

产业技术视角下锡产业演进阶段识别分析

——基于时变参数生产函数模型

徐爽¹, 刘春学², 陈凯¹, 李敏², 焦阳¹

(1. 东北大学工商管理学院, 沈阳 110819; 2. 云南财经大学城市与环境学院, 昆明 650221)

摘要:技术进步在产业演进过程中发挥了重要作用,是产业演进的根本动力。通过建立时变参数生产函数模型,设定状态方程和量测方程,利用卡尔曼滤波法求解出每年各技术指标的具体数值,再根据产业技术视角下产业演进的判定标准,对中国锡产业所处的演进阶段及分界点做出近似测度。研究结果表明:技术指标变化可用来识别锡产业演进阶段;中国锡产业目前表现出衰退期特征;锡产业演进规律受到产业性质的制约。根据锡产业表现出的阶段性特征和其内在的演进规律,有利于政府部门制定战略性资源型产业发展规划,为产业选择提供依据。

关键词:产业技术视角;锡产业演进阶段;时变参数;卡尔曼滤波法;状态空间模型

中图分类号:F064.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)3—0111—08

技术进步与产业演进二者之间有着不可分割的关系,技术进步通过提升生产效率、改进产品性能的方式促进产业演进,在产业演进过程中起到了根本作用,而产业演进则是技术进步发展到一定程度后的必然结果。现实经济系统中,技术进步与产业演进之间存在着交互作用,技术进步能够通过多种方式影响产业演进,而产业演进也会影响到技术进步,二者之间存在着复杂的反馈机制。技术进步水平的提升促进锡产业向知识、技术密集型方向发展,通过生产过程中要素投入比例的改变调整产业结构、推动产业演进。本文通过分析锡产业演进过程中各技术指标的变化情况,识别锡产业的演进阶段,有助于中国锡产业发展规划的制定,提升中国锡产业的国际竞争力。

一、文献综述

产业技术视角下产业演进阶段识别的研究一直受到学术界的关注,由此出现了许多的研究成果,主要包括技术与产业演进的关系、产业演进阶段识别两个方面:

在技术进步与产业演进关系的研究中,技术进步在产业演进中发挥的作用被肯定。技术进步通过提升生产效率、改进产品性能的方式促进产业演进,在产业演进过程中起到了根本作用,而产业演进也会影响到技术进步水平,二者之间存在着复杂的反馈机制^[1-3]。也有研究从技术轨道视角入手,分析技术进步与产业演进的作用关系,将技术轨道看成是技术和经济的有机结合,认为技术轨道决定技术进步的路径,从而改变产业演进的方向和周期^[4-5]。

在产业演进阶段识别研究中,产业组织、产业技术、产业规模被视为产业演进过程的三个侧面反映。但是,由于产业技术指标的定量测算存在困难,现有研究更多是从其他视角分析^[6]。由于统计口径的受限,有关产业组织视角的厂商净进入率法、创新主体识别法、二维识别法、产业集中度法在产业演进阶段识别上的应用并不多,但仍有学者积极尝试^[7];相比较而言,有关产业规模视角的产出增长率法、普及率法、生长曲线

收稿日期:2020—01—03

基金项目:国家自然科学基金地区项目“基于裂隙三维空间分布的矿区地下水流动模拟研究”(41562017);国家自然科学基金重大项目“建立能源和水资源消耗,建设用地总量和强度双控市场化机制研究”(15ZDC034);河北省社会科学基金重大项目“我省创新驱动高质量发展治理体系研究”(HB19ZD04);中央高校基本科研业务费项目“能源价格扭曲对能源效率影响研究”(N162301001)

作者简介:徐爽(1994—),女,黑龙江哈尔滨人,东北大学工商管理学院博士研究生,研究方向:资源经济学、产业经济学;刘春学(1975—),男,河南林州人,云南财经大学城市与环境学院教授,博士研究生导师,研究方向:资源环境经济学;陈凯(1961—),男,山西大同人,东北大学工商管理学院教授,博士研究生导师,研究方向:资源经济学;李敏(1995—),女,云南香格里拉人,云南财经大学城市与环境学院硕士研究生,研究方向:资源环境经济学;焦阳(1994—),女,河北昌黎人,东北大学工商管理学院博士研究生,研究方向:区域创新系统。

法就成为了学者们研究的重点,其中生长曲线法主要是依托 Logistic 曲线和 Compertz 曲线拟合时间序列数据,根据曲线拐点测度产业演进阶段及分界点^[8-9]。但由于产业演进本身具有发展阶段的反复性和阶段特征的交叉性^[10],有必要对产业演进阶段识别方法做出进一步研究。

虽然现有研究肯定了技术在产业演进中发挥的作用,但并没有较好的刻画出产业演进各阶段技术指标的变化情况;鉴于产业技术指标的定量测算存在困难,也没有就产业技术视角下产业演进阶段识别方法做出进一步探讨。而有关锡产业的研究整体数量较少、范围相对较窄,仅见得有关锡产业演化的研究^[11],更多关于锡产业的研究集中在可持续发展^[12]、产业链结构^[13]、产业链条的延伸和产业信息系统的建立^[14]、以及锡新材料产业的发展^[15]。

考虑到锡产业在国民经济发展过程中的战略性以及技术在产业演进过程中重要性,迫切需要从产业技术视角入手识别锡产业所处的演进阶段,一方面肯定了技术在产业演进中发挥的重要作用,更有效避免单一维度识别产业演进阶段过程中的难以识别或伪识别问题,为产业演进阶段定量识别提供新方法;另一方面有利于政府部门制定战略性资源型产业发展规划,为产业选择提供依据。

二、模型建立

根据复杂系统理论,产业可以被看成一个复杂经济系统,在与内外部环境交互作用的过程中不断演进,并表现出明显的阶段性特征,包括:形成、成长、成熟、衰退四个阶段^[16-17]。一般认为,产业演进有两个层面含义:从宏观层面上看,产业演进指的是一定区域内产业结构的动态变化过程,表现为产业主体作用下的宏观经济现象涌现;从微观层面上看,产业演进指的是产业自发演进所经历的一般生命周期过程。综合来看,产业演进指的是产业从形成到衰退的动态演化过程,每一阶段变化都表现出明显的阶段性特征,外在表现为产业在空间区域内的转移和扩散,内在表现为产业内部要素投入比例的变化,主要体现在三个方面:产业规模、产业技术、产业组织。在产业规模方面,表现为产出水平、投资规模 and 市场需求结构的改变;在产业技术方面,体现在技术水平、产品附加值以及产品差异化程度的变化;在产业组织方面,表现在厂商数目、产业进入壁垒以及产业利润率等方面的变化。根据这三个方面变化与产业演进的关系,能够从这三个视角入手来识别产业演进阶段,但由于产业技术指标的定量测算存在困难,现有研究也就没有对产业技术视角下产业演进阶段识别方法做出进一步探讨,因此本文从产业技术视角入手,利用锡产业演进过程中技术指标的变化情况,来近似测度锡产业的演进阶段,有利于政府部门制定战略性资源型产业发展规划,为产业选择提供依据。

(一)时变参数生产函数模型选择与设定

传统的生产函数模型暗含了参数固定的假设,即技术、资本、劳动的产出弹性在一段时间内保持不变,一般利用普通最小二乘法进行估计^[18-19]。考虑到资本和劳动的共线性,有的研究采用先验信息法^[20],也有研究采用逐步回归或岭回归的方法修正多重共线性^[21-22],但利用上述方法得到的参数值实际上是一段时期内各参数的加权平均值。客观来看,技术、资本、劳动各要素对产出的影响是随着时间改变的,是一个复杂的动态变化过程。因此,固定参数生产函数模型显然不在适用于动态系统,用来刻画技术水平在一段时期的动态变化也会产生较大误差。而产业经济系统是时变的,每一年份的产出、劳动力、资本、技术都会发生变化,而且技术、资本、劳动对于产出的弹性也是时变的,应该是时间的函数^[23-25]。

由于传统生产函数模型不适用于刻画产业动态系统中的参数变化情况,因此,本文建立了时变参数生产函数模型,具体如式(1)所示:

$$Y_t = A_t k_t^{\alpha} L_t^{\beta} \quad (1)$$

其中: Y_t 、 A_t 、 K_t 、 L_t 分别为第 t 年产出、技术进步水平、资本投入、劳动投入; $A_t = A_0 e^{rt}$, A_0 为基期技术水平(常数), r 为反映技术进步增长趋势的技术进步指数, t 为时间; α_t 、 β_t 分别为第 t 年资本产出弹性、劳动产出弹性进而式(1)可表示为

$$Y_t = A_0 e^{rt} K_t^{\alpha} L_t^{\beta} \quad (2)$$

考虑到式(2)所设定的时变参数生产函数模型在设定状态方程和量测方程时存在参数过多的情况,而所能找到的锡产业实际数据时间跨度较短,再加上本文所考虑的重点是技术进步指数,即技术进步弹性随时间的变化,因此将式(2)拥有多个时变参数的模型修正为单时变参数模型,得到:

$$Y_t = A_0 e^{rt} k_t^{\alpha} L_t^{\beta} \quad (3)$$

式(3)的对数形式为

$$\ln Y_t = \ln A_0 + r_t t + \alpha \ln K_t + \beta \ln L_t \tag{4}$$

(二)状态空间模型的建立

为了实现对时变参数生产函数模型的估计,可以将模型设定为状态空间形式,并利用卡尔曼滤波法进行求解。状态空间模型包括量测方程和状态方程,具体设定如下。

量测方程(信号方程):

$$y_t = c_0 + r_t t + \alpha k_t + \beta l_t + \varepsilon_t \tag{5}$$

状态方程:

$$r_t = \theta r_{t-1} + \varpi + \eta_t \tag{6}$$

其中: y_t 、 k_t 、 l_t 为模型中的可观测变量,数值上分别等于每一年份产出和投入(劳动投入、资本投入)的对数值; c_0 常数项, r_t 为模型中的不可观测变量,即状态变量,由模型估计所得; θ 、 ϖ 为AR(1)系数; η_t 为随机扰动项,有待估计。式(6)说明了假设状态变量符合AR(1)过程。利用Eviews8.0软件,输入状态空间模型的命令程序,软件中默认的卡尔曼滤波算法就可以把模型中的时变参数估计出来。

相较于传统方法来说,一方面,状态空间模型对不可观测变量的估计更为方便,实现了方程的误差与不可观测变量的分离;另一方面,在处理多重共线性问题上,卡尔曼滤波法相比于最小二乘法有着足够的优越性和灵活性。

三、模型估计

(一)变量选取与数据处理

本文搜集整理了2001—2017中国锡产业总产出、劳动投入、资本投入的年度数据,数据来源于《中国固定资产投资年鉴》《中国价格年鉴》《中国统计年鉴》《中国有色金属工业年鉴》《中国矿业年鉴》《云锡年鉴》。

本文以中国锡产业的工业总产值作为衡量产出的指标,记为 Y (单位:万元)。为了消除价格因素,各年度的工业总产值以1978年为基期进行可比价格处理;将中国锡产业的从业人员作为衡量劳动力的指标,记为 L (单位:人)。资本投入利用中国锡产业的年度资本存量 K 作为衡量指标(单位:万元),并采用永续盘存法进行计算,具体计算公式如式(7)所示:

$$K_{it} = I_{it} + (1 - \delta_{it})K_{it-1} \tag{7}$$

其中: K 指资本存量; I 指投资; δ 指折旧率; i 指第 i 个地区; t 指第 t 年。

初始资本存量选取云锡年鉴中1978年中国锡产业资本存量作为初始资本存量;当年投资额,选取固定资本形成总额作为衡量投资额的指标,并利用固定资产投资价格指数换算成以1978年价格为基期的固定资本形成总额^[26];对于折旧率,由于统计口径的限制,在1978年以后的折旧率存在着官方统计缺失,如果利用其他数据代替又缺乏现实意义,因此本文直接选取被现有文献中采用最多的5%。

(二)模型参数估计

设定了式(5)、式(6)所示的量测方程和状态方程后,在Eviews8.0软件中所输入的状态空间模型命令如下:

$$@signal\ y = c(1) + sv_1 \times x_1 + c(2) \times x_2 + c(3) \times x_3 + \{ var = \exp [c(4)] \} \tag{8}$$

$$@state\ sv_1 = c(5) \times sv_1 (-1) + c(6) + \{ var = \exp [c(7)] \} \tag{9}$$

由于状态变量本身存在着不可观测性,因此需要利用到卡尔曼滤波法进行估计,其具体实现过程依托于Eviews8.0软件,模型中的参数估计结果见表1。

从上表中可以看出, sv_1 所对应的Prob.小于0.01,即 sv_1 的参数估计值在1%水平上显著,说明在1%的显著性水平下状态空间模型的残差是平稳的。模型的AIC和SC信息准则得到的数值偏小,说明模型的拟合效果较好^[27]。为了更直观地看出模型的拟合情况,本文绘制了估计模型的一步向前预测情况图,如图1所示。

从图1可以看出模型的实际值与预测值拟合效果较

表1 时变参数生产函数模型估计结果

参数	Coefficient	Std. Error	Z-statistic	Prob.
C(1)	6.1383	10.5732	0.5806	0.5615
C(2)	0.1773	0.3166	0.5600	0.5755
C(3)	0.2970	0.8211	0.3616	0.7176
C(4)	-4.2196	1.3382	-3.1532	0.0016
C(5)	0.2716	1.2631	0.2150	0.8297
C(6)	0.0267	0.0568	0.4708	0.6377
C(7)	-9.0283	2.0074	-4.4973	0.0000
状态变量	Final State	Root MSE	Z-Statistic	Prob.
sv_1	0.0357	0.0111	3.2272	0.0013
Log likelihood	7.0168	Akaike into criterion		-0.0020
Parameters	7	Schwarz criterion		0.3411
Diffuse priors	0	Hannan-Quinn criter		0.0321

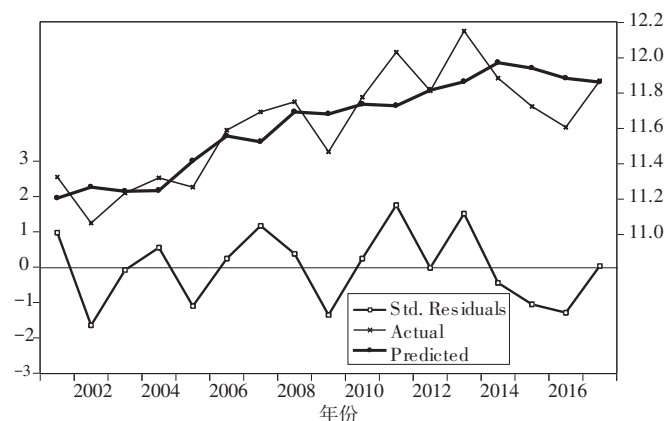


图1 一步向前预测情况图

好,再利用 Eviews8.0 软件中产生量测序列功能,创建序列保存量测变量的预测结果,本文在这里采用 n 期向前预测方法,得到对应的状态变量序列,即技术进步指数各年的参数值^[28-29]。但由于时间 t 在某种程度上也反映了技术进步的变化情况,因此,可以利用 $r \times t$ 表示当年的技术进步程度,而 $r \times t$ 的逐年差值则可以用来反映技术进步变化率情况,即

$$r(g) = r_{t+1}t_{t+1} - r_t t_t, t = 1, 2, 3, \dots, 17 \quad (10)$$

当然,式(10)只是一个近似式,更准确的测算公式如下:

$$r(g) = \frac{e^{r_{t+1}t_{t+1}}}{e^{r_t t_t}} - 1 = e^{r_{t+1}t_{t+1} - r_t t_t} - 1 \approx r_{t+1}t_{t+1} - r_t t_t \quad (11)$$

根据上述公式,可以得到的技术进步指数、技术进步程度、技术进步变化率等指标(表2)。由表2得到的技术进步指数、技术进步程度、技术进步变化率的时序图如图2~图4所示。

表2 各技术指标计算结果

年份	技术进步指数	技术进步程度	技术进步变化率
2001	0.0367	0.0367	—
2002	0.0370	0.0740	0.0373
2003	0.0358	0.1075	0.0336
2004	0.0364	0.1456	0.0381
2005	0.0372	0.1862	0.0405
2006	0.0354	0.2125	0.0263
2007	0.0367	0.2571	0.0446
2008	0.0387	0.3094	0.0523
2009	0.0379	0.3414	0.0321
2010	0.0344	0.3441	0.0026
2011	0.0366	0.4024	0.0584
2012	0.0405	0.4856	0.0832
2013	0.0377	0.4899	0.0043
2014	0.0405	0.5669	0.0770
2015	0.0367	0.5503	-0.0166
2016	0.0341	0.5461	-0.0042
2017	0.0328	0.5578	0.0116

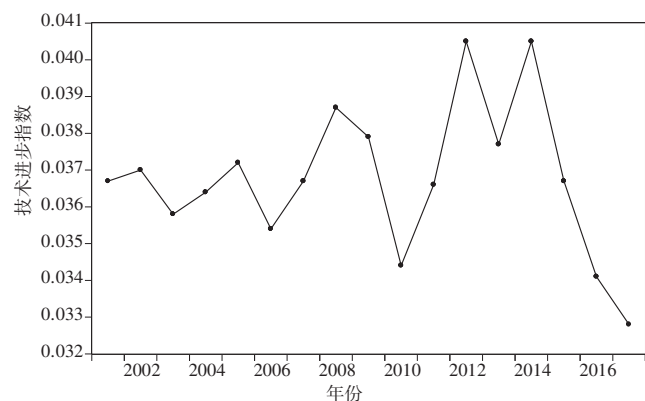


图2 技术进步指数变化时序图

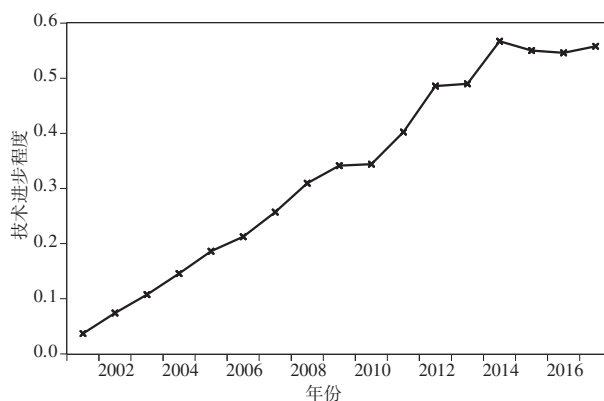


图3 技术进步程度变化时序图

四、实证结果分析

产业生命周期指的是产业从产生开始到衰退所经历的时间周期,其反映了产业发展的不同阶段,通常将其划分为四个阶段,即形成期、成长期、成熟期、衰退期。当产业处于形成期时,产业技术远离技术空间边界,此时产业中企业的技术创新程度较低;当产业处于成长期时,产业技术逐渐成熟,但产业技术离技术空间边界还较远,产业中企业的创新热情高涨,在共同演化的作用下,企业创新的作用会被迅速放大,但此时产业中的主导技术尚未被选择,企业可以通过增强技术创新来弱化竞争压力,相比于形成期,产业中企业的技术创新能力整体上得到了提高;当产业处于成熟期时,产业技术越来越接近技术空间边界,产业中的主导技术已

被选择,产业中的主导型企业和模仿型企业在技术创新上存在博弈关系,彼此之间的知识互动活动减少,再加上主导型企业会设法防止技术创新扩散,因此,致使成熟期企业的创新难度提升、技术范式锁定、产业发展进入衰退期;而到了衰退期,产业技术已经到达技术的空间边界,产业发展空间逐渐缩小,当产业中企业在无法获得正常利润后,整个产业便会陷入低迷,若此阶段出现新的重大技术创新,在共性技术、关键技术、前瞻技术上做出突破,则产业进入新的生命周期,产业技术的空间边界得到扩张。由此可见,技术创新作为技术进步的核心,在产业演进过程中起到了催化作用,是产业演进过程的重要内生动力。

如图5所示,图5中实线部分表示锡产业的初始生命周期,所围成的区域代表初始的产业技术空间边界,圆点代表产业演进过程中各阶段的分界点。虚线部分所围成的区域表示产业出现重大技术创新后新的产业技术空间边界,直到锡产业不再出现重大技术创新,此时锡产业在到达衰退期后技术空间边界相对固定,在经过一段时间的阶段扩展后自然成长直至衰亡。

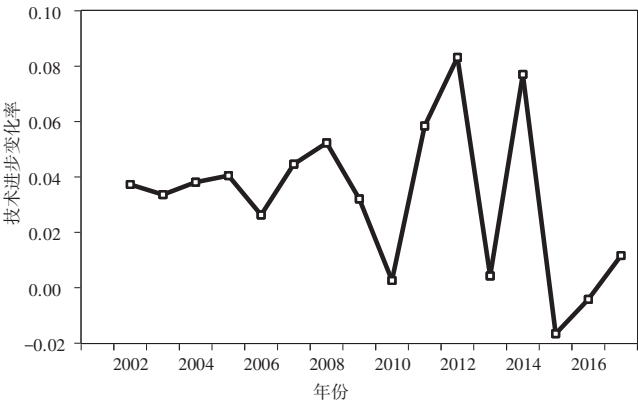


图4 技术进步变化率变化时序图

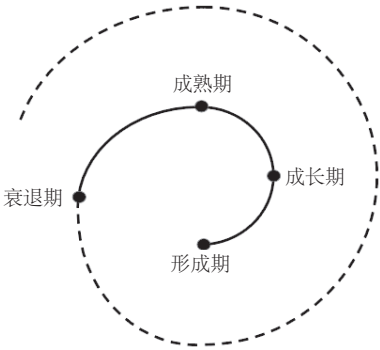


图5 产业演进过程中技术空间边界的变化情况

(一)产业技术视角下锡产业演进阶段识别及分界点判定

产业演进阶段变化对应产业技术变化,用来衡量产业技术的各技术指标也同样发生变化,根据各技术指标的变化情况可以识别产业演进阶段及其分界点。通过梳理既有产业技术下产业演进的判定标准方面的研究文献,综合产业技术视角下产业演进的特征,本文总结了产业技术视角下产业演进的判定标准,具体见表3。

表3 产业技术视角下产业演进的判定标准

阶段/指标	技术进步指数	技术进步程度	技术进步变化率
形成期	较低、上升趋势、上升速度先慢后快	低、上升趋势、上升速度先慢后快	在一段时间内趋于稳定,在经过某一拐点后开始增长
成长期	较高、上升趋势、上升速度先快后慢	较低、上升趋势、上升速度整体维持在较高水平	整体上趋于稳定
成熟期	较高、下降趋势、下降速度先慢后快	较高、上升趋势、上升速度降低	整体上趋于稳定,但相比于成长期有所降低
衰退期	较低、下降趋势、下降速度先快后慢	高、上升趋势,但曲线已趋于平缓、上升速度整体维持在较低水平	整体上偏低,随着时间的延长开始趋近于0

根据各技术指标计算结果(表2)和技术进步指数变化时序图(图2)可知,中国锡产业的技术进步指数在2001—2014年波动幅度较大,但整体上处于上升趋势,在2014年达到最高点,并以2014年为转折点开始迅速下降,根据产业技术视角下产业演进的判定标准,可见中国锡产业目前呈现出成熟期后期与衰退期前期的交叉特征。由技术进步程度的时序图(图3)可知,中国锡产业的技术进步程度在2001—2014年间处于上升趋势,并在2014年达到最高点,但在2014—2017年间,技术进步程度曲线已趋于平缓,上升速度整体维持在较低水平,可见中国锡产业目前表现出衰退期特征,并且2014年为锡产业成熟期与衰退期的分界点。而通过观察技术进步变化率的时序图(图4),可知中国锡产业的技术进步变化率在整体上波动幅度较大,但在2015—2017年间,技术进步变化率均在0附近波动,可见中国锡产业从2015年已经开始表现出衰退期特征。综合以上三个指标对中国锡产业演进阶段的识别及分界点判定,同时考虑到产业演进本身具有发展阶段的反复性和阶段特征的交叉性,可知目前中国锡产业表现出较为明显的衰退期特征,产业成熟期和衰退期的分界点为2014年。

(二) 产业技术视角下锡产业演进规律

根据产业生命周期理论对产业演进阶段的划分, S型曲线是刻画产业成长轨迹的常用曲线, 但在到达曲线顶点以后, 产业演进的方向则受到来自于决定性因素和偶然性因素的共同作用^[30]。通常情况下, 产业在到达S型曲线的顶点后有以下几种演进方向(图6): 一是产业按照生命周期理论, 从形成走向衰退, 最后直至消亡[图6(a)]; 二是产业处在衰退期时出现重大技术创新, 产业发展进入新的生命周期[图6(b)]; 三是产业在发展到成熟期时出现新的市场需求, 使产业出现阶段扩张[图6(c)]; 四是产业在经过一个生命周期后, 又因外部环境的变化使其再次成长, 发生产业生命周期重复[图6(d)]; 五是产业在到达某一阶段后几乎不产生新的用途, 但也没有被其他产业所替代[图6(e)]。

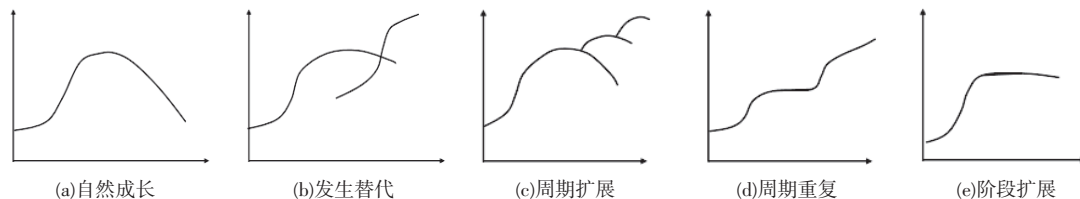


图6 产业到达S型曲线顶点后的演进方向

但由于锡产业自身性质特殊, 存在着锡资源由耗竭性导致的稀缺性、战略性、锡产业的主导企业国有控股等特点, 因此锡产业在到达S型顶点以后, 面临产业选择更有可能是阶段扩展和发生替代。如图7所示, 图7中A点是产业演进的分岔点, 即锡产业的发展进入衰退期后, 在 t_1 时刻发生产业选择, 图中 t_2 时刻对应着锡资源储量缩减到某一特定水平, 此时锡产业在经过阶段扩展后到达B点, 在经过B点后开始发生自然成长, 但若锡产业在 t_2 时刻的产业选择是发生替代, 那么在 t_2 时刻便会到达C点, 在经过C点时, 锡产业同样会面临着两种产业选择, 一种发生更高层次的替代, 另一种是发生阶段扩展。如若锡产业

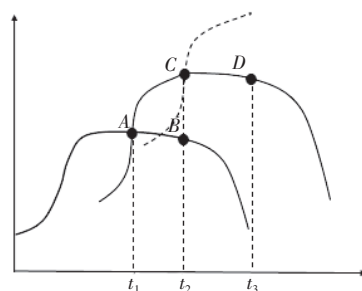


图7 产业技术视角下锡产业演进规律

在到达C点后发生阶段扩展, 对应着图中 t_3 时刻锡资源储量达到警戒值, 此时锡产业在阶段扩展到D点之后开始出现自然成长。但由于锡产业在阶段扩展之前已经发生过一次自然替代, 此时的锡产业整体的技术水平上升, 资源利用效率提高, 锡产业的在发生一次替代后的阶段扩展期相比于之前直接发生阶段扩展要延长了很多, 即 $t_3 - t_2 > t_2 - t_1$ 。同理, 锡产业在到达C点之后, 也同样面临着发生替代的选择, 若此时出现重大技术创新, 则产业发展进入下一个新周期, 直到产业技术水平相对停滞, 锡产业便会进入新的阶段扩展期, 直至资源储量在某一时刻缩减到新的特定水平时发生自然成长, 但需要注意的是, 锡产业每发生一次自然替代, 在经过替代后阶段扩展期相比于之前都有所延长。

五、结论与建议

(一) 结论

第一, 技术指标变化可以用来识别锡产业演进阶段, 并较好的刻画锡产业演进阶段变化中的技术变化情况。通过求解产业演进过程中每一年份各技术指标的具体数值, 能够对中国锡产业所处的演进阶段及分界点做出较好的测度。从产业技术视角入手识别锡产业所处的演进阶段, 一方面肯定了技术在产业演进中发挥的重要作用, 更有效避免单一维度识别产业演进阶段过程中的难以识别或伪识别问题, 为产业演进阶段定量识别提供了新方法; 另一方面有利于政府部门制定战略性资源型产业发展规划, 为产业选择提供依据。

第二, 中国锡产业目前表现出衰退期特征。处于衰退期的中国锡产业对应着技术进步指数的快速下降、技术进步程度的上升速度整体维持在较低水平、技术进步变化率在0附近波动, 而锡产业成熟期和衰退期的分界点为2014年, 即锡产业从2014年开始表现出衰退期特征。此时的技术进步指数、技术进步程度、技术进步变化率这3个指标均达到峰值, 其中, 技术进步指数、技术进步变化率这两个指标在达到峰值后开始出现逆转, 而技术进步程度则开始趋于稳定。即此时的产业技术已经到达技术的空间边界, 产业发展空间逐渐缩小, 当产业中企业在无法获得正常利润后, 整个产业便会陷入低迷, 若此阶段出现新的重大技术创新, 在共性

技术、关键技术、前瞻技术上做出突破,则产业进入新的生命周期,产业技术的空间边界得到扩张。

第三,锡产业演进规律受到产业性质的制约。锡产业性质特殊,存在着锡资源由耗竭性导致的稀缺性、战略性、锡产业的主导企业国有控股等特点,因此,锡产业在进入衰退期后面临着两种路径选择,即:阶段扩展→自然成长;发生替代(发生替代→发生替代→发生替代……)→阶段扩展→自然成长。但需要注意的是,锡产业每发生一次替代,在经过替代后阶段扩展期相比于之前都有所延长。

(二)政策建议

由于中国锡产业目前表现出衰退期特征,为避免产业发展缓慢,迫切需要锡产业增强自身的技术创新能力,使锡产业发展进入新的生命周期(发生替代),或是在现有基础上尽可能延长阶段扩展期。

第一,重构产业技术创新平台,加强产业技术体系变革。由锡产业发展的现实情况可知,在目前个别企业已经无法支撑整个产业的技术创新,而产业层面上技术创新能力严重弱化的现实情况下,可以利用建立产业研究院的方式重构新的产业技术创新平台。产业技术研究院的建立需要政府部门充分发挥带头效应,依托科研实力雄厚的高校、研究所和企业,共同建设产业科技支撑平台,打造新型开放式的产学研合作平台,提升产学研结合效率,更要汇聚技术研发领域的优秀人才,将技术研究的重点放在共性技术、关键技术和前瞻技术的开发上,为产业发展提供源源不断的动力支持,特别是为产业中的企业提供技术支撑,由此提升产业内企业的自主研发能力,拓展锡产品的应用领域,如:新型阻燃剂、热电转换材料、太阳能薄膜电池等,进而帮助锡产业实现内降成本、外拓市场、盘活存量、培育增量等一系列发展目标,引导锡产业走出衰退期瓶颈,使锡产业发展进入新的生命周期(发生替代),或是在现有基础上尽可能延长阶段扩展期。

第二,破解产业低端锁定,实现产业技术轨道跃升。我国锡产业必须要摆脱原有的产业链延伸路径来破解产业低端锁定,将“自发”的产业演进过程转变为“自主”的产业发展过程,突破现有的技术范式锁定,实现产业技术轨道跃升。一方面,要做好高端技术的创新突破工作,使产业由加工制造环节向研发设计、产品服务环节转型,提高产品附加值,推进产业结构优化升级,实现产业技术轨道跃升;另一方面,要大力发展新兴产业,扩大锡的应用领域,推进锡在锂电池领域对阳极碳的替代、在不锈钢领域对铬镍的替代、在PVC领域对铅的替代等,为锡的需求增长贡献新的力量,重点发展延伸冶金产品产业链的深加工技术,研发高端新材料,利用下游产业需求拉动锡新材料产业的发展,提升新材料的国际市场占有率,充分提高中国锡产业在国际市场上的定价权和话语权。

第三,打造产业生态园,形成集群技术创新优势。由于资源型产业长期以来的环保意识欠缺,锡产业形成了粗放型发展特征,伴随着生态环境保护日益得到重视,这种发展模式显然并不可取。在绿色发展的要求下,循环经济是锡产业生产组织形式变革的大势所趋,更是产业结构优化升级的有效途径,锡产业可以依托于产业内的主导企业,提高锡产业在生产效率、资源利用、选矿、冶炼环节的技术水平,拓宽原材料来源渠道,尤其是二次资源、低品位矿物资源,提高工业废物的循环利用的技术水平,从而提升资源的利用效率,实现产业规模化,增强产业吸引力,并带动相关上下游产业加入产业链,产业链上的各企业要加强技术经济合作,协调产业链上各企业的利益分配关系,建立企业命运共同体,提高产业链结构的稳定性,也需要产业链中的各企业共建技术创新平台,整合各企业的先进技术,形成集群技术创新优势,打造以产业生态园为载体的锡资源产业集群。

参考文献

- [1] 胡晓鹏.企业技术创新的模式选择与动态均衡——基于产业演进的思考[J].科学学研究,2007(6):1216-1222.
- [2] 曹芳,杨宁宁.产业演进中企业技术创新的路径选择——以信息产业为例[J].工业技术经济,2007(1):18-22.
- [3] 孙晓华,秦川.产业演进中技术与制度的协同演化——以中国水电行业为例[J].中国地质大学学报(社会科学版),2011,11(5):78-85.
- [4] 张立超,刘怡君.技术轨道的跃迁与技术创新的演化发展[J].科学学研究,2015,33(1):137-145.
- [5] 吴贵生,林敏.广义轨道理论探讨[J].技术经济,2012,31(2):1-5,35.
- [6] 陈艳莹,叶良柱.产业演进阶段识别方法研究述评[J].经济研究导刊,2009(5):44-47.
- [7] 孙晓华,周旭.产业演进阶段的识别方法——以中国电子及通讯设备制造业为例[J].中国科技论坛,2012(8):82-87.
- [8] 韩杨.中国绿色食品产业演进及其阶段特征与发展战略[J].中国农村经济,2010(2):33-43.
- [9] 李微,万志芳.关于林业产业演进的理论探讨[J].世界林业研究,2013,26(4):87-92.
- [10] 夏丽丽,阎小培.基于全球产业链的发展中地区工业化进程中的产业演进——以珠江三角洲为例[J].经济地理,

- 2008(4): 573-577, 587.
- [11] 徐爽, 刘春学, 彭凡. 基于哈肯模型的中国锡产业演化机制实证分析[J]. 资源开发与市场, 2019, 35(5): 599-604.
- [12] 孙虎, 王建平, 王玉峰. 我国锡矿开发利用现状及可持续发展建议[J]. 资源与产业, 2012, 14(4): 58-62.
- [13] 王克岭, 史世奎. 民国时期云南锡产业链结构及其演进研究[J]. 江西社会科学, 2019, 39(2): 104-114.
- [14] 董燕, 高建国, 施昆. 云南省锡资源地理信息系统构建意义及功能设计[J]. 昆明理工大学学报(理工版), 2004(3): 13-16.
- [15] 刘国宇. 中国锡新材料产业发展研究[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2019.
- [16] 谢雄标. 区域矿产资源演化机理及协调发展研究[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 2013.
- [17] 邵云飞, 詹坤, 吴言波. 突破性技术创新: 理论综述与研究展望[J]. 技术经济, 2017, 36(4): 30-37.
- [18] 郭庆旺, 贾俊雪. 中国全要素生产率的估算: 1979—2004[J]. 经济研究, 2005(6): 51-60.
- [19] 范柏乃, 段忠贤, 江蕾. 中国科技投入的经济发展效应区域差异分析[J]. 经济地理, 2013, 33(12): 10-15.
- [20] 吴海民. 基于新 C-D 生产函数的广东省经济增长实证研究[J]. 南方经济, 2006(7): 75-86.
- [21] 郭泽原. 基于柯布道格拉斯函数的中国制造业上市公司利润分配研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2015.
- [22] 高宇明. 基于时变参数的中国要素生产率与经济增长关系研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2008.
- [23] 章上峰, 许冰. 时变弹性生产函数与全要素生产率[J]. 经济学(季刊), 2009, 8(2): 551-568.
- [24] 张海波, 谢德泳. 状态空间模型在时变产出弹性和全要素生产率测算中的应用[J]. 21 世纪数量经济学, 2014, 14: 65-81.
- [25] 李程. 要素市场扭曲、资本深化与产业结构调整——基于时变弹性生产函数的实证分析[J]. 统计与信息论坛, 2015, 30(2): 60-66.
- [26] 张同斌, 宫婷. 中国工业化阶段变迁、技术进步与能源效率提升——基于时变参数状态空间模型的实证分析[J]. 资源科学, 2013, 35(9): 1772-1781.
- [27] 李超. 外商投资、产业结构与城乡收入差距——基于状态空间模型分析[J]. 贵州财经大学学报, 2019(1): 55-62.
- [28] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模——EViews 应用及实例[M]. 第三版. 北京: 清华大学出版社, 2016.
- [29] 桂文林, 韩兆洲. 基于状态空间模型的中国季度 GDP 季节调整(1996—2009 年)[J]. 数量经济技术经济研究, 2011, 28(7): 77-89.
- [30] 向吉英. 产业成长及其阶段特征——基于“S”型曲线的分析[J]. 学术论坛, 2007(5): 83-87.

Analysis on the Evolution Stage Identification of Tin Industry from the Industrial Technology Perspective: Based on Time-varying Parameter Production Function Model

Xu Shuang¹, Liu Chunxue², Chen Kai¹, Li Min², Jiao Yang¹

(1. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110819, China;

2. School of Urban and Environment, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, China)

Abstract: As the fundamental driving force, technology roles importantly in the process of industrial evolution. This paper established a time-varying parameter production function model and set the state equation and the measurement equation of Chinese tin industry. Then the technical index in each year was calculated using the Kalman filtering algorithm and the industrial evolution stages were distinguished according to the criteria under the industrial technology perspective. The application show that the technical change indicators can be used to identify the evolution stage of tin industry, the tin industry in China currently showed the characteristics of recession period, the evolution law of tin industry is restricted by the nature of industry. According to the stage characteristics of the tin industry and its inherent evolutionary rules, it is beneficial for government departments to formulate strategic resource-based industrial development plans and provides a basis for industrial selection.

Keywords: industry technology perspective; tin industry evolution stage; time-varying parameter; Kalman filtering algorithm; state space model