

Research on the evaluation system of low-carbon service areas for highways in fujian province

Yan Sun Peng Wang

Fujian Academy of Metrology, Fuzhou, Fujian, 350003, China

Abstract

This paper investigates the current operational status of expressway service areas in Fujian Province based on their construction and operational characteristics. It analyzes the carbon emission sources in these service areas and establishes an evaluation system for low-carbon expressway service areas from multiple aspects, including carbon measurement, carbon emissions, the proportion of charging pile installations, electricity consumption ratio, site greening, building energy efficiency, energy storage allocation, and energy-carbon management monitoring systems. Finally, a specific instance of a service area was selected for detailed analysis and evaluation. Through a comprehensive assessment of the service area using quantitative indicators, its strengths and weaknesses in achieving low-carbon operations were identified. Based on this analysis, a series of targeted carbon reduction strategies were proposed.

Keywords

low-carbon service area; carbon source flow; carbon measurement; carbon emission reduction

高速公路低碳服务区评价体系研究

孙岩 王鹏

福建省计量科学研究院, 中国 · 福建 福州 350003

摘要

本文基于福建省高速公路服务区建设和运营特点,对省内高速公路服务区运营现状进行调研,分析当前服务区碳排放源流,从碳计量、碳排放、充电桩配备占比、电能消费占比、场地绿化、建筑节能、储能配备占比、能碳管理监测系统等多个方面构建高速公路低碳服务区评价体系。最后,选取了实例服务区进行具体分析与评价。通过对该服务区进行量化指标综合评估,识别出其在实现低碳运营方面的优势与不足之处,并据此提出了一系列针对性的碳减排策略。

关键词

低碳服务区; 碳源流; 碳计量; 碳减排

1 引言

2021 年,我国正式启动“双碳”战略,提出力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和的总体目标。当前我国正处于“十四五”规划实施阶段,这一时期被明确界定为生态环境质量从量变到质变的攻坚期。作为污染物排放与碳排放控制的核心领域,交通运输行业的低碳化转型已成为实现“双碳”目标的关键着力点,推动行业绿色转型成为必然选择^[1]。

数据显示,我国高速公路服务区建设规模已位居全球

首位,但现阶段仍面临单位碳排放强度偏高、与区域生态协同发展不足等突出问题^[2]。在此背景下,探索高速公路服务区低碳化路径,构建科学的低碳化评价体系,不仅是落实国家“双碳”战略、建设交通强国的重要抓手,更是推进交通可持续发展的必然要求。根据交通运输部发布的《2024 年全国公路服务区工作要点》,行业已明确将“近零碳服务区”建设作为创新方向,要求各地结合双碳目标,切实推进公路交通领域绿色低碳发展^[3]。

本文立足于福建省高速公路服务区发展现状,建立具有区域特色的低碳评价体系,对于提升服务区低碳运营水平、支撑福建省绿色交通网络建设具有重要实践价值。

2 高速公路低碳服务区评价指标体系构建

2.1 评价边界

依据中国交通运输协会发布的《高速公路零碳服务区评价技术规范》(T/CCTAS 36),低碳服务区是指运营阶

【基金项目】福建省科技厅项目《高速公路服务区低碳计量模型构建及数字化应用研究》(项目编号: 2024R10160012)。

【作者简介】孙岩(1991-),女,中国山东莒县人,硕士,工程师,从事能源计量及热工仪器仪表计量研究。

段温室气体净排放量显著低于一般服务区^[4]。该标准明确，服务区低碳化评价范围的划定遵循“运营权属划分原则”，以服务区实际用地边界为基准进行评价，不涵盖服务区过往车辆加油、充电等行为产生的排放。也就是说，评估对象需涵盖服务区完整功能体系，如果公路两侧服务区设施独立运

营（如分属不同管理主体），则应将其视为两个独立的评估单元进行分项评价。

2.2 碳源分析

通过实地调研福建省内多个不同规模的服务区，基本明确了该省高速公路服务区的碳源分布特征，具体详见表1所示。

表 1 福建省高速公路服务区运营阶段碳排放源分类

分类	排放类型	排放源名称	排放设施名称
直接排放	化石能源消耗排放	柴油	应急发电机等
		汽油	公务车等
	非能源介质过程排放	制冷剂	空调、冰箱等
		灭火剂	灭火器等
		化粪池有机物	化粪池
		污水处理有机物	污水站
间接排放	净购入能源排放	净购入电力	空调通风、照明、餐饮、计算机网络等

2.3 构建原则

在进行高速公路低碳服务区评价体系构建时应该参照以下原则：

第一，立足本区域发展。评价指标设计应紧密结合本地区服务区建设现状与发展趋势，确保指标具有可操作性和阶段适配性。

聚焦服务区运营阶段特性。在碳排放相关指标设计中，需优先选择能够数据化表征服务区运营过程碳排放特征的量化参数，以真实反映服务区碳排放水平。

第三，强化系统性与差异性。低碳评价应当针对服务区的整体情况，挑选一些具有参考意义的指标，来避免不同指标间的内容重复或冗余，从而全面覆盖评价维度并客观衡量服务区低碳化成效。

3 高速公路低碳服务区评价指标内容分析

结合调研情况及评价体系构建原则，确立本省低碳服务区评价指标体系如下图1所示：

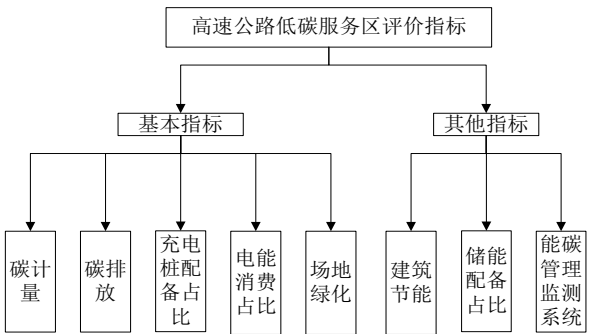


图 1 高速公路低碳服务区评价指标内容

3.1 碳计量

碳计量指标具体需考虑组织要求、人员要求、碳计量器具要求、数据质量要求四个方面。规定服务区应有专门从事碳计量工作的管理人员或主管部门，应建立碳计量管理制度；从事碳计量工作的人员应接受相关培训，了解低碳

服务区的评价原则、要求和评价流程；碳计量器具的配置需满足国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》（GB17167）的配备率与准确度等级，同时确保设备的有效溯源（按要求定期检定或校准）^[5]；碳排放源的原始数据（能源消耗量、排放因子等）应通过直接计量获取，例如电力数据可采用电网公司结算的电表读数、化石燃料消耗量以能源消费台账或统计报表为准。如无法获取原始数据，可采用由原始数据折算获得的二次数据或来自相似过程的替代数据。

3.2 碳排放

碳排放评价指标主要通过评估服务区在运营过程中减少或抵消的碳排放量与总的碳排放量之间的比值结果（即碳减排率和碳抵消率）来衡量其环保成效。

3.2.1 碳减排率计算公式如下：

$$\text{碳减排率} = \frac{E_{\text{碳减排量}}}{E_{\text{总排放量}}} \times 100\% \tag{1}$$

式中：

$E_{\text{总排放量}}$ ——服务区各碳排放源产生的二氧化碳总排放量（ kgCO_2 ），采用排放因子法，排放源参考表1。（由于逸散型排放源产生的排放占比较小，计算时可不予考虑。）

$E_{\text{碳减排量}}$ ——服务区自产绿电和碳汇对应减少的二氧化碳碳排放量（ kgCO_2 ），采用排放因子法。由于服务区内的具体绿植种类难以细化统计且大部分植物已在建设阶段完成种植，因此，植物碳汇因子数据可选用上海市生态环境局发布的碳汇因子 $14.5\text{tCO}_2/\text{hm}^2$ ，也可参考《福建碳中和林认定及其碳汇计量监测方法（试行）》所提供的方法。

3.2.2 碳抵消率计算公式如下：

$$\text{碳抵消率} = \frac{E_{\text{碳抵消量}}}{E_{\text{总排放量}}} \times 100\% \tag{2}$$

式中：

$E_{\text{碳抵消量}}$ ——服务区通过购买碳配额、碳普惠、绿色电力证书等对应减少的二氧化碳碳排放量（ kgCO_2 ）。

3.3 充电桩配备占比

充电桩配备占比是指服务区中已安装并可投入使用的充电桩车位数量与服务区小车停车位总数之间的比值结果,用于衡量服务区对电动汽车用户的充电设施支持程度。调研中发现存在服务区将部分停车位租借给国家电网或其他运营商来设置充电桩的情况,但是从长远实际所有权或使用权来说,仍建议将该指标纳入评价体系。

3.4 电能消费占比

电能消费占比指电力消耗总量(含使用光伏发电等可再生资源自发电以及外购绿电的实际用电量)占综合能源消耗总量比例,各能源消费量需折算成标煤后再进行计算。折标煤计算公式如下:

$$AC_{i\text{标煤}} = AD_i \times TCE_i \quad (3)$$

式中:

$AC_{i\text{标煤}}$ ——第*i*种能源的标煤消耗量(kgce);

AD_i ——第*i*种能源消耗量;

TCE_i ——第*i*种能源的折标煤系数,数值可参考《综合能耗计算通则》(GB/T 2589)^[6];

3.5 场地绿化

用绿地率指标反映服务区整体绿化程度及其对环境改善的贡献,数值为服务区绿地面积(包括屋顶绿化面积和垂直绿化墙面覆盖面积)与服务区占地总面积的比值结果。

3.6 其他指标

其他指标的设计基于基本指标,作为加分项进行综合考量。建筑节能方面考虑服务区建设阶段因素,要求主体建筑需提供有效的建筑节能评估报告或建筑节能评估表;储能配备占比方面评价的是所配备的储能设施的储能容量占总电能消耗量(例如光伏和风力发电装机容量)的比例,以此反映储能系统在平衡电力供需、提高能源利用效率方面的作用;能碳管理监测系统方面,如果建立了能碳管理平台,则应采用数字化手段实施精细化的能碳管理,不仅要满足数据传输的需求,还要保证响应迅速、操作安全可靠,从而为节能减排目标提供有力支持。

4 实证分析

4.1 服务区概况

该实例服务区位于福建省福州市,是沈海高速公路(G15)沿线的重要服务节点,总占地面积达8.3万平方米,其中绿化景观面积占比约2.0万平方米。服务区采用东西双区对称布局,日均服务车流量约5,000辆次。停车位配置方面,A区设客车位140个,B区设客车位105个,总计245个车位,主要满足中小型车辆停放需求;充电设施方面,A区与B区各配备4个充电桩,合计8个充电位,以支持新能源车辆的充电需求。

主体建筑包含商业服务区(餐饮、超市等)、公共卫生区、基础设施区(污水处理站),此外还配有应急发电机组、路政巡逻车等应急保障体系。

4.2 评价指标分析

基本评价指标中,该服务区碳计量器具整体配备率较高,除统一结算电表外,各功能区块(如照明、餐饮、充电设施等)均设有独立内部电表,但内部电表未建立有效溯源机制;服务区碳排放类型单一,基本为净购入电力产生的间接排放,目前未涉及自发电(如光伏或风电)的使用,也未开展外购绿电的消纳工作。根据文章各指标计算公式可得到,该服务区在2024年度统计期内的量化指标为碳减排率4%;碳抵消率0;充电桩配备占比3%;电能消费占比约100%;绿地率24%。其他评价指标中,服务区目前暂未配备储能设施及能碳监测系统。

5 结论及建议

基于建立的高速公路低碳服务区评价指标体系及具体服务区的实证分析,对服务区的碳减排路径提出以下建议:

第一,完善碳计量管理机制。一是通过细化碳计量点位的构建,确保计量器具能够实现有效的溯源,保证数据质量准确可靠;二是加快推进碳计量管理制度的建立,并同步完善人员培训机制,提升相关人员的专业能力与管理水平,确保碳计量工作能够高效开展。第二,加强可再生能源利用^[7]。当前多数高速公路服务区侧重于电能和化石能源的节约使用,但在可再生能源的建设和应用上仍有差距^[8]。建议规划并实施光伏发电项目或签订外购绿电协议,以增加可再生能源的使用比例,减少间接排放强度。第三,开发碳抵消潜力。通过购买碳配额、参与碳普惠计划或获取绿色电力证书等方式,积极提升碳抵消率。第四,扩容新能源充电设施。提升充电桩配备占比,支持新能源车辆的普及和低碳出行的发展。第五,搭建可视化能碳监测平台。搭建服务区碳排放动态监测平台,可以用热力图、折线图等形式直观展示能耗分布与碳排放趋势,帮助管理者更加清晰直观地发现高耗能环节。

参考文献

- [1] 钱玉宝,杨艳刚.绿色服务区内涵、建设现状研究与展望[J].安徽建筑,2018,24(2):14-15,102.
- [2] 涂志敏,张玉娇,罗赞.高速公路运营期车辆碳排放量化方法研究[J].广东交通职业技术学院学报,2024,23(3):64-67,86.
- [3] 杨涵晞,周宏春.我国交通运输业绿色低碳发展现状与促进对策[J].环境保护,2024,52(07):55-59.
- [4] 高速公路零碳服务区评价技术规范:T/CCTAS 36-2022[S].北京:中国交通运输协会,2022.
- [5] 用能单位能源计量器具配备和管理通则:GB17167-2006[S].北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2006.
- [6] 综合能耗计算通则:GB/T 2589-2020[S].北京:国家市场监督管理总局,2020.
- [7] 卢春颖,简丽,高硕晗,等.零碳服务区建设技术路径探讨[J].交通节能与环保,2024,20(99):30-38.
- [8] 高速公路绿色服务区建设指南:DB34/T 3272-2018[S].合肥:安徽省市场监督管理局,2018.