

中国旅游业能源消耗与CO₂排放量的初步估算

石培华^{1,2}, 吴 普²

(1. 北京交通大学, 北京 100044; 2. 中国旅游研究院, 北京 100005)

摘要:随着旅游产业规模的不断壮大,旅游业对气候、环境的影响日益引起国际机构和社会各界的关注。旅游业能源利用及二氧化碳排放是旅游对环境影响的重要驱动力之一,成为近5年来世界旅游研究的新兴热点。旅游产业特点决定了旅游业能源消耗和二氧化碳排放量的测算是个世界性的难题。本文采用“自下而上”法,通过文献研究与数理统计方法,首次系统估算中国旅游业能源消耗和二氧化碳排放量。结果表明,2008年,中国旅游业消耗能源428.30 PJ,占中国能源总消耗量的0.51%;排放二氧化碳51.34 Mt^①,占全国二氧化碳总排放量的0.86%。旅游业是低耗能、低排放、低碳产业,是应对气候变化和节能减排的优势产业,应该成为低碳经济发展的重要领域。

关键词:旅游业;能源消耗;CO₂排放;估算;中国

1 引言

当前,中国正处在工业化和城镇化加速阶段,能源需求刚性增长是一个客观规律,温室气体排放也会相应增长。总量上,目前中国能源消耗量和温室气体排放量已居世界第二^[1-2]。发达国家要求中国承担更多减排责任的呼声越来越高,我国节能减排形势严峻。

旅游业是世界第一大产业,国际旅游规模每年达8-9亿人次,如此大规模的旅游活动所消耗的能源及造成的排放,并由此而产生的环境问题已引起相关国际组织和学者的广泛关注。世界旅游组织最新研究显示,旅游业对全球温室气体排放负有5%的责任;2005年,来自旅游交通和住宿业的二氧化碳排放总量分别为1192 Mt和284 Mt^[3]。据 Gössling 估算,2001年全球旅游业共消耗能源14080 PJ,约占当年全球能源消耗总量的3.2%;二氧化碳排放量为1400 Mt,占当年全球二氧化碳排放量的5.3%^[4]。中国台湾地区的澎湖列岛每年旅游业共耗能0.74 PJ^[5];新西兰国际游客飞行能源消耗占到了国家总消耗的6%,新西兰旅游业成为继碱金属制造、生活消费、交通和仓储、采矿、采石业之后的第6大能源消耗产业^[6]。

2009年,中国旅游业市场规模达20亿人次,旅游总收入达1.29万亿元,已经成为全球旅游经济的重要力量。因此,不论是对全球旅游业还是对中国而言,中国旅游业的节能减排现实意义重大。

弄清中国旅游业能源消耗和二氧化碳排放的现状与总量,是探明中国旅游业减排潜力、明确减排目标并制定切实有效的减排措施的一个重要前提,是一个极富现实意义的研究命题,同时也是一个难题。由于旅游业产业链长、与102个产业有前向或后向的直接联系^[7],旅游业能耗及排放几乎涵盖了所有产业,既包含直接的也包含间接的能耗/排放^[3];考虑到旅游业自身统计资料及数据缺乏的事实,从全球来看,旅游业能源消耗及二氧化碳排放现状及总

收稿日期: 2010-03-09; 修订日期: 2010-11-20

基金项目: 国家旅游局重点项目 (10TAAK007) [Foundation: The Key Project of China National Tourism Administration, No.10TAAK007]

作者简介: 石培华, 北京交通大学教授, 中国旅游研究院副院长。E-mail: phshi@cнта.gov.cn

通讯作者: 吴普, 助理研究员, 中国旅游研究院, 主要研究方向: 旅游气候、旅游规划与区域发展。

E-mail: pwu@cнта.gov.cn

① 1PJ=10¹⁵焦耳; 1Mt=10⁶吨

量的计算都是一个难题,目前全球尺度尚没有公认的旅游业能源消耗及二氧化碳排放数据。
本文通过文献综述、资料整理与相关数学统计方法的运用,首次尝试初步估算中国旅游业能源消耗与二氧化碳排放量,抛砖引玉,以期引起国家相关部门、业界与学界的重视,推进中国旅游业节能减排和我国碳减排目标的实现。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

目前尚没有系统的关于旅游业能源消耗和二氧化碳排放量估算的方法^[5]。在既有的研究中,“自上而下”和“自下而上”两种方法被采用过^[8-10]。“自上而下”法即直接估算一个完整系统内(如国家或地区),旅游业能耗/排放所占的比重;而“自下而上”法则是从到达目的地游客的数据分析入手,向上逐级统计能耗与排放量。“自上而下”法要求有国家/地区层面的能源消耗统计和二氧化碳排放监测数据。中国能源统计年鉴中,能源消耗部门主要有工业、采掘业、建筑业、农林牧渔水利业,交通运输、仓储和邮政业,批发零售业和住宿、餐饮业以及生活消费等,没有设置旅游业或服务业能源消费统计项^[11]。另外,中国尚没有建立有关温室气体排放的统计监测体系。因此,难以采用“自上而下”法估算旅游业的能耗和二氧化碳排放量。本文主要采用“自下而上”法的思路,具体的研究方法有:

(1) 文献集成研究

旅游产业特点决定了旅游业能源消耗和二氧化碳排放途径多元,旅游活动涉及到的“吃、住、行、游、购、娱”各个环节都需要使用能源,并直接或间接产生碳排放,因此要精确计算旅游业能耗及二氧化碳排放几乎是不可能的,只能进行估算。为提高估算的准确性,需要弄清旅游业能源消耗与排放的主要领域及环节。因此,除了抽样或实地调查法外,文献集成研究与文献评估是必要的。通过文献收集、整理和研究,形成对旅游业能耗及排放重点领域的科学认识。

(2) 统计方法

通过调查和文献研究,确定旅游业能耗及排放重点领域后,则需要对各个重点领域进行能耗与排放量的统计,采取先分解后加总方法。其公式为:

$$LE = \sum_{i=1}^n p \cdot le_i$$
 (1)

式中:LE为旅游业或旅游业各部门能源消耗/二氧化碳排放量;p为旅游活动的特定环节(“吃”、“住”、“行”、“游”、“购”、“娱”)的规模;le_i为旅游业某一环节的单位能源消耗/二氧化碳排放量。

另外,旅游交通能源消耗/二氧化碳排放 TE 可按如下公式计算:

$$TE = \sum_{i=1}^n P_i \cdot D_i \cdot \beta_i$$
 (2)

式中:P_i为乘i类交通模式(飞机、汽车、火车等)的旅游者人数;D_i为乘i类交通模式(飞机、汽车、火车等)出游距离(km);β_i为乘i类交通模式(飞机、汽车、火车等)能耗/二氧化碳排放因子(MJ/pkm,kg/pkm)。

其中二氧化碳排放因子可由下式计算:

$$\beta_i = \frac{F_i}{E_i \cdot L_i}$$
 (3)

式中:F_i为i类交通模式每使用单位化石燃料所产生的二氧化碳排放量(kg/l);E_i为i类交通模式燃油效率(km/l);L_i为i类交通模式荷载因子,即i类交通模式平均乘客数量。

2.2 数据来源

本文主要数据来源于2008年度国家主要部门(部、委、办、局)统计数据以及相关统计公报,其他数据充分引用国内外已有的研究成果。包括:中华人民共和国国家统计局、旅游局、交通运输部、铁道部、民用航空局等出版的统计年鉴和发布的统计公报等。

2.3 估算结构

根据文献研究结果,旅游业能源消耗主要来自于旅游交通、住宿业及旅游活动;从全球来看,旅游交通的能源消耗占到了旅游业总能耗的94%,旅游交通的二氧化碳排放当量占旅游业总排放当量的90%^[3-4]。因此,本文主要从旅游交通、住宿业和旅游活动3个方面来估算中国旅游业能源消耗及二氧化碳排放量。

3 能源消耗及排放量的估算

3.1 能源消耗

3.1.1 旅游交通 旅游交通能源消耗是旅游业能源消耗的重要组成,占主导地位。从全球看,占到了旅游业总能耗的94%^[4]。

根据公式(2),要计算旅游交通能耗,需要确定不同交通方式出游人数、出游距离及各交通方式单位能耗数据。Schafer等研究表明,发展中国家每人每天出行6 km,其中因旅游休闲出行的比例不到10%(即0.6 km)^[12-13]。

根据2009年11月发布的《中国城市居民出行方式选择倾向调查报告》,中国居民出行距离大多集中在3~8 km。而多个城市居民出行调查及相关研究也表明,中国居民出行可接受的时间为30min或30min以内,居民每天的出行中适于自行车交通的比例一般能达到50%~60%,即居民每天出行距离在6 km。因此,从出行距离看,Schafer等的研究结论与中国实际是较为相符的,本研究采用这一参数。从出行目的看,中国城市居民出行调查的统计口径与本研究不同,但仍有一定的参考价值。中国居民出行中以通勤、通学为目的仍是主体,占40%-50%以上,而出行目的中“文娱”的比重一般在4%~10%,本研究取7%,即每天每位居民有0.42 km的出行和旅游休闲有关。

根据《中国旅游城市网誉报告》,有32.7%的游客出行工具依然是以选择火车为主,坐汽车出行往往是短途游,其占比也达到了27.9%,而往返旅游目的地乘坐飞机的游客为25%,自驾车游客7.7%,自行车1.3%,其他5.4%。

根据国外多项研究^[14-17],各种旅游交通方式单位能耗分别是汽车1.8 MJ/pkm,飞机2.0 MJ/pkm,火车1.0 MJ/pkm,其他0.9 MJ/pkm(表1)。在以上各相关参数确定后,根据公式(2),得出2008年中国旅游交通能耗为308.72 PJ(表1)。

3.1.2 住宿业 按照商务部《住宿业业态分类(征求意见稿)》国家标准,住宿业态根据目标客源的需求不同可分为政(公)务饭店、商务饭店、度假饭店、会议饭店、旅游饭店、主题饭店、精品饭店、交通饭店、长住饭店(公寓)、家庭饭店(旅馆)10大类。根据中国旅游业现状,中国旅游住宿业业态主要包括星级饭店、汽车旅馆、乡村旅馆、度假村等。《中国旅游统计年鉴》^[18]中关于旅游住宿业统计数据主要是星级饭店,因此这里主要估算中国星级饭店能源消耗情况,全国旅游星级饭店统计数据见表2。旅游饭店能源消耗主要来自水、气、电的消耗,通过将饭店年消耗的水、电、气按

表1 2008年中国旅游交通能源消耗
Tab.1 Energy consumption of tourism-related transport in 2008

交通方式	出行比例 (%)	出行距离 (10 ⁸ pkm)	单位公里能耗 (MJ/pkm)	能源消耗 (PJ)
汽车(含自驾车)	35.6	724.76	1.8	130.46
飞机	25	508.96	2.0	101.79
火车	32.7	665.72	1.0	66.57
自行车	1.3	26.47	0	0
其他	5.4	109.94	0.9	9.89
总计	100	2035.85	-	308.72

表 2 2001–2008 年中国旅游星级饭店统计数据

Tab. 2 Statistics of star-rated hotels from 2001 to 2008

全国	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
饭店数 (家)	7358	8880	9751	10888	11828	12751	13583	14099
房间数 (间)	816260	897206	992804	1237 851	1332083	1459836	1573784	1591379
床位数 (张)	1533053	1729460	1887740	2366638	2571664	2785481	2969434	2934758
客房出租率 (%)	58.45	60.15	56.14	60.62	60.96	61.03	60.96	58.3

数据来源：中国旅游统计年鉴 (副本) (2002-2009 年)^[18]

照一定转换系数,就可转换为饭店年能源消耗量。但不同国家/地区,这个转换系数是不同的。下表给出全球部分国家/地区饭店单位能耗值 (表3)。

在估算全球饭店业能源消耗时, Gössling 取单位能耗平均值为 130 MJ/床晚^[4]。考虑以下 3 方面因素:一是这一均值是参考 2001 年的;二是中国饭店业中绿色旅游饭店的总数 1778 家 (其中金叶 583 家,银叶 1195 家),占全国饭店总数的 12.6%,大多数饭店绿色意识不强,加上饭店的平均“年龄”较大,实际的消耗量高于全球平均值;三是中国饭店中还存在大量的铺张浪费等现象,导致实际的消耗量较高。因此,结合其他研究^[5],本研究星级饭店单位能耗值 β_i 取 155 MJ/床晚,估算中国星级饭店能源消耗。

依据以上分析,按照公式 (1) 估算 2008 年中国星级饭店能源消耗为 96.8 PJ,约为 2001 年的两倍 (表4)。

3.1.3 旅游活动 旅游活动按动机和内容一般可分为观光、商务、会展、休闲、度假、修习、宗教、生态旅游等。大众化旅游时代来临,旅游活动的方式更加多元和个性化,旅游活动的类型更加丰富,不同类型活动能源消耗和二氧化碳排放特征差异也十分明显,比如观光游客每天能耗 8.5 MJ,排放二氧化碳 417 g,而水上摩托艇项目游客每天能耗为 236.8 MJ,是观光游客的 28 倍;排放二氧化碳 15300 g,是观光游客的 37 倍^[5-6, 25-26] (表5)。不仅如此,旅游活动能耗和二氧化碳排放的区域差异和个体差异也是十分明显的。因此,旅游

表 3 全球部分国家/地区饭店单位能耗

Tab. 3 The energy consumption per bed night of hotels in some countries/areas

单位能耗 (MJ/床晚)	区域/参考年	来源
155	新西兰/1998-2000	Becken et al. ^[17]
51	西班牙马略卡岛/2001	Simmons and Lewis ^[19]
87	塞浦路斯/2001	Simmons and Lewis ^[19]
11	香港/1994	Burnett ^[20]
36-108	塞舌尔/1993	UK CEED ^[21]
221-916	桑给巴尔/1999	Gössling ^[22]
256	桑给巴尔, 饭店平均/1999	Gössling ^[23]
200	德国/1982	Brunotte ^[24]

表 4 2001–2008 年中国星级饭店能源消耗

Tab. 4 The energy consumption of star-rated hotels in China (2001–2008)

年份	床位数 (张)	客房出租率 (%)	床位出租量 ^a (百万床晚)	能源消耗 (PJ)
2001	1533053	58.45	327.07	50.70
2002	1729460	60.15	379.70	58.85
2003	1887740	56.14	386.82	59.96
2004	2366638	60.62	523.65	81.17
2005	2571664	60.96	572.21	88.69
2006	2785481	61.03	620.49	96.18
2007	2969434	60.96	660.71	102.41
2008	2934758	58.3	624.50	96.80

注：“a” 床位出租量 = 床位数 (张) * 客房出租率 (%) * 365 (晚)

表 5 2008 年入境和国内游客旅游活动统计 (按目的划分)

Tab. 5 The statistics of inbound and domestic tourist activity by purpose (2008)

		旅游人数	观光旅游	休闲度假	商务出差	探亲访友	其他
国内旅游	城镇居民 (%)	7.03 亿	27.3	24.9	3.3	36.7	6.7
	农村居民 (%)	10.09 亿	8.01	4.10	4.56	66.64	10
外国人		2432.53 万	30.2	13.7	7.2	39.6	9.3
香港同胞		7835.01 万	13.6	18.4	31.3	33.1	3.6
澳门同胞		2296.63 万	16.1	43.9	12.2	13.1	14.7
台湾同胞		438.56 万	33.1	14.9	17.2	29.5	5.4

资料来源：旅游抽样调查资料 (2009), 中国旅游出版社^[32]。

活动能源消耗和二氧化碳排放很难准确估算,全球尺度目前这一块是空白,区域尺度上国外学者通过调查进行了探索研究^[9, 16, 27-31]。根据公式 (2), 估算旅游活动能源消耗, 需确定参加各种类型旅游活动旅游者规模及各种类型旅游活动的能源消耗。不同类型旅游活动的旅游者规模可以通过《旅游抽样调查资料》中国内旅游活动和口岸调查入境游客活动综合得出 (表5)。不同类型旅游活动的能源消耗值可参考国外已有研究成果 (表6-8), 并进行综合、修订获得 (表9)。

依据以上分析, 按公式 (1) 估算 2008 年我国旅游活动能源消耗量为 22.78 PJ。

3.1.4 旅游业能源消耗及结构 对旅游业主要部门能源消耗量求和后, 得出 2008 年中国旅游业能源消耗总量为 428.3 PJ, 占中国能源总消耗量的 0.51%。这一结论表明中国旅游业是低耗能产业, 但同时也消耗了一定量的能源。在旅游业能源消耗结构中, 旅游交通能源消耗 308.72 PJ, 占全部能耗的 72.08%; 住宿业能源消耗 96.80 PJ, 占全部能耗的 22.60%; 旅游活动能源消耗为 22.78 PJ, 占全部能耗的 5.32%。

3.2 二氧化碳排放

3.2.1 旅游交通 依据上文各交通方式出行比例和英国环境保护部二氧化碳排放指数, 按公式 (2) 初步估算 2008 年我国旅游交通二氧化碳排放量为 34.77 Mt (表 10)。

由表 10, 乘飞机旅行造成的二氧化碳排放占旅游交通总排放的 57.97%, 是旅游交通二氧化碳排放的主要来源, 与世界旅游组织等相关研究结论一致^[3-4, 10]。

3.2.2 住宿业 由于中国旅游住宿业统计数据只有星级饭店数据较为完备, 因此, 这里估算

表 6 台湾地区不同类型旅游活动的能源消耗及二氧化碳排放量

Tab. 6 The energy consumption and CO₂ emissions of different tourism activities in Taiwan

旅游活动	能源消耗 (MJ/游客)	二氧化碳排放 (g/游客)
观光	8.5	417
历史遗址参观	3.5	172
风景观光	8.5	417
使用动力的水上活动	236.8	15300
游泳	26.5	1670
自然观察	8.5	417
皮划艇运动	35.1	2240
钓鱼	26.5	1670

资料来源: Kuo & Chen^[5]; Becken et al.^[6, 26]。

表 7 2000 年新西兰不同类型旅游活动的能源消耗

Tab. 7 The energy consumption of different tourism activities in New Zealand (2000)

旅游活动	能源消耗 (MJ/游客)
直升机滑雪	1300
观光飞行	340
潜水	800
乘船上水观光	165
航行 (动力)	140
导游漫步	110
探险活动	57
皮划艇运动	36
体验中心	29
动物园	16
博物馆	10
游客服务中心	7

资料来源: Becken et al. (2002)^[6]。

表 8 2003 年新西兰不同类型旅游活动的能源消耗

Tab. 8 The energy consumption of different tourism activities in New Zealand (2003)

旅游活动		能源消耗 (MJ/游客)
吸引物	建筑: 博物馆/艺廊、历史遗址	3.5
	公园: 植物园、动物园、	8.4
	文娱活动: 体验中心、贡渡拉小舟	22.4
	产业: 农业观光、其它农业吸引物、酒庄探访	11.5
	自然吸引物: 地热吸引物、萤火虫岩洞	8.5
娱乐	表演: 电影院、音乐会、毛利人表演、剧院	12.0
	其他: 酒吧、赌场、购物	6.9
活动	空中活动: 空中体育运动、空中观光、空中观鲸	424.3
	使用动力的水上活动: 喷水推进艇、帆船、海钓、观鲸	236.8
	探险活动: 蹦极、爬山、直升机滑雪、皮船、山地自行车、皮划艇	35.1
	自然活动: 脚踏车、海豚、骑马、高尔夫、湖钓、健步、野生	26.5

资料来源: Becken et al.^[26]。

表9 2008年旅游活动及对应的能耗、二氧化碳排放 (按目的划分)
Tab. 9 The tourism activities and corresponding energy consumption and CO₂ emissions by purpose (2008)

	观光旅游	休闲度假	商务出差	探亲访友	其他
能耗 (MJ/人)	8.5	26.5	16	12	3.5
二氧化碳排放 (g/人)	417	1670	786	591	172

注：由表 6-8 相关参数综合、修订得到。

表10 2008年中国旅游交通二氧化碳排放量
Tab. 10 CO₂ emissions of tourism-related transport in 2008

交通方式	出行距离 (10 ⁸ pkm)	二氧化碳排放指数 ^a (gCO _{2-e} /pkm)	二氧化碳排放量 (Mt)	各交通方式排放比例 (%)
汽车 (含自驾车)	724.76	132	9.57	27.51
飞机	508.96	396	20.15	57.97
火车	665.72	65	4.33	12.44
自行车	26.47	0	0	0
其他	109.94	66	0.73	2.09
总计	2035.85	-	34.77	100

注：a 来自英国环境保护部 2008 年温室气体转换因子手册。

中国星级饭店二氧化碳排放量现状。结合表 2、表 4，按公式 (1) 估算 2008 年中国星级饭店二氧化碳排放量为 15.36 Mt，几乎是 2001 年饭店二氧化碳排放的两倍 (表 11)。

3.2.3 旅游活动 依据表 9，按公式 (1) 初步估算 2008 年中国旅游活动二氧化碳排放量为 1.21 Mt。

3.2.4 旅游业二氧化碳排放及结构 对旅游业主要部门二氧化碳排放量求和后，得出 2008 年中国旅游业二氧化碳排放总量为 51.34 Mt，占全国二氧化碳总排放量的 0.86%，远低于全球旅游业二氧化碳排放占总排放量 5% 的比例。在旅游业二氧化碳排放结构中，旅游交通二氧化碳排放量为 34.77 Mt，占全部排放量的 67.72%，是主要来源；住宿业二氧化碳排放量为 15.36 Mt，占全部排放量的 29.92%；旅游活动二氧化碳排放量为 1.21 Mt，占全部排放量的 2.36%。

表11 2001–2008年中国星级饭店
二氧化碳排放量

Tab. 11 CO₂ emissions of star-rated hotels in China (2001–2008)

年份	床位出租量 (百万床晚)	二氧化碳排放量 (Mt) ^a
2001	327.07	8.04
2002	379.70	9.34
2003	386.82	9.51
2004	523.65	12.88
2005	572.21	14.07
2006	620.49	15.26
2007	660.71	16.25
2008	624.50	15.36

注：a 饭店每张床每晚二氧化碳排放量数据采用 43.2 gC/MJ (Güliching^[4], Schäfer & Victor^[13])。

4 结果与讨论

4.1 结论

(1) 2008 年中国旅游业能源消耗总量为 428.30 PJ，占中国能源总消耗量的 0.51%。2008 年中国旅游业二氧化碳排放总量为 51.34 Mt，占全国二氧化碳总排放量的 0.86%，远低于全球旅游业二氧化碳排放占总排放量 5% 的比例。

(2) 旅游交通是旅游业能源消耗和二氧化碳排放的重要领域。旅游交通能源消耗占旅游业总能耗的 72.08%，旅游交通二氧化碳排放量占全部排放量的 67.72%，是旅游业二氧化碳排放的主要来源。这一结论有助于科学确立中国旅游业节能减排的重要方向和主要着力点，并提升旅游业节能环保的成效。

(3) 旅游业既是低耗能、低排放、低碳产业，也是应对气候变化和节能减排的优势产业^[33-34]。

《国务院关于加强发展旅游业的意见》明确指出旅游业是资源消耗低的战略性支柱产业。本研究估算结果显示，中国旅游业能源消耗及二氧化碳排放总量占全国总能耗及二氧

碳排放比重均不到1%。笔者的另一研究^[33]详细计算了旅游业单位增加值能耗,并和其他行业能耗进行了对比,结果表明单位旅游业增加值能耗为0.1146,约为全国单位GDP能耗的1/8和单位工业增加值能耗的1/17;旅游业能源消耗在《中国统计年鉴》统计的50个能耗行业中,居29位。同时通过中国旅游业能源消耗和二氧化碳排放总量、结构与国际的对比研究,表明中国旅游业在节能减排方面所采取的对策与措施是十分有效的,应该成为低碳经济发展的重要领域。当然,这和中国旅游业发展的阶段性特点也是有一定关系的。

4.2 讨论

(1) 随着旅游业规模的不断壮大,旅游业对气候、环境的影响日益引起国际机构和社会各界的关注。旅游业能源利用及二氧化碳排放是旅游对环境影响的重要驱动力之一,成为近五年来世界旅游研究的新兴热点。旅游业对环境的影响实质是人类活动对环境变化的影响,属国际全球环境变化人文因素影响计划(IHDP)研究的范畴。将旅游业能源利用及二氧化碳排放的研究置于人文因素计划视角下,有助于更为全面地提升对旅游环境问题的认识,拓展相关研究的深度与广度,有利于把旅游学研究与国家乃至全球范围内重大的科学问题结合起来,形成旅游学新的研究领域,如将旅游环境影响问题纳入到全球环境变化中的人文因素计划(IHDP)中去。

(2) 本文仅是对旅游业能源消耗与二氧化碳排放现状、总量、结构的一个初步估算。限于旅游业产业体系的复杂性,只估算了旅游业直接的能耗与排放,而不包含间接的能耗与排放;而事实上,为了保障旅游活动的正常开展,有高达25%~65%的间接消耗^[16]。另外,由于统计数据的限制,本文无法将旅游业中所有部门的能耗与排放计算进来,比如用星级酒店数据来表征整个住宿业能耗与排放情况。因此,本文的估算结果是相对粗略、保守和偏低的,仅是对中国旅游业能耗与排放情况的一个概要反映。本文仅是对现状的估算,下一步研究重点应在提升估算准确性前提下,对未来旅游业能源消耗及二氧化碳排放情景进行预估,从而增强此方面研究的现实指导意义。

(3) 本文中的一些核心参数,如公式(2)中的 β_i 以及星级饭店每张床每晚的单位能耗数等,是估算结果准确与否的关键。限于研究条件制约,在暂时尚未获得全国海量的调查数据前提下,本文基于已有调查研究的经验数据,对中国旅游业直接能耗及二氧化碳排放量进行了估算。尽管旅游交通、酒店等相关环节的节能减排技术提升了,和以往相比,单位能耗及排放值下降了,但并不是数量级的差异,不会出现对旅游业能耗或排放的总量估算结果数量级差异,因此,估算结果对首次概要了解中国旅游业能耗及排放全貌是可信的。此外,限于实证调查数据的缺乏,本文难以对因区域经济发展水平和旅游业所处阶段的差异所引起的旅游业能量消耗和减排技术运用的区域差异等问题做深入考虑。为获取符合中国国情和旅游业发展实际的关键数据,做出更加准确的估算,需要作进一步的、海量数据的实证调查研究。

目前,中国该领域研究基本处于空白,希望本研究能起到抛砖引玉的作用,从而引起国家有关部门、业界及学界的重视。但要更为深入和准确地把握中国旅游业能耗及二氧化碳排放现状、总量、结构以及未来情景预测,在整体研究架构、基础数据获取、研究手段与方法等方面尚有诸多工作有待继续。

参考文献 (References)

- [1] Liu Yanhua, Ge Quansheng, He Fanneng et al. Countermeasures against international pressure of reducing CO₂ emissions and analysis on China's potential of CO₂ emission reduction. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(7): 675-682. [刘燕华, 葛全胜, 何凡能等. 应对国际CO₂减排压力的途径及我国减排潜力分析. *地理学报*, 2008, 63(7): 675-682.]
- [2] China Energy Conservation Investment Corporation. *The Development Report on China's Energy Saving and Emission Reduction: Towards the New Era of Low-Carbon Economy*. Beijing: China Waterpower Press, 2009: 14. [中国节能投资公司. 中国节能减排产业发展报告: 迎接低碳经济新时代. 北京: 中国水利水电出版社, 2009: 14.]

- [3] UNWTO. Towards a low carbon travel & tourism sector. Report in World Economic Forum, 2009: 3-36.
- [4] Gössling S. Global environmental consequences of tourism. *Global Environmental Change*, 2002, 12(4): 283-302.
- [5] Kuo N, Chen P. Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environmental loads from island tourism based on a life cycle assessment approach. *Journal of cleaner production*, 2009, (17): 1324-1330.
- [6] Becken S, Simmons D G. Understanding energy consumption patterns of tourist attractions and activities in New Zealand. *Tourism Management*, 2002, (23): 343-354.
- [7] Song Zengwen. A research on industrial correlation of China's tourism industry: Based on the input-output model. *Tourism Science*, 2007, 21(2): 7-12. [宋增文. 基于投入产出模型的中国旅游业产业关联度研究. *旅游科学*, 2007, 21(2): 7-12.]
- [8] Becken S, Hay J E. *Tourism and Climate Change: Risks and Opportunities*. Clevedon: Channel View Publications, 2007: 13-82.
- [9] Gössling S, Peeters P, Ceron J P et al. The eco-efficiency of tourism. *Ecological Economics*, 2005, 54: 417-434.
- [10] Peeters P. Climate change, leisure-related tourism and global transport//Hall C M, Higham J. *Tourism, Recreation and Climate Change*. Clevedon: Channel View Publications, 2005: 247-259.
- [11] China Statistics Yearbook 2009. Beijing: China Statistics Press, 2009. [中国统计年鉴 2009. 北京: 中国统计出版社, 2009.]
- [12] Schafer A. Regularities in travel demand: An international perspective. *Journal of Transportation and Statistics*, 2000: 1-31.
- [13] Schafer A, Victor D G. Global passenger travel: Implications for carbon dioxide emissions. *Energy*, 1999, 24: 657-679.
- [14] Becken S. Vergleich der Energieintensität zweier verschiedener Reisestile. *Tourismus Journal*, 2001, 5(2): 227-246.
- [15] Carlsson-Kanyama A, Lindén A L. Travel patterns and environmental effects now and in the future: Implications of differences in energy consumption among socio-economic groups. *Ecological Economics*, 1999, (30): 405-417.
- [16] Lenzen M. Total requirements of energy and greenhouse gases for Australian transport. *Transportation Research D*, 1999, (4): 265-290.
- [17] Becken S, Frampton C, Simmons D. Energy consumption patterns in the accommodation sector: The New Zealand case. *Ecological Economics*, 2001, (39): 371-386.
- [18] National Tourism Administration of the People's Republic of China. The Yearbook of China Tourism Statistics (supplement). Beijing: China Tourism Press, 2009. [中华人民共和国国家旅游局. 中国旅游统计年鉴(副本). 北京: 中国旅游出版社, 2009.]
- [19] Simmons C, Lewis K. Take only memories leave nothing but footprints. An ecological footprint analysis of two package holidays. Rough Draft Report. Oxford: Best Foot Forward Limited, 2001.
- [20] Burnett J. Implementing energy efficiency and water conservation in the hotel industry. Hong Kong Hotel Association Seminar on Corporate Commitment to Energy Conservation, September 1994, Hong Kong.
- [21] UK Centre for Economic and Environmental Development (UK CEED). A Life-Cycle Analysis of a Holiday Destination: Seychelles. Report No.41/94, British Airways Environment. Cambridge, UK CEED, 1994.
- [22] Gössling S. Tourism, environmental degradation and economic transition: Interacting processes in a Tanzanian coastal community. *Tourism Geographies*, 2001, 3(4): 230-254.
- [23] Gössling S. The consequences of tourism for sustainable water use on a tropical island: Zanzibar, Tanzania. *Journal of Environmental Management*, 2001, 61(2): 179-191.
- [24] Brunotte M. Energiekennzahlen für den Kleinverbrauch. Studie im Auftrag des öko-Instituts. Freiburg, Germany, 1993.
- [25] Becken S. Analysing international tourist flows to estimate energy use associated with air travel. *Journal of Sustainable Tourism*, 2002, (10): 114-131.
- [26] Becken S, Simmons D G, Frampton C. Energy use associated with different travel choices. *Tourism Management*, 2003, 24: 267-277.
- [27] Dubois G, Ceron J P. Tourism/leisure greenhouse gas emissions forecasts for 2050: Factors for change in France. *Journal of Sustainable Tourism*, 2006, 14: 172-191.
- [28] El-Fadel M, Bou-Zeid E. Transportation GHG emissions in developing countries: The case of Lebanon. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1999, (4): 251-264.
- [29] Kwon T H. Decomposition of factors determining the trend of CO₂ emissions from car travel in Great Britain (1970-2000). *Ecological Economics*, 2005, 53: 261-275.
- [30] Yedla S, Shrestha R M, Anandarajah G. Environmentally sustainable urban transportation-comparative analysis of local emission mitigation strategies vis-a-vis GHG mitigation strategies. *Transport Policy*, 2005, 12: 245-254.
- [31] Becken S, Simmons D. Tourism, fossil fuel consumption and the impact on the global climate//Hall C M, Higham J. *Tourism, Recreation and Climate Change*. Clevedon: Channel View, 2005: 192-206.
- [32] National Tourism Administration of the People's Republic of China. Statistics of Tourism Sampling Survey. Beijing: China Tourism Press, 2009. [中华人民共和国国家旅游局. 旅游抽样调查资料. 北京: 中国旅游出版社, 2009.]

- [33] Shi Peihua, Wu Pu. Basic thinking and the key measures of low carbon tourism development. China Tourism Newspaper, 2010-01-19. [石培华, 吴普. 发展低碳旅游的基本思路与重点举措. 中国旅游报, 2010-01-19.]
- [34] Shi Peihua, Feng Ling, Wu Pu et al. Energy Saving and Emission Reduction in Tourism and the Development of Low Carbon Tourism: Policy System and the Guide of Practical Work. Beijing: China Tourism Press, 2010: 37-41. [石培华, 冯凌, 吴普 等. 旅游业节能减排与低碳发展: 政策技术体系与实践工作指南. 北京: 中国旅游出版社, 2010: 37-41.]

A Rough Estimation of Energy Consumption and CO₂ Emission in Tourism Sector of China

SHI Peihua^{1,2}, WU Pu²

(1. *Beijing Jiaotong University, Beijing, 100044, China;*

2. *China Tourism Academy, Beijing 100005, China*)

Abstract: In 2009, a total of nearly 900 million international tourist arrivals were counted worldwide. A global activity of this scale can be assumed to have a substantial impact on the environment. In this contribution, five major aspects such as the change of LUCC and the use of energy and its associated impacts had been recognized. Recently, the impact of tourism on environment and climate attracts the attention of international organizations and societies in pace with rapid development of tourism industry. Energy consumption and CO₂ emissions in tourism sector has become a hot topic of international tourism research in recent five years. The use of energy for tourism can be divided according to transport-related purposes (travel to, from and at the destination) and destination-related purposes excluding transports (accommodation, food, tourist activities, etc.). In addition, transports, accommodation and food are related to many other industries dependent on energy. Thus, the estimations of energy consumption and CO₂ emissions in tourism sector have become a worldwide concern. Tourism in China grows rapidly, and the number of domestic tourists was 1902 million in 2009. Energy use and its impact on the environment increase synchronously with China's tourism. It is necessary to examine the relationship between energy use and CO₂ emissions. In this article, a preliminary attempt was applied to estimate the energy consumption and CO₂ emissions from China's tourism sector in 2008. Bottom-up approach, literature research and mathematical statistics technology were also adopted. According to the calculations, Chinese tourism-related may have consumed approximately 428.30 PJ of energy in 2008, or about 0.51% of the total energy consumptions in China. It is estimated that CO₂ emissions from tourism sector amounted to 51.34 Mt, accounting for 0.86% of the Chinese total. The results show that tourism is the industry of low-carbon and the leading industry coping with global climate change, energy-saving and CO₂ emission reduction. Based on this, the authors hold that tourism should become an important field in low-carbon economy.

Key words: tourism; energy consumption; CO₂ emission; estimation