

# 全球价值链嵌入下云南省资源型

## 产业碳排放效应研究

### ——基于门限效应的实证分析<sup>1</sup>

肖远飞，罗叶，杨双鹏

(昆明理工大学 管理与经济学院, 云南 昆明 650093)

**【摘要】**：文章从全球价值链的视角出发，通过建立计量经济模型对云南省 2004-2014 年 10 个资源型产业的面板数据进行实证分析，实证结果表明：嵌入全球价值链能促进资源型产业的节能减排，且效果显著；技术效应和结构效应都能有效地降低企业的碳排放量；规模效应不仅没有增加碳排放量，反而减少了经济碳排放量。门限回归结果表明，全球价值链嵌入程度越高，其通过能耗强度、经济增长速度和产业结构对减少云南资源型产业碳排放量的效果越好。

**【关键词】**：碳排放效应；全球价值链；资源型产业；门限回归

**【中图分类号】**：F062.2 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1671-4407 (2018) 06-027-07

能源是人类赖以生存的物质基础，它与一个地区或国家的经济发展有着密切的联系。改革开放以来，云南省经济取得了突飞猛进的发展，2014 年全省生产总值达 12814.59 亿元，较 2013 年增加了 8.3%。而经济发展的同时，全省能源消耗量和二氧化碳的排放量也在逐年增加。在云南省能源消费种类中，虽然电力消费的比重逐年增加，煤炭消费的比重有所下降，但煤炭消费仍一直处于主导地位，是云南省最主要的消费能源。再加上云南省经济的发展主要依靠工业来带动，而资源型产业在能源消费中占据重要的地位，环境问题日益凸显。与此同时，IPCC 第四次评估报告（2007）也明确指出，全球二氧化碳的排放量从 1997-2004 年增加了近 80%，而人类活动对能源消耗的需求所产生的二氧化碳排放量占据总排放量的 77%，由此可见人类活动是导致全球气候变暖的主要原因。二氧化碳等温室气体严重威胁着人类的生产和生活，减少碳排放已成为全球的共同选择。而云南省作为中国低碳试点之一，研究资源型产业的碳排放效应，探索其节能减排的路径，对云南省的经济发展和转型升级有重要的现实意义。

## 1、相关文献评述

<sup>1</sup>**【基金项目】**：教育部人文社会科学项目“我国西部地区产业承接中‘技术发展陷阱’的形成机理与应对策略研究”（14YJC790139）；云南省哲学社会科学规划项目“价值链嵌入视角下云南资源型产业技术升级的实现机制与对策研究”（ZD201603）；云南省应用基础研究计划面上项目“嵌入全球生产网络视角的我国西部制造业企业跨越‘技术发展陷阱’研究”（2016FB117）

**【第一作者简介】**：肖远飞（1976-），男，云南昆明人，经济学博士，副教授，研究方向为开放经济与区域产业发展。E-mail: xiayf@126.com

目前对碳排放的研究主要集中在以下三个方面：第一，碳排放与经济增长的相关研究。Grossman & Krueger<sup>[1]</sup>首次提出一个地区或国家的环境质量与人均 GDP 呈倒“U”型曲线关系，即我们常说的 EKC 假说。这一假说后来也得到了 Shafik & Bandyopadhyay<sup>[2]</sup>、Cole 等<sup>[3]</sup>、Ankarhem<sup>[4]</sup>等国外学者的证实。在国内，李国志和李宗植<sup>[5]</sup>选取了我国各省份 1996—2008 年的面板数据进行实证研究，结果表明我国东、中部地区碳排放与经济增长也呈倒“U”型曲线，而西部地区并不遵循这一规律。吴文洁和王小妮<sup>[6]</sup>选取了陕西 1995—2009 年的数据，运用脱钩理论和 EKC 理论进行分析研究，结果显示这一时期陕西的经济增长与碳排放之间并不呈倒“U”型。彭星和李斌<sup>[7]</sup>采用我国 29 个省份 2002—2010 年的面板数据进行回归，回归结果表明中国经济规模的日益扩大在一定程度上会加剧碳排放量。第二，对外贸易与碳排放的相关研究。在国外，Wyckoff & Roop<sup>[8]</sup>通过对 6 个 OECD 国家进出口商品的碳排放进行测算，测算结果表明进口产品会促进当地碳排放的增加。Weber 等<sup>[9]</sup>通过研究分析中国的实际情况，认为致使我国碳排放量增加的重要原因之一是碳泄漏及碳出口，还证明了在中国也存在“污染天堂假说”。在国内，许广月和宋德勇<sup>[10]</sup>的实证分析表明中国对外贸易、经济增长和碳排放三者之间存在一种长期的协整关系，对外贸易会导致经济增长和碳排放的增加。王天凤和张璐<sup>[11]</sup>采用中国出口贸易与碳排放相关数据的时间序列进行实证检验，检验的结果表明碳排放与出口贸易呈正相关关系，与技术效应和结构效应呈负相关关系，整体效应为正。第三，对碳排放量驱动因素的相关研究，主要是用对数平均迪氏分解法（LMDI）对碳排放进行分解。Shrestha & Timilsina<sup>[12]</sup>较早地将 LMDI 运用到碳排放研究中，他们在对亚洲 12 个国家电力行业二氧化碳强度变化的研究中发现，20 世纪 90 年代能源强度的变化是影响中国电力行业二氧化碳强度的最主要因素。Wang & Waston<sup>[13]</sup>取了我国 1957—2000 年间的的历史数据，采用对数平均迪氏分解法将碳排放分解为经济增长、能源强度及能源结构进行实证研究来分析其对中国二氧化碳排放量的影响。Mordn & Gonzdlez<sup>[14]</sup>在能源结构中首次引入生物质能，选取 1971—2003 年的数据，采用 LMDI 法来研究能源强度和结构以及经济增长对我国二氧化碳排放量的影响。郭朝先<sup>[15]</sup>运用 LMDI 法分别从产业层面和地区层面对我国 1995—2007 年碳排放数据进行分解，结果发现经济规模和能源强度对碳排放有极大的促进作用，而产业结构的调整对碳排放的影响并不显著。

尽管基于全球价值链视角研究碳排放的文献不多，但国内已有许多学者开始关注全球价值链分工地位对我国经济发展方式的影响。张少华和陈浪南<sup>[16]</sup>基于全球价值链视角，选取我国 1998—2005 年的数据探究经济全球化对我国能源利用率的影响，研究表明参与经济全球化能极大提高我国的能源利用率，进而促进经济的发展。李斌和彭星<sup>[17]</sup>从全球价值链视角出发进行实证分析，结果表明对外贸易规模效应、技术效应及全球价值链效应是对外贸易影响中国碳排放的三大主要因素，而对外贸易商品结构效应对碳排放的影响却不显著。同时，在碳排放效应分析中并不存在类似于环境库兹涅茨曲线。王玉燕等<sup>[18]</sup>构建了中国嵌入全球价值链的节能减排效应分析假说，并利用 1999—2012 年我国工业行业面板数据进行实证分析，实证结果显示，嵌入全球价值链能够推动节能减排，但同时由于俘获锁定效应的存在，导致全球价值链的嵌入与能耗排放呈“U”型关系。彭水军和余丽丽<sup>[19]</sup>基于 GAT 数据库构建多区域投入产出（MRIO）模型，考查 2004—2011 年中国对外贸易转移排放的变化趋势、国别（区域）流向及其主要因素的影响，结果发现中国对外贸易导致大规模的碳排放净转入，原因在于中国较高的污染贸易条件。

综合上述文献梳理可以看出，几乎没有学者就全球价值链视角下某一地区具体产业的碳排放效应进行深入研究，只有极少数文献针对嵌入全球价值链对我国经济发展方式的转变、能源消耗以及对外贸易碳排放效应的影响进行了探讨。本研究在已有文献的基础上，借鉴其成熟的方法，对全球价值链视角下云南资源型产业碳排放效应进行深入研究，以期在理论上丰富和发展碳排放效应理论的内涵，同时与实践上为云南资源型产业实现节能减排和产业结构转型升级提供一些指导性的建议。

## 2、机理分析与相关研究假设

### 2.1 直接影响机制

全球价值链对经济碳排放的直接影响机制主要是通过产业的能耗强度和企业投入要素结构的完善程度直接作用于经济碳排放<sup>[20]</sup>。云南资源型产业处于全球价值链的低端环节，在能源消耗方面，经济的发展主要依靠自身廉价的劳动力、土地和丰富的自然资源等要素的使用，产出品附加值较低，能耗强度大；在要素结构投入上，较低的全球价值链嵌入程度意味着人力资本水平较低，要素投入结构不完善，对能源的利用率不高，产生的经济碳排放量较高。

## 2.2 间接影响机制

嵌入全球价值链对碳排放的间接影响机制表现在三个方面：（1）技术进步。从进口方面来看，发展中国家在嵌入全球价值链的过程中从发达国家进口先进的技术和设备运用于企业生产中，提高自身的技术水平和劳动生产率，进而降低碳排放量<sup>[21-22]</sup>；从出口方面来看，已有许多文献的研究都表明<sup>[23-24]</sup>，企业在对外出口中存在出口学习效应，即出口企业能够在出口过程中学习到更先进的技术及管理手段和方式，从而促进自身技术进步，实现企业节能减排；从外商投资方面来看，FDI 的技术外溢效应同样也能提升企业的技术水平，降低碳排放量。（2）经济规模。在嵌入全球价值链过程中，经济规模的扩大主要靠出口来拉动。随着出口规模的扩大，对能源的需求量也日益加剧，碳排放量必然增加。而我国出口产品主要以低成本的劳动密集型产品为主，很容易被发达国家“俘获”，使其长期处在低附加值、微利化的低端环节<sup>[25]</sup>，这直接导致了我国能耗强度和碳排放量的增加。（3）结构效应。不同企业不同商品的能源消耗强度和碳排放量都是不同的，有的企业是能源消耗强度较高的企业，其碳排放量自然也较高，而有的企业是清洁生产的企业，碳排放量也相应较低，这就是全球价值链影响碳排放的间接结构效应<sup>[10]</sup>。因此，可以在融入全球价值链的过程中通过调整资源型企业的产业结构达到企业节能减排的效果，嵌入全球价值链对碳排放的影响机制如图 1 所示。



图 1 嵌入全球价值链对碳排放的影响机制图

根据以上机理分析，我们提出以下相关研究假设：

H<sub>1</sub>：全球价值链效应会降低云南资源型产业的碳排放量；

H<sub>2</sub>：全球价值链的间接技术效应有利于减少云南资源型产业的碳排放量；

H<sub>3</sub>：全球价值链的间接规模效应会增加云南资源型产业的碳排放量；

H<sub>4</sub>：全球价值链的间接结构效应会抑制云南资源型产业的碳排放量。

## 3、研究设计

### 3.1 计量模型

碳排放分解方程最初是根据 Copeland & Taylor<sup>[26]</sup>提出的环境污染需求与供给模型推导而来的，最原始的碳排放方程为：

$$C = \varphi(t) \cdot f(K, L) \quad (1)$$

式中：C 为生产产品的碳排放量； $\varphi(t)$  为单位产品的碳排放量；f (K, L) 为产品的产出量。此后，不少学者先后在原始模型的基础上加入了各自研究所需的变量，如经济规模、技术水平、碳税率大小、产业结构等。本研究在此基础上，将全球价值链纳入到经济碳排放的方程式中，对方程（1）做适当变形，构建能够反映全球价值链下云南资源型产业碳排放效应的碳排放分解方程：

$$C = S \cdot N_X \cdot \frac{\gamma P_X}{\lambda T} \cdot \xi(\theta) \quad (2)$$

式中：S 为整个经济的规模； $N_X$  为产品 X 的产值在总产值中的比重； $P_X$  为产品 X 的价格；T 为产品的生产技术水平； $\lambda$  为碳税率； $\xi(\theta)$  表示由  $\theta$  所导致的碳排放强度的差异水平， $\theta$  表示在全球价值链中所处的位置； $\gamma$  为 0~1 之间的常数。对方程（2）两边同时取对数可得：

$$\ln C = \ln S + \ln N + \ln P - \ln \lambda - \ln T + \ln \xi + \ln \gamma \quad (3)$$

本文中我们用碳排放强度（EC）来表示  $\ln C$ ；用全球价值链嵌入程度（VSS）来表示  $\ln \xi$ ；用产业结构（IS）来表示  $\ln N$ ；用能源消耗强度（ES）来衡量碳排放的技术水平  $\ln T$ ；EG 表示经济增长速度，用来衡量碳排放的经济规模效应  $\ln S$ 。最终建立的碳排放分解模型为：

$$EC_{it} = \mu_i + \alpha_1 VSS_{it} + \alpha_2 ES_{it} + \alpha_3 EG_{it} + \alpha_4 IS_{it} + \beta_1 ED_{it} + \beta_2 KL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式中： $i$  表示资源型产业， $t$  表示年份；ED 表示对外出口依存度；KL 表示要素禀赋结构； $\alpha_1 \sim \alpha_6$  表示各变量对碳排放强度的影响弹性； $\mu_i$  是常数项； $\varepsilon_{it}$  表示随机扰动项。

此外，考虑到参与全球价值链可能会通过影响资源型产业的经济规模、技术水平和产业结构从而间接影响产业的碳排放量，所以全球价值链通过这些因素对碳排放的影响可能会存在门限效应。为了验证猜测的正确性，本文借鉴 Hansen<sup>[27]</sup> 提出的面板门限回归模型，以全球价值链嵌入程度为门限变量，建立本文的门限模型为：

$$EC_{it} = \mu_i + \gamma_1 VSS_{it} I(VSS_{it} \leq \lambda) + \gamma_2 VSS_{it} I(VSS_{it} > \lambda) + \alpha_1 ES_{it} + \alpha_2 EG_{it} + \alpha_4 IS_{it} + \beta_1 ED_{it} + \beta_2 KL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$EC_{it} = \mu_i + \chi_1 U_{it} I(VSS_{it} \leq \lambda) + \chi_2 U_{it} I(VSS_{it} > \lambda) + \alpha_1 ES_{it} + \alpha_2 EG_{it} + \alpha_4 IS_{it} + \beta_1 ED_{it} + \beta_2 KL_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

其中： $I(\bullet)$  为指示性函数；VSS 为门限变量； $\lambda$  为门限值； $U_{it}$  为研究变量的集合，包括技术水平、经济增长速度和产业结构。门限值确定后，接着要检验门限值的显著性。文章采用 Hansen<sup>[27]</sup> 提出的“自举法”（bootstrap）来获得其渐进的 P 值。若原假设或  $H_0: \gamma_1 = \gamma_2$  或  $\chi_1 = \chi_2$  成立，则表明不存在门限效应，若回归结果拒绝原假设，则表明存在门限效应。

### 3.2 变量说明

#### （1）被解释变量。

行业碳排放强度（EC），用行业的碳排放量与行业生产总值的比值来表示，单位为吨/万元，行业生产总值用相应的平减指

数折算为 2004 年的不变价。二氧化碳排放量计算公式为：

$$C_{it} = \sum (E_{ijt} \times \theta_j) \times 44/12 \quad (7)$$

式中： $C_{it}$  表示 i 行业第 t 年的二氧化碳排放总量； $E_{ijt}$  表示 i 行业第 t 年第 j 种能源的消费量； $\theta_j$  表示第 j 种能源的碳排放系数，各种能源的碳排放系数如表 1 所示。

表 1 各种能源的碳排放系数

单位：吨二氧化碳/吨实物量

能源种类	碳排放系数
原煤	1.85
焦炭	2.74
石油及石油制品	3
天然气	21.6
电力	0

资料来源：《省级温室气体清单编制指南》。

(2) 核心解释变量。

技术效应 (ES)，用各行业的能源消耗强度来表示，即选取产业能耗总量与产业的生产总值的比值来衡量，单位为吨标准煤/万元。

规模效应 (EG)，用各行业的经济增长速度来表示，即选取产业实际生产总值增长率来衡量。

结构效应 (IS)，即产业结构，采用产业工业增加值与产业生产总值的比值来表示。

(3) 门限变量。

全球价值链嵌入程度 (VSS)。文章借鉴 Hummels<sup>[28]</sup> 等提出的对跨国生产分割程度进行测度的垂直专业化指数，运用各行业的投入产出表及延长表，以此来测算云南资源型产业全球价值链嵌入程度。具体推导过程为：假设一国或地区有 n 个生产部门， $Y_i$ 、 $X_i$  和  $M_i$  分别表示行业 i 的产出、出口和进口的中间投入，那么行业 i 的垂直专业化数量  $VS_i$  为：

$$VS_i = (M_i/Y_i)X_i = (X_i/Y_i)M_i \quad (8)$$

则行业 I 的垂直专业化指数  $VSI_i$  为：

$$VSI_i = (X_i/Y_i)M_i/X_i = M_i/Y_i \quad (9)$$

各行业整体的垂直专业化指数为：

$$VSI = \frac{VS}{X} = \frac{\sum_{i=1}^n VS_i}{X} \quad (10)$$

将式 (8) 代入式 (10)，进一步整理可得：

$$VSI = \frac{\sum_{i=1}^n VS_i}{X} = \frac{1}{X} \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{Y_i}\right) X_i = \frac{1}{X} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{X_j}{Y_j} M_{ji} = \frac{1}{X} \mu A^M X^Y \quad (11)$$

式中： $M_{ji}$  为  $i$  行业从其他国家  $j$  行业进口中间商品的数量； $\mu$  为元素都为 1 的  $1 \times n$  维向量； $A^M$  为  $n \times n$  维进口系数矩阵； $X^Y$  为  $n \times 1$  维出口向量。

对进口系数矩阵  $A^M$  的计算，重点是要确定  $M_{ji}$  的值。本文借鉴张少华和陈浪南<sup>[16]</sup>的方法，假设：第一，各生产部门使用的  $i$  行业的中间投入中归属于进口的比例均是相同的；第二，中间投入中归属于进口与国内生产的比重等于最终产品中归属于两者的比重，用  $C_i^m$  和  $C_i^d$  分别表示  $i$  行业最终产品中分别归属于进口和国内生产的数量， $I_i^m$  和  $I_i^d$  分别表示  $i$  行业的中间投入中分别归属于进口和国内生产的数量。再结合上述两个假设，我们可以得到：

$$\frac{C_i^m}{C_i^d} = \frac{I_i^m}{I_i^d} = \frac{C_i^m + C_i^m}{I_i^d + I_i^d} \Rightarrow \frac{I_i^m}{I_i^m + I_i^d} = \frac{C_i^m + I_i^m}{C_i^d + C_i^m + I_i^d + I_i^m} \quad (12)$$

也就是说， $i$  行业的中间投入中归属于进口的比例=总进口/（总产值+进口-出口）。那么就可以得到  $A^M$  就等于矩阵  $A$  的每行乘归属于进口的比例，然后再将  $A^M$  的值代入式 (11) 中就可以计算出各个行业的全球价值链嵌入程度指数。

(4) 控制变量。

出口依存度 (ED)，用各产业出口交货值与产业生产总值的比值来表示。

要素禀赋结构 (KL)，用各产业资本与劳动力比值的对数来表示。

### 3.3 数据来源

本研究通过构造碳分解方程，鉴于指标和数据的可得性与可比性，结合投入产出表与《云南统计年鉴》归纳整合了云南 10 个资源型产业，分别为煤炭开采和洗选业，金属矿采选业，非金属矿采选业，食品制造及烟草加工业，化学工业、金属冶炼及压延加工业，金属制品业，非金属矿物制品业，通用、专用设备制造业以及电力、热力的生产和供应业。然后利用这些产业 2004-2014 年的数据进行实证分析研究。各指标所采用的数据均来自于 2005-2015 年的《云南统计年鉴》《中国工业统计年鉴》以及《中国经济普查年鉴 2004》。相应的平减指数也是通过这些年鉴的数据计算得来的。

## 4、实证结果分析

### 4.1 面板数据回归分析

本研究采用 Stata14.0 计量软件，首先对模型进行 Hausman 检验确定是选用固定效应 (FE) 还是随机效应 (RE)。若 Hausman

检验显示的是选择固定效应，则用广义二乘法（FGLS）来消除面板数据可能存在的组间异方差和组内自相关问题。在回归时，为了避免多重共线性保证回归结果的稳健性，将解释变量逐步增加到模型中，并将解释变量做滞后一期处理，最后计量回归的结果如表 2 所示。

表 2 计量结果

变量	回归 1	回归 2	回归 3	回归 4	回归 5
	FGLS	FGLS	FGLS	FGLS	FGLS
VSS <sub>-1</sub>	67.06*** (-34.41)	-71.38*** (-29.23)	-63.17*** (-24.27)	-72.61*** (-11.35)	-67.63*** (-9.26)
ES	14.05*** (150.66)	14.22*** (186.52)	14.71*** (130.73)	15.26*** (33.34)	14.95*** (29.50)
EG		-6.05*** (-22.97)	-5.63*** (-19.77)	-5.75*** (-11.93)	-6.07*** (-12.07)
ED			-48.62*** (-10.80)	-87.74*** (12.84)	-91.56*** (-12.00)
IS				-58.47*** (-17.99)	-58.84*** (-15.78)
KL					-1.28*** (-2.57)
_cons	80.24*** (6.58)	82.15*** (7.30)	78.42*** (7.42)	105.04** (12.05)	108.23*** (11.92)
行业效应	YES	YES	YES	YES	YES
样本个数/个	100	100	100	100	100
Within_R <sup>2</sup>	0.599	0.6023	0.6164	0.6481	0.6488
F 值	65.74***	43.91***	34.55***	31.31***	25.86***
Haus-man 检验	18.36***	16.95***	14.75**	20.75***	16.37**

注：上角标\*\*和\*\*\*分别表示在 5%和 1%的水平上显著，括号内为 Z 统计值。

由表 2 的回归结果可知，从直接效应来看，首先，嵌入全球价值链程度对云南省资源型产业的影响系数始终在 1%水平下显著为负，也就是说参与全球价值链分工能显著降低云南省资源型产业的碳排放量，这也与王玉燕等<sup>[18]</sup>的研究结果基本一致。其次，从技术效应来看，能源消耗强度对云南省资源型产业碳排放的影响系数为正，且均通过了 1%水平的显著性检验，说明资源型产业能源消耗与碳排放量呈正相关关系，能源消耗强度越高，碳排放量就越大。因为能耗强度与技术水平呈反比，能耗越高说明技术水平越低，这就是说技术水平与碳排放量之间呈负相关关系，技术水平越高，碳排放量就越低。再次，从结构效应来看，产业结构的系数显著为负，且系数的绝对值也相对较大，这说明对云南省资源型产业进行结构调整能显著降低其碳排放量，这也是其实现节能减排的重要措施之一。最后，从规模效应来看，经济增长速度的系数在 1%的显著性水平下有正有负，这表明云南省资源型产业经济的增长与碳排放量之间可能存在非线性关系，这与我们预期的结果并不完全一致。

#### 4.2 门限回归分析

在进行门限回归之前，首先要检验选取的数据是否存在门限值，若存在门限值，才可以对模型门限水平做进一步的估计，

反之则不可以。本文主要以全球价值链嵌入程度为门限变量，运用 StataM.0 软件，在操作时设置 400 个网格搜寻点，并采用“自抽样法”（Bootsrtap）反复抽样 300 次，检验结果如表 3 所示。

表 3 门限值估计结果

门限变量	研究变量	门限值	F 值
VSS	VSS	0.2573	40.91***
VSS	ES	0.2073	148.29***
VSS	EG	0.2573	5.24
VSS	IS	0.2573	42.47***

注：上角标\*\*\*表示在 1%的水平上显著。

由表 3 可知，全球价值链嵌入程度、能耗强度和产业结构均存在以全球价值链嵌入程度为门限变量的单一门限值，而经济增长速度对碳排放量的影响并不存在门限效应。对模型门限水平估计的结果如表 4 所示。

表 4 门限回归结果

解释变量	V55 (0.2573)	VSS (0.2013)	VSS (0.2573)	VSS (0.2573)
VSS <sub>-1</sub>		-73.4872*** (-2.92)	-82.6719** (-2.05)	-89.654*** (-2.66)
ES	13.6906*** (8.91)		15.4111*** (8.71)	13.3433*** (8.66)
EG	-3.6975 (-0.80)	-8.0801** (-2.35)		-2.9842 (-0.65)
IS	-114.7920*** (-3.85)	-20.9931 (-0.91)	-93.8199*** (-2.68)	
ED	-99.2319 (-1.61)	-44.7677 (-0.97)	-151.7109** (-2.09)	-88.7885 (-1.45)
KL	-2.0480 (-0.56)	-3.8597 (-1.42)	-3.2906 (-0.76)	-0.9388 (-0.26)
VSS (VSS <sub>it</sub> ≤ λ)	-63.8841* (-1.86)			
VSS (VSS <sub>it</sub> > λ)	-191.3000*** (-5.16)			
ES (VSS <sub>it</sub> ≤ λ)		7.8074*** (5.96)		
ES (VSS <sub>it</sub> > λ)		29.5786*** (18.55)		
EG (VSS <sub>it</sub> ≤ λ)			2.0616 (0.32)	
EG (VSS <sub>it</sub> > λ)			-20.3530** (-2.39)	
IS (VSS <sub>it</sub> ≤ λ)				-98.3120***

				(-3.33)
IS (VSS <sub>it</sub> > λ)				-181.1946*** (-5.60)
F 值	37.25	77.53***	23.87***	37.83***

注：表示对 FXS 进行滞后一期处理；上角标\*、\*\*和\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%的水平下显著；括号内为 t 统计值。

由表 4 门限回归结果可知：首先，从全球价值链效应来看，当全球价值链嵌入程度低于 0.2573 时，嵌入全球价值链对云南省资源型产业碳排放的影响系数为-63.8841，且在 10%的水平下显著。而当 GVC 嵌入程度大于 0.2573 时，参与全球价值链对云南省资源型产业碳排放的影响系数为-191.3，且通过了 1%显著性水平的检验，这就表明嵌入全球价值链会减少资源型产业的碳排放量，并且全球价值链的嵌入程度越高，减排效果越好。原因在于云南省资源型产业在嵌入全球价值链的过程中，可以通过学习和引进国外先进的知识和装备，来提升本土企业的技术水平，逐渐实现在全球价值链分工地位中的攀升，所以产生的二氧化碳排放量也会减少，研究假设 H<sub>1</sub> 得证。

其次，从间接技术效应来看，当全球价值链嵌入程度低于 0.2073 时，能耗强度对云南省资源型产业碳排放的影响系数在 1%的水平下显著为正，系数为 7.8074。而当全球价值链嵌入程度高于 0.2073 时，能耗强度对云南省资源型产业的影响系数上升为 29.5786，且在 1%水平下显著，这就表明在全球价值链嵌入下，能源消耗强度对云南省资源型产业碳排放量起到促进作用，但这并不代表间接技术效应与碳排放呈正相关关系。因为我们是选取能源消耗强度来衡量技术效应，而能源消耗强度越高，技术水平就越低，也就是说能耗强度是技术水平的反向指标，所以能耗强度的系数显著为正恰恰说明了云南省资源型产业嵌入全球价值链所引起的碳排放技术效应为负，即技术进步能减少产业的碳排放量，研究假设 H<sub>2</sub> 得证，这与彭星和李斌<sup>[7]</sup>的研究结果一致。嵌入全球价值链本身就是一个引进、吸收和提升的过程，云南省资源型产业虽处在全球价值链的较低环节，但积极参与全球价值链会使本土企业的技术水平得到提升，降低企业碳排放量，从而有利于企业通过技术效应减少经济碳排放量。

再次，从间接规模效应来看，经济增长速度虽然对云南省资源型产业碳排放量的影响不存在以全球价值链嵌入程度为门限变量的门限效应，但从回归结果来看，当全球价值链嵌入程度小于 0.2573 时，其对碳排放量的影响虽为正但并不显著，而当全球价值链嵌入程度大于 0.2573 时，其对碳排放量的影响系数在 1%水平下显著为-20.3530。这就是说，较高的全球价值链嵌入强度会通过经济增长速度抑制云南省资源型产业的碳排放量，这与研究假设 H<sub>3</sub> 相悖。出现这种不一致结果的原因可能是，在嵌入全球价值链过程中，云南省资源型产业经济的增长越来越依赖产业结构的调整、技术进步、清洁能源的使用以及出口规模的扩大等。云南省资源型产业出现的这种现象也印证了“气候问题既是环境问题，也是发展问题，但归根结底是发展问题，要由发展来解决”这一经典论断。

最后，从间接结构效应来看，当全球价值链嵌入强度低于 0.2573 时，产业结构对云南省资源型产业碳排放量影响弹性为-98.3120，且在 1%的水平下显著。而当全球价值链嵌入强度高于 0.2573 时，其对碳排放量的影响弹性为-181.1946，且通过了 1%水平的显著性检验，这就表明参与全球价值链能通过影响产业结构进而减少云南省资源型产业的碳排放量，并且高水平的全球价值链嵌入强度通过产业结构对产业减排效果更明显，研究假设 H<sub>4</sub> 得证。

## 5、结论与对策建议

文章的实证结果表明：第一，从直接效应来看，嵌入全球价值链能减少云南省资源型产业经济碳排放量，且效果显著。技术效应和结构效应都对二氧化碳排放量起到抑制作用。规模效应不仅没有增加碳排放量，反而减少了经济碳排放量。第二，从间接效应来看，全球价值链嵌入程度越高，参与全球价值链通过能耗强度、经济增长速度和产业结构对减少云南省资源型产业碳排放量的效果越好。基于上述实证结果，我们提出以下几点对策建议。

第一，积极融入全球价值链，并实现在价值链环节上的攀升。政府要结合本省资源型产业的特点出台适合其发展的产业政

---

策，为企业发展创造良好的政治、经济和法律环境，积极推动和促进资源型产业与国内价值链及全球价值链的对接；资源型产业在嵌入全球价值链的过程中要更加注重企业自身的技术升级，通过技术进步来减少企业的碳排放量。

第二，加快资源型产业结构的调整和转型升级。《云南省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》指出，云南省坚定走开放型、创新型和高端化、信息化、绿色化的发展新路子，集中支持事关发展全局的传统工业改造升级，并指出烟草、冶金、化工、能源等资源型产业是传统优势产业改造升级的重点。因此要优化资源型产业的内部结构，对资源型产业进行技术改造，促进产业结构升级，实现低碳经济。

第三，优化能源结构，提高能源利用率。云南省电力资源丰富，但消费比例并不高，要优化云南省资源型产业的能源消费结构，逐步降低煤炭在能源消费中的主导地位，提高产业对电力的消费比例，进而降低产业的碳排放量；积极推进能源利用技术和节能减排技术的应用与推广，如清洁煤技术，倡导能源的循环利用，降低能源的消耗量，进而减少碳排放量，从而改善环境质量。

第四，完善政策机制，倡导节能减排。政府要制定低碳经济政策，并且要将其列入企业经济整体规划考核中，定期对各个企业单位进行检查督导，对超标的企业给予处罚、责令整改或停止生产，对未超标的企业要加大扶持力度，做到奖惩分明，积极倡导低碳、绿色经济；政府要积极培养和引进专业性的技术人才，让其投身于企业生产的前线，对企业的低碳技术进行监督和指导；政府还要增加对资源型产业的科研投入，积极引进国内外先进的技术和设备，鼓励企业低碳生产。

#### [参考文献]:

[1]Grossman G M, Kruger A B. Environmental impact of a North American free trade agreement[R]. Massachusetts: National Bureau of Economic Research Working Paper, 1991.

[2]Shafik N B, Bandyopadhyay S. Economic growth and environment quality: Time series and cross-country evidence[R] . Washington, DC: World Bank, 1992 .

[3]Cole M, Rayner A J, Bates J M. The environmental Kuznets curve: An empirical analysis[J]. Environment and Development Economics, 1997, 2: 401-416 .

[4]Ankarhem M. A dual assessment of the environmental Kuznets curve : The case of Sweden [EB/OL] . [2005-05-30].  
[https://www.researchgate.net/publication/5098047\\_A\\_Dual\\_Assessment\\_of\\_the\\_Environmental\\_Kuznets\\_Curve\\_The\\_Case\\_of\\_Sweden](https://www.researchgate.net/publication/5098047_A_Dual_Assessment_of_the_Environmental_Kuznets_Curve_The_Case_of_Sweden) .

[5]李国志,李宗植. 二氧化碳排放与经济增长关系的EICC检验——对我国东、中、西部地区的一项比较[J]. 产经评论, 2011 (6) : 139-151.

[6]吴文洁, 王小妮. 陕西碳排放与经济增长关系研究——基于“EKC”与“脱钩”，理论[J]. 西南石油大学学报（社会科学版），2011（6）：69-75.

[7]彭星, 李斌. 全球价值链视角下中国嵌入制造环节的经济碳排放效应研究[J]. 财贸研究, 2013（6）：18-26.

[8]Wyckoff A M, Roop J M. The embodiment of carbon in imports of manufactured products: Implications for international agreements on greenhouse gas emissions[J]. Energy Policy, 1994: 22 (3) : 187-194.

- 
- [9]Weber C L, Peters G P, Guan D, et al . The contribution of Chinese exports to climate change[J]. Energy Policy, 2008, 36 (9) : 3572-3577.
- [10]许广月, 宋德勇. 我国出口贸易、经济增长与碳排放关系的实证研究[J]. 国际贸易问题, 2010 (1) : 74-79.
- [11]王天凤, 张璐. 出口贸易对我国碳排放影响之研究[J]. 国际贸易问题, 2011 (3) : 89-98.
- [12]Shrestha R M, Timilsina G R. Factors affecting CO<sub>2</sub> intensities of power sector in Asia: A divisia decomposition analysis[J]. Energy Economics, 1996, 18 (4) : 283-293.
- [13]Wang T, Waston J. Scenario analysis of China' s emissions pathways in the 21st Century for low carbon transition[J]. Energy Policy, 2010, 38 (7) : 3537-3546 .
- [14]Moran M A T, Gonzdlez P D R. A combined input-output and sensitivity analysis approach to analyses sector linkages and CO<sub>2</sub> emissions[J]. Energy Economics, 2007, 29 (3) : 578-597.
- [15]郭朝先. 中国碳排放因素分解: 基于 LMDI 分解技术[J]. 中国人口·资源和环境, 2010 (12) : 4-9.
- [16]张少华, 陈浪南. 经济全球化对我国能源利用效率影响的实证研究—基于中国行业面板数据[J]. 经济科学, 2009 (1) : 102-111.
- [17]李斌, 彭星. 中国对外贸易影响环境的碳排放效应研究——引入全球价值链视角的实证分析[J]. 经济与管理研究, 2011 (7) : 40-48.
- [18]王玉燕, 王建秀, 阎俊爱. 全球价值链嵌入的节能减排双重效应研究——来自中国工业面板数据的经验研究[J]. 中国软科学, 2015 (8) : 148-162.
- [19]彭水军, 余丽丽. 全球生产网络中国际贸易的碳排放区域转移 效应研究[J]. 经济科学, 2016 (5) : 58-70.
- [20]彭星. 全球价值链视角下我国嵌入制造环节的空间碳排放效应研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2012.
- [21]Evenson R E, Westphal L E. Technological change and technology strategy[M]// Behrman J R, Srinivasan T N. Handbook of Development Economics. Amsterdam: North-Holland, 1995 .
- [22]Humphrey J, Schmitz H. How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters?[J]. Regional Studies, 2002, 36 (9) : 1017-1027 .
- [23]Bernard A B, Jensen J B, Lawrence R Z. Exporters, jobs and wages in U.S. Manufacturing: 1976-1987[R] . Brooking Papers on Economic Activity: Microeconomics, 1995 (12) : 67-119 .
- [24]Loecker J D. Do exports generate higher productivity? Evidence from Slovenia[J]. Journal of International Economics, 2007, 73 (1) : 69-98.

---

[25]王玉燕, 林汉川, 吕臣. 全球价值链嵌入的技术进步效应——来自中国工业面板数据的经验研究[J]. 中国工业经济, 2014 (9) : 65-77.

[26]Copeland B R, Taylor M S. Trade and the environment: Theory and evidence[J]. Canadian Public Policy, 2003, 6 (3) : 339-365.

[27]Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93 (2) : 345-368.

[28]Hummels D, Ishii J, Yi K M. The nature and growth of vertical specialization in world trade[J]. Journal of International Economics, 2001, 54 (1) : 75-96.