

## 近零能耗建筑碳排放及影响因素分析

张欣苗

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**近年随着现代化建设和全球气候变化的原因,国家对二氧化碳的空气质量控制都颁布了一系列政策的要求,立下了在一定时间内逐渐实现碳中和的伟大目标。对于能源的消耗和二氧化碳的排放是最重要的控制目标,而建筑业作为民生息息相关的项目,其不管是建设过程还是室内环境使用生活期间,对能源的消耗以及碳排放都是不容忽略的。建筑因其功能复杂,碳排放受到能源结构、气候区、建筑材料、运营维护等多种因素影响。近零能耗建筑是建筑节能的发展趋势,因此,研究近零能耗建筑碳排放及影响因素分析,改善优化近零能耗建筑碳排放,是目前建筑领域需解决的问题。

**[关键词]**近零能耗;建筑碳排放;影响因素

DOI: 10.33142/aem.v5i6.9075

中图分类号: TU7

文献标识码: A

### Analysis of Carbon Emissions and Influencing Factors of Near Zero Energy Consumption Buildings

ZHANG Xinniao

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** In recent years, due to modernization and global climate change, the country has issued a series of policy requirements for air quality control of carbon dioxide, setting the great goal of gradually achieving carbon neutrality within a certain period of time. Energy consumption and carbon dioxide emissions are the most important control objectives. As a project closely related to people's livelihood, the construction industry's energy consumption and carbon emissions cannot be ignored either during the construction process or during the use of indoor environment. Due to its complex functions, carbon emissions from buildings are influenced by various factors such as energy structure, climate zones, building materials, operation and maintenance. Near zero energy consumption buildings are the development trend of building energy efficiency. Therefore, studying the carbon emissions and influencing factors of near zero energy consumption buildings, improving and optimizing the carbon emissions of near zero energy consumption buildings, is currently a problem that needs to be solved in the construction field.

**Keywords:** near zero energy consumption; building carbon emissions; influence factors

### 1 近零能耗建筑概述

随着国家对建筑能耗的关注和重视,如何加快实现建筑领域“双碳”目标已经是一个较为紧迫的问题。近零能耗建筑一词主要是源于欧盟《建筑能效指令》,因为根据国际能源署的核算,2018年全球建筑运行能耗约占社会总能耗的百分之三十,二氧化碳排放占总排放的百分之二十八。不仅如此,建筑运行的总商品能耗也较为巨大,与建筑运行相关的二氧化碳排放也占了我国碳排放的百分之二十。由此可见建筑建设、建筑运行、建筑行业等衍生环节,对国家碳排放控制的重要性不言而喻。而碳排放的升高,与全球气候变化和气候变暖息息相关,可以说是有着不可推卸的责任,因此,只有不断降低建筑能耗、提升建筑的能效、充分利用可再生资源,才能逐步稳定迈向超低能耗、实现建筑绿色节能的发展目标<sup>[1]</sup>。近年来随着近零能耗建筑目标的确定,各界人士对于如何减少建筑能耗、增强建筑节能性能、有效控制碳排放方面展开了探讨和研究,通过对建筑建设过程、建筑物可再生能源利用、供暖策略、建筑领域总能耗等各方面入手,加上我国的各项政策支持和建设意见,整体评估了改善措施后的建筑领域的

节能潜力,但是近零能耗建筑仍属于需要中长期发展的初步阶段,而近零能耗建筑设计的主要目的,是强调通过建筑自身的被动式、主动式的设计,来达到大幅度降低建筑供热供冷的能耗需求的目的,减少和降低碳排放总量,尽力使能耗控制目标的绝对值降低到相应标准。

### 2 建筑全生命周期的碳排放影响因素概述

#### 2.1 建材生产运输阶段的碳排放和能源消耗

建筑领域的碳排放,涉及到建筑由建设初到建设完毕,直至使用运行的全生命周期阶段,每个阶段都不可避免地会出现能源的消耗和碳排放。因此,如果想要分析近零能耗建筑碳排放的影响因素,那么建筑建设的全生命周期都是需要关注的部分。首先,就是建材生产运输阶段的碳排放,其主要包括了钢材、水泥、混凝土、玻璃等各类建筑所用的建筑原材料的加工和采购运输,这些原材料的生产制造必然会消耗现有的不可再生资源,比如水泥和混凝土,主要的原材料就是对石头的加工和化学原料的利用。而这些建筑原材料的生产过程也会有很多的碳排放,如对电、燃气、燃油、煤的使用中,材料生产加工过程中,会排放很多的温室气体,产生碳排放。建材采购到运输到建

筑施工现场,对建筑使用的材料,会使用不同的材料运输方式,对汽油和柴油的能源消耗也较大,运输过程中也会引起碳排放。

## 2.2 建筑建造和拆除阶段的碳排放

建筑施工一般都是规模较大的施工工程,所需要的施工工艺较多,施工过程也比较复杂。其中混凝土搅拌车、吊车、叉车等工程车辆都会对电力及石油的能源消耗,且存在一定程度的碳排放。建筑施工过程中会使用到的施工设备如、电焊机、切割机、升降机等施工技术所用设备,也是对电能消耗和产生碳排放的主要因素。除此之外,建筑的拆除清理也是会出现能源消耗和碳排放的环节之一,虽然无法进行详细的计算和概括,但仍是建筑碳排放总值里不可忽视的部分<sup>[2]</sup>。

## 2.3 建筑运行阶段的碳排放

建筑运行阶段由能源消耗引起的碳排放包括供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、插座和炊事用能引起的全部直接和间接排放<sup>[3]</sup>

## 3 近零能耗建筑碳排放的影响因素分析

### 3.1 建筑保温材料碳排放影响因素

近零能耗建筑设计主要的技术目标,就是要充分保证墙体围护结构的保温隔热性、无热桥的设计施工、保证建筑的气密性、实现高效的新风热回收系统、加强对可再生能源的充分利用。首先,就是对建筑墙体的保温性能的提升,建筑墙体的保温,是近几年在建筑外围护结构节能减碳措施中,较为常用的措施之一。墙体保温材料的类型和保温材料的厚度,与墙体保温可实现的节能减碳效果息息相关,保温材料的科学合理应用,是实现建筑墙体外围护结构的节能减碳效果的基础。而常见的保温材料类型在实际的建筑工程中,会根据实际的建筑外环境和施工区域的气候类型进行外墙保温材料类型的选择,常见的外墙保温类型有发泡聚氨酯、聚苯板、挤塑聚苯板、岩棉。根据对这四类常用保温材料的研究发现,当保温层厚度增加时,与之对应的碳排放也呈线性增加状态,而相同厚度的保温板使用时,根据实际研究试验和应用中发现挤塑聚苯板保温的碳排放量是最大的,同样的厚度岩棉板碳排放量最小,聚苯板次之,发泡聚氨酯保温材料比前两种碳排放量大,但是相对挤塑聚苯板来说,碳排放稍微少一点。根据对保温材料的类型研究可以得知,在进行保温材料选择时,可以根据实际的建筑能耗最佳方案,如果考虑保温层厚度,降低建筑的碳排放量,则可以优先选择岩棉保温材料作为外墙保温工艺。如果从降低建筑能耗的方向考虑,则优先选择发泡聚氨酯保温材料更为适宜。

### 3.2 保温材料厚度

建筑外墙的保温性能决定了建筑使用期间室内温度的舒适程度,如果保温性能较好,就可以很大程度地减少,空调制冷和寒冷地区供暖的能源消耗和碳排放量。在对建筑外墙的保温材料保温效果、碳排放情况的研究中发现,

以膨胀聚苯板保温材料为例,不同厚度的保温层所产生的碳排放效果皆有不同。根据试验实际数据显示,建筑运行过程中保温层厚度增加时,碳排放量随之下降,但当保温层厚度达到380mm时,建筑运行时的碳排放不再下降,保持稳定不变的状态。与之相反的是,建筑材料厚度有一定厚度时,建筑外墙的保温材料厚度的增加,对建筑碳排放的影响就变得较弱,不一定能达到良好的减少碳排放的效果,比如在寒冷地区对保温厚度进行施工时,保温厚度即使从260mm增加到380mm,建筑的全生命周期碳排放效果却不甚理想,碳排放值仅下降6.1%。因此,在进行建筑外墙保温材料设计应用时,应充分考虑建筑厚度的实用性和减碳性能,防止因为建筑保温材料过厚,导致的影响建筑外观或增加建筑施工成本的情况出现。<sup>[2]</sup>如在使用聚苯板保温材料应用时,一般尽量将建筑保温层的厚度控制在160mm-260mm最为合适。

### 3.3 窗户框架结构对碳排放的影响

不同建筑规模的建筑窗户,根据其建筑整体面积和规模的不同,有多种类型的框架结构可供选择,一般有木框窗户、铝框窗户、PVC材质窗户等,近两年为了减少室内环境的能源消耗,新兴的断桥铝窗户应用也较为广泛,拥有较为良好的保温性能。虽然窗户框架的材料有很多,在实际的窗户框架的建筑碳排放试验数据中,铝框的建筑碳排放量最多,PVC次之,木框碳排放最少。但是考虑到建筑窗户框架的耐用性和保温隔热性及美观性,铝框和PVC框更为合适。除此之外,窗户的玻璃碳排放量,其生产过程产生的碳排放远远大于其使用期间的碳排放量,因此,考虑到近零能耗建筑碳排放的标准,应合理设计窗户的层数及玻璃层数,一般以两层为宜,三层次之。

### 3.4 建筑窗户和墙的面积比例

建筑运行过程中重要的碳排放影响有两个重要因素,首先就是窗户的保温性能较差,导致的冬季供暖能源消耗和碳排放,其次就是窗户隔热性能较差,室内热损失增大,窗户框架玻璃受太阳辐射影响,室内空间温度较高,导致空调制冷运行碳排放增加。由此可见,窗户的合理设计对碳排放和能源消耗的影响不可谓不大,因为窗户朝向的位置原因,南向窗户在夏季制冷时,较强的太阳辐射导致其室内受到更长时间的太阳能辐射,因此制冷所造成的碳排放也就更多。同时由于建筑窗户和墙的比例增加与碳排放量的浮动有着紧密联系,因此在建筑设计时,需要科学合理地建筑窗户和墙的比例面积进行深入研究,合理控制墙窗面积的比例范围<sup>[4]</sup>。

### 3.5 建筑供暖系统形式

在建筑较长周期的使用期间,其所用的空调和供暖导致的碳排放,是建筑全生命周期中最重要的部分。目前建筑所采用的供暖系统中,其能源系统运行的消耗大小顺序是太阳能和地源热泵<光伏<双源热泵<太阳能跨季节蓄热辅助地源热泵<单一地源热泵。而运行时的碳排放也基本



如此。在诸多供暖系统中，虽然太阳能供暖虽然碳排放量相对较少，其对能源的消耗也更低。但是由于其供暖成本较高，因此根据相关采暖工程技术标准，可以在满足供暖需求的基础上，合理控制太阳能供暖系统的占比。比如可以根据实际建筑区域环境气候、碳排放量、能量消耗状况，选择太阳能+地源热泵系统的方式，节约建筑建设成本的基础上，实现建筑的近零能耗建筑碳排放目标。

### 3.6 建筑的使用年限

我国的建筑使用寿命，一般有40年、50年、70年不等，大量的实验数据均表明，建筑的碳排放量会随着建筑运行阶段的使用年限而同等增加，但是建材生产运输阶段的碳排放则逐渐减少。总体来看，建筑寿命的延长也会使得年均碳排放逐步降低，由此可见，建筑的建设过程及建筑运行初期的碳排放和能源消耗控制，是近零能耗建筑碳排放控制的重中之重。

## 4 近零能耗建筑碳排放的控制措施建议

### 4.1 根据建筑环境进行节能设计

建筑建设时，其建筑区域环境的气候条件，是建筑近零能耗建筑碳排放主要的设计重点之一。因为建筑环境的气候是建筑外墙保温材料、窗户类型材料选择的首要前提。想要实现近零能耗建筑碳排放的目标，首先要在进行建筑设计时，充分勘察了解建筑环境气候，了解地区气候特性。诸如建筑环境的气温条件、建筑高度和日照平均时长、室内外温差比数据、环境风向和频率、区域降雨量和制冷时间及供暖时间等实际信息。<sup>[4]</sup>其次利用现代化智能软件对气候数据进行整合记录和全面分析，根据实际信息分析结果，进行建筑的近零能耗建筑碳排放控制设计规划，调整建筑设计布局，合理布置绿化环境、优化建筑方位等。最后以更能充分利用外界环境条件、降低建筑能量消耗、控制建筑的碳排放量优化建筑方案，进行实际的落实，切实做到对建筑碳排放的有效控制和对能源消耗的节约，为绿色低碳环保的建筑发展作出有效贡献。

### 4.2 根据建筑墙体结构进行节能减排设计

只有充分实地勘测和了解建筑区域的气候数据，对建筑产生影响的气候条件进行深入分析，综合相关数据合理进行建筑初步设计之后，对建筑墙体的结构设计，才能充分发挥其保温材料的作用。首先，如果是炎热时间较长的地区，建筑墙体的外围结构应充分使用隔热的材料，辅助建筑外围的这样设计，再加上窗户和墙体的比例控制，增强室内空气流通性，有效降低室内温度，减少空调制冷产生的能源消耗和碳排放。其次，如果是寒冷时间较长的地区，则需要建筑外围结构材料不仅要充分考虑墙体和窗户的密封性，和外墙材料的保温类型，充分改善室内环境的保温作用，除此之外，也可以在窗户和墙的比例设计时，通过合理的设计增加室内的光照时间和光照强度，充分利用太阳热能，在保证室内环境密封性的基础上，减少供暖的消耗和碳排放。根据上述分析可知，对于不同地区的建

筑，必须要根据实际的气候进行适宜的节能减排设计规划，才能达到良好的建筑低耗能、低碳排放的效果。

### 4.3 建筑系统节能设备的研发和创新

目前的现代化技术中，建筑运行中的碳排放和能源消耗主要来源就是制冷和供暖，因为目前的供暖和制冷方式仍旧采用的是较为传统的天然气、煤炭等能源取暖方式，能源消耗较大，碳排放量也较多，对环境的影响也很大。因此，为了切实做到加速实现近零能耗建筑碳排放的控制，对制冷和供暖设备的改进和研发也应与时俱进，并且根据实际的建筑特点，如制冷需求时，可采用电能和环保强度较好的风扇和空调进行制冷，不仅可以有效增加室内空气流动质量，也能扩大制冷效果和制冷范围。除此之外，建筑领域也应加强对低能耗、碳排放量少的建筑材料的研发和生产创新，将建筑过程和建筑运行的低能耗和碳排放控制都能实现较好的目标效果。

### 4.4 建筑全生命周期的近零能耗和碳排放控制

想要更好地实现近零能耗建筑的节能和减排，达到绿色环保的建筑建设和运行效果，对能源的消耗和碳排放的控制，应贯穿建筑的全生命周期，从建筑材料的生产和研发，到建筑结构的设计和调整、到窗墙材料类型的优化和创新，以及建筑使用时的制冷和供暖，都是需要控制和优化改善的环节。首先建材的使用，应在保证建筑质量的基础上，设计轻量化的建筑结构，尽量就地取材，减少建材运输期间的能源消耗和碳排放，选用对环境负荷影响更低的建材，切实减少建材制造运输中的碳排放。而在建筑建设施工阶段，施工管理人员应注重对建材消耗的合理管控，尽量使用质量良好、实用性强的低碳建材进行采购和应用。<sup>[3]</sup>最后，加强对建筑可再生能源的利用，对太阳能，浅色饰面等进行合理的规划和利用，合理优化建筑绿化环境，实现自然生态的控制碳排放的效果，综合各项节能减排措施，延长建筑寿命的同时，达到良好的近零能耗建筑碳排放效果。

## 5 结语

通过对近零能耗建筑碳排放的概述，分析了碳排放和能源消耗影响最大的几个重要因素和建筑建设环节的碳排放来源，不管是建筑的保温材料、窗墙比例、供暖制冷系统，都是建筑能源消耗和碳排放的重要影响因素。因此，在实现建筑近零能耗和低碳排放的目标时，应切实做好根据实际建筑气候环境进行节能减排的设计，加强对建筑节能设备的优化和研发创新，做好对建筑中的可再生能源的利用，为建筑领域的绿色环保发展作出有效贡献。

### [参考文献]

- [1] 崔航. 净零能耗建筑碳排放及减排方法研究[J]. 沈阳建筑大学, 2022(5): 5-6.
  - [2] 钟智辉, 蔡君伟. 夏热冬冷地区净零能耗示范建筑能耗及碳排放分析[J]. 制冷与空调(四川), 2022(2): 258-262.
- 作者简介: 张欣苗(1986.10—), 女, 汉族, 毕业学校: 天津大学, 现工作单位: 河北建筑设计研究院有限责任公司。