

四川省旅游业碳排放脱钩效应分析

余依萍

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2022年7月5日; 录用日期: 2022年7月31日; 发布日期: 2022年8月9日

摘要

旅游业对气候变化的影响已经成为21世纪的一个重要课题。文章以西部典型省份四川为例, 运用“自下而上”法, 从旅游交通、住宿和旅游活动三个层面来衡量2006~2019年旅游业碳排放量, 并运用Tapio脱钩模型对其旅游经济与旅游碳排放的脱钩状态进行分析。结果显示: 四川省旅游业碳排放量整体上呈上升趋势, 由2006年的3.52 Mt上升到2019年的5.62 Mt, 年均增长率为4.8%, 其中旅游业碳排放的主要来源是旅游交通, 年均占旅游业碳排放总量的84.56%, 其次是旅游住宿和旅游活动, 分别占比为9%、6.55%。四川省旅游经济与旅游业碳排放之间以弱脱钩状态为主要特征, 即旅游经济增长的同时, 旅游业碳排放也呈现出增长的态势, 但旅游经济的增长速度比旅游业碳排放的增长速度要快得多。四川省旅游业节能减排应该注重降低旅游交通运输的碳排放量, 并通过提高能源利用率、改变游客旅游模式等来推动当地低碳旅游的发展。

关键词

旅游业, 碳排放, 旅游经济, 脱钩, 四川省

Decoupling Effect Analysis of Tourism CO₂ Emission in Sichuan Province

Yiping Yu

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jul. 5th, 2022; accepted: Jul. 31st, 2022; published: Aug. 9th, 2022

Abstract

The impact of tourism on climate change has become an important issue in the 21st century. Taking Sichuan, a typical western province, as an example, this paper uses the “bottom-up” method to measure the CO₂ emission of tourism from 2006 to 2019 from the three levels of tourism trans-

portation, accommodation and tourism activities, and analyzes the decoupling status of its tourism economy and tourism CO₂ emission using the Tapio decoupling model. The results show that the overall CO₂ emission of tourism in Sichuan Province showed an upward trend, from 3.52 Mt in 2006 to 5.62 Mt in 2019, with an average annual growth rate of 4.8%, of which the main source of CO₂ emission from tourism is tourism transportation, accounting for an average of 84.56% of the total CO₂ emission of tourism, followed by tourism accommodation and tourism activities, accounting for 9% and 6.55% respectively. The main feature of the weak decoupling between the tourism economy and the CO₂ emission of the tourism industry in Sichuan Province is that while the tourism economy is growing, the CO₂ emission of the tourism industry are also showing a growth trend, but the growth rate of the tourism economy is much faster than the growth rate of tourism CO₂ emission. The energy conservation and emission reduction of tourism in Sichuan Province should focus on reducing the CO₂ emission of tourism and transportation, and promote the development of local low-carbon tourism by improving energy utilization and changing the tourism mode of tourists.

Keywords

Tourism, CO₂ Emission, Tourism Economy, Decoupling, Sichuan Province

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

长期以来旅游业被称为“无烟产业”，《国务院关于加快发展旅游业的意见》（国发〔2009〕41号）明确指出，旅游业是一个资源消耗较低的战略产业[1]。但事实并非如此，旅游业主要是利用化石能源的消耗、温室气体的排放来影响气候的改变，根据联合国世界旅游组织等发布的结果，旅游业对全球气候变暖的贡献已经达到5%~14%，如果不采取有效的措施，在未来30年内碳排放量将会提高1.5倍[2]。国外学者 Gössling (2002)首次提出通过旅游交通、住宿以及旅游活动来测算全球旅游业的能耗及碳排放量[3]；Howitt 等(2010)借助“自下而上”方法对新西兰的国际游轮往返过程中产生的碳排放量进行了分析[4]；国内学者石培华等(2011)首次采用“自下而上”法从旅游交通、旅游住宿业和旅游活动3个方面估算了中国旅游业能源消耗及碳排放量[5]；杨莎莎等(2014)通过对桂林旅游业碳排放量进行初步估算，并结合旅游经济进行脱钩分析，研究发现旅游业碳排放与旅游经济主要呈弱脱钩关系[6]；汤姿(2015)以黑龙江为研究对象，利用“自下而上”法估算其旅游业碳排放量，并运用脱钩模型分析旅游碳排放与旅游经济之间的脱钩关系[7]。

四川作为旅游大省，自然资源丰富，人文资源多样，一直以来都很受国内外游客的青睐。要想由旅游资源大省转型为旅游经济大省，找到环境友好与经济成长的平衡点是成功转变的重要前提。因此，本文通过对四川省2006~2019年旅游业碳排放量进行测算，采用Tapio脱钩模型宏观把握旅游碳排放与旅游经济之间的脱钩状态，为当地低碳旅游的发展提供数据支持和科学依据。

2. 研究方法数据来源

2.1. 旅游业碳排放测算方法

通过对文献梳理和分析发现，当前测算旅游业碳排放比较成熟的方法包括“自下而上”和“自上而

下”法。“自上而下”法是将旅游业作为国民经济系统的部门之一，适用于国家层面或规模较大区域的碳排放测算，而“自下而上”法则适合小规模地区的碳排放测算，主要从旅游交通、住宿及旅游活动三个角度来衡量。从全球来看，旅游交通的能耗占到了旅游业总能耗的 94%，旅游交通的碳排放当量占旅游业总排放当量的 90% [8]。基于此，本文在借鉴国内外已有研究成果的基础上，采用“自下而上”方法来估算旅游业的碳排放量。计算公式如下：

$$C = C_t + C_h + C_v \quad (1)$$

式中： C 为旅游业碳排放总量， C_t 、 C_h 、 C_v 分别表示旅游交通碳排放量、旅游住宿碳排放量及旅游活动碳排放量。

另外，旅游交通碳排放 C_t 按以下公式计算：

$$C_t = \sum_{i=1}^4 X_i \cdot F_i \cdot \alpha_i \quad (2)$$

式中： X_i 为乘坐 i 类交通方式(民航、铁路、公路、水运)的旅客周转量(pkm)； F_i 为乘坐第 i 种交通方式(民航、铁路、公路、水运)的旅客周转量中旅游者的比例； α_i 为乘坐第 i 类交通工具的单位碳排放(g·pkm⁻¹)。 F_i 值分别为 13.8%、64.7%、31.6%和 10.6%， α_i 值分别为 137、27、133 和 106 g·pkm⁻¹ [9]。

旅游住宿碳排放 C_h 按以下公式计算：

$$C_h = 365H \cdot B \cdot \delta \cdot \beta \cdot 44/12 \quad (3)$$

式中： H 为旅游饭店客房的床位数； B 为客房出租率； δ 为单位床每晚能耗值(MJ/床晚)； β 为单位床每晚的碳排放量(g·CO₂/MJ)。 δ 值为 150 MJ/床晚， β 值为 43.2 g·CO₂/MJ [5]。

旅游活动碳排放 C_v 按以下公式计算：

$$C_v = \sum_{i=1}^5 P_i \cdot \gamma_i \quad (4)$$

式中： P_i 为 i 类旅游活动(观光游览、度假休闲、商务出差、探亲访友、其他)的旅游人数(p)； γ_i 为 i 类旅游活动的单位碳排放(g·p⁻¹)。 γ_i 值分别为 417、1670、786、591 和 172 g·p⁻¹ [5]。

2.2. Tapio 脱钩模型

脱钩源于物理学，起初通过经济合作与发展组织(OECD)引进到农业政策，然后由资源环境学者将其运用到环境等领域以分析经济发展与资源消耗之间的关系。本文采用 Tapio 脱钩模型来考察四川省旅游业经济增长与旅游业碳排放之间的关系(见表 1)，四川省旅游业碳排放脱钩模型为：

$$T = \frac{\% \Delta C}{\% \Delta E} \quad (5)$$

式中： T 为旅游碳排放与旅游经济之间的脱钩系数； $\% \Delta C$ 表示旅游业碳排放量的增长率； $\% \Delta E$ 表示旅游经济的增长率。

Table 1. Classification of Tapio decoupling states

表 1. Tapio 脱钩状态分类

类型	ΔC	ΔE	T	脱钩状态
负脱钩	>0	>0	>1.2	扩张性脱钩
	>0	<0	<0	强负脱钩
	<0	<0	$0 < T < 0.8$	弱负脱钩

Continued

	>0	>0	$0 < T < 0.8$	弱脱钩
脱钩	<0	>0	<0	强脱钩
	<0	<0	>1.2	衰退脱钩
连接	>0	>0	$0.8 < T < 1.2$	增长连接
	<0	<0	$0.8 < T < 1.2$	衰退连接

2.3. 数据来源

本文以 2006~2019 年为研究区间,以四川省旅游业为研究对象,其中旅客周转量、旅游人数(城镇旅游人数、农村旅游人数、入境旅游人数)等数据来源于《四川统计年鉴》;床位数、客房出租率等来源于《中国旅游统计年鉴》;观光游览、度假休闲、商务出差、探亲访友等旅游活动的人数比例来源于《旅游抽样资料》;旅游总收入(旅游外汇、国内旅游收入)来源于四川省国民经济和社会发展统计公报。

3. 实证结果与分析

3.1. 旅游交通碳排放量分析

根据式(2)可计算出旅游交通的碳排放量。由于四川省统计年鉴 2014 年对公路旅客周转量的统计范围做了一定改变,因此 2014 年的相关数据不可与往年对比(见表 2)。旅游交通碳排放量由 2006 年的 2.89 Mt 上升到 2013 年的 6.06 Mt,增长了 3.17 Mt,年均增长率为 11.47%,由 2014 年的 4.32 Mt 上升到 2019 年的 4.64 Mt,增长了 0.32 Mt,年均增长率为 1.53%。总的来说,四川省旅游交通碳排放量在 2006~2013 年呈上升趋势,在 2014~2019 年较为稳定。2006 年公路碳排放是旅游交通碳排放的主要来源,达到了 77.22%,到 2020 年占比下降到 44.22%,民航碳排放占比逐渐上升,达到了 32.72%。除此之外,铁路碳排放量虽然一直在增长,但占旅游交通碳排放总量的比例不高,而水运碳排放量是四种交通方式中碳排放贡献量最少的。

Table 2. Carbon emissions from tourism and transportation in Sichuan Province from 2006 to 2019

表 2. 2006~2019 年四川省旅游交通碳排放量

年份	民航碳排放量 /10 ⁴ t	铁路碳排放量 /10 ⁴ t	公路碳排放量 /10 ⁴ t	水运碳排放量 /10 ⁴ t	旅游交通碳排放总量 /Mt
2006	39.23	26.03	223.17	0.34	2.89
2007	46.89	26.73	238.72	0.34	3.13
2008	44.62	33.37	318.15	0.34	3.96
2009	57.29	34.06	324.04	0.34	4.16
2010	39.51	38.61	337.06	0.22	4.15
2011	75.62	44.02	378.67	0.34	4.99
2012	81.30	52.93	422.38	0.34	5.57
2013	102.66	54.15	448.86	0.32	6.06
2014	118.92	48.39	264.78	0.30	4.32
2015	135.56	47.52	282.27	0.30	4.66
2016	148.22	52.76	251.26	0.27	4.53

Continued

2017	161.84	55.55	219.09	0.25	4.37
2018	180.36	66.38	195.91	0.21	4.43
2019	209.29	70.40	184.08	0.22	4.64

3.2. 旅游住宿碳排放量分析

根据式(3)可计算出旅游住宿的碳排放量(见表3)。鉴于四川统计年鉴中对星级饭店的统计资料较为完善,因此文章对四川星级饭店的碳排放状况进行了估算。四川星级饭店床位数整体上在逐渐减少,客房出租率在56%~66%的区间里浮动,旅游住宿碳排放量由2006年的0.53 Mt下降到了2020年的0.40 Mt,减少了0.13 Mt,年均降低率为1.5%。总体来看,四川旅游住宿在2006~2019年中的碳排放量并不规律,但从近几年来看,数据有缓慢上升的趋势。结合表2和表3可看出,旅游住宿的碳排放量远远低于旅游交通的碳排放量。

Table 3. Carbon emissions from tourism accommodation in Sichuan Province from 2006 to 2019

表 3. 2006~2019 年四川省旅游住宿碳排放量

年份	床位数/万张	客房出租率/%	旅游住宿碳排放量/Mt
2006	10.01	61.00	0.53
2007	10.34	61.96	0.56
2008	8.56	56.11	0.42
2009	8.77	59.49	0.45
2010	8.40	64.67	0.47
2011	8.79	66.07	0.50
2012	8.11	66.25	0.47
2013	10.3	57.52	0.51
2014	8.65	57.61	0.43
2015	9.02	56.76	0.44
2016	7.28	56.36	0.36
2017	7.75	57.89	0.39
2018	7.78	58.18	0.39
2019	7.92	58.47	0.40

3.3. 旅游活动碳排放量分析

根据式(4)可计算出旅游活动的碳排放量(见表4)。四川省旅游活动碳排放量总体呈上升趋势,由2006年的0.10 Mt上升到了2019年的0.58 Mt,增长了0.48 Mt,年均增长率为15.61%。在四川省旅游活动碳排放中,占比最大的旅游活动是度假休闲类(占旅游活动碳排放总量的51.15%),其次是探亲访友类(占旅游活动碳排放总量的24.37%)、观光游览类(占旅游活动碳排放总量的11.97%)、商务出差类(占旅游活动碳排放总量的11.13%)及其他(占旅游活动碳排放总量的1.42%)。

Table 4. Carbon emissions from tourism activities in Sichuan Province from 2006 to 2019
表 4. 2006~2019 年四川省旅游活动碳排放量

年份	观光游览碳排放量/ 10^4 t	度假休闲碳排放量/ 10^4 t	商务出差碳排放量/ 10^4 t	探亲访友碳排放量/ 10^4 t	其他碳排放量/ 10^4 t	旅游活动碳排放量/Mt
2006	1.70	2.90	0.53	4.68	0.40	0.10
2007	1.88	3.34	0.65	5.30	0.42	0.12
2008	1.15	3.65	0.58	5.51	0.39	0.11
2009	1.66	4.98	0.69	6.72	0.48	0.15
2010	2.59	7.13	0.98	7.32	0.53	0.19
2011	3.75	12.20	4.26	6.99	0.28	0.27
2012	4.56	15.92	4.39	9.06	0.39	0.34
2013	5.11	18.47	4.24	10.46	0.43	0.39
2014	2.43	36.46	4.29	7.53	0.53	0.51
2015	2.84	42.29	4.10	9.30	0.47	0.59
2016	7.21	28.92	7.09	9.02	0.76	0.53
2017	7.80	25.07	7.14	12.36	0.61	0.53
2018	8.13	26.30	7.99	12.71	0.63	0.56
2019	8.67	26.57	8.38	14.14	0.72	0.58
合计	59.48	254.2	55.31	121.1	7.04	4.97

3.4. 旅游业碳排放总量

根据式(1)可计算出旅游业的碳排放总量(见表 5)。旅游交通一直都是旅游业碳排放的大户,旅游住宿碳排放占旅游业碳排放的比例总体上呈下降趋势,而旅游活动碳排放所占比重呈上升趋势。2006~2019 年旅游业碳排放总量为 73.15 Mt,年均增长率为 4.8%。旅游交通碳排放量占比由 2006 年的 82.10% 上升到 2019 年的 82.56%,年均占比为 84.45%,总体来说波动不大较为稳定;而旅游住宿的碳排放量占比由 2006 年的 15.06% 下降到 2019 年的 7.12%,年均占比为 9%;旅游活动的碳排放量的占比由 2006 年的 2.84% 上升到 2019 年的 10.32%,年均占比为 6.55%。

Table 5. Proportion of tourism CO₂ emission of various sectors in Sichuan Province from 2006 to 2019
表 5. 2006~2019 年四川省旅游各部门碳排放量占比

年份	旅游业碳排放总量 /Mt	旅游交通碳排放与旅游业碳排放之比/%	旅游住宿碳排放与旅游业碳排放之比/%	旅游活动碳排放与旅游业碳排放之比/%
2006	3.52	82.10	15.06	2.84
2007	3.81	82.15	14.70	3.15
2008	4.49	88.20	9.35	2.45
2009	4.76	87.39	9.45	3.15
2010	4.81	86.28	9.77	3.95

Continued

2011	5.76	86.63	8.68	4.69
2012	6.38	87.30	7.37	5.33
2013	6.96	87.07	7.33	5.60
2014	5.26	82.13	8.17	9.70
2015	5.69	81.90	7.73	10.37
2016	5.42	83.58	6.64	9.78
2017	5.29	82.61	7.37	10.02
2018	5.38	82.34	7.25	10.41
2019	5.62	82.56	7.12	10.32
年均值	5.23	84.45	9.00	6.55

3.5. 旅游经济与碳排放的脱钩状态分析

根据式(5)可计算出 2006~2019 年四川旅游业碳排放与旅游经济之间的脱钩指数(见表 6), 结合表 1 可进一步归纳出 2006 年以来四川省旅游业碳排放的脱钩状态。2006~2007 年四川省旅游业碳排放与旅游经济之间的脱钩状态为弱脱钩, 这表现为旅游经济在保持增长的同时, 旅游业碳排放也呈现出增长的状态, 但旅游经济的增长速度比旅游业碳排放的增长速度要快得多, 这是较为理想的状态。2008~2013 年、2014~2015 年、2017~2019 年均为弱脱钩状态。2007~2008 年呈现强负脱钩状态, 表示旅游经济在负增长而旅游经济在正向增长, 这是最不利的状态。2013~2014 年以及 2015~2017 年则呈现强脱钩状态, 表示旅游经济在正向快速增长的同时旅游业碳排放的增长率为负, 是最为理想的状态。

Table 6. Decoupling relationship between tourism carbon emissions and tourism economy in Sichuan Province

表 6. 四川省旅游业碳排放与旅游经济间的脱钩关系

年份	% ΔC	% ΔE	T	脱钩状态
2006~2007	0.0824	0.2427	0.3395	弱脱钩
2007~2008	0.1785	-0.1033	-1.728	强负脱钩
2008~2009	0.0601	0.349	0.1722	弱脱钩
2009~2010	0.0105	0.2809	0.0374	弱脱钩
2010~2011	0.1975	0.2985	0.6616	弱脱钩
2011~2012	0.1076	0.3393	0.3171	弱脱钩
2012~2013	0.0909	0.182	0.4995	弱脱钩
2013~2014	-0.2443	0.2614	-0.9346	强脱钩
2014~2015	0.0817	0.2698	0.3028	弱脱钩
2015~2016	-0.0475	0.2407	-0.1973	强脱钩
2016~2017	-0.024	0.158	-0.1519	强脱钩
2017~2018	0.017	0.1333	0.1275	弱脱钩
2018~2019	0.0446	0.1465	0.3044	弱脱钩

4. 结语

本文从旅游交通、旅游住宿及旅游活动三个层面来测算 2006~2019 年四川省旅游业的碳排放, 忽略了旅游业的间接碳排放使得测算结果要比实际结果偏低。研究发现, 2006~2019 年四川旅游业碳排放量在不断增加, 累计为 73.15 Mt, 年均增长率为 4.8%。旅游交通排放量累计为 61.86 Mt, 年均占比为 84.56%; 旅游住宿碳排放量累计为 6.32 Mt, 年均占比为 8.64%; 旅游活动碳排放量累计为 4.97 Mt, 年均占比为 6.8%。结合具体数据可知, 旅游交通为碳排放量的主要来源, 而在旅游交通的碳排放量上, 民航的碳排放量逐年增大, 这表明四川旅游业节能减排应注重降低旅游交通的碳排放量, 尤其是民航的碳排放量, 同时也不能忽视旅游住宿以及旅游活动的碳排放。

四川省旅游经济与旅游业碳排放之间以弱脱钩状态为主, 即旅游经济在保持增长的同时, 旅游业碳排放也呈现出增长的态势, 但旅游经济的增长速度比旅游业碳排放的增长速度要快得多, 其中以 2010~2011 年的弱脱钩最显著, 脱钩指数为 0.6616。2013~2019 年期间脱钩状态集中在强脱钩与弱脱钩之间, 总体而言, 四川省旅游业碳排放与旅游经济之间的关系是比较理想的, 进一步提高能源利用率, 改变游客旅游模式能够使四川省旅游业碳排放与旅游经济长期处于强脱钩状态, 同时促进四川省低碳旅游的发展, 准确掌握旅游业碳排放的脱钩状态能够为四川省旅游业制定节能减排决策提供科学依据。

文章测算的结果是基于旅游交通、住宿及旅游活动三方面得到的, 由于各系数均参考于已有文献, 没有结合四川省的实际情况, 且忽略了旅游业的间接碳排放, 未来应完善旅游业碳排放测算模型, 使结果更准确, 同时可以从四川省各市区的旅游业碳排放进行更具体的定量分析, 还可以从旅游业碳排放的影响因素以及未来趋势预测等角度进行定量与定性相结合的深入研究。

参考文献

- [1] 石培华, 吴普, 冯凌, 等. 中国旅游业减排政策框架设计与战略措施研究[J]. 旅游学刊, 2010, 25(6): 13-18.
- [2] UNWTO, UNEP and WMO (2008) Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges. Report of WTO Scientific Group, Paris & Madrid, 26-51.
- [3] Gössling, S. (2002) Global Environmental Consequences of Tourism. *Global Environmental Change*, **12**, 283-302. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00044-4)
- [4] Howitt, O.J.A., Revol, V.G.N., Smith, I.J., et al. (2010) CO₂ Emission from International Cruise Ship Passengers' Travel to and From New Zealand. *Energy Policy*, **38**, 2552-2560. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.050>
- [5] 石培华, 吴普. 中国旅游业能源消耗与 CO₂ 排放量的初步估算[J]. 地理学报, 2011, 66(2): 235-243.
- [6] 杨莎莎, 邱雪晨, 张晓君. 桂林旅游业碳排放的初步估算及脱钩关系分析[J]. 桂林理工大学学报, 2014, 34(4): 797-803.
- [7] 汤姿. 旅游业碳排放测算及其与经济增长的脱钩分析[J]. 统计与决策, 2015(2): 117-120. <https://doi.org/10.13546/j.cnki.tjyj.2015.02.034>
- [8] UNWTO (2009) Towards a Low Carbon Travel & Tourism Sector. Report in World Economic Forum, 3-36.
- [9] 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): 76-84. <https://doi.org/10.15983/j.cnki.jsnu.2012.02.011>