



能源技术创新促进煤炭资源型经济转型的作用机制分析

郭丕斌¹,王 婷²

(1.忻州师范学院 经济管理系,山西 忻州 034000;2.中北大学 经济与管理学院,山西 太原 030051)

摘要:文章基于能源技术创新视角,运用演化经济学的“选择—竞争—适应”机制对煤炭资源型经济转型过程进行了研究,认为通过能源技术创新推动能源结构的转变和产业的演化是实现煤炭资源型经济转型的关键所在。最后以美国为例,分析了其能源技术创新政策的特点与启示。

关键词:煤炭;经济转型;能源技术创新;产业演化

中图分类号:F062.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2013)06-0036-06

中国的煤炭资源型区域为中国经济发展做出了巨大贡献,但是在产生经济效益的同时也带来了严重的资源与环境问题。鉴于这种现实,2010年10月,国务院正式批准设立山西省为国家级资源型经济转型综合配套改革试验区,这是中国批准的第九个综合配套改革试验区。在现已批准的九家综合配套改革试验区中,山西是唯一一家在全省范围开展综合配套改革的试验区,其余的综合配套改革试验区,如上海的浦东新区、天津的滨海新区、深圳市、武汉城市圈、湖南长株潭城市群、重庆市和成都市以及沈阳经济区,都是在区域内围绕一个主题进行的改革试验,唯有山西省的试点是在省域层面上,紧紧围绕产业调整与优化升级、战略性新兴产业培育和资源型经济转型等方面展开的全方位综合配套改革试验,由此可见煤炭资源型经济转型的重要性。然而,什么能够促进转型?转型的机制如何?这些问题都需要进行深入研究。

一、相关研究进展评述

多数学者从产业结构调整与升级、劳动力转移及相应的社会制度、政策、文化等方面为资源型经济寻求转型的路径。如 Auty 认为,丰裕的资源有可能通过降低转型紧迫度和瓦解经济来阻碍转型,所有必要建立一个适宜的政治体系引导煤炭资源型经济的倒J型的过渡转型发展轨道^[1]。Benjamin 通过对煤炭行业贡献率的分析发现,如果采取矿业多样化、加强产业关联、减少对进口依赖、限制公共支出、通过适宜技术培训和扩散等政策创新,加纳的矿业仍可获得可持续发展^[2]。张汝根认为,产业转型是资源型城市转型的关键所在,拉伸资源产业链条、加强第三产业的发展、发展高新技术是主要的转型对策^[3]。当然,也有部分学者认识到了技术创新对资源型经济转型的重要性,刘剑平、张建伟等指出技术创新是经济结构转型的动力^[4-5];张复明认为煤炭资源产业本身具有锁

收稿日期:2013-04-26

基金项目:教育部人文社科规划基金项目(11YJA630025);山西经济社会发展重大研究课题(ZDA201301)

作者简介:郭丕斌(1969-),男,山西五寨人,忻州师范学院教授,博士,主要从事创新管理与科技政策研究。

定效应的自强机制和生产要素挤出的效应,提出了针对技术创新和财富的合理配置的规避和转型机制^[6]。但自从 Sagar 提出能源技术创新的概念和理论框架后,技术创新为资源型经济转型提供了新视角与思路。Loschel 认为,技术变迁导向的企业会有效降低国家环境政策的成本^[7];Edenhofer 等提出能源效率的改善应该作为化石燃料技术向新能源技术转变的能源技术变迁趋势^[8];Zhou 等则更直接地指出,当经济环境发生重大变化以及技术创新和技术扩散达到企业可以接受的程度,企业会选择主动进行产业的转型^[9]。在煤炭技术创新方面,Schumacher 和 Sands 指出,德国为了实现碳减排的目标,在电力行业未来几十年采用的先进技术主要是煤炭联合气化技术、天然气联合循环技术、碳捕获与存储技术^[10];朱光华、邹骥认为应通过能源技术创新扩大能源供应种类和实现煤炭资源低碳化开发利用是解决中国长期能源问题的关键^[11]。

通过文献梳理发现,目前的研究较少从能源技术的视角分析中国的能源消费结构对煤炭资源型经济转型的影响,没有探讨阻碍经济转型的深层次原因其实是中国能源技术的锁定状态。事实上,产业转型在时间脉络上表现为产业的长期动态演化,运用演化经济学的“选择—竞争—适应”机制来解释就是企业多样化创新行为驱动的技术创新竞争在经过社会选择和市场协调的适应过程而产生的产业层次上的演化^[12]。然而,中国作为世界上最大的煤炭生产国和消费国,以煤炭为主的能源体系形成了资源型区域单一的产业结构和煤炭产业技术路径的锁定,使得技术创新无法突破现有的产业边界。因此,有必要从现有的能源体系出发,寻求能源领域的技术创新以改变中国现有的能源体系,从而促使新能源技术和传统煤炭技术交互竞争上升为能源产业层次上的演化,使得资源型经济区域突破既定资源的约束,实现可持续发展。

二、中国的能源结构及能源技术创新现状

(一) 中国的能源结构现状及存在的问题

中国化石能源禀赋特点是多煤炭、少石油、缺天然气。从分析全国能源生产总量及构成中可以看出:中国煤炭的生产总量多年来在能源生产总量的比重一直很高,并随着能源生产总量的增加而增加,从 1980 年的 69.4% 增加到了到 2011 年的 77.8%;原油的比重则在近年来持续下降,从 1980 年的 23.8% 下降到了 2011 年的 9.1%;天然气比重虽然有所增加,但到 2011 年也只达到 4.3%;水电、核电、风电只达到 8.8%。与此相对应,中国的能源需求结构与

供应结构大体相当,也呈现单一的态势:2011 年煤炭的消费比重占 68.4%;原油的消费比重为 18.6%,远远大于原油的生产量;天然气为 5%;水电、风电、核电的消费总量为 8%。可以看出,中国化石能源资源的赋存状况、价格优势、现有消费结构及能源技术水平决定了煤炭仍为主要的供应与需求能源。

这样的能源结构,造成了严重的资源与环境问题。据测算,平均每开采一吨煤要破坏 4.8 立方米水资源,按 2012 年中国煤炭产量是 36.5 亿吨计算,仅煤炭开采就破坏水资源 90.52 亿立方米。当然,随着开采规模的持续扩大,煤炭资源本身也逐步枯竭,许多开采时间长的煤矿被迫关闭,目前中国已有 19 座资源枯竭型城市。在破坏资源的同时,环境代价也相当大。据统计,中国 85% 的二氧化碳、90% 的二氧化硫和 73% 的烟尘是由燃煤排放的,由此导致中国已超过美国,成为世界上第一大二氧化碳排放国,碳减排压力非常大。于是从 2010 年出现了“拉闸限电”现象,严重破坏了经济的可持续发展。

(二) 能源技术创新的必要性及中国的现状

从人类使用能源的发展史来看,正是技术变迁导致使用能源的演变。第一次工业革命中原始作坊的经验积累导致蒸汽机的发明并推动了原始的柴草、火发展到煤炭能源;第二次工业革命中科学技术的快速进步和资本的扩张,导致内燃机的发明和电力的使用,能源发展到包括煤炭在内的化石能源;随着第三次工业革命中科学技术的革新和环境及能源问题的凸显,能源技术创新必将引起新能源的使用。《第三次工业革命》的作者里夫金发现,历史上数次重大的经济革命都是通信技术和新的能源系统结合之际发生的。新的通信技术和新的能源系统结合将再次出现——互联网技术和可再生能源将结合起来,为第三次工业革命创造强大的新基础设施^[13]。而中国现有的能源结构显然是不可持续的,也适应不了未来的经济革命。为此,新的能源系统的出现就需要能源技术创新。

然而,中国的能源技术创新较少,科技进步对能源利用的贡献较低。据统计,中国的综合能源利用效率约为 33%,比发达国家低近 10 个百分点;单位产值能耗是世界平均水平的 2 倍多;机动车油耗水平比欧洲高 25%,比日本高 20%。中国能源资源再生率不高,可再生能源在发电装机中尚未达到 1%,远远低于世界 16% 的平均水平^[14]。当然,纵向比也应该看到进步,2000 年中国每万元 GDP 能耗为 1.47 吨标准煤,而到 2011 年降到 1.17 吨标准煤,虽然这里有产业结构变化导致的结果,但也有能源技术创

新的原因。目前,中国陆续出台了《中华人民共和国可再生能源法》《可再生能源发电有关管理规定》《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》《关于发展生物能源和生物化工财税扶持政策的实施意见》《可再生能源发展专项资金管理暂行办法》等相关法律。随着这些政策法规的出台,中国新能源产业开始加速发展^[15],2011 天然气、水电、核电、风电占全部能源结构的比重为 13%,到 2012 这一比例已经增加到 14.5%。当然,与发达国家和世界平均水平相比,中国能源利用效率和新能源的利用水平还有相当大的提升空间,中国的能源技术创新还需要大力加强。

三、能源技术创新:内涵、作用及实现

在当前以煤炭为主的能源结构现状下,煤炭资源型经济只有通过能源技术创新改变现有的能源体系,通过提供新的能源来满足社会需求,才能减少煤炭的生产,实现可持续发展。因此,煤炭资源型经济转型的路径之一是通过能源技术创新促进能源产业演变。

(一)能源技术创新的内涵

能源技术创新就是指新能源技术的研究和开发,也包括现有能源技术的改进并使新能源技术得以实现广泛的商业应用^[16]。能源技术创新的表现形式就其能源实质而言,既可表现为全新的技术创新(如风能、氢能、地能、太阳能以及生物质能等),也可表现为原有技术的改进与突破(如洁净煤技术、二氧化碳捕获、利用和储存技术等);就其能源形式而言,既可表现为单一的创新技术,也可表现为综合循环的技术系统;就其过程而言,则可表现为能源的输

送、储存以及实际的商业应用、展示、配置等。

能源技术的转变具有变革性,将会产生可观的经济和社会效益以及价值链的增值。新技术是从技术研发、展示和配置的整合过程中产生的,大量的资源(包括经济、人力资源、知识和社会系统等)应该有效地配置在新技术发展的各个阶段当中^[17]。新能源技术会对能源系统的运行、效率以及环境适应能力产生相当大的影响。

(二)能源技术创新的作用:促进能源产业演化的机制

一个产业的变迁过程是在与创新相关的多样性行为的基础上发生的。技术创新的多样性行为是与产业环境的变化相互作用、相互影响。早期的创新系统理论就认为供给推动和需求拉动的双重政策是技术创新成功的关键。企业作为技术创新主体,产业环境中的需求变化和供给结构贯穿于企业技术变迁的始终,企业技术创新在时间脉络中的分布不均匀,会集中出现在某个时点上,即技术机会的出现^[18]。目前,在煤炭资源日益减少、环境不断恶化,而能源需求日益高涨、碳减排承诺逐步临近等多重压力之下,清洁能源需求的技术机会已经显现,能源技术创新的作用将逐步发挥。

在资源型经济转型过程中的支持政策和转型战略是决定演化速度和方向的规则和制度,并没有决定演化行为本身。技术创新是技术变迁和产业演化的驱动因素,而技术和产业的变迁是异质性企业间基于竞争过程发生的选择—适应的演化过程,即“选择—竞争—适应”机制来实现的(图 1)。

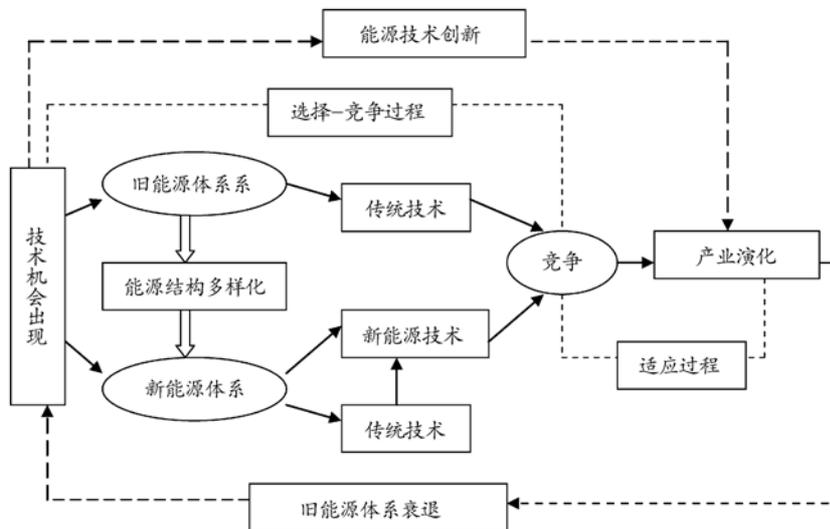


图 1 能源技术创新促进产业演化的作用机制

图 1 表示了能源技术创新对能源产业演化的作用机制,图中的实线箭头表示能源技术创新推动的

产业演化过程。由于能源产业环境中知识存量的增加、市场需求的变化、政府的倡导与管制以及剧烈的

环境变动导致技术机会的出现,能源领域的技术创新丰富了旧能源供应种类和方式,同时也增加能源消费选择的多样性,从而原来的能源系统转变成新的能源系统。新的能源系统表现为能源技术、能源供给、能源需求的多样化。新的能源技术凭借其高效环保、节能低碳、经济智能等特点吸引能源消费者改变原有的能源消费偏好,减少对煤炭能源的依赖。

由旧能源向新能源系统的转变,推动了新能源技术商业应用的普及发展和部分传统技术的改进,它们通过能源消费需求的市场机制与传统煤炭技术竞争。这一过程具体表现为演化经济学中选择—竞争机制的作用过程:创新的能源技术与传统的煤炭能源技术在市场竞争机制作用下通过社会选择形成以企业为主体的产业技术变迁,并形成新能源技术轨道和行业标准,煤炭产业逐步萎缩,实现向新能源产业的转变,最终实现能源产业的演化。这一过程表现为演化经济学中的适应机制的作用过程。新能源产业的演化最终推动资源型经济体系的转型和新一轮的能源技术创新。图1中的虚线过程既是能源技术创新的过程也是资源型经济体系转型的过程,两者在同一时期内交互发生,在技术领域表现为能源技术的变迁,在经济领域表现为产业的演化、经济的转型。

(三) 能源技术创新的实现:政策支持

纳尔逊认为,创新的过程包括学习、搜寻、社会选择三个过程,在特定的产业环境中,企业内部会产生自组织的学习知识和搜寻市场需求的技术知识。一般认为,在很大程度上技术的交互竞争过程是产业内在化自组织形成的,上述技术创新与产业演化可以通过自发形成。但不容否认的是,在技术创新过程中往往存在着市场失灵,尤其在庞大的能源系统中,单纯通过市场调节很难实现。事实上,技术创新与制度创新是创新系统中的两个子系统。技术创新直接创造生产利润,制度创新则是对已存在的社会经济利益进行重新分配。因此,在能源技术创新的基础上,需要有相应的制度创新即能源技术创新政策与之相适。

关于能源技术创新政策,已经有许多学者从创新政策、生产政策、配置政策、能源立法、税费体制改革、能源市场整合、能源装备标准化政策等方面提出了相应的政策观点^[19-21]。尤其受到普遍认可的供需双边政策^[22],这种双边政策对于整个能源体系中的可替代技术产生的技术扩散过程具有引导作用,可以促进新的不同于以往的能源“技术—经济”体系的形成^[23]。

四、美国的能源技术创新政策案例

(一) 创新政策体现在立法上

美国能源技术创新政策的设立与实施主要体现在依靠能源立法上,其目的在于把能源技术创新纳入法制化轨道,同时制定相关措施支持能源技术创新活动^[24]。如始于1975年的《美国能源政策和节约法案》提倡可回收资源的利用,旨在强调能源节约^[25];2005年出台的《能源政策法案》突出了能源技术创新激励政策,强调扩大可再生能源的生产和使用;2005年出台的《能源研究、开发、示范与商业应用法》强调能源技术创新的网络管理,对参与者、基础设施、服务、信息、分析及协调活动等一系列支持政策进行全面管理;2007年出台的《能源独立安全法》规定了工业能耗标准,推广可再生能源以减少对石油进口的依赖;特别是《奥巴马经济刺激法案》和《美国清洁能源和安全议案》要求逐步提高来自风能、太阳能等清洁能源的电力供应,同时对企业二氧化碳等温室气体排放进行限制并引入排放配额交易制度^[26]。

(二) 从供需双边体现政策激励与约束

从供给一边来看,改革措施包括了能源征税和减税机制。如2005年法案和奥巴马新能源政策都规定了向石油公司额外征税,征来的税用于激励相关企业和研发机构开展清洁煤、核能、太阳能的技术创新活动。同时,研发投资总额的23%可以从当年的联邦所得税中抵扣,形成的固定资产免交财产税。这个政策旨在通过石油额外征税提高价格,从而引导民众与企业减少汽油、天然气、燃煤等化石燃料的使用,同时也为能源技术创新企业提供资金支持。从政策效果看,美国石油的消费量从2001年每天的1 964.9万桶下降到2011年的每天1 883.5万桶;煤炭的消费量从2001年的552.2百万吨石油当量下降到2011年的501.9百万吨石油当量。与之相对应的是,中国的石油消费量从2001年每天的485.9万桶上升到2011年的每天975.8万桶;煤炭消费量从2001年的720.8百万吨石油当量上升到2011年的1 839.4百万吨石油当量(数据来源于2012年BP统计评论)。

从需求一边来看,政策体现在政府财政拨款和能源消费补贴引导能源消费偏好,以及能耗标准的制定上。到2025年,清洁能源技术和能源效率技术的投资规模将达到1 900亿美元,奥巴马的经济刺激计划也有一部分资金用于居民使用光伏电能的补贴。此外,美国法案涉及工业能源、交通能耗、建筑能源等多方面的能耗标准。2005年法案要求到

2015年联邦政府建筑的能耗降低20%;要求电力公司在2020年实现以可再生能源或能源改进方式满足其电力供应量20%;奥巴马经济刺激法案则要求在2030年以前所有建筑物实现“零碳排放”。

五、启示及建议

通过对能源技术创新促进能源产业系统演化的分析以及美国能源技术创新的案例可以得出以下几点启示及建议。

第一,煤炭资源型经济转型在时间脉络上是一个长期的产业演化过程,尤其在中国当前以煤炭为主的能源结构现状下,煤炭资源型经济的转型只有通过能源技术创新改变现有的能源系统,通过提供新的能源来满足社会需求,才能减少煤炭的生产,实现可持续发展。因此,煤炭资源型经济转型的着眼点和技术层面,而不在经济层面。

第二,美国政府一方面通过立法来营造良好的能源技术创新环境,另一方面,政府直接投入巨额资金建立太阳能、风能、生物燃料和其他清洁能源项目具体落实,这些做法对中国具有重要的启发意义:即能源技术创新活动存在着市场失灵,不能单纯依靠市场的力量进行,政府的直接投资和规制必不可少。然而,近年来中国促进新能源产业发展的政策有前面第二节提到的法规和《2000-2015年新能源和可再生能源产业发展规划要点》《可再生能源中长期发展规划》《2011-2020年“新兴能源产业发展规划”》等战略规划。这些政府法规与战略规划与美国的相比,从立法机关的权威程度、立法的多少、覆盖面上看都有差距,从战略规划的涉及面、行业的针对性方面也有差距,而对传统能源技术创新的政策法规与战略规划更少。所以,政府部门要注重加强促进能源技术创新的立法,并通过直接投资和项目推进,引导企业作为主体进行能源技术创新。

第三,技术创新本来就存在着系统失灵问题,而从能源技术创新对能源产业演化的作用机制来看,这种系统失灵会阻碍能源产业的演化。中国能源行业的相关职责被分散至国土资源部、国家发展和改革委员会、国家环境保护总局、水利部、科技部、国家电力监管委员会等相关部门,缺乏统一的新能源管理机构^[15],难以进行有效的能源产业创新系统建设,实现能源产业系统的演化,从而促进煤炭资源型经济转型。因此,建议国家要重视能源产业创新系统建设,在依靠企业发挥创新主体积极性的同时,通过政府的主导作用解决能源技术创新过程中的系统失灵问题。主导的能源技术创新方向一个是煤炭低碳化技术,另一个是新能源的开发与利用,通过这两方

面的技术创新,可实现节能减排和减少对煤炭资源的过度依赖,从而实现转型。

参考文献:

- [1] AUTY R M. Transition reform in the mineral-rich Caspian region countries[J]. Resources Policy, 2001(1): 25-32.
- [2] BENJAMIN N A A. Ghana's mining sector: its contribution to the national economy[J]. Resources Policy, 2001, 27(2): 61-75.
- [3] 张汝根. 资源型城市经济转型经验及启示[J]. 生态经济, 2008(12): 82-84.
- [4] 刘剑平. 我国资源型城市转型与可持续发展研究[D]. 长沙: 中南大学, 2007.
- [5] 张建伟. 技术创新的经济转型效应[D]. 上海: 华东师范大学, 2012.
- [6] 张复明. 资源型区域面临的发展难题及其破解思路[J]. 中国软科学, 2011(6): 1-9.
- [7] LOSCHEL A. Technological change in economic models of environmental policy: A survey[J]. Ecological Economics, 2002, 43(02/03): 105-126.
- [8] EDENHOFER O, Bauer N, Kriegler E. The impact of technological change on climate protection and welfare: Insights from the model MIND[J]. Ecological Economics, 2005, 54(02/03): 277-292.
- [9] ZHOU N, MARK D. Overview of current energy efficient policies in China[J]. Energy Policy, 2010, 38(11): 6439-6452.
- [10] SCHUMACHER K, RONALD D S. Innovative energy technologies and climate policy in Germany[J]. Energy Policy, 2006(34): 3929-3941.
- [11] 朱光华, 邹骥. 能源技术创新是解决我国长期能源问题的关键[J]. 理论与实践, 2006(8): 53-55.
- [12] 陈劲, 王焕祥. 演化经济学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [13] 杰里米·里夫金. 第三次工业革命[M]. 北京: 中信出版社, 2012.
- [14] 赵红梅. 能源企业技术创新影响因素及作用机理研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2010.
- [15] 刘兰剑, 董涛. 我国新能源技术创新政策成效及其优化分析[J]. 技术经济, 2012(7): 1-6.
- [16] SAGAR A. Technology innovation and energy[R]. Harvard University, 2004.
- [17] SHAFIEI E, SABOOHI Y, GHOFRANI M B. Optimal policy of energy innovation in developing countries: Development of solar PV in Iran[J]. Energy Policy, 2009, 37(3):

- 1116 – 1127.
- [18] STEIL B, VICTOR G, BELSON R. Technology innovation and economic performance [M]. Princeton: Princeton University Press, 2002.
- [19] DALTON G, GALLACHOIR BP 6. Building a wave energy policy focusing on innovation, manufacturing and deployment [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010, 14(8): 2339 – 2358.
- [20] BANALES_LOPEZ S, NOBERG – BOHM V. Public policy for energy technology innovation: A historical analysis of fluidized bed combustion development in the USA [J]. *Energy Policy*, 2002(30): 1173 – 1180.
- [21] NOAILLY J, BATRAKOA S. Stimulating energy-efficient innovations in the Dutch building sector: Empirical evidence from patent counts and policy lessons [J]. *Energy Policy*, 2010, 38(12): 7803 – 7817.
- [22] NOBERG-BOHM V. The role of government in energy technology innovation: insights for government policy in the energy sector [R]. Harvard University, 2002: 1 – 151 .
- [23] THEOCHARIS D. The sustainable diffusion of renewable energy technologies as an example of an innovation-focused policy [J]. *Technovation*, 2005, 25(5): 753 – 761.
- [24] 王北星. 美国的能源战略及其启示 [J]. *中外能源*. 2010, 15(6): 12 – 17.
- [25] 周举文. 美国用能产品能效技术法规实用指南 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [26] 谢晶仁. 美国奥巴马政府的新能源政策 [J]. *科技成果管理与研究*. 2010 (3): 49 – 52.

Mechanism Analysis of Energy Technology Innovation to Promote Coal Resource-based Economies Transformation

GUO Pibin¹, WANG Ting²

(1. Department of Economics and Management, Xinzhou Teachers University, Xinzhou 034000, P. R. China;

2. School of Economics and Management, North University of China, Taiyuan 030051, P. R. China)

Abstract: In this paper, based on energy technology innovation perspective, using the “selection – competition – adaptation” mechanism of evolutionary economics, we study the transformation process of coal resource-based economies. We think that mechanism of energy technology innovation to promote the energy structure and industry evolution is the realized path of coal resource-based economies transformation. Finally, taking USA as an example, we analyze the characteristics and teachings of energy technology innovation policies.

Key words: coal; economic transformation; energy technology innovation; industry evolution

(责任编辑 傅旭东)