

ICS \*\*\*

CCS \*\*\*

# 中国建筑节能协会团体标准

T/CABEE 0XX-20XX

## 钢结构装配式近零能耗建筑评价标准

Evaluation standard for prefabricated steel structure nearly

zero-energy building

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国建筑节能协会

发布

中国建筑节能协会团体标准

钢结构装配式近零能耗建筑评价标准

Evaluation standard for pPrefabricated Steel steel Sstructure Nearly nearly

Zzero-Energy energy Building building Evaluation Standard

**T/CABEE 0XX-20XX**

批准部门：中国建筑节能协会

施行日期：XXXX 年 X 月 X 日

中国建筑工业出版社

**20XX 北京**

# 中国建筑节能协会文件

国建节协〔20XX〕X号

## 关于发布《钢结构装配式近零能耗建筑评价标准》团体标准的公告

现批准《钢结构装配式近零能耗建筑评价标准》为中国建筑节能协会团体标准，标准编号为：T/CABEE 0XX-20XX，自20XX年X月X日起实施。现予公告。

中国建筑节能协会

20XX年X月X日

## 前 言

根据《中国建筑节能协会团体标准管理办法（试行）》（国建节协〔2017〕40号）及《关于印发〈2024年度第二批团体标准制修订计划〉的通知》（国建节协〔2025〕8号）的要求，由中建科工集团有限公司、北京国建节低碳技术有限公司会同有关单位组建编制组，经广泛的调查研究，认真总结工程实践经验，参考有国内外标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.评价指标；5.技术措施；6.评价要求；附录。

本标准由中国建筑节能协会标准化管理办公室负责管理（联系电话：010-57811483，邮箱：biaoban@cabee.org），由中建科工集团有限公司负责具体内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中建科工集团有限公司（地址：广东省深圳市南山区粤海街道中心路3331号，邮编：518054）。

本标准主编单位：中建科工集团有限公司

北京国建节低碳技术有限公司

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

## 目 次

<b>1 总 则</b> .....	<b>1</b>
<b>2 术 语</b> .....	<b>2</b>
<b>3 基本规定</b> .....	<b>4</b>
<b>4 评价指标</b> .....	<b>6</b>
4.1 室内环境参数 .....	6
4.2 能效指标 .....	6
4.3 装配率指标要求 .....	7
<b>5 技术措施</b> .....	<b>9</b>
5.1 设计技术措施 .....	9
5.2 施工 .....	14
5.3 运行与管理 .....	16
<b>6 评价</b> .....	<b>19</b>
6.1 一般规定 .....	19
6.2 设计评价 .....	19
6.3 施工评价 .....	19
6.4 运行评价 .....	20
<b>附录 A 基本情况表</b> .....	<b>22</b>
<b>本标准用词说明</b> .....	<b>25</b>
<b>引用标准名录</b> .....	<b>26</b>
<b>条文说明</b> .....	<b>28</b>

# Contents

1 General provisions .....	1
2 Terms .....	2
3 Basic Regulations.....	4
4 Evaluation Indicators.....	6
4.1 Indoor Environmental Parameters .....	7
4.2 Energy Efficiency Indicators .....	7
4.3 Requirements for Assembly Rate Indicators .....	7
5 Technical Measures.....	9
5.1 Design Technical Measures .....	10
5.2 Construction.....	15
5.3 Operation and Management .....	17
6 Evaluation.....	19
6.1 General Provisions.....	20
6.2 Design Evaluation .....	20
6.3 Construction Evaluation .....	20
6.4 Operation Evaluation.....	21
AppendixA Basic Information Form.....	22
Explanation of Wording in This Standard .....	25
List of quoted standards .....	26
Explanation of provisions .....	27

## 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻国家能源革命战略和双碳目标，落实国家有关节能与环境保护的政策法规，提高民用建筑能源利用效率，在保证室内环境品质的前提下降低用能需求，推动可再生能源建筑应用，引导建筑逐步实现近零能耗乃至零能耗，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建、改建、扩建的钢结构装配式近零能耗建筑的设计、施工、运行和评价。

**1.0.3** 近零能耗建筑的设计、施工、运行和评价除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国建筑节能协会有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 钢结构装配式建筑 Steel Structure Prefabricated Building

钢结构装配式建筑是指以工厂预制的钢结构构件为主体受力结构，通过标准化设计、工业化生产、装配化施工、信息化管理和智能化应用等方式建造的建筑。

### 2.0.2 近零能耗建筑 nearly zero energy consumption

适应气候特征和场地条件，通过被动式建筑设计最大程度降低建筑供暖、空调、照明需求，通过主动技术措施最大程度提高能源设备与系统效率，充分利用可再生能源，以最少的能源消耗提供舒适室内环境，且其室内环境参数和能效指标符合本标准规定的建筑，其建筑能耗水平应较现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 和现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2018、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012 降低 60%~75%以上。

### 2.0.3 零能耗建筑 zero energy consumption

零能耗建筑是近零能耗建筑的高级表现形式，其室内环境参数与近零能耗建筑相同，充分利用建筑本体和周边的可再生能源资源，使可再生能源年产能大于或等于建筑全年全部用能的建筑。

### 2.0.4 气密层 air tightness layer

由气密性材料和部件、抹灰层等形成的防止空气渗透的连续构造层。

### 2.0.5 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。

### 2.0.6 供暖年耗热量 annual heating demand

在设定计算条件下，为满足室内环境参数要求，单位面积年累计消耗的应由室内供暖设备供给的热量。

### 2.0.7 供冷年耗冷量 annual cooling demand

在设定计算条件下，为满足室内环境参数要求，单位面积年累计消耗的应由室内供冷设备供给的冷量。

### **2.0.8 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  $N_{50}$ ，即室内外 50Pa 压差下换气次数来表征建筑气密性。

### **2.0.9 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。

### **2.0.10 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。

### **2.0.11 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。

### **2.0.12 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现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 和现行行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2018、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2012 相关要求的建筑能耗综合值的建筑。

### **2.0.13 全装修 decorated**

在交付前，住宅建筑内部墙面、顶面、地面全部铺贴、粉刷完成，门窗、固定家具、设备管线、开关插座及厨房、卫生间固定设施安装到位；公共建筑公共区域的固定面全部铺贴、粉刷完成，水、暖、电、通风等基本设备全部安装到位。

### 3 基本规定

**3.0.1** 开展钢结构装配式近零能耗建筑评价时，应以完成全装修的单栋建筑或建筑群作为评价对象，且评价对象的内装系统应与结构系统、外围护系统、设备与管线系统进行一体化设计与建造。

**3.0.2** 开展钢结构装配式近零能耗建筑评价应涵盖建筑的设计阶段、竣工阶段和运行阶段，其中：

- 1 设计评价应在施工图设计文件审查通过后进行；
- 2 竣工评价应在建筑竣工验收合格后进行；
- 3 运行评价应在建筑通过竣工验收且建筑各项设备进入正常运行状态。建筑正常运行状态入住率应达到 60%以上且投入使用至少一年后。

**3.0.3** 近零能耗建筑的设计应遵循因地制宜、被动优先、主动优化的原则，应符合下列规定：

- 1 建设前应先对场地和周边资源及条件进行调查，确定建筑能耗的目标；
- 2 根据确定选用适宜的节能技术和措施，最大化地利用场地及周边的可再生能源；
- 3 宜按照近零能耗建筑标准或零能耗建筑标准要求进行设计。当受场地条件和资源条件限制时，应按照超低能耗建筑标准设计。

**3.0.4** 钢结构装配式近零能耗建筑的能源系统应符合下列要求：

- 1 具有完整的围护结构，确保建筑空间形成独立、连续的热工边界；
- 2 设置独立的能源计量装置或系统；
- 3 当采用建筑光伏时，应遵循‘就地消纳为主、余电上网为辅’的原则；
- 4 设置独立的暖通空调系统。若应与其他建筑或建筑内其他区域共用暖通空调系统，应制定专项运行调控策略，并设置冷热量计量装置；
- 5 近零能耗建筑可采用储能、蓄冷或蓄热以及柔性用电等技术措施，实现建筑电力交互。
- 6 不应通过采购绿电或绿证的形式替代可再生能源应用。

**3.0.5** 钢结构装配式近零能耗建筑评价指标包括约束性指标和引导性指标。

- 1 约束性指标为评价对象必须满足的基本要求，包括室内环境参数评价（见本标准第 4.1 节）和建筑能效评价指标（见本标准第 4.2 节），建筑能效指标应

符合国家和地方标准的规定。

2 引导性指标为鼓励评价对象提升性能的推荐要求（见本标准第 5.1 节），包括建筑围护结构、自然通风、能源设备和系统、可再生能源及智能化控制等的性能参数要求为引导性指标。

**3.0.6** 开展钢结构装配式近零能耗建筑评价模式为文件审验+现场核查。

1 文件审验：申请评价方向第三方评价机构提交本标准中涉及的见本标准第 4.1 节~4.3 节，第 5 章、第 6 章等相关规定要求的说明文件及证明文件，其中涉及参数或指标检测的证明文件应由具备相关资质的检测机构出具；

2 现场核查：第三方评价机构对申请评价方完成文件审验后，应对说明文件中提及的评价边界、设施、相关参数进行现场核验。

## 4 评价指标

### 4.1 室内环境参数

**4.1.1** 采取措施保障室内热环境，采用集中供暖空调系统的建筑，房间内的温度、湿度、新风量等设计参数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 50736-2012 的有关规定；采用非集中供暖空调系统的建筑，必须具有保障室内热环境的措施或预留条件。

**4.1.2** 根据功能部位、使用要求等进行隔声设计，在易形成声桥的部位采用柔性连接或间接连接等措施，对可能引起传声的钢构件、设备管道等采取减振和隔声措施，对钢构件进行隔声包覆，并采取系统性隔声措施。

### 4.2 能效指标

**4.2.1** 近零能耗居住建筑的能效指标应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 近零能耗居住建筑能效指标

建筑能耗综合值		$\leq 55(\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$ 或 $\leq 6.8(\text{kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$				
建筑本体性能 指标	供暖年耗热量 ( $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ )	严寒地 区	寒冷地 区	夏热冬冷地 区	温和地 区	夏热冬暖地 区
		$\leq 18$	$\leq 15$	$\leq 8$		$\leq 5$
	供冷年耗冷量 ( $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ )	$\leq 3+1.5 \times \text{WDH}_{20}+2.0 \times \text{DDH}_{28}$				
	建筑气密性(换气次数 N50)	$\leq 0.6$		$\leq 1.0$		
可再生能源利用率		$\geq 10\%$				

注：1 建筑本体性能指标中的照明、生活热水、电梯系统能耗通过建筑能耗综合值进行约束，不作分项限值要求；

2 本表适用于居住建筑中的住宅类建筑，面积的计算基准为套内使用面积；

3 WDH20(Wet-bulb degree hours 20)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：kKh，千度时)；

4 DDH28(Dry-bulb degree hours 28)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：kKh，千度时)。

5 本表中建筑本体性能指标为围护结构性能指标，采用《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014 中气象参数计算得出。

**4.2.2** 超低能耗居住建筑能效指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 超低能耗居住建筑能效指标

建筑能耗综合值	$\leq 65(\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$ 或 $\leq 8.0(\text{kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$
---------	---

建筑本体性能指标	供暖年耗热量 (kWh/(m <sup>2</sup> .a))	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	温和地区	夏热暖地区
		≤30	≤20	≤10		≤5
	供冷年耗冷量 (kWh/(m <sup>2</sup> .a))	≤3.5+2.0×WDH20+2.2×DDH28				
	建筑气密性 (换气次数N50)	≤0.6		≤1.0		

4.2.3 近零能耗公共建筑能效指标应符合表 4.2.3 的规定,其建筑能耗值可按《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 确定。

表 4.2.3 近零能耗公共建筑能效指标

建筑综合节能率		≥60%				
建筑本体性能指标	建筑本体节能率	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
		≥30%		≥20%		
	建筑气密性(换气次数N50)	≤1.0		—		
可再生能源利用率		≥10%				

注:本表也适用于非住宅类居住建筑。

4.2.4 超低能耗公共建筑能效指标应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 超低能耗公共建筑能效指标

建筑综合节能率		≥50%				
建筑本体性能指标	建筑本体节能率	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
		≥25%		≥20%		
	建筑气密性(换气次数N50)	≤1.0		—		

注:本表也适用于非住宅类居住建筑。

4.2.5 零能耗建筑的能效指标应符合下列规定:

- 1 建筑本体性能指标应符合本标准 4.2.1 或 4.2.3 的规定;
- 2 建筑本体和周边直接接入建筑内使用的可再生能源产能量不小于建筑年终端能源消耗量。

### 4.3 装配率指标要求

4.3.1 钢结构装配式近零能耗建筑的装配率符合现行国家标准《装配式建筑评价标准》GB/T 51129-2017 的规定,且符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 钢结构装配式近零能耗建筑装配率要求

评价等级	装配率
超低能耗建筑	不低于50%。
近零能耗	
零能耗建筑	

4.3.2 通过集成化技术措施提升装配率,关键技术的应用应结合建筑功能需求与钢结构体系特性,实现构件生产、现场装配的高效协同。

## 5 技术措施

### 5.1 设计技术措施

#### I 约束性指标

5.1.1 居住建筑非透光围护结构平均传热系数应符合表5.1.1要求。

表 5.1.1 居住建筑非透光围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数K(W/(m <sup>2</sup> ·K))				
	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
屋面	0.10~0.15	0.10~0.20	0.15~0.35	0.25~0.40	0.20~0.40
外墙	0.10~0.15	0.15~0.20	0.15~0.40	0.30~0.80	0.20~0.80
地面及外挑楼板	0.15~0.30	0.20~0.40			

5.1.2 公共建筑非透光围护结构平均传热系数应符合表5.1.2要求。

表 5.1.2 公共建筑非透光围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数K(W/(m <sup>2</sup> ·K))				
	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
屋面	0.10~0.20	0.10~0.30	0.15~0.35	0.30~0.60	0.20~0.60
外墙	0.10~0.25	0.10~0.30	0.15~0.40	0.30~0.80	0.20~0.80
地面及外挑楼板	0.20~0.30	0.25~0.40			

5.1.3 分隔供暖空间和非供暖空间的非透光围护结构平均传热系数应符合表5.1.3要求。

表 5.1.3 分隔供暖空间和非供暖空间的非透光围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数K(W/(m <sup>2</sup> ·K))	
	严寒地区	寒冷地区
楼板	0.20~0.30	0.30~0.50
隔墙	1.00~1.20	1.20~1.50

5.1.4 居住建筑外窗(包括透光幕墙)热工性能参数应符合表5.1.4-1规定；公共建筑外窗(包括透光幕墙)热工性能参数应符合表5.1.4-2的规定。

表 5.1.4 -1 居住建筑外窗(包括透光幕墙)传热系数(K)和太阳得热系数(SHGC)值

性能参数		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
传热系数K(W/(m <sup>2</sup> ·K))		≤1.0	≤1.2	≤2.0	≤2.5	≤2.0
太阳得热系数SHGC	冬季	≥0.45	≥0.45	≥0.40		≥0.40
	夏季	≤0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.15	≤0.30

注：太阳得热系数为包括遮阳(不含内遮阳)的综合太阳得热系数。

**表 5.1.4 -2 公共建筑外窗(包括透光幕墙)传热系数(K)和太阳得热系数 (SHGC)值**

性能参数	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
传热系数K(W/(m <sup>2</sup> ·K))	≤1.2	≤1.5	≤2.2	≤2.8	≤2.2
太阳得热系数SHGC	冬季	≥0.45	≥0.45	≥0.40	
	夏季	≤0.30	≤0.30	≤0.15	≤0.15

注：太阳得热系数为包括遮阳(不含内遮阳)的综合太阳得热系数。

**5.1.5** 外围护系统拼接缝隙处保温构造应连续可靠，防止形成冷热桥，达到保温连续、断桥彻底、气密严密。

**5.1.6** 建筑围护结构应进行气密性专项设计，气密层连续设置，并包围整个外围护结构，施工图中应明确标注气密层的具体位置、材料选用及构造做法。

**5.1.7** 系统的冷热源设备选用高效率的设备，其效率符合下列规定：

1 房间空气调节器的能效等级应不低于现行国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455-2019 的一级能效要求；在其制冷剂连接管等效长度和安装高差修正后，其在对应的制冷工况下满负荷运行时的能效不低于现行国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455-2019 的一级能效要求；

2 名义制冷量大于 7.1kW、电机驱动的单位式空气调节机、风管送风式空调（热泵）机组和直接蒸发式全新风空气处理机组等的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 19576-2019、《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB 37479-2019 中的一级能效要求；

3 多联式空调（热泵）机组的能效等级不低于达到现行国家标准《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能效等级》GB/T 21454-2021 的一级能效要求；在其制冷剂连接管等效长度和安装高差修正后，其在对应的制冷工况下满负荷运行时的能效应不低于本标准中的一级能效要求；

4 电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组的制冷性能系数（COP）及综合部分负荷性能系数（IPLV）应达到现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2024 中的一级能效要求；

5 双工况冷水机组的性能系数（COP）和制冰工况制冷量变化率（Cf）应不低于《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158-2018 中表 3.3.4-1 的要求。

**5.1.8** 循环水泵、通风机等用能设备采用变频调速控制方式。

**5.1.9** 应选择高效节能的光源和灯具，并宜选择LED光源。LED光源的色容差、色度等指标应符合国家现行相关标准要求。

**5.1.10** 建筑照明采用智能照明控制系统。

**5.1.11** 电梯能效等级不低于《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能》GB/T 30559.2-2017中B级能效要求。电梯系统应符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019的相关规定。

## II 引导性指标

**5.1.12** 性能化设计以定量分析及优化为核心，进行建筑和设备的关键参数对建筑负荷及能耗的敏感性分析，并在此基础上，结合建筑全寿命周期的经济效益分析，优化选取技术措施和性能参数。

**5.1.13** 应充分利用自然通风，降低空调使用频率和建筑能耗，应符合下列规定：

- 1 采用开敞式布局，创造良好的通风环境，形成穿堂风，避免单侧通风；
- 2 可利用依靠中庭空间与中庭高侧窗形成烟囱效应，增强热压通风；
- 3 宜在建筑体量内部根据风径切削贯穿空腔，形成引风通廊；
- 4 宜通过首层架空引导自然通风，防潮除湿；
- 5 宜与慢速风扇结合，提高空调温度；

6 宜在进风口外围设置水面、绿荫等降温措施，降低进入室内的气流温度。

**5.1.14** 在建筑外窗及透光幕墙南、东、西向采取遮阳措施，以降低太阳辐射得热，同时综合考虑建筑朝向、房间功能、外观效果、安全性以及环境影响等因素，选择适宜的遮阳形式，并符合下列规定：

1 建筑透光屋顶的迎光面进行遮阳设计，并采用活动遮阳形式，其中多层建筑宜采用外遮阳，高层建筑宜采用内遮阳；

2 采用内遮阳和中间遮阳时，遮阳装置面向室外侧宜采用能反射太阳辐射能力强的材料，并可根据太阳辐射情况调节其角度和位置；

3 建筑外遮阳应与建筑主体统一设计，外观协调，结构安全、性能可靠。大型遮阳构件和设施须采用电动操作，并具备群组操控或智能操控功能。

**5.1.15** 外墙热桥处理应符合下列规定：

- 1 结构性悬挑、延伸构件等宜与主体结构部分断开设置。

2 外墙保温为单层保温时，应采用锁扣连接方式；为双层保温时，应采用错缝粘结方式。

3 墙角处宜采用成型保温构件。

4 保温层采用锚栓时，应采用断热桥锚栓固定。

5 应避免在外墙上固定导轨、龙骨、支架等易形成热桥的部件。确应固定时，应在外墙上预埋断热桥的锚固件，并宜采用减少接触面积、增加隔热间层及使用非金属材料等措施降低传热损失。

6 穿墙管预留孔洞直径宜大于管径 100mm 以上，墙体结构或套管与管道之间应填充保温材料。

#### 5.1.16 外门窗及其遮阳设施热桥处理应符合下列规定：

1 外门窗安装方式应根据墙体的保温型式方式进行优化。当墙体采用外保温系统时，外门窗可采用整体外挂式安装，门窗框内表面宜与基层墙体外表面齐平，门窗位于外墙外保温层内。当为装配式夹心保温外墙时，外门窗宜采用内嵌式安装方式。外门窗与基层墙体的连接件应采用阻断热桥的处理措施。

2 外门窗外表面与基层墙体的连接处宜采用防水透汽材料密封，门窗内表面与基层墙体的连接处应采用气密性材料密封。

3 窗户外遮阳设施应与主体结构可靠连接，连接件与基层墙体之间应采取阻断热桥的处理措施。

#### 5.1.17 屋面热桥处理应符合下列规定：

1 屋面保温层应与外墙的保温层连续，不得出现结构性热桥；当采用分层保温材料时，应分层错缝铺贴，各层之间应粘结牢固。

2 屋面保温层靠近室外一侧应设置防水层；保温层下应设置隔汽层；屋面隔汽层设计及排气构造应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB50345 的规定。

3 女儿墙等突出屋面的结构体，其保温层应与屋面、墙面保温层连续设置，不得形成结构性热桥。女儿墙、土建风道出风口等薄弱部位，宜设置金属盖板以提高其耐久性，并应在其与结构连接处采取热桥隔断措施。

4 穿屋面管道的预留洞口宜大于管道外径 100mm 以上。外露管道应设置套管进行保护，套管与管道间应填充保温材料。

5 落水管的预留洞口宜大于管道外径 100mm 以上，落水管与女儿墙之间的空隙宜使用发泡聚氨酯进行填充。

**5.1.18** 气密层设计应依托密闭的围护结构层，并应选择适配的气密性材料。应选用气密性等级高的外门窗，并对其与门窗洞口之间的缝隙进行气密性处理。

**5.1.19** 外门窗气密性能应符合下列规定：

1 外窗的气密性能不应低于现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106-2008 中的 8 级；

2 外门及分隔供暖空间与非供暖空间的户门，其气密性能不应低于上述标准中的 6 级。

**5.1.20** 围护结构洞口、电线盒、管线贯穿处等易发生气密性问题的部位，应进行专项节点设计，并应对气密性措施进行详细说明；穿透气密层的电力管线应优先采用预埋穿线管方式，严禁采用桥架敷设（桥架易形成多处气密断点）。

**5.1.21** 不同围护结构的交界处以及排风等设备与围护结构交界处应进行密封节点设计，并应对气密性措施进行详细说明。

**5.1.22** 新风热回收系统要求如下：

1 宜设置低阻高效的空气净化装置。

2 严寒和寒冷地区新风热回收系统应采取防冻及防结霜措施。

3 空气净化装置对粒径大于或等于  $0.5\ \mu\text{m}$  的细颗粒物的一次通过计数效率宜高于 80%，且不应低于 60%。

4 性能要求应符合规范要求。

**5.1.23** 应设置能耗监测系统，对建筑分类分项能耗进行监测和记录，并应符合下列规定：

1 公共建筑应安装能耗管理系统，采集能耗数据应统一接入当地市建筑能耗数据中心，并应符合现行工程建设标准的有关规定。能耗分类应覆盖建筑内所用的能源种类，能耗分项应包括冷热源、输配水泵、照明、生活热水以及电梯等主要用能系统；

2 住宅建筑应对公共部位的主要用能系统进行分类和分项计量，并宜对典型户的供暖空调、照明、生活热水等能耗进行分项计量，计量户数不宜少于同类型总户数的 2%，且不少于 5 户；

3 当采用可再生能源时，应对其发电量及供冷热量进行单独计量；

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。

**5.1.24** 应根据不同建筑类型的空调系统使用时间、使用空间等分时、分区控制。

**5.1.25** 当建筑具备多种能源供应方式时，应根据系统能效对比等因素进行优化控制，应优先利用可再生能源。

**5.1.26** 太阳能系统应对下列参数进行监测和计量：

1 太阳能热利用系统应监测辅助热源供热量、集热系统进出口水温、循环水流量、太阳总辐照量，并根据使用功能分类计量下列参数：

1) 太阳能热水系统的供热水温度、供热量；

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。

## 5.2 施工

**5.2.1** 近零能耗建筑施工方案应符合下列规定：

1 近零能耗建筑施工方案包含建设目标、实现路径、关键技术、组织架构及保障措施和实施内容，并在图纸会审时提出应设计单位配合的建议和意见；

2 施工单位应编制包含近零能耗建筑施工管理和技术要求的施工组织设计、施工方案或施工专项方案，并由施工单位组织相关专家评审通过后实施；

3 近零能耗建筑施工组织设计或方案应结合施工现场自然和人文环境特点，提出包含但不限于节材、节能、节水、节地及环境保护的针对性措施，确定近零能耗建筑施工的关键技术，改善作业人员作业条件，降低劳动强度、节约人力资源等内容。

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

**5.2.3** 外墙保温施工应符合下列要求：

1 外墙保温施工应在外门窗和基层墙体上的预埋件安装完成并验收合格

后进行；

2 外墙保温层应保证保温的连续性，应粘贴平整且无缝隙；

3 防火隔离带与其他保温材料应搭接严密或采用错缝粘贴，避免出现较大缝隙；如缝隙较大，应采用发泡材料严密封堵；岩棉防火隔离带应全部采用满粘法施工；防火隔离带的施工应与保温材料的施工同步进行；

4 可燃、难燃保温材料的施工应分区段进行，各区段应保持足够的防火间距。

5 围护结构上的悬挑构件、穿墙和出屋面的管线及套管等部位应进行热桥处理。

#### 5.2.4 屋面保温施工应符合下列要求：

1 屋面保温施工前，应确保基层平整、干燥、清洁；穿过屋面结构层的管道、设备基座及预埋件等应完成热桥控制措施并通过验收；

2 屋面保温层如为多层铺贴，各层均应采用粘结材料固定，并应防止层间开裂；

3 隔汽层施工时，应注意保护，防止隔汽层出现破损，影响对保温层的保护效果。

#### 5.2.5 外门窗（含玻璃幕墙、天窗等）安装应符合下列要求：

1 外门窗宜整窗进场，安装前应完成结构工程验收及门窗洞口基层处理；

2 外门窗与基层墙体连接处宜保持保温层的连续性；

3 外门窗洞口与窗框连接处应进行防水密封处理，室内侧粘贴防水隔汽材料，室外侧粘贴防水透汽材料，施工中应防止外窗连接件棱角损伤室外侧防水层；

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，门窗洞口上方应设置滴水线条；如外窗安装成品导水窗台板，窗台板向外的坡度不宜小于 10%，其外边应伸出外墙保温层面 30mm 以上，窗台板两端及底部与保温层之间的缝隙应用预压膨胀密封带填塞；

5 应在外窗安装已完成、外保温尚未施工时确定外遮阳装置的固定位置，并安装连接件。

#### 5.2.6 机电系统施工应符合下列规定：

1 施工期间应加强对空调及新风系统的防尘保护、消声隔振与管道保温处理，机电系统安装应避免形成热桥和破坏气密层，风道、新风机组、过滤器等所有敞口部位应采取可靠的防尘保护措施；

2 机组安装及管道施工过程中应作消声隔振处理；

3 新风管道负压段和排气管道正压段的密封是风系统施工的重点，宜在其接头等易漏部位加强密封，保障密闭性，同时减少噪声干扰；

4 所有室内排水管均应做隔声处理；

5 所有室内热水系统管道、管件等均应进行有效保温处理，应做好三通、紧固件和阀门等部位的保温；

6 室内管道固定支架与管道接触处应设置隔音垫，防止噪音产生及扩散。

**5.2.7 可再生能源系统施工应符合下列规定：**

1 新建近零能耗建筑的可再生能源系统应统一规划、同步设计、同步施工、统一验收、同时投入使用；

2 光伏系统与其他设备安装位置应满足建筑与结构安全、电气安全的要求，光伏发电组件应采取相应的防台风、防腐蚀、防雷、抗震、防火等技术措施；

3 屋顶光伏系统安装倾角不宜超过  $30^{\circ}$ ，立面安装光伏系统应优先布置于东、西朝向；

4 热水系统、太阳能光伏发电系统、空气源热泵系统、地源热泵系统施工应符合现行国家相关标准；

5 太阳能光热利用或太阳能光伏发电系统设备进场时，应进行质量检查和验收，并符合设计要求；

6 热水系统施工应采取隔声、消声及减振等降低噪声、振动的措施，如在设备与基础间安装隔声减振配件，管道与设备间采用软连接等；

7 设备系统施工完成后，应进行联合试运转和调试，并对可再生能源系统性能进行检测，检测结果应符合设计要求，同时应测量各功能区的环境噪声值并满足相关标准限值。

## **5.3 运行与管理**

**5.3.1** 近零能耗建筑应在正式投入使用的第一个年度开始进行建筑能源系统及设施的调适。调适应满足下列要求：

- 1 应覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；
- 2 应覆盖建筑设备监控系统及与其联动运行的各用能系统和建筑构件；
- 3 宜对空调系统进行风平衡、水平衡调适，并符合下列规定：
  - 1) 应包括夏季工况、冬季工况以及过渡季节部分负荷工况的调适和性能验证；
  - 2) 应提交综合调适报告，包括施工质量检查、风系统与水系统平衡验证、自控系统验证以及系统联合运转报告；
- 4 调适工作应以运行效果达到或接近设计预期为目标；
- 5 建筑使用过程中，建筑使用功能发生重大改变或对用能系统进行改造后，应在建筑正式恢复使用的第一个年度再次进行完整的系统调适。

**5.3.2** 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，并应符合下列要求：

- 1 立足建筑设计，针对建筑在性能化设计、围护结构、空调与通风、电气系统、可再生能源等方面的特点进行运行、维护和管理；
- 2 根据室外气象参数和建筑实际使用情况动态调整运行策略。

**5.3.3** 建筑使用过程中，应对建筑围护结构保温系统及气密性保障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；如确应固定，则必须采取防止产生热桥的措施。
- 2 应检查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，以及五金件松动和磨损情况。每年应对门窗活动部件和易磨损部分进行保养。
- 4 对门窗洞口或其他气密性部位改造或维修后，应重新测定建筑整体气密性。
- 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。

**5.3.4** 近零能耗建筑的通风空调系统运行管理，除应满足现行国家标准《空调通风系统运行管理标准》GB 50365-2019 的要求外，还应符合下列规定：

- 1 在满足设计标准的前提下，应加强室内运行温度的监控及管理。公共建

筑暖通空调系统运行期间的室内设定温度在冬季不应高于设计值 2℃，夏季不应低于设计值 2℃；对作息时间固定的建筑，在非使用时间内应降低空调运行温湿度和新风控制标准或停止运行空调系统；

2 集中式空调系统在过渡季节应根据室内外焓差情况，采用全新风或可调新风比运行，并通过调节新风量和排风量，维持相对微正压运行；

3 集中式空调系统冷热源运行管理应符合下列规定：

1) 制冷设备机组运行应采用群控策略，并应根据系统负荷的变化合理调配机组运行台数；

2) 制冷设备机组的出水温度应根据室外气象参数和除湿负荷的变化进行设定；

3) 冷却塔出水温度设定值应根据室外空气湿球温度确定，冷却塔风机运行数量及转速应根据冷却塔出水温度进行调节；

4) 每年统计全年累计电冷源综合制冷性能系数 SCOP，应符合设计或业主要求；

5) 冷水机组、冷却塔、水泵应每隔一个制冷季进行一次性能检测。

**5.3.5** 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 应每两年对热回收装置进行性能检测，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。

**5.3.6** 计算能耗指标时，建筑能耗的类别应符合下列规定：

1 近零能耗建筑和超低能耗建筑的能耗统计范围应包括供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯等系统能耗；炊事、家用电器、办公设备、供水水泵、数据中心、档案中心等设施的能耗可不计入；

2 零能耗建筑的能耗统计范围应涵盖建筑终端的全部能耗（充电桩能耗除外）。

## 6 评价

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 近零能耗建筑进行评价，贯穿设计、施工及运行全过程。

**6.1.2** 近零能耗建筑评价除应满足本标准第 4 章，第 5 章约束性指标外，还应符合下列规定：

1 申报超低能耗建筑、近零能耗建筑时，能耗计算范围应包含建筑供暖、空调、通风、照明、生活热水和电梯能耗，申报零能耗建筑，能耗计算范围应包含除充电桩之外的建筑所有能耗；

2 申报超低能耗建筑、近零能耗建筑时，申报范围可不包含地下室空间；申报零能耗建筑时，申报范围应包含地下室等空间。

**6.1.3** 建筑评价时应采用与性能化设计相同的计算软件，计算软件版本及相关参数设置应一致。

### 6.2 设计评价

**6.2.1** 在施工图设计文件审查通过后进行，建筑性能指标应满足本标准第4章要求。

**6.2.2** 申请设计评价所需提交技术资料：

1 近零能耗建筑技术方案，包括但不限于：项目概况、效果图、关键技术指标计算、建筑设计方案（整体布局、体形系数、窗墙比）、钢结构体系的选型依据、装配式构件的连接方式、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、电气节能、可再生能源应用方案等；

2 性能化设计分析报告，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；

3 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、设备列表、可再生能源设计资料、电气设计说明、照明节能设计等图纸和计算书。

### 6.3 竣工评价

**6.3.1** 竣工评价阶段应在建筑竣工验收后进行。

**6.3.2** 建筑性能指标应满足本标准第4章要求，且钢结构构件加工质量检测报告，以及装配式建筑施工过程中构件拼接质量检测记录的要求。

### 6.3.3 施工评价所需提交技术资料：

- 1 本标准设计评价阶段要求的资料；
- 2 施工过程文件及检测报告等，包括且不限于，包括门窗产品、保温材料、照明灯具、冷热源机组、采暖空调末端设备、环控一体机和遮阳设施等；专项施工方案；隐蔽工程记录和影像资料；主材进场质量检查和验收文件等；相关建材检测报告，如建筑围护结构热工性能检测报告；建筑气密性测试报告，新风热回收装置性能现场检测报告，能源系统调适报告等。

- 3 若施工阶段影响建筑能耗的因素发生改变，应按本标准对建筑能效指标进行重新核算。

## 6.4 运行评价

6.4.1 运行阶段评估应在建筑连续运行满12个月后进行评价，且每月的使用率均不低于60%。评价的时间应以一年为一个周期。

6.4.2 建筑技术指标应满足本标准第4章要求，并符合以下规定：

- 1 应进行室内环境检测和运行能耗指标评估；
- 2 公共建筑应直接采用分项计量的能耗数据，居住建筑应以栋或典型用户电表、气表等计量仪表的实测数据为依据，经计算分析后采用；
- 3 可对实际能耗数据进行修正，并应符合现行国家标准《民用建筑能耗标准》GB/T51161 的规定；

6.4.3 运行评价所需提交材料：

- 1 近零能耗建筑技术方案，包括但不限于：项目概况、效果图、关键技术指标计算、建筑设计方案（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、电气节能、可再生能源应用方案等；

- 2 主要竣工图及计算书，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、设备列表、可再生能源设计资料、电气设计说明、照明节能设计等图纸和计算书；

- 3 建筑运行能耗与能效指标分析报告。包括但不限于：建筑使用情况，建筑全年能耗分析报告，太阳能光伏发电、太阳能光热系统、智慧管理系统等运行效

率检测与分析报告和建筑使用人员后评估报告；室内环境检测报告；建筑机电系统调适报告等。

## 附录 A 基本情况表

A.0.1 申请设计评价的钢结构装配式近零能耗建筑应填写表 A.0.1。

表 A.0.1 钢结构装配式近零能耗建筑基本信息表（设计）

钢结构装配式近零能耗建筑基本信息表（设计）			
第一部分 项目基本信息			
项目名称		所在城市/气候区	
建筑面积 (m <sup>2</sup> )		供暖/空调面积 (m <sup>2</sup> )	
建筑类型	<input type="checkbox"/> 居住建筑 <input type="checkbox"/> 办公建筑 <input type="checkbox"/> 学校建筑 <input type="checkbox"/> 其他建筑: _____		
窗墙面积比	南 _____ 北 _____ 东 _____ 西 _____		
体形系数		建筑层数	地上层 / 地下层
装配率 (%)			
电气化率 (%)		光伏光电转换效率 (%)	
光伏系统装机容量 (kW <sub>p</sub> )		光伏系统年发电量 (kWh)	
申请评价等级	<input type="checkbox"/> 超低能耗建筑 <input type="checkbox"/> 近零能耗建筑 <input type="checkbox"/> 零能耗建筑		
第二部分 关键评价指标			
室内环境	设计参数	冬季	夏季
	室内温度(°C)		
	室内湿度 (%)		
居住建筑	技术指标	设计值	基准值 (标准限值)
	屋面传热系数[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	外墙传热系数[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	地面传热系数[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	外窗传热系数[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	外窗太阳得热系数 SHGC		
	建筑能耗综合值[kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]		
	供暖年耗热量[kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]		
	供冷年耗冷量[kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]		
	建筑气密性		
可再生能源利用率(%)			
公共建筑	技术指标	设计值	基准值 (标准限值)
	屋面传热系数[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	外墙传热系数[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	地面传热系数[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	外窗传热系数[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	外窗太阳得热系数 SHGC		
	建筑综合节能率(%)		
	建筑本体节能率(%)		
	建筑气密性		
可再生能源利用率(%)			

注：1、数据填报请小数点后保留两位。

2、建筑本体性能指标基准值按本标准第 4.0.2 条执行或计算。

A.0.2 申请竣工评价的钢结构装配式近零能耗建筑应填写表 A.0.2。

表 A.0.2 钢结构装配式近零能耗建筑基本信息表（竣工）

钢结构装配式近零能耗建筑基本信息表（竣工）				
第一部分 项目基本信息				
项目名称		所在城市/气候区		
建设类型	<input type="checkbox"/> 新建建筑 <input type="checkbox"/> 既有建筑			
建筑类型	<input type="checkbox"/> 居住建筑 <input type="checkbox"/> 办公建筑 <input type="checkbox"/> 学校建筑 <input type="checkbox"/> 其他建筑：_____			
建筑面积（m <sup>2</sup> ）		供暖/空调面积（m <sup>2</sup> ）		
窗墙面积比	南 _____ 北 _____ 东 _____ 西 _____			
体形系数		建筑层数		
装配率（%）				
电气化率（%）		光伏光电转换效率（%）		
光伏系统装机容量（kWp）		光伏系统年发电量（kWh）		
竣工日期	年 月	运行日期	年 月	
申请评价等级	<input type="checkbox"/> 超低能耗建筑 <input type="checkbox"/> 近零能耗建筑 <input type="checkbox"/> 零能耗建筑			
第二部分 关键评价指标				
室内环境	设计参数		检测/监测值	设计值
	冬季	室内温度(°C)		
		室内湿度(%)		
	夏季	室内温度(°C)		
		室内湿度(%)		
	技术文件名称	有	无	
施工技术文件	专项施工方案			
	主材进场质量检查和验收文件			
	隐蔽工程记录和影像资料			
	建筑围护结构热工性能检测报告			
	建筑气密性测试报告			
	新风热回收装置现场检测报告			
	...			

A.0.3 申请运行评价的钢结构装配式近零能耗建筑应填写表 A.0.3

表 A.0.2 钢结构装配式近零能耗建筑基本信息表（运行）

钢结构装配式近零能耗建筑基本信息表（运行）				
第一部分 项目基本信息				
项目名称		所在城市/气候区		
建设类型	<input type="checkbox"/> 新建建筑 <input type="checkbox"/> 既有建筑			
建筑类型	<input type="checkbox"/> 居住建筑 <input type="checkbox"/> 办公建筑 <input type="checkbox"/> 学校建筑 <input type="checkbox"/> 其他建筑：_____			
建筑面积（m <sup>2</sup> ）		供暖/空调面积（m <sup>2</sup> ）		
窗墙面积比	南 _____	北 _____	东 _____ 西 _____	
体形系数		建筑层数		
装配率（%）				
电气化率（%）		光伏光电转换效率（%）		
光伏系统装机容量（kWp）		光伏系统年发电量（kWh）		
竣工日期	年 月	运行日期	年 月	
申请评价等级	<input type="checkbox"/> 超低能耗建筑 <input type="checkbox"/> 近零能耗建筑 <input type="checkbox"/> 零能耗建筑			
第二部分 关键评价指标				
室内环境	冬季	设计参数	检测/监测值	设计值
		室内温度(℃)		
	夏季	室内湿度(%)		
		室内温度(℃)		
		室内湿度(%)		
第三部分 检测报告				
室内环境参数	检测项	测试值	设计值	
	1 温度			
	2 湿度			
	3 新风量			
	4 PM2.5			
	5 噪声			
	6 CO <sub>2</sub>			
	7 室内照度			
第四部分 建筑能效指标（运行值）				
	技术指标	实测值	设计值	
居住建筑	建筑能耗综合值[kWh/(m <sup>2</sup> .a)]			
	供暖年耗热量[kWh/(m <sup>2</sup> .a)]			
	供冷年耗冷量[kWh/(m <sup>2</sup> .a)]			
	可再生能源利用率(%)			
公共建筑	建筑综合节能率(%)			
	建筑本体节能率(%)			
	可再生能源利用率(%)			

注：1、数据填报请小数点后保留两位。

2、近零能耗、零能耗等建筑能效指标基准值分别按本标准第4章确定。

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

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

- 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
- 《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019
- 《建筑设计防火规范》GB 50016-2021
- 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010
- 《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015
- 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 -2019
- 《民用建筑节水设计标准》GB 50555-2010
- 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010
- 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012
- 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010
- 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012
- 《热回收新风机组》GB/T 21087-2020
- 《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289-2012
- 《住宅室内装饰装修设计规范》JGJ 367-2015
- 《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》JGJ/T 304-2013
- 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210-2018
- 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019
- 《建筑门窗工程检测技术规程》JGJ/T 205-2010
- 《装配式钢结构建筑技术标准》GB /T 51232-2016
- 《装配式钢结构住宅建筑技术标准》JGJ/T 469-2019
- 《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368-2019
- 《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455-2019
- 《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》GB 19576-2019
- 《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》GB 37479-2019
- 《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能效等级》GB/T 21454-2021
- 《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2024
- 《蓄能空调工程技术标准》JGJ 158-2018
- 《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能》GB/T 30559.2-2017

中国建筑

中国建筑节能协会

中国建筑节能协会

建筑节能协会

中国建筑节能协会团体标准

钢结构装配式近零能耗建筑评价标准

T/CABEE XXX-20XX

条文说明

## 编制说明

《钢结构装配式近零能耗建筑评价标准》T/CABEE 00X-20XX 经中国建筑节能协会 20XX 年 X 月 XX 日以第 X 号公告批准发布。

(第二段为标准内容介绍.....)

为了便于.....在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《钢结构装配式近零能耗建筑评价标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据及执行中应注意的有关事项进行了说明。但是，条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目 次

<b>1</b>	<b>总 则</b> .....	<b>31</b>
<b>2</b>	<b>术 语</b> .....	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>基本规定</b> .....	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>评价指标</b> .....	<b>38</b>
4.1	室内环境指数.....	38
4.2	能效指标.....	38
4.3	装配率指标要求.....	38
<b>5</b>	<b>技术措施</b> .....	<b>40</b>
5.1	设计技术措施.....	40
5.2	施工.....	46
5.3	运行与管理.....	47

# 1 总 则

**1.0.1** (1) 《城乡建设领域碳达峰实施方案》：大力发展钢结构建筑，推广钢结构住宅。(2) 《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》：鼓励医院、学校等公共建筑优先采用钢结构，积极推进钢结构住宅。(3) 《钢结构行业“十四五”规划及2035年远景目标》：到2025年底，钢结构建筑占新建建筑面积比例达到15%以上；到2035年，占比达到40%；全国钢结构用量预计达到约1.4亿t。双碳背景下，推广钢结构建筑是大势所趋。

**1.0.2** 本条明确了本标准的适用边界与覆盖范畴，主要基于以下考虑：

从建筑类型看，新建、改建、扩建的钢结构装配式民用建筑是行业发展的主流场景，标准对其进行规范，可引导这类建筑在规划阶段即遵循绿色、高效、可持续的原则。

从环节覆盖看，设计、施工、运行构成了建筑的全生命周期。设计是源头，直接决定建筑的结构安全、功能合理性及装配式技术的应用效率；施工是将设计蓝图转化为实体的关键环节，应确保钢结构构件的装配精度与施工质量；运行阶段则关系到建筑的长期使用性能、能耗水平及维护成本。将这三个环节纳入标准，旨在实现对建筑全生命周期的系统性管控。

评价工作作为贯穿全生命周期的重要支撑，通过对设计方案的预评价、施工过程的过程评价及运行阶段的综合评价，可验证建筑是否符合本标准的技术要求，形成“设计 - 施工 - 运行 - 评价”的闭环管理，确保钢结构装配式民用建筑的优势（如构件工厂化生产、现场装配效率高、绿色环保等）得到充分发挥。

本标准聚焦民用建筑（包括住宅、办公、商业、科教、医疗等公共建筑及居住建筑），因其与公众生活密切相关，对安全性、舒适性、环保性要求更高；工业建筑因功能特性差异较大，未纳入本标准适用范围。

综上，本条通过明确适用范围，确保本标准能为钢结构装配式民用建筑从策划到长期使用的全过程提供统一、规范的技术依据，助力行业高质量发展。

**1.0.3** 本标准主要针对近零能耗建筑的专业性、特殊性要求，如《近零能耗建筑技术标准》（GB/T 51350 - 2019），从建筑设计、施工到运行管理全过程规范近零能耗建筑，通过被动式建筑设计和主动技术措施，大幅度降低建筑供暖、空调、照明等能源消耗，在围护结构热工性能提升、高效能源系统应用等方面给出了针对

性规定。但建筑是一个复杂的系统工程，涉及安全、消防、环保等多个领域，仅依靠本标准无法涵盖全部要求。

本条通过明确标准遵循范围，构建了一个全面、系统的标准框架，保障近零能耗建筑在满足自身节能特性的同时，全方位符合国家与地方在建筑各领域的基本要求，促进建筑行业健康、有序、可持续发展。

## 2 术 语

**2.0.1** 钢结构装配式建筑是装配式建筑的一种重要类型，其核心在于将建筑物的主要结构系统和主体构件在工厂内进行工业化生产（预制），然后在施工现场通过可靠的连接方式进行组装（装配），以形成完整的建筑。其核心特征是将建筑的主要钢结构构件（如钢柱、钢梁、钢桁架、钢支撑、钢墙板、钢楼板等）在工厂内完成加工制作，再运输至施工现场，通过螺栓连接、焊接等装配化工艺进行快速组装，从而实现建筑主体结构及相关系统的集成建造。

根据现行国家标准，《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51129-2017 中 2.0.1 条“建筑的结构系统由钢构件构成的装配式建筑。”（见标准第 2.0.1 条）和《装配式建筑评价标准》GB/T 51129-2017 要求，装配式建筑，其主体结构的竖向构件（柱、承重墙）中预制部品部件的应用比例应不低于 35%（通常钢结构主体很容易满足甚至远超此比例）。同时，对围护墙和内隔墙的非砌筑比例也有要求（≥ 50%）。

主要特点如下：

1.主体结构为钢结构：建筑物的承重骨架（柱、梁、支撑等主要竖向和水平受力构件）由钢材（型钢、钢板、钢管等）构成。

2.工厂化生产：这些钢结构构件在工厂内按照设计图纸进行精确的标准化、工业化预制生产。

3.装配化施工：将工厂预制的钢结构构件运输到工地，通过可靠的连接技术（主要是干式连接，如高强螺栓、焊接、铆接或组合连接）进行机械化安装、组装，形成整体结构。

4.装配化集成：不仅结构系统是装配的，其外围护系统（如预制外墙板、单元式幕墙）、设备与管线系统（如整体厨卫、集成管道井）、内装系统（如轻质隔墙、集成吊顶、架空地板）也应采用标准化设计、工业化生产和装配化安装的方式，实现全专业的高度协调、快速建造和集成化。

5.技术与管理的现代化：采用一体化的集成设计（BIM 辅助）、信息化管理和精细化施工，以确保质量、效率和效益。

与传统现浇混凝土建筑或现场焊接为主的钢结构建筑相比，钢结构装配式建筑具有以下突出特点：

工业化程度高：构件工厂预制生产，质量可控性强，减少现场湿作业和手工操作；

装配效率高：现场以螺栓连接等干式作业为主，施工周期短，受气候影响小；

结构性能优：钢结构强度高、自重轻、抗震性能好，且材料可回收利用，符合绿色建筑理念；

设计标准化与集成化：通过 BIM 等信息化技术实现设计、生产、施工的协同，支持建筑功能与结构系统的一体化集成。

这类建筑广泛应用于住宅、公共建筑（如办公楼、体育馆、学校）、工业建筑等领域，是现代建筑工业化、绿色化发展的重要方向之一，相关技术标准可参考《装配式钢结构建筑技术标准》（GB/T 51232-2016）等规范。

**2.0.2** 参考了现行国家标准《住宅室内装饰装修设计规范》JGJ367、《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》JGJ/T 304、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210、《绿色建筑评价标准》GB50378 的相关内容。对于住宅建筑，强调在交付前所有固定面铺装、粉刷完成，门窗、固定家具(柜等)、设备管线、开关插座及厨房、卫生间固定设施安装到位，即满足人们入住后的基本生活需求；对于公共建筑，考虑到出租型办公建筑等建筑类型的实际情况，仅要求大堂、走道、卫生间等公共区域固定面全部铺贴、粉刷完成，水、暖、电、通风等基本设备全部安装到位。

### 3 基本规定

**3.0.1** 近零能耗建筑的评价应基于评价对象的功能要求，节能目标一般是以单栋或建筑群为基准设计和确定的，因此相关评价也应基于整栋建筑或建筑群。当区域内多个单体设计目标一致、建筑方案接近、施工组织相同、集体采购材料部品时，可抽样不少于 20% 的建筑物提交全部评价文件进行评价，其他 80% 建筑物提交部分评价。

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019,《近零能耗建筑技术标准》GB 51350-2019 等都对建筑要求进行全装修要求。本条从确保性能完整性和契合整体设计理念出发，确定采用全装修进行评价。全装修是保证建筑整体性能与近零能耗目标达成的关键环节。在钢结构装配式近零能耗建筑中，若不以全装修建筑为评价对象，无法全面考量装修材料对建筑热工性能、气密性等能耗相关指标的影响。例如，不合理的墙面装修材料选择可能增加围护结构传热系数，导致热量散失，影响近零能耗效果。同时，钢结构装配式建筑强调从设计到施工的系统性与集成性。全装修在建筑主体施工动工前就应纳入设计范畴，即装修与土建一体化设计，这与近零能耗建筑全生命周期节能的理念高度契合。符合现行国家标准《装配式钢结构建筑技术标准》（GB/T 51232-2016）和现行行业标准《装配式钢结构住宅建筑技术标准》（JGJ/T 469-2019）规范。装配式建筑各系统应协同工作，全装修作为内装系统的最终呈现，只有在全装修状态下，才能完整检验其与其他系统在节能、环保等方面的协同效果，确保建筑整体符合近零能耗要求。

**3.0.2** 为引导建筑逐步迈向更低排放的目标，评价分为超低能耗，近零能耗建筑评价、零能耗建筑评价 3 个等级，其中超低能耗，近零能耗建筑评价、零能耗建筑评价分为设计评价，竣工评价和运行评价三个阶段。

**3.0.3** 现行国家标准《近零能耗建筑技术规程》GB 50350-2019 中 3.0.1 建筑设计应根据气候特征和场地条件，通过被动式设计降低建筑冷热需求和提升主动式能源系统的能效达到超低能耗，在此基础上，利用可再生能源对建筑能源消耗进行平衡和替代达到近零能耗。有条件时，宜实现零能耗。

**3.0.4** 对建筑可再生能源系统发电，遵循“自发自用、余电上网”的原则；同时不可通过外购可再生能源来实现超低能耗、近零能耗或零能耗。

**1 完整的围护结构是能源系统高效运行的基础前提。**根据现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019，建筑围护结构（包括墙体、屋面、门窗等）的气密性、保温隔热性能直接决定建筑冷热负荷大小。若围护结构不完整（如存在缝隙、孔洞），会导致室外冷热空气渗透，增加暖通空调系统能耗。

**2 独立能源计量要求：**能源计量是实现能耗监测、分析与优化的关键手段。依据现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB 55015-2021），“建筑应设置能源计量装置，对各类能源消耗进行分类、分项计量”。钢结构装配式近零能耗建筑应精准掌握电、热、冷等能源的消耗规律：分项计量（如照明、空调、动力设备能耗）可定位高耗能环节，分户计量（针对住宅等建筑）可推动用户节能行为。通过独立计量装置或智能化系统（如物联网能耗监测平台），能实时采集数据并生成能耗分析报告，为运行策略优化提供依据。

**3 光伏优先利用要求：**现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》（GB/T 51368-2019），“光伏系统应优先满足建筑自身用电应求，多余电力可上网或存储”。钢结构装配式建筑因屋顶、墙面等部位承载力适配性强，是光伏系统的理想载体。若光伏发电不优先自用而直接并网，会增加输电损耗且降低建筑能源自给率——例如晴天正午光伏发电量较高时，优先供给建筑内空调、照明等负荷，可减少外购电网电量，直接降低碳排放（电网电力仍以化石能源为主的地区效果更显著）。因此，要求“优先消纳光伏发电量”，是最大化发挥光伏系统节能减碳效益的关键。

**4 储能与柔性用电要求：**储能、蓄冷蓄热及柔性用电技术是平衡能源供应、提升系统灵活性的重要支撑。《近零能耗建筑技术导则》（建科〔2021〕63号）明确提出，“鼓励结合建筑特点采用储能技术，提高可再生能源消纳能力”。钢结构装配式近零能耗建筑中：储能系统可存储光伏多余电量（如白天发电过剩时储电，夜间供负荷使用），解决光伏发电“间歇性”问题；蓄冷蓄热系统可利用夜间低谷电价储冷/热，白天释放满足负荷应求，降低运行成本；柔性用电（如空调、充电桩等设备根据电网负荷峰谷调整运行时间）可响应电网调峰应求，获得电价优惠的同时提升整体能源系统稳定性。这些技术的应用，能实现建筑与电网的“友好交互”，从“被动耗能”转向“主动参与能源平衡”，是近零能耗建筑高阶性能的体现。

**3.0.5** 本条明确了钢结构装配式近零能耗建筑评价指标的分类及核心内容，旨在

通过“底线约束+提升引导”的双层指标体系，兼顾建筑性能的基础性与先进性。

约束性指标是近零能耗建筑必须达到的“红线”要求，其设置以保障建筑基本功能、健康安全及能耗底线为核心，引导性指标不强制要求，但可反映建筑在绿色低碳、技术集成方面的先进性，为评价对象提供性能提升的方向，也为行业技术进步树立标杆。

现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019 中 3.0.2 和 3.0.3“近零能耗建筑应保证室内环境质量满足国家现行有关标准要求”，应以室内环境参数及能效指标为约束性指标，围护结构、自然通风、能源设备和系统、可再生能源及智能化控制等的技术要求可作为近零能耗建筑的引导性指标。依据现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 的强制性要求，“建筑能耗应符合本规范规定的能效限值”。钢结构装配式建筑因采用工业化建造方式，应通过能效指标约束确保其在节能性能上达到“近零”门槛。

引导性指标聚焦建筑性能的优化提升，鼓励采用先进技术与集成设计，体现钢结构装配式建筑与近零能耗技术的融合潜力，现行行业标准《装配式钢结构住宅建筑技术标准》JGJ/T 469-2019 第 6 章“外围护系统设计”。钢结构建筑的围护结构（如保温一体化墙板、高气密性门窗）是实现低能耗的关键，引导性指标可推动其性能超越基本要求（如传热系数较现行国家标准再降低 10%~20%）。

## 4 评价指标

### 4.1 室内环境指数

**4.1.1** 本条针对钢结构装配式近零能耗建筑的室内热环境保障作出规定，核心目的是确保建筑在实现低能耗目标的同时，满足人体健康与舒适的基本应求。

居住建筑主要房间的室内新风量不应小于  $30\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{人})$ 。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》GB50736 的规定。

**4.1.2** 应根据功能部位、使用要求等进行隔声设计，在易形成声桥的部位应采用柔性连接或间接连接等措施，如主要功能房间的外墙、隔墙、楼板和门窗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 50118-2010、《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 的有关规定。钢结构装配式建筑设计时，对可能引起传声的钢构件、设备管道等应采取减振和隔声措施，对钢构件应进行隔声包覆，并采取系统性隔声措施。

### 4.2 能效指标

**4.2.5** 1) 由于 4.2.1 和 4.2.3 条文都对建筑本体性能指标做了固定，零能耗建筑参考近零能建筑本体性能指标。2) 可再生能源应用，对零能耗建筑所有的能源消耗均要求来自建筑本体和周边直接接入的能源。

### 4.3 装配率指标要求

**4.3.1** 根据现行国家标准《装配式建筑评价标准》GB/T 51129-2017，装配式建筑评价等级及对应的装配率如下：A 级： $60\% \leq \text{装配率} \leq 75\%$ ；AA 级： $76\% \leq \text{装配率} \leq 90\%$ ；AAA 级： $\text{装配率} \geq 91\%$ ；同时，要被确认为装配式建筑还应同时满足以下条件：主体结构部分的评价分值不低于 20 分；围护墙和内隔墙部分的评价分值不低于 10 分；采用全装修；装配率不低于 50%。为满足国家和地方标准要求，要求装配率不低于 50%。

**4.3.2** 装配率是衡量装配式建筑工业化水平的重要指标（依据《装配式建筑评价标准》GB/T 51129-2017，直接反映构件工厂化生产比例与现场装配效率。对于钢结构装配式近零能耗建筑而言，高装配率可减少现场湿作业（如砌筑、抹灰），降低施工过程能耗与碳排放，同时通过工厂精准加工提升构件精度（如钢构件尺寸误差控制在  $\pm 2\text{mm}$  内），为外围护系统气密性、热工性能等近零能耗关键指标的实现奠定基础。

可采取合理装配化措施提升建筑的装配率。外围护系统模块化集成：外墙采用 ALC 条板（非砌筑比例 $\geq 80\%$ ），内隔墙非砌筑比例 $\geq 50\%$ ，结合轻质板材优化得。，内装与设备管线集成化，如采用同层排水、管线与装修一体化系统，减少现场开孔预埋；电气管线利用楼板现浇层或保温层敷设。连接节点标准化设计，如统一钢结构构件（如梁柱节点、主次梁连接）及各系统（结构与外围护、结构与内装）的连接方式，采用标准化螺栓、预埋件等配件，实现“工厂预制标准化节点 + 现场快速装配”。装修与部品：全装修为必选项；推广集成厨房、整体卫浴等标准化部品，提升内装得分。

## 5 技术措施

### 5.1 设计技术措施

#### 约束性指标

**5.1.1~5.1.4** 能效指标是判别建筑是否达到近零能耗建筑标准的约束性指标，所有的计算规则和准则应符合《近零能耗建筑技术标准》（GB/T51350-2019）附录 A 能效指标计算方法的规定。能效指标中能耗的范围为供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源利用量。相关参数也参考了现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 和《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 并结合各地气候特征，做了一些改变。夏热冬冷地区居住建筑屋面传热系数由  $0.15[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})] \sim 0.35[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$  修改为  $0.15[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})] \sim 0.30[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ 。公共建筑屋面传热系数由  $0.15[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})] \sim 0.35[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$  修改为  $0.15[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})] \sim 0.30[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$ 。

**5.1.5** 外围护系统（如外墙板、屋面系统、楼板与外墙交接处等）的拼接缝隙是保温性能、气密性能的薄弱环节。若拼接处保温不连续、冷热桥阻断不彻底或气密密封失效，会导致热量通过缝隙快速传递（形成冷热桥）、室外空气无组织渗透，直接增加建筑供暖空调能耗，同时可能引发局部结露、霉变等问题，影响结构耐久性与室内环境质量。因此，本条通过明确拼接处构造要求，确保外围护系统的完整性，为近零能耗目标实现提供基础保障。

洞口周边保温层应内收 50mm，填充 A 级轻质保温浆料并延伸至附框内侧，防止边缘热损失；缝内填充 A 级柔性保温材料（如发泡聚乙烯），外覆防水密封胶，兼具伸缩性与保温性；保温层外侧设防水透汽膜，内侧设隔汽膜，拼接处搭接宽度 $\geq 100\text{mm}$ ，形成连续屏障，透汽膜应与密封胶粘结测试相容性。

**5.1.6** 气密性设计提出强制性要求，旨在通过构建连续完整的气密层，减少空气渗透带来的能耗损失与室内环境波动。气密层连续设置从封闭范围、材料选用和节点处理等进行技术要求。如气密层应包围建筑整个外围护结构，形成“全方位无死角”的空气屏障，覆盖墙面、屋面、地面（接触室外土壤或非供暖空间的地面）及各类开口部位（如门窗、通风口）；气密层材料应具备高气密性、耐久性及其他构造层的兼容性，如聚乙烯（PE）气密膜（透气阻湿型）、聚氯乙烯（PVC）气密膜（阻气阻湿型）。拼接节点是气密层连续的关键薄弱点，应采用专项构造。

如板材接缝处，相邻气密膜搭接宽度不应小于 100mm，搭接处用专用丁基胶带或热熔焊接密封；管线穿墙板处，管线与墙板间隙应用防火气密密封胶填充，外侧再用金属套管固定并密封，确保管线周围无空气渗透；门窗洞口处，窗框与气密层的连接应采用“反包”构造——气密膜延伸至窗框内侧，用压条固定后打密封胶，形成“窗框-气密层-墙体”的连续密封。

**5.1.7** 冷热源设备能效参数应符合国家和地方标准要求。

**5.1.8** 本条通过推广变频调速技术，推动循环水泵、通风机从“粗放运行”向“精准调控”转型，是实现能源高效利用的重要技术手段。将变频调速控制列为引导性指标，一方面鼓励在常规节能基础上进一步提升设备效率（相比定速设备，变频控制可降低水泵/风机能耗 30%~50%）；另一方面，通过设备的精准调节，可稳定室内温湿度、风量等参数，与近零能耗建筑对室内环境的高要求相匹配。实际评价中，可通过核查设备参数（如变频器额定功率、调速范围）及运行记录（如部分负荷下的能耗数据）验证是否满足要求。

**5.1.9** 本条针对照明系统提出能效与性能要求，旨在通过选用高效光源降低照明能耗，同时保障室内光环境质量，推动照明系统向“高效、健康、集成化”发展。实际评价中，应核查光源的能效标识（应达到国家 1 级能效）、产品检测报告（验证光学性能指标达标），确保节能不牺牲照明品质。

**5.1.10** 对照明控制提出技术要求，旨在通过智能化手段降低照明能耗、提升使用便捷性。照明系统的能耗不仅取决于光源效率，更与控制方式密切相关。传统手动开关控制易因“人走灯未关”造成无效能耗，而智能照明控制系统通过自动化调节可减少 15%~30%的照明能耗。例如，公共区域（走廊、楼梯间）通过人体感应控制，可在无人时自动关闭或调至 10%~20%的低亮度；办公室采用光照传感器联动控制，当自然光充足时自动调暗人工照明，避免能源浪费。

智能照明控制系统应具备分区控制、分时控制和感应控制等关键功能，以适配不同场景应求。

分区控制：按建筑功能划分照明区域（如办公室的独立工位区、会议室、走廊），每个区域可独立设定开关、亮度及色温模式（如会议室“会议模式”全亮、“投影模式”周边暗灯），应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034-2013 中“不同场所照明要求差异化”的原则。

分时控制：结合使用规律预设时间程序，如商场工作日与周末的开灯时段自动区分，学校教室按课程表自动启闭照明，减少人工操作成本。

感应控制：在人员流动不规律的区域（如卫生间、地下车库），采用红外感应或微波感应技术，实现“人来灯亮、人走灯灭（或延时关闭）”；在靠窗区域增设光照传感器，实时监测自然光强度，当室内照度达到设计值（如办公室 300lx）时，自动降低对应区域灯具功率。

**5.1.11** 电梯是建筑运行中的高耗能设备之一，能效等级的限定是控制其能耗的基础。现行国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能》GB/T 30559.2-2017/ISO 25745-2:2015 将电梯能量性能划分为 A、B、C、D、E、F、G 七个等级（A 级最高，G 级最低），其中要求最低为 B。其节能指标应符合《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 对电梯系统的要求包括：运行控制，群控系统和待机能耗等。

实际评价中，应核查电梯能效检测报告（确认不低于 B 级）、能量反馈装置及群控系统配置证明，并通过建筑能源管理平台监测电梯实际能耗数据。

### 引导性指标

**5.1.12** 性能化设计区别于传统“按规范条文直接套用”的设计模式，以“目标导向”为原则，通过定量计算验证技术措施是否满足近零能耗目标（现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 中 3.0.4 条“近零能耗建筑设计宜采用性能化设计方法”）。其核心价值在于：突破固定参数限制，针对钢结构装配式建筑的体系特性（如轻质围护结构、集成化设备管线）定制化优化方案，避免“过度设计”或“设计不足”。例如，在寒冷地区钢结构住宅设计中，通过性能化分析可精确定外墙保温层厚度（而非直接套用规范最小值），在满足能耗目标的同时降低材料成本。将性能化设计列为引导性指标，旨在推动设计从“经验驱动”转向“数据驱动”。通过规范性性能化设计流程，确保钢结构装配式近零能耗建筑的技术措施既满足能耗目标，又符合经济规律，为建筑全生命周期的可持续性提供保障。

**5.1.13** 本条聚焦自然通风这一被动式节能技术，通过明确设计要求充分发挥其在降低空调能耗中的作用，契合近零能耗建筑“被动优先、主动优化”的原则。自然通风可通过室外新鲜空气置换室内热湿空气，减少机械通风与空调系统的运行时间。合理的自然通风设计可降低建筑空调负荷 15%~30%，尤其在过渡季节（春、

秋季) 能实现 “零空调” 运行。钢结构装配式建筑因构件预制精度高 (如门窗安装缝隙小、围护结构气密性可控), 更易通过设计优化实现高效自然通风, 避免因漏风或气流短路削弱效果。

本条作为引导性指标, 鼓励根据气候区差异灵活应用: 严寒地区冬季以保温为主, 可侧重过渡季节通风; 夏热冬暖地区则应强化全年自然通风设计。实际评价中, 可通过 CFD 气流模拟 (如采用 Phoenics 软件) 验证通风效果 (如主要功能区换气次数  $\geq 2$  次 /h), 或现场测试夏季自然通风时段的空调运行时长, 评估节能效益。

**5.1.14** 太阳辐射得热是夏季空调负荷的主要来源, 南、东、西向窗墙及透光幕墙因直接接收太阳辐射 (尤其是东、西向的早晚直射光), 应通过遮阳措施阻断辐射热进入室内。数据显示, 合理的遮阳设计可使夏季空调负荷降低 20%~40%, 且能避免室内过热导致的舒适度下降 (如西晒房间温度可降低  $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ )。

本条针对建筑外窗及透光幕墙的遮阳设计提出具体要求, 旨在通过被动式遮阳措施减少太阳辐射得热, 降低空调制冷负荷, 是近零能耗建筑 “被动优先” 设计策略的重要组成。

遮阳措施作为引导性指标, 通过被动式设计减少主动能耗, 同时兼顾建筑美学与使用体验。例如, 居住建筑东向卧室采用可调节外百叶, 既能避免晨间直射光影响睡眠, 又能通过调节角度保障日间采光; 商业建筑西向幕墙结合钢结构格栅式遮阳, 既满足遮阳应求, 又成为建筑标志性外观元素。

实际评价中, 可通过太阳辐射得热系数 (SHGC) 检测 (遮阳状态下较无遮阳状态降低  $\geq 40\%$ ) 或能耗模拟验证节能效果。

**5.1.15** 本条针对钢结构装配式近零能耗建筑外墙热桥的处理提出具体技术要求, 旨在通过阻断或削弱热流集中传递路径, 避免因热桥导致的能耗增加、结露发霉等问题。第 1 款: 结构性悬挑、延伸构件与主体结构断开, 此要求参考《装配式钢结构住宅建筑技术标准》JGJT469-2019 “悬挑构件应采取断热桥措施” 的规定。外墙热桥处理作为引导性指标, 其核心是通过细节设计减少 “隐性能耗”。

实际评价中, 可通过红外热像仪检测 (热桥部位表面温度与周边温差  $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ) 或热流计法 (热桥部位热流密度  $\leq 0.1\text{W}/\text{m}^2$ ) 验证处理效果。

**5.1.16** 本条通过细化门窗及遮阳系统的热桥处理, 旨在消除 “细节能耗漏洞”。

例如，某钢结构办公楼通过外挂式门窗 + 断热桥连接件 + 双重密封，使门窗传热系数从  $2.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  降至  $1.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，冬季供暖能耗减少 12%；同时避免了窗洞口周边结露问题。实际评价中，可通过红外热像仪检测（门窗及遮阳连接件部位与周边温差  $\leq 1.5^\circ\text{C}$ ）验证处理效果。

**5.1.17** 本条针对屋面热桥处理提出具体技术要求，旨在通过阻断屋面与外墙、突出结构、管线等部位的热传导路径，减少热量流失（冬季）或侵入（夏季）。通过细化屋面各部位热桥处理要求，结合钢结构装配式建筑的工业化特性，确保屋面保温系统的完整性与热工性能。

**5.1.18** 本条聚焦气密层与外门窗的气密性控制。气密层是阻断建筑室内外无组织空气渗透的关键屏障，其有效性直接依赖于围护结构层的密闭基础与材料适配性。通过规范气密层设计、材料选用及门窗密封要求，构建了“围护结构-气密层-外门窗”的一体化气密体系。

实际评价中，可通过检测（建筑整体换气次数  $\leq 0.6$  次/h 在 50Pa 压差下）或局部压力测试（门窗缝隙空气渗透量  $\leq 0.005\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$ ）验证气密性达标情况。

**5.1.19** 本条明确了外门窗气密性能的分级要求，是控制建筑空气渗透能耗、保障近零能耗目标实现的关键约束性指标。

据《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019 测算，外门窗气密性从 6 级提升至 8 级，可使建筑整体换气次数降低 0.2 次/h ~ 0.3 次/h（50Pa 压差下），对应冬季供暖能耗减少 10%~15%，夏季空调能耗减少 8%~12%。

现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T7106-2019 将外窗气密性能分为 1~8 级，8 级为最高等级，单位缝长空气渗透量： $q_1 \leq 0.5\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$ （压力差 10Pa 时），单位面积空气渗透量： $q_2 \leq 1.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ （压力差 10Pa 时）。

外门窗气密性应通过实验室检测与现场检测双重验证：出厂前，门窗生产企业应按 GB/T7106 进行抽样检测，提供气密性能检测报告（明确等级）；现场安装完成后，应按《建筑门窗工程检测技术规程》JGJ/T 205-2010 进行现场淋水与气密性抽检（抽检数量为同类型门窗的 5%，且不少于 3 樘），确保安装质量不降低门窗本身的气密等级。

**5.1.20** 本条针对围护结构中易发生气密性失效的关键节点提出专项控制要求，旨在消除“细节漏洞”，确保气密层的整体完整性。围护结构的洞口、电线盒、管线贯穿处是气密性的薄弱环节，这些部位若处理不当，会成为空气渗透的主要通道，因此提出要求。

本条通过细化易漏气部位的设计与施工要求，结合钢结构装配式建筑的特点，为气密层的完整性提供了技术保障，是近零能耗建筑实现低换气次数的关键细节控制指标。

关键节点的气密性应通过专项检测验证：

材料验证：密封胶、密封带等材料应提供出厂合格证及性能检测报告（如气密性、耐老化性）；

现场检测：采用烟雾测试法（在室内加压状态下，用烟雾发生器检测节点处是否有烟雾泄漏）或压力衰减法（对局部节点进行小范围加压，监测压力下降速率），确保节点处空气渗透量 $\leq 0.001\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{h})$ （依据《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411）。

**5.1.21** 本条针对围护结构中两类高风险气密性薄弱节点提出专项控制要求，旨在通过精细化设计消除潜在漏气通道，确保建筑整体气密性能达标。围护结构交界处（如材质突变、构造转折部位）和设备管线穿越部位，因结构复杂、施工工序多，极易形成气密性缺陷。因此，不同类型围护结构的交界处（如外墙与屋面、外墙与地面、内墙与外墙交接部位），以及排风、新风、空调等设备管线穿透气密层或围护结构的部位，应进行专项密封节点设计。

**5.1.22** 本条针对新风热回收系统的功能与性能提出明确要求，旨在通过高效热回收降低新风能耗的同时，保障室内空气质量。热回收系统的热回收效率、漏风率、噪声等性能指标，应符合现行国家标准规范要求。

**5.1.23** 现行国家标准对设置室内环境质量和建筑能耗监测系统进行了规定。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、用能系统类别，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，并宜选取典型住户对供暖、空调、热水、照明及插座用能进行分项计量，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。对于公共建筑，宜分层、分朝向、分类型进行监测；对于居住建筑，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。

**5.1.25** 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。采用可再生能源系统时，应优先利用可再生能源。

## 5.2 施工

**5.2.2** 符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 中第 7.2.2 条的规定” **5.2.3** 符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 中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。

3 围护结构上的悬挑构件、穿墙和出屋面的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。

**5.2.5** 符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 中 7.2.4 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。

**5.2.6** 符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 中 7.2.9 机电

系统施工要求，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。

### 5.3 运行与管理

**5.3.1** 符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 中 7.3.3 条，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。同时，增补了调适要求。

**5.3.5** 近零能耗建筑运行时应充分利用建筑的气候响应设计措施，在运行中利用自然条件改善室内环境，降低能源消耗：

- 1 当室外温度小于舒适区域，且空气质量优良时，应开窗通风，充分利用自然通风；
- 2 对于室内自然采光良好的区域，应加强照明控制系统的管理，充分利用自然光，减少照明灯具的开启。