

基于投入产出方法的中国旅游部门间接碳排放分解研究*

张婷, 胡传东, 张述林

(重庆师范大学 地理与旅游学院, 重庆 401331)

摘要: 鉴于目前关于旅游部门间接碳排放分解的研究较少, 运用里昂惕夫投入产出模型, 将旅游部门间接碳排放量分解为自给效应、反馈效应、自溢效应和溢出效应, 研究了中国旅游部门间接碳排放的结构特征与成因。分析结果表明: 铁路旅客运输和航空旅客运输属于自给效应比重最大的部门, 制定减少间接碳排放措施首先应考虑能源结构、能源效率和碳强度; 旅行社和星级饭店属于溢出效应比重最大的部门, 制定减少间接碳排放措施, 要找准上游能源与资源供给部门的减排环节; 旅游餐饮属于自溢效应最大的部门, 同时旅游餐饮的反馈效应在5个部门中最大, 制定减少旅游餐饮间接碳排放措施, 应注重旅游餐饮与下游部门的关系。

关键词: 旅游部门; 间接碳排放; 分解; 效应

中图分类号: O221.6

文献标志码: A

文章编号: 1672-6693(2015)04-0167-06

旅游业节能减排既是当前国内外学界研究的热点, 也是业界实践的难点。对旅游部门间接碳排放的内部结构以及排放引起的系列效应进行研究, 制定旅游业节能减排措施与标准, 对中国特色的低碳旅游发展有重要意义。因此, 研究旅游部门的节能减排有必要分解旅游部门间接碳排放量内部成分。

目前, 关于间接碳排放分解的研究方法并不多, 大多集中碳排放测算研究。徐国泉等在 Kaya 恒等式的基础上, 利用 LMDI 分解法测算中国的碳排放^[1]; 谭丹等在估算基础能源(煤、石油、天然气)的碳排放系数基础上, 与能源消耗统计数据结合进行碳排放估算^[2]; 徐大丰在文献^[2]的研究基础上, 对中国生活、生产领域和各行业、各地区碳排放进行测算^[3]。这些方法的重点都在碳排放的测算上, 较少考虑分解间接碳排放, 本文试图运用投入产出方法将旅游部门的间接碳排放进行深层次的分解。

关于投入产出的分析在国内外的碳排放研究中较为常见。马查多等测度了巴西国际贸易中的碳排放量, 结果表明: 1995年巴西全部非能源类出口产品(以制造业产品为主)的间接二氧化碳排放量非常大^[4]; 维森特阿尔坎塔拉等测算了西班牙服务业的间接碳排放量, 发现西班牙服务业间接碳排放量较大, 批发零售贸易业最为显著, 主要体现为服务业最终需求对其他产业二氧化碳排放的溢出部分^[5]; 罗德里格斯等利用投入产出分析法研究了碳排放间接效应的转移, 并提出了新的计算消费者和生产者责任减排的方法^[6]。

在国内研究中, 运用投入产出法研究间接碳排放的文章较少, 具有代表性的是袁宇杰运用投入产出法, 核算了2007年中国旅游业间接碳排放量为44.41 MtC, 占终端能源间接消耗产生碳排放总量的2.93%^[7]; 孙健卫等基于区域投入产出分析, 研究了生产我国国民最终消费的产品量所引起的间接碳排放量, 进一步分析了碳足迹与各部门之间的碳关联^[8]; 张智慧等利用投入产出法计算2002年、2005年和2007年建筑业的间接碳排放量, 得出建筑业对其他行业的拉动量, 表现为2007年建筑业对其他行业拉动量影响最大的行业是金属冶炼及压延加工业、非金属矿物制品业^[9]。以上研究的重点均放在利用投入产出模型分析旅游业或其他行业的碳排放规律及特点方面, 主要表现为利用消耗系数计算间接能源消耗, 以及旅游业某部门的碳排放, 没有考虑到运用投入产出法进一步分解旅游部门的间接碳排放结构特征。

因此, 目前关于旅游部门间接碳排放的研究存在两个不足: 旅游部门间接碳排放的研究方法较少, 尤其是关于分解旅游部门间接碳排放的研究; 运用投入产出模型对旅游部门碳排放进行分析的研究较多, 但是运用投入

* 收稿日期: 2014-05-06 修回日期: 2015-03-20 网络出版时间: 2015-4-20 09:30

资助项目: 国家社科基金(No. 10BGL046); 重庆市社会科学规划项目(No. 2010YBZH55); 重庆师范大学基金项目(No. 10XLB010); 重庆市自然科学基金(No. CST2010BB7088)

作者简介: 张婷, 女, 研究方向为旅游经济管理与战略管理, E-mail: zhangting0742@126.com; 通信作者: 胡传东, 副教授, E-mail: hchd85@126.com

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.n.20150420.0930.003.html>

产出模型进一步分解旅游部门间接碳排放的研究存在空白点。本文运用里昂惕夫投入产出模型,将旅游部门间接碳排放量分解为自给效应、反馈效应、自溢效应和溢出效应,厘清旅游部门间接碳排放构成,直观反映了我国旅游部门间接碳排放特征及效应。

根据投入产出表的部类结构和消耗系数的计算结果,本文研究的旅游部门主要包括铁路(铁路旅客运输)、旅游业(旅行社)、餐饮业(旅游餐饮)、住宿业(星级饭店)与航空(航空旅客运输)5个部门。其中,本文的铁路部门特指在铁路交通运输中与旅游业相关的铁路旅客运输,简称铁路旅客运输部门。旅游业主要指旅行社的活动,即为社会各界提供商务、组团和散客旅游的服务,包括向顾客提供咨询、旅游计划和建议、日程安排、导游、食宿和交通等。根据《2007年投入产出表》对部门的解释,本文的住宿业主要指星级饭店。航空部门特指在航空交通运输中与旅游业相关的航空旅客运输,简称航空旅客运输部门。

1 模型介绍及数据处理

1.1 投入产出模型

投入产出模型可以测算各部门直接消耗系数与间接消耗系数,以及相应的直接与间接排放量,并将旅游部门的间接碳排放量进行分解,进而分析旅游部门间接碳排放内部构成以及与其他部门之间的关系。

根据 Leontief 模型:

$$\begin{bmatrix} A^{ee} & A^{em} \\ A^{me} & A^{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x^e \\ x^m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y^e \\ y^m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x^e \\ x^m \end{bmatrix}, \quad (1)$$

则总产出为:

$$\left\{ \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A^{ee} & A^{em} \\ A^{me} & A^{mm} \end{bmatrix} \right\}^{-1} \begin{bmatrix} y^e \\ y^m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y^e \\ y^m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x^e \\ x^m \end{bmatrix}. \quad (2)$$

结合(1),(2)式可得:

$$\begin{bmatrix} A^{ee} & A^{em} \\ A^{me} & A^{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B^{ee} & B^{em} \\ B^{me} & B^{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y^e \\ y^m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y^e \\ y^m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x^e \\ x^m \end{bmatrix}. \quad (3)$$

令 $y^e = 0, A = A_D + A_0, A_D$ 代表的是 $(n \times n)$ 阶,主对角线为 A ,其余元素为 0 的对角矩阵; A_0 代表的是 A 矩阵中剩余的部分,主对角线为 0;由此,可以得出:

$$\left\{ \begin{bmatrix} A_D^{ee} & 0 \\ 0 & A_D^{mm} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_0^{ee} & A_0^{em} \\ A_0^{me} & A_0^{mm} \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} B^{ee} & B^{em} \\ B^{me} & B^{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ y^m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_m^e \\ X_m^m \end{bmatrix}. \quad (4)$$

求解得:

$$A_D^{ee} B^{em} y^m + A_0^{ee} B^{em} y^m + A_0^{em} B^{mm} y^m = X_m^e, \quad (5)$$

$$A_D^{mm} B^{mm} y^m + A_0^{me} B^{em} y^m + A_0^{mm} B^{mm} y^m + y^m = X_m^m, \quad (6)$$

其中,(5)式代表因旅游部门的最终需求导致其他部门进行的生产过程,即:旅游部门的最终需求的溢出部分,本文称为溢出效应(spillover effect),用 S 表示;(6)式等号右侧的向量代表旅游部门为满足最终需求而进行的生产;等号左侧由 4 部分构成: $A_D^{mm} B^{mm} y^m$ 为旅游部门因自身的最终需求引起的投入量,即旅游部门的自给效应(own effect),用 E 表示; $A_D^{mm} B^{mm} y^m$ 为旅游部门因最终需求引起对其他部门的投入量,即旅游部门的反馈效应(feedback effect),用 F 表示; $A_0^{mm} B^{mm} y^m$ 为旅游部门之间的相互需求情况,即旅游部门的自溢效应(intra overflow effect),用 I 表示; y^m 为旅游部门的最终需求情况,即旅游部门的直接效应(direct demand effect),用 D 表示。

结合(6)式与旅游部门单位产值的碳排放量,将旅游部门的总碳排放量进行分解。碳排放量的直接效应 $D = C_m^m y^m$,通过对角化 y^m ,旅游部门碳排放量的直接效应 $t^1 D = C_m^m y^m$;碳排放量的自给效应 $E = C_m^m A_D^{mm} B^{mm} y^m$,旅游部门的自给效应 $t^1 = C_m^m A_D^{mm} B^{mm} y^m$;碳排放量的反馈效应 $F = C_m^m A_0^{me} B^{em} y^m$,则旅游

表 1 数学符号的定义

数学符号	定义
	A^{ee} 为旅游部门的直接消耗系数矩阵;
	A^{em} 为其他部门的直接消耗系数矩阵;
$\begin{bmatrix} A^{ee} & A^{em} \\ A^{me} & A^{mm} \end{bmatrix}$	A^{me} 为旅游部门对其他部门的直接消耗系数矩阵;
	A^{mm} 为其他部门对旅游部门的直接消耗系数矩阵。
	B^{ee} 为旅游部门的完全需求系数矩阵;
$B = (I - A)^{-1} =$	B^{em} ;其他部门的完全需求系数矩阵;
$\begin{bmatrix} B^{ee} & B^{em} \\ B^{me} & B^{mm} \end{bmatrix}$	B^{me} ;旅游部门对其他部门的完全需求系数矩阵;
	B^{mm} ;其他部门对旅游部门的完全需求系数矩阵。
$X = [x^e \ x^m]^T$	X 代表总产量向量, x^m 表示旅游部门的总产出;
	x^e 为其他部门的总产出。
$Y = [y^e \ y^m]^T$	Y 为代表最终需求量, y^m 为旅游部门的最终需求;
	y^e 代表其他部门的最终需求。
C^m	C^m 为旅游部门单位碳排放量。
C^e	C^e 其他各行业部门的单位碳排放量。
X_m^e	X_m^e 其他部门为满足旅游部门 y^m 的生产额。
X_m^m	X_m^m 旅游部门为满足自身 y^m 的生产额。
‘;’	‘为转置;’为对角化。

部门的反馈效应 $t'F = C^{m'}A_o^{me}B^{em}y^m$;碳排放量的自溢效应 $I = C^{m'}A_o^{mm}B^{mm}y^m$,则旅游部门的自溢效应 $t'I = C^{m'}A_o^{mm}B^{mm}y^m$;碳排放量的溢出效应 $S = C^{e'}(A_D^{e}B^{em}y^m + A_o^{e}B^{em}y^m + A_o^{em}B^{mm}y^m)$,则旅游部门的溢出效应 $t'S = C^{e'}(A_D^{e}B^{em} + A_o^{e}B^{em} + A_o^{em}B^{mm})y^m$ 。

综上所述,由最终需求引起的旅游部门间接碳排放量(IE)由 4 部分组成,即自给效应(E)、反馈效应(F)、自溢效应(I)和溢出效应(S)。

1.2 数据来源

1.2.1 旅游部门消耗系数 在《中国投入产出表 2007》(135 个部门)的基础上,通过合并与分解,编制出旅游业投入产出表,以此计算中国旅游部门的直接消耗系数和完全消耗系数。在旅游业投入产出表中,直接消耗系数的排位与完全消耗系数基本一致^[10],位于前 5 位的分别是铁路旅客运输、旅行社、旅游餐饮^[11]、星级饭店与航空旅客运输,且变化幅度明显;而第 5 名以后的直接消耗系数和完全消耗系数的曲线近乎平行,变化幅度较小。所以本文研究的旅游部门主要包括铁路旅客运输、旅行社、旅游餐饮、星级饭店和航空旅客运输 5 个部门(图 1)。

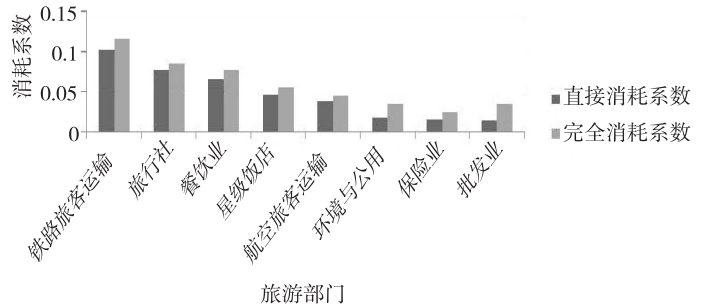


图 1 旅游部门直接消耗、完全消耗系数

其中,碳排放计算公式为 $C = \sum e_i F_i / X$ ^[12];C 代表某一行业的单位产值碳排放, e_i 为某一行业的 i 种能源消费量, F_i 为 i 种能源的碳排放系数, X 为某一行业的总产值。各种能源单位碳排放量可以折合成标准煤,折合标准参见表 2。

1.2.2 旅游单位产值碳排放量 根据《2007 年铁道统计公报》,2007 年我国铁路的旅客收入(指票价收入)为 82 393 万元^[13];据《中国能源统计年鉴 2008》,2007 年交通运输的能源消耗总量为 20 643.37 万 t 标准煤^[14];据《中国投入产出表 2007》,2007 年交通运输总产值为 317 001 113 万元^[15]。若以铁路旅客运输总产值占交通运输总产值的比例为权重,乘以交通运输能源消耗总量,即为铁路旅客运输能源消耗量^[16];再根据单位碳排放量计算公式和折标系数,即可计算出铁路旅客运输单位产值的碳排放量为 5.8 t 标煤/万元。同理,可以计算旅行社、旅游餐饮、星级饭店、航空旅客运输的单位产值碳排放量(表 3)。

表 2 能源碳排放量折标系数

能源名称	原煤	焦炭	原油	汽油	煤油	柴油	燃料油
折标准煤系数	0.714 3	0.971 4	1.428 6	1.428 6	1.471 4	1.457 1	1.428 6

注:来源于《综合能耗计算通则》(GB/T2589—2008)

表 3 2007 年旅游部门单位产值碳排放量

部门	铁路旅客运输	旅行社	旅游餐饮	星级饭店	航空旅客运输
单位产值碳排放	5.8	0.1	0.3	3.4	0.6

1.3 实证分析及结果

结合上述公式,将旅游部门间接碳排放量分解为自给效应、反馈效应、自溢效应和溢出效应 4 部分,以便进一步分析旅游部门间接碳排放量的结构与成因。运用 Matlab 计算软件来测算和分析旅游部门各效应结果及特征(表 4)。

表 4 旅游部门间接碳排放效应分解

	铁路旅客运输	旅行社	旅游餐饮	星级饭店	航空旅客运输	合计
自给效应 E	3.5	0.57	0.09	0.49	1.19	5.84
反馈效应 F	0.0083	0.04	0.13	0.02	0.03	0.23
自溢效应 I	0.085	0.38	0.24	4.28	0.66	5.65
溢出效应 S	0.26	0.8	0.04	4.76	0.7	6.56
间接碳排放	3.86	1.79	0.5	9.55	2.58	18.28

通过对自给效应的分析,发现铁路旅客运输和航空旅客运输的自给效应占总自给效应的比重分别为 59.93%, 20.38%,两者所占比重高达 80.76%,这意味着在减少旅游部门自给效应方面,重点可以从铁路旅客运输和航空旅客运输部门着手。在反馈效应的分析中,铁路旅客运输、旅行社、旅游餐饮、星级饭店和航空旅客运输的反馈效应占总反馈效应的比重分别为 3.62%,17.39%,56.52%,8.7%,13.67%,排名第一的是旅游餐饮,旅游餐饮所占比重远远超过其他 4 个部门,可见减少旅游餐饮的反馈效应对总的反馈效应的减少具有重要作用。

在自溢效应和溢出效应的分析中,星级饭店皆排名第一,星级饭店的自溢效应占总自溢效应的 75.75%,溢出效应占总溢出效应的 72.56%;可见星级饭店在自溢效应和溢出效应中占有绝对性比重,减少旅游部门的自溢

效应和溢出效应,离不开对星级饭店的自溢效应和溢出效应的控制。在四大效应的比较中,自给效应、自溢效应和溢出效应占间接碳排放的比重分别是 31.95%,30.91%,35.88%,近乎三足鼎立局面,而反馈效应占间接碳排放比重仅为 1.26%,远远低于其他三大效应,因此,在减少间接碳排放时,既要全面控制旅游部门的间接碳排放量,又要根据旅游部门间接碳排放的分布特点,有针对性地采取减排措施。

在铁路旅客运输的间接碳排放中,自给效应占铁路旅客运输间接碳排放比重为 90.6%,远远大于其他效应;这表明铁路旅客运输产生间接碳排放的主要原因在于自身需求大,从而引起间接碳排放量的增加^[17]。

旅行社的溢出效应最大,占其间接碳排放的 44.7%;自给效应和自溢效应紧随其后,分别占旅行社间接碳排放的 31.8%和 21.2%。这意味着旅行社的间接碳排放主要由三大因素引起,影响程度依次递减;其他部门为了满足旅行社的需求而进行生产引起的碳排放量,旅行社为了满足自己的需求进行投入所产生的碳排放量,旅行社为满足自身需求对其他部门的投入所产生的碳排放量。根据这 3 个因素在旅行社间接碳排放中的比重,说明旅行社的间接碳排放构成除了与自身在生产、生活中产生的碳排放有关^[18-19],还具有一定的后向关联性。

旅游餐饮的间接碳排放的前 3 名依次为自溢效应、反馈效应和自给效应,分别占间接碳排放的 48%,26%,18%。旅游餐饮的自溢效应占旅游餐饮间接碳排放的比例高达 48%,说明旅游餐饮间接碳排放增加的主要原因是由于其他旅游部门为了满足旅游餐饮的需要而产生的碳排放量。旅游餐饮的反馈效应高于自给效应,排名第二,这暗示其他部门在满足旅游餐饮进行生产的过程中,将旅游餐饮的部门产品作为原材料投入生产,这期间产生的碳排放最终责任归于旅游餐饮的间接碳排放中。可见,旅游餐饮对其他部门的需求量大、依赖程度高,旅游餐饮的间接碳排放除了与其他旅游部门的最终产品有关,还具有一定的前向关联性。

星级饭店的溢出效应和自溢效应占绝对优势,分别占星级饭店的间接碳排放的 50%和 45%,说明星级宾馆的间接碳排放主要由于其他部门(旅游或非旅游部门)的生产、生活产生的碳排放量;由此可见星级饭店极强的产业关联性^[20],在制定减排措施与政策时,应有更为开放的视野^[21]。航空旅客运输的自给效应排名第一,占航空旅客运输间接碳排放的 46%,溢出效应和自溢效应分别占航空旅客运输间接碳排放的 27%和 26%;表明航空旅客运输间接碳排放主要由于其自身生产、生活引起的碳排放量所致;同时在其他部门(旅游或非旅游部门)的碳排放量中,由于航空旅客运输引起的碳排放量也不容忽视。

2 结论

1) 铁路旅客运输和航空旅客运输自给效应最大,应从自身情况减少间接碳排放。铁路旅客运输和航空旅客运输分别占间接碳排放的 89%和 46%,属于自给效应比重最大的部门,说明铁路旅客运输和航空旅客运输间接碳排放大部分是在自身生产、生活的过程中引起的。因此针对减少间接碳排放的措施,首先考虑从其自身的能源结构、能源效率和碳强度出发。

在能源结构上增加可再生能源的使用,如增加氢能在航空中的使用,加大太阳能热、太阳能光伏发电、地热能等在铁路行业中应用。在能源效率方面,铁路方面可以加大节约技改投入,控制铁路运输能耗,增加电气化铁路的比重;航空方面可以从选材、减重、降低飞机污染排放着手,采用先进的气动布局,开发绿色新工艺,提升飞机的升阻比,降低燃油消耗,在理论研究上建立飞机经济性能的模型,开发区域导航和 RNP 导航功能。在碳强度方面,在铁路和航空部门都尽量使用低碳食物,降低生活碳排放。

2) 旅行社和星级饭店溢出效应最大,应找准上游能源与资源供给部门的减排环节。旅行社和星级饭店分别占间接碳排放的 48%和 50%,属于溢出效应比重最大的部门,反映出旅行社和星级饭店虽然本身的碳排放较少,但是引致的其他部门碳排放量大。就当前形势来看,应首先提高能源利用效率,降低对其他行业碳排放的溢出效应。所以在制定减排政策与措施时,要充分认识到该类部门的最终消费性及强烈的产业关联性,重视部门自律与节能的同时,找准上游能源与资源供给部门的减排环节,因势利导,达到共同绿色发展的目的。

为了减少对其他部门引致的碳排放,旅行社可以转变经营方式和产品开发模式,慎重选择目的地和安排旅游路线,重点开发符合低碳理念的旅游吸引物;在组合产品要素过程中,将低碳意识融合到供应链中,促进减排行为成为全价值链的整体行为,达到减排最大化;尤其是在选择旅游交通时,尽量减少因换乘引起的碳排放。星级饭店可以从建筑装修、材料采购方面着手,在建筑装修上,使用新型建筑材料和设备,积极推动智能化;在材料选择中,优先选择合适了的低碳食物,关注供应商提供因提供商品而在生产、运输、储存等过程中的碳排放。

3) 旅游餐饮自溢效应最大,应注重旅游餐饮与下游部门的关系。旅游餐饮占间接碳排放的 48%,属于自溢效应最大的部门,说明旅游餐饮引致其他旅游部门碳排放量大。值得关注的是,旅游餐饮的反馈效应占间接碳排放的 26%,所占比重仅次于自溢效应,同时旅游餐饮的反馈效应在 5 个部门的反馈效应中最大。

可见,在制定减少旅游餐饮间接碳排放措施时,应注重旅游餐饮与下游部门的关系,尤其是涉及到的其他旅

游部门。旅游餐饮可以减少食品包装,树立包装再回收理念;引用低碳设备,采用触摸电子屏菜谱,减少由于采用纸张菜谱引起的碳排放。

4) 旅游部门间接碳排放的内部差异特征显著,差异成因各不相同。在绿色发展的过程中,既要分门别类和因地制宜地制定和实施节能减排措施,也要从更大的产业系统来进行顶层设计和调控。由于旅游部门较强的关联性、消费性和带动性,且前向关联与后向关联均有涉及,因此,旅游部门节能减排任务不仅要旅游部门来承担,还应当分解到相关能源与资源产业乃至整个产业链当中去^[22]。

参考文献:

- [1] 徐国泉,刘则渊,姜兆华. 中国碳排放的因素分解模型及实证分析:1995—2004[J]. 中国人口·资源与环境,2006,16(6):158-161.
Xu G Q, Liu Z Y, Jiang Z H. Decomposition model and empirical study of China carbon emissions: 1995—2004[J]. China Population, Resources, Environment, 2006, 16(6): 158-161.
- [2] 谭丹,黄贤金. 中国东、中、西部地区经济发展与碳排放的关联分析与比较[J]. 中国人口·资源与环境,2008,18(3):54-57.
Tan D, Huang X J. Comparison and correlation analysis China east, medium, western area economic development and carbon emissions[J]. China Population, Resources, Environment, 2008, 18(3): 54-57.
- [3] 徐大丰. 中国碳排放的结构分析[J]. 经济纵横,2010(8):76-78.
Xu D F. Analysis of the structure China carbon emissions [J]. Economic Aspect, 2010(8): 76-78.
- [4] Machado G, Schaeffer R, Worrell E. Energy and carbon embodied in the international trade of Brazil: an input-output approach [J]. Ecological Economics, 2001(39): 409-424.
- [5] Alcantara A, Padilla E. Input-output subsystems and pollution: an application to the service sector and CO₂ emissions in Spain [J]. Ecological Economics, 2009(68): 905-914.
- [6] Rodrigues J, Domingos T, Giljum S, et al. Designing an indicator of environmental responsibility [J]. Ecological Economics, 2007, (59): 256-266.
- [7] 袁宇杰. 中国旅游间接能源消耗与碳排放的核算[J]. 旅游学刊, 2013, 28(10): 71-80.
Yuan Y J. China's tourism indirect calculation of energy consumption and carbon emissions [J]. Tourism Tribune, 2013, 28(10): 71-80.
- [8] 孙健卫, 陈志刚, 赵荣钦, 等. 基于投入产出分析的中国碳排放足迹研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 5(10): 28-34.
Sun J W, Chen Z G, Zhao R Q, et al. Based on input-output analysis of China's carbon emissions footprint [J]. China Population, Resources and Environment, 2010, 5(20): 28-34.
- [9] 张智慧, 刘瑞劫. 基于投入产出分析的建筑业碳排放核算[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2013, 1(53): 53-57.
Zhang Z H, Liu R J. Based on input-output analysis the construction of carbon accounting [J]. Journal of Tsinghua University: Science and Technology, 2013, 1(53): 53-57.
- [10] 宋增文. 基于投入产出模型的中国旅游业产业关联度研究[J]. 旅游科学, 2007(2): 7-13.
Song Z W. Based on the input-output model, China's tourism industry correlation research [J]. Tourism Science, 2007, 21(2): 7-13.
- [11] 李江帆, 李冠霖. 旅游业的产业关联和产业波及分析——以广东为例[J]. 旅游学刊, 2006, 16(3): 21-25.
Li J F, Li G L. Analysis of the case of Guangdong industrial relationship and spread in tourism industry [J]. Tourism Tribune, 2006, 16(3): 21-25.
- [12] 全国能源基础与管理标准化技术委员会. 综合能耗计算通则(GB/T2589)[R]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
National Standardization Technical Committee on Energy Management. Comprehensive energy consumption calculation rules (GB/T2589) [R]. Beijing: China Standard Press, 2008.
- [13] 中华人民共和国铁道部. 2007年铁道统计公报[Z]. 铁道部统计中心, 2008.
The ministry of railways of the People's Republic of China. Railways statistics bulletin in 2007 [Z]. Statistics Center of Railway Ministry, 2008.
- [14] 国家统计局工业交通统计司, 国家发展和改革委员会能源局. 中国能源统计年鉴 2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.
The Department of Industry and Traffic Statistics of State Statistics, Energy Bureau of National Development and Reform Commission. China's energy statistics yearbook in 2008 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2008.
- [15] 国家统计局国民经济核算司. 中国投入产出表 2007 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2009.
The National Bureau of Statistics Division of National Economic Accounting. China input-output tables in 2007 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2009.
- [16] 潘省初, 冯媛, 周玲瑶. 基于 2002《国民经济行业分类》国家标准的投入产出序列表的研制 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
Pan S C, Feng Y, Zhou L G. The development of the national standard of input and output based on the 2002 national standard in classification of economic sectors [M]. Beijing: China Statistics Press, 2004.
- [17] 魏艳旭, 孙根年, 马丽君, 等. 中国旅游交通碳排放及地区差异的初步估算 [J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2012, 40(2): 76-85.
Wei Y X, Sun G N, Ma L J, et al. Preliminary estimates Chinese tourist traffic and regional differences in carbon emissions [J]. Journal of Shaanxi Normal University: Nat-

ural Science Edition, 2012, 40(2): 76-85.

- [18] 是丽娜, 王国聘. 低碳经济背景下旅行社发展方式的转型[J]. 旅游经济, 2012(5): 141-145.

Shi L N, Wang G P. The transformation of development mode of travel agency under the background of low carbon economy[J]. Tourism Economy, 2012(5): 141-145.

- [19] 李鹏, 杨桂华, 郑彪, 等. 基于温室气体排放的云南香格里拉旅游线路产品生态效率[J]. 生态学报, 2008(5): 2207-2219.

Li P, Yang J H, Zheng B, et al. The efficiency of product eco tourist line in Yunnan Shangri-La based on greenhouse gas emissions [J]. Journal of Ecology, 2008 (5): 2207-2219.

- [20] 张玲, 王尔大. 饭店低碳行为的内部驱动因素研究[J]. 旅游学刊, 2013, 3(28): 73-79.

Zhang L, Wang E D. Study on driving factors of internal Hotel low carbon behavior[J]. Tourism Tribune, 2013, 3(28): 73-79.

- [21] 李鹏, 黄继华, 莫延芬, 等. 昆明市四星级饭店住宿产品碳排放的计算域分析[J]. 旅游学刊, 2010(3): 27-34.

Li P, Huang J H, Mo Y F, et al. Analysis of the computational domain four Star Hotel accommodation product carbon emissions in Kunming city[J]. Tourism Tribune, 2010(3): 27-34.

- [22] 石敏俊, 王妍, 张卓颖等. 中国各省区碳足迹与碳排放空间转移[J]. 地理学报, 2012(10): 1327-1338.

Shi M J, Wang Y, Zhang Z Y, et al. Chinese provinces of carbon footprint and carbon emission space transfer[J]. Journal of Geographical Sciences, 2012(10): 1327-1338.

Research on the Indirect Carbon Decomposition of Tourism Sector in China Based on Input-output Method

ZHANG Ting, HU Chuandong, ZHANG Shulin

(School of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract: In light of the current study of tourism sector indirect carbon decomposition, using input-output model, this study decompose the indirect carbon emissions into four big effects, such as Own Effect, Feedback Effect, Intra Spillover Effect and Spillover Effect, and analyzed the indirect carbon emissions of tourism industry of China and its structure characteristics. Analysis results show that: (1) the railway passenger and air passenger are high percentage of own effect, so we formulate measures to reduce the indirect emissions. At first we should consider from its energy structure, energy efficiency and carbon intensity. (2) the travel agency industry and the hotel are high percentage of spillover effect, in order to reduce the indirect carbon we should look for the reduction of energy and resources supply departments upstream link. (3) tourism catering is a high percentage of intra spillover effect, at the same time the largest proportion of the feedback effect feedback effect is tourism catering in five departments; Thus we should pay attention to tourism catering and downstream sectors to reduce tourism catering indirect emissions rules.

Key words: China's tourism sector; indirect emissions; decomposition; effect

(责任编辑 陈 琴)