

快速发展时期的经济发展困境研究

——以山西省为例

彭红林

贵州大学历史与民族文化学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2024年1月2日; 录用日期: 2024年1月11日; 发布日期: 2024年2月27日

摘要

党的二十大后, 我国进入快速发展时期, 在诸多省份迎来经济跨越式发展的同时, 山西省的经济发展却陷入困境之中, 可知原因之一是来自于山西省充足的能源供给, 长期依赖能源消费促进经济增长的粗放型发展模式不适应新时代的发展要求。文章以《山西省统计年鉴》提供的相关数据为研究对象, 进行概况分析和实证分析, 着重研究经济增长与能源消费之间的关系。研究表明, 能源消费与经济增长之间呈现典型的格兰杰双向因果关系, 即能源消费确实制约了山西省的经济增长, 为此必须做出一定的变革以保证山西省经济的可持续发展。

关键词

山西, 经济, 困境, 快速发展时期

A Study on the Dilemma of Economic Development in the Period of Rapid Development

—Taking Shanxi Province as an Example

Honglin Peng

School of History and Ethnic Culture, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Jan. 2nd, 2024; accepted: Jan. 11th, 2024; published: Feb. 27th, 2024

Abstract

After the 14th National Congress of the CPC, China entered a period of rapid development. While

文章引用: 彭红林. 快速发展时期的经济发展困境研究[J]. 低碳经济, 2024, 13(1): 72-83.

DOI: 10.12677/jlce.2024.131007

many provinces ushered in leap-forward economic development, the economic development of Shanxi Province fell into a predicament. One of the reasons is that the extensive development model that relies on energy consumption to promote economic growth in Shanxi Province for a long time does not meet the development requirements of the new era. Based on the relevant data provided by *Shanxi Statistical Yearbook*, this paper makes general analysis and empirical analysis, focusing on the relationship between economic growth and energy consumption. The research results show that there is a typical Granger two-way causal relationship between energy consumption and economic growth, that is, energy consumption does restrict the economic growth of Shanxi Province, so it is necessary to make some changes to ensure the sustainable development of Shanxi Province's economy.

Keywords

Shanxi, Economy, Dilemma, Period of Rapid Development

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

改革开放后我国进入新的发展时期，经济建设有了显著提升。1992年初邓小平发表南方谈话，为党的十四大召开作了充分的理论准备，同年10月党的十四大召开，明确经济体制改革的目标是建立社会主义市场经济体制。紧随其后，1993年第八届全国人大提出要加快建立社会主义市场经济体制的改革步伐。自此，我国经济建设逐渐步入快速发展时期。

自1992年提出社会主义市场经济体制至2017年习近平总书记在十九大报告中指出，要加快完善社会主义市场经济体制，前后历经二十余年，我国经济实现了重大飞跃。然而，当全国经济突飞猛进之时，山西省却深陷经济发展困难。众所周知，能源是社会经济发展重要支柱，在经济社会中占据绝对比重，在山西省的经济发展中能源绝对是不容忽视的重要角色。作为煤炭资源丰富的能源大省，单纯从能源获取角度来讲，山西省的经济发展具有得天独厚的优势，但是不合理的发展模式几乎葬送了这一优势，较长的时间里山西省依靠能源消费刺激经济发展导致了“高投入、高消耗、高污染、低效率”的发展模式，这一模式一度对山西的生态环境造成了严重威胁，不仅导致了更高的维护成本，也阻碍了山西经济的持续化、绿色化发展，对整个社会的发展也起了一定的阻滞作用。同时，山西省原有的发展模式也不符合十九大提出的“新常态”及二十大提出的“加快构建新发展格局，着力推动高质量发展”。

基于山西省发展的具体情况，探求新的发展路径，以求变革适应新时代的发展需求势在必行，本文拟采用党的十四大至十九大期间山西省经济发展的相关数据，探求其能源消费与经济增长间的影响关系，进而寻求走出依赖能源发展的经济困境的有效途径。

2. 研究述评

自工业革命以来，能源消费与经济增长便呈现密不可分之状，国内外学者对两者关系多有研究，总体来讲，国际上对能源消费与经济增长关系的研究比国内要早一些，也更为成熟，不过大体上可以划分为两大类，即能源消费总量与经济增长的关系研究、能源消费结构与经济增长的关系研究。与国外研究情况不同，国内的研究起步较晚，最早也只能追溯到上世纪八十年代，可喜的是经过多年的发展研究，

国内在这一课题上也取得了不小的成就，总体上也可以分为上述两类。

2.1. 国外研究

2.1.1. 能源消费总量与经济增长的关系研究

国外学者关于能源消费总量与经济增长间的研究大多取样于发展中国家，少部分取样于如欧盟在内的发达国家，所选地区的差异及相关影响因素选取的差异则导致了其研究结果呈现不同特点，但也不同层面地完善了整个理论体系。

Ouedraogo Nadia S.在 2012 年选取了 15 个非洲国家的发展数据作为研究数据，实证分析的结果表明短期内的经济增长在很大程度上促进着能源消费总量的扩增，而在长期则是能源消费刺激着经济的增长[1]。Sławomir Śmiech 和 Monika Papież 以能源政策目标为依据对欧盟各国进行分类，然后利用格兰杰方法进行关系检验，实证分析的结果显示能源消费与经济增长的关系被遵守能源政策的程度所影响[2]。Ilhan Ozturk 与 James E 分别在 2008 年与 2009 年利用能源消费与经济增长的因果关系检验的结果，得出两者之间关系符合增长假说、节约假说、反馈假说和中性假说[3] [4]。Mehmet Akif Destek 等在其研究中使用了这四种假设，对实证结论进行归纳总结[5]。此外，有一部分学者认为不应该只考虑能源消费这一个生产要素，他们引入资本、劳动、技术等其他要素，在几个要素共同影响下研究了能源与 GDP 间的关系：Wei-wei Guo 引入柯布 - 道格拉斯模型，实证结果表明能源消费是促进中国 GDP 增长的单方面原因，但结果也表明中国的能源消费强度正在下降，我国粗放型的发展方式正在向可持续化、健康化、绿色化发展[6]。Abduljalil 和 Mete Feridun 并未考虑技术要素，而是将其改为国际贸易，实证分析结果表明能源是中国 GDP 增长的重要因素，但是 GDP 的增长的速度只有能源消费增长的 17% [7]。Chor Foon Tang, Bee Wah Tan, Ilhan Ozturk 三人选取东南亚国家为研究对象，对越南的实证分析表明越南的经济增长依赖能源，而越南政府实行的不恰当的节能政策正阻碍着该国的经济健康发展[8]。此外，有学者引入关联性指标来进一步探索两者的关系，例如 Mei 和 Shang 在 2014 年选择同时研究多个地区的情况，实证分析的结果表明能源消费与经济增长两者之间的因果关系更多的是因地区而异[9]。Jin Zhang 和 David CB 在 2016 年的实证研究分析中推测两者互为因果，为了确切了解二者间的关系，他们做了进一步的研究，研究的结果显示各个工业部门能源消费强度下降的主要是能源利用率的提升所导致的[10]。

2.1.2. 能源消费结构与经济增长的关系研究

国际上，对能源消费结构的研究主要分成几个大类，除了我们所常见的直接简单地分为煤炭、石油、天然气等不同类型的能源消费与总体能源消耗的关系问题外，其他的分类基本是相左的，例如常规与非常规、一次与二次等。

M.J. Herrerias 等在 2013 年做出了不同的研究选择方案，他们先整体后个体，首先研究了总量之间的影响关系，然后做一定的拆解，在去除不重要的能源消费类型后，分别将电力、煤炭、石油与经济增长进行一对一的关系研究[11]。以非化石能源消费为例，Mehmet Akif Destek 在 2016 年以纯粹的非化石能源数据研究与经济增长间的影响关系，分析的结果显示二者在短期是单向的因果关系，在长期内则呈现双向的原因现象[12]。Arora 和 Shi 选取美国作为研究对象，他们的实证分析的结果显示在美国二者之间是双向的因果关系，但是从单一的能源类型来看煤炭的消耗与经济增长是双向的因果关系，但是天然气的消耗与经济增长之间不存在这种影响关系[13]。

2.2. 国内研究

2.2.1. 能源消费总量与经济增长的关系研究

在已有的关于二者关系之间的研究中，我国国内的情况与国外学术界主流趋同，大多采用定量分析，

而且研究范围并不局限, 从一个地区到一个省, 甚至全国都涉及。

在以整个国家为研究对象的实证研究中, 由于选取的数据的时间段不同, 实证分析所表现出来的结果也存在巨大的差异。例如: 王秀丽选取了两者在中国 1978~2012 年间的数据库, 其实证分析表明中国经济总量的增长使得能源消费增加, 能源消费的增长是经济增长单方面导致的[14]。紧随其后, 张子荣选取 1984~2016 年间与王秀丽相同的数据库, 两人的数据相差不过几年, 实证结果却大相径庭, 后者的实证分析的显示在中国两者间是互为因果的[15]。

在以具体的省份为研究对象的实证研究中, 因为选取的研究对象的相关数据不同, 结论也存在一定程度的差异。例如: 白斌飞和丁晟根选取了甘肃省 1995 年~2013 年的 GDP 与总能耗数据, 实证分析的结果表明高能耗是促进 GDP 增长的重要原因, 而且二者还长期于稳定的协整状态中[16]。紧随其后, 季祖强选取了福建省的相关数据, 但是实证分析的结果却表明经济增长是能源消费的单方面原因[17]。另外, 还有一部分省份是非能源依赖型的发展模式。

此外, 还有一些学者引入关联性指标进行实证分析, 同样的由于研究对象的不同, 实证研究的结果也不同, 例如张波等就引入了能源消费弹性系数, 同时联合单位 GDP 能耗, 其实证分析的结果表明现阶段的中国需要优化能源消费结构, 提高能源转化率, 以此促进产业结构升级[18]。王娟以重庆市为例, 以能源消费弹性系数为主要研究对象, 其实证分析的结果显示, 受能源产量及转化率的影响, 能源消费逐渐成为阻碍经济增长的重要生产要素[19]。张杰等选择辽宁省为研究对象, 他们引入了两个关联系指标, 即能源的消费强度和弹性系数, 实证分析的结果显示辽宁省的能源消费增长速度远超 GDP 增长, 辽宁省迫切需要解决能源供给不足及能源利用率低这两大问题[20]。

也有一部分学者利用三要素模型进行实证分析, 但是不论是针对全国的还是具体省份的, 实证结果都有差异。例如: 张忠斌和蒲成毅选取了中国 1980~2012 年间的数据库, 实证分析的结果表明中国的能源消费是 GDP 增长的单方面原因[21]。然而一个有趣的事实很快发生了, 在他们之后宋锋华等选取了中国 1978~2014 年间的数据库, 可以看出前后的数据库选取差异只有四年, 但是后者的研究结果显示两者间却是互为因果关系[22]。再如: 吴传清和万庆选取了湖北省的相关数据库, 在其后, 沈倩岭和张宽选取了北京市的相关数据库, 二者的实证分析结果直接相反, 湖北省的经济增长单方面的刺激着能源消费的增长, 而北京市则是能源消费单方面的促进着 GDP 总量的增长[23] [24]。李玮等选取了山西省的数据库, 实证分析结果表明能源消费与经济增长存在长期协整关系, 并且经济增长是能源消费的单方面格兰杰原因[25]。

2.2.2. 能源消费构成与经济增长的关系研究

在这一板块的研究中, 我国国内学者所选取的研究对象与国外学者不同, 国内学者大多选取电力、煤炭、天然气以及石油四个大类的全部或部分数据库进行研究。例如: 江丽和刘怀旭选取了全国的数据库, 引入 VAR 模型, 实证分析的结果却令人惊讶不已, 结果显示: 在中国仅有煤炭这一种能源消费类型 GDP 增长间存在双向的影响关系, 对经济增长的促进强度由低到高分别是电力、天然气、石油、煤炭[26]。苏鋈珊同样选取了全国的数据库, 不过她的实证分析的结果比较符合我们常规的理解, 在中国煤炭与石油的消耗正向地刺激经济发展, 促使 GDP 的快速增长, 同时经济的快速增长反作用于日常生活, 一个突出的表现就是天然气与电力的消费伴随经济增长而扩大[27]。杨阳和张焯以山西省为例, 通过 ADF 单位根检验, 利用计量模型, 实证认为电力消费的贡献最大, 其次是煤炭、石油、天然气[28]。此外还有一些不同的实证结果, 如马鑫远从定性和定量两个角度进行实证分析, 实证分析的结果虽说是在情理之内, 但是多少有些出人意料, 结果显示不同的能源消费类型与 GDP 增长之间存在的因果关系是不相重合的, 一个令人惊讶的结论是电力与 GDP 之间不具有影响关系, 更有甚者, 煤炭竟然一定程度地抑制了 GDP 的增

长[29]。陈亮等选取了山西省的数据，引入整理、格兰杰及误差修正模型，而他们的实证分析的结果令我们对传统的观点有了一些不一样的思考，他们的研究表明山西省是经济增长诱致的能源需求型经济，并且结果也表明采用节能政策而不牺牲山西省经济的增长是可行的[30]。

上述研究虽然在使用方法上有一定的差异，但主要方法是协整分析和格兰杰因果检。目前研究的内容多以区域为划分，多采用定量分析，以协整分析、因果关系检验、关联性指数等方法最为常见，对能源消费与经济增长影响关系的实证研究分析野比较多也提出了许多有价值的对策和建议，但是各地区的具体情况相差甚远，很多结果不能套用。此外，国内研究较少以山西为例，或未进行深入研讨，更多是关于山西经济发展质量的研究，总体而言，该方面的进展情况一般，存在着片面性与局限性，需进一步探讨研究。

3. 山西省能源消费与经济增长关系的概况分析

自党的十四大以后，国家经济改革不断深入，但山西省作为我国的能源大省，其重工业尤其是钢铁产业一度成为山西省的支柱型产业，时至今日，太钢集团仍具有举足轻重的价值，丰富的能源供给致使山西省在经济发展上对能源存在巨大的依赖性，在带来经济增长的同时，不可避免地带来了一系列限制性问题。为摆脱仅依靠能源发展的经济困境，山西省做出了诸多改变，期间虽多有坎坷，但经济增长情况有所改善。

1995年，社会主义市场经济体制已经在如火如荼地发展起来，山西省为加快经济发展速度，在各方面加大力度，但能源的消耗量也随之进一步提升，如图1所示，经过几年的调整经营，山西省的能源消费总量从2000年开始迅速蹿升，时至2017年其年均消费总量已基本稳定在40,000~45,000万吨标准煤，相较于上世纪末，总量增长在3倍左右。

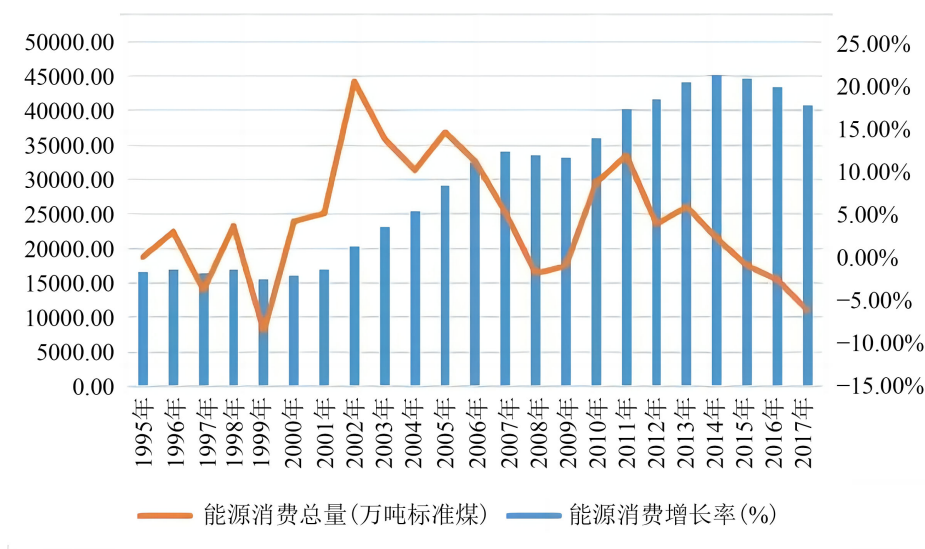


Figure 1. Total energy consumption and its growth rate in Shanxi Province

图 1. 山西省能源消费总量及其增长率

步入快速发展时期后，山西省的经济发展曾一度呈现欣欣向荣的趋势，如图2所示，在21世纪的前10年中，经济增长是极为可观的，但随着环境规制及可持续发展理念的不断深入，山西省的经济增长逐渐滞缓，增长率下滑严重，仅2016~2017年有较大增长。

在快速发展时期，山西省的能源消费自2014年后已开始呈现下降趋势，经济增长则始终呈现上升趋势

势,如图3所示,23年间能源消费总量增长了24,000万吨标准煤,增长率达247%;GDP总量增长了14,500亿元左右,增长率更是高达1443%。

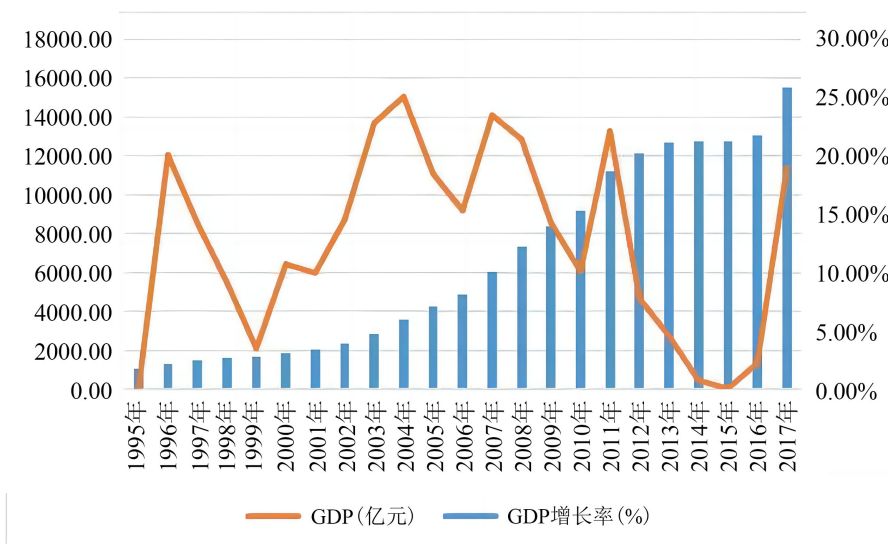


Figure 2. Shanxi Province GDP and its growth rate change
图2. 山西省 GDP 及其增长率变化

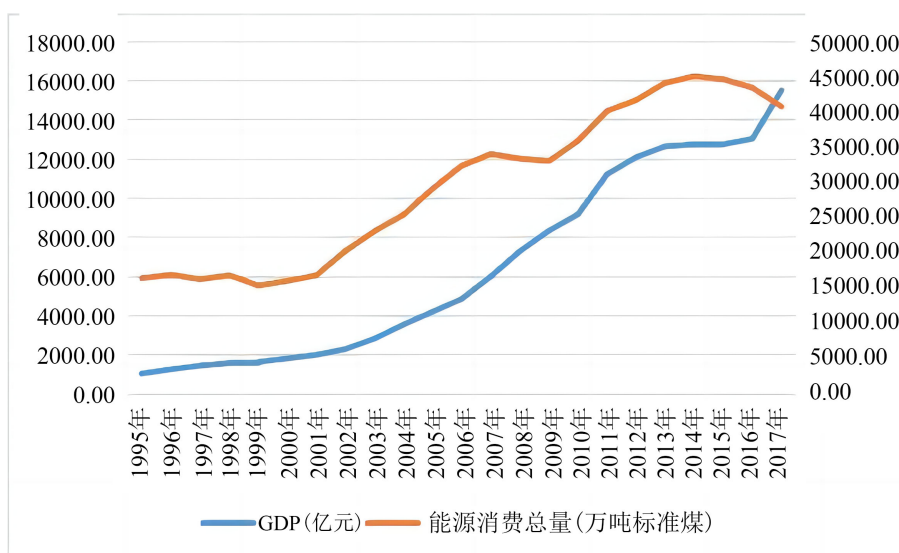


Figure 3. Trends of energy consumption and economic growth in Shanxi Province
图3. 山西省能源消费与经济增长的变动趋势

由图3可以较为直观地发现,在快速发展时期山西省在经济增长要好于能源消费的增长,可以肯定山西省的经济转型取得一定的成效,能源消费结构有一定合理化升级,但两者变化趋势相近,反映出两者间存在一定的关联性,需要进一步地进行实证分析。

4. 山西省能源消费与经济增长关系的实证分析

为进一步明晰能源消费与经济增长间的关系,将利用协整分析法、格兰杰因果检验法和误差修正模型等手段对两者关系进行实证研究,具体分析过程如图4所示。

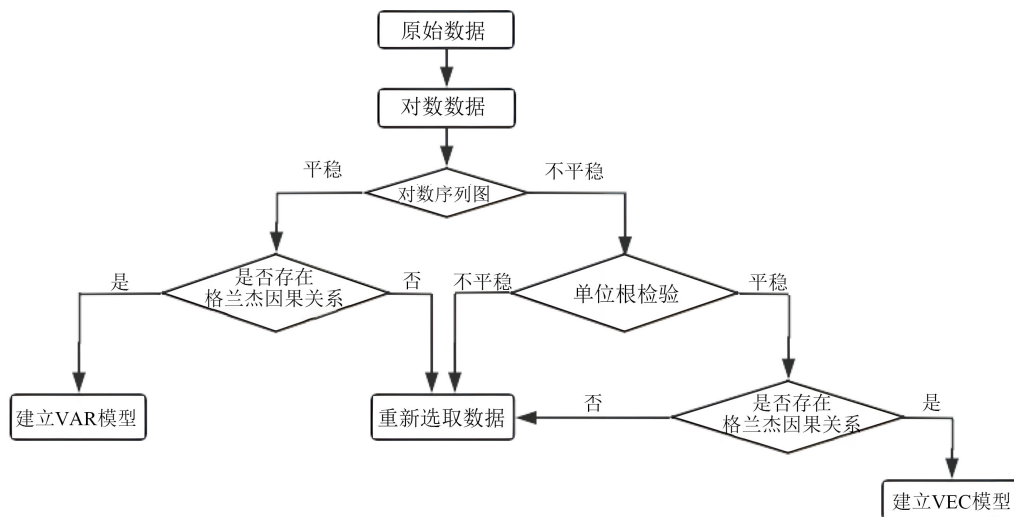


Figure 4. Flow chart of empirical analysis of the relationship between energy consumption and economic growth in Shanxi Province
图 4. 山西省能源消费与经济增长关系的实证分析流程图

4.1. 构建三要素生产函数模型

4.1.1. 模型构建

在经济学的广泛认知中，能源是无法被轻易忽视的一个影响要素，为此国内和国外的相当一部分学者在考虑研究变量时会选择将能源消费作为一个独立的考察变量，可是这也要面临一个很直接的问题——内生性，为了降低内生性的影响，在此将能源视为与资本和劳动等同的要素，以此来构建所需的生产函数模型。

将能源消费作为一个可以影响经济产出的生产要素引入柯布 - 道格拉斯生产函数模型中，得到下列生产模型：

$$Y_t = AZ_t^\alpha L_t^\beta N_t^\delta \tag{1}$$

式(1)所示的模型并不是线性的，为了方便地做进一步的研究分析，在此将整个等式的两边同时取对数，使之呈现线性分布，从而得到新的生产函数：

$$\ln Y_t = \ln A + \alpha \ln Z_t + \beta \ln L_t + \delta \ln N_t + S_t \tag{2}$$

式(1)与式(2)中表示的变量含义如下：

- Y_t ——包含时间因素的经济产出；
- N_t ——包含时间因素的能源消费总量；
- L_t ——包含时间因素的劳动力投入；
- Z_t ——包含时间因素的资本投入；
- α ——资本对产出的弹性；
- β ——劳动力对产出的弹性；
- δ ——能源对产出的弹性；
- A ——技术进步导致的生产率；
- S_t ——随机误差。

根据上一节的概况分析，我们已经初步判定山西省能源消费与经济增长间存在相关性，本节将利用

式(2)做进一步的探究, 首先依靠单位根和格兰杰检验的结果来建立 VEC 模型, 其次依托 stata、Eviews 等软件做进一步的定量分析, 以此来明确能源消费的总量和结构与经济增长间的经济关系。

4.1.2. 模型变量说明及其数据来源

出于数据的可获得性, 本文从历年的《山西省统计年鉴》中选取 1995 年~2017 年的相关数据, 并进一步整合成经济产出、资本投入、劳动力投入与能源消费总量四个要素, 具体说明如下:

- (1) 经济产出(GDP , 亿元人民币), 原始数据是山西省地区生产总值;
- (2) 资本投入(Z , 亿元人民币), 原始数据是山西省固定资产投资总量;
- (3) 劳动力投入(L , 万人), 原始数据是山西省历年就业人口总数;
- (4) 能源消费总量(N , 万吨标准煤), 原始数据是山西省统计年鉴中给出的能源消费总量。

4.2. 能源消费与经济增长关系的分析

4.2.1. 变量的对数序列图

在前面建立三要素模式时, 为了方便后续的研究分析, 我们可以利用 Eviews、SAS、spss 等软件分别对 GDP (地区生产总值)、 N (能源消费总量)、 L (劳动力投入)、 Z (资本投入) 取对数, 并依次标记为 $\ln GDP$ 、 $\ln N$ 、 $\ln L$ 和 $\ln Z$, 进一步利用软件做出这些变量的对数序列图 5。

根据图 5 所示, 我们可以直观地看出四个对数变量中只有 $\ln L$ 却表现出十分平稳的变动趋势, 而 $\ln GDP$ 与 $\ln N$ 和 $\ln Z$ 三者之间的变化虽然趋同, 但是基本上呈现逐年增长的趋势。由此我们可以推测山西省的 N (能源消费质量)、 L (劳动力投入)、 Z (资本投入) 与 GDP (地区生产总值) 之间存在协整关系, 而 L (劳动力投入) 相对于其他两个要素与 GDP (地区生产总值) 之间的相关性要弱一些。

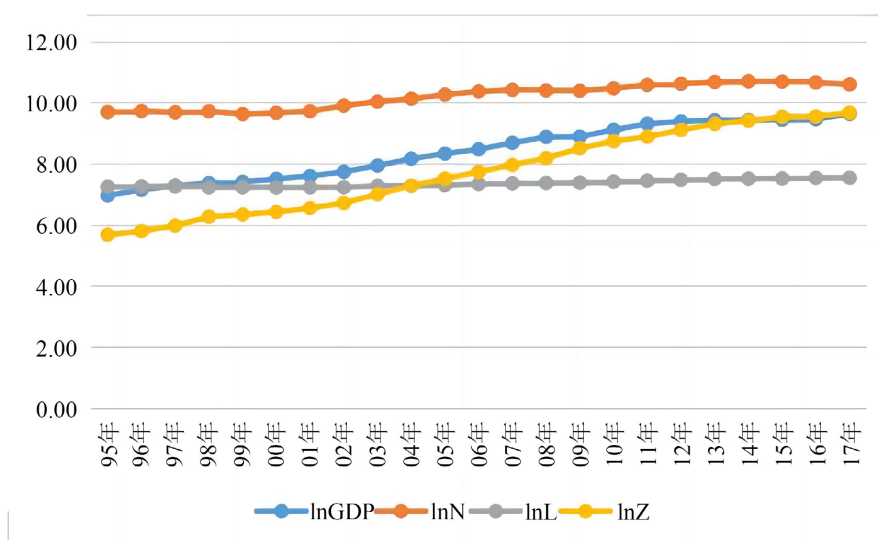


Figure 5. Logarithmic sequence of GDP (gross product), N (energy consumption), L (labor), Z (capital)
图 5. GDP (生产总值)、 N (能源消费)、 L (劳动力)、 Z (资本) 的对数序列走势图

4.2.2. 单位根检验

单位根检验是为是否需要进一步做格兰杰因果检验做准备, 在利用软件对四个对数变量进行单位根检验后, 我们可以得到如表 1 所示的检验结果。

当 ADF 值大于 5% 的临界值, 我们可以认为是接受变量非平稳, 当 ADF 值小于 5% 的临界值时, 则认为是接受变量平稳。由表 1 可知四个对数变量一开始都是非平稳的, 为此我们需要对变量进行差分后

再次检验，如表 1 所示，我们进行一阶差分后的检验结果仍旧是非平稳的，我们再进行二阶差分，由表 1 可以知道检验结果在 5% 的显著性水平下通过了平稳性检验，也就是说我们选取的变量的对数序列是二阶单整序列，说明需要进一步做格兰杰检验。

Table 1. Logarithmic sequence ADF test results

表 1. 对数序列 ADF 检验结果

变量	ADF 值	5%的临界值	P 值	运行结果
$\ln GDP$	2.319943	-1.958088	0.9928	非平稳
$\ln N$	0.982307	-1.958088	0.9076	非平稳
$\ln L$	3.907345	-1.957204	0.9998	非平稳
$\ln Z$	1.882357	-1.958088	0.9820	非平稳
$\Delta \ln GDP$	-3.012363	-3.014927	0.0514	非平稳
$\Delta \ln N$	-2.232680	-3.012363	0.2014	非平稳
$\Delta \ln L$	-2.963098	-3.012363	0.0551	非平稳
$\Delta \ln Z$	-3.012363	-2.801198	0.0751	非平稳
$\Delta^2 \ln GDP$	-4.389946	-3.673616	0.0131	平稳
$\Delta^2 \ln N$	-6.383235	-3.658446	0.0002	平稳
$\Delta^2 \ln L$	-4.198447	-3.690814	0.0200	平稳
$\Delta^2 \ln Z$	-4.383363	-3.733200	0.0164	平稳

4.2.3. 格兰杰因果检验

为了确定能源消费与经济增长之间是否存在因果关系，我们可以依托 Eviews，使用格兰杰检验法对 $\ln N$ 和 $\ln GDP$ 进行因果检验，我们可以得到表 2 所示的结果：

Table 2. Granger causality test for $\ln N$ and $\ln GDP$

表 2. 对 $\ln N$ 和 $\ln GDP$ 的格兰杰因果检验

零假设	滞后期数	F 统计值	P 值	结论
$\ln N$ 不是 $\ln GDP$ 的格兰杰原因	1	5.28173	0.0183	拒绝
$\ln GDP$ 不是 $\ln N$ 的格兰杰原因		7.03748	0.0070	拒绝
$\ln N$ 不是 $\ln GDP$ 的格兰杰原因	2	5.69868	0.0155	拒绝
$\ln GDP$ 不是 $\ln N$ 的格兰杰原因		7.45426	0.0062	拒绝
$\ln N$ 不是 $\ln GDP$ 的格兰杰原因	3	4.57433	0.0313	拒绝
$\ln GDP$ 不是 $\ln N$ 的格兰杰原因		6.82459	0.0094	拒绝

根据表 2 我们可以看出，在选择滞后一、二、三期时，检验结果表明在 5% 的显著性水平下全部拒绝原假设，由此我们可以得出结论，即山西省的能源消费和经济增长呈现典型的格兰杰双向因果关系，而且无论短期还是长期，能源消费都是在明显地推动经济增长。

4.2.4. 建立 VEC 模型

通过了前两步的检验后，我们需要进一步地做协整检验，并根据检验结果来建立 VEC 模型。利用 stata 软件，我们可以得到如表 3 所示的回归结果。

Table 3. OLS regression estimation results
表 3. 对 LnN 和 lnGDP 的格兰杰因果检验

变量及统计意义	统计指标	相关误差	T 统计数据	P 统计数据
C	6.098847	3.435448	1.775270	0.0919
LnN	0.524772	0.154005	3.407500	0.0030
LnL	-1.034167	0.475300	-2.175818	0.0424
LnZ	0.591414	0.060407	9.790548	0.0000
R-squared	0.994946	Mean dependent var		8.432609
Adjusted R-squared	0.994148	S.D. dependent var		0.900062
F	1246.704	DW		1.513759
Prob(F)	0.000000			

根据表 3，得到 lnGDP、lnN、lnL、lnZ 四个变量间的回归方程：

$$\ln GDP = 6.098 + 0.524 \ln N - 1.034 \ln L + 0.5914 \ln Z$$

$$T = (1.7753)(3.4075)(-2.1758)(9.7905) \quad (3)$$

式(3)括号中的值为各项的 T 检验值，多重决定系数 = 0.9949，调整后的 = 0.9941，说明模型回归很成功。模型整体显著性的 F 检验统计量的值为 1246.704，相对应的 p 值为 0.000，说明模型整体效果是显著的，即变量 lnN、lnL 和 lnZ 共同对被解释变量 lnGDP 产生显著影响。

同时，回归显示 lnN 项的显著性检验的 p 值为 0.003，lnL 项的显著性检验的 p 值为 0.0424，lnZ 项的显著性检验的 p 值为 0.000。这说明三要素对经济增长都具有影响较为明显，但是 lnL 项前的回归系数值为-1.0342，是所有系数项中最大的一个，并且该项值为负数，这说明，劳动力投入对经济增长有不良影响，资本和能源则具有大体相似的促进作用。此外，为进一步完善模型进行误差修正，需要确保残差序列 e 的平稳性，为此我们利用 stata 软件得到如表 4 所示的检验结果：

Table 4. The result of unit root test of residual sequence e
表 4. 残差序列 e 的单位根检验结果

变量	ADF 值	1%的临界值	5%的临界值	10%的临界值	结论
e	-3.9319	-2.6797	-1.9581	-1.6078	平稳

由表 4 可知，ADF 值小于 5%的临界值，即残差序列 e 是平稳的，因此可以认为变量 lnN、lnL 和 lnZ 与 lnGDP 之间协整，即存在长期稳定的均衡关系。

4.2.5. 误差修正模型

经过前面两节的实证分析后，为了保证回归结果准确，我们进行误差修正，最后得到如下模型：

$$\ln GDP = 4.6148 + 0.5357 \ln N - 0.8250 \ln L + 0.57 \ln Z$$

$$T = (0.8157)(2.7282)(-1.1316)(5.5144) \quad (4)$$

$R^2 = 0.995109$ 调整后： $R^2 = 0.993479$ ； $F = 610.3953$ ； $DW = 1.923440$

回归方程式(4)的 R^2 统计量与调整后的 R^2 统计量证明方程的拟合效果非常好。回归结果表明，在山西省经济增长中，能源消费与资本投入都有相当大的推动作用，而劳动力投入反而抑制经济增长，推测是近些年山西省经济转型，GDP 增长相对缓慢，而劳动力增长相对较快导致，而不是劳动力投入不利于

经济增长。

5. 结论及建议

根据前文所述,在不考虑十九大至二十大期间疫情影响后,仅以十九大前的数据作为研究对象,可以得到如下结论:

山西省的经济发展与能源消费、资本投入及劳动力投入均呈密切相关,但相较于资本和劳动力,能源才是真正意义上的山西省经济发展困境。山西省的能源消费和经济增长呈现典型的格兰杰双向因果关系,即山西省的经济增长离不开能源的助力。近代以来,山西省因煤而享誉于世,但是煤炭的巨大储量无法掩盖山西省资源种类不齐全这一现实短板,在最主要的四大类能源资源(煤炭、石油、天然气、电力)中,只有煤炭主要由山西省自产其他能源资源基本需要从其他省引进,且煤炭消费始终占据着绝对的比重,反观剩下的三种能源消费,在能源消费结构中的所占比例有限。煤炭消费占据了绝对比列,其本身却又不是清洁能源,对环境的污染及其严重,这不仅与新时代高质量发展要求相违背,同时也不符合山西省可持续健康发展的需要。

针对上述研究结论,就能源问题带来的困境,提出如下建议:

第一完善环境保护机制,促进经济健康发展。近些年随着环境规制的不断完善,山西省的经济发展质量、社会发展质量及环境保护与恢复才取得了一定的成绩,由此在加强环境规制力度的框架下,促进环境保护机制的完善对促进经济健康发展有着不可忽视的价值。

第二提高经济发展质量,促进能源消费结构合理化。山西省能源的总消耗量被经济增长所推动,因此调整三产比重,迫使经济结构进行优化从而提高山西省的经济发展质量是必须要进行的,但这同时也在驱使能源消费结构的调整,随着重工业比重的下调,煤炭消费总量势必减少,清洁能源的占比则逐渐提高,整个能源消费结构也将不自主地趋向于合理。

第三优化能源消费结构,促进山西省的可持续发展。依靠经济结构调整反作用于能源消费结构调整的做法虽然可行,但能源消费结构的调整不一定完全趋向于合理化,有意识地引导能源消费结构的调整,降低传统化石能源比重,多用新能源、清洁能源,一方面有利于经济结构的调整,另一方面则有利于环境保护与社会生活环境的发展。通过优化能源消费结构来调整整个社会生产关系必然是痛苦的,但在山西这样的省份,这一调整可以视为必由之路。

参考文献

- [1] Ouedraogo, N.S. (2012) Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from the Economic Community of West African States (ECOWAS). *Energy Economics*, **36**, 637-647. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.11.011>
- [2] Smiech, S. and Papież, M. (2014) Energy Consumption and Economic Growth in the Light of Meeting the Targets of Energy Policy in the EU: The Bootstrap Panel Granger Causality Approach. *Energy Policy*, **71**, 118-129. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.04.005>
- [3] Ozturk, I. (2009) A Literature Survey on Energy-Growth Nexus. *Energy Policy*, **38**, 340-349. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.024>
- [4] Payne, J.E. (2008) On the Dynamics of Energy Consumption and Output in the US. *Applied Energy*, **86**, 575-577. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.07.003>
- [5] Destek, M.A. and Aslan, A. (2017) Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Emerging Economies: Evidence from Bootstrap Panel Causality. *Renewable Energy*, **111**, 757-763. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.008>
- [6] Guo, W.-W. (2018) An Analysis of Energy Consumption and Economic Growth of Cobb-Douglas Production Function Based on ECM. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **113**, 340-347. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/113/1/012071>
- [7] Jalil, A. and Feridun, M. (2014) Energy-Driven Economic Growth: Energy Consumption—Economic Growth Nexus

- Revisited for China. *Emerging Markets Finance and Trade*, **50**, 159-168.
<https://doi.org/10.2753/REE1540-496X500411>
- [8] Tang, C.F., Tan, B.W. and Ozturk, I. (2016) Energy Consumption and Economic Growth in Vietnam. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **54**, 1506-1514. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.083>
- [9] Shang, M. (2014) Analysis on Regional Difference of Causal Relationship between Energy Consumption Intensity and Economic Growth in Eastern, Central and Western China. *Advanced Materials Research*, **3137**, 1592-1595.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.912-914.1592>
- [10] Zhang, J. and Broadstock, D.C. (2016) The Causality between Energy Consumption and Economic Growth for China in a Time-Varying Framework. *The Energy Journal*, **37**, 4399-4406. <https://doi.org/10.5547/01956574.37.S11.jzha>
- [11] Herrerias, M.J., Joyeux, R. and Girardin, E. (2013) Short- and Long-Run Causality between Energy Consumption and Economic Growth: Evidence across Regions in China. *Applied Energy*, **112**, 1483-1492.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.04.054>
- [12] Destek, M.A. (2016) Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Newly Industrialized Countries: Evidence from Asymmetric Causality Test. *Renewable Energy*, **95**, 478-484. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.04.049>
- [13] Arora, S. (2016) Energy Consumption and Economic Growth in the United States. *Applied Economics*, **48**, 3763-3773.
<https://doi.org/10.1080/00036846.2016.1145347>
- [14] 王秀丽. 中国能源消费与经济增强的实证研究[J]. 统计与决策, 2014(20): 136-138.
- [15] 张子荣. 我国经济增长与能源消费关系的实证分析[J]. 商业经济研究, 2018(17): 36-39.
- [16] 白斌飞, 丁晟根. 甘肃省能源消耗与经济增长关系研究——基于 1995-2013 年基础数据[J]. 中国管理信息化, 2015, 18(22): 128-129.
- [17] 季祖强. 能源消耗与经济增长关系的实证研究——以福建省为例[J]. 衡阳师范学院学报, 2018, 39(3): 107-111.
- [18] 张波, 杨艳丽, 徐小宁. 中国能源发展及其对经济与环境的影响[J]. 能源与环境, 2015(3): 7-10.
- [19] 王娟. 重庆市能源消费与经济增长现状分析[J]. 对外经贸, 2012(4): 83-84.
- [20] 张杰, 王志文. 辽宁省 GDP 与能源消耗关系的实证分析[J]. 沈阳工业大学学报(社会科学版), 2015, 8(4): 312-316.
- [21] 张忠斌, 蒲成毅. 能源消耗与经济增长关系的动态机理分析——基于 C-D 生产函数[J]. 科技管理研究, 2014, 34(5): 226-230.
- [22] 宋锋华, 等. 中国能源消费与经济增长研究: 1978-2014[J]. 新疆社会科学, 2016(6): 23-30+167.
- [23] 吴传清, 万庆. 湖北省能源消费与经济增长关系研究[J]. 统计与决策, 2014(2): 132-135.
- [24] 沈倩岭, 张宽. 基于 Toda-Yamamoto 因果检验能源消费与经济增长关系研究[J]. 华北电力大学学报(社会科学版), 2017(1): 25-31.
- [25] 李玮, 等. 山西省能源消费和经济增长关系研究: 基于 Johansen 协整检验和 Granger 因果关系检验[J]. 中国矿业, 2012, 21(3): 32-34.
- [26] 江丽, 刘怀旭. 中国能源消费结构与经济增长关系研究——兼论与二氧化碳减排的关系[J]. 吉林工商学院学报, 2014, 30(3): 11-14.
- [27] 苏黎珊. 中国能源消费结构与经济增长关系的实证[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版), 2018, 33(3): 116-123.
- [28] 杨阳, 张焯. 山西省能源消费结构与经济增长的关系研究[J]. 改革与开放, 2015(12): 9-10.
- [29] 马远鑫. 陕西省能源消费及构成对经济增长的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西北大学, 2009.
- [30] 陈亮, 等. 山西省能源消费与经济增长关系的实证分析[J]. 会计之友, 2013(17): 37-38.