

Factor Decomposition Analysis of Terminal Energy Consumption in Hebei Province Based on LMDI

Hongguang Nie¹, Xiaofei Liu¹, Jiaxun Liu²

¹School of Economic Management, Changchun University of Science and Technology, Changchun Jilin

²Jilin Hepuzixun Enterprise Management Co., Ltd., Changchun Jilin

Email: 2421198176@qq.com

Received: Jun. 3rd, 2018; accepted: Jun. 23rd, 2018; published: Jul. 3rd, 2018

Abstract

Energy consumption issue is getting more and more attention. This article, under the background of “the 11th Five-Year” and “the 12th Five-Year” development in Hebei Province, analyzes the changes of terminal energy consumption for each industrial sector and energy structure by using the logarithmic mean Divisia index method in Hebei province from 2005 to 2015, finds the influencing factors and gives explanations. We can conclude that the expansion of economic production scale is the decisive factor to promote the growth of energy consumption in Hebei Province, and energy technology factor is the effective measure to reduce energy consumption. The influence of energy structure effect is very small and the influence of industrial structure needs to be studied deeply. On the basis of this analysis, according to the “Hebei Province national economic and social development of the thirteenth five-year plan” guidance, feasibility recommendations are given.

Keywords

Energy Consumption, LMDI, Energy Technology Effect, Industrial Structure

基于LMDI方法对河北省终端能源消费影响因素分解分析

聂洪光¹, 刘晓飞¹, 刘佳勋²

¹长春理工大学经济管理学院, 吉林 长春

²吉林省和璞企业管理咨询有限公司, 吉林 长春

Email: 2421198176@qq.com

收稿日期: 2018年6月3日; 录用日期: 2018年6月23日; 发布日期: 2018年7月3日

摘要

能源消费问题越来越受到关注, 本文基于河北省“十一五”与“十二五”发展背景, 充分运用对数平均迪氏指数法(LMDI)分析了2005~2015年河北省各产业部门的终端能源消费以及能源结构变动情况, 找出了影响因素, 并给出了解释。通过分析得出: 经济生产规模的不断扩大是促进河北省能源消费增长的决定性因素, 而能源技术效应是有效降低能源消费的手段, 能源结构效应影响十分微小, 产业结构的影响有待深入研究。在此分析的基础上, 根据《河北省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的指导, 给出可行性建议。

关键词

能源消费, LMDI, 能源技术效应, 产业结构

Copyright © 2018 by authors 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. 引言

河北省多年来保持以大投入、高能耗的产业发展模式推动经济快速增长, 依托京津冀交通便利网, 在为全国钢铁、煤炭等能源密集型行业做出巨大贡献, 促进河北省 GDP 逐年稳步增长的同时, 也导致了重污染、高浪费等负面影响的产生。如图 1 所示, 河北省在“十一五”与“十二五”发展期间, 经济增长速度较快, 2010 年河北省 GDP 达到了 20,394.26 亿元, 较 2005 年增长了 103.7%, 年均增长 15.29%; 而到了“十二五”末期, 河北省 2015 年的经济生产总值达到了 29,806.11 亿元, 比 2010 年增长了 46.15%, 年均增长 7.88%, 这是由于在“十二五”期间, 河北省着力调整产业结构、优化能源结构造成经济增长速度放缓。随着经济的不断增长, 能源消费量也在不断攀升, 并在 2013 年达到了顶峰, 由 2005 年的 19,835.99 万吨标准煤增长到了 2013 年的 29,664.38 万吨标准煤, 增长了 49.55%, 年均增长率为 5.16%, 2013 年以后能源消费总量出现了小幅下滑, 至 2015 年能源消费总量为 29,395.36 万吨标准煤。工业能源消费占河北省所有行业能源消费总量的将近 80%; 而在能源结构中, 煤炭消费量一枝独大, 占能源消费总量的 90%左右。在研究的 2005~2015 的十余年间, 河北省能源消费总体呈现能源结构不断优化、能源科技水平显著提高、节能减排效果明显等优良态势, 天然气消费量由 2005 年的 9.14 亿立方米提高到了 2015 年的 72.97 亿立方米, 是 2005 年的 7.98 倍; 新型清洁能源得到了进一步的发展, 风电、核能、生物质能及智能电网等推动了能源科技创新型发展; 在“十一五”与“十二五”两个五年规划期间, 全省每年能源强度下降 20%以上。河北省在能源发展取得成就的同时, 更面临着严峻的形式, 能源供给不足、能源结构矛盾依然激化、节能减排压力巨大、科技自主创新能力强, 等等。这些亟待解决的问题, 都迫切需要对能源消费问题做出深入的研究。

Jena (2011)在对印度能源消费部门研究时, 采用了本研究指数分解方法, 将总能源强度指数分解为结

构强度指数和能源强度指数两部分, 最终发现总能源强度指数的变化主要是受能源强度指数的影响, 结构强度的作用有限[1]。Ang (2005)通过对比大量的指数分解分析方法, 得出了对数本指数分解分析方法(LMDI), 是最近学者研究能源消费类问题最受欢迎的一种方法, 并给出了LMDI方法有关加法和乘法的形成过程, 通过对产业能源消费的变化影响因素以及产业二氧化碳的排放量变动影响因素的分解分析, 给出了详细的应用过程[2]。Hammond 与 Norman (2012)在对英国制造业研究时, 通过分解分析找到了影响碳排放的因子: 产量变化、产业结构、能源强度、燃料成分和电力排放, 并通过对制造业密集型部门与非密集型部门分别进行研究, 发现能源强度的下降是二氧化碳减少的主要原因[3]。Freitas 与 Kaneko (2011)对 1970~2009 年期间巴西能源消费的二氧化碳排放量的变化做出了评估, 将二氧化碳的排放量分解为生产和消费活动中可供计算的全部能源消费, 得出经济活动与人口压力是排放量增加的驱动因素, 而碳强度的下降与能源结构的优化是排放量减少的主要原因[4]。

近些年来, 随着 LMDI 方法的不断应用, 我国也有不少学者进行了有关这方面的研究。郭朝先(2010)通过使用 LMDI 方法, 探究出影响中国 1995~2007 年碳排放的四个因素, 即经济总量、经济结构、能源利用效率、能源消费结构, 对产业层面与地区层面进行了分解, 发现经济总量的上升是促使碳排放增长的决定性因素, 而能源效率得到有效的利用则对抑制碳排放增长起到决定作用, 产业结构、能源结构的作用有限[5]。傅小里、康侍民(2012)则运用 LMDI 方法对国家 1997~2007 年的三次产业能源消费情况进行了分解分析, 人口效应、经济效应、产业结构效应以及产业能源强度效应是驱使能源消费出现增长的四个因素, 经济效应是能源消费增长的最主要因素, 与此同时, 产业能源强度效应则是抑制能源消费增长的最主要因素, 人口效应和产业结构效应对能源消费影响有限, 作用潜力没有发挥出来[6]。Ma 和 Stern (2008)发现中国从改革开放到 21 世纪初能源强度显著下降, 但下降率逐渐放缓, 并于 2003 年出现增长。2000 年以前, 没有研究指出能源的可替代对能源强度的作用, 文章通过 LMDI 技术分解 1980~2003 年的能源强度变化, 得出技术进步是能源强度下降的主导因素, 结构变化总体上促使能源强度升高, 能源的替代作用还不够明显, 产业结构及产业子部门结构的变动提升了能源强度[7]。

本文在深入探究国内外文献的基础上, 充分总结出 LMDI 方法在能源消费问题上的应用, 并基于此方法对河北省“十一五”与“十二五”期间能源消费变化做出了分解, 进而得出各驱动因素的作用。本文与前人的研究相比, 首先在能源消费指数分解层面, 考虑到四个层面的影响, 以前很少有文章研究能源结构的驱动作用, 这样本文就避免了因分解层次低而导致的影响因素贡献度不显著的问题; 另外, 本文对传统三次产业结构进行了细分, 划分为六个产业部门, 从而可以更加详细的得出不同产业部门在不同时段的驱动作用。以上提出的文章创新点, 正是河北省现阶段迫切需要解决的问题, 为文章的研究提供了有力支持。

2. 模型建立及数据说明

研究能源消费问题主要有两种分解方法: 一是结构分解分析方法(SDA), 另一种则是指数分解分析方法(IDA), 而 LMDI 分解方法是 IDA 的一种模型, 是由 Ang (2001)等人提出的。相比于 SDA 等分解分析方法, LMDI 主要涉及的是时间序列问题, 将因变量的变动分解为有关独立自变量变动的和, 从而预算出自变量变动对因变量变动贡献的大小, 同时要求变量不宜过多[8]。LMDI 了解决了解析中的剩余问题和数据中的零值与负值问题, 并且不需要借助投入产出数据表作为数据依托, 因此在许多领域都有广泛的应用。

2.1. 河北省终端能源消费 LMDI 模型建立

本文利用 LMDI 分解分析方法建立了河北省终端能源消费变化影响因素的分解模型, 如下所示:

$$E = \sum_i \sum_j E_{ij} = \sum_i \sum_j Q \cdot \frac{Q_i}{Q} \cdot \frac{E_i}{Q_i} \cdot \frac{E_{ij}}{E_i} = \sum_i \sum_j \sum_k Q \cdot S_i \cdot I_i \cdot M_{ij} \quad (1)$$

其中, i 表示将河北省整个经济体分成 6 个产业部门, 即农、林、牧、渔、水利业, 工业, 建筑业, 交通运输、仓储和邮政业, 批发、零售和住宿、餐饮业以及其他服务业。 j 表示将能源分为煤炭、石油、天然气、电力及其他能源 5 类(其中煤炭包括原煤、洗精煤、煤制品等, 石油包括原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、炼厂干气、其他石油制品等, 电力包括水电、核电以及煤和天然气发电等, 除去以上四类, 剩余的均划为其他能源中, 如焦炭、焦炉煤气、热力等)。

Q 表示河北省经济生产总值, Q_i 表示第 i 部门的产业增加值, E_i 是第 i 部门的终端能源消费量, E_{ij} 是 i 部门消费的第 j 类能源的终端消费量。 S_i 表示的是各部门产业增加值所占经济生产总值的比重, 即产业结构, I_i 是各部门的能源强度, M_{ij} 代表第 i 部门消耗第 j 种能源的数量占第 i 部门总能源消费量的百分比, 即能源结构。

2.2. 模型的分解

模型分解过程如下。首先, 对模型两边同时进行微分, 便可得到能源消费随时间变化而变化的结果, 如式(2):

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dt} = & \sum_i \sum_j \frac{dQ}{dt} \cdot S_i \cdot I_i \cdot M_{ij} + \sum_i \sum_j \frac{dS_i}{dt} \cdot Q \cdot I_i \cdot M_{ij} \\ & + \sum_i \sum_j \frac{dI_i}{dt} \cdot Q \cdot S_i \cdot M_{ij} + \sum_i \sum_j \frac{dM_{ij}}{dt} \cdot Q \cdot S_i \cdot I_i \end{aligned} \quad (2)$$

等式两边再同时除以 E , 得到下式:

$$\begin{aligned} \frac{dE}{Edt} = & \sum_i \sum_j \frac{dQ}{dt} \cdot \frac{S_i \cdot I_i \cdot M_{ij}}{E} + \sum_i \sum_j \frac{dS_i}{dt} \cdot \frac{Q \cdot I_i \cdot M_{ij}}{E} \\ & + \sum_i \sum_j \frac{dI_i}{dt} \cdot \frac{Q \cdot S_i \cdot M_{ij}}{E} + \sum_i \sum_j \frac{dM_{ij}}{dt} \cdot \frac{Q \cdot S_i \cdot I_i}{E} \end{aligned} \quad (3)$$

化成对数形式(如式(4)):

$$\begin{aligned} \frac{d \ln E}{dt} = & \sum_i \sum_j \frac{d \ln Q}{dt} \cdot \frac{E_{ij}}{E} + \sum_i \sum_j \frac{d \ln S_i}{dt} \cdot \frac{E_{ij}}{E} \\ & + \sum_i \sum_j \frac{d \ln I_i}{dt} \cdot \frac{E_{ij}}{E} + \sum_i \sum_j \frac{d \ln M_{ij}}{dt} \cdot \frac{E_{ij}}{E} \end{aligned} \quad (4)$$

令 $E_{ij}/E = W_{ij}$ (权重), 并对上式在 $T-1$ 到 T 时间段内积分有:

$$\begin{aligned} \int_{T-1}^T \frac{d \ln E}{dt} dt = & \int_{T-1}^T \left(\sum_i \sum_j \frac{d \ln Q}{dt} \cdot W_{ij} \right) dt + \int_{T-1}^T \left(\sum_i \sum_j \frac{d \ln S_i}{dt} \cdot W_{ij} \right) dt \\ & + \int_{T-1}^T \left(\sum_i \sum_j \frac{d \ln I_i}{dt} \cdot W_{ij} \right) dt + \int_{T-1}^T \left(\sum_i \sum_j \frac{d \ln M_{ij}}{dt} \cdot W_{ij} \right) dt \end{aligned} \quad (5)$$

根据对数平均函数的定义得权重函数值为:

$$W_{ij} = \frac{E_{ij}^T - E_{ij}^{T-1}}{\ln E_{ij}^T - \ln E_{ij}^{T-1}} \quad (6)$$

由此可以得到能源消费变化分解式：

$$\begin{aligned} \Delta E_{tot} = & \sum_i \sum_j \frac{E_{ij}^T - E_{ij}^{T-1}}{\ln E_{ij}^T - \ln E_{ij}^{T-1}} \cdot \ln \left(\frac{Q^T}{Q^{T-1}} \right) + \sum_i \sum_j \frac{E_{ij}^T - E_{ij}^{T-1}}{\ln E_{ij}^T - \ln E_{ij}^{T-1}} \cdot \ln \left(\frac{S_i^T}{S_i^{T-1}} \right) \\ & + \sum_i \sum_j \frac{E_{ij}^T - E_{ij}^{T-1}}{\ln E_{ij}^T - \ln E_{ij}^{T-1}} \cdot \ln \left(\frac{I_i^T}{I_i^{T-1}} \right) + \sum_i \sum_j \frac{E_{ij}^T - E_{ij}^{T-1}}{\ln E_{ij}^T - \ln E_{ij}^{T-1}} \cdot \ln \left(\frac{M_{ij}^T}{M_{ij}^{T-1}} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

再令：

$$\Delta E_{tot} = \Delta E_{act} + \Delta E_{str} + \Delta E_{tec} + \Delta E_{mix} \quad (8)$$

其中， ΔE_{act} 、 ΔE_{str} 、 ΔE_{tec} 、 ΔE_{mix} 分别表示经济生产规模效应、产业结构效应、能源技术效应、能源结构效应。

2.3. 数据来源及说明

全部研究数据来源于《河北省经济年鉴》、《中国统计年鉴》以及《中国能源统计年鉴》，通过采用年鉴中给出的“各种能源折标准煤参考系数”与各种能源消费实物量数据进行相乘折算得到各种能源消费标准量，并进行加和得到各年各部门的终端能源消费标准量。经济指标采用各部门的产业增加值，以避免重复计算，并以 2005 年为基准，利用价格定基指数进行换算，消除通货膨胀的影响。在计算过程中，确保分部门效应的加总与总效应相等，以免出现“剩余”；同时，为防止出现“0”值导致的计算无意义，在计算过程中用一个无限小的正数替代零值。最后，本文研究的是河北省商业能源的终端消费量，因此在能源消费计算过程中不考虑居民生活消费项。通过以上对数据的处理以及规整计算确保 LMDI 分析的准确性。

3. 分解结果及相关讨论

根据方程(1)与方程(8)运用 LMDI 方法对河北省 2005~2015 年的能源消费变化进行分解，得出了各时段四个驱动因素各自的分解结果，如表 1 与表 2。

Table 1. Decomposition of terminal energy consumption in Hebei Province based on LMDI method (10,000 tons of standard coal)

表 1. 基于 LMDI 方法河北省终端能源消费分解结果(万吨标准煤)

年份	经济生产规模效应	产业结构效应	能源技术效应	能源结构效应	能源消费变化量
2005~2006	1752.11	305.03	-730.65	-2.52	1323.97
2006~2007	1700.57	192.11	-824.58	1.84	1069.94
2007~2008	1714.55	338.87	-1223.71	3.02	832.72
2008~2009	1149.96	-748.51	207.77	0.12	609.34
2009~2010	2409.75	152.01	-547.32	5.22	2019.67
2010~2011	2630.36	377.57	-550.95	1.63	2458.61
2011~2012	1181.73	-339.37	-369.14	0.99	474.21
2012~2013	831.75	-170.66	623.21	1.46	1285.76
2013~2014	434.45	-591.35	-146.47	1.47	-301.90
2014~2015	-20.53	-1249.46	831.24	-12.78	-451.53
2005~2015	13784.70	-1733.76	-2730.60	0.44	9320.79

Table 2. The relative decomposition results of terminal energy consumption changes in Hebei Province (%)
表 2. 河北省终端能源消费变化相对分解结果(%)

年份	经济生产规模效应	产业结构效应	能源技术效应	能源结构效应	总效应
2005~2006	132.34	23.04	-55.19	-0.19	100.00
2006~2007	158.94	17.96	-77.07	0.17	100.00
2007~2008	205.90	40.69	-146.95	0.36	100.00
2008~2009	188.72	-122.84	34.10	0.02	100.00
2009~2010	119.31	7.53	-27.10	0.26	100.00
2010~2011	106.99	15.36	-22.41	0.07	100.00
2011~2012	249.20	-71.57	-77.84	0.21	100.00
2012~2013	64.69	-13.27	48.47	0.11	100.00
2013~2014	-143.90	195.87	48.51	-0.49	100.00
2014~2015	4.55	276.72	-184.10	2.83	100.00
2005~2015	147.892	-18.601	-29.2958	0.0048	100.00

表 1 与表 2 分别给出了各时间段每个影响因素的变化值及相对值，并由表 2 绘制出各影响因素的贡献率变化图，如图 2。由分解结果不难看出，2005~2015 年间，河北省终端能源消费总量增加了 9320.79 万吨标准煤，经济生产规模效应促进终端能源消费量增长了 13,784.70 万吨标准煤，经济生产规模效应对能源消费量的总体贡献率为 147.89%，除去在 2014~2015 年，一直是促进能源消费增长的决定性因素；产业结构效应在研究的整个阶段减弱了能源消费，致使能源消费量降低了 1733.76 万吨标准煤，整体贡献率为 18.6%；能源技术效应是降低能源消费的主导因素，在研究的十余年间，能源技术效应使得终端能源消费下降了 2730.60 万吨标准煤，对终端能源消费变动的贡献率为 29.30%，除去个别年份外，能源技术效应有效降低了能源消费；能源结构效应的影响则是非常微小，只促使能源消费增长了 0.44 万吨标准煤，贡献率则只是 0.0048%，效果不显著，但对能源结构的研究仍具有十分重要的意义。下面给出具体的解释与分析。

3.1. 经济生产规模的驱动作用

经济生产规模效应是研究能源消费问题必不可少的一个环节，众多研究资料表明，经济生产规模的扩大能够促进能源消费的上升(如马春波，2010) [9]。由表 1 经济生产规模效应的驱动作用可以看出，2005~2015 年间，经济生产规模效应带动河北省终端能源消费快速增长，尤其是在“十一五”及“十二五”初期，经济生产规模主导着河北省能源消费的快速增长，在“十一五”的开端，经济的增长已经促进能源较快消费，由 2005~2006 年的 1752.11 万吨标准煤增长到 2009~2010 年的 2409.75 万吨标准煤，这段时间经济生产规模推动幅度较大，年均增长 8.29%，其中 2008~2009 年除外，此期间河北省经济发展受北京奥运会期间“绿色奥运、科技奥运、人文奥运”的发展要求以及全球金融危机的影响，在这一阶段，省内重工业产业发展受到限制，经济生产规模效应对能源消费增长的促进作用有所减缓。经济生产规模效应的推动作用在 2010~2011 年达到了最高点，促进能源消费量增长了 2630.36 万吨标准煤，之后便快速下降，至 2014~2015 年首次出现了负作用，使得能源消费下降了 20.53 万吨标准煤，“十二五”期间，经济生产规模效应的驱动作用减弱的十分迅速，整体下降了 200.78%。

通过图 3 给出的河北省 2005~2015 年不变价经济生产总值变化情况，可以看出：河北省经济生产

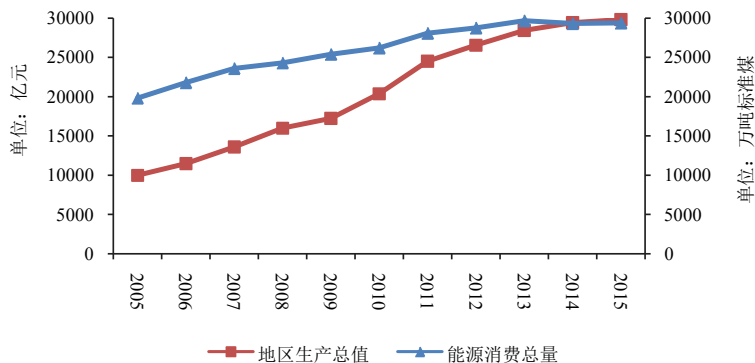


Figure 1. Changes in gross domestic product and total energy consumption of Hebei province from 2005 to 2015

图 1. 河北省 2005~2015 年地区生产总值与能源消费总量变化

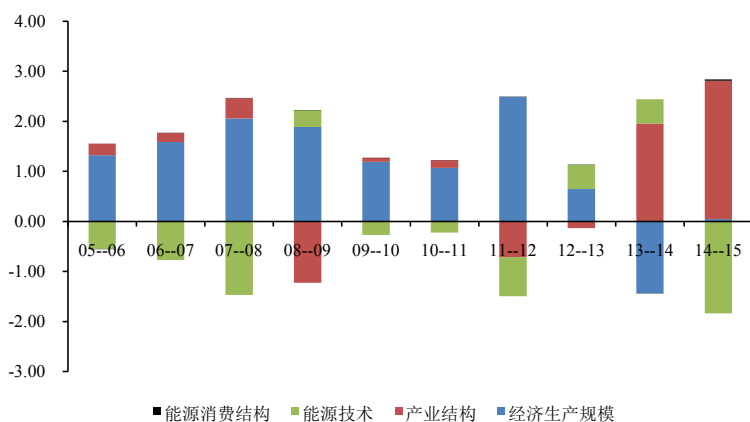


Figure 2. The relative decomposition results of terminal energy consumption changes in Hebei Province

图 2. 河北省终端能源消费变化相对分解结果

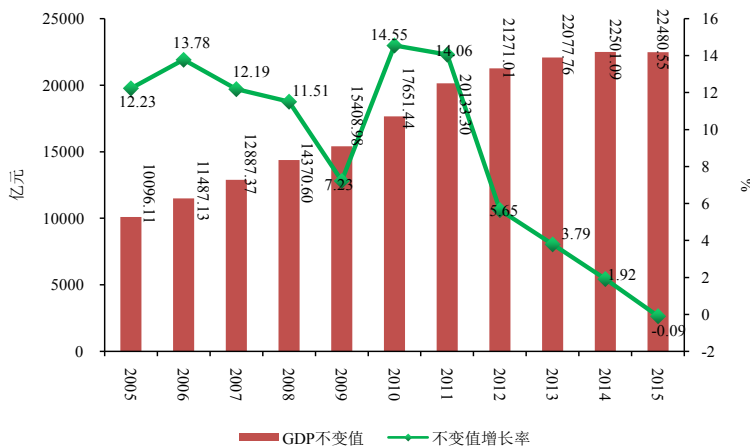


Figure 3. Constant price economic production trend in Hebei Province

图 3. 河北省不变价经济生产总值走势

速度在 2013 年之前有较快的发展, 由 2005 年的 10,096.11 亿元, 增加到 2015 年的 22,480.55 亿元, 去除通货膨胀的影响, 根据不变价格曲线可以得出 2015 年的经济生产总值是 2005 年的 2.23 倍, 年均增长

8.35%，而 2015 年生产总值较 2014 年出现了下滑。这是由于之前一些年河北省大力发展钢铁、煤炭等重工业，加之北京、天津等地重、大型企业的迁入，导致河北省环境质量急剧下降，严重威胁到河北省，乃至京津冀周边地区的发展。因此，在近几年随着国家及省政府等部门的介入，加大了对污染企业的管制力度，从而限制了河北省重工业等支柱产业的发展，进而造成经济出现不景气。针对如此严峻的局面，国家及河北省政府先后出台了应对环境问题的诸多政策，如《关于强力推进大气污染综合治理的意见》、《“十三五”控制温室气体排放工作方案》等，另外，“经济新常态”的提出，认为现在经济发展进入换挡期，由过去自改革开放以来的高速发展转换为中速、优质发展，等等，这些都促使河北省经济处于中低速转型发展阶段。

2013 年之前，经济生产规模是河北省终端能源消费加大的决定性因素，在国家“三二一”产业发展的潮流下，诸如河北钢铁、河北石化等河北省支柱型产业逐渐失去了市场，而电子信息、现代物流、旅游等新兴第三产业还没有形成大规模生产，河北省就是处于这种“青黄不接”的时代，于是造成了经济发展不景气，随着产能过剩企业所占市场的份额减少，经济生产规模效应因此逐渐减弱，也就有了能源消费减少的现象。

3.2. 产业结构效应

从表 1 产业结构效应对能源消费的影响结果来看，2005~2015 年间，河北省产业结构调整得到了一定的优化发展，共降低能源消费 1733.76 万吨标准煤，影响率为 18.6%。不同阶段产业结构效应对能源消费的影响不同，河北省产业结构效应在“十一五”时期基本是在促进能源消费的增长，由 2005~2006 年 305.03 万吨标准煤增长到 2010~2011 年促进能源消费为 377.57 万吨标准煤，其中经历了 2008~2009 年的急剧下降时期，变为降低能源消费 748.51 万吨标准煤。进入到“十二五”期间，产业结构效应对能源消费的促进作用逐步减弱，并开始降低能源消费，至“十二五”末期(2014~2015 年)降低能源消费量达到了 1249.46 万吨标准煤，可见在这个五年里河北省的产业结构得到了一定的调整。

通过将河北省第二产业分为工业、建筑业，第三产业分为三部门得到图 4 六个部门的产业结构变化趋势图来看，农、林、牧、渔、水利业产业比重虽有下降，但下降力度不大，基本维持在 12%左右，传统农业向现代农业的转换滞缓；第三产业的比重也没有明显的上升，基本维持在 30%~40%左右，特别是现代服务业；而工业一直占据着产业发展的控制地位，除去 2015 年占比 42.29%，其他年份均在 45%以上。由图 5 各部门产业结构效应对能源消费的影响趋势可以看出，工业的发展走向左右了能源消费量变化的趋势，在 2005~2015 年间，工业产业结构的调整致使能源消费减少了 1942.74 万吨标准煤，占三次产业结构总效应的 112.05%，农、林、牧、渔、水利业结构的调整也使得能源消费减少了 73.56 万吨标准煤，而服务业的变动则对能源消费的影响相对较小。“调结构、去产能”是河北省近些年及未来许多年发展的重要任务，虽然“十二五”期间河北省产业结构调整得到了一定的进展，但“发展领域多为中低端，发展模式‘大而不详’，强调数量、缺乏核心技术”仍是河北省面临的严峻问题，因此，在“十三五”产业转型升级、京津冀协同发展的大环境下，产业优化升级仍是河北省努力发展的方向。

3.3. 能源技术效应

从能源技术效应来看，研究期间能源技术效应促使能源消费量减少 2730.6 万吨标准煤，贡献率为 29.30%，能源技术效应是促使能源消费下降的有效驱动要素。“十一五”期间，除去 2008~2009 年，其余年份对能源消费的减弱效果十分显著，促使能源消费不断下降。而进入“十二五”阶段，由于产业调整、转型的限制，使得经济生产总值增长缓慢，到了 2014~2015 年，不变价经济生产总值甚至出现了逆增长，同时能源消费得到限制，因此，河北省能源技术效应由 2010~2011 年减少能源消费 550.95 万吨标

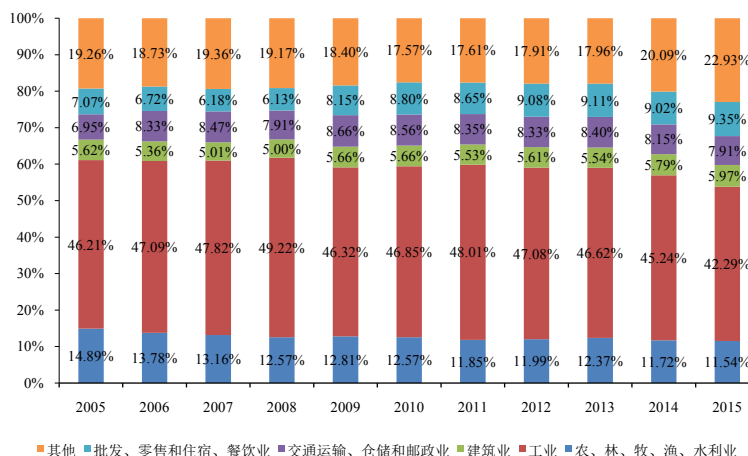


Figure 4. Industrial sector structure in Hebei Province
图 4. 河北省产业部门结构图

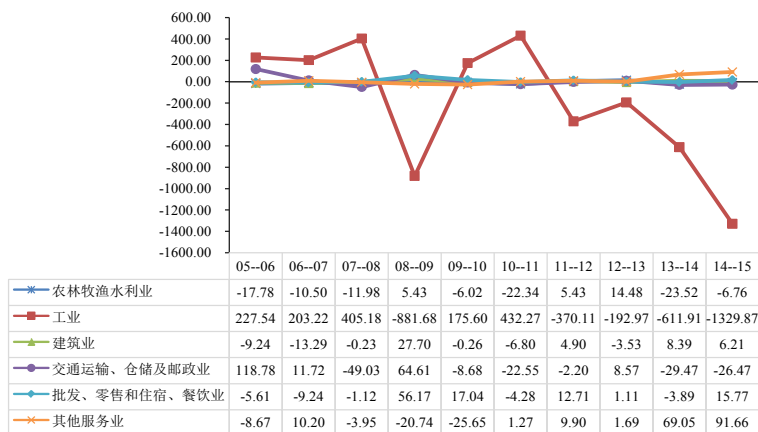


Figure 5. The driving effect of industrial structure effect of each department (10,000 tons of standard coal)
图 5. 各部门产业结构效应的驱动作用(万吨标准煤)

准煤，变为 2014~2015 年促使能源消费增长了 831.24 万吨标准煤。在对六个部门的能源技术效应的研究中，我们可以发现(如图 6)，工业部门的能源技术效应与变动总效应变化趋势基本相同，在整个研究期间减少能源消费 2272.50 万吨标准煤，占变动总效应的 83.22%，其它部门虽然影响较小，但也发挥了重要作用，其中，交通运输、仓储及邮政业，建筑业以及其他服务业分别减少了 404.80、159.39 和 65.55 万吨标准煤，而农、林、牧、渔、水利业以及批发、零售和住宿、餐饮业则分别增加了 32.64、139.01 万吨标准煤。

能源技术的进步促使能源消费有效地下降，这与部门能源效率的提高有直接联系。众多研究表明，技术进步能够提高能源效率[10]，从而促使能源强度下降。煤炭开采和洗选业，石油加工、炼焦及核燃料加工业，黑色金属冶炼及压延加工业，化学原料及化学制品制造业，非金属矿物制品业，电力、热力的生产和供应业六大高耗能行业以及钢铁工业、石化工业等代表了河北能源密集型产业，控制着能源强度的整体水平。在研究阶段，河北省能源强度整体下降，本文认为一是由于随着生态环境的恶化以及能源消耗的快速增加，使得国际能源价格飞涨，致使能源消耗企业不得不利用各种手段，如掌握新型节能技术、更新节能设备等，以求降低能源消费，从而提高了能源利用率，降低了能源强度；二是随着能源价

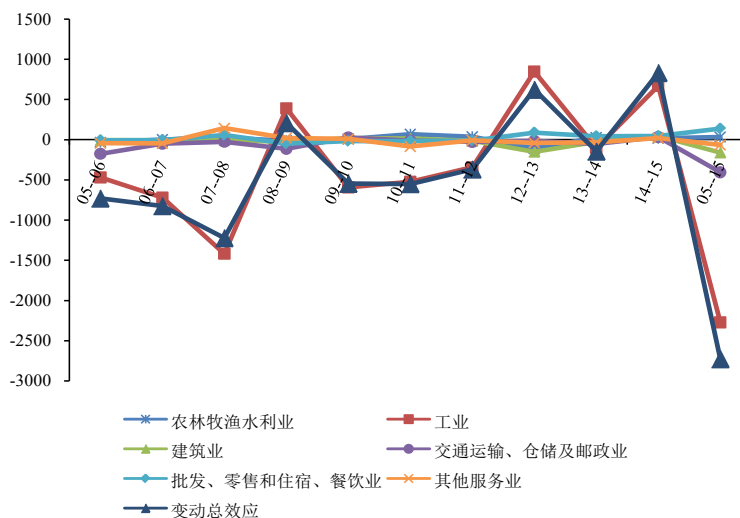


Figure 6. The driving effect of energy technology effect of each department (10,000 tons of standard coal)

图 6. 各部门能源技术效应的驱动作用(万吨标准煤)

格的快速上涨和节能技术的广泛使用，能源性价比更高的石油、天然气和电力等能源的消费比重也大幅度提高，煤炭消费比重相应减少，能源强度随之下降[11]。综上所述，开展对能源技术的研究，对降低能源强度、减少能源浪费、加大高新技术产业的发展有重要的意义。

3.4. 能源结构效应

能源结构的变化对能源消费影响十分微小，在整个研究期间只对能源消费增加了 0.44 万吨标准煤，2005~2006 年间，能源结构的变化使得能源消费量减少了 2.52 万吨标准煤，直到 2013~2014 年能源消费结构都是在促进能源消费的增长，在 2009~2010 年达到了最大值，促进能源消费增长了 5.22 万吨标准煤，2014~2015 年能源结构效应较之前大幅度减弱了能源消费，减少了 12.78 万吨标准煤，这与减少煤炭等不可再生能源消费量，加大石油、天然气等优质能源，开发清洁可再生能源有关。

4. 政策性意见

4.1. 把握新常态：转换经济发展模式，优化产业结构调整，促进动力转化

经过多年的努力，河北省经济发展模式取得了显著的成效，特别是产业结构的调整，“十百千”工程、装备制造业、高新技术产业等取得了重大进展，服务业对经济增长的贡献率超过了百分之五十，在“十三五”发展背景下，京津冀协同发展、“一带一路”战略、《环渤海地区合作发展纲要》等重大方针政策，给河北省带来了战略机遇。本文认为，要做好产业结构的优化，推动农业供给侧改革，由传统农业转向现代农业发展，做大做强发展畜牧、果蔬主导农业产业；秉持“创新、协调、绿色、开放、共享发展理念”，改造提升传统工业、培育壮大战略性新兴产业推进制造业智能化服务化；全力发展服务业，特别是现代服务业，打造全国现代商贸物流重要基地，推动金融业、信息服务业、科技服务业、旅游业、健康养老服务业、文化产业等重点领域快速发展。用创新、技术投入替代大量资本、资源、劳动力的投入，大力推动“现代创新、绿色经济”发展[12]。

4.2. 提高能源利用率，降低能源消耗

河北省 2015 年能源强度为 0.986 吨标准煤/万元，大大高于全国 0.627 吨标准煤/万元，说明我省产业

发展多以重消耗、低产值为主，能源利用率不高。河北省能源资源浪费严重，因此节约用能、转变发展的潜力很大。政府可以通过更新旧杂煤矿设备，引进新能源发电机、天然气脱硫等能源科技设备，防止能源的大量浪费，此外，根据国家《能源技术创新“十三五”规划》的要求，明确了在2016~2020年间，聚焦清洁高效化石能源、新能源电力系统、安全先进核能、战略性能源技术以及能源基础材料五个重点研究任务[13]，这也为我省能源技术的创新提供了方向。

4.3. 调整能源消费结构，加大对优质能源的利用

在以上的分析中，我们了解到河北省能源消费严重依赖于煤炭，大大超过了全国平均水平，而且在未来相当长的一段时间内还将保持这种发展局面。在当前煤炭价格快速上升、作为不可再生能源储量急剧减少的情形下，严重依赖煤炭发展将越来越困难，因此，转向“以电为主，煤、油、气为辅，新型可再生能源创新发展”的能源消费体系，是顺应社会发展所需。河北省应出台相关能源消费奖惩体制机制、制定不同能源购置价格水平、构建使用优质能源的便利条件等，从而控制对煤炭等不可再生能源的浪费，增加对电力、天然气、油品的使用，扩大对可再生能源和新型清洁能源的发展力度，最终达到节能减排的目的。

基金项目

国家自然科学基金“城市居民能源消费影响因素及低碳转型引导机制研究”(71503026)。

参考文献

- [1] Jena, P. (2011) A Study of Changing Patterns of Energy Consumption and Energy Efficiency in the Indian Manufacturing Sector. Institute for Environmental Economics and World Trade, University of Hannover, Hannover.
- [2] Ang, B.W. (2005) The LMDI Approach to Decomposition Analysis: A Practical Guide. *Energy Policy*, **33**, 867-871. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.010>
- [3] Hammond, G.P. and Norman, J.B. (2012) Decomposition Analysis of Energy-Related Carbon Emissions from UK Manufacturing. *Energy*, **41**, 220-227. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.035>
- [4] Freitas, L.C. and Kaneko, S. (2011) Decomposition of CO₂ Emissions Change from Energy Consumption in Brazil: Challenges and Policy Implications. *Energy Policy*, **39**, 1495-1504. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.023>
- [5] 郭朝先. 中国碳排放因素分解: 基于 LMDI 分解技术[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(12): 4-9.
- [6] 傅小里, 康待民. 我国能源消费量影响因素分解及趋势分析[J]. 标准与检测, 2012, 40(260): 68-75.
- [7] Ma, C.B. and Stern, D.I. (2008) China's Changing Energy Intensity Trend: A Decomposition Analysis. *Energy Economics*, **30**, 1037-1053. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.05.005>
- [8] 马萍. 中国能源消耗强度影响因素分解分析[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 东北大学, 2009.
- [9] Ma, C.B. (2010) Account for Sector Heterogeneity in China's Energy Consumption: Sector Price Indices vs. GDP Deflator. *Energy Economics*, **32**, 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.03.007>
- [10] 李廉水, 周勇. 技术进步能提高能源效率吗?——基于中国工业部门的实证检验[J]. 管理世界, 2006(10): 82-89.
- [11] 郑义, 徐康宁. 中国能源强度不断下降的驱动因素——基于对数均值迪氏分解法(LMDI)的研究[J]. 经济管理, 2012, 34(2): 11-21.
- [12] 河北省发展和改革委员会. 河北省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要[Z], 2016.
- [13] 国家能源局. 能源技术创新“十三五”规划[Z]. 北京: 国家能源局, 2015.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-7540，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

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

期刊邮箱：sd@hanspub.org