

doi:10.13582/j.cnki.1672-7835.2019.06.009

# 电力空间贸易与地区“能源诅咒”的化解

范玉仙

(西安交通大学 马克思主义学院,陕西 西安 710049)

**摘要:**根据马克思主义空间贸易理论和经济增长模型,构建了考虑环境非合意产出的地区电力生产贸易模型,从空间上分析跨地区电力生产贸易对地区间经济环境利益的影响,并进一步分析和预测智能电网技术的作用及机制。结果表明,在当前电网技术条件下,地区间电力贸易导致了“能源诅咒”和“污染天堂”现象,需要通过政府顶层设计和制度安排,形成完善的利益分配机制进行化解;从长远来看,只有通过提高智能电网技术,用新能源取代化石能源,才能从根本上消除能源环境与地区利益失衡的矛盾根源。

**关键词:**智能电网;电力空间贸易;环境贫困;能源诅咒;制度安排

**中图分类号:**C94 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-7835(2019)06-0057-09

## 一 考虑环境能源非合意产出的地区 电力格局理论分析

### (一) 马克思的空间贸易理论

根据马克思的贸易理论,由于外围国家与中心国家之间的工资差异,国际贸易本质上是不平等交换,主要原因是低工资的外围国家用更多数量劳动时间所生产的产品来交换中心国家以较少劳动时间生产的产品,形成了国际价值转移的不平等交换<sup>①</sup>。将这一理论拓展到国家内部不同地区之间同样适用。具体到电力能源交易中,经济欠发达但资源丰富的外围地区向经济发达但资源匮乏的中心地区输出煤炭或电力,中心地区的高剩余价值率与地区间利润率平均化,使得剩余价值由外围地区向中心地区转移。从全国总体来讲,在输出电力还是输出煤炭资源的选择问题上,输出煤炭这种初级产品所损失的剩余价值要高于输出电力,从这个意义上来讲,智能电网用输电取代输煤是更优的选择。但是在电源结构仍然以煤炭为主的技术条件下,将不可再生能源消耗和环境污染代价考虑进去,随着电力输出规模的增加,这种“中心—外围”的二元化空间结构不但不能

解决,反而越来越大。

同时,马克思也注意到了技术进步和跨地区贸易对自然生态环境的影响。他指出“劳动生产率也是和自然条件联系在一起的,这些自然条件的丰饶度往往随着社会条件所决定的生产率的提高而相应的减低。”<sup>②</sup>当技术进步扩大了对资源利用的广度和深度,那么“产业越进步,这一自然界限就越退缩”<sup>③</sup>。同时马克思也预见到经济全球化发展将会造成世界范围的生态破坏。而且,当贸易突破了市场边界之后,这种自然资源的消耗和生态环境的破坏也将不再局限于一个区域,甚至通过商业而远及国外<sup>④</sup>。由此可见,电力生产与贸易对经济、能源、环境等在空间关系上的影响是复杂的、动态变化的,不仅对电力生产地区和能源消耗地区有直接影响,而且还通过电力远距离贸易而进行区域之间的转移,这些影响的大小和程度既取决于技术的发展水平、速度和形式,又取决于地区间贸易、资源配置、生产组织等相关制度的安排。

### (二) 电力生产贸易空间模型

为了考察电力能源空间流动的不同模式对区

收稿日期:2019-07-28

基金项目:中国博士后基金项目(2019M653674)

作者简介:范玉仙(1978—),女,山西平遥县人,博士,副教授,主要从事政治经济学研究。

①陈秀山,左言庆:《空间经济研究视角的贸易理论演进——地理政治经济学的分析框架》,《区域经济评论》2013年第6期。

②《资本论(第三卷)》,人民出版社2004年版,第289页。

③《资本论(第一卷)》,人民出版社2004年版,第589页。

④陈海嵩:《生态环境损害赔偿制度的反思与重构——宪法解释的视角》,《东方法学》2018年第6期。

域经济和可持续发展的影响,将能源消耗和环境污染作为非合意产出(即价值损失),构建一个简单模型,刻画在不同技术条件下电力能源空间流动对地区价值生产的影响。假设一个国家只有*i*、*j*两个地区,*i*地区为电力输出地区,*j*地区为电力输入地区。两个地区在*t*期获得的价值总量分别为 $W_{it}$ 和 $W_{jt}$ ,其中地区电力部门生产所需投入的不变资本价值量为 $C_{et}$ (包括机器、设备、厂房等固定资本以及原料、燃料等流动资本),生产所需投入的劳动价值量为 $V_{et}$ ,行业平均剩余价值率为 $m_i'$ ,假设两个地区其他部门的生产没有区别,其价值量都用 $W_0$ 表示。当不考虑污染排放和资源耗竭的非合意产出时,我们可以认为*i*地区向*j*地区输出电力,双方价值总量没有变化,因此有

$$W_{it} = W_{jt} = W_0 + C_{et} + (m_i' + 1)V_{et}. \quad (1)$$

但是当考虑电力生产所带来的污染排放和能源耗竭所产生的非合意产出时<sup>①</sup>,两个地区的价值量就不同了。污染排放和能源耗竭是不变资本投入*C*的一部分,但并没有实现价值增值和转移,而是当地价值总量的损失。假设电力生产污染排放系数和不可再生能源耗竭系数分别为 $p_{it}$ 和 $r_{it}$ , $W_{it}$ 则为

$$W_{it} = W_0 + C_{et} + (m_i' + 1)V_{et} - (p_{it} + r_{it})C_{et}. \quad (2)$$

由于*j*地区并未承担环境污染和能源消耗的代价, $W_{jt}$ 仍然等于式(1),也就是说通过电力跨地区交易,部分价值由电力输出地*i*转移到电力输入地*j*,造成地区间价值不平等交换。解决这种不平

等的一种途径,是政府对环境污染和能源耗竭的损失征税,使这种损失内化于电力生产的不变资本价值中,从而通过交易使电力使用地共同承担损失,但是往往由于对环境和资源损失的价值估计过低而无法实现地区间公平;另一种途径是,随着智能电网技术的高度发达,未来由新兴可再生能源取代化石燃料,即(2)式中 $p_{it}$ 和 $r_{it}$ 都趋于0,这时两个地区的价值总量又统一为(1)式,使问题得到根本解决,但在此之前只能借助于政策、制度和市场安排,进行地区间利益和成本的配置。

## 二 中国电力能源空间格局的现实分析

### (一) 电力生产与消费的空间格局统计描述

图1显示了1995~2017年各省区电力流动的情况,条形图表示地区电力生产与电力消费的差额,条形图在横轴以上表示当年该省区电力生产大于电力消费,是电力净输出地区,在横轴以下表示该省区电力生产小于电力消费,是电力净输入地区,同一地区条形图的变化反映该地区电力流动的时间变化趋势。从历年总体情况来看,电力净输出主要集中于山西、内蒙古、安徽、湖北、四川、贵州、云南、陕西、宁夏等煤炭资源或水资源富集的地区,电力净输入主要集中于北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、山东、广东、重庆等经济发达而煤炭资源匮乏的地区,其他地区基本实现电力自给自足,仅承担地区间电力传输的中介作用。从时间变化来看,在2000年以前大多数省



图1 1995~2017年各省区电力输入输出情况

<sup>①</sup>班斓,袁晓玲,贺斌:《中国环境污染的区域差异与减排路径》,《西安交通大学学报(社会科学版)》2018年第3期。

区电力以自给自足为主,地区间电力流动非常有限;随着电网基础设施和智能化水平不断提高,电力输送能力不断增强,特别是 2010 年以后电力跨地区交易量快速增加,山西、内蒙古等传统资源富集区向经济发达地区大规模输出电力,陕西、甘肃、宁夏、新疆这些西北地区近几年电力净输出也明显增加,成为全国新兴的电力能源供给区,这一方面体现了我国跨省区输电能力增强,另一方面也表明跨地区电力市场逐渐形成。

为了更详细和准确地了解中国电力能源生产流动的地区格局,借用产业集中度计算方法,分别计算发电量和用电量前六名的地区集中度指数,

如表 1 结果显示,历年来我国发电和用电集中度处于中低水平,与 1995 年相比发电集中度变化不大,用电集中度有小幅提高。从所涉及的地区来看,发电和用电集中的地区有较大一致性,即用电集中的地区同时也是发电集中的地区,这些地区基本都是经济发达或工业和人口较集中的地区,但电力净输出地区大多数都不是发电量集中区。由此可以看出,虽然地区之间在电力输入输出上有明显差异,但是相对于大量电力消费来讲,跨地区电力贸易非常有限,经济发达地区大多数用电主要还是靠当地自给自足,表明目前我国电网技术和电网利用率离真正智能化还有很大差距。

表 1 1995~2017 年中国发用电和输入输出地区分布

1995		2005		2010		2015		2017	
发电集中地	用电集中地	发电集中地	用电集中地	发电集中地	用电集中地	发电集中地	用电集中地	发电集中地	用电集中地
广东-山东- 江苏-河北- 四川-河南	广东-山东- 江苏-辽宁- 河北-四川	广东-江苏- 山东-浙江- 河南-河北	广东-江苏- 山东-浙江- 河北-河南	江苏-广东- 山东-浙江- 内蒙古-河南	广东-江苏- 山东-浙江- 河北-河南	山东-江苏- 广东-内蒙古- 四川-浙江	广东-山东- 江苏-浙江- 河北-河南	山东-江苏- 广东-内蒙古- 四川-浙江	广东-江苏- 山东-浙江- 河北-河南
集中度指数									
0.397	0.398	0.421	0.455	0.401	0.455	0.398	0.442	0.397	0.444
净流出地	净流入地	净流出地	净流入地	净流出地	净流入地	净流出地	净流入地	净流出地	净流入地
山西-内蒙古- 广东-湖北- 江苏-安徽	北京-辽宁- 天津-湖南- 浙江-黑龙江	湖北-内蒙古- 山西-贵州- 四川-云南	广东-北京- 辽宁-上海- 浙江-河北	湖北-内蒙古- 山西-贵州- 四川-云南	广东-河北- 北京-江苏- 辽宁-上海	内蒙古-四川- 云南-山西- 湖北-贵州	广东-江苏- 河北-上海- 浙江-北京	内蒙古-云南- 四川-新疆- 山西-湖北	广东-江苏- 浙江-北京- 上海-河北

尽管如此,还是能从表 1 数据看出,2010 年以来蒙古、四川、云南等地开始成为明显的集中发电区和电力输出地,主要原因是近几年随着特高压大电网建设完工和投入使用,以远距离电力输送和大规模电力生产基地为主要特征的电力生产与流动格局逐渐形成并发挥作用。另外值得注意的是,虽然电力净流出地区历年来变化不大,主要都集中在内蒙古、山西等煤炭集聚区和四川、云南、贵州等水电集聚地,但是 2015 年以后四川、云南电力流出超过了山西,主要原因是在环保减排压力下,相对于火电来讲水电的跨省区外送比例逐渐增加,也从另一侧面反映出,我国近年来可再生能源发电比例上升主要依赖传统水电,太阳能、风电等新型可再生能源的规模化生产和跨地区利用还没有发挥应有的作用。

## (二) 电力空间贸易对地区经济、能源、环境影响的实证分析

### 1. 实证模型构建

为了实证检验电力生产贸易格局变化对区域

经济和环境的影响,揭示地区间可能存在的“污染天堂”和“资源诅咒”现象,理清地区之间电力经济与能源环境利益分配关系,首先有必要构建一个考虑能源环境非合意产出的综合发展指标( $Y_{it}$ ),该指标将地区经济发展( $GDP_{it}$ )、电力生产带来的环境污染( $WR_{it}$ )(主要是二氧化硫和氮氧化物排放)以及不可再生能源消耗( $NH_{it}$ )(主要是煤炭资源消耗)纳入综合考量,其中环境污染和能源消耗是负向指标,要进行正向化处理,采用熵权法核算各指标的权重,得到:

$$Y_{it} = 0.3488GDP_{it} + 0.3109WR_{it} + 0.3403NH_{it} \quad (3)$$

其中, $i$ 表示第 $i$ 个省区,取值 $1,2,\dots,30$ ;  $t$ 表示从 2000 ~ 2016 年 17 年中第 $t$ 个年份,取值 $1,2,\dots,17$ 。限于篇幅,表 2 只列出了地区综合发展指标的描述性统计结果。

以第一部分理论模型为依据,对马克思经济增长模型作适当变形和拓展,将实证检验模型设定如下:

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 e_{it} + \alpha_2 o_{it} + \alpha_3 h_{it} + \alpha_4 x_{it} + \alpha_5 e_{it} * o_{it} + \alpha_6 h_{it} * o_{it} + \alpha_7 x_{it} * o_{it} + \beta p_{it} + f_i + v_i + \mu_{it} \quad (4)$$

表2 地区综合发展指标的描述性统计

	集中趋势		离散趋势		分布情况	
均值	1.798	标准差	2.162 1	偏度	4.301 9	
中位数	1.250	方差	4.684 0	峰度	19.856 2	
和	916.966	极小值	0.539 4			
		极大值	15.888 8			
		均值的标准误差	0.095 8			

其中,  $\ln Y_{it}$  是地区综合发展的对数;  $e_{it}$  是地区电力投资, 表示各地区对电力生产的资本投入;  $h_{it}$  是火力发电装机容量, 表示各地区对火电生产的资本投入;  $x_{it}$  是各地区新能源发电量, 是核电、太阳能电、风电等发电汇总量, 表示地区绿色电力生产情况;  $o_{it}$  是虚拟变量, 取值为 1 表示该地区当年是电力净输出地, 取值为 0 表示该地区当年是电力净输入地;  $e_{it}, h_{it}$  和  $x_{it}$  与  $o_{it}$  的乘积分别表示这

些变量与虚拟变量的交叉项, 表示相对于电力输入地区来讲这些因素对电力输出地区的额外影响;  $p_{it}$  是控制变量构成的向量, 主要由经济增长模型中的全社会固定资产投资 ( $k_{it}$ )、劳动力资本投入 ( $l_{it}$ )、人力资本投资 ( $r_{it}$ ) 和环境治理投资 ( $g_{it}$ ) 构成,  $f_i, v_i, \mu_{it}$  分别表示省际固定效应, 时间效应和误差项。各个变量前面是变量系数, 其中  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_7$  度量地区电力投资与生产对被解释变量的影响, 是本文要关注的核心参数, 若在控制了一系列投入变量后, 系数显著为负, 表明对应变量对地区发展起负面作用, 反之则相反。

为了与电力贸易对综合发展的影响做对比研究, 在实证检验中还用  $\ln GDP_{it}$  作为被解释变量, 考察在不考虑环境能源因素时电力生产和电力输出对地区传统经济发展的影响。在构造变量和实证分析之前, 要对所有地区面板数据进行标准化处理。上述变量的具体内涵、核算及数据来源见表 3。

表3 模型主要变量的阐释和数据来源

变量	变量阐释	数据来源
$\ln Y_{it}$	地区综合发展指标的对数, 综合反映经济发展、电力污染和电力生产一次能源消耗的因素	
$\ln GDP_{it}$	经济发展变量, 用 GDP 的对数表示	国家统计局数据库,
$e_{it}$	电力行业固定资产投资	《中国统计年鉴》
$h_{it}$	火力发电装机容量	《中国电力年鉴》
$o_{it}$	电力流动虚拟变量, 输入地区为 0, 输出地区为 1	《中国财政年鉴》
$x_{it}$	新能源发电量, 总发电量扣除火电和水电	《中国环境年鉴》
$k_{it}$	各地区全社会固定资产投资	《中国人口和就业年鉴》
$l_{it}$	劳动力资本投入, 用各地区年末从业人员数表示	《中国固定资产投资年鉴》等
$r_{it}$	人力资本投资, 用各地区教育经费投入表示	
$g_{it}$	污染治理投资, 表示各地区对环境所做的投入	

2. 实证检验结果分析

运用上述式 (4) 设定的回归模型, 基于中国 30 个省区 2000~2016 年的动态面板数据, 运用 Eviews 9.0 软件进行方程估计和检验。模型包括变系数模型、变截距模型和混合回归模型, 三种模型究竟选择哪一种需要通过 F-统计量、LM 统计量和 Husman 检验来确定, 前两种模型还需要确定其变化是固定效应还是随机效应。如果以样本自身效应为条件进行推论, 一般选择固定效应模型, 如果以样本对总体效应进行推论, 则一般采用随机效应模型。由于本文的研究强调地区之间的个体差异和地区效应, 通过检验本文确定采用固定效应的变截距模型。

表 4 报告了模型回归结果, 1~4 列以考虑非合意产出的综合发展指标为被解释变量, 为了进行对比研究, 将被解释变量换作传统 GDP 得到第 5~7 列的回归结果。对比第 1 列和第 5 列结果, 在控制了一系列与经济发展和综合发展相关的投入变量以及固定效应后, 电力投资与 GDP 关系不显著, 但与综合发展呈显著负相关关系。第 2 列将自变量换作火电装机容量表示地区电力发展规模, 结果依然显示与综合发展显著负相关, 且负向影响的程度显著提高。为了全面考核电力流动情况、电力投入以及电源类型对地区综合发展的影响, 第 3 列将电力流动虚拟变量、新能源发电量以及虚拟变量与三个变量的交叉项都纳入回归方

程,结果显示电力投资、火电装机容量依然与综合发展呈负相关关系,新能源发电量与地区虚拟变量交叉项系数为正,表明相对于输入地区来讲新能源发电对电力输出地区经济发展的额外影响为正,表明电力输出地区新能源发电增加有利于地区经济发展水平的提高;电力投资和火电装机容量与地区虚拟变量的交叉项系数符号相反,表明

电力投资对电力输出地区综合发展具有一定正向推动作用,但火电投资对电力输出地区综合发展的影响则明显为负,表明在当前仍然以火电为主的发电技术条件下,电力发展对电力输出地区的贡献是以牺牲当地环境和资源可持续发展为代价的<sup>①</sup>。

表 4 实证检验结果列表

自变量	被解释变量						
	被解释变量为 $\ln Y_{it}$				被解释变量为 $\ln GDP_{it}$		
	回归系数				回归系数		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
常数项	0.564 6***	0.525 4***	0.557 6***	0.721 0***	-0.813 5***	-0.880 92***	-0.852 3***
电力投资 $e_{it}$	-0.086 3***		-0.085 4**	-0.288 1***	-0.006 6		
$e_{it}^2$				0.078 9***			
电力流动虚拟 $o_{it}$			-0.039 3***			0.037 6	
$e_{it} * o_{it}$			0.030 2*	0.021 5*			-0.038 0***
火电装机容量 $h_{it}$		-0.182 5***	-0.158 3***	-0.488 7***		0.121 7***	0.275 4***
$h_{it} * o_{it}$			-0.058 7*	-0.032 4*			-0.061 8**
$h_{it}^2$				0.103 0***			
$h_{it}^2 * o_{it}$				-0.013 4*			0.033 0***
新能源发电量 $x_{it}$			0.007 6				0.006 5***
$x_{it} * o_{it}$			0.025 2*	0.031 4***		0.010 9**	
固定资产投资 $k_{it}$	0.117 6**	0.135 4***		0.144 8***	0.207 9***	0.165 3***	0.164 7***
劳动力投入 $l_{it}$	0.089 4	0.154 3**	0.158 6**	0.216 6***	0.151 3***	0.131 1***	0.122 9***
人力资本投入 $r_{it}$	-0.278 0***	-0.248 7***	-0.267 9***	-0.197 5***	0.104 3***	0.073 9**	0.053 2*
环境治理投入 $g_{it}$	-0.138 4***	-0.107 6**	-0.117 9***	-0.091 2**	0.067 0***	0.037 4**	0.030 1*
$g_{it}^2$	0.027 7**	0.023 8**	0.027 0**	0.017 5*	-0.011 2**	-0.007 5*	-0.006 1**
模型的 R-squared	0.923 2	0.923 2	0.926 0	0.929 6	0.993 8	0.994 5	0.994 8
Log-likelihood	190.34	190.21	199.58	212.54	652.01	683	696.06
Durbin-Watson	0.603 1	0.596 8	0.634 5	0.678 4	0.234 1	0.273 1	0.296 6

注:表 4 中各列数字右上角的“\*\*\*”“\*\*”“\*”分别表示在 1%、5%和 10%的显著性水平上显著。

为了检验关键变量的二次项对地区综合发展的影响,分别加入电力投资、火电容量和新能源发电量的平方项及其与地区虚拟变量的交叉项,将不显著的变量去除,最终得到第 4 列的回归结果,显示电力投资和火电装机容量均与综合发展呈显著的 U 型关系,即当电力投资达到一定规模时会促进地区综合发展水平的提高,可见电力投资对地区综合发展的促进作用要发挥,需要实现规模化的电力生产,主要原因是规模化有利于绿色低碳技术的应用;但如果将火电装机容量平方项与地区虚拟变

量交叉,则发现系数为负,表明相对于电力输入地区,火电投资规模增加会导致电力输出地区综合发展恶化;另外,电力输出地区新能源发电量对本地区综合发展的影响为正,表明增加新能源发电比例是改善电力输出地区综合发展的重要路径。

对比第 2 列,第 3 列与第 6 列的回归结果,电力流动虚拟变量对综合发展的影响显著为负,对经济增长的影响为正,表明电力生产对能源富集地区的贡献主要体现在经济上,当考虑了环境污染和能源消耗因素后,对地区发展的贡献就转正

<sup>①</sup>海骏娇,辛晓睿,曾刚:《中国城市环境可持续性的决策机制影响研究》,《经济经纬》2018 年第 2 期。

为负,说明电力输出对地区发展的贡献是以牺牲当地环境资源可持续发展为代价的,经济发达地区通过电力输入实现了环境污染的“输出”,而电力输出地区虽然通过发展电力工业一定程度上促进了经济发展,但却造成了当地资源耗竭和环境破坏,体现了地区间“能源诅咒”和“污染天堂”现象。从第7列可以看出,火电装机容量对经济增长总的贡献为正,但交叉项系数为负,表明火电投资对电力输出地区的经济贡献并不显著;第4列和第7列结果还显示,新能源发电对经济增长具有正的影响,而且对电力输出地区的影响程度更大,进一步印证了上述结论。

### 三 智能电网对解决地区失衡的作用机制

#### (一) 智能电网技术对能源供用方式变革的影响

上述实证研究表明,要从根本上解决跨地区

电力贸易带来的地区之间发展不均衡,特别是能源消耗和环境污染问题,首要的是推动智能电网技术的发展和运用。智能电网是一个复杂的技术愿景系统,也是一个不断发展的动态系统,它的发展和普及不仅取决于未来技术的突破和成本的下降,同时也取决于促进技术应用和推广的相关政策、经济政治环境和国家产业规划的落地与实施。中国的智能电网愿景系统是以特高压电网为骨干网架,各级电网协调发展的统一坚强智能电网系统,对未来能源供用方式将产生深远影响(如图2)。特高压交流和直流核心技术的突破和规模化投运,为特高压电网建设奠定坚实的基础,而大电网的通信信息平台建设以及自动化调度系统的应用,将提高电力传输效率,使大规模可再生能源和分布式电源的安全、稳定接入成为可能,同时推动电动汽车充放电技术的应用。当然,要实现可持续能源供用方式,还很大程度地依赖于储能技术的成熟和规模化应用<sup>①</sup>。

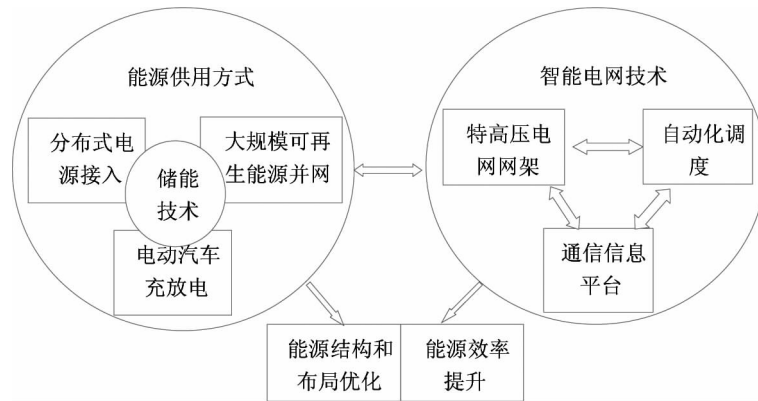


图2 智能电网技术下能源供用方式的变化

#### (二) 智能电网下电力能源空间格局的潜在变化

从空间角度来看,未来智能电网大致有两种发展模式,一种是通过特高压大电网进行电力传输,燃料资源比较丰富的地区集中生产和输出电力,另一些地区则集中输入电力,形成生产、传输和利用的规模效应;另一种是分布式微电网,各地区甚至各分散的用户利用当地可再生能源(风力、太阳能、生物能等)进行小范围或个体发电和用电,这种模式在技术上有赖于成熟的新能源技

术和储能技术,目前还处于试点阶段。随着技术的成熟,未来可能会形成大电网与分布式发电并存的多元化电网结构。但在大大依赖传统能源(煤炭、水、核)的条件下,今后相当长一段时间中国仍然以第一种模式为主。

与传统电网相比,坚强智能大电网使跨地区远距离输电的安全性、可靠性、稳定性和效率都大大提高,电网的大规模输电能力将电力生产与消费更有效地分离,燃料或资源丰富的地区充分发挥地区比较优势集中发电,用地区间大额电力输

<sup>①</sup>Verbong G. P. J., Beemsterboer S. and Sengers F. “Smart grids or smart users? involving users in developing a low carbon electricity economy”, *Energy Policy*, 2013 (5):117-125.

送取代燃料的地区间运输,使电力生产集中度大大提高。这种格局变化从国家整体层面来讲,有利于解决中国能源分布与电力消费的地区不均衡问题,至少从三个方面实现资源优化配置和提高能源经济环境效率:一是在能源富集区集中发电,有利于能源的规模化生产和利用,提高能源经济效益;二是有利于促进电力低碳化生产技术的集中管理和应用,提高能源环境效益;三是用大规模输电取代大规模输煤,减少煤炭运输压力和中途污染<sup>①</sup>。

但是从地区层面来讲,智能电网给地区经济社会发展影响更加复杂(如表 5)。从中短期来看,智能电网的运用产生了新的更大的地区间不均衡,地区间经济差距继续拉大的同时,环境差距也进一步拉大。通过“西电东输”等举措,东部发达地区通过利用清洁电力不仅促进了经济发展,降低能源储备的社会和环境成本,而且减少了环境污染。相反,在西部和中部煤电和水电资源丰

富的地区,资源耗竭、生态破坏、环境污染日益凸显,与东部经济发展差距加大,形成环境和经济的双重贫困,特别是环境贫困。城市与农村的比较来看,虽然电网技术使二者在电力使用方面的差距逐渐缩小,即使在边远的山区也基本实现电力全覆盖,但是在能源消耗和环境污染方面,大城市和中心城市的电力生产和环境污染正在向农村和城郊地区转移。从长期来看,高度智能化,新兴绿色可再生能源取代传统能源发电,绿色电力取代化石能源,或者能使化石能源发电的污染降到最低,电网结构实现分布式电力、微网和大电网的多元化并存,电力产品转变为一种更一般的商品,到那时由电力生产消费所产生的能源环境问题和矛盾会逐渐淡化甚至消除。但是这个过程的长短,依赖于技术进步速度和与之相适应的政治经济制度。在当前技术经济条件下,我们仍有必要关注电力能源格局变化所带来的经济、环境发展不平衡问题。

表 5 智能电网下电力能源空间格局的潜在变化

分类	时空格局变化特征	
	现实变化(中短期)	潜在变化(长期)
电网系统	结构单一,主要以全国统一的坚强智能大电网为主	多样化结构,当地分布式发电与区域微电网、国家电网并存
化石燃料	化石燃料部分地被新能源替代,燃料生产更加集中,以坑口电厂直接消费为主,跨地区运输减少	能源由煤炭向可持续电力转变,不仅在电力生产领域,新兴可再生能源取代化石燃料,而且在交通等直接消耗化石能源的领域也由绿色电力取代。
大规模火电	电力对化石燃料的依赖没有大幅降低,但由于特高压电网的建设,地区电力生产集中度逐渐提高,煤炭富集区既是电力输出大省,也是污染大省	电力主要来自风电、太阳能电、潮汐、生物质,煤炭富集地区的电力能源优势降低,环境质量提高,当地经济面临转型
大规模水电	水电比例提高并逐渐超过火电,水电集中在少数地区,因此而造成的生态破坏将延续	水电发电绝对量持续增加,但比例逐渐降低,逐渐被新可再生能源取代
可再生能源发电	非水可再生能源发电比例逐渐提高,但总体比例仍然很低,而且主要以集中发电为主	非水可再生能源发电比例占绝对优势,集中发电与分布式发电并存
省区之间	电力生产向煤炭和水资源丰富的地区集中,产生新的不均衡发展模式,形成经济与环境双重差距	电力生产的地区集中度仍然较高,但是在分布式能源发展的条件下,这些地区在总体能源供应中的角色逐渐降低
城市与农村	城乡用电差距缩小,但电力生产及环境污染越来越转移向农村及城郊地区	城乡用电差距很小,新能源发电使污染问题得到基本解决,但土地占用等新问题和新矛盾出现

### (三) 智能电网下生产力与生产关系变化与地区能源格局

根据马克思的生产力—生产关系原理,生产力

发展推动生产关系变革,进一步导致包括经济制度、意识形态等在内的整个社会制度变革。“生产”是“人”和“人类”最基本的实践活动,而制度形

<sup>①</sup>叶祥松,刘敬,王江波:《经济增长质量与能源效率研究——以珠三角为例》,《江西财经大学学报》2017年第5期。

成的过程是一定生产关系以及与这种生产关系相适应并维持这种生产关系的社会机构和规则确立的过程,制度的本质就是在社会分工协作体中不同集团、阶层、阶级之间的利益关系。“物质生活的生产方式制约着整个社会生活、政治生活和精神生活的过程。不是人们的社会意识决定人们的社会存在,相反是人们的社会存在决定人们的社会意识。社会的物质生产力发展到一定阶段,便同它们一直在其中运动的现存生产关系或财产关系发生矛盾。于是这些关系便由生产力的发展形式变成生产力的桎梏,那时社会革命的时代就来到了。随着经济基础的变更,全部庞大的上层建筑也或慢或快地发

生变革”<sup>①</sup>。智能电网技术除了直接提高对电力能源的生产供应效率(即生产力层面的影响)之外,最重要的就是对生产管理、组织形式和经济制度(生产关系与上层建筑层面)产生革命性的影响(见图3)。未来智能电网技术的发展将对能源格局乃至整个生产关系产生重大影响,从空间关系上表现为各省区之间、城市与城郊农村之间在上述这些方面所发生的结构重组和经济社会关系变化。结合上述实证分析和表5的研究,在当前智能电网技术水平下,核心问题是通过制度顶层设计和市场机制的完善,促进改善地区间在经济、能源、环境等方面的利益失衡问题,促进地区平衡发展。

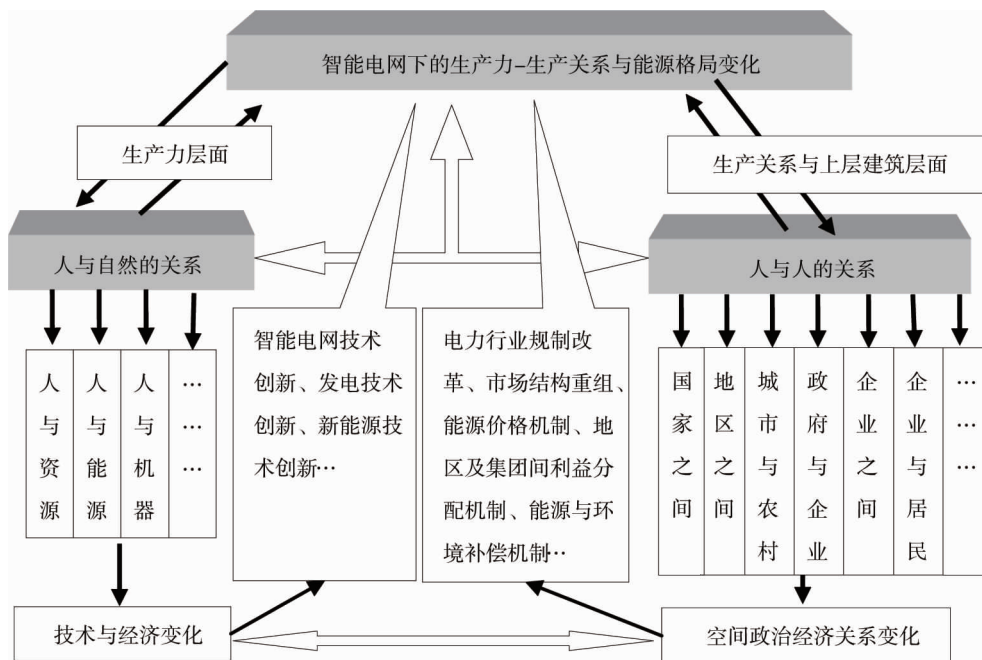


图3 智能电网下生产力—生产关系与能源格局变化

#### 四 结论与政策建议

本文以马克思主义空间贸易理论和经济增长模型为基础,构建考虑环境非合意产出的地区电力生产贸易模型,结合实证检验,考察由电力投资、火电装机、新能源发电和地区虚拟变量所反映的电力能源生产与流动格局对地区经济发展和综合发展的影响,得出以下结论:(1)无论是电力投资还是火电装机容量,对地区经济增长的促进作用并不显著,但是当考虑污染排放和资源耗竭所产生的非合意产出时,电力生产和投资明显不利于地区综合发展。(2)火电投资对电力输出地区

综合发展的影响显著为负,表明电力发展对电力输出地区的贡献是以牺牲当地环境和资源可持续发展为代价的,地区之间存在明显的“能源诅咒”和“污染天堂”现象。(3)在智能电网跨地区电力传输背景下,煤炭富集区通过建立坑口电站促进电力的规模化生产和低碳技术应用,因此电力投资规模化有利于促进地区综合发展水平。(4)电力输出地区新能源发电量越多,地区综合发展水平越高,表明随着智能电网技术提高,增加新能源跨地区输送将有利于改善电力输出地区的能源环境问题,缓解甚至消除地区能源环境发展不均衡

<sup>①</sup>叶正茂.:《马克思主义制度经济学的当代重构——海派经济学家顾钰民访谈》,《海派经济学》2003年第3期。



的现象。相信随着技术的成熟,未来太阳能电、风电等新兴可再生能源将逐渐取代传统能源,由电力生产所产生的地区间环境和能源利益不公平问题会逐渐减缓甚至消除。

从地区格局来看,在当前智能电网技术条件下,通过构建坚强智能大电网,促进大煤电、大水电、大核电和大型可再生能源的规模化利用和生产,有利于解决中国能源分布与生产用电在空间上的逆向分布问题,促进全国电力能源优化配置,有利于实现节能减排目标。但同时,由于目前电力能源结构依然以火电为主,电力输出地区比过去承担更大的资源、能源和环境代价,陷入经济和环境的双重贫困,而经济发达地区则利用“外来”的清洁电力发展经济,降低污染,这就加剧了地区间经济和环境的不平衡。

但是我们不能因噎废食,而是要通过政府制度顶层设计进行政策引导,形成更加完善的电力能源流动和利益分配机制,制定地区环境保护政策,让技术真正在低碳环保中发挥作用。一是制定科学合理的环境和资源损失价值评估体系,作为对地区电力贸易中环境污染和能源消耗征税的依据,通过电力环保税收在地区间的分配,为电力输出地区环境保护提供根本保障<sup>①</sup>;二是加强电力生产节能减排和污染治理监管力度,将转移的

价值专款专用,切实用于低碳电力技术投资,提高减排和防污治理投资效率;三是加大环保研发投入,给环保技术研发给予相应的优惠政策,推动建立低碳电力技术合作机制,促进地区间和国际间环保技术交流和转移;四是加快和推进智能技术特别是新能源入网技术的推广与应用,提高新能源发电比例,直至取代化石能源,这是从根本上解决绿色发展、能源环境与地区利益均衡问题的路径,也是智能电网技术追求的核心目标。

从长期来看,未来智能电网技术的成熟不仅将有效地消除地区能源环境的不均衡发展问题,而且将带动人类能源利用和生产组织模式的深刻变化,对人类新产业革命具有举足轻重的作用。智能电网的发展、建设和应用是一项以新技术为依托的系统性工程,一是需要政府完善技术创新体系,对相关高新技术进行融合和系统集成,实现智能化电网的全面升级和整体推进;二是需要对相应的产业组织制度进行顶层设计,智能电网运行所涉及的上下游产业链和相关衍生产业非常多而且复杂,不仅包括发、输、变、配、用、调度等环节,还包括智能电表、智能用电建筑、充电桩、智能家居等相关产业,因此如何通过系统的产业规划和政策设计促进各环节的联动发展,是智能电网由愿景变为现实的关键所在。

## Power Spatial Trade and Solution to Regional “Energy Curse”

FAN Yu-xian

(School of Marxism Studies, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

**Abstract:** By using the Marxist space trade theory and the economic growth model, and by taking the environment undesirable outputs of regional electricity production and trade model into consideration, this paper analyzes the effects of trans-regional electricity production and trade on the inter-regional economy and environment. It also analyzes and predicts the role mechanism of the smart grids technology. Results show that, under the current conditions of power grid technology, such phenomena as “energy curse” and “pollution paradise”, caused by inter-regional electricity trade, are to be solved by formulating a complete benefit distribution mechanism through the top-level design and institutional arrangements of the governments. In the long run, both further improvement of the smart grid technology and the substitution of fossil energy with new energy can we fundamentally remove the roots of the imbalance between energy environment and regional interests.

**Key words:** smart grid; power spatial trade; environmental poverty; energy curse; institutional arrangement  
(责任校对 朱正余)

<sup>①</sup>金明,栗晓宏:《我国环境税收制度改革的国际经验借鉴及政策选择》,《当代经济研究》2014年第4期。