

# 碳中和目标下的建筑工程造价碳足迹评估方法

陈思倩

湖北广盛建设集团有限责任公司 湖北 宜昌 443000

**摘要:** 在全球气候变化和碳中和目标的背景下, 建筑工程行业的碳排放问题日益受到关注。本文旨在探讨碳中和目标下建筑工程造价碳足迹的评估方法, 通过分析建筑工程全生命周期的碳排放来源, 结合造价管理, 提出有效的碳足迹评估策略, 为实现建筑行业的低碳转型和可持续发展提供参考。

**关键词:** 碳中和; 建筑工程; 造价管理; 碳足迹评估; 全生命周期

## 引言

随着全球环境问题的日益严重, 各国纷纷提出碳达峰和碳中和目标。建筑行业作为能源消耗和温室气体排放的重要领域之一, 其碳排放问题不容忽视。在碳中和目标的推动下, 建筑工程造价碳足迹评估成为实现低碳转型的关键环节。本文将从碳足迹的定义出发, 结合建筑工程造价管理, 探讨碳中和目标下的建筑工程造价碳足迹评估方法。

## 1 碳足迹与碳中和概述

### 1.1 碳足迹定义

碳足迹, 这一术语精准地描绘了个人、组织或特定活动在其整个生产和消费链条中所排放的二氧化碳及其他温室气体(如甲烷、氮氧化物等)的累计量。这一量化指标, 通常以碳当量来统一表示, 便于比较和评估。碳足迹涵盖了直接排放, 即那些直接来源于自身活动的排放, 比如工业生产过程中化石燃料的燃烧; 同时, 也包括了间接排放, 这些排放虽非直接产生, 但却因的活动而诱发, 如运输过程中的车辆尾气、建筑运营中的能源消耗以及农业活动中化肥生产和使用所带来的温室气体排放等。碳足迹的核算, 有助于全面了解自身行为对环境的影响, 为后续的减排行动提供数据支持。

### 1.2 碳中和目标

碳中和目标, 是全球应对气候变化、保护地球家园的宏伟蓝图。其核心在于, 通过一系列行之有效的措施, 如提高能源使用效率、大力发展可再生能源、优化并改进能源结构等, 力求将全球平均温度的升高幅度控制在工业化前水平以上 $2^{\circ}\text{C}$ 之内。这一目标的实现, 需要政府、企业和个人等社会各界的共同努力, 通过技术创新、政策引导、公众参与等多种手段, 共同推动全球绿色低碳转型, 为子孙后代留下一个更加宜居的地球。

## 2 建筑工程造价碳足迹评估的重要性

### 2.1 识别减排潜力

建筑工程在其全生命周期中, 从设计、施工到运营、拆除, 都会产生大量的碳排放。通过碳足迹评估, 可以深入剖析这一过程中的每一个环节, 识别出碳排放的“热点”区域。这些热点可能是能源消耗大的施工工序, 或是使用了高碳材料的建筑部件。一旦这些热点被准确识别, 就可以有针对性地制定减排策略, 比如优化施工方案、替换低碳材料, 从而有效降低整个工程的碳排放量。这种精准的减排策略, 不仅有助于环境保护, 还能为企业节省因高碳排放而可能产生的额外成本。

### 2.2 优化造价管理

将碳足迹评估纳入建筑工程的造价管理, 是一种前瞻性的管理理念。在传统的造价管理中, 往往只关注直接的经济成本, 而忽视了环境成本。而碳足迹评估的引入, 使得在保证工程质量的前提下, 能够更加全面地考虑工程的总成本<sup>[1]</sup>。通过评估, 可以选择那些碳排放低、环境友好型的施工方案和材料, 虽然短期内可能会增加一些经济成本, 但从长远来看, 由于降低了碳排放, 企业可能会享受到政策优惠、品牌形象提升等带来的间接经济效益, 实现经济效益和环境效益的双赢。

### 2.3 推动低碳转型

碳足迹评估还是推动建筑行业低碳转型的重要手段。通过评估, 可以清晰地看到不同施工方案和材料在碳排放上的差异, 从而引导企业更加倾向于选择低碳技术和材料。这种选择不仅有助于提高建筑的环保性能, 还能推动整个建筑行业的低碳转型, 为构建绿色、可持续的城市环境贡献力量。

## 3 建筑工程造价碳足迹评估方法

### 3.1 确定评估范围与边界

在进行建筑工程造价碳足迹评估之前, 首先需要明确评估的对象及其边界。评估对象通常是具体的建筑工程项目, 如住宅楼、办公楼或公共设施等。而评估边界则决定了评估的广度和深度, 常见的边界设定有“摇

篮到大门”（即从原材料获取到建筑完工交付使用）和“摇篮到坟墓”（即从原材料获取到建筑最终废弃处理）两种。此外，还需要确定功能单位，如每平方米的建筑面积，作为评估的基础单位。建筑工程的碳排放主要来源于多个阶段，包括建材生产、建筑建造及拆除、建筑运行等。建材生产阶段涉及原材料开采、加工、运输等过程；建筑建造及拆除阶段包括施工过程中的能源消耗、废弃物产生和处理；建筑运行阶段则涉及供暖、照明、空调等设备的能源消耗。因此，评估范围应全面涵盖这些阶段，确保评估结果的准确性和完整性。

### 3.2 数据收集与处理

数据收集是碳足迹评估的关键步骤之一。需要收集评估范围内所有相关活动的输入输出数据，包括能源消耗（如电力、燃气、柴油等）、原材料使用（如水泥、钢材、木材等）、废弃物处理（如建筑垃圾、废水处理等）等方面的数据。这些数据可能来自企业内部记录、行业报告、政府统计数据等多种来源。在收集数据的过程中，需要确保数据的准确、完整、一致性和可追溯性<sup>[2]</sup>。准确性是指数据应真实反映实际情况，无虚假或夸大成分；完整性是指数据应涵盖评估范围内的所有相关活动，无遗漏；一致性是指不同来源的数据应相互协调一致，无矛盾之处；可追溯性是指数据的来源和计算过程应清晰可追溯，以便后续验证和审查。

### 3.3 碳足迹计算方法

#### 3.3.1 生命周期评估法（LCA）

生命周期评估法是一种自下而上的计算方法，它涵盖了产品或活动从原材料获取、生产、使用到废弃处理的全过程。在建筑工程造价碳足迹评估中，LCA法通过详细分析每个阶段的资源消耗和排放情况，计算出整体的碳足迹。具体来说，LCA法包括目标定义与范围界定、清单分析、影响评价和结果解释四个步骤。其中，清单分析是核心步骤，它需要详细列出每个阶段的资源消耗和排放数据，并进行量化计算。LCA法因其准确性和全面性而被广泛采用。它能够全面考虑建筑工程在整个生命周期内的环境影响，包括直接和间接的碳排放。然而，LCA法也存在一些局限性，如数据收集和处理的的工作量较大，需要专业的知识和技能支持等。

#### 3.3.2 IPCC碳排放法

IPCC碳排放法是基于联合国气候变化委员会（IPCC）编写的温室气体清单指南而提出的一种计算方法。该方法通过查阅不同能源使用或活动类型的标准排放因子，结合实际消费量来计算碳足迹。具体来说，首先需要确定评估范围内的能源使用或活动类型，然后查

找相应的标准排放因子，最后根据实际消费量计算出碳排放量。IPCC碳排放法相对简便易行，适用于快速估算建筑工程的碳足迹。然而，由于它采用的是标准排放因子，可能无法准确反映实际情况中的差异和变化，因此精度可能略低于LCA法。此外，IPCC碳排放法也无法考虑间接碳排放的影响。

#### 3.3.3 投入产出法

投入产出法是一种自上而下的计算方法，它利用投入产出表进行计算，通常用于宏观层面的碳足迹分析。投入产出表反映了经济系统中各部门之间的投入产出关系，通过它可以计算出各部门在生产过程中的碳排放量。在建筑工程造价碳足迹评估中，可以将建筑业作为一个部门，利用投入产出表计算出建筑业在生产过程中的碳排放量，并进一步分配到具体的建筑工程项目中。由于计算过程相对简化，投入产出法适用于国家或行业层面的碳足迹分析。然而，在具体活动或产品层面的精度较低，因为它无法详细考虑每个项目的具体情况和差异。此外，投入产出法也无法直接考虑间接碳排放的影响。

### 3.4 评估模型构建

根据收集到的数据，需要建立评估模型来进行碳足迹计算。对于建筑工程造价碳足迹评估来说，通常需要建立建筑生命周期模型，包括原材料获取、生产加工、运输、施工、使用维护和废弃处理等环节。模型应能够准确反映各阶段的碳排放情况，并便于后续的数据分析和结果解释<sup>[3]</sup>。在构建评估模型时，需要考虑多个因素，如评估范围、功能单位、数据来源等。同时，还需要选择合适的计算方法和参数，以确保模型的准确性和可靠性。此外，为了便于后续的数据分析和结果解释，模型应具有良好的可读性和可操作性。

### 3.5 结果分析与解释

利用所选的计算方法和建立的评估模型，将收集到的数据代入模型进行计算，得出碳足迹的量化结果。然后，对结果进行分析和解释，识别碳排放的主要来源和影响因素。在结果分析中，可以采用多种方法，如对比分析、趋势分析、敏感性分析等。对比分析可以比较不同项目或不同阶段的碳排放情况，找出差异和原因；趋势分析可以分析碳排放随时间的变化趋势，预测未来的发展情况；敏感性分析可以分析不同参数对碳排放结果的影响程度，确定关键参数和敏感因素。最后，根据结果分析提出针对性的减排建议。减排建议应考虑技术可行性、经济合理性和环境可持续性等多方面因素，确保建议的可行性和有效性。同时，报告应包含评估方法、数据来源、计算过程、结果分析以及减排建议等内容，

以便后续验证和审查。通过碳足迹评估,我们可以更加全面地了解建筑工程在整个生命周期内的环境影响,为制定减排策略提供科学依据,推动建筑行业的低碳转型和可持续发展。

#### 4 政策建议

##### 4.1 完善碳足迹评估标准

政府应积极主导,制定并不断完善建筑工程碳足迹评估标准体系。这一标准体系应全面、细致,明确评估的具体范围,包括但不限于建筑物的全生命周期,即从设计、建材生产、施工、运营到拆除的各个阶段。在评估方法上,应结合国内外先进经验,确定科学、合理的计算方法,如生命周期评估法(LCA)、IPCC碳排放法等,并明确各种方法的适用场景和条件。同时,评估标准还应规范报告的要求,包括报告的内容、格式、数据来源和验证方式等。报告应详细记录评估过程中的所有数据、假设和计算方法,确保评估结果的透明度和可追溯性。此外,政府还应建立评估机构的认证制度,对从事碳足迹评估的机构进行资质审查和能力评估,确保评估结果的准确性和权威性。为了进一步完善评估标准,政府还应鼓励行业协会、科研机构和企业等各方积极参与,共同研究和制定更符合行业实际、更具操作性的评估标准。

##### 4.2 加强政策引导和支持

对于采用低碳技术、材料或实现碳排放显著减少的建筑项目,政府可以给予税收减免、低息贷款或直接补贴等优惠政策,降低企业的碳排放成本,提高其采用低碳技术的积极性。同时,政府还应加强对低碳建筑项目的政策支持和宣传推广。可以通过设立低碳建筑示范项目,展示低碳建筑的技术优势和经济效益,引导市场需求和消费观念。此外,政府还可以利用媒体、展会等多种渠道,加大对低碳建筑的宣传力度,提高公众对低碳建筑的认识和接受度,增强其市场竞争力。为了确保政策的有效实施,政府还应建立健全的监督机制,对享受优惠政策的项目进行定期检查和评估,确保其真正符合低碳要求。同时,政府还应鼓励社会各界对低碳建筑政策进行监督和反馈,及时发现和纠正政策执行过程中的问题,确保政策的公平性和有效性。

##### 4.3 推动产业链协同发展

建筑工程的低碳转型需要产业链各环节的协同配合。政府应发挥引导作用,促进原材料供应、设计咨

询、施工建造、运营维护等环节的沟通与合作。在原材料供应环节,政府应鼓励企业采用低碳、环保的建材,推动建材行业的低碳转型。可以通过制定建材碳足迹标签制度,让消费者了解建材的碳排放情况,引导市场需求向低碳建材倾斜。在设计咨询环节,政府应推动设计单位采用低碳设计理念和方法,优化建筑设计方案,减少能源消耗和碳排放。可以通过设立低碳设计奖项、提供设计咨询补贴等方式,激励设计单位积极参与低碳建筑设计。在施工建造环节,政府应加强对施工过程的监管和管理,推广低碳施工技术和方法,减少施工过程中的碳排放。可以通过培训施工人员、提供施工技术指导等方式,提高施工单位的低碳施工能力。在运营维护环节,政府应鼓励建筑所有者或管理者采用节能管理措施和技术,提高建筑的能源利用效率,减少运营过程中的碳排放。可以通过提供节能管理培训、设立节能改造补贴等方式,引导建筑所有者或管理者积极参与低碳运营维护。

#### 结语

本文探讨了碳中和目标下的建筑工程造价碳足迹评估方法,通过明确评估范围与边界、收集与处理数据、选择计算方法、构建评估模型以及结果分析与解释等步骤,实现了对建筑工程全生命周期碳排放的量化评估。评估结果为制定针对性的减排策略和优化造价管理提供了科学依据。未来,随着碳中和目标的不断推进和技术的不断发展,建筑工程造价碳足迹评估方法将不断完善。同时,加强国际合作与交流,共同应对气候变化挑战,推动全球建筑行业的低碳转型和可持续发展。此外,随着数字化技术的广泛应用,如BIM(建筑信息模型)、大数据、人工智能等,建筑工程造价碳足迹评估将更加精准和高效。

#### 参考文献

- [1]刘猛,孙世强,田满涛,等.建筑工程施工期间碳足迹评估与减排方法研究[J].工程建设与设计,2024,(18):76-78.
- [2]谢汉雄.基于碳足迹的工程项目施工招标评标准则研究[D].广东工业大学,2020.
- [3]李欣,贾亚娜.双碳经济目标背景下的工程造价管理研究[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(四).中国核电工程有限公司河北分公司,2024:93-94.