

引用格式:明庆忠,常易.绿色产业or黑色产业:旅游业碳排放统计边界的反思与重构[J].中国生态旅游,2022,12(4):583-602. [Ming Qingzhong, Chang Yi. Green industry or black industry: The reflection and reconstruction of statistical boundary for tourism carbon emissions[J]. Journal of Chinese Ecotourism, 2022, 12(4): 583-602.]
DOI: 10.12342/zgstly.20220049

绿色产业or黑色产业: 旅游业碳排放统计边界的反思与重构

明庆忠,常易*

云南财经大学旅游文化产业研究院,昆明 650221

摘要:科学界定旅游业碳排放统计边界既是低碳旅游研究的难点,也是制定旅游业碳减排政策与措施的关键。已有研究在统计指标选取上多以借鉴和优化为主,计算结果难以相互佐证。文章基于经济学和法学相关领域溯源,逐一评价了现行统计指标,研究发现:(1)影响旅游业碳排放统计边界的主要因素是研究视角不同、统计口径混用,导致研究结果之间“横向不可比,纵向不可加”;(2)“狭义”和“广义”统计边界的主要区别是后者在“污染者付费”的基础上兼顾“受益者负担”原则;(3)基于“属地责任原则”,外部交通不属于旅游目的地碳源,而应计入“广义”的统计边界。研究指出:旅游业碳减排措施应明晰责任边界和外部性,兼顾经济收益和环境代价;在边界相对统一的前提下,不同研究对象的碳强度不同,旅游业是否为绿色产业应视具体情况而定。

关键词:旅游业碳排放;统计边界;责任边界;碳计量;双碳目标

1 引言

国内开展旅游业碳排放的研究迄今已有十余年,但对该领域的理论基础和统计边界仍存在较大争议。有学者认为,目前国内尚缺乏对旅游业碳排放情况的全面摸底,对旅游业碳排放水平的研究停留在学者的估算上,且缺乏公认的研究方法和框架^[1]。有研究发现,在计量边界、理论方法、计量参数等方面,中国学者的旅游碳排放研究与国际上的通行做法相差甚大,制约了中国旅游碳排放计量的客观性与真实性^[2]。另有学者指出,从系统边界和核算口径来看,已有研究对旅游业或旅游消费的系统边界界定各不相同,核算口径也不一致,有些研究的口径是直接碳排放,另一些研究则是指全生命周期碳排放,不同研究之间不具有可比性^[3]。过往研究主要围绕旅游业碳排放值的测量,其统计指标和计算方法选取上多以对国外早期文献的借鉴和优化为主,在研究方法上形成了较深

收稿日期:2022-04-29;修订日期:2022-08-06

基金项目:国家自然科学基金项目(41961021)

第一作者:明庆忠(1963-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为区域旅游开发与管理。

E-mail: mingqingzhong01@163.com

* 通讯作者:常易(1990-),男,博士研究生,研究方向为企业管理与旅游管理。E-mail: changyi_i@126.com

的路径依赖；从计算结果看，大量研究结果无法相互佐证，呈现出“横向不可比、纵向不可加”的特点。随着实证研究的不断推进，如不能就某些关键问题达成共识，确立更规范的研究标准，将会削弱研究结论的解释力。为促进旅游业碳排放研究的规范化和科学化，本文试图在已有研究的基础上进行理论溯源，从经济学和法学领域寻求旅游业碳排放的理论基础，找出影响统计边界的关键问题；立足于“污染者付费原则”和“受益者负担原则”，提出并论证“广义”和“狭义”两种统计边界的判定标准，望为明晰旅游业是绿色产业还是黑色产业及后续规范研究提供依据和参考，推动行业碳减排措施的切实履行。

2 旅游业碳排放责任界定的学理分析

旅游业碳排放研究涉及交叉学科背景，单从旅游学内部无法统一研究范式，需要在“碳中和”的规范下展开。目前一些研究之间“横向不可比，纵向不可加”的根本原因在于不同研究视角下的统计口径不同，在学理上论证统计边界的判定原则较弱。由于污染行为时常伴随法律责任认定和经济补偿，故法学和经济学可提供基础性的参考，且适用于碳中和本身而不局限于单一行业。旅游业碳排放既是在碳中和框架下研究，那么对碳中和具备基础解释力的理论也应当适用于旅游业。

2.1 外部性与公共物品理论

外部性理论认为生态系统具有外部性，即自然生态资源因开发利用所产生的边际私人净产值与边际社会净产值之间存在一定程度的背离^[4]。旅游业的行为活动有典型的外部性特征，具体来说，旅游业兼具生产的外部不经济和消费的外部不经济，其生产和消费活动都会产生污染，直接或间接破坏生态环境，但行为者个体不为此承担代价。对此，全球正在尝试采取碳税、碳补偿和碳交易等方面的措施。

一般认为，公共物品理论是适用于解释旅游资源的基础理论。自然生态资源是旅游资源的重要组成部分，具有无排他性和无竞用性的特点，人们在使用时无需支付任何成本和代价，而其生态效益又为全社会所共享。学者对五台山景区^[4]、森林资源^[5]和自然保护区^[6]的研究表明，优质旅游资源区别于普通公共物品，在于其使用上具有一定的竞用性，过度开发和使用会造成负外部性。当边际私人收益偏离边际社会收益时，就会酿成“公地悲剧”。环境污染和生态恶化都是典型的公地悲剧，该理论对旅游业碳排放问题有较强的解释力。

2.2 碳泄露

关于碳排放的责任界定，存在“生产者负责制”和“消费者负责制”两种意见，分歧源自国际贸易的“碳泄露”现象：发达国家将碳密集型产业转移到发展中国家，导致其自身碳排放水平降低的同时推高了发展中国家的碳排放量^[7]。若从消费端重新核算，发达国家碳排放将普遍增加，发展中国家则相应减少。不过，“消费者负责制”存在一个严重缺陷：相较于生产端的减排能力，消费端的减排效果是辅助性的。实际上，碳减排的核心手段仍是从生产端提高能源转化率、降低化石能源的消耗、发展替代能源、使用碳捕捉与封存技术等。

旅游业能耗与碳排放几乎覆盖所有产业。在122部门分类中,共有102个产业与旅游业产生了前向或后向的直接联系^[8]。若将关联产业的碳排放纳入统计边界,不仅会导致旅游业的排放量超标,更会削弱本行业的减排动力和激励效果。有研究梳理了Dwyer对澳大利亚旅游业碳足迹的测算^[9],发现从旅游卫星账户实践上看,消费法的统计结果大于生产法^[3]。为避免研究视角混淆,本文立足于“生产者负责制”考察旅游业的污染主体构成。

2.3 污染者付费原则

目前,国际上普遍采用的是“污染者付费原则”,简称PPP (polluter pays principle) 原则,后在1992年联合国《里约环境与发展宣言》原则16中表述为“The polluter should bear the cost of pollution”^[10],意指造成环境损害的污染者有责任支付赔偿并承担弥补损害的费用。该项原则最早由经济合作与发展组织于1972年在《关于环境政策国际层面指导原则的建议》中提出,后成为各国参与国际贸易的一项规则和各国制定环境法的重要依据^[11]。法律公约方面,《里约环境与发展宣言》《保护东北大西洋海洋环境公约》《欧盟宪法条约》等法律公约都确立了“污染者付费”的法律效力^[12],PPP原则也成为环境伦理学的核心原则之一^[13]。就国内法而言,1979年颁布的《中华人民共和国环境保护法(试行)》明确了“谁污染,谁治理”原则,后又于1996年通过《国务院关于环境保护若干问题的决定》发展为“污染者付费”原则^[14]。尽管对“污染者付费原则”的研究多集中在法学领域,但在论及跨界损害损失分担原则问题时,不能不论及此项原则^[11]。其实,行业和学科的特殊性不当违背法律原则的一般性。旅游业碳排放的责任边界直接影响其统计边界,在责任界定上仍应遵循PPP原则。

虽然“污染者付费原则”得到了大部分主权国家和国际条约的认可,但仍存在一些缺陷与不足。PPP原则本质上是一种事后责任原则,导致其在责任追究上存在障碍,征收排污费的实施效果并不理想^[15]。就中国城市污染地受益者修复责任而言,PPP原则存在3种困境:一是污染行为人不存在,二是污染行为人缺乏修复能力,三是污染行为和污染事实之间的因果关系难以判断^[16]。进一步说,在污染主体多元化或污染主体负担能力不足的情形下,PPP原则作用甚小;环境损害行为与环境损害后果之间的因果关系难以确定,使得污染者也难以确定,往往会出现“无人负担”或“负担不能”的情形^[14]。

2.4 受益者负担原则

为弥补“污染者付费原则”的不足,法学研究者提出了“受益者负担原则”。这项原则提出的初衷是反对政府运用财政援助方式解决环境污染问题。该原则认为,只要从环境或资源的开发利用中获得实际利益者,都应当就环境与自然资源价值的减少付出应有的补偿费用,而不局限于开发者和污染者^[17]。1993年日本在其《环境基本法》中确立了“受益者负担原则”的法律效力^[15]。2016年,中国国务院办公厅在《关于健全生态保护补偿机制的意见》中确立了生态补偿的“谁受益、谁补偿”原则,这是“受益者负担原则”在生态补偿领域的具体应用^[18]。

目前对“受益者负担原则”的研究主要集中在法学和生态学领域。从社会契约和义务主体视角看,国家、企业和公民都应当对环境污染和损害承担相应的责任^[18]。关于污

染者是否应当作为受益者承担责任,有研究基于主体双重身份而持否定的观点。其原因在于:当污染者存在时应先于受益者身份承担责任;若污染者兼具受益者身份,则违背了“任何人都不得从自己的错误行为中获利”的原理^[16]。当然,“受益者负担原则”只是“污染者付费原则”的补充和延伸。PPP原则固然存在缺陷,但其作为《京都议定书》等国际协议的基本原则而具有法律效力^[13],仍是现代环境法的核心原则,也是构建现代环境法律责任的基石^[12]。

某种程度上,确定旅游业的碳排放来源等同于污染责任的界定,应同时考虑“污染者付费原则”和“受益者负担原则”。一般来说,“受益者负担原则”中的实际利益包含了物质利益、政治利益和精神利益。结合本文主题,笔者将受益者的实际利益限定为经济利益。如果污染者获得的直接经济利益未计入某地旅游部门的收入,则其污染行为不应由当地旅游业完全承担。其逻辑在于:污染者一定是受益者,受益者不一定是污染者。由于旅游业关联产业众多,可能会存在某旅游主体不是直接污染者、又是间接受益者的情况,有必要基于上述两项原则对旅游业碳排放的统计范围重新加以讨论。

3 旅游业碳排放边界界定的关键:广义与狭义的讨论

旅游业碳排放测量的核心是确立统计边界,主要争议体现为4组关键问题的分歧:其一是分析范围交叠,没有区分研究对象的“地理视角”和“行业视角”;其二是统计口径混淆,针对同一研究对象同时出现“碳排放”和“碳足迹”两种计算方法;其三是未区分“直接排放”和“间接排放”,造成统计边界模糊;最后是“广义”与“狭义”视角下的旅游业统计边界涵义不明,尚未形成公论。因此,有必要对上述分歧予以澄清,并结合上文的理论分析,尝试给出旅游业碳排放统计边界的判定原则。

3.1 旅游业碳排放的地理视角和行业视角

关于旅游业碳排放的分析范围大致分为两类:一是从行业视角分析“某地旅游业碳排放”,二是从地理视角分析“某旅游地碳排放”^[19-20]。前者是从旅游业的主体和关联产业出发,测算某地区旅游业的碳排放;后者是以国家为测量对象,按边境线划分责任,以避免在全球水平上重复估算旅游业碳排放^[21]。对同一个研究对象而言,两者应为包含关系,即“某旅游地的碳排放”是“某地旅游业的碳排放”的父集,后者不能大于前者。例如,在国家尺度下,作为旅游目的地的某国碳排放,必然包含并大于该国旅游业碳排放。该判定成立的条件是“地理概念大于行业概念”,即某地并不全部由旅游业构成。

进而言之,在选择碳排放统计指标时,应当说明是从行业视角还是地理视角,否则会出现交叉统计或指标误用,最终造成争议结论。从地理视角看,景区外的碳排放计入当地属于“碳泄露”,造成的污染转移应适用“属地责任原则”(territorial responsibility)^[22]。尽管学界对该原则存在争议,但在更完善的解决方案出现之前,碳排放测算仍应在《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》的框架下进行。既然国家尺度上认定各国对气候变化的贡献均以地理为界限,那么城乡尺度的研究也应当遵循相同的界定标准。同时,地理视角下的统计范围不局限于旅游业,还应纳入当地的全部碳源。

3.2 旅游业的碳排放不同于碳足迹

从实证研究结果看,“碳足迹”的测量结果往往大于“碳排放”。碳排放一般是从生产角度定义的,它是生产者责任的体现;而碳足迹则是从终端消费的视角出发,它更重视消费者责任^[23]。有学者进一步指出,已有研究中基于生产法和消费法的研究视角同时存在,将“旅游消费碳足迹”与“旅游业碳排放”混用。同时建议,碳排放应侧重从供给(旅游业)角度进行研究,采用生产法进行核算;而碳足迹则应从消费(旅游者)角度进行核算,避免两个概念的混淆与滥用^[3]。有关澳大利亚^[9]、西班牙^[24]的旅游业碳足迹实证研究也表明,基于全生命周期的核算口径会使计算结果远高于全球平均水平。

从“碳足迹”的涵义看,它应考虑供应链上的所有排放,在时间上涵盖产品消费的时点向前追溯和向后延伸。这一概念本质上有“全过程、全生命周期排放”的内涵^[3]。这种视角下计算出的碳足迹,是不能要求单一行业履行碳中和义务的,因为它涉及多元主体责任分担问题。该情景下,除了“受益者负担原则”外,还应考虑“共同但有区别的责任原则”“收益结构原则”和“能力结构原则”^[18],这必将造成旅游业碳排放分析的复杂化。碳足迹的概念适用于产品视角而非行业视角,因此,本文将讨论范围限定为“碳排放”,侧重于从供给端视角进行研究。

3.3 直接排放和间接排放

很多时候,相关文献在计算时没有区分“直接”和“间接”碳排放,或存在同时统计的情况。关于旅游业碳排放层级,有学者将其分为“旅游者”“旅游产业”和“旅游经济”3个部分^[25],统计范围从“直接排放”向“间接排放”逐步扩张(图1)。碳足迹层级也按类似规律考察供应链上的所有排放,这既包括“直接排放”(现场的、内生的排放),也包括“间接排放”(非现场的、外部的、内嵌的、上游的、下游的排放)^[3],具体区分在世界资源研究所和世界可持续发展商业理事会(WRI/WBSCD)的《产品和供应链标准》^[26]中有明确说明(图2)。综上所述,本文将旅游业直接碳排放定义为“旅游者在旅游活动中产生的直接排放+旅游产业在经营活动中产生的直接排放”,其余均属于间接排放。

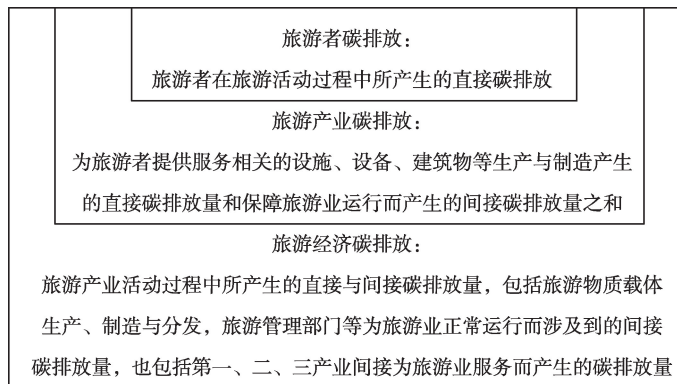


图1 旅游碳排放层级图

Fig. 1 Hierarchy of carbon emissions from tourism industry

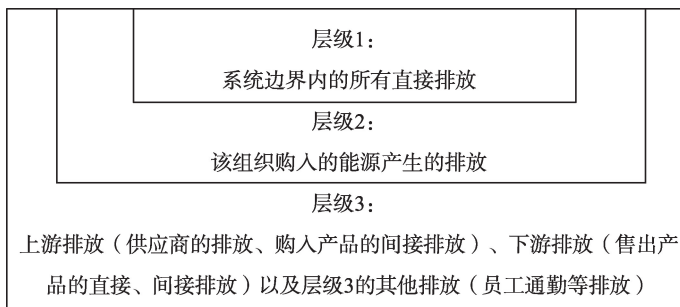


图2 碳足迹层级图

Fig. 2 Hierarchy of carbon footprint

3.4 广义和狭义视角下的旅游业碳排放统计边界

学者们在测算旅游业碳排放时，或有提及“广义”和“狭义”的概念，但对何为广义、何为狭义尚未形成统一标准。在国内早期研究中，有学者认为广义的旅游业涉及众多产业、碳排放覆盖面广，应包含旅游六要素，这样能更真实客观地反映旅游业碳排放水平；而狭义的旅游业仅测算旅行社和旅馆业的碳排放^[20,27]。另有研究关注乡村旅游地的净碳排放，将广义视角定义为“景区内各碳源碳排放+旅游地外部交通碳排放”，而在狭义视角下将“旅游地外部交通碳排放”排除^[28]。

基于已有研究成果和上文的学理性分析，本文给出以下两个命题来判定旅游业碳排放的统计边界，同时建议相关研究要区分地理视角和行业视角。一般来说，地理视角更适用于小空间尺度的研究对象，比如景区和乡村旅游；行业视角则更适用于大空间尺度的研究对象，比如城市到省际区域。

命题1：狭义的旅游业碳排放统计边界仅指研究对象的直接碳排放，遵循的是污染者付费原则，考虑的是旅游业作为生产者的外部不经济。

命题2：广义的旅游业碳排放统计边界是在狭义视角的基础上增加研究对象的间接碳排放，考虑受益者负担原则的同时兼顾旅游业作为消费者的外部不经济。

4 对旅游业碳排放的统计指标讨论

直观理解，旅游业碳排放的统计指标将“因旅游而起的一切人为活动造成的碳排放”纳入统计范围，故而应先明确旅游业的碳源分布，再根据研究对象的实际情况选择对应指标。对此，主流做法是根据旅游业的主体进行分类，形成“交通、餐饮、住宿、游憩、购物、娱乐”6类碳源，在此基础上进一步细化和拓展。经过学者多年研究，指标库的积累已较为完备，在系统边界、统计指标和计算方法上取得了阶段性成果^[2-3,19-20,29]。

宏观上看，尽管不同研究结论之间仍有较大差异，但就“旅游业各部门的碳排放占比”而言，学界基本能够达成共识：旅游交通、旅游住宿、旅游活动三部门构成了旅游业的核心碳源，共占旅游业碳排放量的90%以上^[30-34]。这意味着旅游业的碳排放呈“幂分布”规律，高低落差极大、长尾效应明显（图3）。

微观上看，各部门间存在颗粒度上的差异，细分指标越多，则其准确度越高，但数

据获取越困难。因此,旅游业碳排放测算需在准确性和可行性之间寻找平衡。准确性需要更多统计指标,但这会带来繁重的一手数据统计工作,而且受成本制约,可能与测算的可行性发生冲突。鉴于此,在旅游业碳排放指标评价上,可遵循“奥卡姆剃刀”原理:如无必要、勿增实体。新增指标不是越多越好,颗粒度也不是越细越好。

4.1 旅游交通

旅游交通指“为旅游者往返于客源地与目的地以及在旅游目的地活动而提供的交通设施与服务”^[35],是旅游业碳排放的重中之重。国外研究表明,旅游交通的碳排放占比在65%至90%之间^[36-38]。有学者测算了1990年至2020年的中国旅游碳排放,发现在上述三部门的碳排放量中,旅游交通的年均占比达78.7%^[30];按三部门占全国旅游业碳排放90%估算,旅游交通的年均占比应为70%左右,这与国内在2011年的研究得出的结论基本吻合(旅游交通占比为67.72%)^[33]。随着旅游业的发展,其余指标和新增项目的碳排放逐渐增加,但旅游交通仍是核心碳源。

从范围看,旅游交通可分为外部交通和内部交通。外部交通是指客源地到目的地之间的交通,内部交通又分为到达景区的中部交通和景区内部交通^[28,39-40]。从出行方式看,旅游交通可分为民航、铁路、公路、水路等子类别^[41]。从碳排放结果看,外部交通是旅游交通最显著的碳源,其排放量是内部交通的4到6 000倍不等(表1)。鉴于飞机无法作为内部交通工具,民航又成为外部交通的主要碳源。据估算,民航在中国旅游交通碳排放中的占比由1990年的22.05%攀升到2020年的75.17%,年均占比为46.90%^[30]。此时出现了一个关键问题:旅游交通占旅游业碳排放的70%以上,它能直接决定旅游业是否为黑色产业?从碳源比例看(图4),旅游业能否实现碳中和基本取决于旅游交通,而该指标又取决于外部交通的判定。

外部交通的出行方式可涵盖所有种类的交通工具。国际上对该指标的争议焦点在于国际航班碳排放的归属问题。相关研究发现该问题有两种计算方法:其一是以客源地测

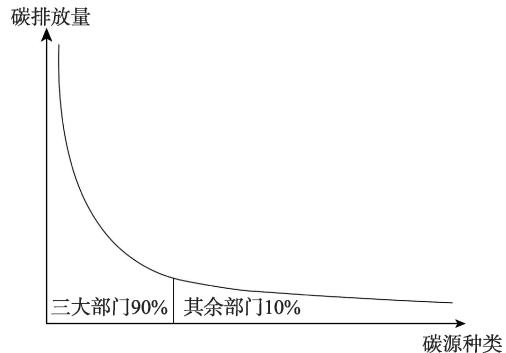


图3 旅游业碳排放分布示意图

Fig. 3 Distribution of carbon emissions from tourism industry

表1 部分实证研究的外部/内部交通碳排放结果

Tab. 1 Examples of carbon emissions for external & internal transportation

外部交通	内部交通	倍数	研究对象	文献来源
2 106.552 t (碳足迹)	491.122 t (碳足迹)	4.3	张家界	王怀探 ^[39]
41 533.913 t (碳排放)	2 411.494 t (碳排放)	17.2	庐山	周年兴等 ^[56]
2 796.045 t (碳排放)	0.462 t (碳排放)	6 051.9	合肥大圩村	丁雨莲 ^[28]
89 091.725 t (碳排放)	(不考虑)	\	宏村	丁雨莲 ^[28]
8 364 558.985 t (碳足迹)	(不考虑)	\	武汉	张哲 ^[40]



图4 旅游业核心碳源

Fig. 4 The core carbon emissions source in tourism industry

算，例如，一个德国人在世界各国旅行产生的排放量应计为“德国”的排放量；其二是以目的地测算，由于旅游经济利益更多地由旅游目的地获得，碳排放的统计应当以旅游目的地为主^[19]。早期研究旅游业碳排放的Gössling也认为，旅游目的地是碳减排的一个理想区域，它应承担相应的碳排放额^[42]。

然而，大量发达国家的游客乘坐国际航班到发展中国家旅游，造成的碳排放是否应由目的地全部承担？换到国内视角，大量城市游客到乡村旅游所造成的碳排放是否应由乡村独自承担？基于前文的理论分析，笔者认为由目的地承担全部责任并不合理。从“碳泄露”的观点看，从旅游目的地统计碳排放属于“消费者负责制”，因为目的地不是外部交通碳排放的生产者，把外部交通碳排放计入目的地有悖于“属地责任原则”，这不具有法律效力而仅是学界的一种测算方法。Dwyer测算的澳大利亚旅游业碳足迹远高于《京都议定书》认定的澳大利亚总排放量，是由于其统计边界包含了澳大利亚国际航空^[9]。实际上，由于国际航空排放测算和分配比较复杂，全球航空的总排放量在不同经济体之间分配的规则尚未形成，国际航空碳排放仍游离于《京都议定书》的国家排放目标之外^[3]。

外部交通碳排放是否应计入旅游目的地，关键在于如何判定污染者和受益者（图5）。以民航为例，外部交通的交易行为发生在游客和航空公司之间，航空公司是直接受益者、也是碳排放的生产者，它作为污染主体是明确的。然而，航空公司的运营不属于目的地旅游业。旅游目的地既没有获得机票销售收入，也没有产生民航碳排放，由其独自承担往返交通碳排放的理由不充分。简言之，外部交通同时违背“污染者付费原则”和“属地责任原则”，不符合命题1的判定，不属于“狭义的旅游业碳排放统计边界”。

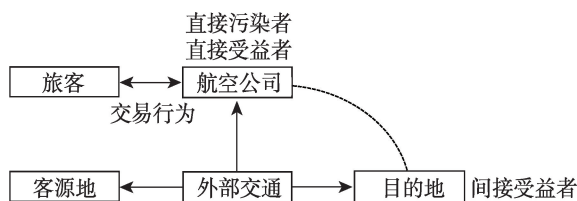


图5 外部交通的主体构成

Fig. 5 Principal components of external transportation

有观点认为旅游目的地仍负有外部交通的减排责任。其理由是，该指标项下的碳排放由旅游目的地造成，如果不存在该目的地，就不会有游客流动，亦不会产生相应的碳排放^[43]。如上所述，“受益者负担原则”仅是“污染者付费原则”的延拓和补充，仅适用于污染主体不明或污染责任负担不能的情形。旅游目的地作为外部交通的受益者，其责

任负担仅为一种补充,不能作为污染者承担全部责任。一方面,外部交通的污染主体明确且不属于旅游目的地,污染行为是非现场的外部排放,符合命题2的判定,应计入“广义的旅游业碳排放统计边界”;另一方面,内部交通的污染行为是现场直接排放,交易金额计入当地旅游业收入,符合命题1的判定,应计入“狭义的旅游业碳排放统计边界”。

4.2 旅游住宿

一般认为,旅游住宿是仅次于旅游交通的第二大碳源,占旅游业碳排放的20%左右^[30,36]。它主要来源于住宿设施的能源消耗,如空调系统、照明系统、电梯、餐饮服务、冷库、小家电等^[44-45]。从能源结构看,旅游住宿涉及电力、煤炭、柴油、液化石油气、天然气,甚至沼气、薪柴等。其碳排放测算的基本逻辑是,将各类能源按一定的碳排放转化因子转化为住宿的年耗能量,进而计算出等量的标准煤消耗,再通过标准煤的二氧化碳排放系数测算旅游住宿的碳排放量。2010年测算昆明市四星级酒店的碳足迹,是国内最早开展旅游住宿碳排放的实证研究^[46]。近年来,更多关于酒店业碳排放的实证分析缓解了相关研究对国外文献的依赖。从酒店业能源结构看,电力耗能的碳排放占酒店中占比最大,达到90%以上;其次是燃气耗能,平均为9%左右(五星级、四星级和三星级酒店分别为28%、10%和1%);最小占比为耗水,占酒店总碳排放的1%^[47-49]。从建筑能耗看,四星级的综合能耗与五星级酒店相当,三星级酒店仍有较大的节能减排潜力^[50]。

然而,从整体上看,旅游住宿碳排放的研究存在以下4个方面的缺陷:首先,对省域和国家层面的研究,这项指标未考虑南北能耗差异。有研究发现中国北方的人均碳排放量是南方的1.5倍^[51],同级别酒店能耗的差异在于冬季是否集中供暖;其次,由于不同国家的能源效率不同,碳排放系数不同,不能简单地引用国外相关研究的碳排放系数进行计算,否则会有较大误差;再次,学者在测算旅游住宿碳排放时缺乏星级酒店外的其他旅馆的统计数据。《第二次全国经济普查主要数据公报》显示,中国约有67%的旅游住宿设施为星级饭店以外的其他旅馆类型^[52];《中国旅游统计年鉴》中的住宿业数据只有星级饭店数据较为完备^[51],据估算,星级饭店的碳排放仅占酒店业的40%左右^[30];最后,随着共享经济的发展,以家庭模式经营的民宿逐渐成为年轻游客的选择,但其碳排放的测算缺乏标准和数据,这部分的实证研究仍处于空白。

酒店业既是污染者,也是受益者,负有减排责任并具备减排潜力。从命题1的角度看,旅游住宿应计入“狭义的旅游业碳排放统计边界”。基于行业视角的旅游住宿碳排放很大程度上可能被低估,主要是统计数据匮乏、非星级酒店的碳排放漏算所致,这需要在研究中加以改进。

4.3 旅游活动

旅游活动是旅游业的第三大碳源,其碳排放研究同样存在争议和分歧。目前国内尚未开展专门针对旅游活动能耗和碳排放的研究^[53],而国际上对该指标的研究也显得单薄,并缺乏基础性研究^[31],大部分旅游活动的碳排放为估算所得^[19]。实证研究中,不同学者对该指标的范围认知有差异,选择依据也不同,这导致了测算结果不具有横向可比性,旅游活动的碳排放占比存在较大差异(表2)。

由表2可见,旅游活动碳排放的分歧主要源于统计范围不同。虽然大体上可以从

表2 部分实证研究的旅游活动碳排放统计

Tab. 2 Examples of carbon emissions from tourism activities

“旅游活动”统计范围	碳排放占 (%)	研究对象	文献来源
观光旅游、休闲度假、商务出差、探亲访友、其他	2.36	全国	石培华 ^[33]
分别统计“旅游浏览”和“旅游娱乐”	16.59	张家界	王怀琛 ^[39]
观光旅游、休闲度假、商务出差、探亲访友、其他	1.07	庐山	周年兴等 ^[56]
合并为“食宿休闲”统计	6.53	合肥大圩村	丁雨莲 ^[28]
合并为“购物娱乐”统计	5.00	宏村	丁雨莲 ^[28]
合并统计“旅游游览”和“旅游娱乐”	18.50	武汉	张哲 ^[40]
观光旅游、休闲度假、商务出差、探亲访友、其他	5.68	江苏省	陶玉国 ^[31]
观光旅游、休闲度假、商务出差、探亲访友、其他	2.14	全国	唐承财等 ^[50]

“旅游动机”和“旅游行为”来分析,但从概念化的角度,旅游活动尚缺乏清晰的涵义。按旅游业六要素分类,除了交通和住宿外,旅游活动是否包含“游、购、娱、吃”仍无定论,但是一些研究已将这四要素纳入旅游活动进行统计。在实证方法上,旅游活动碳排放的测算逻辑存在一定缺陷。其常规做法是,先确定旅游活动的能耗来源,如吸引物、娱乐和体育活动等^[37,54],再根据不同活动的碳排放系数和消费人数估算活动能耗,进而测算出各种活动的碳排放量。对此,国内多数文献都追溯到Becken于2003年的实证研究^[37]。石培华在早期测算中,采用了按旅游动机对游客规模进行分类的办法^[33],但其前提是不同的旅游活动对应不同的旅游动机,如此才能以不同动机的游客规模测算不同活动的碳排放量。然而其中尚未解决的问题是如何建立旅游动机与旅游活动之间的对应关系。

实际上,基于决策的复杂性与不确定性,动机和行为之间不存在一一对应关系(表3)。例如,“观光旅游”和“休闲度假”是两种不同的旅游动机,都可能伴随“参观博物馆”或“看电影”的旅游活动,“商务会议”和“探亲访友”也可能伴随“空中观光”行为。再者,国内对旅游活动碳排放的测算主要参考新西兰和瑞士的活动分类和排放系数。此两国的旅游活动在较小国土范围内相对普及,是具有代表性的高频消费项目,如

表3 旅游动机与旅游活动的类别

Tab. 3 Categories of tourism motivation and tourism activities

旅游动机	大类	亚类	旅游活动代表	能量消耗 (mj/游客)
观光旅游	吸引物	建筑类	博物馆/艺廊、历史遗迹	3.5
		公园类	植物园、动物园	8.4
		文娱活动类	体验中心、贡渡拉小舟	22.4
休闲度假	自然吸引物	产业类	农业观光、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
商务出差	娱乐	表演类	电影院、音乐会、毛利人表演、剧院	12.0
		其他类	酒吧、赌场、购物	6.9
探亲访友	旅游活动	空中活动类	空中体育运动、空中观光、空中观鲸	424.3
		水上活动类	喷水推进艇、帆船、海钓、观鲸	236.8
其他类型	自然活动类	探险活动类	蹦极、爬山、直升机滑雪、皮船、山地自行车、皮划艇	35.1
		自然活动类	脚踏车、海豚、骑马、高尔夫、湖钓、健步、野生	26.5

直升机滑雪、跳伞、水上摩托艇等。与此不同,中国地大物博,不同区域所提供的旅游活动相距甚远,这绝非小国特色旅游项目可以参考。如不考虑国情差异、一味参考国外的参数计算,将会导致旅游碳排放计量结果存在较大偏差^[2]。

碳排放的统计只能从行为结果出发。如果以出行动机划分碳源,会造成污染主体不明,从污染者付费原则出发,游客作为消费者不应先于经营者负担污染责任。因此,碳排放统计需从研究对象的特征细分旅游活动,分别统计参与不同活动的游客人数,然后测算旅游活动的碳排放量。该情形下,旅游活动的污染主体明确,污染行为是现场直接排放,符合命题1的判定,应计入“狭义的旅游业碳排放统计边界”。

4.4 旅游餐饮

在国内外相关研究中,将旅游餐饮碳排放纳入统计范围并不多见,也缺乏针对性研究。虽然食物消耗是旅游必不可少的部分,但其碳排在旅游业中的占比并不显著。宏观上看,无论全球还是中国,农业在按部门分布的碳源中仅占1%^[55];Nielsen等估算1998年瑞士旅游食物和饮料占旅游业碳排放总量的2%^[38]。实际上,这项指标主要问题是混淆了“碳排放”与“碳足迹”(图6),前者测算的是餐饮业经营所需能源产生的碳排放^[28,39],后者测算的是被游客消耗的粮食在全生命周期中产生的碳足迹^[40,56]。两者在研究主体和统计视角上截然不同,不具有横向可比性。



图6 “旅游餐饮”碳排放的两种统计视角

Fig. 6 Two statistical views of carbon emissions generated by tourism catering

碳排放的统计视角是以餐馆为研究对象,统计它在生产经营中的能耗,再将能耗折算为碳排放量。在学理上,选择以餐饮服务作为旅游业六要素中“食”的代表,应该没有多大争议。但在实证研究中却面临一个难以解决的问题:除封闭式景点的餐饮区外,多数旅游城市的餐馆并非仅为游客提供服务。在餐饮业的消费者中,游客与本地居民共存,两者难以区分。一方面,选择餐馆为研究对象,可以测算它在一段时期内的碳排放,但却不能简单地地区分碳排放是游客还是本地居民的消费所致。从行业视角统计“旅游餐饮”的碳排放值会面临多元主体责任分担问题。

另一方面,测算游客消费的粮食在全生命周期中的碳足迹,避免了游客和本地居民共同消费的问题,但又面临另一困境:生命周期评价是一种“从摇篮到坟墓”的污染物排放评价方法^[3],碳足迹测算的是粮食从生产、包装、运输、制作、甚至到废物处理整个过程中产生的二氧化碳,且这一过程涉及农业生产、工业加工、交通运输、餐饮服务等多个行业。从责任划分来说,任何参与其中的行业都不应独自承担粮食在产业链循环中的全部碳足迹,否则会造成不同部门间的重复统计,主体责任难以划分。

在旅游业的碳排放分析中,从粮食端计算“碳足迹”的弊端远大于从餐馆端计算“碳排放”。前者是基于产品视角,把旅游业替换为产业链中任一其他产业,粮食的碳足

迹计算不会发生变化；后者是基于行业视角，污染主体明确且属于旅游业。餐饮业提供用餐服务而非粮食生产，碳源是餐馆因加工食品而产生的能耗，而非粮食在全生命周期造成的污染。以餐馆碳排放为旅游餐饮的统计对象，符合命题1的判定，应计入“狭义的旅游业碳排放统计边界”，测量时应考虑游客在消费者中的占比。在以往实证研究中，这项指标存在多算的可能性，要么纳入与旅游业无关的本地居民消费，要么纳入关联部门应该分担的碳足迹。

4.5 旅游购物

旅游购物之所以计入旅游业碳排放统计边界，是由于它是旅游业的主体构成要素、无法将其从旅游业抽离。本质上说，旅游购物只是特殊的消费场景，如果从消费端统计，应当以商品为对象测量全生命周期中的碳足迹。旅游业提供的是商品销售服务，而非生产制造商品，因此计量的是商家在经营中产生的碳排放。结合4.4的论断，旅游购物应遵循碳排放视角、以商户为污染主体统计经营能耗，计入“狭义的旅游业碳排放统计边界”。

这项指标的特殊性，在于消费者的购买行为有较强的随机性。相较于封闭景区或特色小镇，城市空间的购物场所也是游客和本地居民消费的并存，同样面临多元主体责任分担问题。鉴于食品也是消费品中的一种，污染主体均为商家，能源结构相似，建议可将旅游餐饮和旅游购物两项指标合并为有形商品的“旅游消费”销售来计量。如此只需明确游客和本地居民的消费比例，即可在餐饮业和商户经营的总能耗中，按比例折算游客造成的碳排放量。

4.6 其他指标

除上述旅游业的主体要素外，其他碳源在旅游业碳排放总量中占比较小或存在争议，这里主要体现在以下3个方面。

(1) 旅游垃圾/废弃物处理：有研究通过测算黄山、九寨沟的旅游废弃物碳足迹发现，在旅游废弃物生态足迹中，游客直接排放部分占1.00%，居民占0.26%，相关企业（交通、饭店）占98.74%，其统计对象是游客和居民产生的污水、粪便和固体垃圾^[57]。另有研究通过测算武汉市游客产生的废水和固体废弃物后发现，旅游废弃物的碳足迹占本市旅游业的0.35%^[40]。从碳排放看，对宏村和合肥大圩的测算结果与上述研究有所不同，垃圾焚烧的碳排放占两地碳排放总量的16.00%和38.51%，使垃圾处理成为一个显著碳源^[28]。由于旅游业对该指标的实证研究较少，又存在“碳足迹”和“碳排放”两种统计口径，不同研究结论之间难以进行横向比较。

垃圾本身是人类社会的一大污染源，在没有进入回收系统前会因腐烂发酵而产生大量碳排放，垃圾运输和焚烧会消耗大量化石能源。联合国政府间气候变化专门委员会明确指出，垃圾处理产生的二氧化碳和甲烷等已成为人为温室气体排放的重要来源。从客观事实考虑，旅游垃圾/废弃物属于行业碳源，现有研究不足以说明该指标不显著。同时，旅游垃圾/废弃物满足命题1的判定，污染主体明确并负有减排责任，污染行为是现场直接排放，应计入“狭义的旅游业碳排放统计边界”。

(2) 景区运营/运营管理：目前国内关于这项指标的实证研究较少，参见宏村与大圩

村^[28]、张家界^[39]、中山陵与西塘古镇^[58]景区运营碳排放统计。从涵义看,景区运营管理碳排放由景区管理、服务机构和从业人员通勤消耗的碳排放组成。从结果看,上述研究对该指标的测算结果基本趋同,景区运营管理占碳排放总量的3%~5%左右,这在旅游业碳源构成中相对不显著。该指标的污染主体特指旅游企业,测算对象为相关景点的旅游服务设施、景区基建设备和运营维护,主要功能为日常办公、公共照明和通勤。从命题1的角度看,景区运营管理的污染主体明确并负有减排责任,应计入“狭义的旅游业碳排放统计边界”。

(3) 本地居民能耗:从涵义看,本地居民生产生活不属于旅游业范畴,而属于旅游地范畴。个别研究纳入了本地居民产生的碳排放,且碳源边界各有不同,测量结果难以相互比较和佐证^[28,56]。旅游业碳排放应测算与旅游业有关的碳源,即使当地没有旅游业,也存在本地居民生产生活所需能耗,碳排放无可避免。计量居民能耗是另外一个话题,碳源划分和统计口径与旅游业无关。为避免研究视角混淆,旅游业碳排放的测算不应当涉及本地居民生产生活所需能耗。

5 结论与讨论

5.1 主要结论

综上所述,作者在讨论现有文献统计指标的基础上,基于3.4两个命题分别进行判

表4 广义和狭义的旅游业碳排放统计边界

Tab. 4 The general and special statistical boundary of carbon emissions from tourism industry

一级指标	二级指标	指标描述	
旅游交通	外部交通	客源地到目的地之间的交通	
广义	内部交通	到达景区的中途交通和景区内部交通	
	旅游住宿	旅游住宿设施能源消耗	
	旅游活动	按不同旅游活动的能量消耗和消费人数测量	
	旅游消费	旅游餐饮	为游客提供餐饮服务的商户经营能耗
		旅游购物	为游客提供商品销售的商户经营能耗
	旅游垃圾	旅游垃圾	游客和旅游机构产生的废水和固体废弃物处理
景区运营管理	景区运营管理	景区管理和服务机构能源消耗与从业人员通勤消耗	

定,得出旅游业碳排放统计边界如表4所示。

宏观上看,大空间尺度的旅游业碳排放分析,应当遵循“广义的旅游业碳排放统计边界”。外部交通造成的污染因旅游而起,但在按部门划分的碳源统计中,其排放量共存于旅游部门和交通运输部门。在现行国际公约框架下,受“属地责任原则”约束,旅游交通项仅统计国内航班而不考虑国际航班的碳排放量。因此,在国家尺度的视角下,旅游交通可不区分内部和外部,直接统计国内游客出行人次即可。微观上看,对于小空间尺度的研究对象,当不考虑外部交通而仅考察“狭义的旅游业碳排放统计边界”时,旅游业的碳排放总量会大幅降低。由于分母变小,原来不显著的碳源占比将依次变大。旅游业在界定排放责任和制定减排措施时,不能忽视长尾部分碳源,需重新审视各项指标

的重要性和减排力度。

一般认为碳汇的功能是服务于整个区域空间而非某个行业。基于行业视角的“某地旅游业碳排放”只考察碳排放值，基于地理视角的“某旅游地碳排放”则包含碳汇能力和净碳排放值，目前仅有少数文献同时进行碳排放和碳汇的测量。有关宏村^[28]和庐山^[56]的实证研究表明，包含外部交通的碳排放总量分别为碳汇能力的39.6倍和11.5倍，使旅游地成为一个显著碳源。然而，宏村在剔除外部交通后的狭义净碳排放值为13.47 t，仅超出当地碳汇的0.58%，基本趋近二氧化碳近零排放；庐山案例采用了碳排放与碳足迹混合计算，故无法对统计指标进行拆分。本文指标库是对过往实证研究的总结和归纳，指标数量超出单篇文献范畴。受主题与篇幅限制，文中提出的统计边界尚未付诸实证，也是下一步的重点研究方向，希望有更多学者提出批评与建议，共同完善旅游业碳排放的规范研究。

5.2 讨论

“双碳”背景下，旅游业需在可持续发展中推进碳减排措施的切实履行。碳排放统计只是碳中和研究的第一步，更重要的是碳吸收与碳补偿。污染主体明晰后减排责任才能得以明确，统计边界的确定是落实减排责任的前提。文章梳理了相关减排措施发现，部分解决对策主要存在以下两类缺陷。

(1) 责任边界模糊：范围可控才能落实，范围不可控则只能倡导。以外部交通为例，相关研究都建议“发展高铁网络、优化整合航线、改善出行方式、建设绿色交通”。然而，上述措施能否实现主要取决于工业和交通运输部门，旅游业可以提倡游客多坐高铁，却不能强制游客少坐飞机。同理，推广使用新能源也不能一概而论。有学者指出，目前新能源发电总体价格仍比煤发电高，峰谷稳定性差，调峰技术有待进一步创新；重工业和长途运输等领域难以实现电气化，可再生能源制氢的成本较高^[59]。实际上，受电网承载能力和储能技术限制，新能源的推广还有诸多困难，传统能源的成本优势在短期内很难被替代。能源结构主要由生产端决定，旅游业作为消费端，其减排能力备受制约。

(2) 电动车推广只论可行性，不谈外部性。普遍存在一个误区认为，新能源汽车比传统燃油车环保，能够显著降低本地污染。而现实是，基于煤电的电动车碳排放与一般汽油车差距不大，甚至高于多数传统交通工具。从表5可见，双人乘坐汽油车的人均碳

表5 不同交通方式的碳排放

Tab. 5 The carbon emissions of different means of transportation

交通工具	碳排放 (g/人·km)
一般汽油轻型车 (单人乘坐)	243.8
性能最优电动车 (维多利亚电网)	209.1
一般汽油轻型车 (双人乘坐)	121.9
摩托车	119.6
火车	28.6
有轨电车	20.2
汽油公交车	17.7
性能最优电动车 (绿色电源)	0.0

排放要低于单人驾驶电动车(煤电)的人均碳排放^[7]。新加坡一项测试表明:电池劣化后的大功率电动车,其电耗相当于百公里9升左右油耗,碳排放高于一般经济型汽油车^[60]。从这个角度看,电动车只是将地面排放转移到了发电厂,并未有效降低煤炭消耗和污染。真正能实现零排放的电动车必须使用绿色电源,抛开此前提来谈论电动车推广,不过是单方面减少旅游交通的排放量,本质上是转移污染。

旅游业碳减排的矛盾在于:如何在确保经济利益的前提下,切实减少碳排放量。旅游业的收入跟游客规模成正比,碳排放量也跟游客规模成正比,这是一个事实。要降低碳排放,最直接的办法就是减少出行人次。有研究表明(图7),受新冠肺炎疫情冲击,2020年全国旅游业的碳排放约合6782万t,不到2019年的一半,更退回到2008年的排放水平^[30]。疫情当下,碳排放值是显著下降了,但其对旅游业的破坏性影响有目共睹。经济增长与环境代价能否兼顾、如何取舍?这个老生常谈的问题,仍是“双碳”目标的长期挑战。需要说明的是,本文对碳排放统计边界的讨论不局限于疫情背景。旅游业碳排放研究迄今已有10余年,中国“双碳”目标尚有近40年之长远。新冠肺炎疫情终将过去,统计边界作为实证研究的根基与锚点,不能轻易随外部环境变化而改变。相较于半个世纪的时间跨度,新冠肺炎疫情对旅游业的影响显著但不会永久持续。全球受新冠肺炎疫情影响所表现出的碳减排是短暂而被动的,中国旅游业在疫情期间碳排放大幅降低,并非主动减排所致,而是游客规模缩减造成的结果。旅游业的碳减排计划不能以牺

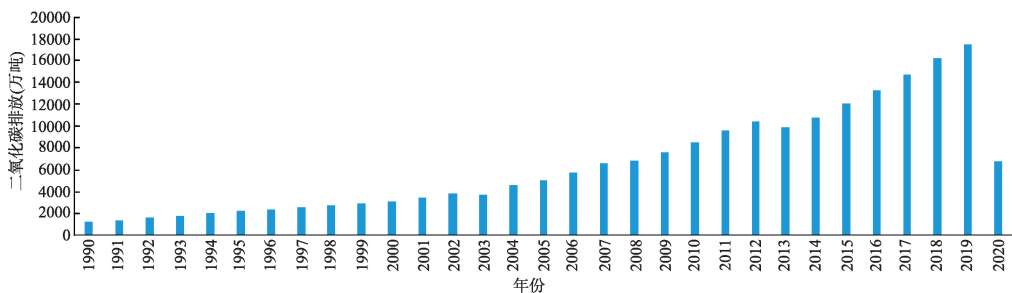


图7 1990—2020年中国旅游碳排放总量

Fig. 7 Total carbon emissions from tourism industry in China from 1990 to 2020

牲游客规模为代价,应在可持续发展中寻求长期解决方案。

综上所述,旅游业的复杂性导致了其特有的研究困境:一方面,旅游业关联产业众多,能耗与碳排放几乎覆盖全产业链而使其成为了一个显著碳源;另一方面,旅游业涵盖多样的自然环境,具备优秀的碳汇资源,通常被视作绿色产业。然而,许多研究都止步于碳排放计算而回避了碳汇分析,其原因是不言而喻的:相较于研究对象的固碳能力,现有框架下计算出的碳排放更为显著。这必将引向一个有悖常识又难以证伪的结论:旅游业不再是传统意义上的无烟产业,而是一个碳赤字严重超标的黑色产业。

关于绿色产业与黑色产业的判定,学界一般使用碳强度(单位GDP的CO₂排放量)来衡量碳生态效率^[3],若行业的碳排放贡献率高于经济贡献率,则可从收益中向生态系统和利益受损方进行碳补偿。据世界旅行和旅游理事会报告,全球旅游业的经济贡献率达

10%、碳排放贡献率为4.9%，具有较好的碳生态效率^[61]。然而，学者对不同国家和地区的实证研究表明，旅游业是否为绿色产业应视具体国情而定。就中国而言，旅游业增加值占GDP比重约为4%，碳排放贡献率因统计边界和计量方法不同而有较大差异，还不能对旅游业是否为绿色产业形成共识。旅游业产业覆盖面广，很难将旅游经济从整体经济中剥离出来，故在国家层面按部门分布的碳源统计中尚未包含旅游业。若与单一产业的碳生态效率对比，旅游业会因子部门与其他产业间的重复统计形成争议性结论。

旅游业碳排放的计算并不复杂，难点在于统计边界的判定：边界过大，必然得出过量的碳排放值，这不仅会超过本行业的责任范畴，还会造成跨部门重复统计，使之被视为黑色产业；边界过小，则不免有置身事外、避重就轻之嫌。本文力图探索一种统计边界的判定思路，并为这种判定提供经济学和法学的理论依据，只是在学界公认问题上进行了尝试，讨论了部分指标的争议与不足。统计边界是否适用，指标缺陷如何改进，仍有待进一步的研究来证实或证伪。

参考文献(References)

- [1] 金准. 碳达峰、碳中和与旅游业高质量转型[J]. 旅游学刊, 2021, 36(9): 3-5. [Jin Zhun. Carbon peaking, carbon neutrality and high-quality transformation of tourism[J]. Tourism Tribune, 2021, 36(9): 3-5.]
- [2] 钟永德, 李世宏, 罗芬. 我国旅游业碳排放计量的三个关键问题思考[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(11): 139-143. [Zhong Yongde, Li Shihong, Luo Fen. Thinking on three key issues of carbon emission calculation for tourism industry in China[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2012, 32(11): 139-143.]
- [3] 董雪旺, 张捷, 章锦河, 等. 区域旅游业碳排放和旅游消费碳足迹研究述评[J]. 生态学报, 2016, 36(2): 554-568. [Dong Xuewang, Zhang Jie, Zhang Jinhe, et al. A critical review on several issues of regional tourism-related carbon emissions or its carbon footprint[J]. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(2): 554-568.]
- [4] 张奥佳. 典型利益相关者视阈下五台山景区旅游碳补偿研究[D]. 太原: 山西财经大学, 2017. [Zhang Aoja. Study on tourism carbon offsetting of Wutai mountain scenic spot from the view of typical stakeholders[D]. Taiyuan: Shanxi University of Finance & Economics, 2017.]
- [5] 王媛. 基于公众支付意愿的森林横向生态补偿机制构建研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2021. [Wang Yuan. Research on construction of forest horizontal ecological compensation mechanism based on public willingness to pay [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2021.]
- [6] 刘昊卿. 自然保护区生态补偿制度研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2021. [Liu Haoqing. Study on ecological compensation system of nature reserve[D]. Qingdao: Qingdao University of Science & Technology, 2021.]
- [7] 陈迎, 巢清尘. 碳达峰、碳中和100问[M]. 北京: 人民日报出版社, 2021: 71-72. [Chen Ying, Chao Qingchen. Carbon Peak, Carbon Neutral 100 Questions[M]. Beijing: People's Daily Press, 2021: 71-72.]
- [8] 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, 21(2): 7-12, 78. [Song Zengwen. A research on industrial correlation of China's tourism industry: Based on the input-output model[J]. Tourism Science, 2007, 21(2): 7-12, 78.]
- [9] Dwyer L, Forsyth P, Spurr R, et al. Estimating the carbon footprint of Australian tourism[J]. Journal of Sustainable Tourism, 2010, 18(3): 355-376.
- [10] United Nations. A/CONF.151/26 (Vol. I) Report of the United Nations conference on environment and development[EB/OL]. (1992-08-12). https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf.
- [11] 郭红岩. 跨界损害损失分担基本理论问题研究[D]. 北京: 中国政法大学, 2011. [Guo Hongyan. Study on basic theoretical issues related to allocation system of loss in the case of transboundary damage[D]. Beijing: China University of Political Science and Law, 2011.]
- [12] 马洪. 生产者延伸责任的法律属性辨析[J]. 学术月刊, 2013, 45(12): 25-37. [Ma Hong. Analysis of the legal nature of

- extended producer responsibility[J]. *Academic Monthly*, 2013, 45(12): 25-37.]
- [13] 徐峰. 谁之责任, 何种义务? “污染者付费原则”的思与辩[J]. *自然辩证法研究*, 2014, 30(8): 75-80. [Xu Feng. Whose obligation, which duty? On “polluter pays principle”[J]. *Studies in Dialectics of Nature*, 2014, 30(8): 75-80.]
- [14] 阳相翼. 污染者负担原则面临的挑战及其破解[J]. *行政与法*, 2012(12): 139-143. [Yang Xiangyi. The challenge and its solution of the principle that polluter pays[J]. *Administration & Law*, 2012(12): 139-143.]
- [15] 张洋洋. 论受益者负担原则[D]. 长春: 吉林大学, 2012. [Zhang Yangyang. Research on beneficiaries pay principle[D]. Changchun: Jilin University, 2012.]
- [16] 李丽香. 我国城市污染场地受益者修复责任制度构建研究[D]. 福州: 福州大学, 2016. [Li Lixiang. Research on the construction of the beneficiary’s responsibility system for the restoration of urban polluted sites in China[D]. Fuzhou: Fuzhou University, 2016.]
- [17] 汪劲. 环境法学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2006: 172. [Wang Jin. *Environmental Law*[M]. Beijing: Peking University Press, 2006: 172.]
- [18] 郑云辰. 流域生态补偿多元主体责任分担及其协同效应研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2019. [Zheng Yunchen. Research on the responsibility sharing and synergy effect of multi-subject in watershed eco-compensation[D]. Tai’an: Shandong Agricultural University, 2019.]
- [19] 王群, 杨兴柱. 境外旅游业碳排放研究综述[J]. *旅游学刊*, 2012, 27(1): 73-82. [Wang Qun, Yang Xingzhu. Overseas study review of carbon emissions for tourism industry[J]. *Tourism Tribune*, 2012, 27(1): 73-82.]
- [20] 谢园方, 赵媛. 基于低碳旅游的旅游碳排放测度方法研讨[J]. *人文地理*, 2012, 27(1): 147-151. [Xie Yuanfang, Zhao Yuan. The method of measuring carbon dioxide emissions in tourism on the basis of low-carbon tourism[J]. *Human Geography*, 2012, 27(1): 147-151.]
- [21] Becken S, Patterson M. Measuring national carbon dioxide emissions from tourism as a key step towards achieving sustainable tourism[J]. *Journal of Sustainable Tourism*, 2006, 14(4): 323-338.
- [22] 史亚东. 全球碳减排责任分担机制与气候政策研究[D]. 天津: 南开大学, 2012. [Shi Yadong. Analysis on allocation mechanism of global carbon abatement responsibilities and climate policies[D]. Tianjin: Nankai University, 2012.]
- [23] 樊杰, 李平星, 梁育填. 个人终端消费导向的碳足迹研究框架: 支撑我国环境外交的碳排放研究新思路[J]. *地球科学进展*, 2010, 25(1): 61-68. [Fan Jie, Li Pingxing, Liang Yutian. Framework of final consumption oriented research on carbon footprints: New idea of research on carbon emissions supporting the environmental diplomacy of China[J]. *Advances in Earth Science*, 2010, 25(1): 61-68.]
- [24] Vecina C, Sanz G, Santiago L, et al. Tourism environmental responsibility: The ignored role of investment[C]. Paper presented at the European Trade Study Group (ETSG) Copenhagen: Thirteenth Annual Conference, 2011.
- [25] 王怀琛, 罗芬, 钟永德. 旅游者碳足迹[M]. 北京: 中国林业出版社, 2011. [Wang Huaicai, Luo Fen, Zhong Yongde. *Tourists’ Carbon Footprint*[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2011.]
- [26] World Resources Institute (WRI), World Business Council on Sustainable Development (WBCSD). The greenhouse gas protocol[EB/OL]. (2011-01-20). <https://www.wri.org/initiatives/greenhouse-gas-protocol>.
- [27] 谢园方, 赵媛. 长三角地区旅游业能源消耗的CO₂排放测度研究[J]. *地理研究*, 2012, 31(3): 429-438. [Xie Yuanfang, Zhao Yuan. Measuring carbon dioxide emissions from energy consumption by tourism in Yangtze River Delta[J]. *Geographical Research*, 2012, 31(3): 429-438.]
- [28] 丁雨莲. 碳中和视角下乡村旅游地净碳排放估算与碳补偿研究: 皖南宏村与合肥大圩案例实证[D]. 南京: 南京师范大学, 2015. [Ding Yulian. Research on net carbon emission estimation and carbon offset of rural tourism destination from the perspective of carbon neutrality[D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2015.]
- [29] 唐承财, 钟林生, 成升魁. 旅游业碳排放研究进展[J]. *地理科学进展*, 2012, 31(4): 451-460. [Tang Chengcai, Zhong Linsheng, Cheng Shengkui. Research progress on carbon emissions in tourism industry[J]. *Progress in Geography*, 2012, 31(4): 451-460.]
- [30] 唐承财, 查建平, 章杰宽, 等. 高质量发展下中国旅游业“双碳”目标: 评估预测、主要挑战与实现路径[J]. *中国生态旅游*, 2021, 11(4): 471-497. [Tang Chengcai, Zha Jianping, Zhang Jiekuan, et al. The goal of China’s tourism industry carbon peak and neutrality (dual-carbon) in the context of high-quality development: Evaluation and prediction, major challenges, and approach[J]. *Journal of Chinese Ecotourism*, 2021, 11(4): 471-497.]

- [31] 陶玉国, 张红霞. 江苏旅游能耗和碳排放估算研究[J]. 南京社会科学, 2011(8): 151-156. [Tao Yuguo, Zhang Hongxia. A rough estimation of energy consumption and CO₂ emission in tourism sector of Jiangsu Province[J]. Social Sciences in Nanjing, 2011(8): 151-156.]
- [32] 王凯, 李娟, 席建超. 中国旅游经济增长与碳排放的耦合关系研究[J]. 旅游学刊, 2014, 29(6): 24-33. [Wang Kai, Li Juan, Xi Jianchao. Linking between carbon dioxide emission and tourism economic growth in China[J]. Tourism Tribune, 2014, 29(6): 24-33.]
- [33] 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. [Shi Peihua, Wu Pu. A rough estimation of energy consumption and CO₂ emission in tourism sector of China[J]. Acta Geographica Sinica, 2011, 66(2): 235-243.]
- [34] UNWTO. Towards a low carbon travel & tourism sector[R]. Geneva: World Economic Forum, 2009-06-02.
- [35] 郭向阳, 穆学青, 明庆忠, 等. 中国旅游交通碳排放格局及影响因素解析[J]. 地理与地理信息科学, 2022, 38(2): 129-136. [Guo Xiangyang, Mu Xueqing, Ming Qingzhong, et al. Carbon emission pattern of China's tourism transportation and its influencing factors[J]. Geography and Geo-Information Science, 2022, 38(2): 129-136.]
- [36] UNWTO, UNEP. Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges[M]. Madrid: World Tourism Organization and United Nations Environment Programme, 2008: 128.
- [37] Becken S, Simmons D G, Frampton C. Energy use associated with different travel choices[J]. Tourism Management, 2003, 24(3): 267-277.
- [38] Perch-Nielsen S, Sesartic A, Stucki M. The greenhouse gas intensity of the tourism sector: The case of Switzerland[J]. Environmental Science & Policy, 2010, 13(2): 131-140.
- [39] 王怀探. 张家界旅游者碳足迹研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2010. [Wang Huaicai. Research on tourist carbon footprint in Zhangjiajie[D]. Changsha: Central South University of Forestry & Technology, 2010.]
- [40] 张哲. 基于碳足迹的武汉市旅游生态效率研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2017. [Zhang Zhe. The study of tourism ecological efficiency in Wuhan based on the carbon footprint[D]. Wuhan: Central China Normal University, 2017.]
- [41] 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. [Wei Yanxu, Sun Gennian, Ma Lijun, et al. Estimating the carbon emissions and regional differences of tourism transport in China[J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2012, 40(2): 76-84.]
- [42] Gössling S. Carbon neutral destinations: A conceptual analysis[J]. Journal of Sustainable Tourism, 2009, 17(1): 17-37.
- [43] 刘军, 岳梦婷. 区域旅游业碳排放及其影响因素: 基于旅游流动性视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(7): 37-48. [Liu Jun, Yue Mengting. Carbon emissions of regional tourism industry and their influencing factors: A tourism mobility perspective[J]. China Population, Resources and Environment, 2021, 31(7): 37-48.]
- [44] Becken S, Frampton C, Simmons D. Energy consumption patterns in the accommodation sector: The New Zealand case [J]. Ecological Economics, 2001, 39(3): 371-386.
- [45] Xuanchao W, Priyadarsini R, Eang L S. Benchmarking energy use and greenhouse gas emissions in Singapore's hotel industry[J]. Energy Policy, 2010, 38(8): 4520-4527.
- [46] 李鹏, 黄继华, 莫延芬, 等. 昆明市四星级酒店住宿产品碳足迹计算与分析[J]. 旅游学刊, 2010, 25(3): 27-34. [Li Peng, Huang Jihua, Mo Yanfen, et al. Carbon footprint calculation and analysis of accommodation services in four-star hotels of Kunming[J]. Tourism Tribune, 2010, 25(3): 27-34.]
- [47] 雷鹏. 基于生命周期能耗分析法的酒店碳足迹及影响因素研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2014. [Lei Peng. The research of hotel carbon footprint and factors of influence based on the life cycle energy analysis[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2014.]
- [48] 沈杨, 胡元超, 施亚岚, 等. 城市酒店业的碳排放核算及低碳指标分析[J]. 环境科学学报, 2017, 37(3): 1193-1200. [Shen Yang, Hu Yuanchao, Shi Yalan, et al. Carbon emission accounting and low carbon indicator analysis for urban hotel industry[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2017, 37(3): 1193-1200.]
- [49] 姚李忠, 王中华, 徐圣友. 山岳型酒店能源强度与碳排放特征研究: 以黄山云海饭店为例[J]. 地理科学, 2020, 40(6): 965-972. [Yao Lizhong, Wang Zhonghua, Xu Shengyou. Intensity of energy consumption and characteristic of carbon emission for mountain hotel: A case study of Huangshan Xihai Hotel[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(6): 965-972.]
- [50] 黄崎, 康建成, 张建业. 酒店业碳排放基准线的构建与节能减排实证研究[J]. 旅游科学, 2017, 31(4): 79-94. [Huang Qi,

- Kang Jiancheng, Zhang Jianye. The research on establishing monitoring reporting verification (MRV) of carbon emission in hospitality and the case study of energy-saving and emission reduction[J]. *Tourism Science*, 2017, 31(4): 79-94.]
- [51] 杜强, 陈乔, 陆宁. 基于改进 IPAT 模型的中国未来碳排放预测[J]. *环境科学学报*, 2012, 32(9): 2294-2302. [Du Qiang, Chen Qiao, Lu Ning. Forecast of China's carbon emissions based on modified IPAT model[J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2012, 32(9): 2294-2302.]
- [52] 陶玉国. 区域旅游业碳排放的测度及其因素分解: 以江苏省为例[D]. 南京: 南京师范大学, 2015. [Tao Yugu. Carbon emission measurement and factor decomposition of regional tourism: Taking Jiangsu Province as an example[D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2015.]
- [53] 汤姿, 毕克新. 旅游业能源消耗与碳排放研究进展及启示[J]. *世界地理研究*, 2014, 23(3): 158-168. [Tang Zi, Bi Kexin. Review on energy consumption and carbon emission of tourism industry[J]. *World Regional Studies*, 2014, 23(3): 158-168.]
- [54] Becken S, Simmons D G. Understanding energy consumption patterns of tourist attractions and activities in New Zealand[J]. *Tourism Management*, 2002, 23(4): 343-354.
- [55] International Energy Agency(IEA). CO₂ emissions factors 2018, 2019. [EB/OL]. (2020-09-30). <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-products?filter=emissions>.
- [56] 周年兴, 黄震方, 梁艳艳. 庐山风景区碳源、碳汇的测度及均衡[J]. *生态学报*, 2013, 33(13): 4134-4145. [Zhou Nianxing, Huang Zhenfang, Liang Yanyan. Carbon sources and storage sinks in scenic tourist areas: A Mount Lushan case study[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(13): 4134-4145.]
- [57] 章锦河. 旅游废弃物生态影响评价: 以九寨沟、黄山风景区为例[J]. *生态学报*, 2008, 28(6): 2764-2773. [Zhang Jinhe. Measuring the ecological impact of tourist wastes: Methodology and cases study of Jiuzhaigou and Huangshan national park[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(6): 2764-2773.]
- [58] 谢园方. 旅游业碳排放测度与碳减排机制研究: 以长三角为例[D]. 南京: 南京师范大学, 2012. [Xie Yuanfang. Research on measuring carbon dioxide emissions from tourism and mechanism of tourist carbon-reducing: A case of Yangtze River Delta[D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2012.]
- [59] 邹才能, 熊波, 薛华庆, 等. 新能源在碳中和中的地位与作用[J]. *石油勘探与开发*, 2021, 48(2): 411-420. [Zou Caineng, Xiong Bo, Xue Huaqing, et al. The role of new energy in carbon neutral[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2021, 48(2): 411-420.]
- [60] 张静. 内燃机比纯电动更省能源?[J]. *汽车观察*, 2016(9): 106-107. [Zhang Jing. Are internal combustion engines more energy efficient than pure electric?[J]. *Automotive Observer*, 2016(9): 106-107.]
- [61] World Travel & Tourism Council (WTTC). Leading the challenge on climate change[R]. London: World Travel & Tourism Council, 2009-02-01.

Green industry or black industry: The reflection and reconstruction of statistical boundary for tourism carbon emissions

Ming Qingzhong, Chang Yi*

Institute of Tourism and Cultural Industry, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, China

Abstract: To scientifically define the statistical boundary of tourism carbon emissions is not only a challenge for low-carbon tourism research, but also the key to formulate tourism carbon emission reduction policies and measures. Existing studies are based on the adoption and optimization of previous statistical indicators, and the calculation results are difficult to corroborate each other. Informed by the review of economics and law-related fields, the article evaluates the current statistical indicators one by one. The research finds that: (1) The main factors affecting the statistical boundary of tourism carbon emissions are the adoption of different research perspectives and the misuse of statistical calibers, which consequently leads to the research results “cannot be compared horizontally and calculated longitudinally”. (2) The main difference between the “narrow” and “broad” statistical boundaries is that the latter takes into account the principle of “beneficiaries bear responsibility” while the “polluters pay price”. (3) Based on the principle of “territorial responsibility”, external transportation is not a carbon source of tourist destinations whilst it should be included in the “broad” statistical boundary. The study pointed out that the carbon emission reduction measures of tourism should clarify the boundary of responsibility and the fact of externality, while considering the economic benefits and environmental costs. With a relatively standardized boundary, the carbon intensity varies according to different research objects, and whether the tourism industry is a green industry or not should be determined according to the specific situation.

Keywords: tourism carbon emissions; statistical boundary; responsibility boundary; carbon calculation; dual-carbon goal

* Corresponding author: Chang Yi. E-mail: changy_i@126.com