

全球能源链“微笑曲线”的测度研究

肖皓；周晓

(湖南大学经济与贸易学院，湖南省长沙市，410000)

摘要：本文参考 Meng et al., (2020) 提出的全球价值链“微笑曲线”测度方法，以一次能源为追踪目标，首先构建了基于前向产业关联的“前向能源平均传递步长”指标，以衡量全球能源链嵌入位置。在此基础上，结合直接增加值率指标构建全球能源链“微笑曲线”，并对中国、美国、德国的制造业能源链曲线进行对比分析，以验证全球能源链的“微笑曲线”特征。研究结果表明：（1）中国代表性制造业能源链均存在“微笑曲线”，且呈现出平坦化趋势。（2）其他经济体制造业能源链“微笑曲线”差别显著。美国 ICT 制造业能源链由向右上方倾斜的曲线形状变为“倒 U 型”，德国机械设备制造业能源链始终呈现出向右上方倾斜的曲线形状。

关键词：微笑曲线；全球价值链；全球能源链；嵌入位置；国际间投入产出模型

中图分类号： F753 **文献标识码：** A

一、引言

“微笑曲线”理论刻画了企业所处的生产环节与其创造的增加值之间的关系，即在产品研发-零部件生产-组装-营销的价值链上，增加值向两端集中，而中间加工制造环节的增加值却不断下沉。此理论最先被广泛应用到企业生产的案例研究中，而后随着全球价值链研究工作日益成熟，相关学者纷纷关注全球价值链嵌入位置与增加值创造能力之间的关系，且已有研究表明，产业层面^[1-3]与微观企业层面^[4]确实存在全球价值链“微笑曲线”。

考虑到产品生产阶段直接或间接依赖于能源消耗的事实，贸易本质上是产品背后的能源与资源消耗的交流（齐晔等，2008^[5]；田旭等，2015^[6]）。随着国际贸易逐渐转变为以中间品贸易形式为主流（王直等，2015^[7]），能源隐含在商品和服务贸易中不断跨国流动，如同产品中隐含的增加值经由全球生产和贸易网络形成了全球价值链，隐含能源形成了全球能源链。虽然目前大多数文献并未对全球能源链的概念进行统一的界定，但是借助全球价值链的定义，全球能源链可定义为：为实现商品或服务价值而连接生产、销售等过程的全球性跨企业网络组织，涉及从能源供给、能源在半成品和产成品中的利用、能源蕴含在产品或服务贸易中分销，直至最终消费的过程。可见，类似于全球价值链，隐含能源同样存在着“供给-加工-消费”的链条，那么，全球能源链是否也存在“微笑曲线”呢？即全球能源链是否会呈现出上下游部门的增加值率较高、中游部门的增加值率较低的形状呢？这对于各经济体尤其是中国政府提高能源利用效率以及产业优化升级有着重要的现实意义。

目前学术界对于全球价值链“微笑曲线”的测度以及贸易隐含能的研究进行非常有价值的探索和研究。

关于全球价值链“微笑曲线”的研究文献，主要分为两大类，一是基于微观企业层面，Ju 和 Yu (2015)^[4]基于 2002 和 2007 年中国投入产出表研究发现，中国制造业企业存在产业上游度和利润率之间的“U”形关系。而国内学者高翔和黄建忠等(2019)^[8]则得出了不同的结论，通过测算 2000-2011 年中国制造业企业的上游度及出口国内增加值率，发现总体层面上两者之间不存在“微笑曲线”关系。第二类文献主要从宏观层面讨论“微笑曲线”是否存在。YE 等(2015)^[1]基于 1995-2011 年世界投入产出表对中国和墨西哥的电子及光学部门以及日本和德国的汽车部门研究后，发现确实存在部门层面的“微笑曲线”，且“微笑曲线”不断变长变深。Ito 和 Vezina (2015)^[2]基于亚洲国际投入产出表研究后也得到了类似

的结论。潘文卿和李根强（2018）^[3]研究发现中国制造业在产出供给链和投入需求链上都存在位置与增值能力之间的“微笑曲线”关系，且“微笑曲线”逐渐呈现出平坦化和下移的趋势。不同于以上研究结论，倪红福（2016）^[9]通过分析中国 ICT 行业和纺织业的境外增加值贡献率及其位置的关系，得出部门层面的“微笑曲线”不具有普遍意义这一结论，因此不能完全放弃中国“低端”传统企业的发展。

关于贸易隐含能的研究文献，常用的方法是投入产出法。一是采用单区域投入产出法，立足于单一国家或双边国家，对其隐含能源进行测算或者分析隐含能源的流动情况。陈迎等（2008）^[10]、齐晔等（2008）^[5]、罗思平等（2010）^[11]、许冬兰和董博（2012）^[12]、Ang 等（2010）^[13]、谢建国等（2014）^[14]的研究表明中国是隐含能源的净出口国，且隐含能净出口逐年上升。此外，部分研究重点放在双边贸易关系中隐含能源转移上，如中美贸易（Harriss 等，2006^[15]；郁义鸿，2012^[16]）、日美贸易（Ackerman 等，2007^[17]）、日韩贸易（Rhee and Chung，2006）^[18]、中日贸易（尹显萍等，2010^[19]）等。但是 SRI0 模型假设国内外之间存在相同的生产技术，这会使最终测算结果出现偏差（章辉等，2016^[20]）。随后，多区域投入产出法的出现解决了这一问题。Cui 等（2015）^[21]基于 MRI0 模型数据发现，2001–2007 年期间，全球隐含能源出口规模占比从 30% 升至 34%。从国家层面来看，韦韬和彭水军（2017）^[22]运用 MRI0 模型测算了 1995–2009 年国际贸易中的隐含能源和碳排放，证明研究期间中国除燃气和新能源外均属于隐含能源净出口国。具体到中国省域和部门层面，Zhang 等（2013）^[23]研究表明，山西是最大能源净出口省份，而广东是最大的能源净进口省份。Tang 等（2018）^[24]将中国的多区域投入产出模型与复杂网络分析方法相结合，研究发现，区域层面，广东、河北、江苏、上海和浙江的中心度指数较高；部门层面，化学工业、金属冶炼和压延加工、运输、储存、邮电是隐含能源贸易网络中高度相关的部门。Hong 等（2019）^[25]研究发现，广东是中国区域能源网络的核心，且化学药品及制品业、金属的冶炼和压延加工业、运输、储存、邮电业以及机械设备制造业是能源流动网络中重要的部门。

综合来看，已有文献对贸易隐含能源进行了研究，但是，以往基于能源拓展投入产出模型的研究仅仅着眼于隐含能源的测度和一国区域、双边（多边）贸易中隐含能源流动问题，缺少对国家部门在全球能源链中所处位置与增加值创造之间关系的分析，即探讨全球能源链中“微笑曲线”是否真实存在。

基于此，本文拓展了 Meng 等（2020）^[26]提出的全球价值链视角下前向增加值平均传递步长核算方法，定义并构建了“前向能源平均传递步长”指标。在此基础上，结合直接增加值率指标构建全球能源链“微笑曲线”，从隐含能源的视角探究国家部门的全球能源链嵌入位置与增加值创造能力之间是否存在“微笑曲线”的关系。

二、模型构建与数据说明

（一）全球价值链嵌入位置的构建

根据 ICIO 模型的基本平衡关系，总产出等于中间产品使用和最终产品使用的和：

$$X = AX + Y \quad (2.1)$$

其中， X 为总产出的列向量， Y 代表最终需求向量。

能源经济投入产出表是在上述投入产出表的主栏中添加“能源利用”部分，类似地，能源经济投入产出模型中同样存在以下的平衡关系：

$$F = E(I - A)^{-1}Y = EBY \quad (2.2)$$

其中， $F = f_j$ 为各部门能源消耗总量列向量， $E = e_j$ 为各部门单位产值直接能耗系数行向量， $e_j = f_j/X_j$ 。 $\hat{E}B\hat{Y}$ 矩阵表示最终产品生产各个国家部门的能源消耗估计值，矩阵中的每个元素代表最终生产中直接或间接地从一个部门获得的能源。沿着行的方向，表示某一特定部门的能源分配情况，从供给的角度追踪了所有下游部门的前向产业联系，即行向之和等于该部门能源消耗总量 f_i ，用数学形式表示为：

$$e_i(b_{i1}y_1 + b_{i2}y_2 + \cdots + b_{in}y_n) = f_i \quad (2.3)$$

方程 (2.3) 可转换为:

$$\frac{e_i}{f_i}(b_{i1}y_1 + b_{i2}y_2 + \cdots + b_{in}y_n) = 1 \quad (2.4)$$

用矩阵形式表示为:

$$\mathbf{E}BY / F = \mathbf{E}(I + A + A^2 + A^3 + \cdots)Y / F = \mu \quad (2.5)$$

在公式(2.5)中, 展开式中的第一项 $\hat{E}IY/F$ 表示最终需求通过前向产业关联的第一生产阶段引致的能源消耗占部门能源消耗总量的份额, 此生产过程中能源被用于产品生产1次, 该生产链的长度为1。第二项 $\hat{E}AY/F$ 表示最终需求通过前向产业关联的第二生产阶段引致的能源消耗占部门能源消耗总量的份额, 此生产过程中能源被用于产品生产2次, 一次被用于最终产品生产, 一次被用于最终产品的中间投入品生产, 该生产链的长度为2。以此类推, 剩下的项表示最终需求通过前向产业关联在随后几轮生产过程中引致的能源消耗占部门能源消耗总量的份额。

产业前向能源平均传递步长以权重的形式可定义为:

$$UE = \mathbf{E}(I + 2A + 3A^2 + \cdots)Y / F = \mathbf{E}B^2Y / \mathbf{E}BY \quad (2.6)$$

其中, 该平均衡量了某一特定部门的能源消耗通过前向产业关联到达所有最终需求的生产阶段总数, 可简化为特定部门(能源创造者)与消费者之间的距离。 UE 数值越大, 生产链越长, 表明该部门的能源在下游生产阶段被用于产品生产的次数越多。部门的值越高, 越处于全球能源链的上游部分, 该部门的能源消耗在到达最终消费者之前要经过许多下游生产阶段。另一方面, 该值越低, 该部门越处于全球能源链的下游部分, 其能源投入到达最终消费者只需要经过很少的阶段。

进一步地, 为了更为详细地描绘全球能源链, 以下定义从一个(一组)特定生产者的能源伴随中间品投入隐含到一个(一组)消费者的距离出发。根据产业前向能源平均传递步长的推导方式, 从部门到部门(点对点)、部门到部门组合(点对面)、部门组合到部门的前向能源平均传递步长分别定义如下:

(1) 从 s 部门到最终产品 k 部门的前向能源平均传递步长(点对点)为:

$$UE_{sk} = E_s(I + 2A + 3A^2 + \cdots)Y_k / E_sBY_k = E_sB^2Y_k / E_sBY_k \quad (2.7)$$

(2) 从 s 部门到部门组合的前向能源平均传递步长(点对面)为:

$$UE_s = E_s(I + 2A + 3A^2 + \cdots)\mathbf{Y} / E_sB\mathbf{Y} = E_sB^2\mathbf{Y} / E_sB\mathbf{Y} \quad (2.8)$$

(3) 从部门组合到最终产品 k 的前向能源平均传递步长(面对点)为:

$$UE_k = \mathbf{E}(I + 2A + 3A^2 + \cdots)Y_k / \mathbf{E}BY_k = \mathbf{E}B^2Y_k / \mathbf{E}BY_k \quad (2.9)$$

最后, 以一次能源消耗量为权重分别对国家及全球维度前向能源平均传递步长进行定义如下:

(4) G 国到全球最终需求的前向能源平均传递步长为:

$$UE^G = \sum_{j=1}^{56} \rho_j UE_j = \sum_{j=1}^{56} \rho_j (E_j B^2 \mathbf{Y} / E_j B \mathbf{Y}) \quad (j=1, 2, \cdots, 56) \quad (2.10)$$

其中, ρ_j 为 j 部门能源消耗在该经济体能源消耗总量中所占的份额, UE^G 可用来表示一国的隐含能源供给能力。

(5) 全球前向能源平均传递步长为:

$$UE^T = \sum_{i=1}^{44} \rho_i UE^i \quad (i=1, 2, \cdots, 44) \quad (2.11)$$

其中, ρ_i 为 i 国能源消耗在世界能源消耗总量中所占的份额, UE^T 代表全球能源链中产业之间的关联水平。

(二) 全球能源链“微笑曲线”的构建方法

本文定义的全球能源链“微笑曲线”具体是指：以国家部门的全球能源链嵌入位置为横轴，以其增加值率为纵轴，描述国家部门所处的全球能源链嵌入位置与其直接增加值率之间关系的曲线。以中国 ICT 部门能源链“微笑曲线”为例，Y 轴表示国家部门的直接增加值率，X 轴以中国 ICT 部门为原点，前半部分表示其他参与者到中国 ICT 部门的前向能源平均传递步长，后半部分表示中国 ICT 部门到世界最终消费者的前向能源平均传递步长。

在确定相关参与者的能源消耗时，利用 Leontief 的后向产业关联，沿着 *EBY* 矩阵一行进行加总，说明了特定最终产品引致的所有上游部门的能源消耗。同理，沿着 *EBY* 矩阵一行进行加总，说明了部门本身及其下游如何使用源自特定部门的能源。

为了简化模型，在每一个细分产业能源链的研究中，在制造前和制造后阶段只选取能源消耗绝对值超过阈值百分比（整个能源链引致能源消耗的 0.1%）的国家部门作为重要参与者。

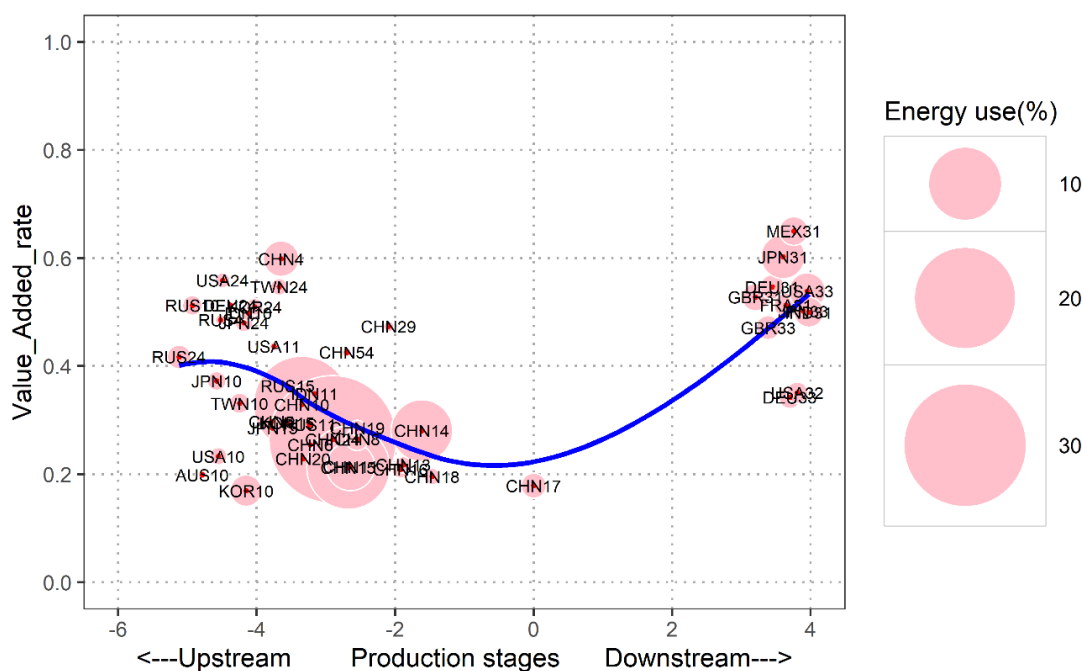
（三）数据说明

本文的数据主要来自于欧盟委员会资助多个机构开发的 WIOD 数据库和 2019 年欧盟委员会联合研究中心公布的环境账户，选取了 2000-2014 年世界投入产出数据和能源消耗数据。为了便于研究，本文对世界投入产出数据和能源数据进行了如下处理：（1）考虑时间上的价格可比性，本文以 2000 年为基期对世界投入产出数据进行了平减处理，并采用 RAS 法将处理后的投入产出表调整为行列平衡。（2）为了避免能源重复计算问题，本文合并了能源账户的一次能源，主要包括：原煤、原油、天然气、生物能、地热能、核能以及氢能。

三、结果分析

（一）代表性国家 ICT 行业能源链“微笑曲线”的演变特征及比较分析

1. 中国 ICT 行业能源链“微笑曲线”的演变特征



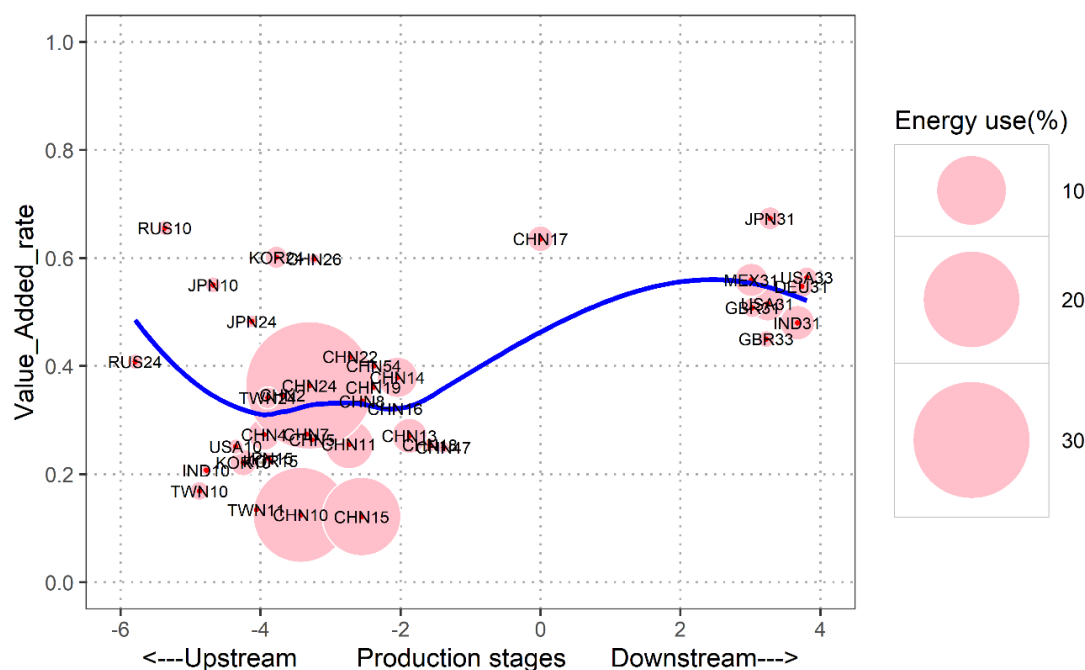


图 3.1 2000 年和 2014 年中国 ICT 制造业能源链“微笑曲线”

图 3.1 展示了 2000 和 2014 年中国 ICT 最终品出口能源链参与者的嵌入位置与增加值率曲线图。整体来看，中国 ICT 最终品出口能源链中国家部门所处位置与其增加值率之间表现出较为明显的正二次关系，这说明中国 ICT 制造业能源链的确存在“微笑曲线”：处在能源链中游的大部分制造业表现出“高能耗，低值率”特征，而上游国外二次能源加工部门及下游能源运输部门增加值率较高。从该能源链不同生产阶段参与者的嵌入位置与增加值率关系来看，一些普遍的特征可以归纳如下。

(1) 该能源链上游环节参与者主要是美国、俄罗斯、韩国、日本等国的炼焦及石油加工业、电力、煤气、水的生产及供应业两类国外二次能源加工部门，表明这些国家部门在中国 ICT 制造业能源链中承担能源供给的角色。虽然日本、韩国等经济体的矿产资源极度匮乏，却能在中国 ICT 最终品生产的制造前阶段占有一席之地，主要与日本、韩国世界领先的石油精炼技术有关，“日本高品油”因较好的原油质量获得部分中国市场，韩国强大的石油工业使得石油制品成为韩国出口量最大的商品。其次，该能源链上游环节参与者较高的增加值率主要与我国能源进口来源单一有关。凭借较高的准入门槛及较低比重的中间投入，该类部门往往能获得高额利润，进而导致此类部门普遍存在较高的增加值率。虽然经济体之间炼油技术差异导致各国炼焦及石油加工业增加值率各不相同，但一般而言，俄罗斯、日本、美国、韩国的炼焦及石油加工业增加值率普遍较高。

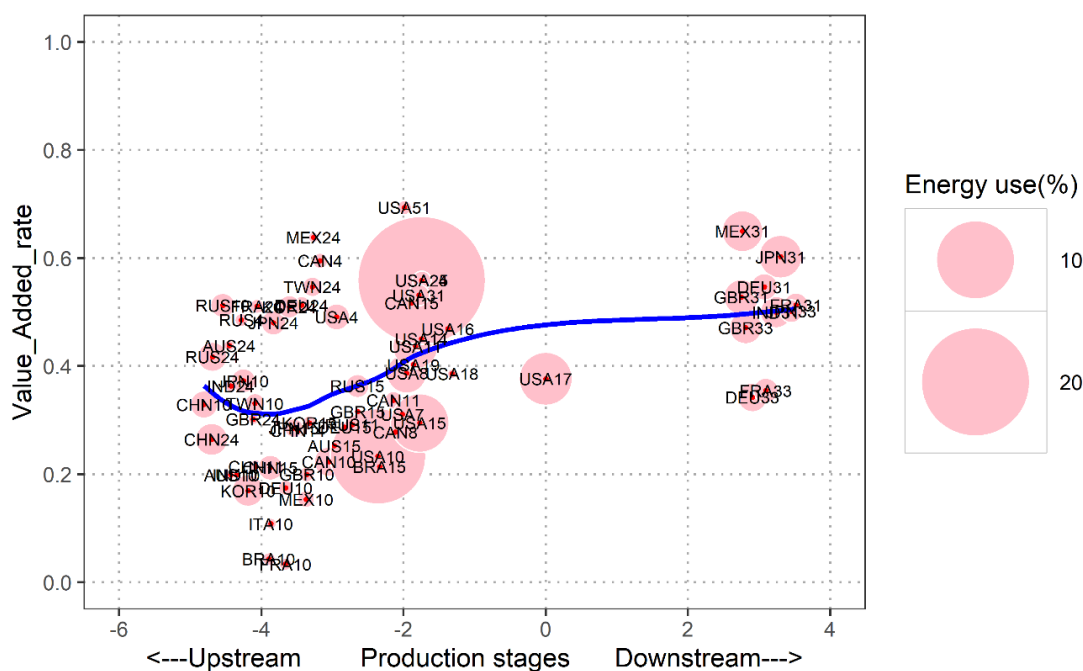
(2) 该能源链中游环节参与者具有明显的“高能耗，低值率”特点。中国大部分国内制造业位于“微笑曲线”的底端，如采矿业、橡胶及塑料制品业、非金属矿物制品业、除机械设备外的金属制品业、化学药品及其制品业等，这是由于中国 ICT 生产所需的直接和间接中间投入大多数都是来自于中国国内市场。此外，部分国外制造业也是此阶段的重要参与者。造成“低值率”的原因可能是我国制造业发展过程中一直存在着高能耗、低效率的问题，考虑到产品生产中能源投入视角，高能源投入成本与低产出导致我国制造业整体处于能源链“低端”。

(3) 该能源链下游环节参与者以增加值率较高的运输行业为主，行业特性决定了其对能源的需求，因此，在出口品到达最终消费者过程中运输业是能耗最大的行业。如 2014 年中国 ICT 出口能源链中，日本、美国、印度、墨西哥、英国、法国等国的航空运输业、陆路

运输和管道运输业是下游阶段的主要参与者，即能源隐含在中国 ICT 产品中通过进口国的运输行业到达国外最终消费者。

进一步地，从能源链“微笑曲线”的动态演变来看，中国 ICT 出口能源链“微笑曲线”表现出平坦化趋势。图 3.1 显示，2014 年中国 ICT 出口品中加工制造环节的部门增加值率显著提高。一方面，中国政府于 2003 年发表了《中国 21 世纪初可持续发展行动纲要》，对于制造业而言，可持续发展的主要途径是依靠提高能源利用率促进能源资源的合理高效利用。因此，制造业能源利用效率的提高使得增加值率显著提升；另一方面，我国制造业内部结构调整和优化升级取得明显成效。自 2001 年加入 WTO 以后，国内各类生产要素充分涌入制造业，通过加大研发投入、提升自主创新能力等举措，制造业得到迅速发展。基于此，加工制造环节中相对集中的高耗能行业通过技术进步、内部结构调整等措施提高了能源利用效率与行业增加值率，因此能源链“微笑曲线”呈现出扁平化的特征。此外，在中国 ICT 产品的制造前阶段，能源链长度不断变长。图 4.1 显示，研究期间中国 ICT 产品制造过程中各部门水平位置不断左移，在能源链上的中间品关联程度不断加深。即在不同国家的后续生产阶段或过程中生产了更多的中间产品，能源隐含在这些产品中被出口到中国进行进一步生产。

2. 美国 ICT 行业能源链“微笑曲线”的演变特征



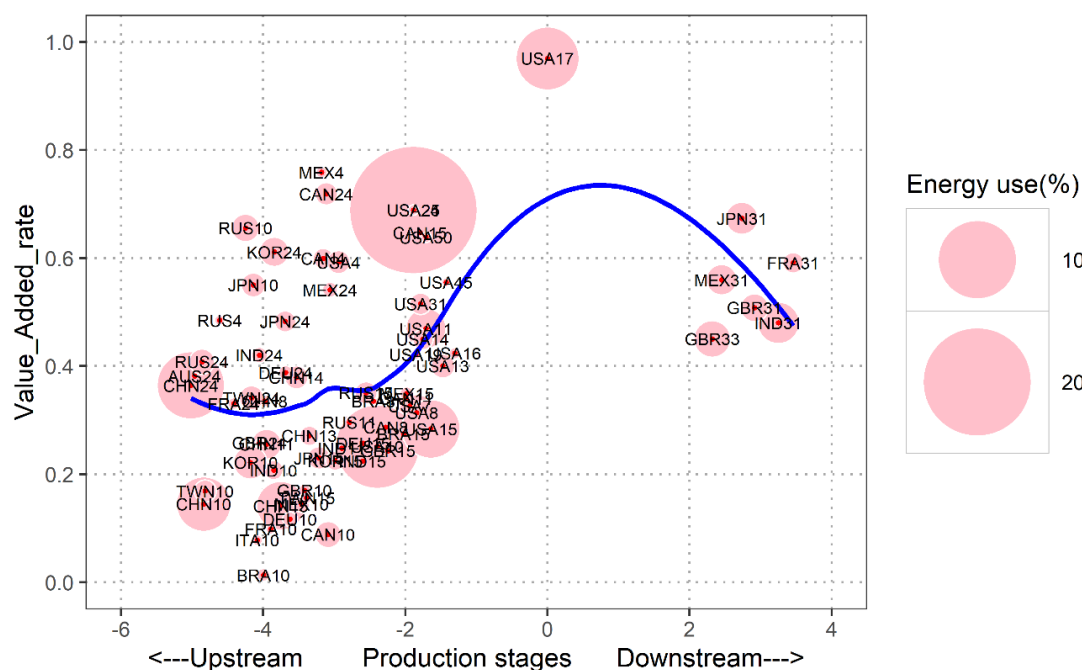


图 3.2 2000 年和 2014 年美国 ICT 制造业能源链“微笑曲线”

图 3.2 报告了 2000 年和 2014 年美国 ICT 制造业能源链参与者嵌入位置与增加值率之间的关系，从图中可以发现，区别于中国，美国 ICT 制造业能源链“微笑曲线”特征已不存在。

(1) 整体来看，2000 年美国 ICT 制造业能源链近似呈现出向右上方倾斜的曲线形状。首先，能源链上游并未出现“高值率”特征，主要原因是美国能源进口来源更为多元化，表现为该能源链上游国家部门更为密集。由于美国的能源战略中对能源来源多元化高度重视，一方面努力保持进口地域的多元化，另一方面，通过各种政治、军事手段全力保证能源的稳定供给。二次能源加工环节的参与者除了俄罗斯、韩国、日本、加拿大、墨西哥的炼焦及石油加工业和电力、煤气、水的生产及供应业之外，一些增加值率较低的国家部门也出现在该能源链上游环节，如意大利、巴西、印度等国的炼焦及石油加工业（ITA10、BRA10、MEX10、IND10），整体上拉低了美国 ICT 制造业能源链上游参与者的增加值率。在能源链的中游环节，美国高度工业化导致制造业增加值能耗不高，单位产出生产过程中能源投入成本不高，即中游环节美国制造业增加值率处于较高水平。最后，能源隐含在美国 ICT 产品中通过中国、日本、印度、墨西哥、法国等增加值率更高的航空运输、陆路运输和管道运输业到达最终消费者。

(2) 2014 年美国 ICT 制造业能源链“微笑曲线”的形状发生了显著变化，呈现出“倒 U 型”。主要原因是美国 ICT 制造业实现了快速技术升级，能源利用效率大大提高。研究期间，美国 ICT 制造业能耗强度下降了 80%，增加值率从 0.37 增加到 0.97。此外，由于美国在手机等高技术产业中具有技术垄断的地位，该行业内的企业通过研发形成技术专利后，进而通过规模化生产实现企业利润最大化。

(3) 相比之下，美国 ICT 出口能源链加工制造环节参与者的增加值率远高于中国。2014 年，中美两国 ICT 出口能源链二次加工部门平均增加值率分别为 0.31 和 0.39。在经历了“去工业化”的历程和 2008 年的金融危机之后，再工业化成为了美国寻求经济稳步发展的策略，通过产业结构调整、税收优惠政策，以及利用领先的信息技术推动工业互联网技术的飞跃，美国制造业生产效率不断提高且制造成本不断降低。而在国际分工背景下受技术与分配、产业结构等诸多因素的共同影响，中国制造业增加值率偏低，制造业整体发展水平与美国相比还有很大差距。

(二) 代表性国家机械设备制造业能源链“微笑曲线”的演变特征及比较分析

1. 中国机械设备制造业能源链“微笑曲线”的演变特征

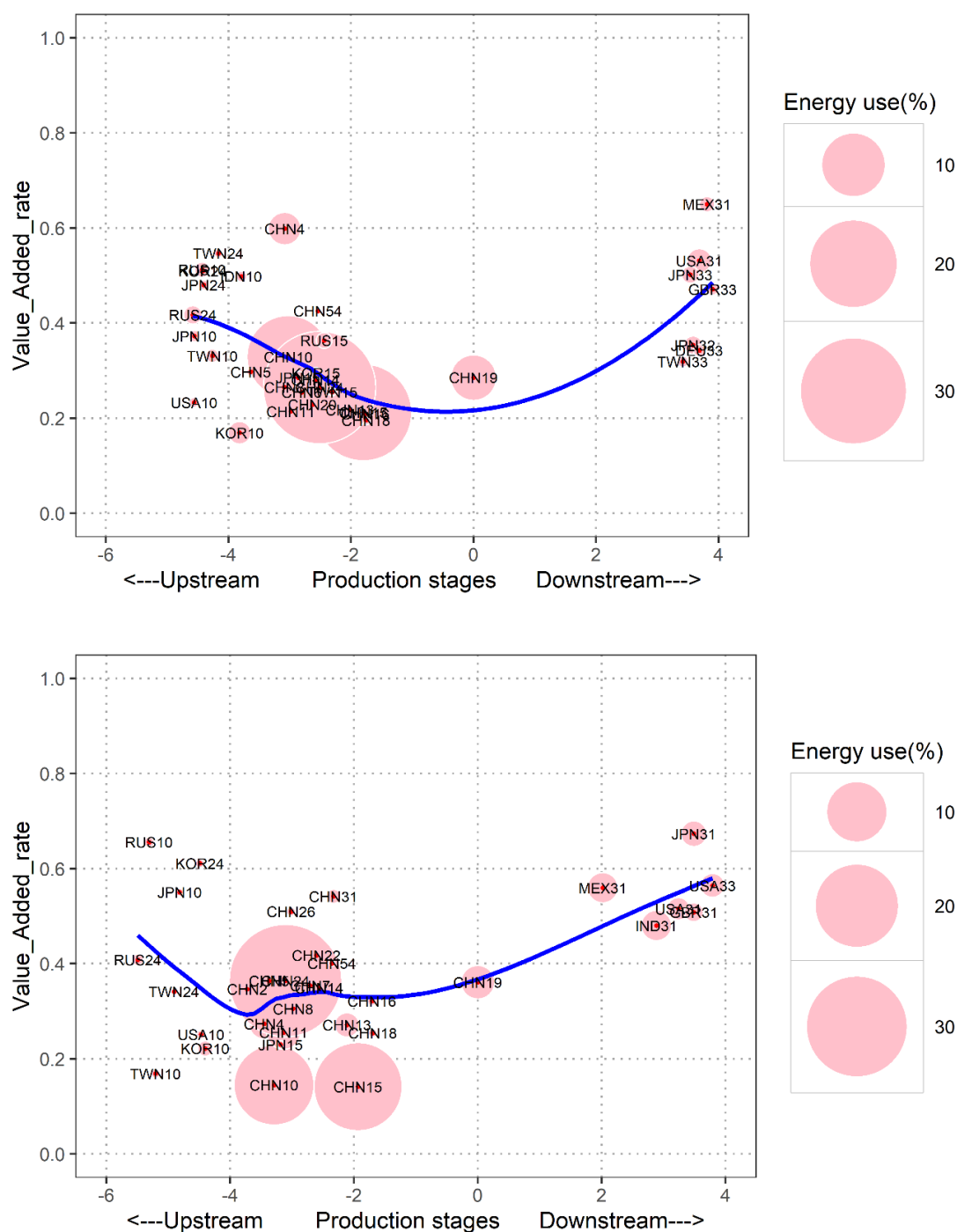


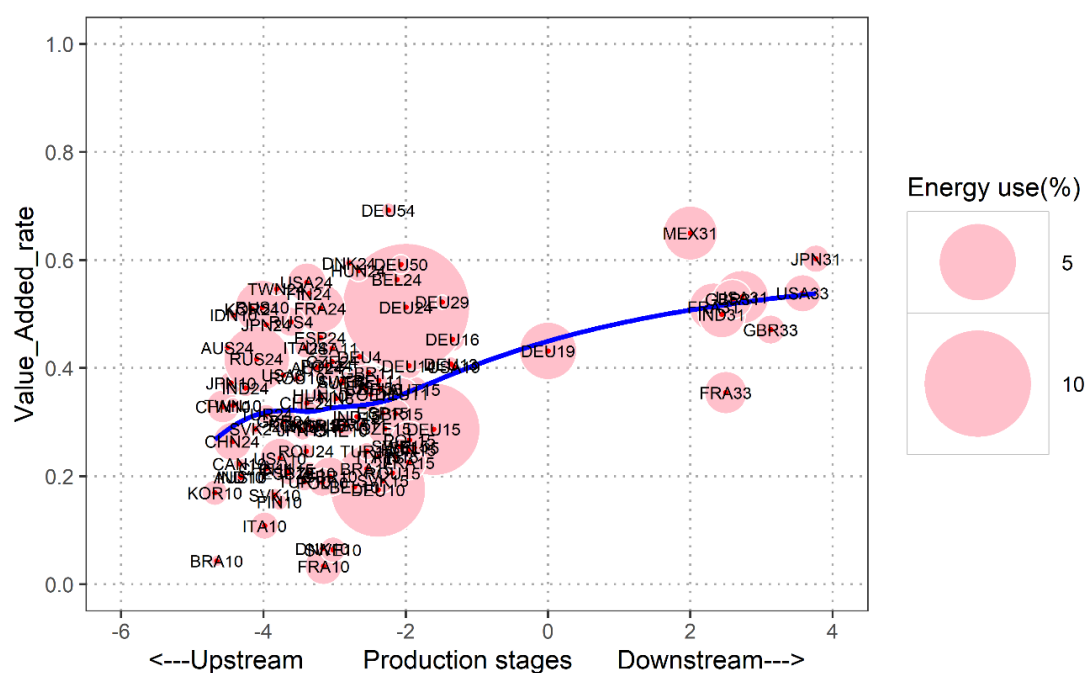
图 3.3 2000 年和 2014 年中国机械设备制造业能源链“微笑曲线”

进一步地，本文对机械设备制造业能源链曲线进行分析，图 3.3 显示，类似于中国 ICT 和汽车制造业，中国机械设备制造业能源链仍呈现出明显的“微笑曲线”形状，在二次能源加工-制造-运输这一整个出口品生产链中，能源链上下游参与者与 ICT 和汽车制造业差别并不显著。首先，该能源链上游因中国能源进口单一而存在“高值率”特征，对俄罗斯、韩国、日本、美国等增加值率较高的炼焦及石油加工业、电力、煤气、水的生产及供应业的依赖性

较强。其次，在该能源链的中游环节，国内电力、煤气、水的生产及供应业、炼焦及石油加工业以及金属制品业提供了 50%以上的能源投入，且该生产环节整体增加值率偏低。最后，能源隐含在中国机械设备制造业出口品中经由增加值率较高的运输行业到达美国、日本、韩国、英国、印度等最终消费者。

类似地，从能源链“微笑曲线”的动态演变来看，研究期间中国机械设备制造业能源链的加工制造部门增加值率也有较大幅度的提升。此外，在中国机械设备出口品的制造前阶段，能源链长度也在不断变长，由 2000 年的 4.5 增加到 2014 年的 5.5，即中国机械设备出口品制造过程中各部门水平位置不断左移，该能源链上的中间品关联程度不断加深。

2. 德国机械设备制造业能源链“微笑曲线”的演变特征



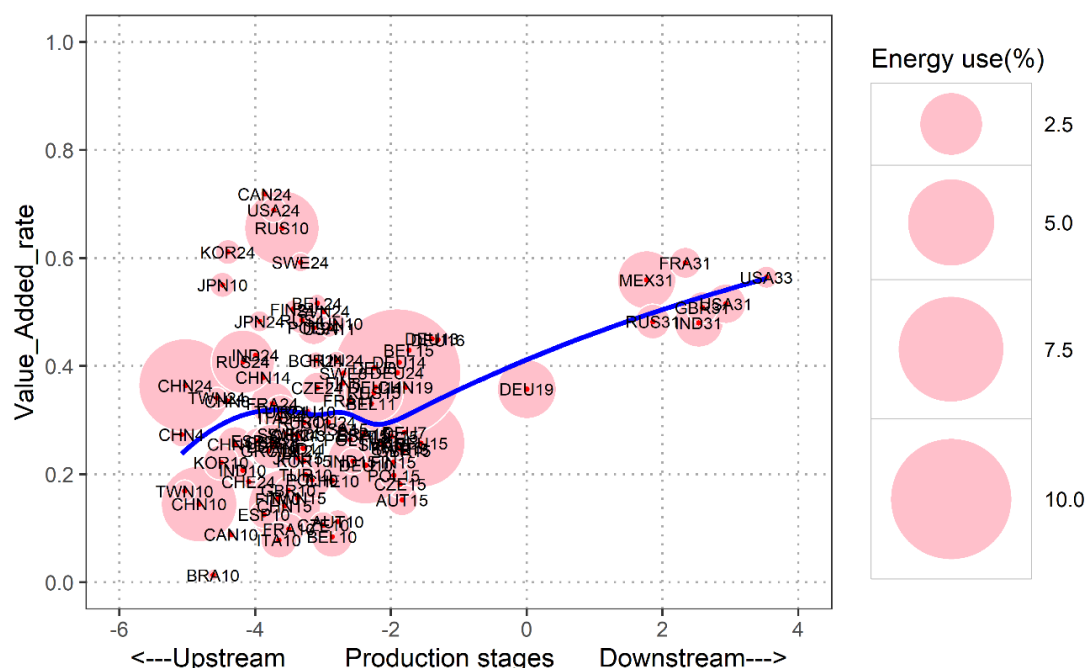


图 3.4 2000 年和 2014 年德国机械设备制造业能源链“微笑曲线”

由图 3.4 可知，区别于中国机械设备制造业，德国机械设备制造业能源链中重要参与者更多，表现为国家部门之间更为密集，且能源链曲线近似呈现出向右上方倾斜的形状。首先，从能源链上游参与者来看，德国能源进口来源更加多元化。作为传统的西方工业化国家，德国能源产品的供给对进口依赖较为严重，2014 年该能源链上游环节其他国家提供了 50% 以上的能源投入。自 1998 年欧盟提出能源市场自由化政策以来，德国积极响应这一指令，通过逐步开放能源市场、积极介入主要能源生产地区等手段，来确保本国能源的稳定供应，德国能源市场化进程日益加快。因此，更多增加值率较低的能源供应部门出现在德国机械设备制造业能源链上游，如巴西、意大利、加拿大等经济体的炼焦及石油加工业（BRA10、ITA10、CAN10），整体上拉低了能源链上游参与者的增加值率。

其次，处于能源链中游的加工制造部门表现出相对于上游部门更高的增加值率，原因可能与德国制造业的发展模式密切相关。早在 19 世纪德国就开始实行大批量定制的制造模式，这种生产模式不仅能够基于规模经济以及产品族中相似单元的重新组合与重复利用来降低投入成本，更能够在产品生产过程中根据客户需求特征、产品特性等实现技术改进。考虑到产品生产中能源消耗，成本可控的大批量定制生产模式降低了单位产出的能源投入成本，使得制造业增加值率整体保持较高水平。

四、结论及政策建议

本文利用 2000-2014 年世界投入产出表，参考 Meng et al., (2020)^[26] 提出的全球价值链“微笑曲线”测度方法，构建了基于前向产业关联的部门、国家、世界的维度“前向能源平均传递步长”指标，来衡量全球能源链嵌入位置。进一步地，区别于增加值视角下全球价值链“微笑曲线”研究，本文结合国家部门的全球能源链嵌入位置与直接增加值率来构建全球能源链“微笑曲线”，并对中国、美国、德国的制造业能源链曲线进行对比分析，研究在国际贸易分工不断深化的背景下，中国政府应该如何更好地制定相关能源产业政策。本文主要研究结果如下：

(1) 中国代表性制造业能源链均存在“微笑曲线”。能源进口来源国单一导致中国制造业能源链上游大多依赖于美国、俄罗斯、韩国、日本等高增加值率的二次能源加工部门的能源投入；制造业高能源投入成本与低产出是我国制造业处于能源链“低端”的主要原因；制

制造业能源链下游参与者以增加值率较高的运输业为主,能源隐含在中国出口品中经由运输业到达日本、美国、印度、墨西哥、英国、法国等国的最终消费者。

(2) 美国、德国的制造业能源链“微笑曲线”差别显著。由于能源来源多元化和高度工业化的特征,2000年美国ICT制造业能源链呈现向右上方倾斜的曲线形状,2014年因ICT制造业的快速技术升级变为“倒U型”;德国机械设备制造业能源链始终呈现出向右上方倾斜的曲线形状,与其能源市场自由化政策和大批量定制的制造业发展模式密切相关。

(5) 从中国制造业能源链“微笑曲线”动态演变来看,中国制造业能源链“微笑曲线”表现出平坦化趋势,表明中国制造业“低值率”问题正逐步改善,这主要与中国政府注重可持续发展政策及制造业结构调整和优化升级有关。但受技术与分配等诸多因素的共同影响,与美国这一发达国家相比仍有很大差距,表现为能源链中游环节的制造业增加值率远远小于美国。

本文的政策启示为:

(1) 加快能源市场化改革步伐,推进能源市场自由化。从“引进来”视角出发,一方面,中国政府应积极开展“能源外交”政策促进能源来源多元化,不断在能源市场吸收国际直接投资。从“走出去”视角出发,在能源自给不足的情况下,中国应不断提升海外能源自主开发能力,有助于填补能源供需缺口、保障国内能源的稳定供应。

(2) 促进制造业产业的优化升级,逐步推进制造业高质量发展。一方面,在当前供给侧结构性改革背景下,我国应加快优化制造业供给结构、提升供给体系,进一步提高制造业生产效率和要素回报率。另一方面,中国政府应加大对高科技产业的支持力度,如通过增加研发投入、给予业内优秀企业政府贴息或税收减免等优惠政策,不断提升中国在核心技术领域的自主创新能力。最后,应加大教育投资,培养更多高素质创新型人才,与发展创新型、知识密集型产业相匹配,以促进经济快速转型。

(3) 依靠技术进步为主要发展动力,逐步提高能源利用效率,坚持走资源节约、环境保护的集约化发展道路。首先,通过引进发达国家的节能技术与提升国内自主创新水平,逐步推进国内能源利用技术的发展。其次,降低煤炭等一次能源在能源消费结构中的比例,聚焦于风能、太阳能等可再生能源来提高清洁能源所占比重,推动社会向低碳经济方向发展。

参考文献

[1] YE M, MENG B, WEI S J. Measuring Smile Curves in Global Value Chains[R]. IDE Discussion Paper, 2015: NO 530.

[2] Ito T., Vezina P. Production Fragmentation, Upstreamness, and Value Added: Evidence from Asia 1990-2005[R], IDE Discussion Papers ,2016: No. 535.

[3] 潘文卿,李跟强.中国制造业国家价值链存在“微笑曲线”吗?--基于供给与需求双重视角[J].管理评论,2018,30(05):19-28.

[4] Ju J., Yu X. Production, Profitability, Production and Export Structures Along the Value Chain in China[J]. Journal of Comparative Economics, 2015, 43(1): 43-54.

[5] 齐晔,李惠民,徐明.中国进出口贸易中的隐含能估算[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 018(003):69-75.

[6] 田旭,耿涌,马志孝,董会娟,吴瑞,刘文婧.中国对外贸易中隐含流研究综述[J].生态经济,2015,31(07):27-32.

[7] 王直,魏尚进,祝坤福.总贸易核算法:官方贸易统计与全球价值链的度量[J].中国社会科学,2015(09):108-127+205-206.

- [8] 高翔,黄建忠,袁凯华.价值链嵌入位置与出口国内增加值率[J].数量经济技术经济研究,2019,36(06):41-61.
- [9] 倪红福.全球价值链中产业“微笑曲线”存在吗?--基于增加值平均传递步长方法[J].数量经济技术经济研究,2016,33(11):111-126+161.
- [10] 陈迎,潘家华,谢来辉.中国外贸进出口商品中的内涵能源及其政策含义[J].经济研究,2008(07):11-25.
- [11] 罗思平,王灿,陈吉宁.中国国际贸易中隐含能的分析[J].清华大学学报(自然科学版),2010,50(03):477-480.
- [12] 许冬兰,董博.我国生态逆差及绿色贸易研究--基于隐含能的测算[J].华东经济管理,2012,26(01):63-67.
- [13] Ang B S W . Input-output analysis of CO2 emissions embodied in trade: The effects of spatial aggregation[J]. Ecological Economics, 2010.
- [14] 谢建国,姜珮珊.中国进出口贸易隐含能源消耗的测算与分解--基于投入产出模型的分析[J].经济学(季刊),2014,13(04):1365-1392.
- [15] Harriss R C . The role of CO2embodiment in US-China trade[J]. Energy Policy, 2006, 34(18):4063-4068.
- [16] 郝义鸿,花菓.国际贸易内涵能源结构及其政策含义--以中美商品贸易为例[J].财经问题研究,2012(11):3-9.
- [17] Ackerman F , Ishikawa M , Suga M . The carbon content of Japan-US trade[J]. Energy Policy, 2007, 35.
- [18] Rhee H C , Chung H S . Change in CO2 emission and its transmissions between Korea and Japan using international input-output analysis[J]. Ecological Economics, 2006, 58(4):788-800.
- [19] 尹显萍,霍达,唐黎.中日商品贸易中内涵能源的分析及其政策含义[J].世界经济研究,2010(07):32-37.
- [20] 章辉,蒋瑛.基于方法改进后的中国对外贸易隐含能测算[J].中国人口·资源与环境,2016,26(10):94-102.
- [21] Cui L B , Peng P , Zhu L . Embodied energy, export policy adjustment and China's sustainable development: A multi-regional input-output analysis[J]. Energy, 2015, 82:457-467.
- [22] 韦韬,彭水军.基于多区域投入产出模型的国际贸易隐含能源及碳排放转移研究[J].资源科学,2017,39(01):94-104.
- [23] Zhang B , Chen Z M , Xia X H , et al. The impact of domestic trade on China's regional energy uses: A multi-regional input-output modeling[J]. Energy Policy, 2013, 63:1169-1181.
- [24] Tang M , Hong J , Liu G , et al. Exploring energy flows embodied in China's economy from the regional and sectoral perspectives via combination of multi-regional input-output analysis and a complex network approach[J]. Energy, 2019, 170(MAR.1):1191-1201.
- [25] Hong J , Tang M , Wu Z , et al. The evolution of patterns within embodied energy flows in the Chinese economy: a multi-regional-based complex network approach[J]. Sustainable Cities & Society, 2019.
- [26] Meng B , Ye M , Shang mg in Wei. Measuring Smile Curves in Global Value Chains[J]. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 2020, 82.

Measuring Smile Curves in Global Energy Chains

Xiao Hao; Zhou Xiao

(Economics and Trade School, Hunan University, Changsha, 410000)

Abstract: this paper constructs an environmental input-output model, and put forward index of “forward industrial linkage-based energy propagation length”, in order to measure the position in global energy chains. On this basis, the paper combines with the value-added rate to build a "smiling curve" in global energy chains, and compares the manufacturing energy chain of China, the United States, and Germany to evaluate the existence and universality of “smiling curve” in global energy chains. The measurement result shows that: (1)A “smile curve” are presented in the energy chains of China's typical manufacturing industries, and it has shown a flattening trend. (3) while the energy chains of the manufacturing industries in other economies is significantly different. In particular, the energy chain of ICT industries in the United States has changed from a curve that lean to the up-right side to an "inverted U-shape". While the energy chain of German machinery and equipment manufacturing industry always shows a curve that lean to the up-right side.

Keywords: Smile Curve; Global Value Chains; Global Energy Chains; Embedded Location; Inter-Country Input-Output Model