， $CC_i$  表示碳排放系数(千克/千焦)， $COF_i$  为碳氧化系数，表示第  $i$  种能源的碳被氧化的比例，一般取 1，44/12 表示二氧化碳和碳的分子量比率。从式(2)可见，对于河北省工业碳排放量以及河北省分地区工业碳排放量的计算包括四个步骤，首先是通过每种燃料消耗量计算该燃料标准煤消耗量，其次将标准煤消耗量转化为消耗热量，再次将消耗热量转化为碳排放量，最后将碳排放量转化为二氧化碳的排放量。2014 年河北省工业分行业的碳排放总量很高，其中最高的是黑色金属冶炼及压延加工业，2014 年碳排放量为 27,608.75 万吨，占到全部工业碳排放量的 51.6%。其次是电力热力的生产和供应业，占到 19.75%，其他四个行业分别是化学原料及化学制品制造业、非金属矿物制品业、煤炭开采和洗选业、石油加工炼焦及核燃料加工业。其余 33 个行业的工业碳排放量很低，加总碳排放量占到全部工业总排放量的 8.91% [9]。

本文用河北省地区生产总值的增长率来衡量宏观经济发展状况。各个变量原始数据来源于历年《河北统计年鉴》、历年各地区国民经济和社会发展统计公报。能源价格数据来源于中国煤炭信息网。模型结果如下：

从表 1 回归估计结果可以看到，拟合优度  $R^2$  为 0.997，说明拟合效果很好，DW 值为 1.447，说明存在一阶自相关，异方差检验统计量  $NR^2$  对应的概率水平为 0.656，说明不存在异方差性。考虑到自相关性，因此对列(1)模型进行调整，加入一阶自相关 AR(1)变量，得到列(2)结果，可以看到，此时拟合优度  $R^2$  为 0.998，说明拟合效果很好，DW 值为 1.693，说明不再存在一阶自相关，异方差检验统计量  $NR^2$  对应的概率水平为 0.459，不存在异方差性，因此总体来看模型拟合较为理想。

工业增加值变量系数为 0.838，在 1% 概率水平下统计显著，说明工业增加值提高会导致工业碳排放量增加。工业结构变量系数为 0.186，但在 10% 概率下统计不显著，说明重工业比重增加对工业碳排放的影响不显著。能源消费结构变量系数为 0.511，同样在 10% 概率下不显著，说明能源消费结构的变化对河北工业碳排放的影响不明显，对此主要是因为河北省工业中煤炭消费比重过大，在整个样本期变化很小。能源消费强度变量系数为 0.172，在 1% 概率下统计显著，说明能源消费强度增大会带来碳排放量的升高，



**Figure 1.** The variation trend of the proportion of heavy industry and energy consumption  
**图 1.** 河北省工业增加值重工业比重与能源消费的变化趋势

**Table 1.** The impact of industrial restructuring on carbon emissions  
**表 1.** 河北省工业结构调整对碳排放的影响

因变量	lnec	
列	(1)	(2)
lnscale	0.515*** (0.002)	0.838*** (0.000)
structure	1.055** (0.045)	0.186 (0.718)
energy_stru	1.088 (0.237)	0.511 (0.515)
energy_cons	0.050*** (0.004)	0.172*** (0.002)
Intech	0.126 (0.177)	-0.078 (0.395)
lnprice	-0.122 (0.176)	-0.008 (0.943)
open	0.555 (0.429)	-0.565 (0.378)
growth	1.630*** (0.001)	0.825 (0.158)
常数项	3.573*** (0.001)	3.003*** (0.005)
AR(1)		0.690*** (0.000)
R <sup>2</sup>	0.997	0.998
DW	1.447	1.693
N R <sup>2</sup> (prob)	5.923 (0.656)	7.741 (0.459)
N	24	24

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%概率下统计显著。

这与理论是一致的，单位产值能耗的升高必然导致相同产值下的碳排放量增大，并且河北省工业产值规模是逐年上升的。技术进步变量系数为-0.078，在 10%概率下统计不显著，说明样本期间技术进步不能显著降低碳排放量。控制变量中，能源价格、对外开放度、经济增长率三个变量系数均不显著，因此能源价格的变动、对外开放度加深和经济增长率变化都不会显著影响河北省工业碳排放水平。

### 3. 结论与政策建议

本文选取河北省 1991~2014 年工业整体数据分析了河北省工业结构调整对碳排放的影响进行分析，从以上实证结果看出，影响河北省工业碳排放量的主要工业结构调整因素是工业总规模、能源消费强度(即能源使用效率的倒数)和技术进步。工业总规模对工业碳排放有正向影响，能源使用效率和技术进步对工业碳排放有负向影响。

河北省作为工业大省，粗放型的增长方式必然伴随着高碳排放，因此推动工业转型升级是减少碳排放，缓解环境压力的有效途径之一。但是在这个过程中，“减法”、“加法”都要做到：一方面要压缩煤炭、钢铁等高污染行业比重，化解过剩产能。同时要鼓励工业企业通过工艺和技术改造提升对资源和能源的利用效率，实现产品的升级。钢铁冶炼、石油加工、煤炭开采等行业是河北省的传统支柱产业，为河北省的经济增长做出了重要贡献，但是这些行业多是高能耗、高排放的产业，能源经济效益不高[10]。河北省要降低碳排放，就必须从源头上进行控制，对此，政府部门要加大节能减排的标准执行力度，坚决淘汰落后产能，对违规排放、违法污染的企业和单位进行严厉处罚和整顿。另一方面推动高新技术产业的发展，提升绿色交通运输、仓储行业等低碳产业的发展。加大低碳技术创新，加大核心技术上的攻关工作，核心技术的攻克对整个节能减排技术起决定性作用，因此企业可以通过产学研合作，建立低碳产业技术创新战略联盟，形成企业、科研结构和大专院校紧密结合的产学研体系，全面提高企业的碳减排技术和节能技术。

### 基金项目

中央高校基金重点项目“京津冀能源结构优化模型”(2015ZD33)。

### 参考文献 (References)

- [1] Holtz-Eakin, D. and Selden, T.M. (1995) Stoking the Fires? CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth. *Journal of Public Economics*, **57**, 85-101. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(94\)01449-X](https://doi.org/10.1016/0047-2727(94)01449-X)
- [2] Shimada, K., Tanaka, Y., Gomi, K. and Matsuoka, Y. (2007) Developing a Long-Term Local Society Design Methodology towards a Low-Carbon Economy: An Application to Shiga Prefecture in Japan. *Energy Policy*, **35**, 4688-4703. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.03.025>
- [3] 鲁万波, 仇婷婷, 杜磊. 中国不同经济增长阶段碳排放影响因素研究[J]. *经济研究*, 2013(4): 106-118.
- [4] 刘再起, 陈春. 低碳经济与产业结构调整研究[J]. *国外社会科学*, 2010(3): 21-27.
- [5] 贾立江, 范德成, 武艳君. 低碳经济背景下我国产业结构调整研究[J]. *经济问题探索*, 2013(2): 87-92.
- [6] 王修华, 王翔. 产业结构升级与低碳经济发展的耦合研究[J]. *软科学*, 2012, 26(3): 29-32.
- [7] 李健, 周慧. 中国碳排放强度与产业结构的关联分析[J]. *中国人口·资源与环境* 2012, 22(1): 7-14.
- [8] 张志新, 吴宗杰, 薛翹. 低碳经济视域下中国产业结构调整与发展模式转变研究东岳论丛 2014, 35(1): 135-139.
- [9] 河北经济年鉴 2015[EB/OL], 河北省统计局. <http://www.hetj.gov.cn/>
- [10] 孙欣, 张可蒙. 中国碳排放强度影响因素实证分析[J]. *统计研究*, 2014, 31(2): 61-67.

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[sa@hanspub.org](mailto:sa@hanspub.org)