

文章编号:1003-207(2016)03-0018-06

DOI:10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2016.03.003

经济转型过程中资源依赖度演进路径分解模型研究

孟 明¹,牛东晓²,许晓敏²

(1. 华北电力大学经济管理系,河北 保定 071003;2. 华北电力大学经济与管理学院,北京 102206)

摘 要:资源依赖度的变化是资源型经济转型的重要标志。为了识别转型过程中的驱动因素和滞后因素,并对可持续发展效果进行评价,本文提出了资源依赖度演进路径分解模型。该模型在考虑一个经济体的各个组成部分的基础上,以资源依赖度的导数形式为起点,通过设计对数均值算法解决积分计算中存在的问题,最终得到资源依赖度演进路径完全分解方程。该模型可以将一个经济体在一段时期内资源依赖度的变化,分解为每一个组成部分在每一年通过每一项影响因素所做出的贡献的和。此外,本文还使用该模型对山西省 2006—2012 年资源依赖度的变化量进行了分解分析,为促进山西省资源型经济的转型发展提出了相应的政策建议。

关键词:资源型经济;转型;资源依赖度;路径分解

中图分类号:F061.3;F407.21 **文献标识码:**A

1 引言

资源型经济主要是指以矿产资源开发为动力所形成的以煤、石油、天然气等能源产业及铁、铜等矿产部门为主导的经济体系^[1]。由于资源禀赋的优势,一些国家或地区可以在工业化初期获得巨大的发展优势。英国、德国在 19 世纪的高速发展以及美国在 20 世纪初的迅速崛起均与此有关^[2]。实际上,在整个 20 世纪 60 年代以前,多数学者对于自然资源在经济发展中的推动作用都是持肯定态度的^[3]。

但是,20 世纪 60 年代以后,上述发展模式的问题开始显现。主要表现在丰富的资源与资源产业的兴起,不但没有为资源丰富地区带来预期的进一步发展,反而产生了区域经济增长缓慢、区际贸易条件恶化、经济结构失衡、资源环境破坏、收入差距扩大等问题,即所谓的资源与经济悖论^[4]。1982 年,Corden 和 Neary^[5]以荷兰为例对上述现象的成因进行了研究,认为资源产业部门贸易顺差的增加,导致了本国货币的升值,从而恶化了非资源产

业部门的国际贸易环境。此外,由于资源部门具有更高的边际生产率,其对于物质和人力资本的吸收也削弱了非资源产业部门的发展基础。这种问题在很多资源禀赋丰富国家和地区的发展过程中都曾出现,被称为“荷兰病”^[6-7]。在后续的研究中,Auty^[8]对“荷兰病”的成因进行总结,提出了“资源诅咒”的概念,即丰裕的资源对一些国家的经济增长并不是充分的有利条件,反而是一种限制。因此,对资源型经济的发展模式进行转型,降低其对资源开采的依赖,就成为一些“资源诅咒”国家和地区未来发展的必由之路^[9-10]。

资源依赖度可以定义为单位 GDP 产出的资源开采量。其变化量可以用于反应资源型经济转型速度和成果的重要指标。具体而言,随着经济的发展,当一个资源型经济国家或地区的资源依赖度下降时,可以在很大程度上认为该经济体的资源型经济转型取得进展。反之,则可以认为其发生了逆转。对资源依赖度在一定时期内的演进路径进行分解分析,可以定量测量各种因素对该经济体资源依赖度变化的影响,进而识别出转型过程的驱动因素和滞后因素。此外,将资源依赖度演进路径模型的分解结果与该经济体各子区域的经济规模相结合,可以对该经济体的各个子区域的相对可持续发展水平进行评价。这些实证分析结果都可以为相关产业政策的调整提供借鉴。

当前,对于路径分解模型模型的设计主要有三

收稿日期:2014-06-15; 修订日期:2014-12-18

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71471061, 71201057, 71471059);中央高校基本科研业务费专项资金资助(2014MS148)

通讯作者简介:孟明(1979—),男(汉族),河北定州人,华北电力大学经济管理系副教授,管理学博士,研究方向:能源消费模型与政策,E-mail:ncepumm@126.com.

种思路:DEA-MPI(Data Envelopment Analysis and Malmquist Productivity Index)分解^[11-12]、Laspeyres 指数分解^[14]和 LMDI(Logarithmic Mean Divisia Index)分解^[14-15]。与后两种分解思路相比,采用 DEA-MPI 分解思路设计的模型在计算方面较为困难,而且对于分解结果也不容易解释。对于后两种分解思路,由于 LMDI 分解方法设计的模型在理论基础、适用性、易用性和结果易于解释等方面均更有优势^[16],因此这种思路也被本文所采用。

采用 LMDI 分解方法所设计的模型,主要以单一统计指标为分解对象,例如资源消费量^[17]或 CO₂ 排放量^[18]等。而资源依赖度作为比例性指标,并不能采用上述算法直接进行分解分析,主要原因有两方面:第一,比例性指标的影响因素与单一统计指标不同,因而分解方程框架也不同;第二,由于分解方程框架不同,用于解决定积分计算问题的均值算法也不同。为了解决上述比例性指标的分解问题,本文将采用 LMDI 分解的思路设计资源依赖度演进路径分解模型,并以此为基础对山西省经济转型过程中资源依赖度的变化进行实证分解分析,并进而提出相应的政策调整建议。

2 资源依赖度演进路径分解模型

2.1 分解框架

一般而言,在考虑一个经济体各个组成部分的前提下,其资源依赖度的变化,可以受到两方面因素的影响:第一,其各个组成部分的经济转型情况。当各个组成部分的经济转型普遍取得进展时,该经济体的资源依赖度降低。第二,其各个组成部分区域经济发展速度调整的效果。当该经济体中资源依赖度较低的组成部分的产出比例增加时,该经济体的资源依赖度降低。因此,根据资源依赖度的定义,并考虑一个经济体的各个组成部分,有:

$$R = \frac{M}{G} = \sum_{j=1}^n \frac{M_j}{G_j} \cdot \frac{G_j}{G} \quad (1)$$

其中, R 为该经济体的资源依赖度; M 为该经济体的资源开采量; G 为该经济体的 GDP 产出; n 为该经济体所考虑的组成部分的个数,一般可按照行政单位进行划分。

将式(1)中的 M_j/G_j 和 G_j/G 看作两个变量,则随着时间 t 的推移,资源依赖度 R 的边际变化可以表示为:

$$\frac{dR_t}{dt} = \sum_{j=1}^n \frac{G_{t,j}}{G_t} \cdot \frac{d(\frac{M_{t,j}}{G_{t,j}})}{dt} + \sum_{j=1}^n \frac{M_{t,j}}{G_{t,j}} \cdot \frac{d(\frac{G_{t,j}}{G_t})}{dt} \quad (2)$$

在式(2)中,该经济体的资源依赖度 R 的边际变化被分解为等号右侧的两项影响之和。其中,第一项来源于该经济体各个组成部分资源依赖度的变化,可以粗略反映各个组成部分的经济转型速度的影响;第二项来源于该经济体各个组成部分 GDP 产出比例的变化,可以反映区域经济发展速度调整的影响。

设 u 和 z 为两个统计时点($u < z$),则可以通过对式(2)等号两侧分别进行定积分得到该经济体的资源依赖度 R 在两个统计时点间的变化量的分解结果,即:

$$R_z - R_u = \sum_{j=1}^n \int \frac{G_{t,j}}{G_t} \cdot \frac{d(\frac{M_{t,j}}{G_{t,j}})}{dt} dt + \sum_{j=1}^n \int \frac{M_{t,j}}{G_{t,j}} \cdot \frac{d(\frac{G_{t,j}}{G_t})}{dt} dt \quad (3)$$

在式(3)中,由于等号右侧第一项中的 $G_{t,j}/G_t$ 和第二项中的 $M_{t,j}/G_{t,j}$ 均不是常量,且其具体的表达式未知,因此这两项定积分均无法直接计算。

2.2 均值算法

为了解决式(3)中的定积分计算问题,按照分解模型的一般设计思路,可以以 $G_{t,j}/G_t$ 和 $M_{t,j}/G_{t,j}$ 两个变量在 u 和 z 两个时点的某种均值形式对其分别进行替换,但这种替换必须保证分解结果是没有余量的,即式(3)等号左右两侧的结果必须完全相等,因此必须设计合理的均值算法。

根据 LMDI 分解的思路,两因素的对数均值方程^[19]为:

$$L(x, y) = \begin{cases} (x - y) / (\ln x - \ln y), & x \neq y \\ x, & x = y \end{cases} \quad (4)$$

为了计算式(3)中的定积分,将 $G_{t,j}/G_t$ 替换为:

$$\gamma_{(u,z),j} = \frac{L(\frac{M_{uj}}{G_u}, \frac{M_{zj}}{G_z})}{L(\frac{M_{uj}}{G_{uj}}, \frac{M_{zj}}{G_{zj}})} \quad (5)$$

将 $M_{t,j}/G_{t,j}$ 替换为:

$$\lambda_{(u,z),j} = \frac{L(\frac{M_{uj}}{G_u}, \frac{M_{zj}}{G_z})}{L(\frac{G_{uj}}{G_u}, \frac{G_{zj}}{G_z})} \quad (6)$$

由于 $\gamma_{(u,z),j}$ 和 $\lambda_{(u,z),j}$ 不含有变量 t ,即在积分期间为常量,因此将其带入式(3)后可直接进行积分计算。

将式(5)和式(6)带入式(3),有:

$$R_z - R_u = \sum_{j=1}^n \int \gamma_{(u,z),j} \cdot \frac{d(\frac{M_{t,j}}{G_{t,j}})}{dt} dt + \sum_{j=1}^n \int \lambda_{(u,z),j} \cdot \frac{d(\frac{G_{t,j}}{G_t})}{dt} dt \quad (7)$$

可以证明,由于采用了式(5)和式(6)的均值算法,式(7)等号右侧的分解结果为左侧该经济体资源依赖度 R 的变化量的完全分解,即不存在分解余量^[20]。

2.3 完全分解方程

为了描述该经济体资源依赖度在不同年份间的变化情况,必须将式(7)进一步分解为相邻年份的变化。

设有 m 年连续的统计数据,根据式(7),任意相邻年份该经济体资源依赖度 R 的变化量可以分解为:

$$\left\{ \begin{aligned} R_m - R_{m-1} &= \sum_{j=1}^n \gamma_{(m-1,m),j} \cdot (\frac{M_{mj}}{G_{mj}} - \frac{M_{(m-1)j}}{G_{(m-1)j}}) \\ &+ \sum_{j=1}^n \lambda_{(m-1,m),j} \cdot (\frac{G_{mj}}{G_m} - \frac{G_{(m-1)j}}{G_{m-1}}) \\ R_{m-1} - R_{m-2} &= \sum_{j=1}^n \gamma_{(m-2,m-1),j} \cdot (\frac{M_{(m-1)j}}{G_{(m-1)j}} - \frac{M_{(m-2)j}}{G_{(m-2)j}}) \\ &+ \sum_{j=1}^n \lambda_{(m-2,m-1),j} \cdot (\frac{G_{(m-1)j}}{G_{m-1}} - \frac{G_{(m-2)j}}{G_{m-2}}) \\ &\dots \\ R_2 - R_1 &= \sum_{j=1}^n \gamma_{(1,2),j} \cdot (\frac{M_{2j}}{G_{2j}} - \frac{M_{1j}}{G_{1j}}) \\ &+ \sum_{j=1}^n \lambda_{(1,2),j} \cdot (\frac{G_{2j}}{G_2} - \frac{G_{1j}}{G_1}) \end{aligned} \right. \quad (8)$$

对式(8)等号左右两侧同时求和,可得:

$$R_m - R_1 = \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^n \gamma_{(i,i+1),j} \cdot (\frac{M_{(i+1)j}}{G_{(i+1)j}} - \frac{M_{ij}}{G_{ij}}) + \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1}^n \lambda_{(i,i+1),j} \cdot (\frac{G_{(i+1)j}}{G_{i+1}} - \frac{G_{ij}}{G_i}) \quad (9)$$

这样以来,一个经济体从第 1 年到第 m 年资源依赖度的变化量,被分解为每一个组成部分在每一年通过每一项影响因素(经济转型速度和区域经济发展速度调整)所做出贡献的和。因此,根据式(9)的分解结果,资源依赖度的演进路径,可以从时间、组成部分和影响因素三个维度进行定量描述。对分解结果从不同维度进行分析,可以识别源依赖度的变化的驱动因素和滞后因素。将分解结果与该经济体各子区域的经济规模相结合,可以对该经济体的

各个子区域的相对可持续发展水平进行评价。

3 实证分析

山西省的煤炭资源非常丰富,其当前已探明的储量达 2673.79 亿吨,约占全国的 20%,故而有“煤乡”之称^[21]。山西省的煤炭资源开发较早,其产业结构体系长期以来均以煤炭资源为基础,是我国典型的资源型经济地区。为了降低对煤炭工业的依赖,实现社会经济的可持续发展,山西省近年来一直在谋求经济的转型发展。在中央政府的支持下,作为我国第九个综合配套改革试验区,“山西省国家资源型经济转型综合配套改革试验区”已于 2010 年成立。本节以前面提出的资源依赖度演进路径分解模型为基础,对山西省资源依赖度的变化进行实证分析,并为经济的转型发展提供政策借鉴。

3.1 数据选择及初步分析

山西省在“十一五”规划之前就已经提出了资源转型发展战略,但这一战略的系统实施是在“十一五”规划开始以后。因此,数据选择以“十一五”规划的开始年,即 2006 年为起点。由于各类统计年鉴公布的最新数据均截止到 2012 年,因此数据选择以 2012 年为终点。此外,在山西省所辖的 11 个地级市中,由于运城市的煤炭开采量极小,资源型经济的特征并不明显,因此在本文中不予考虑(以下所指的山西省均不包括运城市)。为了便于进行使用上述分解模型对各个地区的相关数据进行处理,将其余 10 个地级市分别进行编号,如表 1 所示。

表 1 山西省各地区的编号

地级市	太原	临汾	吕梁	长治	晋中
编号(j)	1	2	3	4	5
地级市	忻州	大同	晋城	阳泉	朔州
编号(j)	6	7	8	9	10

全部 10 个地区的 GDP 产出和原煤产量均来源于《山西统计年鉴》(2007—2013)^[21]。其中,原煤产量来源于“主要工业产品产量”表(2006—2008)和“规模以上主要工业产品产量”(2009—2012)表;GDP 数据来源于“国民经济核算主要指标”表。为了剔除价格波动对分解结果的影响,所有 GDP 数据在进行进一步分析前均需除以其对应年的“全省商品零售价格总指数”(2006=1)。

根据式(1),并以所选择的原煤产量数据和调整后的 GDP 数据为基础,可以得到各地级市 2006—2012 年的资源依赖度数据(单位:吨/万元)。为了

便于观察其变化规律,将其以柱状图列于图 1 中。

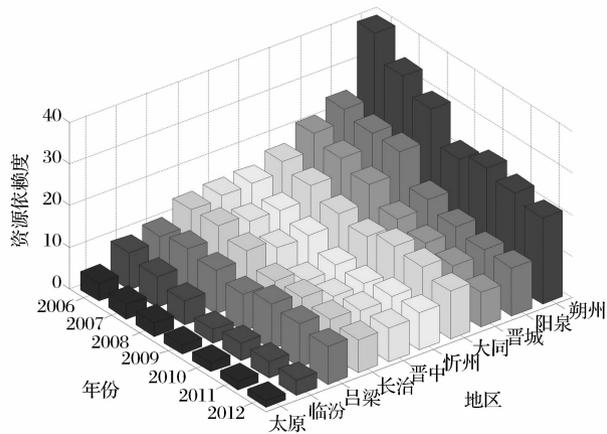


图 1 山西省各地区资源依赖度的变化趋势

如图 1 所示,总体而言,山西省各地区的资源依赖度自 2006 年以来均出现了下降的趋势,这意味着各地区经济转型均取得了进展。此外,各地区资源依赖度的差别很大,这就意味着存在着通过对区域经济发展速度进行调整而降低山西省资源依赖度的可能。

3.2 分解结果分析

将上述数据原煤产量数据和调整后的 GDP 数据代入式(5)和式(6),即可得到分解方程的中间值。再将上述中间值代入式(9),即可得到山西省资源依赖度的分解结果,列于表 2 中(单位:吨/十万元)。

表 2 各因素定量分解结果

	<i>j</i>	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12
经济 转型 速度	1	-2.096	-0.522	-2.365	-0.164	-0.383	-0.794
	2	-1.843	-2.075	-3.039	0.997	-0.082	-0.271
	3	1.145	-0.901	-1.454	1.935	-0.617	-1.295
	4	0.394	-1.845	-3.446	0.329	-0.981	-0.871
	5	-1.695	-1.957	-3.343	0.396	0.843	0.1
	6	-1.118	-0.829	-1.454	-0.164	0.668	0.158
	7	-1.439	-2.219	-1.263	1.688	-0.543	-1.397
	8	-1.447	-1.649	-3.537	-1.375	-1.035	-1.963
	9	-0.821	-0.101	-3.664	-1.206	-0.665	-0.091
	10	-3.586	-2.431	-5.734	1.646	-1.334	-1.614
区域 经济 发展 速度 调整	1	0.17	-0.188	-0.208	-0.207	-0.258	0.002
	2	-0.898	-0.354	-0.349	-0.135	0.124	-0.14
	3	0.297	0.374	-1.041	1.342	0.844	-0.218
	4	-0.239	0.477	0.519	-0.122	0.684	-0.183
	5	0.036	0.084	0.232	-0.006	-0.432	-0.015
	6	0.537	0.139	0.076	0.167	0.091	0.04
	7	-0.08	-0.418	-0.431	-0.31	-0.268	-0.059
	8	-0.888	0.718	0.712	0.044	-0.131	0.157
	9	-0.689	-0.6	0.291	0.183	-0.06	0.158
	10	3.328	1.141	3.919	-0.107	0.534	1.1

表 2 中的数据可以定量反应相关因素对山西省资源依赖度变化的影响。例如,第 2 行第 3 列的 -2.096 表示太原市(根据表 1 所示, $j=1$ 代表太原市)在 2006-2007 年间,通过自身的经济转型使得整个山西省的资源依赖度降低了 2.096 吨/十万元。其它数据也具有类似的经济意义。此外,表 2 中所有分解结果数据的和为 -54.933 吨/十万元,与根据统计数据计算的山西省资源依赖度在 2006-2012 年间的变化量相等,因此可以证实式(9)是一个完全分解方程。

将表 2 中“经济转型速度”部分的数据求和,其值为 -64.419 吨/十万元。相应的,“区域经济发展速度调整”之和为 9.486 吨/十万元。也就是说,在 2006-2012 年间,由于各地区经济转型进程的推进,山西省的资源依赖度降低了 64.419 吨/十万元,但由于各地区的无序发展,使得山西省的资源依赖度又回升了 9.486 吨/十万元。这就表明,山西省资源依赖度的降低,主要依靠各地区经济的“自然”转型发展,而实际相对发展速度的变化是对此起阻碍作用的。长期以来,为了促进全省的经济转型发展,山西省制订了许多区域经济协调发展的相关政策,但上述结果显示这些政策并未起到应有的作用。究其根源,在于由于历史观念及地方财政收入等多方面的原因,我国各级政府均十分重视本地区的经济发展,对其进行各种实质性保护,上述结果可以反映出各个地区地方保护主义的存在。因此,破除地方保护主义,使各地区经济按照经济转型的需要协调发展,是山西省进一步降低资源依赖度的关键。

此外,表 2 所示的分解结果,还可以用于衡量各地区的相对可持续发展速度。在经济转型过程中,可持续发展有两个关键,一是“可持续”,即降低资源依赖度;二是“发展”,可以粗略的以 GDP 增长来表示。而表 2 中“经济转型速度”和“区域经济发展速度调整”则分别反映了上述两个指标的分解结果。由于“经济转型速度”为负指标,且越小越好,因此将其取相反数并与“区域经济发展速度调整”的分解结果求和作为反映可持续发展成果的指标。另外,根据式(9),表 2 所示的分解结果,除受到相关因素(资源依赖度和 GDP 产出比例)变化量的影响外,还受到各地区经济规模的影响。简而言之,对于经济规模较大的地区,其自身资源依赖度的较小变化,也会对整个山西省资源依赖度的变化产生较大的影响。反过来,如果一个地区的经济规模较小,即使其自身资源依赖度的变化较大,对于整个山西省资源依赖

度的变化也不会产生明显的影响。同样,“区域经济发展速度调整”分解结果也具有类似的现象。因此,对于各地区的相对可持续发展水平的评价,必须综合考虑可持续发展成果和 GDP 规模两个方面。

为反映各地区的相对可持续发展速度,将各个地区上述可持续发展成果和 GDP 的排名画于图 2 中。

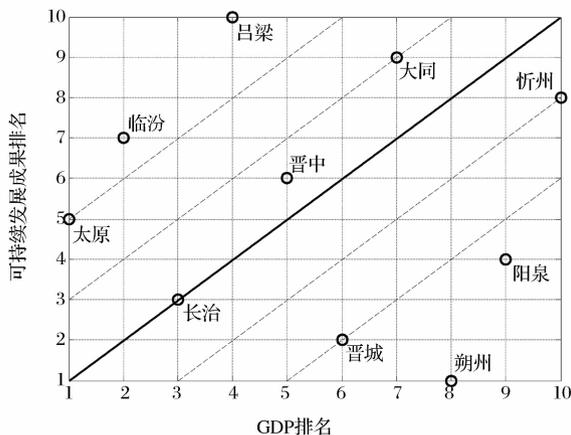


图 2 山西省各地区的相对可持续发展速度

如果各地区可持续发展速度相同,则所有地区所对应的分布位置应全部落在图 2 中从左下角到右上角的对角线上。也就是说,分布位置落在这条对角线上的地区的可持续发展水平可视为所有地区的平均水平。某个地区的分布位置偏向于图 2 的左上角,则说明该地区的可持续发展成果排名低于其 GDP 排名,也就是说其相对可持续发展速度低于平均水平。而且,偏离程度越大,相对可持续发展速度越慢。反之,某个地区的分布位置偏向于右下角,则说明该地区的相对可持续发展速度高于平均水平。而且,偏离程度越大,相对可持续发展速度越快。为了更清晰的反映各地区分布位置相对于从左下角到右上角的对角线的偏离程度,四条与该对角线平行的虚线也在图 2 中画出。

根据图 2 所示的结果,全部 10 个地区的相对可持续发展速度从快到慢的排名应该为:朔州、阳泉、晋城、忻州、长治、晋中、大同、太原、临汾和吕梁。

4 结语

由于“荷兰病”和“资源诅咒”等原因,对经济发展模式进行转型是很多资源型经济的必然选择,而资源依赖度的变化则可视作经济转型的重要标识。为了识别经济转型过程中的驱动因素和滞后因素,并对可持续发展效果进行评价,本文首次提出了资源依赖度演进路径分解模型。该模型在考虑一个经

济体的组成部分的基础上,以资源依赖度的导数形式为起点,通过设计均值算法解决积分计算中存在的问题,最终得到资源依赖度完全分解方程。该模型可以将一个经济体在一段时期内资源依赖度的变化,分解为每一个组成部分在每一年通过每一项影响因素(经济转型速度和区域经济发展速度调整)所做贡献的和。使用该模型对山西省(不包括运城地区)2006—2012 年资源依赖度的变化量进行分解分析表明:第一,山西省资源依赖度的降低,主要依靠各地区经济的“自然”转型发展,而各地区经济的实际相对发展速度的变化是对于此起阻碍作用的。破除地方保护主义,使各地区经济按照经济转型的需要协调发展,是山西省进一步降低资源依赖度的关键。第二,全部 10 个地区的相对可持续发展速度从快到慢的排名应该为:朔州、阳泉、晋城、忻州、长治、晋中、大同、太原、临汾和吕梁。

参考文献:

- [1] 张复明,景普秋. 资源型经济的形成: 自强机制与个案研究[J]. 中国社会科学, 2008(5): 117—130.
- [2] Wright G, Czelusta J. Mineral resources and economic development[C]//Proceedings of Conference on Sector Reform in Latin America Stanford Center for International Development, November 13—15, 2003.
- [3] 徐康宁,王剑. 自然资源丰裕程度与经济发展水平关系的研究[J]. 经济研究, 2006, (1): 78—89.
- [4] Brunnschweiler C N, Bulte E H. The resource curse revisited and revised: A tale of paradoxes and red herrings [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2008, 55(3): 248—264.
- [5] Corden W M, Neary J P. Booming sector and de-industrialisation in a small open economy [J]. The Economic Journal, 1982, 92(368): 825—848.
- [6] Chand S, Levantis T. Dutch Disease and the crime epidemic: An investigation of the mineral boom in Papua New Guinea [J]. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 2000, 44(1): 129—146.
- [7] Dülger F, Lopcu K, Burgaç A, et al. Is Russia suffering from Dutch Disease? Cointegration with structural break [J]. Resources Policy, 2013, 38(4): 605—612.
- [8] Auty R. Sustaining development in mineral economies: The resource curse thesis [M]. London: Routledge, 1993.
- [9] Li Huijuan, Long Ruyin, Chen Hong. Economic transition policies in Chinese resource-based cities: An overview of government efforts [J]. Energy Policy, 2013, 55:

251—260.

- [10] Ville S, Wicken O. The dynamics of resource-based economic development: Evidence from Australia and Norway[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2013, 22(5): 1341—1371.
- [11] 赵国浩, 高文静. 基于前沿分析方法的中国工业部门广义碳生产率指数测算及变化分解[J]. *中国管理科学*, 2013, (1): 31—36.
- [12] Kao C, Hwang S N. Multi-period efficiency and Malmquist productivity index in two-stage production systems[J]. *European Journal of Operational Research*, 2014, 232(3): 512—521.
- [13] Meng Ming, Niu Dongxiao, Gao Qian. Decomposition analysis of Chinese provincial economic growth through carbon productivity analysis [J]. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 2014, 33(1): 250—255.
- [14] González P F, Landajo M, Presno M J. Multilevel LMDI decomposition of changes in aggregate energy consumption. A cross country analysis in the EU—27 [J]. *Energy Policy*, 2014, 68: 576—584.
- [15] Shao Chaofeng, Guan Yang, Wan Zheng, et al. Performance and decomposition analyses of carbon emissions from industrial energy consumption in Tianjin, China [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2014, 64: 590—601.
- [16] Ang B W. Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? [J]. *Energy Policy*, 2004, 32(9): 1131—1139.
- [17] Sun Qipeng, Ji Jiao, Xu Cheng. Energy consumption driving factors and measuring models of regional integrated transport system[J]. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 2013, 13(3): 1—9.
- [18] Ren Shenggang, Yin Hongyuan, Chen Xiaohong. Using LMDI to analyze the decoupling of carbon dioxide emissions by China's manufacturing industry[J]. *Environmental Development*, 2014, 9: 61—75.
- [19] Ang B W. Decomposition methodology in industrial energy demand analysis[J]. *Energy*, 1995, 20(11): 1081—1095.
- [20] Meng Ming, Niu Dongxiao. Three-dimensional decomposition models for carbon productivity [J]. *Energy*, 2012, 46(1): 179—187.
- [21] 山西省统计局, 国家统计局山西调查总队. 山西统计年鉴(2007—2013)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2013.

Evolution Roadmap Decomposition Model for Resource Dependency During the Process of Economy Transformation

MENG Ming¹, NIU Dong-xiao², XU Xiao-min²

(1. Department of Economics and Management, North China Electric Power University, Baoding 071003, China;

2. School of Economics and Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: Economic transformation is essential for many resource-based areas. To identify the driving force and resistance factors of the transformation and to evaluate the effects of sustainable development, an evolution roadmap decomposition model for resource dependency is proposed in this paper. Based on the consideration of the geographical components of an economy, the differential to the resource dependency is used to indicate the beginning of the decomposition model. After designing the mean algorithm to solve the problems existed in calculating the definite integral, the complete resource dependency decomposition equation is obtained. By using this model, the change of the resource dependency for an economy can be decomposed to the summation of the contribution of each component through each influence factor in each year. Furthermore, the change of the resource dependency for Shanxi province during 2006—2012 is decomposed by the proposed model and the following conclusions are drawn. 1) The decrease of resource dependency of Shanxi province depended mainly on the “natural” transformation and the changes of the relative development speed of different areas have hindered the transformation; as well as 2) The sustainable development rank from the fast to the slow of all the considered areas is Shuozhou, Yangquan, Jincheng, Xinzhou, Changzhi, Jinzhong, Datong, Taiyuan, Linfen, and Lvliang.

Key words: resource-based economy; transformation; resource dependency; roadmap decomposition