

# 关于零碳建筑实施路径的探讨

范瑞卿

(国网天津市电力公司武清供电分公司 天津 300000)

摘要：本论文分析了双碳目标下，建筑做为碳排放主要来源，建筑领域面临着越来越大的减碳压力。加快推进超低能耗、近零能耗、低碳建筑规模化发展，对于实现双碳目标有着重要意义。在满足室内环境参数、碳排放强度等技术指标前提下，探索低碳零碳技术。分别从建筑建设过程、建筑能源绿色化、降低建筑本身能源消耗等几个方面，来实现零碳建筑可实施路径。

关键字：双碳、零碳建筑、新能源、节能降耗

## 一、研究现状

国内零碳建筑的定义是适应气候特征和场地条件，在满足室内环境参数的基础上，通过优化建筑设计降低建筑用能需求，提高能源设备与系统效率，充分利用可再生能源和建筑蓄能，在实现近零碳建筑基础上，可结合碳排放权交易和绿色电力交易等碳抵消方式，实现年碳排放总量不大于零的目标。

## 二、零碳建筑的技术指标

目前，我国在建筑碳排放核算、近零能耗建筑设计与评价、绿色建筑设计与评价等方面已有相关标准和规范。同时，在“双碳”背景下，部分地区已经实施了与零碳建筑相关的规范。2021年4月9日，国家标准《零碳建筑技术标准》启动研编，并于2023年7月26日发布意见征求稿。以该标准为参照，以北方地区为例，实现零碳建筑主要考虑以下技术指标。

### 1、室内环境参数

建筑主要功能房间室内热湿环境参数应符合表1的规定。

表1 建筑热湿环境参数

室内热湿环境参数	冬季	夏季
温度(℃)	≥20	≤26
相对湿度(%)	≥30	≤60

### 2、碳排放强度

北方地处夏热冬冷地区，太阳辐射量等级为Ⅲ级。依照《标准》的参考数值，建筑降碳率不低于45%，经碳抵消后的年碳排放总量应不大于零，碳抵消比例不超过基准建筑碳排放量的30%。

## 三、零碳建筑实施路径

零碳建筑的实施一是通过被动式建筑设计，利用保温隔热性能和气密性能更高的围护结构，采用高效的能源设备，并充分利用可再生能源，最大程度地降低建筑的用能需求需求。二是通过主动技术措施，利用节能减排手段在运行过程中使建筑排放的碳量处于较低水平。

基于建筑生产、运行过程，总结零碳建筑的实施路径如下：

### (一) 建筑建设过程

#### 1、建筑选材低碳化

当功能需求、资源条件适宜时，宜选用木结构、钢结构等低碳建筑结构体系，建筑宜选用可循环建材、耐久性建材和本地材料，建议使用获得绿色建材标识(或认证)的或有明确碳足迹标签的材料与部品。

#### 2、建筑围护结构节能

建筑外墙宜选用重质墙体，应尽可能提高围护结构的保温隔热性能，最大限度地降低夏季冬季冷热负荷。外墙外保温是倡导推广的主要保温形式，其保温方式最为直接、效果也最好。采用除外保温外的其他保温构造时，应采取阻断热桥的措施，并采取可靠的防潮措施。同时应在满足同等保温水平目标下，应选择全寿命期碳排放更低的保温材料。

#### 3、门窗系统节能

应优化建筑窗墙比和屋顶透光面积比，尽量避免东西向开大窗，提高窗户的遮阳性能，宜采用固定、可调遮阳设施，或采用可调节太阳得热系数(SHGC)的调光玻璃。同时加强窗户的气密性，除了采用气密条，提高外窗气密水平外，还应减少开启缝的宽度达到减少空气渗透的目的。

#### 4、屋面地面节能

屋面节能的原理与墙体节能一样，通过改善屋面的热工性能阻止热量的传屋面保温层不宜选用密度较大、导热系数较高且吸水率较大的保温材料，常用的保温材料有挤塑板(XPS)、高强度模塑板(EPS)或硬泡聚氨酯(PIR)等。同时，夏热冬冷和夏热冬暖地区建筑宜采用浅色屋面、通风屋面和种植屋面等屋面隔热措施。

### (二) 建筑能源来源绿色化

#### 1、安装屋顶光伏

光伏是实现可持续发展最有前途的可再生能源技术

之一。光伏在建筑中的利用主要有附加光伏系统（BAPV）、光伏一体化建筑（BIPV）与光伏光热一体化技术（PVT）三种形式。附加光伏系统（BAPV）是最早且最常用的一种形式，以分布式光伏发电形式为主，其多位于建筑屋顶以及零星空地上。为了增加光伏面积，光伏建筑一体化（BIPV）的概念已经在许多国家实施。BIPV 系统将建筑物与光伏系统或光伏模块相结合，直接替代原有建筑结构；太阳能光伏光热一体化（PVT）组件主要由光伏与光热两个部分组成，光伏部分采用技术成熟的太阳能光伏面板，通过控制系统为建筑提供所需电能，光热部分主要为集热器，将太阳能转换为热能，同时使用热循环机制，冷却太阳电池，提高光电转换效率，更高效地利用太阳热能，太阳能光热系统可用于供暖、热水、光热发电系统。

## 2、安装风力发电与生物质发电

风能可被视为实现零碳建筑目标的补充性可再生能源。风力发电与生物质发电在建筑中也常有使用，但多数集中在农村地区，主要因为风力发电需要较大的空间以及生物质发电所需的燃料如农作物秸秆和人畜粪便等多集中于农村地区，现阶段在城镇中大量应用还有很多困难。

## （三）减少建筑本体能源消耗

### 1、安装新风系统

零碳建筑可采用高效新风热回收系统，通过回收利用排风中的能量降低供暖制冷需求，实现超低能耗目标；新风热回收主要是通过热交换器来回收排风中的冷（热）能，对新风进行预处理，根据回收热量的形式可分为显热交换器和全热交换器两类，空气中的能量包括显热（温度）和潜热（湿度），显热交换器仅回收排风中的显热，全热交换器不仅能回收排风中的显热，还能回收排风中的潜热。

地道风技术，有条件时，高效新风热回收系统宜利用土壤蓄存的热量和冷量，即以地道风（土壤热交换器）的方式对新风进行预热预冷，地道风是利用土壤夏冷冬热的特点为建筑提供热（冷）能，通过设计阶段对管道冷却能力的计算，确定管道的尺寸、长度、埋深及间距等，利用地道风技术，可以有效的缩短空调开启时间，极大限度的降低建筑的使用能耗。

### 2、安装热泵系统

地源热泵指所有使用大地作为冷热源的热泵全部称为地源热泵。空气源热泵是由电动机驱动的，利用空气中的热量作为低温热源，经过空调冷凝器或蒸发器进行热交换，然后通过循环系统，提取或释放热能，利用机组循环系统将能量转移到建筑物内用户需求，它能够通过

使用少量的电能将低温热源中的热量转移到高温热源中的装置，在冬季将室外空气中的热量转移到室内空气中，夏季将室内空气中的热量转移到室外空气中；热泵属于冷热一体机，设备利用率较高，且空气是优良的低位热源，总体来说适用范围较广，运行成本低，节能效果突出，具有显著的节能效益和环保效益。

## （四）降低建筑运行过程的能源消耗

### 1、储能技术

由于日照和风力季节性的改变，太阳能、风能发电具有波动性较高、可调节性差的缺点。储能可以看作建筑中的柔性负荷，在能源充足时对能源进行储存，然后在需求高时对能量进行释放，可以在一定程度上起到调峰、补谷、抚平新能源系统波动、解决可再生能源发电带来的问题的作用。

建筑自身围护结构通常具有一定热惯性和蓄热特性，可以有效利用这一建筑特有的蓄能特性、在一定的运行调节策略下使得建筑能够充分发挥自身蓄能特性来适应低碳能源电力系统的响应要求。在此情况下，建筑物可以看作一个柔性的冷/热负荷，结合碳排放量、可再生能源发电量等因素进行需求响应调节，实现节能降碳、促进可再生能源就地消纳等目标。

### 2、电器设备节能

电器设备是重要用能终端，也是建筑内重要的灵活性/柔性资源，有望提供较大柔性调度潜力。譬如建筑空调系统中的风机、水泵可在一段时间内通过变频实现功率大幅调节但又不对末端环境产生明显影响，从而也可以成为一定的柔性调节手段。另外，电热水器、洗衣机、洗碗机等可转移的电负荷设备也具备一定的需求响应能力，根据可再生能源发电状况灵活调整使用时间。

### 3、电动汽车

未来电动汽车所具有的电池规模及其相应的蓄放能力也有望成为建筑能源系统可利用的柔性资源。根据建筑自身用能需求、电力系统期望的建筑用能曲线、建筑其他可利用的蓄能/储能能力等，可以确定所需设置的建筑内蓄电池容量。

## 五、结语

综上所述，本论文分析了零碳建筑面临的国内外形势，以及主要的技术指标室内环境参数、碳排放强度等。在双碳目标下，建筑领域的节能改造意义重大。本文提出了零碳建筑主要措施，分别从建筑建设过程低碳节能、建筑能源绿色化、减少建筑本体能源消耗、降低建筑运行过程的能源消耗等几个方面，论述了零碳建筑可实施路径。