

建筑结构设计对碳排放的影响研究

孙昊

江西省商业建筑设计院有限公司, 江西 南昌 330000

[摘要]随着全球气候变化的问题日益突出, 建筑行业的碳排放逐渐成为关注焦点。建筑结构设计作为建筑项目的核心环节, 其对整体碳排放的贡献不容忽视。本文通过深入探讨建筑全生命周期碳排放, 重点分析结构设计工作年限、结构耐久性和结构适变性对碳排放的影响。研究表明, 增加建筑的使用寿命、加强其耐久性和提高其适应性都能显著减少碳排放。尤其是, 建筑的使用寿命与材料利用效率有直接的关联, 而适变性设计可以在建筑使用阶段实现更高的能效。本研究为建筑师、工程师和政策制定者提供了切实可行的方法与指导, 目标是推动建筑领域向更环保、低碳的方向发展。

[关键词]建筑工作年限; 耐久性; 适变性; 碳效益

DOI: 10.33142/ec.v6i12.10345

中图分类号: TU398

文献标识码: A

Research on the Impact of Building Structural Design on Carbon Emissions

SUN Hao

Jiangxi Commercial Building Design Institute Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: With the increasingly prominent issue of global climate change, carbon emissions in the construction industry have gradually become a focus of attention. As a core link of construction projects, the contribution of building structural design to overall carbon emissions cannot be ignored. This article delves into the full life cycle carbon emissions of buildings, focusing on analyzing the impact of structural design work years, structural durability, and structural adaptability on carbon emissions. Research has shown that increasing the service life of buildings, enhancing their durability, and improving their adaptability can significantly reduce carbon emissions. Especially, the service life of a building is directly related to the efficiency of material utilization, and adaptive design can achieve higher energy efficiency during the construction phase. This study provides practical methods and guidance for architects, engineers, and policy makers, with the goal of promoting the development of the construction industry towards a more environmentally friendly and low-carbon direction.

Keywords: years of experience in construction work; durability; adaptability; carbon efficiency

引言

随着全球气候危机的加剧, 减少碳排放成为多个国家的紧迫议题。特别地, 建筑行业作为主要的碳排放者, 其结构设计是碳足迹的关键因素, 由于它涉及材料选择、施工方法和维护的能效。现有研究已涵盖建筑设计与碳排放关系, 但在建筑结构设计方面的深入探讨仍显稀缺。尤其是设计工作年限、耐久性和适变性这三者如何影响碳排放仍缺乏明确的研究。本文对这一知识空白进行了填补, 详细探讨了建筑结构设计如何影响碳排放, 希望为建筑界提供实际的策略, 以更好地应对气候变化所带来的压力。

1 建筑碳排放的基础知识

1.1 全生命周期碳排放分析

全生命周期碳排放分析是评估建筑从设计、建造、使用到最终拆除过程中所产生的全部碳排放的综合方法。此分析包括原材料的采集、生产、运输、施工、建筑的日常运营、维护, 甚至到再利用或拆除阶段^[1]。通过对建筑的整个生命周期进行碳排放评估, 可以更全面地了解哪些阶段或哪些因素是主要的碳排放源, 并找到降低碳足迹的最有效途径。

1.2 工作年限与碳效益关系

建筑的工作年限是评估其可持续性的关键因素。一个建筑物如果具有更长的工作年限, 意味着其原材料和施工阶段产生的碳排放可以分摊到更长的使用期间, 从而提高其碳效益。换句话说, 持久和耐用的建筑不仅可以减少频繁的维修和更换所带来的额外碳排放, 还可以延长其对环境带来的正面影响。

1.3 建筑行业与全球碳排放

建筑行业是全球碳排放的主要贡献者之一。从建筑材料的生产、运输、施工, 到建筑的运营、维护和最终拆除, 每一个步骤都与碳排放息息相关。根据统计, 建筑行业在全球总碳排放中所占的比例正在逐年上升, 这使得研究和探讨建筑行业如何减少碳排放变得尤为重要。此外, 随着城市化进程的加速, 新的建筑需求不断增长, 这使得行业内对低碳建筑方法和技术的的需求越来越迫切。

2 结构设计工作年限对碳排放的影响

2.1 建筑工作年限定义

建筑的工作年限, 通常被称为建筑的设计寿命或使用寿命, 是指建筑物在经济、功能和安全等方面预期能够持

续正常使用的年数。这并不意味着到了这个年限后建筑物就会被拆除或无法使用，而是指建筑物在这个时间段内，不需要进行大规模的修复或重建。建筑的工作年限取决于多种因素，包括使用的材料、施工技术、设计理念、使用环境和维护水平等。例如，某些建筑使用了高质量的耐久材料，并得到了适当的维护，其实际使用寿命可能远远超过了设计寿命。反之，缺乏维护和不恰当地使用可能会缩短建筑的工作年限。对建筑工作年限的正确定义和了解，有助于更好地评估建筑的可持续性和碳效益，并为未来的建筑设计和维护提供指导。

2.2 工作年限与材料利用率的关系

建筑的工作年限与其使用材料的利用率之间存在着紧密的联系。长寿命的建筑意味着材料的投资可以在更长的时间内得到回报，从而提高材料的整体利用效率。在一个建筑的生命周期内，如果能够减少因磨损、损坏或技术过时导致的修复和更换，那么这些建筑材料的利用率便得以最大化。这不仅有助于资源的节约，还意味着可以减少因生产新材料和处置废弃材料而产生的碳排放。反之，一个使用寿命较短的建筑可能会导致频繁的维修、翻新或重建，从而导致材料的浪费和额外的碳排放。这也增加了对新材料的需求，进而增加了资源消耗和环境压力。因此，建筑工作年限的延长与提高材料利用率之间存在着正向的关系，对于推动建筑行业的可持续发展具有关键性的意义。

2.3 工作年限延长与碳排放减少的关系

当建筑的工作年限延长时，它所需的维修、翻新或更换的频率就会降低，这直接减少了与之相关的碳排放。每次建筑进行大规模的维修或翻新，都需要生产和运输大量的建筑材料，这些过程都伴随着显著的碳排放。因此，一个持久且少需维修的建筑在其整个生命周期中的碳足迹会明显低于频繁进行维修或翻新的建筑。此外，长寿命的建筑还避免了由于拆除和重建而产生的巨大碳排放。建筑的拆除不仅涉及大量能源消耗，还伴随着建筑废物的处理，而新建筑的建造则需要新的材料和施工过程，这些都会产生大量的碳排放。延长建筑的工作年限是实现低碳建筑和城市的关键策略之一。通过设计持久、耐用且易于维护的建筑，可以显著减少与建筑生命周期相关的碳排放，为应对全球气候变化做出积极贡献。

2.4 工作年限与建筑拆除/重建的影响

建筑的工作年限与其拆除或重建的需求之间有着直接的关系。一个具有长工作年限的建筑能够在更长的时间里满足使用需求，从而降低了在其生命周期结束时进行拆除或重建的可能性。每当进行建筑拆除，都会产生大量的建筑废料，这不仅增加了处理这些废料的成本和环境压力，这意味着大部分之前投入建筑中的材料和资源都将变得无用。另外，新的建筑建设涉及到大量新材料的生产、运输和施工，这些活动都与高碳排放紧密相关^[2]。因此，如果一个建筑能够有更长的使用寿命，那么与之相关的生命

周期内的碳排放就会大大降低。在现代城市中，频繁的建筑拆除和重建不仅增加了碳排放，还可能导致社区的断裂和文化遗产的丧失。因此，从环境、经济和社会的角度看，优先延长建筑的工作年限而不是拆除重建，都是更可取的策略。

3 结构耐久性设计对碳排放的影响

3.1 耐久性的定义与重要性

建筑的耐久性是指其在预期的使用条件下，能够维持其功能、安全性和外观的能力，且不需要过多的维修和更新。这通常涉及到对各种自然和人为因素，如风、雨、日照、温度变化、污染和日常使用的抗性。一个具有高耐久性的建筑不仅能够更长时间地保持其原始状态，还可以降低由于维修、更新或替换损坏部分而产生的额外费用和资源消耗。耐久性的重要性不仅体现在经济效益上，还直接关联到建筑的环境足迹。一个耐久的建筑可以减少对新材料的需求和与维修或更换相关的碳排放。这意味着在建筑的整个生命周期中，其环境影响会显著降低。此外，耐久性还与建筑的社会价值和文化意义相关。持久的建筑往往能够更好地保留历史和文化记忆，为未来的世代提供宝贵的学习和体验机会。

3.2 耐久性材料与传统材料的碳足迹对比

在建筑领域，材料选择对整体碳足迹有着显著影响。耐久性材料，如高性能混凝土、耐腐蚀金属和高效隔热材料，由于其长期的持久性和较少的维护需求，通常与较低的生命周期碳排放相关。这些材料虽然在初始生产阶段可能具有较高的碳足迹，但由于其长寿命和减少的更换需求，其在整个生命周期内的平均碳排放量往往低于传统材料。相比之下，传统材料，如普通混凝土、普通钢或木材，在其生命周期中可能需要更频繁地更换或维修。这些材料在建筑的使用期限内可能会出现老化、磨损或退化，导致更高的维护成本和随之产生的碳排放。尽管这些传统材料在初始生产和安装阶段的碳足迹可能较低，但由于其短暂的使用寿命和频繁的更换，其生命周期内的总碳足迹可能超过那些初步投资较高但更为耐久的材料。

3.3 维修、翻新与更换的碳排放分析

建筑物在其使用寿命中经常需要进行维修、翻新或更换某些部分，以保持其功能和外观。这些活动虽然能够延长建筑的使用期限，但也与一定量的碳排放有关。首先，维修通常涉及更换损坏的部分或修复现有结构，这需要新的材料和施工活动。虽然这些维修工作的规模可能相对较小，但频繁的小型维修会导致显著的碳排放，尤其是当考虑到材料生产、运输和施工过程中的碳排放。其次，翻新工作通常涉及对建筑的大规模更新和改进，如更换窗户、增加隔热或更新电气和管道系统。这些大型项目不仅涉及大量的材料消耗，还伴随着大量的施工活动，从而导致了显著的碳排放。最后，当建筑部件达到其使用寿命并无法进行维修或翻新时，它们需要被完全更换^[3]。这不仅需要

新材料的生产和安装,还伴随着旧材料的拆除和处理,这些过程都与碳排放有关。因此,尽管维修、翻新和更换都是确保建筑持久性和功能性的关键活动,但它们也与一定的碳排放有关。为了实现真正的低碳建筑,需要仔细考虑如何在维持建筑性能的同时,最小化这些活动的环境影响。

3.4 耐久性策略与技术

随着建筑业对环境可持续性的关注日益加强,开发和应用增强建筑耐久性的策略和技术变得尤为重要。耐久性策略的核心目标是确保建筑能够在其预期使用年限内抵御各种环境和机械压力,同时尽量减少对维护和修复的需求。为实现这一目标,现代建筑技术已经发展出了一系列解决方案。例如,使用高性能的混凝土和其他复合材料可以提供更好的抗腐蚀和耐磨损性能^[4]。另外,应用超羟基化处理和其他表面处理技术可以进一步增强材料的耐久性,使其更能抵御环境因素如酸雨、盐雾和高温。在建筑设计阶段,采用被动设计原则,如合理的遮阳策略、保温和通风策略,也可以增强建筑的长期性能,减少因环境变化引起的损坏风险。此外,使用智能建筑管理系统可以持续监测建筑的结构和设备状态,确保及时发现和修复任何潜在问题。

4 结构适变性与碳排放

4.1 适变性设计的基本理念

适变性设计是建筑领域中的一个核心概念,强调建筑应具有足够的灵活性和适应性,以满足不断变化的使用需求和环境条件。这一设计理念的出发点是认识到,随着时间的推移,建筑的功能需求、用户组成或技术标准都可能发生变化。因此,一个真正成功的建筑不仅应在初始阶段满足使用者的需求,还应具备在其整个生命周期中适应变化的能力。适变性设计考虑了建筑的长期价值,确保其不仅在当下,而且在未来都能保持相关性和功能性。这意味着,设计时不仅要考虑建筑的当前用途,还要预测和准备可能的未来变化。例如,设计灵活的内部空间布局可以轻松重新配置,以适应不同的功能或容量需求;考虑使用可拆卸和可回收的材料,则有助于未来的翻新或改造。

4.2 适变性增强与碳排放的直接影响

建筑的适变性与碳排放之间存在着紧密的联系。一个具备高度适变性的建筑可以更容易地适应各种功能变化,无须进行大规模的建筑干预或更改。这样的设计避免了频繁的翻新、改建或重建活动,从而大大减少了相关的碳排放。当建筑能够灵活地应对使用需求的变化,例如通过轻松调整室内布局或功能,它可以避免因不再适应新需求而被拆除^[5]。此外,使用可再配置的建筑元素、可拆卸的墙体或模块化的设计方法可以进一步减少因变动需求导致的资源浪费和碳排放。例如,一个办公楼如果设计得足够适变,可以在未来轻松转变为住宅、酒店或其他功能,避免了因用途变化而进行的大规模重建。这不仅节约了新材料的生

产和施工中的碳排放,还避免了旧建筑物的拆除过程中的碳排放。因此,加强建筑的适变性不仅能确保建筑的长期使用和价值,还可以在整个生命周期中显著减少碳排放。这对于实现低碳、可持续的建筑环境具有至关重要的作用。

4.3 适变性与建筑使用阶段能效

适变性在建筑使用阶段的能效方面起到了核心作用。建筑物的能效不仅受到其结构和构造材料的影响,还与其使用方式和管理策略密切相关。适变性允许建筑在其使用阶段灵活地响应各种需求和条件,确保其始终以最高效的方式运行。首先,高度适变的建筑可以更容易地适应不同的使用模式和人流需求。例如,可再配置的空间可以根据不同的活动和时间段进行调整,从而实现最佳的照明、通风和空调效果。这有助于减少不必要的能源消耗,提高整体能效。其次,适变性建筑也支持先进的建筑管理系统和智能技术的应用。这些系统可以实时监测建筑的性能和使用情况,根据实际需求调整能源消耗,从而避免浪费和过度消耗。此外,随着技术的发展和新的可持续性策略的应用,建筑可能需要安装新的设备或系统以提高其能效。适变性建筑在设计时已考虑到了这种可能性,因此可以更容易地进行此类更新,无需进行昂贵和耗时的改建。

5 结语

面对全球气候变化的严峻形势,建筑行业正站在一个重要的交叉点上,既有深远的挑战也有无限的机遇。本文针对建筑结构与碳排放的复杂关系进行了深入探讨,揭示了通过科学的策略和技术选择能够显著降低建筑碳排放的可能性。其中,建筑的工作年限、材料的耐久性,以及设计的适变性被鉴定为决定碳排放关键性的因子。本研究为建筑师、工程师及政策制定者提供了明确指导,同时也让公众更加认识到建筑决策的深远意义。为了一个可持续的未来,我们持续推动建筑行业的技术和知识进步,期望每个建筑都能反映对明日美好生活的期许。

[参考文献]

- [1]王慎.绿色建筑的碳排放管理中BIM技术应用研究[J].智能建筑与智慧城市,2023(10):108-110.
 - [2]佚名.全国首个建筑领域碳排放监测与管理系统在深圳上线[J].混凝土,2023(9):96.
 - [3]张相勇,陈华周,李任戈,等.装配式钢结构建筑隐含碳排放计算与分析[J].建筑节能(中英文),2023,51(9):129-138.
 - [4]赵彦革,孙倩,韦婉,等.建筑结构类型及方案对碳排放的影响研究[J].建筑结构,2023,53(17):14-18.
 - [5]林明超,李晓娟,卢家婧.绿色建筑碳排放核算方法及减排路径研究[J].上海节能,2023(8):1111-1124.
- 作者简介:孙昊(1979.12—),男,学历:大学本科,专业:结构设计。