

产业链技术融合对产业生态化的影响

陈晓涛

(四川大学 经济学院, 四川 成都 610064)

摘 要:产业生态化是当代国际产业发展的新趋势,是产业发展的新型模式和高级形态。从产业链角度看,产业生态化过程也是产业链延伸的过程,达到剩余物质最小化。推导了产业生态化下的生产函数,分析了技术对产业生态化的影响,结合产业链技术融合的过程,探讨了产业链技术融合对产业生态化的影响。在产业生态化下,产业链技术融合,进一步提高了资源配置和使用效率,实现了产业可持续发展。

关键词:产业链;生态化;技术融合

中图分类号: F062.9

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2007)03-0052-03

0 前 言

产业生态化是指产业依据自然生态的有机循环原理建立发展模式,将在一定区域内的多种具有不同生产类别的企业,按照物质循环、生物和产业共生原理对产业生态系统内的各组分类进行优化组合,实现园区内物质和能量的封闭循环利用,建立高效率、低消耗、低污染、经济与环境相协调的产业生态体系的过程,实现产业经济效益、环境效益和社会效益的最大化^[1]。生态工业理论和一些发达国家的实践均表明,将经济活动转变为资源产品——再生资源——再生产品的循环过程,有利于推广资源节约型生产技术,建立资源节约型的产业结构体系,减少对环境资源的破坏,倡导绿色环保消费,最大限度地减少从生产到消费全过程的资源使用和废物排放^[2]。

1 产业链角度下的产业生态化

产业链是指某一产业中从最初原材料加工、中间产品和最终产品生产一直到消费者手中为止的整个过程中价值的分布和关联,也就是以某一个产业中具有竞争力或竞争潜力的企业为链核,以产品技术为联系,以资本为纽带,上下连接,向下延伸,前后联系形成链条,在一条产业链上,上游环节和下游环节之间存在交换关系,上游环节向下游环节输送产品,可以有形的物质产品,也可以是技术和服务等特殊商品,下游环节向上游环节反馈价值^[3]。产业链是产业内分工发展的结果,从微观层面看,产业链是指企业的内部价值链,从中观层面看,产业链是指企业之间的要素供应链,从宏观层面看,产业链是指产业之间的

结构链^[4]。产业生态化是产业链的闭路循环。产业生态化使原本分立的产业链部分或全部实现了整合和闭路循环,拓展了产业的价值链,提高了产业链的效率,以可持续的方式使用所有资源,以更加合理的方式将废弃物减量化、资源化和无害化处置,以达到保护环境和减少污染的目的,具有更高的附加值与更大的利润空间。产业链上的技术和产业关联的强弱是产业生态化的决定因素,某一产业链上的核心技术与产业链的其它技术和其它产业链的技术关联度越大,则这一产业链内部的生态化程度就越高,与其它产业链之间的生态化程度也越高。产业价值链的形成是以前利润大于零为前提条件的,以追求利润最大化为发展的经济动力。从产业链角度看,循环经济链运动的过程也是剩余物质最小化的过程,在资源使用量一定的情况下,通过技术进步减少消耗,增加产品,形成价值链。

2 技术生态化对产业生态化的影响

产业生态化的核心是提高资源生态环境的利用效率,通过技术生态化的不断发展,依照自然生态系统物质循环方式,将区域内废弃物排放带来污染的“外部效应”,从产业链的角度出发,进行“内部化”的生态循环,达到产业间资源的最优化配置,实现资源利用效率最大化和污染物排放最低化。技术生态化创新的核心是清洁生产和废弃物综合利用,遵循3个原则,即减量化原则、再循环原则及废物再使用原则。技术生态化创新使企业内部能够根据生态效率理论,推行清洁生产,节能降耗,减少资源的消耗量,实现污染物产生量的最小化;在企业之间,形成废弃物和副产品的循环利用生态产业链;在产业之间,提高产业关联,形成各层次产业间物质的循环和能量的梯级利用;在区域

上,推进绿色消费,建立废物分类回收和处置体系,实现消费过程中和消费过程后物质和能量的循环。下面通过生产函数来分析技术生态化对产业生态化的影响:

2.1 传统经济模式下的生产函数

为简化分析模型,假定:

(1) M、N 和 L 企业为同一产业链中上下游关系的 3 个企业,其中, M 企业为生产中间产品的企业, N 企业为以 M 产品为原料生产最终产品的企业,即: M、N 产品为产业链中上、下游关系, L 企业为 N 产品在消费中配套的服务性企业。

(2) M 使用的生产要素为资源 R, M 生产函数为: $Y_1 = A_1 R$, A_1 为技术进步因子。

(3) N 的生产要素为中间产品 M, Y_1 全部作为 N 的生产要素。N 产品在生产中污染物产生量为 S, $S = \beta Y_1$, β 为污染排放系数,根据质量守恒的原理,只有 $(1-\beta)Y_1$ 的生产要素转化为产品,故生产函数为: $Y_2 = A_2(1-\beta)Y_1$, A_2 为技术进步因子。

(4) L 企业的生产函数为: $Y_3 = A_3 Y_2$, L 为服务性企业。由于 M 产品存在着使用寿命,在消费服务中将产生一定数量的废品,设 λ 表示 M 产品的使用时间,在服务中,产品的废弃量(Q): $Q = Y_2 \lambda^{-1}$ 。考虑到产生废品情况: $Y_3 = A_3(Y_2 - Q)$ 。

在传统经济模式下, M、N 和 L 企业的生产函数分别为: $Y_1 = A_1 R$, $Y_2 = A_2(1-\beta)R$ 和 $Y_3 = A_1 A_2 A_3(1-\beta)(1-\lambda^{-1})R$ 。

2.2 技术生态化下的生产函数

现假定 M、N 和 L 企业依据技术生态化原理,在产业链内构建产业生态化系统,形成废弃物和副产品的循环利用生态链,将废料作为资源重新利用,减少消耗性污染,形成企业间的工业代谢和共生关系。

设: 污染物 S 由 N 企业无偿提供给 M, M 将污染物 S 通过资源化后成为资源 R, 资源转化率为 $\gamma_1(\gamma_1 < 1)$ 。L 企业对服务过程中产生的废物进行回收和利用, M 产品的废弃物经回收利用后可成为生产要素 Y_1 , 全部返回生产中作为生产要素 Y_1 使用。设废品的回收率为 $\mu(\mu < 1)$, 回收后的资源转化率为 $\gamma_2(\gamma_2 < 1)$ 。

在生态化模式下, M、N 和 L 企业的生产函数分别为:

对 M 企业来说,由 $Y_1 = A_1(R + \gamma_1 S) = A_1(R + \gamma_1 \beta Y_1)$, 可得:

$$Y_1 = \frac{A_1 R}{1 - \gamma_1 \beta}$$

对 N 企业来说,由 $Y_2 = A_2(1-\beta)(Y_1 + \mu \gamma_2 Q) = A_2(1-\beta)(Y_1 + \mu \gamma_2 Y_2 \lambda^{-1})$, 可得: $Y_2 = \frac{A_2(1-\beta)Y_1}{1 - A_2(1-\beta)\mu \gamma_2 \lambda^{-1}}$ 。

将 Y_1 代入 Y_2 可得最终产品的生产函数为: $Y_2 = \frac{A_1 A_2(1-\beta)R}{[1 - A_2(1-\beta)\mu \gamma_2 \lambda^{-1}](1 - \gamma_1 \beta)}$ 。

对 L 企业来说, $Y_3 = A_3 Y_2(1 - \lambda^{-1})$, 将 Y_2 代入 Y_3 可得: $Y_3 = \frac{A_1 A_2 A_3 R(1-\beta)(1-\lambda^{-1})}{[1 - A_2(1-\beta)\mu \gamma_2 \lambda^{-1}](1 - \gamma_1 \beta)}$ 。

可见, Y_2 与 A_1 、 A_2 、 γ_1 、 γ_2 、 μ 和 λ 正相关。 Y_2 与 β 的关系比较复杂,下面讨论 Y_2 与 β 的关系:

$$\text{令 } \gamma_1 = \gamma_2 = \mu = 1, [1 - A_2(1-\beta)\lambda^{-1}](1-\beta) = C, \frac{\partial C}{\partial \beta} = 2A_2\lambda^{-1}(1-\beta) - 1$$

$$\frac{\partial Y_2}{\partial \beta} = \frac{-A_1 A_2 R}{C} + \frac{-A_1 A_2(1-\beta)R}{C^2} \left(\frac{\partial C}{\partial \beta} \right) = -\frac{A_1 A_2(1-\beta)R}{C^2} [1 - A_2(1-\beta)\lambda^{-1} + \left(\frac{\partial C}{\partial \beta} \right)]$$

$$\text{即: } \frac{\partial Y_2}{\partial \beta} = -\frac{A_1 A_2(1-\beta)}{C^2} [1 - A_2(1-\beta)\lambda^{-1}] = -\frac{A_1 A_2^2 \lambda^{-1} R(1-\beta)^2}{C^2} < 0$$

可见, Y_2 与 β 负相关。

N 企业的污染物通过 M 企业资源化后作为 M 企业生产要素使用, L 企业对服务中的废物进行回收资源化后作为 N 企业生产要素使用,从而把工业废物消灭在工业生产和服务过程中,通过对废弃物的回收利用,实现了废物多级资源化和资源的闭合式良性循环。从生产函数可以看出,技术生态化下 N 和 L 企业生产函数的分母与传统经济下一样,但分子小于 1,而传统经济模式下为 1,在资源投入量不变的前提下,产业生态化模式下的产出比传统模式要多。产业生态化目的就在于提高资源的利用率,也就是在自然资源 R 投入量不变的前提下,与传统经济相比,提高了最终产品的产出水平。产出增加包括两部分:一是提高资源利用率,相当于增加了资源投入数量,带来了产量的增加;二是由于循环利用的废物带来产量的经济增加。通过生态化延长产业链,使生产专业化分工越来越细,实现废物的回收和循环利用,扩大了产业的市场需求空间,获得了更高的收益率。

3.3 技术水平对产业生态化的影响

从上面的生产函数可以看出,影响产业生态化的因素包括:资源转化率 γ_1 和 γ_2 、产品的使用时间 λ 、污染排放系数 β 和废品的回收率 μ 。除废品的回收率主要受全程生态化程度的影响外,其它影响因素都与产业的技术水平密切相关。副产品和废弃物能否成为某些企业的原材料或能源,能否得到有效利用,达到变废为宝、治理环境的目的,关键取决于科技发展程度。技术水平(T)越高,资源转化率越高, γ_1 和 γ_2 越接近于 1,达到废弃物完全资源化,即:与资源转化率正相关。同时,技术水平越高,生产工艺和设备就越先进,企业的清洁生产程度就越大,生产要素的利用率也就越高,相应的污染物排放水平也就越低,即: β 与 T 负相关。另外,技术水平越高,产品的质量和产品的耐用性质也越高,产品使用寿命就越长,即: λ 与 T 正相关。各企业的技术进步因子 A_1 、 A_2 和 A_3 也会随着技术水平的提高而增大。

设 $\gamma_1 = k_1 T_1$, $\gamma_2 = k_2 T_2$, $\beta = k_3 (T_3)^{-1}$, $\lambda = k_4 T_4$, $A_1 = k_5 T_5$, $A_2 = k_6 T_6$, $A_3 = k_7 T_7$, 其中, $k_1 \dots k_7$ 为比例系数, $T_1 \dots T_7$ 为产业链中各生产环节的技术水平。将上述各式代入最终产品 Y_2 生产函数中可得:

$$Y_2 = \frac{A_1 A_2(1-\beta)R}{[1 - A_2(1-\beta)\mu \gamma_2 \lambda^{-1}](1 - \gamma_1 \beta)} = \frac{k_5 T_5 k_6 T_6 (1 - k_3 T_3) R}{[1 - k_6 T_6 (1 - k_3 T_3) \mu k_2 T_2 (k_4 T_4)^{-1}](1 - k_1 T_1 k_3 T_3)}$$

同样, $Y_3=A_3Y_2(1-\lambda^{-1})=k_7T_7Y_2(1-(k_4T_4)^{-1})$ 。

3 产业链技术融合对产业生态化的影响

3.1 产业链技术融合

在技术融合中, 决定产业链之间相互依存关系的是产业链之间的技术联系, 产业链之间的这种投入产出联系使得上下游产业之间形成互为创新的关系, 一个产业链的技术创新依次向链内和链外其前向联系产业或后向联系产业和企业扩散, 促使其发生新的技术创新, 使整个产业结构建立在新的技术基础之上。新技术扩散到企业后, 企业对新技术的吸收和利用程度越大, 则获得的收益越大。假设企业对新技术的吸收取决于企业的吸收能力和新技术与现有技术的技术差距。新技术水平为 T_1 , 企业现有技术为 T_2 , 吸收能力系数为 ρ , 吸收后的企业技术为 T_2 , 技术吸收模型为:

$$\frac{dT_2(t)}{dt} = \rho(T_1 - T_2(t)), T_2(t)|_{t=0} = T_2$$

解得: $T_2 = T_1 + (T_2 - T_1)e^{\rho t}$ 。

ρ 反映了企业对技术吸收、消化引进能力和再创新的组织实施能力, ρ 越大, 企业吸收能力越强, 吸收转化新技术所需时间越短。 ρ 与新旧技术之间的技术关联有关, 技术关联越大, 则 ρ 越大。如果 ρ 特别大, 一定时间后, $e^{\rho t}$ 趋近于零, 则: $T_2 = T_1$ 。

可见, 技术融合是产业价值链的融合。技术融合使原本分立的产业价值链部分或全部实现了融合, 新的价值链环节融合了多个产业的价值, 通过产业价值链形成环节的技术升华, 同时提高了产业链的效率。与原产业相比, 技术融合型产业拓展了该产业的价值链, 不仅具有更高的附加值与更大的利润空间, 而且满足了消费需求升级的需要。

3.2 技术融合对产业生态化的影响

在一条完整的产业链上, 由于技术创新产生了新技术 (T), 设新技术高于产业链中各生产环节的技术水平, 即, $T > T_1, \dots, T_n$ 。新技术在同一产业链上不同企业之间的扩散和吸收导致了技术融合, 技术融合使同一产业链上不同企业之间形成了共同的技术基础, 因此, 技术融合后产业链上各企业生产环节的技术水平相同, 即: $\gamma_1 = k_1T, \gamma_2 = k_2T, \beta = k_3(T)^{-1}, \lambda = k_4T, A_1 = k_5T, A_2 = k_6T, A_3 = k_7T$ 。将上述各式代入最终产品生产函数中可得:

$$Y_2 = \frac{k_5T k_6T (1 - k_3T) R}{[1 - k_6T (1 - k_3T) \mu k_2T (k_4T)^{-1}](1 - k_1T k_3T)}$$

同样, $Y_3 = k_7T Y_2(1 - (k_4T)^{-1})$ 。

由于技术融合使整个产业链的技术水平都得到提高, 使资源转化率、产品寿命、资源利用率和产品生产效率都得到提高, 使企业在生产要素投入量不变的情况下, 带来产出的增加, 产业生态化的效率提高, 即: R 在不变的条件, $\gamma_1 > \gamma_1, \gamma_2 > \gamma_2, \beta < \beta, \lambda > \lambda, Y_2 > Y_2, Y_3 > Y_3$ 。

技术水平随着技术创新不断提高, 设新技术水平为: $T_1 = T_0 e^{\delta t}$, T_0 为新技术初始时刻的技术水平, δ 为技术增长因子。这样, $\gamma_1 = k_1T_0 e^{\delta t}, \gamma_2 = k_2T_0 e^{\delta t}, \beta = k_3(T_0 e^{\delta t})^{-1}, \lambda = k_4T_0 e^{\delta t}, A_1 = k_5T_0 e^{\delta t}, A_2 = k_6T_0 e^{\delta t}, A_3 = k_7T_0 e^{\delta t}$ 。

由于 γ_1, γ_2 和 μ 的最大值为 1, β 的最小值为 0, 设 A_1, A_2, A_3 和 λ 的最大值为 $A_{1max}, A_{2max}, A_{3max}$ 和 λ_{max} 。当 $t \rightarrow \infty$ 时, 在生态化模式下 N 产出最大值为: $Y_2(\max) = \frac{A_{1max} A_{2max} R}{1 - A_{2max} \lambda_{max}^{-1}}, L$ 产出最大值为: $Y_3(\max) = \frac{A_{1max} A_{2max} A_{3max} R(1 - \lambda_{max}^{-1})}{1 - A_{2max} \lambda_{max}^{-1}}$ 。

产业链是产业价值链条, 产业链生态化程度越大, 链条越长, 产业附加值越大, 获得的收益也越多, 在产业技术融合条件下, 伴随着产品功能的传递和价值的累加, 产业效益不断增加。因此, 新技术水平越高, 产业技术融合的趋势和动力越强, 新技术沿着产业技术链条不断向其上下游扩散, 技术融合的规模与产业链规模呈正比, 随着产业链的延伸, 企业数量的增加, 产业技术融合的规模和程度就越大, 整个产业的技术含量就越高, 带来的规模经济和范围经济效益越大, 整个产业生态化系统的经济收益就越大, 产业生态化系统竞争力也越强。

随着知识经济的发展和全球一体化程度的加深, 产业结构不断软化, 产业生态化趋势不断加强, 产业链不断向产品服务化和服务内容产品化的趋势延伸, 在技术融合的推动下, 产业链的技术含量不断提高。同时, 产业链构成中的企业数量既大幅增加, 又更为专业化, 产业链不断向价值和利润更高的环节延伸, 各企业间产业关联度不断提高, 进一步提高了资源和能源的循环利用。产业技术融合促进了产业生态化的形成, 而产业生态化有利于产业链高效率地整合社会资源, 产业生态化反过来也促进了产业技术的不断融合。

4 结 语

产业链是产业层次和关联的反映, 实质是价值链。产业生态化通过产业链延伸, 提高了产品的科技附加值和服务附加值, 通过产业技术融合, 进一步提高各产业技术水平, 做到了清洁生产和废弃物综合利用, 实现了工业经济的可持续发展, 在生产及消费过程中最大限度减少各种资源的消耗, 同时将废料重新利用, 减少消耗性污染, 实现了各产业持续、高效率地利用能源和资源, 并在最大程度上回收利用废旧物质和副产品, 最终达到产业活动与生态系统的良性循环和可持续发展。

参考文献:

- [1] 黄志斌, 王晓华. 产业生态化的经济学分析与对策探讨 [J]. 华东经济管理, 2000, (3): 7-8.
- [2] 郭莉, 苏敬勤. 产业生态化发展的路径选择: 生态工业园和区域副产品交换 [J]. 科学与科学技术管理, 2004, (8): 73-77.
- [3] 李心芹等. 产业链结构类型研究 [J]. 电子科技大学学报社科版, 2004, (4): 60-63.
- [4] 郑胜利, 俞珊. 经济全球化背景下的区域产业链培育 [J]. 集美大学学报(哲学社会科学版), 2005, (1): 40-44.

(责任编辑: 董小玉)