Global Science Publishing

蜈支洲岛旅游区碳足迹构成及测量方法研究[1]

吴贤贤[1] 范洪军[2,*] 蔡丹[3]

[1]海南经贸职业技术学院国际旅游学院 海南海口

[2,*]成都职业技术学院文化旅游学院 四川成都

[3]海口懿源德商务咨询有限公司 海南海口

摘要：本文主要介绍了蜈支洲岛旅游区的概况、碳足迹的概念及构成分析、测量方法及技术手段、碳足迹测量实践和低碳发展策略与建议。本文立足蜈支洲岛旅游区碳足迹的来源和主要碳排放活动，分析了碳足迹的构成特点。通过生命周期评估法、IPCC碳排放计算方法等测量方法及Kaya碳排放恒等式等其他辅助技术手段，运用实践数据收集与整理、关键排放源识别及量化等步骤，对蜈支洲岛旅游区碳足迹进行了测量分析。最后，文章提出了节能减排技术应用推广、绿色能源替代方案、低碳旅游产品设计思路等低碳发展策略，并展望了旅游区未来的发展趋势和持续改进方向。

关键词：碳足迹；测量方法；构成；蜈支洲岛旅游区

Research on the Composition and Measurement Method of Carbon Footprint in Wuzhizhou Island Tourism Area [1]

Wu Xianxian [1], Fan Hongjun [2, *], Cai Dan [3]

1 School of International Tourism of Hainan College of Economics and Business, Haikou City Hainan Province, Haikou

2, * School of Culture and Tourism of Chengdu Polytechnic University, Chengdu City Sichuan Province, Chengdu

3 Haikou Yiyuande Business Consulting Co., Ltd, Haikou

Abstract: This article mainly introduces the overview of Wuzhizhou Island Tourism Area, the concept and composition analysis of carbon footprint, measurement methods and technical means, carbon footprint measurement practice, and low-carbon development strategies and suggestions. This article focuses on the sources and main carbon emission activities of the carbon footprint of Wuzhizhou Island tourism area, and analyzes the characteristics of the carbon footprint composition. The carbon footprint of Wuzhizhou Island tourism area was measured and analyzed using measurement methods such as life cycle assessment, IPCC carbon emission calculation method, and other auxiliary technical means such as Kaya carbon emission identity. Practical data collection and organization, identification and quantification of key emission sources were carried out. Finally, the article proposes low-carbon development strategies such as promoting the application of energy-saving and emission reduction technologies, green energy substitution solutions, and low-carbon tourism product design ideas, and looks forward to the future development trends and continuous improvement directions of tourist areas.

Keywords: Carbon footprint; Measurement method; Constitute; Wuzhizhou Island Tourism Area

1 研究背景

1.1 低碳旅游

在全球气候变化问题日益严峻的背景下，低碳旅游已成为全球旅游业可持续发展的必然趋势。旅游业作为全球经济的重要组成部分，其发展过程中对环境的破坏和资源的消耗不容忽视。因此，发展低碳旅游，减少旅游业对环境的负面影响，是实现旅游业可持续发展的重要途径。

低碳旅游背景主要源于全球气候变化问题的日益严峻。随着全球气温的上升和极端气候事件的增多，气候变化已成为全球面临的重大挑战之一。旅游业作为对自然环境和文化景观依赖较强的行业， 其发展必然会对环境造成一定的破坏。为了减缓气候变化的影响，各国纷纷采取措施，推动低碳旅游的发展。低碳旅游是一种以减少碳排放为主要目标的旅游方式，通过优化旅游交通、住宿、餐饮等环节，减少旅游过程中的碳排放，降低旅游对环境的压力。

蜈支洲岛旅游区发展低碳旅游具有重要意义。低碳旅游有助于减少碳排放，保护生态环境。蜈支洲岛拥有丰富的自然景观和海洋资源，发展低碳旅游可以减少对环境的破坏，保护岛上的生态环境。低碳旅游有助于实现旅游业的可持续发展。通过发展低碳旅游，可以推动旅游业的转型升级，提高旅游业的整体效益和竞争力。同时，低碳旅游还可以提高游客的环保意识，促进绿色消费，为旅游业的发展注入新的动力。

低碳旅游还有助于提升蜈支洲岛的品牌形象和竞争力。随着消费者对环保意识的提高，低碳旅游已成为一种时尚和趋势。蜈支洲岛作为知名的旅游目的地，如果能够在低碳旅游方面取得显著成效， 将会吸引更多的游客前来旅游，提高旅游收入，推动当地经济的发展。

1.2 碳足迹

碳足迹是指个体、组织或区域在特定时间内，由于各种活动和过程所直接或间接排放的二氧化碳量。这一定义不仅涵盖了直接排放的二氧化碳，如化石燃料燃烧和工业生产过程中产生的二氧化碳， 还包括了间接排放的二氧化碳，如电力和热力生产、交通运输等。简单来说，碳足迹就是一个地区或组织在发展过程中产生的碳排放量。碳足迹的计算涉及多个方面，包括能源消耗、生产过程、运输方式等，需要综合考虑各种因素。

根据排放来源和特征，碳足迹可分为多种类型。首先是交通碳足迹，它主要来源于交通运输工具的排放，如汽车、飞机、船舶等。交通碳足迹具有流动性强、排放量大等特点，对气候系统的影响不容忽视。其次是工业碳足迹，它主要来源于工业生产过程中的能源消耗和废弃物排放。工业碳足迹具有排放量大、排放强度高等特点，是减碳的重点领域之一。还有住宅碳足迹和商业碳足迹等。住宅碳足迹主要来源于家庭能源消耗和废弃物处理，而商业碳足迹则主要来源于商业建筑、办公设备、商业活动等。不同类型的碳足迹具有不同的排放特点和影响因素，需要分别进行分析和治理[1]。

1.3 蜈支洲岛旅游区碳足迹来源

蜈支洲岛旅游区作为海南旅游的重要组成部分，其碳足迹主要源于旅游活动所带来的各种能源消耗和排放。具体包括有交通碳排放、住宿业碳排放、餐饮业碳排放以及旅游业碳排放这四个。

1.3.1 交通碳排放

在蜈支洲岛旅游区，交通设施是碳排放的主要来源之一。为了满足游客的出行需求，旅游区配备了多种交通工具，如车辆、船舶等。这些交通工具在运输过程中，燃油的燃烧会产生大量的二氧化碳和其他污染物，对环境造成严重的影响。交通拥堵也是导致碳排放增加的重要因素之一，因此，优化交通方式、提高交通效率是减少碳排放的重要途径。

1.3.2 住宿业碳排放

住宿设施是蜈支洲岛旅游区碳排放的另一个重要来源。旅游区内的酒店、民宿等住宿设施在提供服务的过程中，需要消耗大量的能源，如电力、燃气等。这些能源的消耗会产生二氧化碳等温室气体，对环境造成负面影响。住宿设施的建设和维护也会对环境造成一定的破坏，因此，推广绿色建筑、提高能源利用效率是减少住宿业碳排放的关键。

1.3.3 餐饮业碳排放

蜈支洲岛旅游区的餐饮业也是碳排放的重要来源之一。在烹饪和售卖食物的过程中，餐饮业需要消耗大量的能源，如燃气、电力等。食品的加工和运输也会产生碳排放。因此，推广绿色餐饮、减少食品浪费、提高能源利用效率是减少餐饮业碳排放的有效途径。

1.3.4 旅游业碳排放

除了交通、住宿和餐饮外，旅游业本身也会产生碳排放。在提供旅游服务的过程中，景区管理、旅游活动组织等环节都会产生能源消耗和排放。因此，优化旅游流程、提高旅游效率、推广低碳旅游方式等是减少旅游业碳排放的关键。

2 测量方法和技术手段

2.1 生命周期评估法

生命周期评估法（Life Cycle Assessment，LCA）是一种广泛应用于环境影响评价的先进方法。其核心思想在于全面考虑一个产品、服务或活动在其整个生命周期内对环境的潜在影响，从而为决策者提供全面的信息。具体而言，LCA包括原材料获取、生产、使用、回收和处置等各个阶段，通过定量分析和评估这些阶段的环境影响，可以深入了解产品或活动在生命周期中的环境负荷[2]。

生命周期评估法不仅关注产品或活动的直接环境影响，还考虑其间接影响。例如，在生产过程中使用的能源和原材料的生产、运输和处理等环节都可能产生环境污染和温室气体排放。通过LCA，可以追溯这些影响，并确定它们在整个生命周期中的贡献。这种全面性使得LCA成为评估环境影响的有效工具。

在蜈支洲岛旅游区碳足迹测量中，生命周期评估法发挥着重要作用。旅游区涉及多个活动环节，如交通、住宿、餐饮等，每个环节都可能产生碳排放。通过应用LCA，可以评估这些活动在整个生命周期内的碳排放量，从而识别主要的碳排放源，并制定相应的减排措施。例如，可以优化交通方式，提高住宿设施的能效，减少餐饮过程中的浪费等。

生命周期评估法的优势在于其全面性和系统性。通过考虑产品或活动的整个生命周期，LCA能够提供更准确的环境影响评估。然而，LCA也存在一些局限性和挑战。数据可用性和准确性是一个关键问题。在进行LCA时，需要大量的数据来支持评估过程，但某些数据可能难以获取或存在不确定性。评估过程中的假设和模型选择也会对结果产生影响。因此，在进行LCA时，需要谨慎选择数据来源和评估方法，以确保结果的准确性和可靠性。

2.2 IPCC碳排放计算方法

IPCC（政府间气候变化专门委员会）碳排放计算方法，作为全球公认的标准方法，被广泛应用于各类碳排放评估中。这一方法通过严格的科学程序和数据分析，能够准确反映人类活动对温室气体的贡献。在蜈支洲岛旅游区碳足迹测量中，IPCC方法同样发挥了重要作用。

IPCC方法通过详细计算旅游区内各类活动的碳排放量，包括能源消耗、交通运输等，为蜈支洲岛旅游区的碳足迹测量提供了有力支持。在应用IPCC方法时，我们需要收集大量的数据，包括能源消耗量、交通工具类型、游客数量等。这些数据是进行碳排放计算的基础，也是确保计算结果准确性的关键[3]。

IPCC方法具有广泛的适用性和认可度，能够提供比较准确的碳排放数据。它能够涵盖旅游区内各种不同类型的活动，包括住宿、餐饮、娱乐等， 从而全面反映旅游区的碳排放情况。IPCC方法还提供了详细的计算指南和排放因子，使得计算过程更加科学、规范。

然而，IPCC方法也存在一定的局限性。数据获取和处理的难度较大。在进行碳排放计算时，需要收集大量的数据，并进行处理和计算。这些数据的准确性和完整性对计算结果的准确性有很大影响。不同地区的排放因子差异较大。由于不同地区的能源消耗结构、交通方式等存在差异，导致排放因子也存在差异。因此，在进行碳排放计算时，需要根据实际情况进行调整和修正。

2.3 Kaya碳排放恒等式应用

Kaya碳排放恒等式是一种有效的分析碳排放驱动因素的工具，在碳排放分析中扮演着至关重要的角色。本节将探讨Kaya碳排放恒等式的定义，以及它在蜈支洲岛旅游区碳足迹测量中的应用，同时分析其优势与局限性。

Kaya碳排放恒等式通过将碳排放量分解为多个因素的乘积，来揭示碳排放的主要驱动因素[4]。这一方法有助于我们更深入地理解碳排放的根源，并为制定减排策略提供有力支持。在Kaya恒等式中，碳排放量通常被分解为人口增长、经济增长、能源强度和能源结构等四个主要因素的乘积。这四个因素相互作用，共同影响着碳排放量的变化。

在蜈支洲岛旅游区碳足迹测量中，Kaya恒等式的应用尤为重要。通过这一方法，我们可以分析旅游区内碳排放的主要驱动因素，从而制定针对性的减排措施。例如，游客数量的增长是导致碳排放增加的重要因素之一。通过限制游客数量、推广低碳

旅游方式等措施，可以有效降低碳排放量。酒店业的扩张也是碳排放的重要来源。通过优化酒店能源结构、提高能源利用效率等措施，同样可以减少碳排放。

然而，Kaya恒等式也存在一定的局限性。它忽略了因素之间的相互作用和不确定性问题。例如，经济增长和能源强度之间存在复杂的关系，经济增长可能会促进能源强度的降低，但也可能导致能源需求的增加。能源结构的调整也受到技术、经济、政治等多种因素的制约。因此，在应用Kaya恒等式时，我们需要充分考虑这些因素的综合影响，以确保分析结果的准确性和可靠性。

2.4 其他辅助技术手段

遥感技术与地理信息系统在碳足迹分析中发挥着重要作用。遥感技术具有大范围、高频率、高精度等特点，能够实时监测蜈支洲岛旅游区内的土地利用变化、植被覆盖情况、海洋生态系统状况等关键参数。这些数据为评估碳排放的总量、分布和变化趋势提供了重要依据。地理信息系统则通过数据处理、空间分析和可视化等手段，将遥感数据与其他地理信息进行整合，构建出蜈支洲岛旅游区的碳足迹空间分布图，为制定减排措施和规划提供了直观依据。

数据分析与建模技术在碳足迹分析中也具有重要地位。通过数据清洗、整合和可视化等手段[5]，可以对碳足迹数据进行深入分析，揭示出碳排放的热点区域、主要来源和影响因素。同时，利用数学建模技术，可以构建出碳排放的预测模型，预测未来碳排放的趋势和可能达到的减排目标[6]。这些预测结果对于制定减排计划和优化旅游活动具有重要意义。

针对蜈支洲岛旅游区的特定活动和设施，还可以采用专项调查与监测方法来获取更准确的碳排放数据。例如，对能源消耗量较大的酒店、餐饮店等进行能源审计，了解能源使用情况和节能潜力；对交通流量进行监测，掌握游客的出行方式和交通排放情况。这些专项调查与监测数据可以为碳足迹分析提供更详细、更准确的依据。

3 蜈支洲岛旅游区碳足迹测量实践

3.1 数据收集与整理过程

在能源消费数据的收集方面，我们通过实地调查和查阅相关文件的方式，对旅游区内的能源消费情况进行了详细的了解。我们记录了电力、燃气、燃油等消费量的数据，并追溯了能源的来源。这些数据为我们后续分析旅游区的能源消费结构、碳排放量以及制定节能减排措施提供了有力的依据。

在交通工具排放数据的收集方面，我们采用了多种方法。我们通过实地观测的方式，记录了旅游区内交通工具的数量、种类及行驶里程。然后， 我们利用专业的碳排放计算工具，测算了这些交通工具的碳排放量。我们还对旅游区内的交通工具进行了分类，分析了不同类型交通工具对碳足迹的贡献。这一分析结果有助于我们找出碳排放的主要来源，制定针对性的减排措施。

在旅游活动数据的收集方面，我们通过问卷调查和实地调研的方式，获取了旅游区内各项旅游活动的参与人数、持续时间及消费情况。这些数据为我们评估不同旅游活动对碳足迹的影响提供了重要的依据[7]。我们通过对这些数据的分析和比较，找出了碳排放较高的旅游活动，并提出了相应的改进措施。

3.2 关键排放源识别及量化

在旅游行业中，排放源的识别及量化是制定有效碳减排策略的重要前提。我们围绕住宿设施、餐饮设施和旅游景点三个方面，对旅游区内的关键排放源进行详细的识别及量化。

3.2.1 住宿设施排放

住宿设施是旅游区碳排放的重要来源之一。我们首先对旅游区内的住宿设施进行了全面的调查，包括酒店、民宿等。在调查过程中，我们采用了能源消耗清单法，对每个住宿设施的能源消耗进行了详细的统计，包括电力、燃气、燃油等。通过能源消耗数据，我们计算了每个住宿设施的碳排放量，并将其纳入碳足迹测算中。结果显示，住宿设施的碳排放量占据了旅游区碳排放总量的较大比例，因此，我们需要对住宿设施的能源消耗进行重点控制，减少碳排放。

3.2.2 餐饮设施排放

餐饮设施是旅游区碳排放的另一个重要来源。我们对旅游区内的餐饮设施进行了调查，分析了其食物制作、烹饪过程中的能源消费及碳排放。我们采用了碳排放系数法，对每个餐饮设施的碳排放量进行了量化。结果显示，餐饮设施的碳排放量主要来源于食材的采购和烹饪过程中的能源消耗。为了降低餐饮设施的碳排放，我们可以采取多种措施，如优化食材采购渠道、提高烹饪效率、使用节能设

备等。

3.2.3 旅游景点排放

旅游景点是旅游区碳排放的重要组成部分。我们对旅游景点的能源消耗及碳排放进行了评估，包括景区照明、游客接待设施等。通过调查和分析，我们发现旅游景点的碳排放主要来源于能源消耗。因此，我们需要对旅游景点的能源消耗进行严格控制，采取节能措施，如使用节能灯具、优化照明设计等。同时，我们还需要加强对游客的引导和管理，减少不必要的能源消耗和碳排放。

3.3 测量结果分析与解读

3.3.1 碳排放总量分析

基于收集的数据，我们首先计算了旅游区碳排放总量。这一数据揭示了旅游区在一定时期内产生的碳排放总量，为我们了解碳足迹规模提供了重要依据[8]。通过对碳排放总量的分析，我们发现旅游区碳排放主要来源于交通工具、住宿设施、餐饮娱乐等方面。这些环节的碳排放量占据了旅游区碳排放总量的绝大部分，是我们需要重点关注的对象。

为了确保数据的准确性，我们采用了多种测量方法和工具进行验证。同时，我们还对数据的采集、处理和汇总过程进行了严格的质量控制，以确保最终结果的可靠性。

3.3.2 关键排放源贡献度分析

在了解了碳排放总量的基础上，我们进一步对关键排放源进行了贡献度分析。通过计算各排放源在碳排放总量中所占的比例，我们确定了主要排放源。交通工具、住宿设施等成为旅游区碳排放的主要来源，其贡献度均超过了总量的三分之一。

为了更深入地了解这些排放源的排放情况，我们对其进行了详细分析。以交通工具为例，我们计算了不同交通方式（如汽车、飞机、船只等）的碳排放量，并分析了其产生的原因。我们发现，长途交通是旅游区碳排放的主要来源，而短途交通则相对较少。这为我们制定减排措施提供了有力依据。

4 低碳发展策略与建议

4.1 节能减排技术应用推广

节能减排技术是现代旅游发展的重要组成部分，也是实现旅游可持续发展的重要手段。在蜈支洲岛旅游区，节能减排技术的应用与推广是实现绿色旅游的重要途径[9]。

节能技术应用方面，蜈支洲岛旅游区积极采用先进的节能技术，以降低能源消耗。LED照明系统已经广泛应用于旅游区的主要照明设施中。LED照明具有高效、节能、长寿命等特点，相较于传统照明系统，LED照明能够显著降低能源消耗，减少温室气体排放。旅游区还安装了智能控制系统，根据实际需要调整照明亮度，进一步节能。高效空调系统也已经在旅游区广泛应用。这些系统通过优化空调的运行方式，减少能源的消耗，同时也能为游客提供更加舒适的环境。

减排措施落实方面，蜈支洲岛旅游区通过优化旅游区的交通、住宿、餐饮等基础设施，减少二氧化碳等温室气体的排放。旅游区鼓励游客使用低碳交通工具，如电动车、自行车等，减少化石燃料的使用。同时，旅游区还推广使用清洁能源，如太阳能、风能等，减少对传统能源的依赖。在住宿方面，旅游区推广使用环保材料，减少能源消耗和废弃物产生。在餐饮方面，旅游区倡导绿色餐饮，鼓励游客减少食物浪费，同时推广使用可降解餐具， 减少塑料垃圾的产生。

技术创新引领方面，蜈支洲岛旅游区积极研发和应用新能源、清洁能源技术，以科技创新推动旅游区节能减排。例如，旅游区正在探索利用潮汐能发电，为旅游区提供清洁能源。旅游区还开展了废弃物资源化利用项目，将废弃物转化为有用的资源，如利用厨余垃圾生产生物肥料等。这些技术创新不仅降低了旅游区的能源消耗和废弃物产生，也提高了旅游区的环保形象。

4.2 绿色能源替代方案探讨

随着可持续发展理念的深入，旅游区作为能源消耗的重要领域，其能源结构的优化与转型显得尤为迫切。本文将从太阳能、风能及氢能三大绿色能源出发，深入探讨其在旅游区中的应用潜力与实施方案。

太阳能的广泛应用：太阳能作为一种清洁、可再生的能源，其应用前景在旅游区尤为广阔。通过安装太阳能发电系统，如太阳能光伏板阵列，可直接为旅游区的各类设施提供电力支持， 包括酒店、餐厅、游客中心及娱乐设施等[10]，显著减少对化石能源的依赖。太阳能发电系统的运行维护成本相对较低，且能在阳光充足的地区实现高效供电，为旅游区打造绿色、低碳的能源体系奠定坚实基础。

风能的潜力挖掘：在风能资源丰富的旅游区，

风能发电成为另一重要绿色能源替代方案。通过科学选址与合理布局，建设风力发电设施， 可将风能转化为电能，供给旅游区的日常运营。风能发电不仅能够有效降低旅游区的碳排放，还能在一定程度上缓解当地电网的供电压力，提升能源供应的稳定性和可靠性。风力发电设施的景观化设计还能与旅游区自然景观相融合，成为一道独特的风景线。

氢能的前沿探索：氢能作为一种高能量密度、清洁无污染的能源载体，在旅游区的应用前景同样值得期待。特别是氢燃料电池车辆的应用，为旅游区的交通系统带来了革命性的变革。以氢能源列车为例，其高续航里程、低噪音、零排放的特点， 使之成为连接旅游区内部及周边地区的理想交通工具。随着氢能技术的不断进步和成本的逐步降低，未来在旅游区还可能探索更多氢能应用场景，如氢能储能系统、氢能发电站等，进一步推动旅游区的能源结构优化与转型。

4.3 低碳旅游产品设计

4.3.1 生态旅游产品

生态旅游产品是低碳旅游的重要组成部分，其关键在于让游客在旅游过程中尽可能少地产生碳排放，同时又能充分体验自然生态之美。设计生态旅游产品时，应注重保护生态环境，避免对自然资源的过度开发。例如，可以开发徒步、骑行等低碳旅游线路，让游客在徒步或骑行中欣赏自然风光，同时锻炼身体。还可以开展生态教育，提高游客的环保意识和生态素养，让他们在旅游过程中自觉地保护环境。

4.3.2 文化旅游产品

文化旅游产品是低碳旅游的另一个重要方向。通过深入挖掘和传承当地的文化资源，可以设计出具有独特魅力的文化旅游产品。这些产品不仅可以让游客了解当地的历史、文化和传统， 还可以增加他们的文化体验，提高他们的旅游满意度。在设计文化旅游产品时，应注重保护文化遗产，避免过度商业化。例如，可以开展民俗体验活动，让游客亲身体验当地的风俗习惯，感受当地的文化氛围。

4.3.3 休闲度假产品

休闲度假产品是低碳旅游的另一种重要形式。随着人们生活水平的提高和休闲时间的增加，越来越多的人开始追求放松身心的休闲度假方式。为了满足这一需求，可以开发温泉度假、SPA养生等休闲度假产品。这些产品不仅可以让游客在舒适的环境中放松身心，还可以促进当地经济的发展。在开发休闲度假产品时，应注重环境保护，确保产品的可持续发展。

4.4 政策支持与合作机制构建

在旅游区低碳发展的过程中，政策支持与合作机制的构建是推动其高效、可持续发展的重要因素。本节将围绕政策扶持、跨部门合作和产学研合作三个方面，详细阐述如何为旅游区低碳发展提供支持。

在政策扶持方面，政府应出台相关政策，以促进旅游区低碳发展。税收优惠是激励旅游区发展的重要手段，政府可以通过降低企业所得税、增值税等方式，降低旅游区的运营成本，提高其经济效益。资金支持也是旅游区低碳发展的关键。政府可以设立专项基金，为旅游区低碳发展提供资金支持，帮助其引进先进技术、更新设备、提高能效等。

跨部门合作是推动旅游区低碳发展的重要途径。在旅游区低碳发展的过程中，需要政府各部门的共同参与和协作。政府应建立有效的协调机制，明确各部门的职责和任务，加强信息共享和资源整合，形成政策合力。例如，环保部门可以负责制定环保政策，旅游部门则负责旅游市场的开发和推广，两者共同推动旅游区低碳发展。

致谢

项目来源：2019 年海南省基础与应用基础研究计划（自然科学领域）高层次人才项目“岛屿型旅游目的 地碳汇机制及应用研究-以蜈支洲岛旅游区为例”（项目编号：2019RC251）

参考文献

[1] 李骏达.山东省体育旅游碳足迹测算及低碳发展对策研究[D].曲阜师范大学,2024.

[2] 桥.基于碳足迹预测的减排方案优化算法[D].哈尔滨工业大学,2023.

[3] 金欢欢.我国碳足迹的多维测度、分解与优化研究[D].浙江工商大学,2022.

[4] 建铭.中国水足迹和碳足迹的驱动因素与产业路径分析[D].中国石油大学(北京),2022.

[5] 庄琳.中国旅游业碳足迹的时空演变与影响因素研究[D].浙江工商大学,2021.

[6] 慧兰,杨任超.基于碳足迹的森林旅游生态效率研究——以关门山国家森林公园为例[J].旅游纵览,2020,(24):59-61.

[7] 宇峰,庄琳,成思远.浙江旅游业碳足迹的评估与增长脱

钩研究[J].浙江树人大学学报(人文社会科学),2020,20(05):50-56.
[8] 婧.基于碳足迹的甘肃省旅游生态效率研究[D].兰州财经大学,2020.
[9] 高咏铮.山西省旅游业碳足迹与碳承载力动态关系研究[D].太原师范学院,2024.

Copyright © 2025 by author(s) and Global Science Publishing 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