

# 烟台市住房和城乡建设局文件

烟建节科〔2023〕3号

## 关于印发《烟台市零碳建筑实施技术导则 (试行)》《烟台市零碳建筑评价导则 (试行)》的通知

各区市住房和城乡建设(管理)局,有关单位:

为指导我市零碳建筑发展,减少建筑碳排放,在充分借鉴国内外零碳建筑建设经验并结合烟台地区气候特征的基础上,我局组织编制了《烟台市零碳建筑实施技术导则(试行)》和《烟台市零碳建筑评价导则(试行)》,现印发给你们,请认真遵照执行。

烟台市住房和城乡建设局

2023年11月15日

烟台市住房和城乡建设局办公室

2023年11月15日印发

# 烟台市零碳建筑实施技术导则

(试行)

烟台市住房和城乡建设局

2023 年 11 月

# 目录

前 言 .....	1
1 总则 .....	3
2 术语 .....	4
3 基本规定 .....	7
4 控制指标 .....	8
4.1 室内环境参数 .....	8
4.2 能效指标 .....	9
4.3 零碳建筑碳排放强度技术指标 .....	10
5 规划与方案 .....	12
5.1 零碳园区及建筑规划 .....	12
5.2 零碳建筑方案 .....	13
6 设计与选型 .....	15
6.1 一般规定 .....	15
6.2 节能设计 .....	15
6.3 可再生能源 .....	17
6.4 新风热回收及供暖空调系统 .....	19
6.5 电气系统 .....	21
6.6 给排水系统 .....	25
6.7 智慧储存 .....	25
6.8 建筑构造材料 .....	27
6.9 碳 汇 .....	27
6.10 碳排放抵消 .....	29
7 施工与验收 .....	30
8 运行与管理 .....	33
9 拆除与回收 .....	35
10 碳排放核算 .....	36
附录 A 能耗指标计算方法 .....	37
本导则用词说明 .....	48
引用标准名录 .....	49

# 1 总则

**1.0.1** 为贯彻国家有关法律法规和方针政策，提升建筑室内环境品质和建筑质量，提升可再生能源利用率，降低建筑二氧化碳排放量，引导建筑全生命周期向零碳建筑发展，制定本导则。

**1.0.2** 本导则适用于烟台地区零碳建筑的设计、施工、运营管理和拆除回收。

**1.0.3** 烟台地区零碳建筑的设计、施工、运营管理和拆除回收除应符合本导则外，尚应符合国家及山东省现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 零碳建筑 zero carbon buildings

适应气候特征与场地条件，在满足室内环境参数的基础上，通过优化建筑本体节能设计降低建筑用能需求，提高能源设备与系统效率，充分利用建筑本体节能措施、可再生能源资源和建筑蓄能，并结合碳交易和绿色电力等机制，使建筑运行阶段可再生能源二氧化碳减碳量大于等于建筑全部二氧化碳排放量的建筑。

### 2.0.2 全寿命期零碳建筑 life-cycle zero carbon building

适应气候特征与场地条件，在满足室内环境参数的基础上，通过采用绿色建材、优化结构形式和建筑本体节能设计降低建筑用能需求，提高能源设备与系统效率，充分利用建筑本体节能措施、可再生能源资源和建筑蓄能，采用绿色建造技术，并结合碳交易和绿色电力等机制，使建筑全寿命全过程（从建材原料的开采、加工、生产、包装、运输，建筑的建造施工、运行与维护，直至拆除与回收），的可再生能源二氧化碳年减碳量大于等于建筑全生命期二氧化碳排放的总量。

### 2.0.3 基准建筑 reference building

计算建筑本体节能率和建筑综合节能率时用于计算符合国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155、《居住建筑节能设计标准》DB37/5026 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 要求的建筑能耗综合值的建筑。

### 2.0.4 建筑能耗综合值 building energy consumption

在设定计算条件下，单位面积年供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯的终端能耗量和可再生能源系统发电量，利用能源换算系数，统一换算到标准煤当量后，两者的差值。

### 2.0.5 建筑本体节能率 building energy efficiency improvement rate

在设定计算条件下，设计建筑不包括可再生能源发电量的建筑能耗综合值与基准建筑的建筑能耗综合值的差值，与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

### 2.0.6 建筑综合节能率 building energy saving rate

设计建筑和基准建筑的建筑能耗综合值的差值，与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

### **2.0.7 可再生能源利用率 utilization ratio of renewable energy**

供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统中可再生能源利用量占其能量需求量的比例。

### **2.0.8 本体可再生能源利用率 utilization ratio of renewable energy**

建筑本体和周边可再生能源利用量占其建筑能量需求量的比例。

### **2.0.9 建筑气密性 air tightness of building envelope**

建筑在封闭状态下阻止空气渗透的能力。用于表征建筑或房间在正常密闭情况下的无组织空气渗透量。通常采用压差实验检测建筑气密性，以换气次数 N50，即室内外 50Pa 压差下换气次数来表征建筑气密性。

### **2.0.10 建筑碳排放 building carbon emission**

建筑在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、运行阶段产生的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量表示。

### **2.0.11 建筑隐含碳 building embodied carbon emission**

除建筑运行阶段使用能源产生的碳排放外，在建筑整个生命期内，与建材生产、运输、建造、维护以及拆除相关的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量表示。

### **2.0.12 建筑运行碳 building in-use carbon emission**

建筑运行阶段使用能源产生的碳排放，包括直接消耗化石能源产生的直接排放和外购电力、热力产生的间接排放，以二氧化碳当量表示。

### **2.0.13 计算边界 accounting boundary**

与建筑物运行活动相关的碳排放的计算范围，包括电力、热力、天然气和可再生能源。

### **2.0.14 二氧化碳当量 CO<sub>2</sub>e carbon dioxide equivalent CO<sub>2</sub>e**

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

### **2.0.15 建筑碳汇 building carbon sink**

在划定的建筑物项目范围内，绿化、植被从空气中吸收并存储的二氧化碳量。

### **2.0.16 绿色电力 green power**

绿色电力是指利用特定的发电设备，如风力发电机、太阳能光伏电池等，将风能、太阳能等可再生的能源转化成电能。

#### **2.0.17 储能技术 energy storage technology**

储能技术是指通过机械的、电磁的、电化学等方法，将能量储存起来，在需要的时候，在通过机械的、电磁的、电化学的方法转变为相应的可用能量的技术。

#### **2.0.18 离网光伏发电系统 off-grid photovoltaic system**

离网光伏发电系统是指独立于电网之外可以独立运行的光伏供电系统，一般有光伏组件阵列、控制器、储能电池（组）、逆变器和支架系统组成。



### 3 基本规定

**3.0.1** 烟台地区零碳建筑实施技术应充分考虑烟台地区气候特征、可再生能源利用条件、建筑特点、人文习惯等因素。

**3.0.2** 全生命期零碳建筑实施技术应采用性能化设计、精细化的施工工艺和质量控制及智能化运行模式。

**3.0.3** 零碳建筑实施前应进行碳中和技术和经济分析，选用适宜技术、设备、材料以及运行减碳措施，对规划设计、建造施工、运行使用进行全过程控制。

**3.0.4** 零碳建筑应进行全装修，全装修工程质量、选用材料及产品质量应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

**3.0.5** 零碳建筑的咨询设计应采用“一体化”咨询设计流程，且宜符合下列流程：

- 1 投资决策阶段，主要包括：项目建议书、可行性研究、项目评估、立项决策。
- 2 工程设计阶段，主要包括：方案设计、初步设计及其审批、初步设计、施工图设计及其审批。
- 3 采购与施工阶段，主要包括：建设准备、施工许可、施工与安装、生产设备。
- 4 交付使用阶段，主要包括：竣工验收、竣工结算与竣工决算、项目后评价。

**3.0.6** 零碳建筑应以室内环境参数及能效指标为控制指标，核算建筑碳排放量，最终实现零碳建筑。

## 4 控制指标

### 4.1 室内环境参数

4.1.1 建筑主要房间室内热湿环境参数应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 建筑主要房间室内热湿环境参数

室内热湿环境参数	冬季	夏季
温度 (°C)	20~24	24~26
相对湿度 (%)	≥30 <sup>①</sup>	40~60

注：<sup>①</sup>冬季室内相对湿度不参与设备选型和能效指标的计算。

4.1.2 居住建筑主要功能房间的室内新风量不应小于 30m<sup>3</sup>/(h·p)。公共建筑的新风量应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定。

4.1.3 主要功能房间的室内空气质量应符合表 4.1.3-1 的规定，室内空气污染物浓度应符合表 4.1.3-2 的规定。

表 4.1.3-1 主要功能房间室内空气质量参数及要求

室内空气质量参数	平均时间	指标要求
PM <sub>2.5</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	24 小时均值	≤37.5
	年均值	≤25
PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	24 小时均值	≤75
	年均值	≤50
二氧化碳 (PPM)	24 小时均值	≤800

表 4.1.3-2 主要功能房间室内空气污染物浓度参数及要求

室内污染物参数	平均时间	指标要求
氡 (Bq/m <sup>3</sup> )	年平均	≤150
甲醛 (mg/m <sup>3</sup> )	1 小时平均值	≤0.07
氨 (mg/m <sup>3</sup> )	1 小时平均值	≤0.15
苯 (mg/m <sup>3</sup> )	1 小时平均值	≤0.06

甲苯 (mg/m <sup>3</sup> )	1 小时平均值	≤0.15
二甲苯 (mg/m <sup>3</sup> )	1 小时平均值	≤0.16
TVOC (mg/m <sup>3</sup> )	8 小时平均值	≤0.45

**4.1.4** 主要功能房间的室内噪声级应符合以下规定：

1 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间室内的噪声限值及适用条件应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定；

2 建筑物内部建筑设备传播至主要功能房间室内的噪声限值应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定；

3 居住建筑主要功能房间室内的 Z 振级限值及适用条件应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定。

**4.1.5** 主要功能房间的隔声性能应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的高要求标准限制。

**4.1.6** 绿色照明质量及功率密度应符合现行国家及行业标准《建筑照明设计标准》GB 50034、《建筑环境通用规范》GB 55016、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ 39、《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ 163、《档案馆建筑设计规范》JGJ 25、《剧场建筑设计规范》JGJ 57、《城市道路照明设计标准》CJJ 45 等相关标准的规定。

## 4.2 能效指标

**4.2.1** 零碳居住建筑的建筑能效指标应符合表 4.2.1 的规定：

**表 4.2.1 零碳居住建筑能效指标**

建筑本体性能指标	供暖年耗热量 [kWh/ (m <sup>2</sup> ·a) ]	≤15
	供冷年耗冷量 [kWh/ (m <sup>2</sup> ·a) ]	≤3+1.5×WDH <sub>20</sub> +2.0×DDH <sub>28</sub>
	建筑气密性 (换气次数 N <sub>50</sub> )	≤0.6
	本体可再生能源利用率	≥30%
建筑本体和周边可再生能源产电量		不应小于建筑年终端能源消耗量

注：1 本表适用于居住建筑中的住宅类建筑，表中 m<sup>2</sup> 为套内使用面积；

2  $WDH_{20}$  (Wet-bulbdegreehours20) 为一年中室外湿球温度高于  $20^{\circ}\text{C}$  时刻的湿球温度与  $20^{\circ}\text{C}$  差值的逐时累计值 (单位:  $\text{kKh}$ , 千度小时);

3  $DDH_{28}$  (Dry-bulbdegreehours28) 为一年中室外干球温度高于  $28^{\circ}\text{C}$  时刻的干球温度与  $28^{\circ}\text{C}$  差值的逐时累计值 (单位:  $\text{kKh}$ , 千度小时)。

4.2.2 零碳公共建筑的建筑本体能效指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 零碳公共建筑能效指标

建筑本体性能指标	建筑本体节能率 (%)	$\geq 30$
	供冷年耗冷量 [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ]	$\leq 3 + 1.5 \times WDH_{20} + 2.0 \times DDH_{28}$
	建筑气密性 (换气次数 $N_{50}$ )	$\leq 0.6$
	可再生能源利用率	$\geq 30\%$
建筑本体和周边可再生能源产电量		不应小于建筑年终端能源消耗量

注: 本表也适用于非住宅类居住建筑。

### 4.3 零碳建筑碳排放强度技术指标

4.3.1 零碳居住建筑碳排放强度指标、本体可再生利用率应满足表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 零碳居住建筑技术指标

技术参数	技术指标
碳排放强度指标 [ $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ]	$\leq 0$
本体可再生能源利用率 (%)	$\geq 30\%$

注: 本表也适用于运行阶段零碳居住建筑碳排放强度指标。

4.3.2 全寿命期零碳居住建筑应满足下列规定:

- 1 应满足 4.3.1 条的规定;
- 2 全寿命期碳排放强度  $\leq 0 \text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

4.3.3 零碳公共建筑碳排放强度指标和本体可再生能源利用率应满足表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 零碳公共建筑技术指标

技术参数	技术指标
碳排放强度指标 [kgCO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> · a) ]	≤0
本体可再生能源利用率 (%)	≥30%

注：本表也适用于运行阶段零碳公共建筑碳排放强度指标。

**4.3.4 全寿命期零碳公共建筑应满足下列规定：**

- 1 应满足 4.3.3 条的规定；
- 2 全寿命期碳排放强度≤0kgCO<sub>2</sub>e/ (m<sup>2</sup> · a) 。

**4.3.5** 单体建筑面积大于 40000m<sup>2</sup> 或建筑高度大于 100m 的零碳建筑相关指标的要求在相应技术指标的要求基础上降低 10%，并组织专家对其低碳设计进行专项论证。

**4.3.6** 零碳建筑购买的碳交易量占总减碳量的比值不应超过 20%。

## 5 规划与方案

### 5.1 零碳园区及建筑规划

**5.1.1** 零碳园区及建筑规划除应满足国家、省市相关政策文件对零碳建筑示范区的试点建设要求外，尚应符合本地城乡规划管理技术规定等政策性文件的规定。

**5.1.2** 零碳园区及建筑规划应坚持绿色、低碳、循环发展的原则。

**5.1.3** 零碳园区及建筑规划应统筹考虑现有场地周边建筑物的风格与外观颜色等，

**5.1.4** 零碳园区及建筑规划应全面考虑建筑场地周边零碳能源体系、零碳建筑体系和零碳交通体系的布局，因地制宜规划园区或建筑可再生能源（风电、光伏、地热等）区域，充分利用已有规划设计蓝图布局新能源发电以及能源存储转化系统，合理规划充电桩和新能源车位。

**5.1.5** 零碳园区及建筑群的总体规划应有利于营造适宜的微气候。应通过优化建筑空间布局，合理选择和利用景观、生态绿化等措施，夏季增强自然通风、减少热岛效应，冬季增加日照，避免冷风对建筑的影响。

**5.1.6** 零碳园区及建筑规划设计应在建筑布局、朝向、体形系数和使用功能方面，结合不同气候区建筑热工性能参考值，围绕能耗目标，综合考虑本地技术经济条件，注重优化空间布局和能源供应方案，冬季以保温和获取太阳得热为主，兼顾夏季隔热遮阳要求，过渡季节能实现充分的自然通风。

**5.1.7** 零碳园区及建筑规划宜选择条件成熟的限制开发区和禁止开发区、生态功能区、工矿区、城镇等重点区域，实施近零碳排放区示范工程。

**5.1.8** 零碳园区及建筑规划应合理控制建设规模，避免大拆大建，延长建筑寿命，提倡百年建筑，发展建筑工业化和装配式建筑。如：棚户区改造、安置住房及政府投资工程等全面采用装配式建造，新供应建设用地按比例建设装配式建筑，住宅全面推广预制楼梯、叠合楼板等成熟预制部件和推行装配式装修。

**5.1.9** 针对区域内不同行业、产品、工艺的用能质量需求，在项目规划中考虑能源梯级利用流程，对用能单位能源在线监测，建立能源消耗数据库和区域能源信息化监管平台，根据能量品位逐级利用。

**5.1.10** 在场地空间边界内合理减源、增汇，充分利用区域内可再生能源。

**5.1.11** 湿地场地实施湿地修复恢复，建设场地内的湿地公园，提高湿地固碳能力。

**5.1.12** 加强场地内建筑垃圾全过程管理，推进建筑垃圾资源化综合利用。

**5.1.13** 当建筑利用场地内的可再生能源无法达成零碳目标时，可借助场地外可再生能源资源或通过进行碳汇交易来实现。

## **5.2 零碳建筑方案**

**5.2.1** 建筑方案设计应根据建筑功能和环境资源条件，以气候环境适应性为原则，以降低建筑供暖年耗热量和供冷年耗冷量为目标，充分利用天然采光、自然通风以及围护结构保温隔热等被动式建筑设计手段降低建筑的用能需求。

**5.2.2** 零碳建筑宜采用获得绿色建材标识（或认证）的材料与部品，选择高性能的结构体系。

**5.2.3** 建筑的主朝向宜为南北朝向或接近南北朝向，主入口宜避开冬季主导风向，应尽量提高冬季南向房间的得热，降低夏季东侧、西侧房间的得热。建筑设计宜采用简洁的造型、适宜的体形系数和窗墙比、较小的屋顶透光面积比例。

**5.2.4** 建筑进深选择应考虑天然采光效果。进深较大的房间，应设置采光中庭、采光竖井、光导管等设施，改善天然采光效果。

**5.2.5** 建筑的空间组织和门窗洞口的设置应有利于自然通风，减小自然通风的阻力，并有利于组织穿堂风，实现过渡季和夏季利用自然通风带走室内余热。

**5.2.6** 党政机关建筑屋顶总面积可安装光伏发电比例应不低于 50%；学校、医院、村委会等公共建筑屋顶总面积可安装光伏发电比例应不低于 40%；工商业厂房屋顶总面积可安装光伏发电比例应不低于 30%；农村居民屋顶总面积可安装光伏发电比例应不低于 20%。

**5.2.7** 宜优先采用构建型或建材型太阳能光伏光热建筑一体化设计，将光伏、光热组件集成为建筑构件，替代部分建筑材料，运用到屋面、采光顶、外窗遮阳、雨棚等部位，与建筑物同时设计、施工和安装。

**5.2.8** 风力发电一体化建设设计除宜体现建筑的韵律美外，尚宜符合建筑文脉的传统特性。

**5.2.9** 零碳建筑方案设计的总体原则应将先进的技术与朴实的自然方式融合起来，

体现自然美学与技术美学的互融，原始智慧与科学智慧的互渗，增加建筑的美学价值，实现一种新的生态建筑发展途径。



## 6 设计与选型

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 零碳建筑的设计应当采用一体化设计流程、性能化设计方法、协同设计的组织形式，且性能化设计方法宜按下列程序进行：

- 1 设定室内环境参数和能效指标；
- 2 制定设计方案；
- 3 利用碳排放模拟计算软件等工具进行设计方案的定量分析及优化；
- 4 分析优化结果并进行达标判定。当建筑碳排放指标不能满足所确定的目标要求时，修改设计方案，重新进行定量分析和优化，直至满足目标要求；
- 5 确定优选的设计方案；
- 6 编制性能化设计报告。

**6.1.2** 零碳建筑机电系统设计应遵循的主要原则为“电气化、分散式、高效率和柔性用电”。

**6.1.3** 性能化设计应以定量分析及优化为核心，应进行建筑和设备的关键参数对碳排放指标的敏感性分析，并在此基础上，结合建筑全寿命期的经济效益分析，进行技术措施和性能参数的优化选取。

**6.1.4** 零能耗示范建筑宜从小住宅、小公建，逐步拓展到集合住宅、学校、办公、商业建筑等。

**6.1.5** 可再生能源建筑应用系统设计时，应根据当地资源与适用条件统筹规划。烟台地区零碳建筑可再生能源主要包括太阳能、风能、水能、核能、潮汐能、生物质能等。

**6.1.6** 采用可再生能源时，应根据适用条件和投资规模确定该类能源可提供的用能比例或保证率，以及系统费效比，并应根据项目负荷特点和当地资源条件进行适宜性分析。

### 6.2 节能设计

**6.2.1** 建筑设计宜采用太阳能光热光伏一体化系统，具有遮阳、导光、导风等功

能的构件、太阳能集热器、光伏组件及立体绿化等应与建筑进行一体化设计。

**6.2.2** 结合利用建筑本身的特性选择太阳能光伏、光热构件的安装部位，达到不同的建筑通风采光节能效果。

**6.2.3** 应采用高性能的建筑保温隔热系统及门窗系统，相关要求和选型宜符合标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 的规定。

**6.2.4** 建筑围护结构设计时，应进行消除或削弱热桥的专项设计，围护结构保温层应连续。

**6.2.5** 建筑围护结构气密层应连续并包围整个外围护结构，建筑设计施工图中应明确标注气密层的位置。围护结构设计时，应进行气密性专项设计。

**6.2.6** 建筑应选用气密性等级高的外门窗，外门窗与门窗洞口之间的缝隙应做气密性处理。

**6.2.7** 遮阳设计应根据房间的使用要求、窗口朝向及建筑安全性综合考虑。可采用可调或固定等遮阳措施，也可采用可调节太阳得热系数（SHGC）的调光玻璃进行遮阳。南向宜采用可调节外遮阳、可调节中置遮阳或水平固定外遮阳的方式。东向和西向外窗宜采用可调节外遮阳设施。

**6.2.8** 地下空间应设置采光天窗、采光侧窗、下沉式广场（庭院）、光导管等措施，采用可控自然通风、可控自然采光、可控外遮阳等技术充分利用自然采光和自然通风，降低建筑用能需求。

**6.2.9** 建筑造型应规整紧凑，避免过多凹凸造型变化和装饰性构件。建筑体形系数应满足下列要求。

1 居住建筑体形系数应符合表 6.2.9-1 的规定。

**表 6.2.9-1 居住建筑体形系数限值**

层数	≤3 层	>3 层
体型系数	≤0.57	≤0.33

2 公共建筑体形系数应符合表 6.2.9-2 的规定。

**表 6.2.9-2 公共建筑体形系数限值**

独栋建筑面积 A(m²)	建筑体型系数限值
300<A≤800	≤0.50

$A > 800$	$\leq 0.40$
-----------	-------------

**6.2.10** 窗墙面积比应通过性能化设计方法经优化分析计算确定，既要从全年气候特点出发考虑窗墙面积比对建筑供热供冷需求的影响，同时应兼顾开窗面积对自然通风和采光效果的综合影响。居住建筑窗墙面积比应符合表 6.2.10 的规定，其中每套住宅应允许一个房间在一个朝向上的窗墙面积比不大于 0.6。

**表 6.2.10 居住建筑窗墙面积比限值**

朝向	窗墙面积比
北	$\leq 0.30$
东、西	$\leq 0.35$
南	$\leq 0.50$

**6.2.13** 其余未说明零碳建筑方案设计技术措施要求均应参照现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB 51350 执行。

## 6.3 可再生能源

### I 太阳能系统

**6.3.1** 在既有建筑上增设或改造太阳能系统，必须经建筑结构安全复核，满足建筑结构的安全性要求。

**6.3.2** 太阳能系统应做到全年综合利用，根据使用地的气候特征、实际需求和适用条件，为建筑物供电、供生活热水、供暖或(及)供冷。

**6.3.3** 太阳能建筑一体化应用系统的设计应与建筑设计同步完成。建筑物上安装太阳能系统不得降低相邻建筑的日照标准。

**6.3.4** 太阳能系统与构件及其安装安全，应符合下列规定：

- 1 应满足结构、电气及防火安全的要求；
- 2 由太阳能集热器或光伏电池板构成的围护结构构件，应满足相应围护结构构件的安全性及功能性要求；
- 3 安装太阳能系统的建筑，应设置安装和运行维护的安全防护措施，以及防止太阳能集热器或光伏电池板损坏后部件坠落伤人的安全防护设施。

**6.3.5** 太阳能热利用系统中的太阳能集热器设计使用寿命应高于 15 年。太阳能光

光伏发电系统中的光伏组件设计使用寿命应高于 25 年，系统中多晶硅、单晶硅，薄膜电池组件自系统运行之日起，一年内的衰减率应分别低于 2.5%、3%、5%，之后每年衰减应低于 0.7%。

**6.3.6** 太阳能热利用系统应根据烟台地区气候条件、使用环境和集热系统类型采取防冻、防结露、防过热、防热水渗漏、防雷、防雹、抗风、抗震和保证电气安全等技术措施。

**6.3.7** 太阳能热利用系统设计应根据工程所采用的集热器性能参数、气象数据以及设计参数计算太阳能热利用系统的集热效率，且应符合表 6.3.12 的规定。

**表 6.3.12 太阳能热利用系统的集热效率值**

太阳能热水系统	太阳能供暖系统	太阳能空调系统
$\eta \geq 42$	$\eta \geq 35$	$\eta \geq 30$

**6.3.8** 太阳能光伏发电系统设计时，应给出系统装机容量和年发电总量，应根据光伏组件在设计安装条件下光伏电池最高工作温度设计其安装方式，保证系统安全稳定运行。

**6.3.9** 太阳能光伏发电系统条件允许时宜优先采用离网光伏发电系统。

**6.3.10** 柔性薄膜光伏组件标准测试条件（STC）下的性能应符合下列规定：

- 1 初始最大功率应不小于额定功率的 95%，最终最大功率应不小于额定功率的 90%；
- 2 电气安全性应符合现行国家标准《建筑用柔性薄膜光伏组件》JG/T 535 的规定。

**6.3.1** 太阳能系统产品、技术措施及要求除符合本导则外，尚应符合现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364、《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 及其他相关现行国家标准的规定。

## **II 风能发电系统**

**6.3.13** 零碳建筑应充分利用风能，风能利用应采用风力发电与建筑一体化设计，风力发电机可以不依靠于建筑的主体架构，但应成为建筑设计的一部分，与建筑协调、融合。

**6.3.14** 零碳建筑风能利用应充分考虑风力发电机所处的风环境，应进行场地的风

力资源评估、综合环境评估和经济性评估。

**6.3.15** 零碳建筑中的风力发电系统宜采用独立式或并网式，优先采用 10kW 以下的小型风力发电机组。

**6.3.16** 零碳建筑实施过程中同时利用风能和太阳能时，宜采用风光互补发电系统。

**6.3.17** 风力发电场工程的设计应以相关支持性文件，电网接入的技术要求，主要设备的技术条件，水文、气象、地质等基础资料为设计依据，且应符合国家标准《风力发电场设计规范》GB 51096 的相关规定。

## **6.4 新风热回收及供暖空调系统**

**6.4.1** 零碳建筑应设置新风热回收系统，新风热回收系统设计应考虑全年运行的合理性、可靠性、节能效果和经济性，应采用高效热回收装置，应采取防冻及防结霜措施，宜设置低阻高效的空气净化装置。

**6.4.2** 居住建筑新风系统宜分户独立设置，并应按用户需求供应新风量。

**6.4.3** 新风系统宜设置新风旁通管，当室外温湿度适宜时，新风可不经过热回收装置直接进入室内。

**6.4.4** 与室外连通的新风、排风和补风管路上均应设置保温密闭型电动风阀，并应与系统联动。

**6.4.5** 居住建筑厨房宜设置独立补风系统，并应符合下列规定：

- 1 补风宜从室外直接引入，补风管道应保温，并应在入口处设保温密闭型电动风阀，且电动风阀应与排油烟机联动；

- 2 补风口应尽可能设置在灶台附近。

**6.4.6** 新风热回收装置应采用显热回收装置，其制冷工况热交换效率应不小于 70%，制热工况热交换效率应不小于 75%；排风量与新风量的比值宜在 0.9~1.1。

**6.4.7** 应采取措施降低部分负荷、部分空间使用下的供暖、空调系统能耗，并应符合下列规定：

- 1 应区分房间的朝向细分供暖、空调区域，并应对系统进行分区控制；

- 2 空调冷源的部分负荷性能系数 (IPLV)、电冷源综合制冷性能系数 (SCOP) 应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 的规定。

**6.4.8** 应根据建筑空间功能设置分区温度，合理降低室内过渡区空间的温度设定标准。

**6.4.9** 供热供冷系统冷热源选择时，应综合经济技术因素进行性能参数优化和方案比选，并应符合下列规定：

1 暖通空调系统应利用自然资源，空调冷源应首选自然冷源，并采用相适应的系统及设备；供暖热源应首选余热、废热，采取能源梯级利用措施；

2 供暖空调系统应设置辅助冷热源，优先选用可再生能源，因地制宜采用（水）地源热泵、空气源热泵、太阳能、工业余热或生物质锅炉等。对于烟台地区海水资源丰富，经对海水资源和水体环境评价合理的，可考虑海水源热泵作为空调冷热源；

3 可能再生能源供暖，冬季宜采用低温供暖系统，提高热源利用效率；

4 夏季宜采用高温供冷系统，提高冷源利用效率，并宜采用高效新风除湿技术；

5 应考虑多能互补集成优化，兼顾生活热水需求等措施；

6 应优先选用高能效等级的产品，并应提高系统能效。产品能效应满足《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 及《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 相关要求；

7 新风系统宜采取预冷、预热措施，可利用地道风、地埋式土壤-空气换热器等直接预冷、预热；也可利用自然水源、地埋管式土壤-水换热器的循环水等间接预冷、预热。

**6.4.10** 供暖空调冷热源综合能效高应满足下列要求：

1 采用分散式房间空调器时应采用转速可控型产品，其能效等级应达到现行国家标准《房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》GB 21455 中能效等级 1 级要求；

2 当采用单元式空气调节机时，其能效等级应达到现行国家标准《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576 中能效等级 1 级要求；

3 空气源热泵应采用低环境温度机组，其名义工况下冷热水机组制热性能系数（COP<sub>h</sub>）不应低于 2.3，制冷性能系数（COP<sub>c</sub>）不应低于 2.6，冷热风机组制

热性能系数（COP<sub>h</sub>）不应低于 2.0；

4 采用多联式空调（热泵）机组时，其在名义制冷工况和规定条件下的制冷综合性能系数 IPLV(C) 不低于《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的要求；

5 采用电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组时，应达到现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 中能效等级 1 级要求；

6 采用水（地）源热泵机组时，其在名义制冷工况和规定条件下的全年综合性能系数（ACOP）应达到现行国家标准《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721 中能效等级 1 级要求；

**6.4.11** 空调水泵、风机等设备能效应满足下列要求：

1 空调水泵、风机应达到相应能效评价标准的 1 级能效要求；

2 水泵应符合现行国家标准《清水离心泵能效限定值及能效评价值》GB 19762 的规定；

3 公共建筑新风系统及热回收排风系统的单位风量耗功率限值宜较现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 要求降低 20%，其他通风空调系统的单位风量耗功率限值应符合现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 规定，居住建筑新风系统的单位风量耗功率不应大于 0.40W/（m<sup>3</sup>·h）；

4 空调冷热水系统循环水泵的耗电输冷（热）比应较现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 降低 20%；

5 空调水系统、风系统宜采用变频控制方式。

## **6.5 电气系统**

**6.5.1** 电气系统的设计和选材应经济合理、高效节能，其产品应技术先进、成熟可靠、损耗低、谐波发射量少、能效高。

**6.5.2** 电力变压器、电动机、交流接触器和照明产品的能效水平应不低于现行相关国家标准二级能效或节能评价价值要求。

**6.5.3** 建筑供配电系统设计应进行负荷计算。功率因数不应低于 0.95，当功率因

数未达到供电主管部门要求时，应采取无功补偿措施。

**6.5.4** 季节性负荷、工艺负荷卸载时，为其单独设置的变压器应具有退出运行的措施。

**6.5.5** 长期连续运行的水泵、风机，应采取节能控制措施，负荷变化较大的电动机应采用变频调速控制。

**6.5.6** 空调冷(热)源系统应采取节能控制措施，包括根据冷(热)负荷对制冷机的控制和对循环水泵的变频控制。

**6.5.7** 电梯、提升设备应符合下列规定：

- 1 电梯宜采用变频调速控制；
- 2 单台电梯应具有集选控制、闲时停梯操作、灯光和风扇自动控制等节能控制措施；当 2 台及以上的电梯集中布置时，应具有按规定程序集中调控的群控功能；
- 3 自动扶梯及自动人行步道应具有节能拖动及节能控制装置，在全线各段均空载时应暂停或低速运行，并应设置自动控制自动扶梯与自动人行步道的启、停感应装置。

**6.5.8** 室内照明功率密度值宜优于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定目标值的 70%。

**6.5.9** 选用的照明光源、镇流器的能效应满足能效标准的节能评价值；当选择光源时，应满足显色性、启动时间等要求，并应根据光源、灯具及镇流器等的效率或效能、寿命等在进行综合技术经济分析比较后确定，除特殊要求外，应选用发光二极管（LED）灯。

**6.5.10** 当采用自然光导光装置时，宜具备照度调节功能。

**6.5.11** 当设置电动遮阳装置时，照度控制宜与其联动。

**6.5.12** 提高机电设备产品的使用寿命，降低建筑隐含碳。机电设备产品正常环境下使用寿命一般不低于以下要求：

**表 6.5.12 机电设备使用寿命推荐值**

（单位：年）

编号	系统类型	设备类型	最低寿命	推荐寿命	备注
----	------	------	------	------	----



1	空调系统	通风机	10	15	/
		空调器	15	20	主机和末端
		水泵	15	20	/
		系统管材管材	15	20~30	/
		阀门配件等	10	15~20	/
2	电气系统	灯具	2	5~8	/
		开关插座	10	12~15	/
		电线电缆等	15	20~25	/
3	给排水系统	水泵	15	20	/
		系统管材管材	15	20~25	/
4	电梯	/	15	20~25	/

**6.5.13** 应设置室内环境质量和建筑能耗监测系统,对建筑室内环境关键参数和建筑分类分项能耗进行监测和记录,并应符合下列规定:

1 公共建筑应按用能核算单位和用能系统,以及用冷、用热、用电等不同用能形式,进行分类分项计量;居住建筑应对公共部分的主要用能系统进行分类分项计量,并宜对典型户的供暖供冷、生活热水、照明及插座的能耗进行分项计量,计量户数不宜少于同类型总户数的 2%,且不少于 5 户;

2 应对建筑主要功能空间的室内环境进行监测。公共建筑宜分层、分朝向、分类型进行监测;居住建筑宜对典型户的室内环境进行监测,计量户数不宜少于同类型总户数的 2%,且不少于 5 户;

3 当采用可再生能源时,应对其单独进行计量;

4 应对数据中心、食堂、开水间等特殊用能单位进行独立计量;

5 应对冷热源、输配系统、照明系统等关键用能设备或系统能耗进行重点计量;

6 宜对室外温湿度、太阳辐照度等气象参数进行监测;

7 宜对公共建筑使用人数进行统计。

**6.5.14** 零碳建筑应设置楼宇自控系统。楼宇自控系统应根据末端用冷、用热、用水等使用需求,自动调节主要供应设备和系统的运行工况。

**6.5.15** 建筑照明应采用智能照明控制系统或者照度感应控制。建筑的走廊、楼梯间、门厅、电梯厅及停车库照明应能够根据照明需求进行节能控制；大型公共建筑的公用照明区域应采取分区、分组及调节照度的节能控制措施；有天然采光的场所，其照明应根据采光状况和建筑使用条件采取分区、分组、按照度或按时段调节的节能控制措施。

**6.5.16** 节能控制宜以主要房间或功能区域为控制单元，实现暖通空调、照明和遮阳的整体集成和优化控制，并宜具有下列功能：

1 在一个系统内集成并收集温度、湿度、空气质量、照度、人体在室信息等与室内环境控制相关的物理量；

2 包含房间的遮阳控制、照明控制、供冷、供热和新风末端设备控制，相互之间优化联动控制；

3 在满足室内环境参数需求的前提下，以降低房间综合能耗为目的，自动确定房间控制模式，或根据用户指令执行不同的空间场景模式控制方案。

**6.5.17** 当有多种能源供给时，应根据系统能效对比等因素进行优化控制。

**6.5.18** 新风机组的运行控制应符合下列规定：

1 宜根据室内二氧化碳浓度变化，实现相应的设备启停、风机转速及新风阀开度调节；

2 宜设置压差传感器监测过滤器压差变化；

3 宜根据最小经济温差（焓差）控制新风热回收装置的旁通阀，或联动外窗开启进行自然通风；

4 宜提供触摸屏、移动端操作软件等便捷的人机界面。

**6.5.19** 水泵、风机以及电热设备应采取节能自动控制措施。

**6.5.20** 垂直电梯应采取群控、变频调速或能量反馈等节能措施；自动扶梯应采用变频感应启动等节能控制措施。

**6.5.21** 太阳能系统应对下列参数进行监测和计量：

1 太阳能热利用系统的辅助热源供热量、集热系统进出口水温、集热系统循环水流量、太阳总辐照量，以及按使用功能分类的下列参数：

1) 太阳能热水系统的供热水温度、供热水量；

2) 太阳能供暖空调系统的供热量及供冷量、室外温度、代表性房间室内温度。

2 太阳能光伏发电系统的发电量、光伏组件背板表面温度、室外温度、太阳总辐照量。

## 6.6 给排水系统

**6.6.1** 零碳建筑应优先采用太阳能热水器系统。

**6.6.2** 零碳建筑应采用空气源热泵作为备用热源，其设备能效应符合规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的要求。

**6.6.3** 有集中热水需求的公共建筑，其热源应优先采用余热、废热；设置集中空调系统时，宜回收制冷机的冷凝热用于热水制备。

**6.6.4** 给水系统中加压水泵应符合现行国家标准《清水离心泵能效限定值及能效评价》GB 19762 的规定。当采用变频调速泵组供水时，宜配置气压罐，水泵在额定转速时的工作点，应位于高效区的末端。

**6.6.5** 宜使用构造内自带水封的便器，且其水封深度不应小于 50mm。

## 6.7 智慧储存

**6.7.1** 零碳建筑可再生能源发电应合理选用“风电+储能”、“光伏+储能”、“风电+光伏+储能”等方式。

**6.7.2** 小型零碳建筑中的储能技术宜采用电化学电池储能（即蓄电池）。大型零碳建筑应根据自身场地条件合理选择抽水储能、压缩空气储能、电化学电池储能等储能方式。

**6.7.3** 零碳建筑的储能周期为中期储能，储能时间为 1 小时至 1 周。

**6.7.4** 零碳建筑储能技术的选择应综合考虑以下因素：

- 1 能量的输入、输出形态；
- 2 储能密度；
- 3 储能式的能量损失程度；
- 4 储能期限；

- 5 能量输入、输出的难易程度；
- 6 达到一定的输入输出值所需的时间即响应性；
- 7 安全性、耐久性；
- 8 经济性。

**6.7.6** 当蓄电池室与其他房间采用公共采暖系统时，蓄电池室的温度应能单独地进行调节；当采用热风采暖时，风口处应设过滤装置。采暖装置与酸性或碱性蓄电池的净距不应小于 0.75m。

**6.7.7** 当采用固定型密闭式铅蓄电池时，蓄电池室内的照明灯具可选密闭型，通风换气次数应保证每小时不少于 3 次。

**6.7.8** 智慧储能应设置电池管理系统，并应符合下列规定：

1 应具有数据采集、估算、电能量统计、控制、保护、通讯、故障诊断、数据存储、显示、绝缘电阻检测、对时及本地升级的功能，实现对全部电池运行状态的监测、控制和管理；

2 电化学储能系统设计、设备选型及系统性能应满足现行国家标准《电化学储能电站设计标准》GB 51048、《电力系统电化学储能系统通用技术条件》GB/T 36558 的相关要求；

3 锂离子电池管理系统技术要求应符合现行国家标准《电力储能用锂离子电池》GB/T 36276 及现行行业标准《电化学储能电站用锂离子电池技术规范》NB/T 42091 的有关规定。

**6.7.9** 储能单元应具备绝缘监测功能，绝缘监测可由电池管理系统实现，也可由储能变流器实现，当储能单元绝缘低时应能发出报警和或跳闸信号通知储能变流器及计算机监控系统。

**6.7.10** 液流电池管理系统应能对电池的热、电、流体相关数据进行监测，包括电堆的电压、电流以及电解液的温度、压强、流量和液位等参数。全钒液流电池管理系统技术应符合现行行业标准《全钒液流电池管理系统技术条件》NB/T 42134 的规定。

**6.7.11** 零碳建筑储能技术措施与要求除满足本导则的要求外，尚应符合《民用建筑电气设计标准》GB 51348 等现行有关标准的规定。

**6.7.12** 当零碳建筑储能不能满足建筑用能时，可采用外源绿色电力。

## 6.8 建筑构造材料

**6.8.1** 建筑造型要素应简约，不应大量采用装饰性构件。

**6.8.2** 优先选用本地建材，500km 以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例应大于 60%。

**6.8.3** 现浇混凝土应采用预拌混凝土，建筑砂浆应采用预拌砂浆。

**6.8.4** 建筑所有区域实施土建工程与装修工程一体化设计及施工。

**6.8.5** 应合理选用建筑结构材料与构件：

1 当采用混凝土结构时：

- 1) 400MPa 级及以上强度等级钢筋应用比例应达到 85%以上；
- 2) 混凝土竖向承重结构采用强度等级不小于 C50 混凝土用量占竖向承重结构中混凝土总量的比例应达到 50%。

2 当采用钢结构时：

- 1) Q345 及以上高强钢材用量占钢材总量的比例应达到 50%以上；
- 2) 螺栓连接等非现场焊接节点占现场全部连接、拼接节点的数量比例应达到 50%以上；
- 3) 宜采用施工时免支撑的楼屋面板。

3 当采用混合结构时：对其混凝土结构部分、钢结构部分，应分别符合本条第 1 款、第 2 款要求。

**6.8.6** 建筑装修宜选用工业化内装部品。

**6.8.7** 优先选用可再循环材料、可再利用材料及利废建材。

**6.8.8** 积极推进低碳钢、高性能纤维复合材料、麻制混凝土等新型低碳结构体系和高性能材料的应用。

**6.8.9** 积极探索“微藻建筑”等新兴建筑生物立面的应用。

## 6.9 碳 汇

**6.9.1** 建筑配建绿地应符合所在地城乡规划的要求，合理选择绿化方式，植物种植应适应当地土壤和环境条件，且应无毒害、易维护、耐受烟台寒冷地区气候、病虫害少。种植区域覆土深度和排水能力应满足植物生长需求，应充分利用实土

布置绿地。并应采用以乔木为主，乔、灌、草组合配置的复层绿化方式。应按国家和山东省的相关规定对古树名木进行保护，避免损毁破坏。

#### **6.9.2 充分保护或修复场地生态环境，合理布局建筑及景观：**

1 宜保护场地内原有的自然水域、湿地、植被等，保持场地内的生态系统与场地外生态系统的连贯性。

2 宜采取净地表层土回收利用等生态补偿措施。

3 根据场地实际状况，可采取其他生态恢复或补偿措施。

#### **6.9.3 充分利用场地空间设置绿化用地。**

1 住宅建筑的绿地率宜达到规划指标 105%及以上。

2 新建住宅建筑所在居住街坊内人均集中绿地面积宜大于  $0.5\text{m}^2/\text{人}$ ，旧区改建的住宅建筑所在居住街坊内人均集中绿地面积宜大于  $0.35\text{m}^2/\text{人}$ 。

3 公共建筑应充分利用屋顶平台、中庭等地进行绿化设计，室内建筑装修设计也应充分利用绿色植物，充分发挥其效能。公共建筑的绿地率宜达到规划指标 105%及以上。

4 公共建筑的绿地宜向公众开放。

#### **6.9.4 利用场地空间设置绿色雨水基础设施：**

1 下凹式绿地、雨水花园等有调蓄雨水功能的绿地和水体的面积之和占绿地面积的比例宜达到 60%以上；

2 衔接和引导不少于 80%的屋面雨水进入地面生态设施；

3 衔接和引导不少于 80%的道路雨水进入地面生态设施；

4 硬质铺装地面中透水铺装面积的比例宜达到 50%以上。

#### **6.9.5 采取措施降低热岛强度：**

1 场地中处于建筑阴影区外的步道、游憩场、庭院、广场等室外活动场地设有乔木、花架等遮阴措施的面积比例，住宅建筑宜达到 40%以上，公共建筑达到宜达到 15%以上；

2 场地中处于建筑阴影区外的机动车道，路面太阳辐射反射系数不宜小于 0.4 或设有遮阴面积较大的行道树的路段长度不宜超过 70%；

3 屋顶的绿化面积、太阳能板水平投影面积以及太阳辐射反射系数不小于 0.4 的屋面面积合计宜达到 75%以上。

## **6.10 碳排放抵消**

### **I 外部可再生能源**

**6.10.1** 建筑可通过购买外部可再生能源抵消运行阶段的碳排放。

**6.10.2** 建筑可就近使用项目用地红线外的可再生能源电力,可再生能源电力应由专线接入。

**6.10.3** 当建筑采用中长期协议购买可再生能源电力时,可认为在协议范围内建筑使用的电力全部为绿色电力。

### **II 碳信用与绿证**

**6.10.4** 碳信用包括但不限于 CCER、GS、VCS 等可交易的碳排放权益证明。

**6.10.5** 项目可通过购买绿证、碳信用的方式进行碳抵消,并应优先购买和使用 CCER 和绿证。

**6.10.6** 项目购买绿证仅可抵消建筑运行阶段的间接碳排放。

## 7 施工与验收

**7.0.1** 建筑施工单位应针对热桥处理、气密性保障等关键环节制定专项施工方案，并进行现场实际操作示范。[P]<sub>SEP</sub>

**7.0.2** 建筑围护结构保温工程施工时，应选用配套供应的保温系统材料 and 专业化施工工艺。对外保温结构体系，其型式检验报告中应包括外保温系统耐候性检验项目。

**7.0.3** 围护结构保温施工应符合下列规定：

- 1 保温施工应在基层处理、结构预埋件安装完成且验收合格后进行。外墙保温施工前，外门窗应安装完毕并验收合格。
- 2 保温层应粘贴平整且无缝隙，其固定方式不应产生热桥；采用岩棉带薄抹灰外保温系统时，岩棉带的宽度不宜小于 200mm。[P]<sub>SEP</sub>
- 3 围护结构上的悬挑构件、穿墙和出屋面管线及套管等部位应进行热桥处理。
- 4 装配式夹心保温外墙板的竖缝和横缝均应做热桥处理。

**7.0.4** 外门窗（包括天窗）应整窗进场。外门窗安装应符合下列规定：

- 1 安装前结构工程应已验收合格且门窗结构洞口应平整。
- 2 外门窗与基层墙体的连接件应进行阻断热桥的处理。
- 3 门窗洞口与窗框连接处应进行防水密封处理。
- 4 窗底应安装窗台板散水，窗台板两端及底部与保温层之间的缝隙应做密封处理；门洞窗洞上方应安装滴水线条。

**7.0.5** 当设计有外遮阳时，应在外窗安装完成后且外保温尚未施工时确定外遮阳的固定位置，并安装连接件。连接件与基层墙体之间应进行阻断热桥的处理

**7.0.6** 围护结构气密性处理应符合下列规定：

- 1 气密性材料的材质应根据粘贴位置基层的材质和是否需要抹灰覆盖气密性材料进行选择；
- 2 建筑结构缝隙应进行封堵；
- 3 围护结构不同材料交界处，穿墙和出屋面管线、套管等空气渗漏部位应进行气密性处理；



4 气密性施工应在热桥处理之后进行。

**7.0.7 装配式结构气密性处理应符合下列规定：**

1 装配式剪力墙结构外墙板内叶板竖缝宜采用现浇混凝土密封方式，横缝应采用高强度灌浆料密封。

2 装配式框架结构外墙板内叶板竖缝和横缝均宜采用柔性保温材料封堵，并应在室内侧进行气密性处理。

3 外叶板竖缝和横缝处夹心保温层表面宜先设置防水透汽材料，再从板缝口填充直径略大于缝宽的通长聚乙烯棒。板缝口宜灌注耐候硅酮密封胶进行封堵。

4 装配式夹心外墙板与结构柱、梁之间的竖缝和横缝应在室内侧设置防水隔汽层，再进行抹灰等处理。

**7.0.8** 施工过程中宜对热桥及气密性关键部位进行热工缺陷和气密性检测，查找漏点并应及时修补。

**7.0.9 机电系统施工应符合下列规定：**

1 机电系统安装应避免产生热桥和破坏气密层；

2 风系统所有敞开部位均应做防尘保护；

3 机组安装及管道施工过程中应做消声隔振处理。

**7.0.10** 主要材料及设备进场时，应进行质量检查和验收，并符合设计要求。主要材料及设备宜包括下列内容：

1 保温材料；

2 外门窗、建筑幕墙（含采光顶）及外遮阳设施；

3 防水透汽材料、气密性材料；

4 供暖与空调系统设备；

5 照明设备；

6 太阳能热利用或太阳能光伏发电系统等。

**7.0.11** 各道工序之间应进行交接检验，上道工序合格后方可进行下道工序，并做好隐蔽工程记录和影像资料。隐蔽工程检查应包括下列内容：

1 外墙基层及其表面处理、保温层的敷设方式、厚度和板材缝隙填充情况；锚固件安装与热桥处理；网格布铺设情况；穿墙管线保温密封处理等。<sup>[P]</sup><sub>SEP</sub>

**2** 屋面、地面基层及其表面处理、保温层的敷设方式、厚度和板材缝隙填充质量；防水层（隔汽、透汽）设置；雨水口部位、出屋面管道、穿地面管道的处理等。

**3** 门窗、遮阳系统安装方式；门窗框与墙体结构缝的保温处理；窗框周边气密性处理，连接件与基层墙体间的断热桥措施等。

**4** 女儿墙、窗框周边、封闭阳台、出挑构件、预埋支架等重点部位施工做法。

**7.0.12** 在建筑主体施工结束，门窗安装完毕，内外抹灰完成后，精装修施工开始前，应按《建筑气密性能检测标准（风机气压法）》DB37/T5196 的规定进行建筑气密性检测，检测结果应满足本导则气密性指标要求。〔P〕

**7.0.13** 设备系统施工完成后，应进行联合试运转和调试，并应对供暖通风空调与照明系统节能性能以及可再生能源系统性能进行检测，检测结果应符合设计要求。

## 8 运行与管理

**8.0.1** 建筑运行管理单位应针对高性能围护结构、新风热回收系统、建筑产能系统以及建筑用能系统的调节与控制制定专项运行管理方案，并应编制相应运行管理手册。

**8.0.2** 建筑的运行与管理应在保证设备安全和满足室内环境设计参数的前提下，选择最利于建筑节能的运行方案，并应符合下列规定：

- 1 应立足建筑设计，充分利用建筑构件和设备的功能实施控制调节；
- 2 应根据室外气象参数和建筑实际使用情况做出动态运行策略调整。

**8.0.3** 建筑正式投入使用的第一个年度，应进行建筑能源系统调适。系统调适应符合下列规定：

- 1 应覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；
- 2 应覆盖中控系统及所有联动工作的用能系统和建筑构件；
- 3 系统调适宜从正式投入使用开始延续至第三个完整年度结束；
- 4 建筑使用过程中，当建筑使用功能发生重大改变或对产能及用能系统进行改造后，应在建筑恢复使用的第一个年度重新进行系统调适。

**8.0.4** 建筑使用过程中，应对建筑围护结构保温系统、气密性保障及建筑产能系统等关键部位进行维护和检验，并应符合下列规定：

- 1 应避免在外墙或屋面上固定物体，保护保温系统完整性；如确需固定，则必须采取防止产生热桥的措施。
- 2 应注意外墙内表面的抹灰层、屋面防水隔汽层及外窗密封条是否完好，气密层是否遭到破坏。若发生气密层破坏，应及时修补或更换密封条。
- 3 应定期检查外门窗关闭是否严密，中空玻璃是否漏气，锁扣等五金部件是否松动及其磨损情况。每年应对门窗活动部件和易磨损部分进行保养。
- 4 当建筑的门窗洞口或其他气密部位进行了改造或施工时，竣工后应对建筑气密性重新进行测定。
- 5 宜定期对围护结构热工性能进行检验，对于热工性能减退明显的部位应及时进行整改。

6 应定期对建筑产能系统进行定期检验与维护,对于产能效率减退下降的部位应及时进行整改。

**8.0.5** 建筑使用过程中,应根据建筑的能耗数据、建筑的使用情况记录、建筑产能与储能数据和气象数据,调整运行策略或使用方式。必要时,应对建筑用能系统进行再调适。

**8.0.6** 过渡季宜关闭新风系统,采用自然通风方式。新风机组的运行管理应符合下列规定:

- 1 应根据过滤器两侧压差变化及时清理或更换过滤装置;
- 2 应每两年检查一次热回收装置的性能,必要时及时更换,保证热回收效率;
- 3 当供暖、制冷设备开启时,宜根据最小经济温差(焓差)控制新风热回收装置的旁通阀开闭。<sup>[5]</sup>

**8.0.7** 建筑运行管理单位应对建筑运行参数及产能系统产能与储能数据进行记录和分析,并应符合下列规定:

- 1 除满足本导则对各项能耗数据的记录要求外,尚应记录建筑同期的人员使用情况、室外环境参数等信息;
- 2 每年应对建筑运行数据进行分析,并与上一年度相应数据进行纵向比对分析,或与相同气候区、相同功能的近零能耗建筑运行数据进行横向比对分析;
- 3 能耗数据宜向社会公布。

**8.0.8** 建筑运行管理单位应编制用户使用手册,并应对业主及使用者进行宣传贯彻。在公共空间,应设公告牌,将与节能有关的用户注意事项等信息进行明示。

**8.0.9** 零碳建筑宜通过下列措施逐步提高和培养低碳生活的意识和行为习惯:

- 1 夏季夜间、过渡季节,应尽可能地利用自然通风,降低空调系统能耗;
- 2 应合理设置空调采暖系统室内温度,降低空调采暖系统能耗;
- 3 应充分利用天然采光,降低照明系统能耗;
- 4 应合理重复使用生活冷水,减少生活热水用量,降低水系统能耗;
- 5 应合理使用电气设备,降低设备能耗;
- 6 倡导绿色出行,践行绿色生活。

## 9 拆除与回收

**9.0.1** 拆除阶段，为了减少废弃材料的破碎、混合，以便于回收，宜使用拆解方式，尽可能以小型机械将构件从主体结构中分离出来。

**9.0.2** 拆解应按照“由内至外，由上至下”的顺序进行，即“室内装饰材料——门窗、电热器、管线——屋顶防水、保温层——屋顶结构——隔墙与承重墙或柱——楼板，逐层乡下直至基础”的步骤进行。

**9.0.3** 建材的回收利用宜以废弃物为原料生产建材，各种建筑废弃材料的再利用率如表 9.0.3 所示。

表 9.0.3 部分主要建材的再利用

建材种类	再利用率（%）	建材种类	再利用率（%）	建材种类	再利用率（%）
钢材	95	门窗	80	废铁金属	90
钢	90	PVC 管材	35	玻璃	80
混凝土	60	塑料	25	木材	65
碎石	60	/	/	/	/

**9.0.6** 回收的建材应优先选择循环利用的过程中消耗能量大的建材。

**9.0.7** 废旧木材、砖石、屋瓦等宜在建筑结构及室内外装饰方面进行直接再利用。

## 10 碳排放核算

**10.0.1** 建筑全生命期碳排放核算范围，应包括从建材原料的开采、加工、生产、包装、运输，建筑的建造施工、运行与维护，直至拆除与回收。

**10.0.2** 建筑运行阶段碳排放核算范围，应包括暖通空调、生活热水、照明及电梯、可再生能源。

**10.0.3** 零碳建筑能耗指标计算方法详见附录；

**10.0.4** 零碳建筑碳排放核算方法应符合《建筑碳排放计算标准》GB/T51366的规定。

## 附录 A 能耗指标计算方法

### A.1 一般规定

#### A.1.1 能效指标计算软件应具备下列功能：

- 1 能计算围护结构（包括热桥部位）传热、太阳辐射得热、建筑内部得热、通风热损失四部分形成的负荷，计算中应能考虑建筑热惰性对负荷的影响；
- 2 能计算 10 个以上的建筑分区；
- 3 能计算建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源系统的利用量及发电量；
- 4 采用月平均动态计算方法；
- 5 能计算新风热回收和气密性对建筑能耗的影响。

#### A.1.2 能效指标的计算应符合下列规定：

- 1 气象参数应按现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定选取。
- 2 供暖年耗热量和供冷年耗冷量应包括围护结构的热损失和处理新风的热（或冷）需求；处理新风的热（冷）需求应扣除从排风中回收的热量（或冷量）。
- 3 当室外温度 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 70\%$ 时，应利用自然通风，不计算建筑的供冷需求。
- 4 供暖通风空调系统能耗计算时应能考虑部分负荷及间歇使用的影响。
- 5 照明能耗的计算应考虑天然采光和自动控制的影响。
- 6 应计算可再生能源利用量。

#### A.1.3 设计建筑能效指标计算参数设置应符合下列规定：

- 1 建筑的形状、大小、朝向、内部的空间划分和使用功能、建筑构造尺寸、建筑围护结构传热系数、做法、外窗（包括透光 30 幕墙）太阳得热系数、窗墙面积比、屋面开窗面积应与建筑设计文件一致。
- 2 建筑功能区除设计文件中已明确的非供暖和供冷区外，均应按设置供暖和供冷的区域计算；供暖和供冷系统运行时间应按附表 A.1.3-1 设置。
- 3 当设计建筑采用活动遮阳装置时，供暖季和供冷季的遮阳系数按表确定。

4 房间人员密度及在室率、电器设备功率密度及使用率、照明开启时间按附表 A.1.3-1 设置，新风开启率按人员在室率计算。

5 照明系统的照明功率密度值应与建筑设计文件一致。

6 供暖、通风、空调、生活热水、电梯系统的系统形式和能效与设计文件一致；生活热水系统的用水量应与设计文件一致，并应符合现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的规定。

7 可再生能源系统形式及效率应与设计文件一致。

**附表 A.1.3-1 建筑的日运行时间**

类别		系统工作时间
住宅建筑	全年	0:00~24:00
办公建筑	工作日	8:00~18:00
	节假日	—
酒店建筑	全年	0:00~24:00
学校建筑	工作日	8:00~18:00
	节假日	—
商场建筑	全年	9:00~21:00
影剧院	全年	9:00~21:00
医院建筑门诊、办公	全年	8:00~18:00
医院建筑病房、手术室	全年	0:00~24:00
体育文化场馆	全年	8:00~18:00
车站、候机楼	全年	0:00~24:00

**附表 A.1.3-2 活动遮阳装置遮阳系数 SC 的取值**

控制方式	供暖季	供冷季
手动控制	0.80	0.40
自动控制	0.80	0.35

**附表 A.1.3-3 不同类型房间人员、设备、照明内热设置**

建筑类型	房间类型	人均占地面积 (m <sup>2</sup> )	人员在室率	设备功率密度 (W/m <sup>2</sup> )	设备使用率	照明功率密度 (W/m <sup>2</sup> )	照明开启时长 (h/月)
住宅建筑	起居室	32	19.5%	5	39.4%	6	180



	卧式	32	35.4%	6	19.6%	6	180
	餐厅	32	19.5%	5	39.4%	6	180
	厨房	32	4.2%	24	16.7%	6	180
	洗手间	0	16.7%	0	0.0%	6	180
	楼梯间	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	大堂门厅	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	储物间	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	车库	0	0.0%	0	0.0%	2	120
办公建筑	办公室	10	32.7%	13	32.7%	9	240
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	15	240
	会议室	3.33	16.7%	5	61.8%	9	180
	大堂门厅	20	33.7%	0	0.0%	5	270
	休息室	3.33	16.7%	0	0.0%	5	150
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	车库	100	25.0%	15	32.7%	2	270
酒店建筑	酒店客房 (三星以下)	14.29	41.7%	13	28.8%	7	180
	酒店客房 (三星)	20	41.7%	13	28.8%	7	180
	酒店客房 (四星)	25	41.7%	13	28.8%	7	180
	酒店客房 (五星)	33.33	41.7%	13	28.8%	7	180
	多功能厅	10	16.7%	5	61.8%	13.5	150
	一般商店、 超市	10	16.7%	13	54.2%	9	330
	高档商店	20	16.7%	13	54.2%	14.5	300
	中餐厅	4	16.7%	0	0.0%	9	300
	西餐厅	4	16.7%	0	0.0%	6.5	300
	火锅店	4	16.7%	0	0.0%	8	300
	快餐店	4	16.7%	0	0.0%	5	300
	酒吧、茶座	4	36.6%	0	0.0%	8	300
	厨房	10	27.9%	0	0.0%	6	330

	游泳池	10	26.3%	0	0.0%	14.5	210
	车库	100	32.7%	15	32.7%	2	270
	办公室	10	32.7%	13	32.7%	8	330
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	13.5	330
	会议室	3.33	36.5%	5	61.8%	9	270
	大堂门厅	20	54.6%	0	0.0%	9	300
	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	120
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	健身房	8	26.3%	0	0.0%	11	210
	保龄球房	8	40.4%	0	0.0%	14.5	240
	台球房	4	40.4%	0	0.0%	14.5	240
学校建筑	教室	1.12	26.8%	5	14.9%	9	180
	阅览室	2.5	26.8%	10	14.9%	9	180
	电脑机房	4	50.4%	40	100.0%	15	300
	办公室	10	32.7%	13	32.7%	8	270
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	13.5	270
	会议室	3.33	36.5%	5	61.8%	8	120
	大堂门厅	20	54.6%	0	0.0%	10	270
	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	240
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	车库	100	32.7%	15	32.7%	2	240
商场建筑	一般商店、超市	2.5	32.6%	13	54.2%	10	330
	高档商店	4	32.6%	13	54.2%	16	330
	中餐厅	2	27.9%	0	0.0%	9	300
	西餐厅	2	36.6%	0	0.0%	6.5	300
	火锅店	2	17.7%	0	0.0%	5	300
	快餐店	2	27.9%	0	0.0%	5	300
	酒吧、茶座	2	36.6%	0	0.0%	8	300

	厨房	10	27.9%	0	0.0%	6	300
	办公室	10	32.7%	13	32.7%	8	240
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	13.5	270
	会议室	3.33	36.5%	5	61.8%	8	120
	大堂门厅	20	54.6%	0	0.0%	10	270
	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	120
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
影剧院	影剧院	1	34.6%	0	0.0%	11	390
	舞台	5	34.6%	40	66.7%	11	390
	舞厅	2.5	35.8%	30	35.8%	11	240
	棋牌室	2.5	20.8%	0	0.0%	11	240
	展览厅	5	23.8%	20	41.7%	9	300
医院建筑	病房	10	100%	0	0.0%	5	210
	手术室	10	52.9%	0	0.0%	20	390
	候诊室	2	47.9%	0	0.0%	6.5	270
	门诊办公室	6.67	47.9%	0	0.0%	6.5	270
	婴儿室	3.33	100%	0	0.0%	6.5	270
	药品储存库	0	0.0%	0	0.0%	5	270
	档案库房	0	0.0%	0	0.0%	5	270
	美容院	4	51.7%	5	51.7%	8	270

#### A.1.4 基准建筑能效指标计算参数设置应符合下列规定：

1 建筑的形状、大小、内部的空间划分和使用功能、建筑构造、围护结构做法应与设计建筑一致。

2 供冷和供暖系统的运行时间、室内温度、照明开关时间、电梯系统运行时间、房间人均占有的使用面积及在室率、人员新风量及新风机组运行时间表、电器设备功率密度及使用率应与设计建筑一致；照明功率密度值应按本导则附表 A.1.3-3 确定。

3 公共建筑的围护结构热工性能和冷热源性能应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 与山东省《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 的

规定，居住建筑的围护结构热工性能和冷热源性能应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 与《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《居住建筑节能设计标准》DB37/5026 的规定，未规定的围护结构热工性能和冷热源性能的相关参数应与设计建筑一致。

4 应按设计建筑实际朝向建立基准建筑模型，并将建筑依次旋转 90°、180°、270°，将四个不同方向的模型负荷计算结果的平均值作为基准建筑负荷。

5 基准建筑无活动遮阳装置，其基准建筑窗墙面积比应按附表 A-4 选取，对于表中未包含的建筑类型，基准建筑窗墙比应与设计建筑一致。

6 基准建筑的供暖、供冷系统形式应按附表 A-5 确定；基准建筑的生活热水系统形式和用水定额应与设计建筑一致，热源为燃气锅炉，其能效要求应与参照标准中供暖热源的要求一致。

7 基准建筑的电梯系统形式、类型、台数、设计速度、额定载客人数应与设计建筑一致，电梯待机时的能量需求（输出）为 200W，运行时的特定能量消耗为 1.26mWh/(kg · m)。

附表 A1.4-1 基准建筑窗墙面积比

建筑类型	窗墙面积比（%）
零售小超市	7
医院建筑	27
酒店建筑（房间数≤75 间）	24
酒店建筑（房间数>75 间）	34
办公建筑（面积≤10000 m <sup>2</sup> ）	31
办公建筑（面积>10000 m <sup>2</sup> ）	40
餐饮建筑	34
商场建筑	20
学校建筑	25
居住建筑	35

附表 A.1.4-2 基准建筑供暖、供冷系统形式

建筑类型		寒冷地区
居住建筑	冷端形式	散热器供暖、分体式空调
	冷源	分体式空调
	热源	集中供暖、燃油燃气锅炉、燃生物质锅炉、燃煤锅炉
办公建筑	末端形式	散热器供暖、风机盘管系统
	冷源	电制冷机组
	热源	集中供暖、燃油燃气锅炉、燃生物质锅炉、燃煤锅炉
酒店建筑	末端形式	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组
	热源	集中供暖、燃油燃气锅炉、燃生物质锅炉、燃煤锅炉
学校建筑	末端形式	散热器供暖、分体式空调
	冷源	分体式空调
	热源	集中供暖、燃油燃气锅炉、燃生物质锅炉、燃煤锅炉
商场建筑	末端形式	全空气定风量系统
	冷源	电制冷机组
	热源	集中供暖、燃油燃气锅炉、燃生物质锅炉、燃煤锅炉
医院建筑	末端形式	全空气系统
	冷源	电制冷机组
	热源	集中供暖、燃油燃气锅炉、燃生物质锅炉、燃煤锅炉
其他类型	末端形式	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组
	热源	集中供暖、燃油燃气锅炉、燃生物质锅炉、燃煤锅炉

**A.1.5** 建筑能耗综合值应按下列式计算

$$E = E_E - \frac{\sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{A}$$

式中：\$E\$——建筑能耗综合值，kWh/（m<sup>2</sup>·a）；

\$E\_E\$——不含可再生能源发电的建筑能耗综合值，kWh/（m<sup>2</sup>·a）；

\$A\$——住宅类建筑为套内使用面积，非住宅类为建筑面积，m<sup>2</sup>；

\$f\_i\$——\$i\$ 类型能源的能源换算系数，按本导则表 A.1.11 选取；

$E_{r,i}$ ——年本体产生的  $i$  类型可再生能源发电量, kWh;

$E_{rd,i}$ ——年周边产生的  $i$  类型可再生能源发电量, kWh。

**A.1.6** 不含可再生能源发电的建筑能耗综合值应按下式计算:

$$E_E = \frac{E_h \times f_i + E_e \times f_i + E_l \times f_i + E_w \times f_i + E_e \times f_i}{A}$$

式中:  $E_h$ ——年供暖系统能源消耗, kWh;

$E_e$ ——年供冷系统能源消耗, kWh;

$E_l$ ——年照明系统能源消耗, kWh;

$E_w$ ——年生活热水系统能源消耗, kWh;

$E_e$ ——年电梯系统能源消耗, kWh。

**A.1.7** 可再生能源利用率应按下式计算:

$$REP_P = \frac{EP_h + EP_C + EP_w + \sum EP_{r,i} \times f_i + \sum EP_{rd,i} \times f_i}{Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i + E_e \times f_i}$$

式中:  $REP_p$ ——可再生能源利用率, %;

$EP_h$ ——供暖系统中可再生能源利用量, kWh;

$EP_e$ ——供冷系统中可再生能源利用量, kWh;

$EP_w$ ——生活热水系统中可再生能源利用量, kWh;

$Q_h$ ——年供暖耗热量, kWh;

$Q_c$ ——年供冷耗冷量, kWh;

$Q_w$ ——年生活热水耗冷量, kWh;

**A.1.8** 供暖系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

$$EP_h = EP_{h,geo} + EP_{h,air} + EP_{h,sol} + EP_{h,bio}$$

$$EP_{h,geo} = Q_{h,geo} - E_{h,geo}$$

$$EP_{h,air} = Q_{h,air} - E_{h,air}$$

$$EP_{h,sol} = Q_{h,sol}$$

$$EP_{h,bio} = Q_{h,bio}$$

式中:  $EP_{h,geo}$ ——地源热泵供暖系统的年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{h,air}$ ——空气源热泵供暖系统的年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{h,sol}$ ——太阳能热水供暖系统的年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{h,bio}$ ——生物质供暖系统的年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{h,bio}$ ——地源热泵系统的年供暖供热量, kWh;

$Q_{h,air}$ ——空气源热泵系统的年供暖供热量, kWh;

$Q_{h,sol}$ ——太阳能系统的年供暖供热量, kWh;

$Q_{h,bio}$ ——生物质供暖系统的年供暖供热量, kWh;

$E_{h,ego}$ ——地源热泵机组年供暖耗电量, kWh;

$E_{h,air}$ ——空气源热泵机组年供暖耗电量, kWh。

**A.1.9** 生活热水系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

$$EP_w = EP_{w,geo} + EP_{w,air} + EP_{w,sol} + EP_{w,bio}$$

$$EP_{w,geo} = Q_{w,geo} - E_{w,geo}$$

$$EP_{w,air} = Q_{w,air} - E_{w,air}$$

$$EP_{w,sol} = Q_{w,sol}$$

$$EP_{w,bio} = Q_{w,bio}$$

式中:

$EP_{w,geo}$ ——地源生活热水系统的年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{w,air}$ ——空气源热泵生活热水系统的年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{w,sol}$ ——太阳能生活热水系统的年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统的年可再生能源利用量, kWh;

$EP_{w,bio}$ ——地源热泵系统的年生活热水供热量, kWh;

$Q_{w,air}$ ——空气源热泵系统的年生活热水供热量, kWh;

$Q_{w,sol}$ ——太阳能系统的年生活热水供热量, kWh;

$Q_{w,bio}$ ——生物质供暖系统的年生活热水供热量, kWh;

$E_{w,ego}$ ——地源热泵机组年生活热水耗电量, kWh;

$E_{h,air}$ ——空气源热泵机组年生活热水耗电量, kWh。

**A.1.10** 供冷系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

$$EP_c = EP_{c,sol}$$

$$EP_{c,sol} = Q_{c,sol}$$

式中:

$EP_{c,sol}$ ——太阳能供冷系统的年可再生能源利用量，kWh；

$Q_{c,bio}$ ——太阳能供冷系统的年供冷量，kWh。

**A.1.11** 能源换算系数应符合附表 A.1.11 的规定。

附表 A.1.11 能源换算系数  $f_i$

能源类型	换算单位	能源换算系数
标准煤	kWh/kgce <sub>终端</sub>	8.14
天然气	kWh/m <sup>3</sup> <sub>终端</sub>	9.85
热力	kWh/kWh <sub>终端</sub>	1.22
电力	kWh/kWh <sub>终端</sub>	2.6
生物质能	kWh/kWh <sub>终端</sub>	0.20
电力（光伏、风力等可再生能源发电）	kWh/kWh <sub>终端</sub>	2.6

## A.2 居住建筑

**A.2.1** 居住建筑的能效指标应以建筑套内使用面积为基准。

**A.2.2** 建筑套内使用面积应符合下列规定：

1 建筑套内使用面积应等于建筑套内设置供暖或空调设施的各功能空间的使用面积之和，包括卧室、起居室（厅）、餐厅、厨房、卫生间、过厅、过道、储藏室、壁柜、设供暖或空调设施的阳台等使用面积的总和。

2 各功能空间的使用面积应等于各功能空间墙体内表面所围合的空间水平投影面积。

3 跃层住宅中的套内楼梯应按其自然层数的使用面积总和计入套内使用面积。

4 坡屋顶内设置供暖或空调设施的空间应列入套内使用面积。坡屋顶内屋面板下表面与楼板地面的净高低于 1.2m 的空间不计算套内使用面积；净高在 1.2m~2.1m 的空间应按 1/2 计算套内使用面积；净高超过 2.1m 的空间应全部计入套内使用面积。

5 套内烟囱、通风道、管井等均不应计入套内使用面积。



### A.3 公共建筑

**A.3.1** 建筑本体节能率计算时，设计建筑的建筑能耗综合值不应包括可再生能源发电量，并按下式计算：

$$\eta_c = \frac{|E_E - E_R|}{E_R} \times 100\%$$

式中：

$\eta_c$ ——建筑本体节能率；

$E_E$ ——设计建筑不含可再生能源发电的建筑能耗综合值，kWh/m<sup>2</sup>；

$E_R$ ——基准建筑的建筑能耗综合值，kWh/m<sup>2</sup>。

**A.3.2** 建筑综合节能率计算应按式计算：

$$\eta_p = \frac{|E_D - E_R|}{E_R} \times 100\%$$

式中：

$\eta_p$ ——建筑综合节能率；

$E_D$ ——设计建筑的建筑能耗综合值，kWh/m。

## 本导则用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合.....的规定”或“应按.....执行”。

## 引用标准名录

- 1 《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》 GB 19576
- 2 《冷水机组能效限定值及能效等级》 GB 19577
- 3 《清水离心泵能效限定值及能效评价值》 GB 19762
- 4 《房间空气调节器能效限定值及能源效率等级》 GB 21455
- 5 《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》 GB 30721
- 6 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 7 《民用建筑隔声设计规范》 GB 50118
- 8 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》 GB 50364
- 9 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50376
- 10 《民用建筑节水设计标准》 GB 50555
- 11 《电化学储能电站设计标准》 GB 51048
- 12 《风力发电场设计规范》 GB 51096
- 13 《民用建筑电气设计标准》 GB 51348
- 14 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 15 《建筑环境通用规范》 GB 55016
- 16 《电力储能用锂离子电池》 GB/T 36276
- 17 《电力系统电化学储能系统通用技术条件》 GB/T 36558
- 18 《近零能耗建筑技术标准》 GB/T 51350
- 19 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- 20 《档案馆建筑设计规范》 JGJ 25
- 21 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 26
- 22 《托儿所、幼儿园建筑设计规范》 JGJ 39
- 23 《城市道路照明设计标准》 CJJ 45
- 24 《剧场建筑设计规范》 JGJ 57
- 25 《体育场馆照明设计及检测标准》 JGJ 163
- 26 《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》 JGJ 203
- 27 《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T 346
- 28 《建筑用柔性薄膜光伏组件》 JG/T 535

- 29** 《电化学储能电站用锂离子电池技术规范》NB/T 42091
- 30** 《全钒液流电池管理系统技术条件》NB/T 42134
- 31** 《居住建筑节能设计标准》DB37/5026
- 32** 《公共建筑节能设计标准》DB37/5155

# 烟台市零碳建筑评价导则

(试行)

烟台住房和城乡建设局  
2023 年 11 月

# 目 录

前 言 .....	1
1 总则 .....	3
2 术语 .....	4
3 基本规定 .....	5
4 控制指标 .....	6
4.1 室内环境 .....	6
4.2 围护结构 .....	9
4.3 新风设备 .....	9
4.4 可再生能源 .....	10
5 评价 .....	12
5.1 设计评价 .....	12
5.2 竣工评价 .....	12
5.3 运行评价 .....	13
附录 A 零碳建筑验收评价要点 .....	15
附录 B 新风机组热回收效率现场检测方法 .....	17
本导则用词说明 .....	18
引用标准名录 .....	19

# 1 总则

**1.0.1** 为推动烟台寒冷地区零碳建筑高质量发展，指导项目评价，制定本导则。

**1.0.2** 本导则适用于烟台地区零碳建筑的评价。

**1.0.3** 零碳建筑的评价除满足本导则要求外，还应符合国家与山东省的法律法规和相关标准规范的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 运行阶段零碳建筑 zero carbon buildings during operation

充分利用建筑本体节能措施和可再生能源资源,使可再生能源二氧化碳年减碳量大于等于建筑全年全部二氧化碳排放量的建筑。

### 2.0.2 基准建筑 reference building

计算建筑本体节能率和建筑综合节能率时用于计算符合国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155、《居住建筑节能设计标准》DB37/5026 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 要求的建筑能耗综合值的建筑。

### 2.0.3 建筑能耗综合值 building energy consumption

在设定计算条件下,单位面积年供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯的终端能耗量和可再生能源系统发电量,利用能源换算系数,统一换算到标准煤当量后,两者的差值。

### 2.0.4 建筑综合节能率 building energy saving rate

设计建筑和基准建筑的建筑能耗综合值的差值,与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

### 2.0.5 建筑本体节能率 building energy efficiency improvement rate

在设定计算条件下,设计建筑不包括可再生能源发电量的建筑能耗综合值与基准建筑的建筑能耗综合值的差值,与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

### 2.0.6 建筑气密性 air tightness of building envelope

建筑在封闭状态下阻止空气渗透的能力。

### 2.0.7 热回收新风机组 fresh air ventilator

以显热或全热回收装置为核心,通过风机驱动空气流动实现新风对排风能量的回收和新风过滤的设备。

### 2.0.8 显热交换效率 efficiency of sensible heat exchange

对应风量的新风进口、送风出口温差与新风进口、回风进口温差之比。

### 2.0.9 全热交换效率 efficiency of total heat exchange

对应风量的新风进口、送风出口焓差与新风进口、回风进口焓差之比。

### 2.0.10 环控一体机 environmental control integrated machine

一种通过风管向室内直接提供集中处理空气的设备。

### 2.0.10 运行阶段建筑碳排放 Building carbon emissions

建筑物在与其有关运行阶段产生的二氧化碳排放量,以年度二氧化碳当量表示。

### 2.0.12 碳排放因子 carbon emission factor

将能源与材料消耗量与二氧化碳排放相对应的系数,用于量化建筑物不同阶段相关活动的碳排放。

### 2.0.13 计算边界 accounting boundary

与建筑物建造及拆除、运行等活动相关的二氧化碳排放的计算范围。



### 3 基本规定

**3.0.1** 零碳建筑评价应以独栋建筑或建筑群为对象，物理边界为建筑规划用地范围，时间边界为1年，核算边界为物理边界和时间边界内使用的电力、热力、天然气和可再生能源。

**3.0.2** 零碳建筑的评价包含设计评价、竣工评价和运行评价；满足各阶段的评价要求时，应向其颁发各阶段零碳建筑评价证书。

**3.0.3** 零碳建筑应进行全装修，全装修工程质量、选用材料及产品质量应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

**3.0.4** 零碳建筑性能检测应在工程竣工后和有关技术资料准备齐全的基础上进行。

## 4 控制指标

### 4.1 室内环境

#### 4.1.1 建筑主要功能房间室内热湿环境参数

建筑室内主要房间温度、湿度应符合设计文件要求，同时应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 建筑室内主要房间温度、湿度

建筑室内主要房间温度、湿度	冬季	夏季
温度 (°C)	20~24	24~26
相对湿度 (%)	≥30	40~60

#### 4.1.2 建筑主要功能房间新风量

- 1 居住建筑主要房间的新风量不应小于  $30\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$ ；
- 2 公共建筑的新风量应符合国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50376 的规定。

#### 4.1.3 主要功能房间室内噪声限值和 Z 振级限值

- 1 建筑物外部噪声源传播至主要功能房间室内的噪声限值应符合表 4.1.3-1 的规定；

表 4.1.3-1 主要功能房间室内的噪声限值

房间的使用功能	噪声限值 (等效声级 $L_{Aeq, T}$ , dB)	
	昼间	夜间
睡眠	40	30
日程生活	40	
阅读、自学、思考	35	
教学、医疗、办公、会议	40	

注：本表未包含的功能房间，其室内噪声限值应符合《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 等相关现行标准的规定。

- 2 建筑物内部建筑设备传播至主要功能房间室内的噪声限值应符合表 4.1.3-2 的规定；

表 4.1.3-2 建筑物内部建筑设备传播至主要功能房间室内的噪声限值

房间的使用功能	噪声限值 (等效声级 $L_{Aeq, T}$ , dB)
睡眠	33
日程生活	40
阅读、自学、思考	40
教学、医疗、办公、会议	45
人员密集的公共空间	55

- 3 居住建筑主要功能房间室内的 Z 振级限值应符合表 4.1.3-3 的规定；

表 4.1.3-3 主要功能房间室内的 Z 振级限值

房间的使用功能	Z 振级 $VL_z$ (dB)	
	昼间	夜间

睡眠	78	75
日常生活	78	

#### 4.1.4 主要功能房间隔声性能

1 构件及相邻房间之间的空气声隔声性能应符合表 4.1.4-1 的规定；

表 4.1.4-1 构件及相邻房间之间空气声隔声标准

建筑类型	构件/房间名称	空气声隔声单值评价量+频谱修正量 (dB)	
			隔声标准
住宅建筑	卧室、起居室(厅)与邻户房间之间	计权标准化声压级差+粉红噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C$	$\geq 50$
	室外与卧室之间	计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C_{tr}$	$\geq 40$
学校建筑	语音教室、阅览室与相邻房间之间, 普通教室之间 普通教室与各种产生噪声的房间之间 音乐教室、琴房之间	计权标准化声压级差+粉红噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C$	$\geq 50$
医院建筑	病房与产生噪声的房间之间		$\geq 55$
	手术室与产生噪声的房间之间 体外震波碎石室、核磁共振室与毗邻房间之间	计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C_{tr}$	$\geq 50$
	病房之间及病房、手术室与普通房间之间 听力测听室与毗邻房间之间	计权标准化声压级差+粉红噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C$	$\geq 50$
	诊室之间		$\geq 45$
旅馆建筑	客房之间	计权标准化声压级差+粉红噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C$	$\geq 50$
	走廊与客房之间		$\geq 40$
	室外与客房	计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C_{tr}$	$\geq 40$
办公建筑	办公室、会议室与产生噪声的房间之间	计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C_{tr}$	$\geq 50$
	办公室、会议室与普通房间之间	计权标准化声压级差+粉红噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C$	$\geq 50$
商业建筑	健身中心、娱乐场所等与噪声敏感房间之间	计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C_{tr}$	$\geq 60$
	购物中心、餐厅、会展中心等与噪声敏感房间之间		$\geq 50$
托儿所、幼儿园建筑	生活单元、办公室、保健观察室与相邻房间之间	计权标准化声压级差+粉红噪声频谱修正量 $D_{nT, w}+C$	$\geq 50$
	多功能活动室与相邻房间之间		$\geq 45$

2 楼板的撞击声隔声性能应符合表 4.1.4-2 的规定；

表 4.1.4-2 楼板撞击声隔声标准

建筑类型	楼板部位	计权标准化撞击声压级 $L'_{nT, w}$
住宅建筑	卧室、起居室（厅）的分户楼板	$\leq 65$
学校建筑	语音教室、阅览室与上层房间之间的楼板 普通教室、实验室、计算机房与上层产生噪声的房间之间的楼板 音乐教室、琴房之间的楼板	$\leq 55$
	普通教室之间的楼板	$\leq 65$
医院建筑	病房、手术室与上层房间之间的楼板	$\leq 65$
	听力测听室与上层房间之间的楼板	$\leq 60$
旅馆建筑	客房与上层房间之间的楼板	$\leq 55$
办公建筑	办公室、会议室顶部的楼板	$\leq 65$
商业建筑	健身中心、娱乐场所等与噪声敏感房间之间的楼板	$\leq 45$
托儿所、幼儿园建筑	生活单元、办公室、保健观察室与相邻房间之间的楼板	$\leq 65$
	多功能活动室与相邻房间之间的楼板	$\leq 75$

3 表 4.1.4-1、表 4.1.4-2 中未涉及的建筑类型，主要功能房间隔声性能应符合国家现行相关标准的规定。

#### 4.1.5 主要功能房间室内空气品质

1 氨、甲醛、苯、甲苯、二甲苯、总挥发性有机物、氡等污染物应低于国家现行标准《建筑环境通用规范》GB 55016 规定的 I 类民用建筑工程限值；

2 室内 PM<sub>2.5</sub> 年平均浓度不应高于 25ug/m<sup>3</sup>；

3 室内 PM<sub>10</sub> 年平均浓度不应高于 50ug/m<sup>3</sup>。

4 建筑室内 CO<sub>2</sub> 日平均浓度不应高于 800PPM。

#### 4.1.6 绿色照明

##### 1 室内照明

1) 居住建筑、图书馆、办公、商店、观演、旅馆、医疗、教育、博览、会展、交通、金融、体育等公共建筑主要功能房间或场所的照明质量及照明功率密度应符合国家现行标准《建筑照明设计标准》GB 50034、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定；

2) 托儿所/幼儿园建筑、档案馆建筑、剧场建筑主要功能房间或场所的照明质量应分别符合行业现行标准《建筑环境通用规范》GB55016、《托儿所、幼儿园建筑设计规范》JGJ 39、《档案馆建筑设计规范》JGJ 25、《剧场建筑设计规范》JGJ 57 的规定；

2 室外公共区域照明应符合行业现行标准《建筑环境通用规范》GB55016、《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的规定。

## 4.2 围护结构

### 4.2.1 非透光围护结构热工性能

1 非透光围护结构热工缺陷的检测应符合下列规定：

- 1) 统计面积宜采用网格法，最小网格边长不宜大于红外图像区域的 5%；
- 2) 受检内表面因缺陷区域导致的能耗增加比值应小于 5%，且单块缺陷面积应小于  $0.3\text{m}^2$ 。

2 外墙（屋面）受检部位传热系数的检测值应小于或等于相应的设计值，且应符合国家现行有关标准的规定。

3 外围护结构热桥部位内表面温度，在室内外计算温度条件下，围护结构热桥部位的内表面温度不应低于室内空气露点温度，且在确定室内空气露点温度时，室内空气相对湿度应按 60% 计算。

4 外围护结构隔热性能，当采用自然通风房间检测方法时，夏季建筑外墙和屋面的内表面逐时最高温度均不应高于室外逐时空气温度最高值；当采用空调房间检测方法时，夏季建筑外墙和屋面的内表面逐时最高温度不应高于室内逐时空气温度最高值  $2^{\circ}\text{C}$ 。

### 4.2.2 建筑透光围护结构热工性能

1 透光围护结构热工性能检测结果应符合设计要求，当设计要求无规定时，应符合表 4.2.2 的规定：

表 4.2.2 建筑外窗(包括透光幕墙)传热系数 K 值

性能参数	居住建筑	公共建筑
传热系数 $K [W/(m^2 \cdot K)]$	$\leq 1.2$	$\leq 1.5$

### 4.2.3 建筑整体气密性

1 建筑整体气密性指标应符合表 4.2.3 的规定：

表 4.2.3 零碳建筑整体气密性指标

气密性指标	居住建筑	公共建筑
换气次数 $N_{50}$	$\leq 0.6$	$\leq 1.0$

## 4.3 新风设备

### 4.3.1 热回收新风机组性能

1 热回收新风机组的风量、风压、输入功率应符合设计要求；

2 显热回收机组的显热交换效率在热量回收工况下不应低于 75%或在冷量回收工况下不应低于 70%；

3 全热回收机组的交换效率在热量回收工况下不应低于 70%或在冷量回收工况下不应低于 65%；

4 居住建筑新风单位风量耗功率应小于  $0.45\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ，公共建筑新风单位风量耗功率应符合国家现行标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 的有关规定；

### 4.3.2 环控一体机性能

1 环控一体机的内循环风量、新风量、排风量应符合设计要求；

2 环控一体机能效指标应符合表 4.3.2 的规定；

表 4.3.2 环控一体机能效指标

额定制冷量 $CC$	全年能源消耗效率 $(W \cdot h) / (W \cdot h)$
$CC \leq 4500$	4.50
$4500 < CC \leq 7100$	4.00
$7100 < CC \leq 14000$	3.70

3 环控一体机热回收性能应符合本导则第 4.31 条的规定；

4 居住建筑新风单位风量耗功率应小于  $0.45W/(m^3/h)$ ，公共建筑新风单位风量耗功率应符合国家现行标准《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 的有关规定。

## 4.4 可再生能源

### 4.4.1 太阳能光伏系统

1 太阳能光伏系统的光电转换效率应符合表 4.4.1 的规定；

表 4.4.1 不同类型太阳能光伏系统的光电转换效率

晶体硅电池放 $\eta_d$ (%)	薄膜电池 $\eta_d$ (%)
$\eta_d \geq 8$	$\eta_d \geq 4$

### 4.4.2 太阳能热利用系统

1 太阳能热利用系统的太阳能保证率应符合设计文件的规定，当设计无明确规定时，应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2-1 太阳能热利用系统的太阳能保证率

太阳能热水系统 $f$ (%)	太阳能采暖系统 $f$ (%)	太阳能空调系统 $f$ (%)
$f \geq 40$	$f \geq 30$	$f \geq 20$

2 太阳能热利用系统的集热效率应符合设计文件的规定，当设计无明确规定时，应符合表 4.4.2-2 的规定。

表 4.4.2-2 太阳能热利用系统的集热效率

太阳能热水系统 $\eta$ (%)	太阳能采暖系统 $\eta$ (%)	太阳能空调系统 $\eta$ (%)
$\eta \geq 42$	$\eta \geq 35$	$\eta \geq 30$

3 太阳能集热系统的贮热水箱热损因数  $U_{sl}$  不应大于  $30W/(m^3 \cdot K)$ 。

4 太阳能供热水系统的供热水温度应符合设计文件的规定，当设计文件无明确规定时应大于等于  $45^\circ C$  且小于等于  $60^\circ C$ 。

5 太阳能供暖或空调系统的室内温度应符合本导则第 4.1 节的规定。

### 4.4.3 地源热泵系统

1 地源热泵系统的制冷能效比、制热能效系数应符合设计文件的规定，当设计文件无明确要求时应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3 地源热泵系统的制冷能效比、制热能效系数限值

参数	系统制冷能效比 $EER_{sys}$	系统制热性能系数 $COP_{sys}$
限值	$\geq 3.0$	$\geq 2.6$

2 室内温度应符合本导则第 4.1 节的规定。

#### 4.4.4 空气源热泵系统

1 空气源系统的制冷能效系数、制热能效系数应符合设计文件的规定，当设计文件无明确要求时应符合表 4.4.4 的规定。

表 4.4.4 地源热泵系统的制冷能效系数、制热能效系数限值

参数	系统制冷能效系数	系统制热性能系数
限值	$\geq 3.4$	$\geq 3.0$

## 5 评价

### 5.1 设计评价

**5.1.1** 设计评价应在施工图设计完成后进行，并提供下列文件：

- 1 评价申报声明；
- 2 零碳建筑基本信息表；
- 3 项目技术方案，包括但不限于项目概述、效果图、关键技术指标计算及技术途径、建筑设计（整体布局、体形系数、窗墙比）、围护结构设计（保温及门窗性能）、气密性及无热桥设计、冷热源及末端设计和控制策略、生活热水、电气节能、可再生能源应用等；
- 4 建筑能耗计算软件能耗模拟报告，包括软件介绍、建模方法、关键参数设置、系统建模、负荷/能耗模拟计算结果及分析；
- 5 碳排放核算报告，计算方法应符合《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 的规定；
- 6 主要施工图及计算书，包括但不限于总平面图、效果图、建筑立面/剖面/典型层平面图、建筑设计说明、工程做法表、关键节点大样图、防结露计算、暖通设计说明、系统图、设备列表、可再生能源设计资料、生活热水系统图、电气设计说明、绿色照明设计、能耗监测等图纸和计算书等；
- 7 其他相关技术资料。

**5.1.2** 设计方案及技术措施应符合下列规定：

- 1 建筑室内环境设计参数、能效指标模拟值、运行阶段碳排放强度技术指标计算值应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》的有关规定；
- 2 重点核查施工图中的围护结构关键节点构造及做法应满足保温、隔热及气密性要求，包括外保温构造、门窗洞口密封、气密层保护措施，厨房及卫生间通风应采取节能措施等；
- 3 应采用新风热回收系统；
- 4 建筑本体性能指标应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》第 4.2 节的规定，计算方法应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》附录 A 的规定；
- 5 碳排放强度技术指标应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》第 4.3 节的规定，计算方法应符合《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 的规定。

**5.1.3** 保温（隔热）材料、照明灯具、新能源设备、冷（热）源机组、空调（供暖）末端设备、热回收装置、遮阳与室内装修材料等产品宜选用获得绿色建材标识的产品及节能性能标识的门窗。

**5.1.4** 设计评价阶段完成后，当设计方案及技术措施满足本导则第 5.1.2 条的规定，应向其颁发零碳建筑设计评价证书。

### 5.2 竣工评价

**5.2.1** 竣工评价应在建筑竣工验收前进行，并应对主要性能指标进行现场检测。

**5.2.2** 竣工评价所需资料应包括下列文件：

- 1 评价申报声明；



- 2 零碳建筑基本信息表;
  - 3 设计评价证书;
  - 4 零碳技术方案;
  - 5 碳排放核算报告;
  - 6 主要施工图及计算书;
  - 7 绿色建材标识(认证)或高性能节能标识(认证)证书;
  - 8 主要参数(产品)检测报告,包括但不限于室内噪声限值和 Z 振级限值检测报告、绿色照明检测报告、主要功能房间隔声性能检测报告、围护结构保温材料复检报告、围护结构保温材料复检报告、建筑整体气密性检测报告、热回收新风机组检测报告、环控一体机检测报告、可再生能源系统检测报告;
  - 9 能耗监测系统技术方案及验收报告;
  - 10 施工质量控制文件;
  - 11 其他相关技术资料。
- 5.2.3** 室内噪声限值和 Z 振级限值、绿色照明、主要功能房间隔声性能应符合本导则第 4.1 节的规定。
- 5.2.4** 墙体、屋面分项工程验收合格,且外墙和屋面保温材料经复验合格时,建筑围护结构可仅对热工缺陷进行检测,并应符合本导则第 4.2 节的规定。
- 5.2.5** 建筑整体气密性应符合本导则第 4.2 的规定。
- 5.2.6** 热回收新风机组性能和环控一体机性能应符合本导则第 4.3 节的规定,对于获得高性能节能标识(认证)且在有效期内的产品,核查其性能参数应满足设计要求。
- 5.2.7** 对于外墙保温材料、门窗、装修主材等关键产品(部品),相关性能参数应满足设计要求。
- 5.2.8** 竣工评价阶段完成后,当各项性能指标满足本导则第 5.2.3~5.2.7 条的规定,且建筑竣工验收合格后,应向其颁发零碳建筑竣工评价证书。

## 5.3 运行评价

**5.3.1** 运行评价应在零碳建筑投入使用 1 年后进行,应对主要性能指标进行现场检测,并对建筑运行阶段实际碳排放进行核算。

**5.3.2** 运行评价所需资料应包括下列文件:

- 1 评价申报声明;
- 2 零碳建筑基本信息表;
- 3 设计评价证书;
- 4 竣工评价证书;
- 5 零碳技术方案;
- 6 碳排放核算报告;
- 7 主要施工图及计算书;
- 8 绿色建材标识(认证)或高性能节能标识(认证)证书;
- 9 主要参数(产品)检测报告,包括但不限于室内噪声限值和 Z 振级限值检测报告、绿色照明检测报告、主要功能房间隔声性能检测报告、围护结构保温材料复检报告、围护结构保温材料复检报告、建筑整体气密性检测报告、热回收新风机组检测报告、环控一体机检测报告、可再生能源系统检测报告、室内温湿度检测报告、新风量检测报告、室内空气品质检测报告;

**10** 能耗监测系统技术方案及验收报告；

**11** 施工质量控制文件；

**12** 建筑耗能及产能详细账单；

**13** 其他相关技术资料。

**5.3.2** 室内温湿度、新风量、室内空气品质、新风设备、可再生能源系统性能指标应符合本导则的规定。

**5.3.3** 碳排放强度技术指标应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》第 4.3.2 条的规定，计算方法应符合《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 的规定。

**5.3.4** 运行评估完成后，当性能指标符合本导则第 5.3.2 条及第 5.3.3 条的规定时，应向其颁发明确具体运行条件的零碳建筑运行评价证书。

## 附录 A 零碳建筑验收评价要点

条款号	技术要求	检查要点
设计评价		
5.1.2	1 建筑室内环境设计参数、能效指标模拟值、运行阶段碳排放强度技术指标计算值应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》的有关规定；	核查设计图纸及设计方案中室内环境参数、建筑能耗计算软件能耗模拟报告、建筑碳排放核算报告。
	2 重点核查施工图中的围护结构关键节点构造及做法应满足保温、隔热及气密性要求，包括外保温构造、门窗洞口密封、气密层保护措施，厨房及卫生间通风应采取节能措施等；	核查施工图中外保温构造、无热桥处理方法、门窗洞口密封、气密层保护措施，厨房及卫生间通风是否采取补风措施。
	3 应采用新风热回收系统；	核查新风热回收专项图纸
	4 建筑本体性能指标应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》第 4.2 节的规定，计算方法应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》附录 A 的规定；	核查建筑能耗计算软件能耗模拟报告，居住建筑应核算供暖年耗热量、供冷年耗冷量、可再生能源利用率和建筑能耗综合值，公共建筑应核算建筑本体节能率、可再生能源利用率和建筑综合节能率。
	5 碳排放强度技术指标应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》第 4.3 节的规定，计算方法应符合《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 的规定。	核查建筑碳排放核算报告。
竣工评价		
5.2.3	室内噪声限值和 Z 振级限值、绿色照明、主要功能房间隔声性能应符合本导则第 4.1 节的规定。	核查室内声环境、绿色照明、主要房间隔声性能现场检测报告
5.2.4	墙体、屋面分项工程验收合格，且外墙和屋面保温材料经复验合格时，建筑围护结构可仅对热工缺陷进行检测，并应符合本导则第 4.2 节的规定。	核查外围护结构热工缺陷现场检测报告
5.2.5	建筑整体气密性应符合本导则第 4.2 的规定。	核查建筑整体气密性现场检测报告
5.2.6	热回收新风机组性能和环控一体机性能应符合本导则第 4.3 节的规定，对于获得高性能节能标识（认证）且在有效期内的产品，核查其性能参数应满足设计要求。	核查新风机组热回收效率现场检测报告及环控一体机性能现场检测报告，对于获得高性能节能标识（认证）且在有效期内的产品，核查其节能标识（认证）证书及形式检验报告。
5.2.7	对于外墙保温材料、门窗、装修主材等关键产品（部品），相关性能参数应满足设计要	绿色建材产品或高性能节能产品，核查其绿色建材认证证

	求。	书或高性能节能认证证书;非绿色建材产品或高性能节能产品,核查其见证取样检测报告,相关性能参数应满足设计要求。
运行评价		
5.3.2	室内温湿度、新风量、室内空气品质、新风设备、可再生能源系统性能指标应符合本导则的规定。	核查室内温湿度、新风量、室内空气品质、新风机组热回收效率、可再生能源系统性能现场检测报告
5.3.3	碳排放强度技术指标应符合《烟台地区零碳建筑实施技术导则》第 4.3.2 条的规定,计算方法应符合《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 的规定。	核查建筑碳排放核算报告

## 附录 B 新风机组热回收效率现场检测方法

### B.1 检测方法

**B.1.1** 新风机组热回收性能检测应在系统实际运行状态下进行。

**B.1.2** 新风机组热回收性能现场检测应符合下列规定：

1 检测前应分别在进出新风机组的新风管和排风管上布置有自动记录功能的温湿度检测仪器；

2 检测期间新风热回收机组的排风系统总风量和新风系统总风量比值应为 90%~100%，风量的检测应按现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177 的有关规定进行；

3 检测应在系统稳定运行后进行，检测时间不宜少于 2h。

**B.1.3** 新风机组的交换效率是评价热回收性能的重要指标。新风机组的温度交换效率、湿焓交换效率应分别按下式计算：

$$\eta = \frac{X_{xj} - X_{xc}}{X_{xj} - X_{pj}} \times 100\% \quad (\text{B.1.3})$$

式中： $\eta$ ——交换效率[温度（℃）、湿度（%）、焓（H）]；

$X_{xj}$ ——新风进风参数；

$X_{xc}$ ——新风出风参数；

$X_{pj}$ ——排风进风参数。

### B.2 合格指标与判定方法

**B.2.1** 新风机组热回收性能应满足设计要求，当设计无规定时，应符合本导则第 4.3.1 条的规定。

**B.2.2** 当检测结果符合本导则第 B.2.1 条的规定时，应判为合格。

## 本导则用词说明

**1** 为便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

**1)** 表示很严格、非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2)** 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3)** 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4)** 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合…的规定”或“应按…执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 2 《民用建筑隔声设计规范》 GB 50118
- 3 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 4 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50376
- 5 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 6 《建筑环境通用标准》 GB 55016
- 7 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- 8 《档案馆建筑设计规范》 JGJ 25
- 9 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 26
- 10 《托儿所、幼儿园建筑设计规范》 JGJ 39
- 11 《城市道路照明设计标准》 CJJ 45
- 12 《剧场建筑设计规范》 JGJ 57
- 13 《居住建筑节能设计标准》 DB37/5026
- 14 《公共建筑节能设计标准》 DB37/ 5155
- 15 《建筑气密性能检测标准（风机气压法）》 DB37/T 5196