

中国能源矿产开采路径与最优开采路径相悖原因

魏晓平, 周肖肖, 程晓娜

(中国矿业大学 管理学院, 江苏 徐州 221116)

摘要: 中国能源矿产开采量逐年递增,与可耗竭资源最优配置理论模型中的最优开采路径相背离。为探究理论与实际相悖的原因,运用逆向思维的方式,从中国实际情况出发,寻求能源矿产供给的影响因素,试图得出理论最优开采路径与中国实际开采路径相悖的原因,并运用计量经济学的方法,进行实证检验。研究结果显示:中国能源矿产供给与价格指数相关性不显著与可耗竭资源最优配置理论假设相悖;中国能源矿产供给尚未到达峰值的事实与可耗竭资源最优配置目标相悖。

关键词: 能源矿产; 可耗竭资源; 最优配置; 开采路径; 能源峰值

中图分类号: F42

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2013)03-0001-07

能源矿产(主要指煤炭、石油、天然气)是现代文明社会的支撑,也是经济社会发展的重要制约因素。改革开放以来,中国能源供给能力不断增强,促进了经济持续、快速地发展。随着工业化和城市化步伐加快,一些高耗能行业过快发展,能源需求呈现前所未有的高增长态势^[1]。为了满足经济发展的需要,中国实行了两种资源、两种市场战略,除了增加国内能源供给外,还不断地开发国际能源市场。中国在1978—2011年期间一次能源中仅原煤产量就从1978年的6.18亿吨增至2011年的35.2亿吨。而中国从1993年成为石油净进口国后,对外依存度也逐年增高,到2011年对外依存度已经达到56.5%。然而,能源矿产是可耗竭资源,由于它的有限性、稀缺性和不可再生性,其开采利用最终会导致存量为零,理论上说达不到持续利用。这就意味着如果可耗竭资源作为生产投入是必须的,那么生产和消费就不可能无限期维持下去。20世纪70年代,理论界引发了一场关于可耗竭资源最优利用及其最优开采路径的研究,并围绕该议题涌现出数量巨大的研究文献,其中影响最大的首推Solow(1974)、Stiglitz(1974)和Dasgupta、Heal(1974)的3篇巨作^[2-4]。他们从经济增长、环境保护与资源可持续利用的视角研究了可耗竭资源的跨期配置问题,其中关于可耗竭资源最优开采路径的研究,如Hertelling^[5]、Solow以及后续的国内外研究^[6-12],其结论基本达成共识:可耗竭资源要实现社会福利最大化,其开采量应随时间逐渐递减。然而中国目前能

源矿产的开采利用状态与理论模型完全背离,近年来更呈现出加速上涨趋势。是什么原因导致理论和实际的背离?

许多资源经济学家认为,以Dasgupta-Heal-Solow-Stiglitz(DHSS)为代表的初期研究一般是建立在严格的假设基础之上的,但DHSS后续的研究,放松了某些假设,改变了某些约束条件,使得理论研究更贴近实际。然而,资源的最佳开采利用路径仍然是随时间递减,且很少有文献对理论和实际的背离给予充分的解释。除此之外,关于能源矿产的耗竭规律,美国著名地质学家Hubbert于20世纪50年代提出了“石油峰值”论,矿物资源呈现钟形曲线的耗竭规律。即在达到峰值之前开采量逐年上升,达到峰值后开采量呈现递减的趋势^[13]。但对于中国能源矿产何时到峰值,峰值是多少,存在诸多争议。

为了探索造成上述理论与实际相背离的原因,选取能源矿产供给(因为理论模型中大多是从企业——生产者的角度出发建立模型研究最优开采量,因此供给更具有可比性)作为研究对象,从逆向思维的角度(即从现实寻找与理论背离的原因,而非一般情况下通过改进理论模型,使其更接近现实情况),应用统计学、计量经济学方法找出实际影响能源矿产供给的因素,并将其与现有模型中涉及到的因素进行对比,从而分辨出中国能源矿产实际开采过程中的非市场化因素。通过减少或消除这些因素的影响,使实际开采路径逐渐向理论模型优化路径回归,为进一步实现资源的可持续利用提供依

收稿日期: 2013-03-05

基金项目: 国家社科基金重大资助项目“我国矿产资源跨期优化配置机制研究”(11&ZD163)

作者简介: 魏晓平(1953—),女,教授,博士生导师,E-mail:wei.xp@163.com

据;也可以为理论创新提供思路。

一、能源矿产供给影响因素的确定

(一)影响因素的选取

1. 从需求中提取供给影响因素。

现有文献中关于能源需求影响因素的研究较多,而针对能源供给影响因素的研究相对较少,一般情况下能源供给的相关研究多是结合能源需求共同研究。在西方经济学中,供求理论认为市场均衡条件下,供给与需求是平衡的,两者同方向变动,需求和供给之间通过价格作为中介互相影响,因此,可以从能源需求影响因素中选择能源供给的影响因素和相应的指标。现从以下几个方面进行深入探讨:

第一,西方经济学中指出价格机制可以使市场经济中的资源得到有效配置,影响某种商品的供给量因素有:商品价格、生产成本、生产技术水平、替代物品的价格和生产者对未来价格的预期^[4]。其中价格和生产成本是影响某种商品供给量最重要的因素。因此,为了研究价格和生产成本对能源矿产供给的影响,首先考虑将能源矿产价格和劳动力质量(总人口、城市化水平)作为影响因素。第二,在研究能源供给总量时,各种能源矿产(煤炭、石油、天然气)之间存在替代,且各自的利用效率和污染程度相差较大,消费结构不同,需求总量(折合标准煤)会有变化,相应的能源供给也会同步变化,因此,将能源矿产消费结构作为影响因素之一考虑。第三,能源矿产供给主要是为了满足生产和生活的用能需求,三大产业用能是主要部分,但由于各产业能耗指数不同,产业结构变化必然会影响到总的能耗数量。因此,将产业结构作为能源矿产供给的影响因素,兼顾市场经济中消费与供给存在相互影响的关系,将表示能源消费水平的人均能源消费量作为能源矿产供给的影响因素之一。

2. 两种资源、两个市场对供给的影响。

随着经济全球化和能源合作的推进,中国能源供给已经呈现两种资源、两个市场的局面,国际能源作为国内能源矿产的替代品,必然影响中国的能源矿产供给。中国煤炭资源十分丰富,石油却相对匮乏。中国自1993年起成为石油净进口国后,供需缺口不断增加,石油对外依存度从21世纪初的32%上升至目前的57%,预计今后将升至60%左右,由此可知石油对外依存度必然影响国内能源矿产市场。因此,选择国际能源替代(国际煤炭价格、石油价格及石油对外依存度)作为能源矿产供给的

影响因素。

从国内市场来看,中国“富煤、贫油、少气”的能源禀赋特点,决定了“以煤为主、油气为辅”的能源消费结构,这就导致中国能源矿产供给中以煤炭为主^[5],当前科技水平下已探明的煤炭资源储量必然会影响到资源开采者的决策,从而影响到矿产资源的最终供给量,因此,将资源禀赋以煤炭资源基础储量为替代指标作为能源矿产供给的影响因素之一。

3. 环境规制强度对供给的影响。

加强环境规制强度必然会导致能源企业的生产成本提高,能源消费受到一定限制,致使产量有所下降。已有研究表明,中国中东部地区环境规制强度和企业生产技术进步之间呈现“U”形关系^[6]。环境规制强度的增强能提高TFP(中国工业部门的全要素生产率)的增长率,在长期能提高被规制企业的生产率和绝对竞争力^[7]。为保护环境、降低污染水平,中国矿产资源市场对治污技术低下、开采中资源浪费和环境破坏严重的小煤矿(多是乡镇煤矿企业)进行关停并整顿,全国自2005年累计关闭各类小煤矿1.53万处,淘汰落后产能6.5亿吨/年。因此,将环境规制强度作为能源矿产供给的影响因素之一。

4. 技术进步对供给的影响。

科技进步对开采路径的影响相对复杂,首先,开采技术进步能提高回采率、降低生产成本、提高企业效率,从而增加能源矿产供给;其次,探矿技术进步促使资源可采储量增加,增加当期资源开采;再次,技术进步能提高能源利用率和新能源替代率,降低可耗竭资源的供给;最后,后备技术进步能逐渐增加新能源的替代,使能源矿产逐渐减少,最终淡出市场。具体影响趋势需要进一步实证研究,因此,将技术进步也作为能源矿产供给的影响因素之一。

5. 经济发展多维因素对供给的影响。

相关文献已证明GDP对能源生产总量存在显著的单向Granger因果关系,能源消费总量、能源生产总量与GDP之间存在长期协整关系^[8];也有实证研究表明,因能源消费贯穿于产品的生产和消费中,而经济活动本身是投入和产出的循环过程,导致中国GDP和能源消费表现为双向因果关系^[9]。一方面,经济增长不仅指GDP的增加,同时还必须考虑经济的开放度,一般大国因本身资源供给充足、市场广阔,对外部经济依赖较低,外贸依存度相对较低。另一方面,经济增长不仅为能源提供市场,促进能源开发,还为能源发展所需的生产建设投资提供资金来源。为了加快能源工业的发展,近30年大

规模的地质勘探、新矿井建设,使得中国的能源矿产产量出现大幅度的增长^[20]。总之,经济增长依赖能源投入,能源可持续利用要以经济增长为前提,因此,将经济发展(GDP、外贸依存度、资本投入)作为能源矿产供给影响因素之一。

6. 暂不考虑新能源的替代的影响。

针对新能源替代的研究,有关能源矿产能值消耗量及农作物残余物可替代能值量的计算表明,若由生物质能替代能源矿产不仅可以节省可耗竭资源,还将减少使用能源矿产造成的环境污染带来的经济损失,但是由于生物质能燃料的使用工艺不成熟,尚不能实现大规模替代^[21]。同样,虽然开发新能源替代能源矿产是大势所趋,是长期能源战略的必然选择,但由于各种新能源技术目前仍处于初级阶

段,其成本效益都无法与传统的能源矿产相比,进入商业化阶段实现大规模替代还有很长的路要走,在未来几十年以煤炭为主的能源结构不会改变^[22]。因此,暂不考虑新能源等作为替代品对能源矿产供给的影响。

(二)相关指标的汇总

综合以上分析,总结得出可能影响能源矿产供给的因素主要包括4个方面,分别为:需求提取的因素、两种资源两个市场因素、环境因素、经济发展因素,共涵盖了16个具体指标。考虑各个影响因素的多维度,兼顾有些数据收集的难度较大,对其中某些因素采取相应的替代指标予以表示。文中确定的影响能源矿产供给的因素及其指标具体含义如表1所示。

表1 能源矿产供给的影响因素及相应指标

影响因素	指标	具体含义	
需求提取因素	能源矿产价格	燃料、动力购进价格指数	
	劳动力质量	总人口	人口普查登记中国总人口数
		城市化水平	城市人口占总人口比重
	能源矿产消费结构	煤炭占一次能源消费的比重	
	产业结构	第三产业比重	第三产业增加值/GDP 增加值
		重工业比重	重工业增加值/工业增加值
	能源消费水平	人均能源消费量	
两种资源两个市场	国际能源替代	国际煤炭价格	煤炭西北欧基准价格
		国际石油价格	欧洲布伦特原油价格
	石油对外依存度	石油净进口量/石油表观消费量	
环境因素	国内资源禀赋	煤炭资源基础储量	
环境因素	环境规制强度	治理工业污染的总投资/工业增加值	
科技因素	技术进步*	单要素能源效率;能源强度(能源消费总量/GDP)	
经济发展	GDP	以1978年为基期价格平减后的国内生产总值	
	外贸依存度	进出口总额/GDP	
	资金投入	固定资产投资中的能源行业投资	

注:* 技术进步不仅可以提升效率降低产品能耗,还能提高能源加工转换效率,在经济总量不变时即为单位GDP能耗降低、能源效率提升,所以用能源强度代替技术进步指标。

二、能源矿产供给影响因素的实证分析

通过理论分析确定影响因素的相应指标之后,以下是实证检验。首先进行数据的收集和基本处理,之后在相关性分析结果的基础上运用逆向思维的方式,从众多指标中选择理论模型中尚未涉及到,但与能源矿产供给存在统计意义上显著相关关系的指标,对其进行协整检验,构建协整方程并予以解释分析。

(一)数据处理及变量选取

研究对象是中国能源矿产供给的影响因素,因此将能源矿产供给量(折合成标煤)TS(煤炭、原油

和天然气生产量总和, Total Supply)作为因变量,将上述确定的影响因素作为自变量,选取1978—2011年数据(数据均来自《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国煤炭工业统计资料汇编1949—2009》《中国工业经济统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《BP世界能源统计年鉴》),对于受到价格因素影响的指标,均进行价格平减,比例数据均采用“%”作为单位处理,涉及能源产量的指标均折合成标准煤。

应用SPSS17.0软件将上述影响因素涉及的16个指标与因变量TS分别进行Pearson关联度分析,关联度分析结果如表2所示。从表2可知,与能源矿产供给存在显著相关关系的变量有:人口、城市

化水平、能源消费结构、第三产业比重、重工业比重、能源禀赋、生产建设、GDP、国际石油价格、国际煤炭价格、外贸依存度、石油对外依存度以及人均能源消费量。上述影响因素在现有理论模型中已经考虑到的有:经济增长(GDP)、资源存量(能源禀赋)、资本投资(生产建设)、后备技术(石油对外依

存度、国际石油价格、国际煤炭价格)、技术进步(能源强度、人均能源消费量)、劳动力(人口、城市化水平)。在理论模型中尚未涉及到的因素有:能源消费结构(ECS)、第三产业比重(PTI)、重工业比重(HI)、外贸依存度(FTD)。因此,本文主要探讨这4个指标与能源矿产供给(TS)之间的关系。

表2 Pearson 关联度分析结果

<i>P</i>	能源价格	人口	城市化水平	能源消费结构	第三产业比重	重工业比重	能源强度	资源禀赋
能源矿产供给	-0.136	0.872**	0.969**	-0.613**	0.863**	0.902**	0.101	0.835**
<i>P</i>	资金投入	GDP	国际石油价格	环境规制强度	国际煤炭价格	外贸依存度	石油对外依存度	人均能源消费量
能源矿产供给	0.967**	0.977**	0.832**	-0.558	0.850**	0.858**	0.888**	0.999**

注:**表示在0.01水平(双侧)上显著相关。

(二)相关指标的计量分析

1. 单位根检验

研究时间跨度为1978—2011年,时间序列数据不平稳的情况下可能会造成“伪回归”现象,为了保证时间序列的平稳性,利用增广的Dickey-Fuller(ADF)方法对数据特征进行检验。在不改变数据原来协整关系的前提下,为消除时间序列中

存在的异方差,应用取自然对数的方法处理数据,分别记为LECS、LPTI、LHI、LFTD及LTS。ADF检验采用包含常数项和时间趋势项的限定方程形式,在ADF检验、协整检验及Granger因果关系检验中,滞后阶数都通过AIC定阶准则确定。此部分操作均在软件Eviews6上完成。单位根检验结果如表3所示。

表3 单位根检验结果

项目	ADF 检验值	滞后阶数	P	判断结果	
一阶差分统计量	LECS	-4.941 446	0	0.001 9*	平稳
	LPTI	-4.337 582	0	0.008 6*	平稳
	LHI	-4.761 480	0	0.003 0*	平稳
	LFTD	-5.147 920	0	0.001 1*	平稳
	LTS	-3.368 909	1	0.074 2***	平稳

注:*,**,***表示在1%、5%、10%显著水平上拒绝原假设。

从表3的单位根检验结果可知LECS、LPTI、LHI、LFTD及LTS都在10%的显著水平下一阶差分平稳,即一阶单整。

2. VAR模型的统计检验

基于上述平稳性检验的结果建立VAR模型,根据LR、FPE、AIC、SC和HQ准则,对相关变量VAR模型的滞后进行比较,结果如表4所示。

根据表4的检验结果,建立VAR(2)模型较为

表4 滞后期评价统计量

lag	logL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	276.127 7	NA	3.01e-14	-16.945 48	-16.716 46	-16.869 57
1	456.284 8	292.755 30*	1.89e-18	-26.642 80	-25.268 68*	-26.187 32*
2	483.270 0	35.418 03	1.89e-18*	-26.766 88*	-24.247 64	-25.931 82

合适。能源矿产供给LTS的方程检验结果为

$$LTS=0.105*LPTI(-1)-0.023*LPTI(-2)+0.075*LHI(-1)-0.023*LHI(-2)-0.010*LFTD(-1)+0.022*LFTD(-2)+0.0148*LECS(-1)-0.399*LECS(-2)+1.484*$$

$$LTS(-1)-0.552*LTS(-2)+0.589R^2=0.996 3 \quad adj.R^2=0.994 5 \quad F=565.931$$

$$\log likelihood=483.27$$

$$AIC=-26.77 \quad SC=-24.25$$

根据检验结果可知,统计量都通过检验,统计

效果良好。在此基础上进行下一步的协整检验。

3. 协整检验

文中涉及4个自变量,多变量协整关系分析多采用 Johansen 方法,为了确保协整检验的结果,分别

采用单位根统计量检验法和最大特征值检验法对 LECS、LPTI、LHI、LFTD 及 LTS 的协整关系进行检验,检验结果如表5所示。

表5 Johansen 协整检验结果

假设数量	特征值	Trace 统计			Max-Eigen 统计量		
		统计量	5%临界值	P^{**}	统计量	5%临界值	P^{**}
None*	0.655 570	73.411 68	69.818 89	0.025 1	34.107 68	33.876 87	0.046 9
At most1	0.497 400	39.304 00	47.856 13	0.248 4	22.014 75	27.584 34	0.219 6
At most2	0.317 605	17.289 25	29.797 07	0.618 6	12.228 67	21.131 62	0.525 2
At most3	0.127 995	5.060 58	15.494 71	0.802 4	4.382 73	14.264 60	0.816 9
At most4	0.020 960	0.677 86	3.841 47	0.410 3	0.677 86	3.841 47	0.410 3

注:*说明在5%显著水平上拒绝原假设;**Mackinnon-Haug-Michelis(1999) P -values;样本区间为1978—2011;序列:LTS、LPTI、LHI、LFTD、LECS;滞后间隔:1到1,非限定性协整秩检验。

从 Johansen 协整检验可知 LTS、LPTI、LHI、LFTD 和 LECS 5个变量在5%显著水平下的协整方程为

$$\begin{aligned} \text{LTS}_t = & -1.697 446 \text{LPTI}_t + 3.570 733 \text{LHI}_t + 0.801 398 \\ & (0.418 24) \quad (0.450 91) \quad (0.178 27) \\ & \text{LFTD}_t + 1.801 378 \text{LECS}_t \\ & (1.149 28) \end{aligned}$$

从上述的协整方程可以看出:中国能源矿产供给不仅受到经济增长因素的影响,还受到经济发展方式(第三产业比重、重工业比重)的影响:第三产业比重对能源矿产供给有负向影响,重工业比重对能源矿产供给有正向影响,这与定性理论分析是相符合的。经济的开放水平也对能源矿产供给存在正向影响,由于中国作为“世界的工厂”,进出口产品中贱金属及其制品以及机械设备等重工业产成品所占比重较大,消耗的能源较多,导致外资依存度越大,相应的能源矿产供给越大。能源消费结构也对能源矿产供给存在正向影响,由于能源矿产之间存在替代,三种主要能源矿产品质不同,消费结构不同自然会导致需要消耗量不同。

三、实证结论与理论模型假设相悖之处分析

(一)供给与价格指数、环境规制相关性不显著

1. 供给与价格指数相关性不显著

从表3中 Pearson 关联度分析的结果可以得出,能源矿产供给与价格指数之间不存在显著相关性,这点与可耗竭资源理论模型不相符。在模型建立中一般假设为完全竞争市场或是垄断市场等,供给必然受到价格的影响,西方经济学理论也指出价格决定市场经济的资源配置,矿产资源开采者决策开采时是否必然受到价格的影响。但是,由于中国

自1978年改革开放以来,实行的是中国特色的市场经济体制,资源配置以市场机制为导向,又要由国家政府进行适度的宏观调控。改革开放初期阶段中国矿产资源初级市场机制建设不够完善,矿产资源开采主要为经济发展服务,价格受到国家宏观调控影响较大;随着矿产资源市场机制的不断完善,开采量主要是中央政府、当地政府、企业三方博弈的结果。近年来,虽然煤炭开始逐渐走向市场化,其开采量受市场价格影响较大,但是石油的开采权仍然由国家主导,其资源配置仍然是政府主导,因此,能源矿产供给与价格指数之间的相关关系不显著,导致其与理论假设相悖。

2. 供给与环境规制相关性不显著。

可耗竭资源理论模型中资源开采量在实现优化配置的情况下会受到环境污染负效用的影响,由于考虑环境负效用,使得开采成本上升,导致能源矿产前期开采速度放缓,相对缓解了资源的稀缺性,但资源开采仍是沿着比较平缓的下降趋势实现最优化配置。然而实证检验分析结果显示,中国能源矿产的开采与环境规制强度之间不存在显著相关关系。原因可能在于中国环境规制强度较弱,企业在环境污染治理投资方面承担的责任较少,污染治理活动多由国家主导,企业资金投入占生产成本的比重相对较低,未能对产量造成显著的影响,因此也是导致实证与理论相悖的原因之一。

(二)供给的长期协整关系隐含中国能源矿产峰值尚未到达

从协整分析的结果可知,能源矿产供给与能源消费结构、第三产业比重、重工业比重以及外贸依存度之间存在协整关系。也就是说,能源矿产开采不仅受到经济增长的影响,同时与经济增长方式和

产业结构以及经济开放水平密切相关。

由于中国能源消费中以煤炭为主,煤炭相对于石油和天然气的利用效率较低,导致能源矿产供给较大。第三产业的发展有利于降低能源消耗,相对减少能源矿产的供给。中国作为发展中国家,经济增长中重工业的贡献较大,导致能源矿产供给加速上升。由于中国对外贸易中以工业半成品或产成品为主,导致外贸依存度对能源矿产供给有正向的影响。

理论研究认为,以上这些因素应与能源矿产供给不存在长期稳定的关系,但是由于中国目前仍处在经济快速发展的时期,与发达国家相比,经济发展与城镇化水平相对较低,加之产业结构与经济增长方式不尽合理,在新能源替代较低的情况下,至少在未来10年需求还将继续不断地刺激能源矿产供给的不断增长。

根据Hubbert石油峰值理论预测的美国经济发展与“钟形”石油开采过程,可以看出在中国经济尚未到达稳定状态时,意味着中国能源矿产峰值尚未到达,供给仍呈现单调递增趋势。然而,可耗竭资源的理论模型是以社会福利最大化或资源开采的可持续性为目标,以资源的不可再生性、可耗竭性为约束,却没有考虑到社会经济发展的各个阶段对能源矿产需求的特点,以及能源矿产峰值问题,这也是导致中国能源矿产供给与可耗竭资源理论最优路径相悖的原因。

四、理论模型的完善及向最优路径回归的政策建议

(一)建立符合中国资源特点的理论模型

建立符合中国资源特点的理论模型,首先考虑放宽假设条件;其次中国资源配置市场受政府宏观调控影响较大,理论模型中应加入代表政策因素的影响变量;最后,依据峰值理论及中国目前社会经济发展对能源矿产需求的特点,考虑能源矿产供给达到峰值的时间与高度。

总之,在建立模型时应逐渐放松假设条件,尝试建立非完全竞争市场的模型,考虑经济结构、开放水平以及能源结构等更多影响因素,可以通过路

径模拟的相关方法将政策变量因素及开采峰值等加入模型中,更加准确地估计可耗竭的优化配置路径。

(二)实际开采量向最优路径回归的途径

资源最优开采路径有利于实现资源的可持续利用,为消除理论和实际的背离,一方面可以从理论着手,完善理论模型构建;另一方面可以从现实出发,使实际行为向理论模型靠拢。根据实证研究结果提出使现实开采行为向最优路径回归的具体建议如下:

1. 完善市场机制,发挥价格机制的调节作用

逐渐放松政府对能源矿产市场的管制,逐步实现市场化资源配置,有研究表明价格有调节资源开采速率的作用,在保证国家能源安全、经济发展稳定的前提下,提高能源矿产市场的开放水平,逐渐与国际接轨,借鉴国外(主要是美国和日本)比较成熟的市场机制建设,进一步完善中国矿产资源市场机制,发挥价格机制的调节作用,让现实情况更加符合理论模型的假设条件(完全竞争市场等),从而使得开采量逐渐向最优路径回归。

2. 加强环境规制,发挥政府的监管作用

根据中国东西部发展现状、方式和条件不同,有区域针对性地适度加大环境污染治理投资,提高企业对环境承担的责任,通过环境管制使企业生产的外部成本内部化,有利于降低能源矿产开采量。此外,还需发挥政府的监管作用,确保各项环保政策落实到位,促使高污染企业为严格执行治污工作投入资金,减少资源开采的利润空间,从而使得开采量加速向最优路径回归。

3. 调整产业结构,降低能源矿产峰值

转变经济发展方式,实现经济转型,发展第三产业,发展低能耗、无污染、高效益的服务业,改变人们的生活方式,提高能源利用效率,实现节能减排,通过调整产业结构和经济发展方式,降低能源矿产峰值的预期,使峰值“钟形”尽量扁平化,尽早转入下降通道;延长资源的耗竭时间,为后备技术的出现争取更多空间,从而实现社会、经济、资源、环境的可持续发展。

参考文献:

- [1] 江泽民.对中国能源问题的思考[J].上海交通大学报,2008,42(3):345-359.
- [2] Solow R M. Intergenerational equity and exhaustible resources[J].Review of Economic Studies,1974,41(128):29-45.
- [3] Stiglitz J E. Growth with exhaustible natural resources: efficient and optimal growth paths [J]. Review of Economic Studies, 1974,41(128):123-137.
- [4] Dasgupta P,Heal G. The optimal depletion of exhaustible resources[J]. Review of Economic Studies,1974,41(128):3-28.
- [5] Harold Hotelling. The economics of exhaustible resources[J].The Journal of Political Economy,1931(2):137-175.

- [6] John M Hartwick. Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources [J]. *The American Economic Review*, 1977, 67(5):972-974.
- [7] Bruce A Forster. Optimal energy use in a polluted environment [J]. *Journal of Environmental Economics And Management*, 1980 (7):321-333.
- [8] 王新宇,魏晓平. 基于社会福利最大化的资源开发动态决策模型[J]. *中国矿业大学学报*, 2002(1):65-68.
- [9] 魏晓平. 可持续发展战略中矿产资源最适耗竭理论的研究[M]. 徐州:中国矿业大学出版社, 1999.
- [10] 葛世龙,周德群,周明. 后备技术不确定下资源耗竭动态优化模型研究[J]. *管理科学学报*, 2010, 13(4):23-28.
- [11] 于渤,黎永亮. 考虑能源耗竭、污染治理的经济持续增长内生模型[J]. *管理科学学报*, 2006, 9(4):12-17.
- [12] 杨万平,袁晓玲. 能源持续利用、污染治理下的经济持续增长模型[J]. *西安交通大学学报:社会科学版*, 2011, 31(5):80-85.
- [13] Hubbert M K. Degree of advancement of petroleum exploration in the United States[J]. *AAPG Bulletin*, 1967, 52(11):2207-2227.
- [14] 高鸿业. 西方经济学(微观部分)(第3版)[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2004.
- [15] 薛黎明. 中国能源需求影响因素分析[D]. 北京:中国矿业大学, 2010.
- [16] 张成,于同申. 环境规制强度和生产技术进步[J]. *经济研究*, 2011(2):113-124.
- [17] 张成,于同申,郭路. 环境规制影响了中国工业的生产率吗? ——基于 DEA 与协整分析的实证检验[J]. *经济管理与经济理论*, 2010(3):11-17.
- [18] 王风云. 中国能源供给与需求和经济增长之间关系实证研究[J]. *工业技术经济*, 2008, 10(27):77-85.
- [19] 蔡鑫磊. 中国能源消费与 GDP 的关系——基于时间序列的实证分析[J]. *经济问题*, 2010(5):27-31.
- [20] 邓志茹. 中国能源供求预测研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学, 2011.
- [21] 陈雅琳,李咏红. 中国化石能源以生物质能源替代的潜力及环境效应研究[J]. *中国环境科学*, 2010, 30(10):1425-1431.
- [22] 唐振华,苏亚欣. 关于开发新能源替代化石能源的思考[J]. *能源与环境*, 2005(2):10-13.

The Reason Why Actual Mining of Energy Mines Runs Counter to Optimal Exploitation Paths in China

WEI Xiaoping, ZHOU Xiaoxiao, CHENG Xiaona

(School of Management, China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu 221116, China)

Abstract: The exploitation quantity of China's fossil energy is increasing annually, which deviates from the optimal extraction path of the optimal exhaustible resource allocation model. Reverse way of thinking is applied in this paper, proceeding from China's actual situation and searching for influencing factors of fossil energy supply, in order to probe into the cause for the conflicts of the theory and China's realities. By using econometric method, the following conclusions have been drawn from the empirical studies: (1)The insignificant correlation between China's fossil energy supply and price index is incompatible with the hypothesis of optimal exhaustible resource allocation theory. (2)The fact that the supply of fossil energy has yet to peak is incompatible with the goal of the optimal allocation in exhaustible resource.

Key words: energy mines; exhaustible resources; optimization allocation; path of exploitation; energy peak

[责任编辑:孟青]