

ICS 91.010

CCS P33

# 团体标准

T/CABEE 134-2026

## 钢结构装配式零碳建筑测评标准

Testing and evaluation standard for prefabricated steel structure

zero carbon buildings

2026-04-14 发布

2026-07-01 实施

中国建筑节能协会

发布

# 中国建筑节能协会文件

国建节协标〔2026〕27号

## 关于发布团体标准《钢结构装配式零碳建筑测评标准》 的公告

现批准《钢结构装配式零碳建筑测评标准》为中国建筑节能协会团体标准，标准编号为：T/CABEE 134—2026。自2026年7月1日起实施。

我会委托主编单位收集标准的应用案例，包括但不限于政府部门采信证明文件、市场应用情况、国际标准化组织或国外权威机构采信证明、评优示范工程案例等实施成效材料等，请有关单位予以支持。

现予公告。

2026年4月30日

# 前 言

根据《中国建筑节能协会团体标准管理办法》及《关于印发〈2024 年度第一批团体标准制修订计划〉的通知》（国建节协〔2024〕42 号）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，结合钢结构装配式建筑实际，经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外相关标准和先进经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本标准。

本标准的主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.控制指标；5.控制措施；6.计算与核算；7.管理措施；8.检测、监测与控制；9.评价流程；附录。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

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：010-57811218，邮箱：biaoban@cabee.org），由中建科工集团有限公司和北京国建节低碳技术有限公司负责具体内容的解释及标准应用案例（包括政府部门采信证明文件、市场应用情况、国际标准化组织或国外权威机构采信证明、评优示范工程案例等实施成效材料）收集。标准应用过程中如有意见或建议，以及标准相关应用案例，请反馈至中建科工集团有限公司（联系人：龙东风，联系方式：0755-86518668，邮箱：longdongfeng@163.com，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： 中建钢构股份有限公司  
重庆大学  
华南理工大学  
上海交通大学  
长沙理工大学

重庆建筑科技职业学院

安阳工学院

中国质量认证中心

中国建筑设计研究院有限公司

中冶赛迪城市建设（重庆）有限公司

国舜绿建科技有限公司

江西省江咨工程咨询有限公司

本标准主要起草人员： 李任戈 柴文忠 蔡伟光 龙东风 董恒瑞 黄祖坚  
张 雪 陈 韬 田开培 陈满泰 曾志文 李 毅  
刘 琦 曹双平 刘万里 张仲军 邓铃夕 尹亚柳  
胡 楠 张毫博 王陈栋 孙德山 周海峰 吴晓晨  
赖星华 彭 渤 冯天圆 高 微 程 熠 刘 扬  
刘雄伟 史志呈

本标准主要审查人员： 武 涌 朱 能 张时聪 高志强 王长军 黄 进  
牟京芳

## 目 次

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 1   | 总 则        | 1  |
| 2   | 术 语        | 2  |
| 3   | 基本规定       | 5  |
| 4   | 控制指标       | 6  |
| 4.1 | 室内环境参数     | 6  |
| 4.2 | 碳排放指标      | 6  |
| 4.3 | 碳排放抵消      | 10 |
| 5   | 控制措施       | 11 |
| 5.1 | 一般规定       | 11 |
| 5.2 | 约束项        | 11 |
| 5.3 | 引导项        | 15 |
| 6   | 计算与核算      | 17 |
| 6.1 | 一般规定       | 17 |
| 6.2 | 设计（运行）评价阶段 | 17 |
| 6.3 | 全过程评价阶段    | 18 |
| 7   | 管理措施       | 20 |
| 7.1 | 一般规定       | 20 |
| 7.2 | 运行管理       | 20 |
| 7.3 | 全过程管理      | 20 |
| 8   | 检测、监测与控制   | 22 |
| 8.1 | 一般规定       | 22 |
| 8.2 | 检测要求       | 22 |
| 8.3 | 监测与控制      | 25 |
| 9   | 评价流程       | 27 |
| 9.1 | 一般规定       | 27 |
| 9.2 | 设计预评价      | 27 |
| 9.3 | 运行评价       | 28 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 9.4 全过程评价 .....    | 28 |
| 附录 A 基本信息表 .....   | 30 |
| 附录 B 计算与核算方法 ..... | 38 |
| 标准用词说明 .....       | 46 |
| 引用标准名录 .....       | 47 |
| 附：条文说明 .....       | 48 |

## Contents

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | General Provisions.....                  | 1  |
| 2   | Terms.....                               | 2  |
| 3   | Basic Regulations.....                   | 5  |
| 4   | Control Index.....                       | 6  |
| 4.1 | Indoor Environmental Parameters.....     | 6  |
| 4.2 | Carbon Emission Index.....               | 6  |
| 4.3 | Carbon Emission Offset.....              | 10 |
| 5   | Control Measures.....                    | 11 |
| 5.1 | General Provisions.....                  | 11 |
| 5.2 | Constraint Items.....                    | 11 |
| 5.3 | Guidance Items.....                      | 15 |
| 6   | Calculation and Accounting.....          | 17 |
| 6.1 | General Provisions.....                  | 17 |
| 6.2 | Design (Operation) Evaluation Phase..... | 17 |
| 6.3 | Whole Process Evaluation Phase.....      | 18 |
| 7   | Management Measures.....                 | 20 |
| 7.1 | General Provisions.....                  | 20 |
| 7.2 | Operation Management.....                | 20 |
| 7.3 | Whole Process Management.....            | 20 |
| 8   | Testing Monitoring and Control.....      | 22 |
| 8.1 | General Provisions.....                  | 22 |
| 8.2 | Test Requirement.....                    | 22 |
| 8.3 | Monitoring and Control.....              | 25 |
| 9   | Evaluation Process.....                  | 27 |
| 9.1 | General Provisions.....                  | 27 |
| 9.2 | Design Pre-evaluation.....               | 27 |
| 9.3 | Operation Evaluation.....                | 28 |
| 9.4 | Whole Process Evaluation.....            | 28 |

|  |    |
|--|----|
| Appendix A Basic Information Table.....            | 30 |
| Appendix B Calculation and Accounting Methods..... | 38 |
| Explanation of Wording in This Standard.....       | 46 |
| List of Quoted Standards.....                      | 47 |
| Addition: Explanation of Provisions.....           | 48 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻落实国家碳达峰、碳中和有关法规政策，促进城乡建设领域绿色低碳发展，引导钢结构装配式建筑逐步实现低碳、近零碳、零碳和全过程零碳排放，规范零碳建筑评价，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建、扩建、改建及既有建筑低碳改造的钢结构装配式低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑和全过程零碳建筑的达标性测评评价。

**1.0.3** 钢结构装配式低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑和全过程零碳建筑的测评除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准和中国建筑节能协会现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 钢结构装配式建筑 prefabricated steel structure building

结构系统、外围护系统、内装系统、设备与管线系统的主要部分采用预制构件部品集成，其中结构系统由钢部（构）件构成，装配率不低于 50%的钢结构建筑。

### 2.0.2 钢结构装配式低碳建筑 prefabricated steel structure low 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资源，实现建筑碳排放量较基准建筑显著下降的钢结构装配式建筑。

### 2.0.3 钢结构装配式近零碳建筑 prefabricated steel structure nearly zero carbon building

在满足钢结构装配式低碳建筑的基础上，可进一步降低建筑本体碳排放、利用可再生能源资源，实现建筑碳排放量接近于零的钢结构装配式建筑。

### 2.0.4 钢结构装配式零碳建筑 prefabricated steel structure zero carbon building

在满足钢结构装配式近零碳建筑的基础上，充分挖掘可再生能源资源和建筑蓄能，并可结合绿色电力交易、绿色电力证书交易、碳排放权交易，对剩余碳排放进行抵消，实现建筑净碳排放量不大于零的钢结构装配式建筑。

### 2.0.5 钢结构装配式全过程零碳建筑 prefabricated steel structure whole process zero carbon building

在满足钢结构装配式零碳建筑技术指标的基础上，通过采用材料减量化设计、低碳建材、低碳结构形式等，并可结合绿色电力交易、绿色电力证书交易、碳排放权交易，对剩余碳排放进行抵消，实现包含建材生产及运输、建筑建造、运行、拆除全过程的碳排放量不大于零的钢结构装配式建筑。

### 2.0.6 基准建筑 reference building

以设计建筑模型为基础，且符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015 相关要求的建筑。

### 2.0.7 全过程建筑碳排放量 whole process building carbon dioxide emission

建材生产及运输、建造及拆除阶段碳排放量和建筑运行阶段自身能源消耗产生的碳排放量。

### **2.0.8 建筑碳排放量 building carbon dioxide emission**

在设定计算条件或实际运行条件下，以年为周期流入建筑红线内的能量和流出建筑红线外的能量，按碳排放因子换算为碳排放量后，两者的差值，即建筑运行阶段自身能源消耗产生的碳排放量。

### **2.0.9 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。

### **2.0.10 建筑降碳率 building carbon dioxide reducing rate**

在标准碳排放因子取值下，基准建筑碳排放量和设计建筑碳排放量的差值，与基准建筑碳排放量的比值。

### **2.0.11 绿色电力 green electricity**

符合国家有关政策要求的风电（含分散式风电和海上风电）、太阳能发电（含分布式光伏发电和光热发电）、常规水电、生物质发电、地热能发电、海洋能发电等已建档立卡的可再生能源发电项目所生产的全部电量。

### **2.0.12 绿色电力交易 green electricity trade**

以绿色电力产品为标的物的电力中长期交易，交易电力同时提供国家规定的绿色电力证书，用以发电企业、售电公司、电力用户等市场主体出售、购买绿色电力产品的需求。

### **2.0.13 绿色电力证书 green electricity certificate**

国家可再生能源信息管理中心按照国家能源局相关管理规定，依据可再生能源上网电量通过国家能源局可再生能源发电项目信息管理平台向符合资格的可再生能源发电企业颁发的具有唯一代码标识的电子凭证。绿色电力证书的计量单位为 MWh，1 个证书对应 1MWh 结算电量。

### **2.0.14 绿色电力证书交易 green electricity certificate trade**

证书认购参与人在绿色电力证书自愿认购平台上的自愿认购和出售行为。

### **2.0.15 场外等效可再生能源发电量 equivalent renewable energy electricity**

将建筑周边的可再生能源发电通过专用线路输送至建筑使用的电量。

### **2.0.16 碳排放权交易 carbon emissions trading**

以控制温室气体排放为目的，以温室气体排放权配额或温室气体减排信用为

标的物所进行的市场交易。

#### **2.0.17 电气化率 electrification rate**

建筑终端电力能源消费与终端全部能源消费转化为等效电力后的比值。

#### **2.0.18 柔性调节 flexible adjustment**

建筑及其使用者利用用电设备、储能（包括储电、储热、储冷）、建筑围护结构热惰性或用行为调整等手段，实现建筑用电功率和电量的主动调节。

#### **2.0.19 建筑碳排放等效电量限值 building carbon emission equivalent electricity limit value**

为满足建筑低碳、近零碳、零碳等级要求，单位建筑面积每年允许的最大等效用电量。

### 3 基本规定

**3.0.1** 钢结构装配式零碳建筑评价应以单栋建筑为评价对象。

**3.0.2** 钢结构装配式零碳建筑评价等级与评价类型应符合表 3.0.2 的相关规定。

**表 3.0.2 评价等级、评价类型、装配率**

| 评价等级          | 评价类型       | 装配率  |
|---------------|------------|------|
| 钢结构装配式低碳建筑    | 设计预评价或运行评价 | ≥50% |
| 钢结构装配式近零碳建筑   |            |      |
| 钢结构装配式零碳建筑    |            |      |
| 钢结构装配式全过程零碳建筑 | 全过程评价      |      |

**3.0.3** 评价内容由控制指标、控制措施与管理措施组成。

**3.0.4** 申请钢结构装配式零碳建筑测评的项目，在符合控制指标的基础上，应满足约束项要求，并在有条件的情况下满足引导项要求。

**3.0.5** 建筑碳排放计算应符合国家及中国建筑节能协会现行有关标准对碳排放计算与核算的要求。

**3.0.6** 申请评价方应对参评建筑进行技术经济性分析，选用适宜的技术、设备和材料；在规划、设计、施工、运行、拆除阶段对建筑碳排放量进行控制。申请评价方应对所提交资料的真实性和完整性负责。

## 4 控制指标

### 4.1 室内环境参数

4.1.1 钢结构装配式零碳建筑主要房间室内热湿环境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、《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785 等现行国家标准的相关规定。

4.1.2 钢结构装配式居住建筑主要功能房间的室内新风量不应小于  $30\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{人})$ 。钢结构装配式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。

### 4.2 碳排放指标

4.2.1 钢结构装配式低碳居住建筑碳排放强度不应高于式 4.2.1 规定的限值，其中  $E_l$  按表 4.2.1 选取。

$$C_l = E_l \times c_p \quad (4.2.1)$$

式中：

$C_l$ ——碳排放强度限值 [ $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ];

$E_l$ ——钢结构装配式低碳居住建筑碳排放等效电量限值 [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ];

$c_p$ ——电力平均二氧化碳排放因子，按本标准第 6.2.4 条选取。

表 4.2.1 钢结构装配式低碳居住建筑碳排放等效电量限值  $E_l$  [ $\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ]

| 气候区       | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷地区 | 夏热冬暖地区 | 温和地区 |
|-----------|------|------|--------|--------|------|
| 碳排放等效电量限值 | 42   | 34   | 34     | 38     | 30   |

注：本表仅适用于建筑碳排放强度限值的计算；当建筑计算自身实际碳排放强度时，应采用实际的用能类型和相应能源的碳排放因子，按照本标准的附录 B.0.6 的方法计算。

4.2.2 钢结构装配式低碳公共建筑碳排放指标应满足下列条件之一：

1 建筑降碳率应符合表 4.2.2-1 的规定：

表 4.2.2-1 钢结构装配式低碳公共建筑降碳率 (%)

| 气候区 | 严寒地区      | 寒冷地区      | 夏热冬冷地区    | 夏热冬暖地区 | 温和地区 |
|-----|-----------|-----------|-----------|--------|------|
| 降碳率 | $\geq 40$ | $\geq 35$ | $\geq 30$ |        |      |

2 建筑碳排放强度不应高于式 4.2.1 规定的限值，其中  $E_l$  按表 4.2.2-2 选取。

表 4.2.2-2 钢结构装配式低碳公共建筑碳排放等效电量限值  $E$  [kWh/(m<sup>2</sup>·a)]

| 气候区    | 建筑面积 <20000m <sup>2</sup> 的办公建筑 | 建筑面积 ≥20000m <sup>2</sup> 的办公建筑 | 建筑面积 <20000m <sup>2</sup> 的酒店建筑 | 建筑面积 ≥20000m <sup>2</sup> 的酒店建筑 | 商场建筑 | 医院建筑 (医技综合楼) | 学校建筑 (教学楼) |
|--------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------|--------------|------------|
| 严寒地区   | 48                              | 66                              | 64                              | 86                              | 162  | 126          | 32         |
| 寒冷地区   | 46                              | 62                              | 62                              | 82                              | 142  | 112          | 36         |
| 夏热冬冷地区 | 42                              | 56                              | 71                              | 84                              | 138  | 118          | 40         |
| 夏热冬暖地区 | 48                              | 58                              | 68                              | 88                              | 150  | 128          | 52         |
| 温和地区   | 34                              | 44                              | 54                              | 60                              | 113  | 90           | 24         |

注：本表仅适用于建筑碳排放强度限值的计算，按公式 4.2.1 进行计算；当建筑计算自身实际碳排放强度时，应采用实际的用能类型和相应能源的碳排放因子，按照本标准的附录 B.0.6 的方法计算。

4.2.3 钢结构装配式近零碳居住建筑碳排放强度不应高于式 4.2.3 规定的限值，其中  $E_n$  按表 4.2.3 选取。

$$C_n = E_n \times c_p \quad (4.2.3)$$

式中：

$C_n$ ——碳排放强度限值[kgCO<sub>2</sub>e/(m<sup>2</sup>·a)]；

$E_n$ ——钢结构装配式近零碳居住建筑碳排放等效电量限值[kWh/(m<sup>2</sup>·a)]；

$c_p$ ——电力平均二氧化碳排放因子，按本标准第 6.2.4 条选取。

表 4.2.3 钢结构装配式近零碳居住建筑碳排放等效电量限值  $E_n$  [kWh/(m<sup>2</sup>·a)]

| 气候区    | 太阳总辐射年辐照量等级 | 碳排放等效电量限值 |
|--------|-------------|-----------|
| 严寒地区   | A           | 24        |
|        | B           | 26        |
|        | C           | 28        |
| 寒冷地区   | A           | 22        |
|        | B           | 24        |
|        | C           | 26        |
| 夏热冬冷地区 | C           | 24        |
|        | D           | 26        |
| 夏热冬暖地区 | B           | 24        |
|        | C           | 26        |
| 温和地区   | B           | 18        |
|        | C           | 20        |
|        | D           | 22        |

注：本表仅适用于建筑碳排放强度限值的计算；当建筑计算自身实际碳排放强度时，应采用实际的用能类型和相应能源的碳排放因子，按照本标准的附录 B.0.6 计算。

#### 4.2.4 钢结构装配式近零碳公共建筑碳排放指标应满足下列条件之一：

1 建筑降碳率应符合表 4.2.4-1 的规定：

表 4.2.4-1 钢结构装配式近零碳公共建筑降碳率（%）

| 气候区 | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷地区 | 夏热冬暖地区 | 温和地区 |
|-----|------|------|--------|--------|------|
| 降碳率 | ≥55  | ≥50  | ≥45    |        |      |

2 建筑碳排放强度不应高于式 4.2.3 规定的限值，其中  $E_n$  按表 4.2.4-2 选取。

表 4.2.4-2 钢结构装配式近零碳公共建筑碳排放等效电量限值  $E_n$  [kWh/(m<sup>2</sup>·a)]

| 气候区    | 太阳总辐射年辐照量等级 | 建筑面积 <20000m <sup>2</sup> 的办公建筑 | 建筑面积 ≥20000m <sup>2</sup> 的办公建筑 | 建筑面积 <20000m <sup>2</sup> 的酒店建筑 | 建筑面积 ≥20000m <sup>2</sup> 的酒店建筑 | 商场建筑 | 医院建筑（医技综合楼） | 学校建筑（教学楼） |
|--------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------|-------------|-----------|
| 严寒地区   | A           | 35                              | 53                              | 44                              | 64                              | 130  | 107         | 22        |
|        | B           | 37                              | 55                              | 46                              | 66                              | 134  | 111         | 24        |
|        | C           | 39                              | 57                              | 48                              | 68                              | 138  | 114         | 26        |
| 寒冷地区   | A           | 31                              | 48                              | 42                              | 58                              | 110  | 99          | 26        |
|        | B           | 33                              | 50                              | 46                              | 60                              | 114  | 100         | 28        |
|        | C           | 35                              | 52                              | 50                              | 62                              | 118  | 102         | 30        |
| 夏热冬冷地区 | C           | 32                              | 45                              | 49                              | 58                              | 110  | 100         | 32        |
|        | D           | 34                              | 47                              | 53                              | 60                              | 114  | 104         | 34        |
| 夏热冬暖地区 | B           | 33                              | 46                              | 50                              | 64                              | 118  | 106         | 42        |
|        | C           | 35                              | 48                              | 54                              | 68                              | 120  | 110         | 44        |
| 温和地区   | B           | 22                              | 37                              | 34                              | 44                              | 86   | 78          | 16        |
|        | C           | 24                              | 39                              | 36                              | 46                              | 90   | 82          | 18        |
|        | D           | 26                              | 41                              | 40                              | 50                              | 94   | 84          | 20        |

注：本表仅适用于建筑碳排放强度限值的计算，按公式 4.2.3 进行计算；当建筑计算自身实际碳排放强度时，应采用实际的用能类型和相应能源的碳排放因子，按照本标准的附录 B.0.6 计算。

#### 4.2.5 钢结构装配式零碳建筑碳排放指标应符合下列条件之一：

1 碳排放强度不应大于零；

2 在建筑碳排放指标符合本标准 4.2.3 或 4.2.4 条规定的基础上，通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易等市场化交易机制减排量扣减剩余碳排放量后，建筑净碳排放量不应大于零。

#### 4.2.6 钢结构装配式全过程零碳建筑应符合下列规定：

- 1 应符合本标准 4.2.5 条的规定；
- 2 新建建筑使用绿色建材的比例不应低于 70%；
- 3 通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易等市场化交易机制减排量扣减剩余碳排放量后，建筑全过程排放量不应大于零；
- 4 建筑碳排放计算报告中应包含建材生产与运输、建筑建造和建筑运行阶段的计算结果。

### 4.3 碳排放抵消

4.3.1 钢结构装配式零碳建筑碳排放计算不计入非建筑降碳技术措施产生的碳抵消量。

4.3.2 钢结构装配式零碳建筑的碳排放抵消量应不超过基准建筑碳排放总量的55%，其中通过碳信用产品实现的碳抵消量应不超过基准建筑碳排放总量的20%。

4.3.3 碳排放权交易的产品应为中国国内相关交易机制签发或在中国境内开发的减排项目，绿色电力和绿色电力证书仅可抵消因电力消耗所产生的碳排放。

4.3.4 使用绿色电力证书交易或绿色电力交易进行抵消的零碳建筑，应具备负荷柔性调节能力并满足表 4.3.4 的规定：

表 4.3.4 不同碳抵消比例下的负荷柔性调节能力指标

| 绿电、绿证抵消量占基准建筑碳排放量的比例 P | $0% < P \leq 10\%$ | $10% < P \leq 20\%$ | $20% < P \leq 30\%$ | $30% < P \leq 40\%$ | $40% < P$   |
|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| 最大调节电力负荷削减量与基线电力负荷之比   | $\geq 10\%$        | $\geq 20\%$         | $\geq 30\%$         | $\geq 40\%$         | $\geq 50\%$ |
| 响应时间                   | 300s               | 120s                | 120s                | 120s                | 120s        |
| 响应速率                   | 15%/min            |                     |                     |                     |             |
| 持续时间                   | 30min              | 1h                  | 1h                  | 1h                  | 2h          |

4.3.5 当钢结构装配式零碳建筑结合绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易进行设计预评价时，应提供不少于建筑 5 年运行期的电力用量或碳排放当量的交易产品证明；进行运行评价时，可先使用设计阶段预购买的交易产品进行扣减，当设计阶段预购买的交易产品扣减完时，应购买不少于 1 年运行期的交易产品。

4.3.6 当钢结构装配式全过程零碳建筑结合绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易进行全过程评价时，应提供不少于 5 年运行期的电力用量或碳排放当量的交易产品证明，且应购买建材生产及运输、建造及拆除阶段全部电力用量或碳排放当量的交易产品。

## 5 控制措施

### 5.1 一般规定

5.1.1 钢结构装配式零碳建筑本体节能率应符合下列规定：

- 1 钢结构装配式低碳建筑本体节能率达到 10%以上；
- 2 钢结构装配式近零碳及零碳建筑本体节能率达到 15%以上。

5.1.2 申请钢结构装配式零碳建筑运行评价与全过程评价的项目，应同时满足建筑设计、施工相关约束项要求。

### 5.2 约束项

#### I 零碳设计及选材

5.2.1 钢结构装配式零碳建筑应采用性能化设计方法，优化设计方案和结构体系，提升自身性能、降低碳排放。

5.2.2 设计阶段应采用标准化、模块化、集成化设计，并统筹设计、采购、施工协同，标准化部品部件的应用比例应满足 A 级装配式建筑的要求。

5.2.3 钢结构装配式零碳建筑应优先采用绿色低碳建材，建材选择应符合下列规定：

1 优先使用获得绿色低碳建材标识（或认证）的或有明确碳标签（或认证）的材料、部品部件；

2 优先选用低碳、零碳、负碳材料；

3 因地制宜采用本地建材，降低建材运输碳排放，在 500km 以内生产的主要建筑材料重量占建筑材料总重量的比例不低于 70%；

4 在满足同等保温水平目标下，应选择碳排放强度更低的保温材料；

5 结构用钢应采用高强钢材，其中 Q355 及以上强度等级钢材用量占钢材总用量的比例不低于 50%；

6 在满足设计要求前提下，宜采用短流程钢、再生钢等具有低碳属性的钢材。

5.2.4 钢结构装配式零碳建筑应减少装饰性建筑材料使用，宜采用易维护更换的装饰装修体系、材料和产品。

5.2.5 建筑围护结构的热桥传热系数、平均传热系数等性能参数应与能耗计算书、碳排放计算报告中的数据保持一致。严寒和寒冷地区设计应采用高性能的建筑保温隔热系统及门窗系统，并进行热桥和气密性专项设计，夏热冬冷和夏热冬暖地

区设计应提升建筑遮阳性能和围护结构性能，并满足以下要求：

1 新建钢结构装配式零碳建筑全年供暖年耗热量与供冷年耗冷量的总量较基准建筑降低 10%以上；

2 既有钢结构装配式零碳建筑全年供暖年耗热量与供冷年耗冷量的总量较改造前建筑方案降低 10%以上。

**5.2.6** 既有钢结构装配式零碳建筑应对建筑降碳性能进行诊断，降碳性能诊断宜包括但不限于下列内容：

1 建筑外围护结构现状及热工性能；

2 室内热湿环境、室内空气质量；

3 供暖通风空调及生活热水供应系统、给排水系统、供配电与照明系统等机电系统。

**5.2.7** 既有钢结构装配式零碳建筑应根据降碳性能诊断和降碳潜力评估结果，从技术可行性、经济实用性等方面进行综合分析，制定合理可行、有针对性的改造设计方案，建筑本体能效不应低于基准建筑能效水平。

**5.2.8** 既有钢结构装配式零碳建筑应根据项目实际情况进行围护结构性能提升设计，且应符合下列规定：

1 严寒和寒冷地区建筑改造设计时，应重点对围护结构热工性能薄弱部位进行改造，并应对可能产生热桥的部位进行分析计算，提供细部的节点构造设计；

2 夏热冬冷和夏热冬暖地区改造设计时应提升建筑遮阳隔热性能，可采用固定、可调遮阳设施，或采用可调节太阳得热系数（SHGC）的调光玻璃进行遮阳性能优化，对非透光围护结构进行外遮阳改造时，遮阳设施与主体结构应安装牢固；

3 对外窗、透光幕墙、采光顶等透光围护结构进行改造时，可根据诊断结果和具体情况，采用更换整窗、加窗的方法满足外窗热工性能要求，并兼顾自然通风与自然采光要求。

**5.2.9** 机电系统设备设计与选型应根据建筑规模、使用特征、结合当地能源结构，经技术经济性分析综合论证后确定，并符合以下规定：

1 新建电梯能效等级不应低于现行国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第 2 部分：电梯的能量计算与分级》GB/T 30559.2 和《电梯、自动

扶梯和自动人行道的能量性能 第 3 部分：自动扶梯和自动人行道的能量计算与分级》GB/T 30559.3 规定的 B 级能效要求，宜满足 A 级能效要求；电梯电机不应低于现行国家标准《永磁同步电动机能效限定值及能效等级》GB 30253 的 2 级能效要求，宜满足 1 级能效的要求，并宜采取能量反馈、群控等节能控制方式；

2 当进行电梯、自动扶梯更换时，更换后的电梯、自动扶梯的能效等级不应低于现行国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第 2 部分：电梯的能量计算与分级》GB/T 30559.2 和《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第 3 部分：自动扶梯和自动人行道的能量计算与分级》GB/T30559.3 规定的 B 级能效要求，电梯电机不应低于现行国家标准《永磁同步电动机能效限定值及能效等级》GB 30253 的 2 级能效要求。

3 电器产品的能效水平不应低于能效等级 2 级的要求，宜满足能效等级 1 级的要求；

4 电力变压器、电动机和交流接触器的能效水平不应低于能效水平 2 级的要求；

5 经评估需改造电气系统时，更换后的电力变压器、电动机和交流接触器的能效水平不应低于能效水平 2 级的要求。

**5.2.10** 建筑应选择 LED 照明产品，照明功率密度应在现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 第 3.3.7 条规定的基础上下降 20% 以上，并宜采用智能照明调光控制系统。

**5.2.11** 建筑冷热源系统的设备选型应根据建筑规模、使用特征并结合当地能源结构，经技术经济性分析论证后确定，且应符合下列规定：

1 建筑供暖热源系统应优先采用太阳能、空气能、地热、生物质、工业余热、废热等非化石能源，宜实现建筑供暖 100% 电气化；

2 建筑供冷冷源系统设备能效水平不应低于能效等级 2 级的要求，宜满足能效等级 1 级的要求；

3 当既有建筑的空调系统冷水机组、多联机及分散式空调设备低于能效水平 2 级的要求时，应进行设备改造升级；

4 建筑规模大于 50000m<sup>2</sup> 的钢结构装配式近零碳建筑及零碳建筑应进行高效制冷机房专项设计，且不应低于现行中国建筑节能协会标准《高效制冷机房技

术规程》T/CECS 1012 规定的能效等级 2 级的要求；

5 生活热水制备、泳池水加热等系统应优先利用太阳能、空气能等可再生能源或余热、废热作为热源，并应采用高效设备。

## II 绿色低碳施工

5.2.12 钢结构装配式全过程零碳建筑应制定低碳施工方案与技术措施，且应符合下列规定：

- 1 应明确施工建造全过程碳排放目标，建立能源资源消耗台账，开展用电、用油等各类能源消耗计量，材料消耗量统计，开展施工过程碳盘查；
- 2 应制定建筑垃圾减量化专项方案，建筑垃圾产生量应控制在不大于  $20\text{kg}/\text{m}^2$ ；
- 3 应对施工产生的建筑垃圾分类收集及再利用，建筑垃圾回收再利用率应达到 50%以上；
- 4 应制定临时设施和周转材料隐含碳排放降碳专项方案，除现场模板外的非实体材料可重复使用率不应低于 70%；
- 5 应制定钢结构专项防锈方案，采用高性能防锈防腐材料，提升耐腐蚀涂层使用年限，减少运行阶段的除锈翻新次数。

5.2.13 螺栓连接等非现场焊接的永久连接节点占现场全部永久连接节点的数量比例不应低于 50%。

5.2.14 施工现场的生产、生活、办公等配套用房应采用保温隔热、遮阳等被动式节能措施，应采用周转次数高的模块化集成房屋，条件允许时宜设置光伏、充电桩、模块化储能等基础设施，降低办公区、施工区的用能碳排放。

5.2.15 室外道路、消防管道、现场围挡及雨水收集利用设施等宜实现永临结合。

## III 低碳智慧运营

5.2.16 建筑供配电系统应具备实时监测、计量、分析、智能调度等管理功能。

5.2.17 应根据供冷季、供暖季及建筑年度运行能耗和碳排放监测数据，分析钢结构装配式零碳建筑的运行状态，评估建筑的碳排放水平，并提供相应报告文件。

5.2.18 建筑正式运营前应开展设备系统调试，实现设备性能与设计目标的精准匹配。

## IV 可再生能源利用

**5.2.19** 钢结构装配式零碳建筑应使用至少一种可再生能源,包括太阳能、地热能、风能、空气能、工业余热、生物质能等。

**5.2.20** 当采用建筑光伏发电系统时,光伏系统发电的建筑自消纳比例不应低于20%。

**5.2.21** 当可再生能源发电能够为炊事系统提供电力供应,或建筑所在地的市政电力清洁化水平较高时,炊事用能应采用电力系统。

### **5.3 引导项**

#### **I 零碳设计及选材**

**5.3.1** 钢结构装配式零碳建筑宜采用全电气化设计。

**5.3.2** 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。

**5.3.3** 居住建筑宜进行全装修交付,公共建筑的公共区域装修宜实现设计建造一体化。

**5.3.4** 新建的钢结构装配式零碳建筑宜预留“房网互动”“车网互动”“车房互动”等与电网友好交互的接口。

#### **II 绿色低碳施工**

**5.3.5** 钢结构装配式零碳建筑施工宜与设计、材料运输等进行有效协同,降低施工现场的材料损耗,减少碳排放。

**5.3.6** 为减少资源浪费,宜建立钢结构部品部件工程弃料的分类、再利用、再生利用全流程管理制度,并宜采用以下措施:

1 有色金属类工程弃料不宜与黑色金属类工程弃料混合处理;

2 可再利用的块状、管状、条状等金属弃料宜通过切割、焊接等手段加以利用。

**5.3.7** 钢结构装配式零碳建筑宜采用装配化装修,内装系统应与结构系统、外围护系统、设备与管线系统一体化设计建造。

#### **III 低碳智慧运营**

**5.3.8** 钢结构装配式零碳建筑宜设置楼宇自控系统,实现低碳运行。

**5.3.9** 运行阶段宜采用电炊事、电热水器等电气化设备,减少建筑直接碳排放。

**5.3.10** 蒸汽压缩循环的冷水(热泵)机组应优先使用低全球变暖潜能值(GWP)

的替代制冷剂，并采取有效防泄漏措施。

#### IV 可再生能源利用

**5.3.11** 钢结构装配式零碳建筑宜接入虚拟电厂管理平台，年度有效参与电网调节次数宜不少于电网发布需求响应邀约次数的 50%。

**5.3.12** 钢结构装配式零碳建筑周边的电动车充电桩，宜接入建筑可再生能源微网系统中。

## 6 计算与核算

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 钢结构装配式零碳建筑的碳排放核算周期应符合下列规定：

- 1 低碳、近零碳、零碳建筑的碳排放核算应以年为周期；
- 2 全过程零碳建筑碳排放核算以设计文件明确的使用年限为周期进行核算；
- 3 当建筑在设计使用年限前停止使用并拆除，应以实际使用年限进行核算。

**6.1.2** 钢结构装配式全过程零碳建筑碳排放核算应包含材料生产、施工建造、运行维护、报废拆除四个阶段，各阶段的碳排放核算应符合国家、行业等现行相关标准的规定。

**6.1.3** 钢结构装配式零碳建筑的碳排放核算应符合下列规定：

- 1 项目边界范围内自产自用的可再生能源，纳入碳排放指标；
- 2 项目边界范围内生产的新能源上网部分，不纳入碳排放指标，但可作为单独项报告；
- 3 绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易的抵消量，不纳入碳排放指标。

### 6.2 设计（运行）评价阶段

**6.2.1** 申请设计阶段评价的钢结构装配式零碳建筑的碳排放计算应符合下列规定：

- 1 应通过逐时动态模拟软件计算各系统能源消耗量及碳排放，碳排放应根据各用能系统不同类型能源消耗量和不同类型能源的碳排放因子确定；
- 2 应通过可再生能源发电逐时动态模拟软件计算确定可再生能源的减排量；
- 3 碳排放计算应以施工图等设计文件为依据；
- 4 碳排放计算应符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 的要求。

**6.2.2** 申请运行阶段评价的钢结构装配式零碳建筑的碳排放核算应基于监测数据核算碳排放，并应符合下列规定：

- 1 基于建筑各用能系统的运行计量数据；
- 2 排放源应计入直接碳排放和间接碳排放；
- 3 核算范围包括建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、插座与炊事等全部运行阶段能源消耗产生的碳排放，以及运行阶段可再生能源使用、外购

绿电绿证的抵消量。

**6.2.3** 通过建筑配电系统向电动交通工具提供的电力，应从建筑监测能耗数据中扣除；电动交通工具反向向建筑配电系统提供的电力则计入建筑能耗。

**6.2.4** 建筑碳排放计算与核算的电力平均二氧化碳排放因子选取应符合下列规定：

1 当建筑进行设计阶段评价时，计算基准建筑碳排放量所采用的电力平均二氧化碳排放因子取值应为  $0.5568\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ，计算设计建筑碳排放量所采用的电力平均二氧化碳排放因子取值应为  $0.5\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ；

2 在计算市场化交易减排量时，电力平均二氧化碳排放因子应采用计算基准建筑碳排放量所采用的电力平均二氧化碳排放因子；

3 当建筑进行运行评价时，核算所有碳排放指标及市场化交易减排量时所采用的电力平均二氧化碳排放因子应采用生态环境部发布的建筑所在区域省级电力平均二氧化碳排放因子或上一年度建筑所在区域市级行政主管部门发布的电力平均二氧化碳排放因子。

**6.2.5** 当建筑接入外部冷/热源时，在明确冷/热源形式的情况下，应采用冷/热源实际排放因子计算碳排放。

**6.2.6** 运行阶段碳排放宜统计逸散型排放源所产生的排放，如空调、消防系统、化粪池等逸散的温室气体。

### 6.3 全过程评价阶段

**6.3.1** 钢结构装配式零碳建筑在建造阶段的碳排放应符合下列规定：

1 新建建筑建造阶段的能源用量应根据施工阶段能源资源消耗台账确定；

2 既有建筑建造阶段的能源用量可根据竣工验收材料中的“人材机”表确定，当相关资料数据难以获取或不完整时，也可采用工序能耗估算法计算；

3 建造阶段的碳排放核算分析应满足《建筑施工企业碳排放统计核算标准》T/CABEE 099-2025 的相关要求。

**6.3.2** 建材隐含碳排放应符合下列规定：

1 建材消耗量通过材料采购清单、工程资料等工程建设相关技术文件确定；

2 建材生产阶段的碳排放因子优先采用企业通过生命周期评价方法且经第三方专业机构验证获得的排放因子；当无第三方提供时，碳排放因子可按现行国家、行业相关标准进行选取；

3 建材运输阶段的碳排放因子应包含建材从生产地到施工现场的运输过程的直接碳排放和运输过程所耗能源产生的碳排放,建材运输阶段的碳排放因子可按现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 进行选取。

**6.3.3** 建筑拆除、外运和回收处理阶段的碳排放核算宜包括垃圾废弃物由场地运输到处理地点的直接碳排放和运输过程间接碳排放。

## 7 管理措施

### 7.1 一般规定

7.1.1 钢结构装配式零碳建筑应建立健全碳排放管理体系，提升建筑零碳管理水平并持续改进。

### 7.2 运行管理

7.2.1 根据设备运行情况和监测反馈结果，动态调试运行参数与控制策略，优化能源利用效率。

7.2.2 应对运行阶段的废弃物实施低碳化管理，设置分类投放回收或处理的专用设施与固定场所，并应采取以下措施：

- 1 对可能产生污染的废弃物采取措施，减少或避免甲烷产生；
- 2 对运营过程中产生的生活垃圾设置分类收集设施；
- 3 宜定期公布生活垃圾分类收集率。

7.2.3 运行阶段宜借助人工智能（AI）技术实现零碳精细化管理：

- 1 需求响应优化：AI 预测建筑的能源需求，自动调节用能策略；
- 2 设备健康监测：AI 持续监测设备健康状况，提高设备运行整体效率；
- 3 预测性维护：AI 预测建筑部品部件安全性，降低安全风险。

7.2.4 运行阶段应降低钢构件维护过程的碳排放，具体要求包括但不限于以下措施：

- 1 应优先选用低碳防锈涂料、低碳耐火涂料等低 GWP 或无温室气体挥发的涂料；
- 2 涂装使用寿命宜匹配建筑设计年限；
- 3 满足国标防锈性能，且除锈维护过程中无大量温室气体排放；
- 4 制定环保施工养护方案，采用节能工艺，减少能耗与废弃物。

### 7.3 全过程管理

7.3.1 提升钢结构装配式零碳建筑的全过程碳管理能力，应符合下列规定：

- 1 将碳排放指标纳入采购机制；
- 2 开展碳信息追踪比较，并分析对全过程零碳建筑的影响；
- 3 建立配套碳管理保障机制，建立碳信息溯源管理制度等有助于提升全过程降碳能力的举措和制度。

7.3.2 应完善建筑隐含碳的管理制度或专项方案,加强施工管理及绿色低碳运输,降低材料消耗、降低碳排放。

## 8 检测、监测与控制

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 申请运行评价与全过程评价的钢结构装配式零碳建筑，应提交室内环境、围护结构、能源设备及光储微网系统检测报告，且应符合下列规定：

1 检测报告应包括建筑降碳技术方案中所列降碳技术措施；

2 当竣工验收阶段已完成相应技术措施的工程质量验收时，可提交竣工验收时的材料、设备、构件的质量证明文件、进场检验记录、进场复验报告、竣工验收现场检验报告；

3 当所列降碳技术在竣工验收时不具备检测条件、未进行相关检测或无法提供设备质量证明及进场复验报告时，应在评价前进行专项检测，且应符合本标准 8.2 节的规定；

4 本标准 8.2 节未涉及的建筑应用的降碳技术措施，应根据相关国家标准要求进行检测。

**8.1.2** 检测应在工程竣工文件和有关技术资料准备齐全的基础上进行，检测使用的仪器、仪表应在合格检定或校准合格有效期内，精度等级及最小分度值应能满足工程性能测定的要求。

**8.1.3** 申请运行评价与全过程评价的钢结构装配式零碳建筑，应提交建筑室内环境、建筑使用率、建筑能耗与可再生能源系统的全年监测结果。

### 8.2 检测要求

#### I 室内环境

**8.2.1** 建筑室内环境检测包括温度、湿度、新风量和室内照明环境，且应记录检测时的室外气象条件。

**8.2.2** 室内温度、湿度检测应符合下列规定：

1 室内温度、湿度检测应按供暖空调系统形式抽测，当系统形式不同时每种系统形式均应检测；抽检比例应为建筑房间总量的 3%~5%，且每种系统不应小于 1 间；

2 居住建筑室内温度检测应符合现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 的相关规定，湿度检测应按照室内温度检测的布点形式、检测要求和计算规则执行；公共建筑室内温度、湿度检测应符合现行行业标准《公共建筑节能

能检测标准》JGJ/T177 的相关规定；

3 当室内温度、湿度检测结果符合设计要求时，则判定为合格。

**8.2.3 新风量检测应符合下列规定：**

1 新风量检测应按空调面积比例抽测，当系统形式不同时，每种系统形式均应检测；抽检比例应为建筑房间总量的 3%~5%，且每种系统不应小于 1 间；

2 送风口或新风口风量应采用风口风量法进行检测，检测应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关规定；

3 当室内新风量检测结果符合设计要求时，则判定为合格。

**8.2.4 建筑室内照明环境检测应符合下列规定：**

1 照明环境检测应包括照度检测和照明功率密度检测；

2 照明环境检测应依据现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定的场所类型，对典型场所进行随机抽样测量，同类场所测量的数量不应少于 5% 且不应少于 2 个，不足 2 个时应全部检测；

3 照明环境检测条件应符合现行国家标准《照明测量方法》GB/T 5700 的相关规定；

4 当室内照明环境检测结果符合设计要求时，则判定为合格。

## II 建筑围护结构热工性能检测

**8.2.5 非透光外围护结构热工性能检测应包含围护结构热工缺陷和外墙（屋面）主体部位传热系数，且应符合下列规定：**

1 非透光外围护结构热工性能检测应符合现行标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T132、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177 的相关规定；

2 热工缺陷检测的受检内表面因缺陷区域导致的能耗增加比值小于 5%，且单块缺陷面积小于 0.3m<sup>2</sup>，则判定为合格；

3 主体部位传热系数的检测值小于或等于设计值，且符合国家现行有关标准的规定，则判定为合格。

**8.2.6 透光围护结构热工性能检测应符合下列规定：**

1 建筑外窗传热系数应依据现行国家标准《建筑外门窗保温性能分级及检测方法》GB/T 8484 进行实验室检测；

2 建筑幕墙传热系数应依据现行国家标准《建筑幕墙保温性能分级及检测方

法》GB/T 29043 进行实验室检测；

3 当透光围护结构热工性能检测结果符合设计要求时，则判定为合格。

**8.2.7** 当采用气密性设计时，应进行建筑整体气密性检测，且应依据现行团体标准《建筑整体气密性能检测及性能评价标准》T/CECS 704 进行检测，当检测值满足设计要求时，则判定为合格。

### III 能源设备检测

**8.2.8** 当建筑新风系统具备新风热回收装置时，应对热回收装置的风量、送回风温度、风机单位风量耗功率、交换效率进行检测，且应符合下列规定：

1 对于新风量小于或等于 3000m<sup>3</sup>/h 的热回收装置，新风设备性能可通过产品检测检验及进场复验报告进行判定，对于新风量大于 3000m<sup>3</sup>/h 的热回收装置均应进行现场检测；

2 抽检比例不应少于热回收新风机组总数量的 5%，不同型号的热回收新风机组检测数量不应少于 1 台；

3 检测方法应符合协会现行标准《近零能耗建筑测评标准》T/CABEE 003 的相关规定；

4 当检测值满足设计要求时，则判定为合格。

**8.2.9** 当建筑采用环控一体机时，应对内循环风量、新风量、排风量、单位风量耗功率、热回收效率、机组制热（制冷）性能系数进行检测，且应符合下列规定：

1 抽检比例不应少于环控一体机总数量的 5%；不同型号的环控一体机检测数量不应少于 1 台；

2 检测方法应符合现行团体标准《近零能耗建筑检测评价标准》T/CECS740 的相关规定；

3 当检测值满足设计要求时，则判定为合格。

**8.2.10** 当建筑进行高效制冷机房专项设计时，应对制冷机房综合能效进行检测，且应依据现行团体标准《高效制冷机房技术规程》T/CECS 1012 进行检测，当检测值满足设计要求时，则判定为合格。

### IV 光储微网系统检测

**8.2.11** 太阳能光电系统检测应包含系统的光电转换效率和发电量，且应符合下列规定：

1 当太阳能光伏系统的太阳能电池组件类型、系统与公共电网的关系相同，且系统装机容量偏差在 10%以内时，应视为同一类型太阳能光伏系统；同一类型太阳能光伏系统被测试数量应为该类型系统总数量的 5%，且不得少于 1 套；

2 太阳能光电系统短期检测应按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 对光电转换效率测试的要求进行。

**8.2.12** 太阳能光热系统检测应符合下列规定：

1 太阳能热利用系统检测应测试系统的生活热水供热量、供暖系统供热量和空调系统供冷量；

2 太阳能热利用系统短期测试应按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801 对太阳能热利用系统的生活热水供热量、供暖系统供热量、空调系统供冷量、系统总能耗进行测试。

**8.2.13** 通过近零碳等级评价、零碳等级评价的钢结构装配式建筑，在进行运行评价时应对建筑电力负荷调节能力进行测试，测试应包括响应时间、响应速度和持续调节时间，测试方法应符合现行团体标准《建筑光储直柔系统评价标准》T/CABEE055 的相关规定。

### 8.3 监测与控制

**8.3.1** 建筑室内环境监测系统应包含但不限于温度、湿度、二氧化碳浓度、新风量等，监测点应包含主要功能房间。

**8.3.2** 建筑能耗应按外购冷量、外购热量、电力及化石能源等不同用能形式进行监测计量，且应符合下列规定：

- 1 新建、扩建和改建的钢结构装配式公共建筑应进行分类分项计量；
- 2 既有钢结构装配式公共建筑应能区分供暖空调能耗与其他能耗；
- 3 钢结构装配式居住建筑应能区分供暖空调能耗与其他能耗。

**8.3.3** 光伏监测系统包括但不限于下列参数：

- 1 室外温度、太阳总辐射、室外风速；
- 2 光电系统逆变前发电量、光电系统逆变后发电量、光伏系统发电使用量和并网点并网量。

**8.3.4** 设备系统应建立综合调试制度，并进行综合能效调适。综合调适制度应明确各参与方的职责、调适流程、调适内容、工作范围、调适人员、时间计划及相

关配合事宜。并每年开展一次零碳建筑普及宣传，编制钢结构装配式零碳建筑使用手册并分发至用户。

**8.3.5** 应根据供冷季、供暖季及建筑年度运行能耗和碳排放数据，分析建筑的运行状态，并评估建筑的碳排放水平，修正下一季或下一年度的运行策略，并提供相应报告文件。

**8.3.6** 钢结构装配式零碳建筑应对下列内容进行单独计量和监测：

- 1 建筑可再生能源发电量、使用量和并网量；
- 2 电动车充电桩充放电量；
- 3 蓄能系统蓄放的能量。

**8.3.7** 建筑碳排放管理系统的计量监测应符合下列规定：

- 1 采用具有远传功能的智能计量表具和传感器；
- 2 计量表具和传感器精度应满足建筑运维管理和碳核查要求；
- 3 数据采集频率和存贮周期应满足碳排放核查要求和建筑机电系统运行要求；
- 4 具备碳排放数据的查询、预警、记录和下载功能；
- 5 具备数据安全性、准确性和可靠性自动校验功能。

## 9 评价流程

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 设计预评价与运行评价应以年为周期，全过程评价应以使用年限为周期。当设计文件不能提供时，其评价周期应按 50 年计算。

**9.1.2** 第三方评价机构应按本标准有关要求，对申请评价方提交的文件进行技术审查，必要时应进行现场核查。

**9.1.3** 当设计建筑满足本标准第 4.2.1 条和第 4.2.2 条规定的低碳建筑碳排放指标的规定，并满足下列条件时，可判定为近零碳建筑：

1 具备建筑负荷柔性调节能力，且最大调节电力负荷削减量不小于基线电力负荷的 20%；

2 建筑柔性响应时间不大于 300s，响应速率不小于可调节负荷容量的 15%/min，持续调节时间不小于 1h；

3 通过建筑电气化替代和减少化石能源使用，且建筑电气化率不低于 90%。

**9.1.4** 当设计建筑满足本标准第 4.2.3 条和第 4.2.4 条规定的近零碳建筑碳排放指标的规定，并满足下列条件时，可判定为零碳建筑：

1 具备建筑负荷柔性调节能力，且最大调节电力负荷削减量不小于基线电力负荷的 20%；

2 建筑柔性响应时间不大于 120s，响应速率不小于可调节负荷容量的 15%/min，持续调节时间不小于 2h；

3 建筑用能全部由非化石能源提供，且建筑电气化率达到 100%。

### 9.2 设计预评价

**9.2.1** 设计预评价应在建筑工程施工图设计完成后进行。

**9.2.2** 申请设计预评价应提交下列材料：

1 基本信息表；

2 评价申报书。包括但不限于建筑降碳技术方案、建筑能耗、光伏系统发电量及用电量、碳排放等模拟计算文件、碳排放管理方案；

3 图纸材料及相关计算书。包括但不限于建筑总平面图、建筑专业施工图及设计说明，工程做法表、关键节点大样图、热桥计算书；暖通空调专业施工图及计算书；给排水专业施工图及计算书；电气专业施工图及计算书；可再生能源专

项施工图及计算书；建筑智能化及能耗监测系统施工图等；

4 绿色电力交易、绿色电力证书交易及碳排放权交易证明材料，包括但不限于购买绿电合同、发票、凭证，其他形式碳抵消的合同和发票等。

### 9.3 运行评价

9.3.1 钢结构装配式零碳建筑运行评价应在投入使用的面积达到建筑面积 60%以上，并满足正常运行满一年的要求。

9.3.2 运行评价现场核查时，建筑应处于开放运行状态，确保碳排放等相关数据的真实性。

9.3.3 运行评价所需提交包含但不限于下列材料：

1 基本信息表；

2 本标准第9.2.2条规定的文件，或设计预评价标识；

3 建筑竣工验收文件；

4 运行评价申报书。包括但不限于降碳技术方案、建筑使用率、运行方式等使用情况，建筑全年碳排放分析报告，太阳能光伏发电、太阳能光热系统，地源热泵、空气源热泵等能源系统运行效率分析报告，建筑使用人员后评估报告、运行管理资料；

5 提供室内环境检测报告、降碳技术方案中所列降碳技术措施进场复验报告或现场检测报告，且应符合本标准第8章要求；

6 低碳运行手册、记录；

7 绿色电力交易、绿色电力证书交易及碳信用交易证明材料，包括但不限于购买绿电的合同、发票、凭证，其他形式碳抵消的合同和发票等。

9.3.4 当建筑通过柔性调节与电网互动，实现全年碳排放小于零，并申请运行评价时，应提供建筑全年逐时的各类电力用量，以及当地政府机构或政府认可机构发布的逐时电力二氧化碳排放因子。

### 9.4 全过程评价

9.4.1 全过程评价应符合下列规定：

1 全过程评价应在建筑正常运行一年后进行；

2 全过程零碳建筑碳排放技术指标相关计算和证明文件齐全。

9.4.2 全过程评价所需提交包含但不限于下列材料：

1 基本信息表；

2 本标准 9.2.2 条规定的文件，当建筑已取得设计预评价标识时，应提供设计预评价标识作为建筑降碳性能证明文件；

3 本标准 9.3.2 条规定的文件；

4 全过程评价申报书。包括但不限于：建筑全过程降碳技术方案、建筑全过程碳排放计算书，建筑使用率、运行方式等使用情况，建筑全年碳排放分析报告，太阳能光伏发电、太阳能光热系统和建筑使用人员后评估报告、运行管理资料；

5 竣工验收资料；

6 主要设备材料表；

7 绿色低碳建材产品认证标识等；

8 高性能设备产品能效认证标识。

## 附录 A 基本信息表

### A.0.1 申请设计预评价的钢结构装配式零碳建筑应填写表A.0.1。

表 A.0.1 钢结构装配式零碳建筑基本信息表（设计）

| 钢结构装配式零碳建筑基本信息表（设计）     |   |                            |         |
|-------------------------|---|----------------------------|---------|
| 第一部分 项目基本信息             |   |                            |         |
| 1 项目名称                  |   | 2 所在城市                     |         |
| 3 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：_____ |                            |         |
| 4 建筑面积（m <sup>2</sup> ） |   | 5 供暖/空调面积（m <sup>2</sup> ） |         |
| 6 窗墙面积比                 | 南 _____ 北 _____ 东 _____ 西 _____   |                            |         |
| 7 体形系数                  |   | 8 建筑层数                     |         |
| 9 装配率（%）                |   |                            |         |
| 10 申请评价等级               | <input type="checkbox"/> 低碳建筑 <input type="checkbox"/> 近零碳建筑 <input type="checkbox"/> 零碳建筑                                    |                            |         |
| 11 电力平均二氧化碳排放因子         | 基准建筑：取值_____ 来源_____<br>设计建筑：取值_____ 来源_____  |                            |         |
| 第二部分 关键评价指标             |   |                            |         |
| 室内环境                    | 设计参数  | 冬季（供暖季）                    | 夏季（供冷季） |
|                         | 12 室内温度（℃）  |                            |         |
|                         | 13 室内湿度（%）  |                            |         |
|                         | 14 新风量（m <sup>3</sup> /人·h）   |                            |         |
| 能源数据                    | 评价内容  | 设计值                        | 标准限值    |
|                         | 15 外购电力（万kWh/a）   |                            |         |
|                         | 16 外购热力（GJ/a）   |                            |         |
|                         | 17 外购冷力（GJ/a）   |                            |         |
|                         | 18 其他外购能源（单位/a）   |                            |         |
|                         | 19 光伏系统年发电量（万kWh/a）   |                            |         |
| 控制指标<br>(居住建筑)          | 评价内容  | 设计值                        | 标准限值    |
|                         | 20 建筑碳排放强度kgCO <sub>2</sub> e/（m <sup>2</sup> ·a）   |                            |         |
|                         | 21 通过市场化交易扣减的碳排放比例（%）   |                            |         |
| 控制指标<br>(公共建筑)          | 评价内容  | 设计值                        | 标准限值    |
|                         | 22 建筑碳排放强度kgCO <sub>2</sub> e/（m <sup>2</sup> ·a）   |                            |         |

|      |   |            |             |
|------|---|------------|-------------|
|      | 23 建筑降碳率 (%)                              |            |             |
|      | 24 通过市场化交易扣减的碳排放比例 (%)                    |            |             |
| 控制措施 | <b>控制项</b>                                | <b>设计值</b> | <b>标准限值</b> |
|      | 25 建筑本体节能率 (%)                            |            |             |
|      | 26 全年供暖年耗热量与供冷年耗冷量下降率 (%)                 |            |             |
|      | 27 冷热源系统能效等级                              |            |             |
|      | 28 照明能效提升率 (%)                            |            |             |
|      | 29 电梯系统能效等级                               |            |             |
|      | 30 电器产品能效等级                               |            |             |
|      | 31 可再生能源替代率 (%)                           |            |             |
|      | 32 可再生能源自消纳率 (%)                          |            |             |
|      | 33 电气化率 (%)                               |            |             |
|      | 34 调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例 (%)                |            |             |
|      | 35 调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例—通过电力直接调节占比 (%)     |            |             |
|      | 36 调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例—通过冷热量等其他方式调节占比 (%) |            |             |
|      | 37 持续调节时间 (h)                             |            |             |
| 技术措施 | <b>技术措施</b>                               | <b>设计值</b> | <b>基准限值</b> |
|      | 38 外墙传热系数 (朝向)                            |            |             |
|      | 39 屋面传热系数                                 |            |             |
|      | 40 外窗传热系数 (朝向)                            |            |             |
|      | 41 外窗太阳得热系数 (季节/朝向)                       |            |             |
|      | 42 建筑气密性                                  |            |             |
|      | 43 照明功率密度                                 |            |             |
|      | 44 光伏系统装机容量 (kW)                          |            |             |

|  |                 |  |  |
|--|-----------------|--|--|
|  | 45 光伏光电转换效率 (%) |  |  |
|  | 46 冷源系统形式       |  |  |
|  | 47 冷源系统效率       |  |  |
|  | 48 热源系统形式       |  |  |
|  | 49 热源系统效率       |  |  |

注：

- 1 “标准限值”指本标准第4章控制指标和第5章控制措施的限值要求；
- 2 当所申请评价等级无表中所列的“标准限值”要求时，仅填写设计值，无需填写“标准限值”；
- 3 表中“室内环境”应列出主要功能房间参数；
- 4 当建筑采用本标准第9.1.3条规定进行近零碳等级评价，或采用9.1.4条规定进行零碳等级评价时，应填写表中第34~37项；未使用9.1.3条及9.1.4条规定进行等级评价的建筑无需填写表中第34~37项；
- 5 “基准限值”指《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015规定的各项参数要求；
- 6 表中“技术措施”各项为模板表格列举内容，申请方应根据建筑实际应用技术措施自行增减填写。其中新建建筑应列明降碳技术方案中，所有因优于基准限值而贡献降碳率的技术措施参数；既有建筑降碳改造工程应列明采取的所有降碳改造措施。

**A.0.2 申请运行评价的钢结构装配式零碳建筑应填写表A.0.2。**

**表 A.0.2 钢结构装配式零碳建筑基本信息表（运行）**

| 钢结构装配式零碳建筑基本信息表（运行）     |   |                            |        |     |
|-------------------------|---|----------------------------|--------|-----|
| 第一部分 项目基本信息             |   |                            |        |     |
| 1 项目名称                  |   | 2 所在城市                     |        |     |
| 3 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：_____ |                            |        |     |
| 4 建筑面积（m <sup>2</sup> ） |   | 5 供暖/空调面积（m <sup>2</sup> ） |        |     |
| 6 窗墙面积比                 | 南 _____ 北 _____ 东 _____ 西 _____   |                            |        |     |
| 7 体形系数                  |   | 8 建筑层数                     |        |     |
| 9 竣工日期                  |   | 10 运行日期                    |        |     |
| 11 装配率（%）               |   |                            |        |     |
| 12 申请评价等级               | <input type="checkbox"/> 低碳建筑 <input type="checkbox"/> 近零碳建筑 <input type="checkbox"/> 零碳建筑                                    |                            |        |     |
| 13 电力平均二氧化碳排放因子         | 基准建筑：取值_____来源_____<br>设计建筑：取值_____来源_____  |                            |        |     |
| 第二部分 关键评价指标             |   |                            |        |     |
| 室内环境                    | 设计参数  |                            | 检测     | 设计值 |
|                         | 14 冬季（供暖季）  | 室内温度（℃）                    |        |     |
|                         |   | 室内湿度（%）                    |        |     |
|                         | 15 夏季（供冷季）  | 室内温度（℃）                    |        |     |
|                         |   | 室内湿度（%）                    |        |     |
|                         | 16 新风量（m <sup>3</sup> /人·h）   |                            |        |     |
| 17 照度                   |   |                            |        |     |
| 能源数据                    | 评价内容  |                            | 监测值    | 设计值 |
|                         | 18 外购电力（万kWh/a）   |                            |        |     |
|                         | 19 外购热力（GJ/a）   |                            |        |     |
|                         | 20 外购冷力（GJ/a）   |                            |        |     |
|                         | 21 其他外购能源（单位/a）   |                            |        |     |
|                         | 22 光伏系统年发电量（万kWh/a）   |                            |        |     |
|                         | 23 光伏发电输出量（万kWh/a）  |                            |        |     |
| 控制指标<br>（居住建筑）          | 评价内容  |                            | 监测/核算值 | 设计值 |
|                         | 24 建筑碳排放强度 kgCO <sub>2</sub> e/（m <sup>2</sup> ·a）  |                            |        |     |

|                |   |               |            |
|----------------|---|---------------|------------|
|                | 25 通过市场化交易扣减的碳排放比例 (%)                              |               |            |
|                | 26 建筑动态排放量 (tCO <sub>2</sub> e)                     |               |            |
| 控制指标<br>(公共建筑) | <b>评价内容</b>   | <b>监测/核算值</b> | <b>设计值</b> |
|                | 27 建筑碳排放强度 kgCO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> ·a) |               |            |
|                | 28 建筑降碳率 (%)  |               |            |
|                | 29 通过市场化交易扣减的碳排放比例 (%)                              |               |            |
|                | 30 建筑动态排放量 (tCO <sub>2</sub> e)                     |               |            |
| 控制措施           | <b>控制项</b>  | <b>监测/核算值</b> | <b>设计值</b> |
|                | 31 建筑本体节能率 (%)                                      |               |            |
|                | 32 全年供暖年耗热量与供冷年耗冷量下降率 (%)                           |               |            |
|                | 33 冷热源系统能效等级  |               |            |
|                | 34 照明能效提升率 (%)                                      |               |            |
|                | 35 电梯系统能效等级   |               |            |
|                | 36 电器产品能效等级   |               |            |
|                | 37 可再生能源替代率 (%)                                     |               |            |
|                | 38 可再生能源自消纳率 (%)                                    |               |            |
|                | 39 电气化率 (%)   |               |            |
|                | 40 调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例 (%)                          |               |            |
|                | 41 持续调节时间 (h)                                       |               |            |
|                | 42 柔性调节时间 (s)                                       |               |            |
| 技术措施           | <b>技术措施</b>   | <b>检测值</b>    | <b>设计值</b> |
|                |   |               |            |
|                |   |               |            |

注:

- 1 “标准限值”指本标准第4章控制指标、第5章控制措施的限制要求;
- 2 当所申请评价等级无表中所列的“标准限值”要求时,仅填写设计值,无需填写“标准限

值”；

3 表中“室内环境”应列出主要功能房间参数；

4 当建筑采用本标准第9.3.4条规定进行碳排放等级判定时，应填写表中第26项、第30项；

5 当建筑采用本标准第9.1.3条规定进行近零碳等级评价，或采用9.1.4条规定进行零碳等级评价时，应填写表中第40~42项；未使用9.1.3条及9.1.4条规定进行等级评价的建筑无需填写表中第40~42项；

6 “基准限值”指强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015规定的各项参数要求；

7 表中“技术措施”检测项应与“钢结构装配式零碳建筑基本信息表（设计）”内容保持一致。

**A.0.3 申请全过程评价的钢结构装配式零碳建筑应填写表A.0.3。**

**表 A.0.3 钢结构装配式全过程零碳建筑基本信息表（全过程）**

| 钢结构装配式零碳建筑基本信息表（全过程）         |   |                            |                 |
|------------------------------|---|----------------------------|-----------------|
| 第一部分 项目基本信息                  |   |                            |                 |
| 1 项目名称                       |   | 2 所在城市                     |                 |
| 3 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：_____ |                            |                 |
| 4 建筑面积（m <sup>2</sup> ）      |   | 5 供暖/空调面积（m <sup>2</sup> ） |                 |
| 6 窗墙面积比                      | 南 _____   | 北 _____                    | 东 _____ 西 _____ |
| 7 体形系数                       |   | 8 建筑层数                     |                 |
| 9 竣工日期                       |   | 10 运行日期                    |                 |
| 11 装配率（%）                    |   |                            |                 |
| 12 电力平均二氧化碳排放因子              | 基准建筑：取值_____来源_____<br>设计建筑：取值_____来源_____  |                            |                 |
| 第二部分 设计—关键评价指标               |   |                            |                 |
| 填写并提交“钢结构装配式零碳建筑基本信息表（设计）”   |   |                            |                 |
| 第三部分 运行—关键评价指标               |   |                            |                 |
| 填写并提交“钢结构装配式零碳建筑基本信息表（运行）”   |   |                            |                 |
| 第四部分 全过程—关键评价指标              |   |                            |                 |
| 建造及拆除阶段<br>能源数据              | 评价内容  | 监测/核算值                     | 标准限值            |
|                              | 外购电力（万kWh/a）  |                            |                 |
|                              | 外购热力（GJ/a）  |                            |                 |
|                              | 外购冷力（GJ/a）  |                            |                 |
|                              | 其他外购能源（单位/a）  |                            |                 |
|                              | 光伏系统年发电量（万kWh/a）  |                            |                 |
| 建材生产及运输、<br>建造及拆除碳排<br>放控制指标 | 评价内容  | 监测/核算值                     | 市场化交易量          |
|                              | 建材生产及运输碳排放（tCO <sub>2</sub> e）  |                            |                 |
|                              | 建筑建造及拆除碳排放（tCO <sub>2</sub> e）  |                            |                 |
|                              | 绿色建材比例（%）   |                            |                 |
| 控制措施                         | 评价内容  | 监测/核算值                     | 市场化交易量          |
|                              | 建筑垃圾产生量—钢结构装配式建筑每平方米建筑面积垃圾产生量（kg/m <sup>2</sup> ）   |                            |                 |

|                         |                         |   |   |      |
|-------------------------|-------------------------|---|---|------|
|                         | 钢构件等实体材料可重复使用率<br>(%)   |   |   |      |
|                         | 500公里以内建筑材料采购量占比<br>(%) |   |   |      |
| 第五部分 钢结构装配式全过程零碳建筑证明文件  |                         |   |   |      |
| 高性能降碳产品<br>证书           | 产品                      | 有 | 无 | 文件编号 |
|                         | 门                       |   |   |      |
|                         | 窗                       |   |   |      |
|                         | 保温材料                    |   |   |      |
|                         | 照明灯具                    |   |   |      |
|                         | 冷热源机组                   |   |   |      |
|                         | 其他                      |   |   |      |
| 绿色低碳建材产<br>品认证          | 产品                      | 有 | 无 | 文件编号 |
|                         | 钢构件                     |   |   |      |
|                         | 围护结构                    |   |   |      |
|                         | 混凝土                     |   |   |      |
|                         | 砌体、砌块                   |   |   |      |
|                         | 门窗幕墙                    |   |   |      |
|                         | 防水密封                    |   |   |      |
|                         | 建筑涂料                    |   |   |      |
|                         | 暖通空调                    |   |   |      |
|                         | 照明灯具                    |   |   |      |
|                         | 可再生能源                   |   |   |      |
|                         | 其他                      |   |   |      |
| *申报方应根据项目实际情况提供其他产品证明文件 |                         |   |   |      |

## 附录 B 计算与核算方法

### B.0.1 技术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 确定；
- 2 设计建筑和基准建筑进行计算与核算时，应适当考虑周边建筑和场地环境的影响；
- 3 供暖年耗热量和供冷年耗冷量应包括围护结构的热损失、建筑产热量、无组织空气渗透和处理新风的热（或冷）需求；
- 4 设计建筑应考虑自然通风和自然采光对建筑能耗的影响，且在计算自然通风和自然采光的降碳贡献时，应对建筑室内热湿环境及照明环境达标效果进行分析；
- 5 供暖通风空调系统能耗计算时应考虑部分负荷及间歇使用的影响；
- 6 设计建筑应计算可再生能源利用量；
- 7 技术指标中不含工艺性设备用能产生的碳排放，如实验室实验设备和医疗器械等；
- 8 采用逐时动态计算软件或基于该软件进行二次开发的软件进行计算。

### B.0.2 设计建筑技术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；当采用活动遮阳装置时，供暖季和供冷季的遮阳系数按表 B.0.2 确定；
- 2 供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、炊事、可再生能源、用电器具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，并满足现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555 的规定；冷水计算温度应以当地最冷月平均水温资料确定，无水温资料时，应按现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB50015 确定；
- 3 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；
- 4 建筑的空气调节和供暖系统运行时间、照明开关时间、房间人均占有的建筑面积及在室率、新风机组运行时间表、电气设备功率密度及使用率应符合国家

标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 附录 C 的规定；室内温度、照明功率密度值、人员新风量应与设计文件一致；

5 建筑外窗、外门、幕墙及采光顶的空气渗透量，应根据设计文件中的气密性等级选取；

6 照明系统的照明功率密度值应与建筑设计文件一致，应考虑自然采光、智能控制对碳排放的影响；

7 电梯系统形式、类型、台数、设计速度、额定载客人数应与设计文件和设计样本一致，按照国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第 2 部分 电梯的能量计算与分级》GB/T 30559.2-2017 中的能量性能等级 3 级进行计算；

8 炊事系统能耗应按本标准第 B.0.4 条计算，炊具能效应与设计文件一致；当炊事用能为燃气时，应按现行国家标准《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30720 和《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB30531 中的 3 级能效计算碳排放。当炊事用能为电力时，应按现行国家标准《家用电磁灶能效限定值及能效等级》GB21456 和《商用电磁灶能效限定值及能效等级》GB40876 中的 3 级能效计算碳排放；

9 插座系统能耗应按本标准第 B.0.5 条计算时，电气设备能效应与设计文件一致；插座系统用能可根据国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 附录 C 的规定设备功率密度及使用率进行计算。当采用建筑实际用能设备功率密度分项计算时，插座能效相关能效限定值及能效等级应按国家标准中的 3 级能效计算碳排放。

表B.0.2 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 |

**B.0.3 基准建筑技术指标计算参数设置应符合下列规定：**

- 1 基准建筑的形状、大小以及内部的空间划分和使用功能应与设计建筑一致；
- 2 建筑无活动遮阳装置时，其建筑窗墙面积比按表 B.0.3-1 选取，对于表中未包含的建筑类型，建筑窗墙比应与评价建筑一致；
- 3 围护结构热工性能、用能设备能效等主要参数应符合国家标准《建筑节能

与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 第 3 章的指标要求；

4 基准建筑的供暖、供冷系统形式按表 B.0.3-2 确定。建筑的生活热水系统形式和用水定额应与设计建筑一致，热源为燃气锅炉时能效应符合国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 中的规定；

5 基准建筑的空气调节和供暖系统运行时间、室内温度、照明功率密度值及开关时间、房间人均占有的建筑面积及在室率、新风机组运行时间表、电气设备功率密度及使用率应符合国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 的规定；人均新风量应与设计值一致；

6 供暖、供冷系统形式应按现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350 附录 A 对基准建筑的规定进行缺省值设定。建筑的生活热水系统形式、用水定额和冷水计算温度应与设计建筑一致，热源为燃气锅炉，能效应符合国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 中的规定；

7 建筑外窗、外门、幕墙及采光顶的空气渗透量，居住建筑应按国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021，公共建筑应按照现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定；

8 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  $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ ，将四个不同方向的模型负荷计算结果的平均值，作为基准建筑的负荷；

9 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，按国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第 2 部分 电梯的能量计算与分级》GB/T 30559.2-2017 中的能量性能等级 3 级选取；

10 炊事的能源形式应与设计建筑一致。当炊事用能为燃气时，应按现行国家标准《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30720 和《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB30531 中的 3 级能效计算碳排放。当炊事用能为电力时，应按现行国家标准《家用电磁灶能效限定值及能效等级》GB21456 和《商用电磁灶能效限定值及能效等级》GB40876 中的 3 级能效计算碳排放；

11 插座系统用能可根据建筑实际用能设备装机功率密度分项计算，或根据强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 附录 C 及现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350 附录 A 规定的设备功率密度及使用率进行计算。当采用建筑实际用能设备功率密度分项计算时插座

能效相关能效限定值及能效等级应按国家标准中的3级能效计算碳排放。

### B.0.3-1 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        |

### B.0.4 建筑炊事能耗应按下列式计算：

$$E_k = \frac{Q_k}{\eta_k} \quad (\text{B.0.4})$$

式中：

$E_k$ ——年炊事系统能源消耗，MJ；

$Q_k$ ——年炊事用气量指标，MJ；应以炊事方案设计或规划设计为依据；

$\eta_k$ ——炊事设备热效率，%，应按现行国家标准《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30720、《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB30531、《家用电磁灶能效限定值及能效等级》GB21456、《商用电磁灶能效限定值及能效等级》GB40876选取。

### B.0.5 建筑插座能耗可按下列式计算：

$$E_p = \sum_{i=1}^n E_{a_i} \times R_{a_i} \quad (\text{B.0.5})$$

式中：

$E_p$ ——年插座系统能源消耗，kWh；

$E_{a_i}$ ——电气设备功率密度，kWh；

$R_{ai}$ ——年有效率利用小时数，可依据强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015附录C或现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350附录A规定的设备使用率选取。

**B.0.6 建筑碳排放强度应按下式计算：**

$$C = \frac{(\sum_{i=1}^n E_i \times C_i - E_r \times C_i)}{A} \quad (\text{B.0.6})$$

式中：

$C$ ——建筑碳排放强度， $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；

$E_i$ ——建筑第*i*类能源年消耗量， $\text{kWh}/\text{a}$ ；

$C_i$ ——第*i*类能源碳排放因子；

$E_r$ ——年可再生能源用电量， $\text{kWh}/\text{a}$ ；

$A$ ——建筑面积， $\text{m}^2$ 。

**B.0.7 建筑降碳率计算应按下式计算：**

$$\eta_p = \frac{|C_R - C_D|}{C_R} \times 100\% \quad (\text{B.0.7})$$

式中：

$\eta_p$ ——建筑降碳率， $\%$ ；

$C_R$ ——基准建筑碳排放强度， $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；

$C_D$ ——设计建筑碳排放强度， $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

**B.0.8 建筑净碳排放量应按下式计算：**

$$C_{net} = \left[ \sum_{i=1}^n E_i \times C_i - E_r \times C_i \right] - [REC \times C_i \times DF + C_c] \quad (\text{B.0.8})$$

式中：

$C_{net}$ ——净碳排放量， $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{a}$ ；

$REC$ ——绿色电力证书电力总量， $\text{kWh}/\text{a}$ ；

$DF$ ——绿色电力证书的折减系数，取0.88；

$C_c$ ——碳排放权交易产品总量， $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{a}$ 。

**B.0.9 碳排放权交易抵消比例应按下式计算：**

$$R_{credit} = \frac{C_C}{(C_R \times A)} \quad (\text{B.0.9})$$

式中：

$R_{credit}$ ——碳抵消比例，%；

$C_R$ ——基准建筑碳排放强度， $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；

$C_C$ ——碳排放权交易产品总量， $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{a}$ ；

$A$ ——建筑面积， $\text{m}^2$ 。

**B.0.10 调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例应按下列计算：**

$$N_{per} = \frac{(N_{base,t} - N_{DR,t})}{N_{base,t}} \quad (\text{B.0.10})$$

式中：

$N_{per}$ ——调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例；

$N_{base,t}$ ——不参与柔性需求响应事件的建筑用电系统在调峰时段t时刻的电力负荷，kW；

$N_{DR,t}$ ——参与柔性需求响应事件的建筑用电系统在调峰时段t时刻的电力负荷，kW。

**B.0.11 建筑本体节能率应按下式计算：**

$$\eta_E = \frac{|E_R - E_D|}{E_R} \times 100\% \quad (\text{B.0.11})$$

式中：

$\eta_E$ ——建筑本体节能率（%）；

$E_R$ ——不包含可再生能源发电的基准建筑能耗综合值；

$E_D$ ——不包含可再生能源发电的设计建筑能耗综合值。

**B.0.12 建材生产及运输、建筑建造及拆除过程碳排放计算**

建材生产及运输、建筑建造及拆除过程碳排放计算应符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 的相关规定。

**1 初次建材消耗碳排放**

$$C_{init.m} = \sum_{i=1}^n M_{init.m,i} \times C_{m,i} \quad (\text{B.0.12-1})$$

式中：

$M_{init.m,i}$ ——第  $i$  种材料的初始用量；

$C_{m,i}$ ——第  $i$  种材料的碳排放因子。

## 2 建材运输碳排放

$$C_{tran} = \sum_{i=1}^n (T_{tran,i} \times C_{tran,i}) \quad (\text{B.0.12-2})$$

其中：

$$T_{tran,i} = \sum_{j=1}^m (M_j \times S_j)$$

式中：

$T_{tran,i}$ ——第  $i$  种运输方式的运输量；

$C_{tran,i}$ ——第  $i$  种运输方式的碳排放因子；

$M_j$ ——第  $j$  种材料的重量；

$S_j$ ——第  $j$  种材料的运输距离。

## 3 现场施工碳排放

$$C_{cons} = \sum_{i=1}^n (C_{cons.e,i} \times C_{e,i}) + \sum_{i=1}^n (C_{cons.m,i} \times C_{m,i}) \quad (\text{B.0.12-3})$$

式中：

$C_{cons.e,i}$ 、 $C_{cons.m,i}$ ——现场施工第  $i$  种能源、物料的用量；

$C_{e,i}$ 、 $C_{m,i}$ ——第  $i$  种能源、物料的碳排放因子。

4 使用阶段维护维修碳排放，包括构件自身替换导致的碳排放、以及防腐油漆等材料使用导致的碳排放。

1) 材料替换导致的碳排放，计算方法：

$$C_{recu.m} = \sum_{i=1}^n M_{recu,m,i} \times C_{m,i} \quad (\text{B.0.12-4})$$

其中：

$$M_{recu,m,i} = \left[ \frac{SL_b}{SL_{m,i}} \right] \times M_{init,m,i}$$

式中：

$M_{recu,m,i}$ ——第  $i$  种材料的替换量；

$C_{m,i}$ ——第  $i$  种能源、物料的碳排放因子；

$SL_b$ ——建筑的预期使用寿命；

$SL_{m,i}$ ——第  $i$  种材料的预期使用寿命；

$M_{init,m,i}$ ——第  $i$  种材料的初始用量。

2) 防腐油漆等材料更换导致的碳排放，计算方法参考1)。

**5 钢材回收再利用碳排放**，涉及回收再利用的碳折减量、以及前后两个建筑生命周期碳折减效益分配。

1) 回收再利用的碳折减

$$C_{D,m} = \sum_{i=1}^n (C_{init,m,i} - C_{recy,m,i}) \quad (B.0.12-5)$$

式中：

$C_{D,m}$ ——材料回收再利用的碳折减量；

$C_{recy,m,i}$ ——回收第  $i$  种材料的碳排放；

$C_{init,m,i}$ ——生产第  $i$  种材料的碳排放。

2) 回收再利用的碳折减效益分配

依据国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019的相关规定，参照欧盟“PEF50-50”法，在计算钢材等建筑材料的隐含碳时，将因回收再利用产生的碳减排量进行50%的折减。具体而言，先按照标准方法核算未考虑回收再利用时的钢材隐含碳总量，再将其回收再利用所节省的碳排放量的50%从原本计算的隐含碳总量中扣除。

## 标准用词说明

1 为了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：

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时的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 2 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 3 《太阳能供热采暖工程技术标准》 GB 50495
- 4 《装配式建筑评价标准》 GB/T 51129
- 5 《装配式钢结构建筑技术标准》 GB/T 51232
- 6 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- 7 《建筑光伏系统应用技术标准》 GB/T 51368
- 8 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》 GB 17167
- 9 《能源管理体系 要求及使用指南》 GB/T 23331
- 10 《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第2部分 电梯的能量计算与分级》 GB/T 30559.2
- 11 《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第3部分 自动扶梯和自动人行道的能量计算与分级》 GB/T 30559.3
- 12 《太阳能资源等级 总辐射》 GB/T 31155
- 13 《居住建筑节能检测标准》 JGJ/T132
- 14 《公共建筑节能检测标准》 JGJ/T177
- 15 《施工现场建筑垃圾减量化技术标准》 JGJ/T498
- 16 《零碳建筑测评标准》 T/CABEE 080
- 17 《建筑施工企业碳排放统计核算标准》 T/CABEE 099
- 18 《建筑光储直柔系统评价标准》 T/CABEE 055-2023

中国建筑节能协会团体标准

钢结构装配式零碳建筑测评标准

T/CABEE 134-2026

条文说明

## 编制说明

《钢结构装配式零碳建筑测评标准》T/CABEE 134-2026 经中国建筑节能协会 2026 年 4 月 30 日以国建节协标（2026）第 27 号公告批准发布。

本标准在编制过程中，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，同时借鉴相关国家标准和国外先进标准，提出了我国零碳建筑的评价内容、评价方法与评价流程。标准紧密结合我国能源结构发展趋势、气候特点、建筑类型、建筑用能特性和低碳技术发展趋势，提出了钢结构装配式低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑及全过程零碳建筑的评价方法和技术要求，构建了涵盖控制指标与控制措施的评价体系，明确了建筑碳排放计算与核算方法、数据获取要求、零碳管理相关措施等，为我国钢结构装配式零碳建筑的科学评价提供了技术支撑。

为了便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《钢结构装配式零碳建筑测评标准》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、依据及执行中需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

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1 总 则 .....          | 51 |
| 2 术 语 .....          | 52 |
| 3 基本规定 .....         | 55 |
| 4 控制指标 .....         | 58 |
| 4.2 碳排放指标 .....      | 58 |
| 4.3 碳排放抵消 .....      | 60 |
| 5 控制措施 .....         | 62 |
| 5.1 一般规定 .....       | 62 |
| 5.2 约束项 .....        | 62 |
| 5.3 引导项 .....        | 66 |
| 6 计算与核算 .....        | 70 |
| 6.1 一般规定 .....       | 70 |
| 6.2 设计（运行）评价阶段 ..... | 70 |
| 6.3 全过程评价阶段 .....    | 72 |
| 7 管理措施 .....         | 73 |
| 7.1 一般规定 .....       | 73 |
| 7.2 运行管理 .....       | 73 |
| 7.3 全过程管理 .....      | 74 |
| 8 检测、监测与控制 .....     | 76 |
| 8.1 一般规定 .....       | 76 |
| 8.3 监测与控制 .....      | 76 |
| 9 评价流程 .....         | 78 |
| 9.1 一般规定 .....       | 78 |
| 9.2 设计评价 .....       | 78 |
| 9.3 运行评价 .....       | 79 |
| 9.4 全过程评价 .....      | 80 |
| 附录 B 计算与核算方法 .....   | 81 |

# 1 总 则

**1.0.1** 本标准是在国家标准《零碳建筑技术标准》《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 及中国建筑节能协会《零碳建筑测评标准》TCABEE 080-2024 等相关标准规定的基础上,结合钢结构装配式建筑特点,提出评价要求。

**1.0.2** 在通用条文中,将“低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑”合并表述为“零碳建筑”。当条文前后无特殊说明,本标准所述“零碳建筑”也包括全过程零碳建筑。从降低建筑碳排放角度,改建、扩建工程与新建同样重要。既有建筑绿色化改造是建筑领域绿色低碳的关键环节之一,钢结构凭借高强度、高韧性、可拆卸循环利用的材料特性,在改建、扩建及改造工程中展现显著优势,其标准化构件可减少拆除损耗与建筑垃圾产生,钢构件现场快速装配,缩短工期,减少施工能耗与噪声污染。将改建、扩建纳入评价范围,既响应《城乡建设领域碳达峰实施方案》关于既有建筑改造的技术要求,也填补了钢结构装配式零碳建筑的评价空白,使标准覆盖面更全,增强了标准的普适性与实用性。

作为引导建筑实现更高降碳性能的引导性评价标准,鼓励银行类金融机构、债券发行管理单位、信用评级及资产评估机构等机构,在绿色信贷发放、债券发行、绿色保险投保、ESG 评价、资产评估等环节,对符合按照本标准进行建设项目设计建造的法人主体或建设项目,按照《绿色低碳转型产业指导目录》《绿色债券支持项目目录》《绿色融资统计制度》等相关文件,给予优先支持或相关优惠政策。

**1.0.3** 本标准对钢结构装配式低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑的测评方法和测评内容作出了规定。但建筑碳排放涉及的专业较多,相关专业均制定了相应的标准,在进行建筑降碳设计时,除应符合本标准外,尚应符合国家现行的有关标准的规定以及中国建筑节能协会有关标准的规定。

## 2 术 语

**2.0.1** 钢结构装配式建筑是以钢材为核心承重材料,通过工厂预制标准化构件(如梁、柱、墙板等)和部品,采用螺栓或焊接等现场装配化施工技术集成的建筑体系,也称为装配式钢结构建筑。其核心特征是结构系统、外围护系统、设备与管线系统、内装系统的一体化设计,通过标准化接口、模块化连接实现集成,强调工业化生产、模块化组合与全流程协同,最终实现建筑功能完整、性能稳定且绿色高效的建造目标。

本术语中,钢结构主要指以热轧型钢、冷弯薄壁型钢、钢铸件等钢构件为主体的结构体系;预制构件指在工厂生产的钢结构柱、梁、桁架等结构构件;部品指在工厂预制的外围护墙板、内装隔墙板、设备管线模块等集成化产品。

针对一些钢混组合结构(如钢木结合、钢板剪力墙、钢管混凝土结合等),如何评判是否属于钢结构装配式建筑,应根据具体项目对应的政策要求、标准规范、技术规定等综合判断。例如江苏省《江苏省装配式建筑综合评定标准》DB32/T 3753—2020 对混合结构的分类规则,若综合评定钢管混凝土柱被定义为“钢部件”,则归为钢结构装配式;反之则视为混合结构;《深圳市前海管理局关于做好前海合作区装配式项目实施有关工作的通知》深前海规(2021)2号,明确当竖向构件以钢为主时按钢结构评分,否则按混凝土标准。因此,本标准规定,针对钢混组合结构的装配式建筑,其结构系统以工厂预制的钢混凝土组合构件,包括钢骨混凝土柱/梁、钢管混凝土柱、钢混叠合梁等,且组合构件中钢骨架与混凝土部分均在工厂完成预制或预制装配,仅钢骨架预制、混凝土全现场浇筑的,不属于装配式钢混构件。

装配式钢结构建筑装配率计算参考国家标准《装配式建筑评价标准》GB/T 51129-2017 且应满足项目所在地相关标准的要求。经调研,许多省市对装配率的要求一般是不低于 50%,因此本标准对钢结构装配式建筑的装配率门槛设定为 50%。

**2.0.6** 基准建筑是在计算降碳率和碳抵消比例时作为比较对象的符合相关节能要求的参照建筑。参照建筑不仅要满足强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 的规定,还需符合项目所在地的节能相关标准规范的要求。

**2.0.8** 建筑碳排放量指建筑运行阶段自身所需能源消耗产生的碳排放，计算范围包括建筑年供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、插座与炊事能源消耗产生的碳排放，不包括建筑向外部提供热力、冷量、电力的能源消耗产生的碳排放，以及充电桩、数据中心、工业生产等非建筑功能用能所产生的碳排放。随着建筑光伏一体化等建筑及区域降碳技术的发展，建筑在满足自身各项用能需求的前提下，可能会产生或提供额外的能源供其他建筑和设施使用，如下图 1 所示。在这种情况下，该部分能源属于其他建筑和设施所需的能源消耗，从实际使用的角度，该部分能源消耗所产生的碳排放应属于其他建筑碳排放量的计算范围。因此本条规定建筑碳排放量为以年为周期流入建筑红线内的能量和流出建筑红线外的能量，按碳排放因子换算为碳排放量后，两者的差值。其中流入建筑红线内的能量包括建筑红线外供入建筑的电量、冷量和热量所产生的能耗；流出建筑红线外的能量包括建筑向外部供电、供冷和供热产生的能耗。

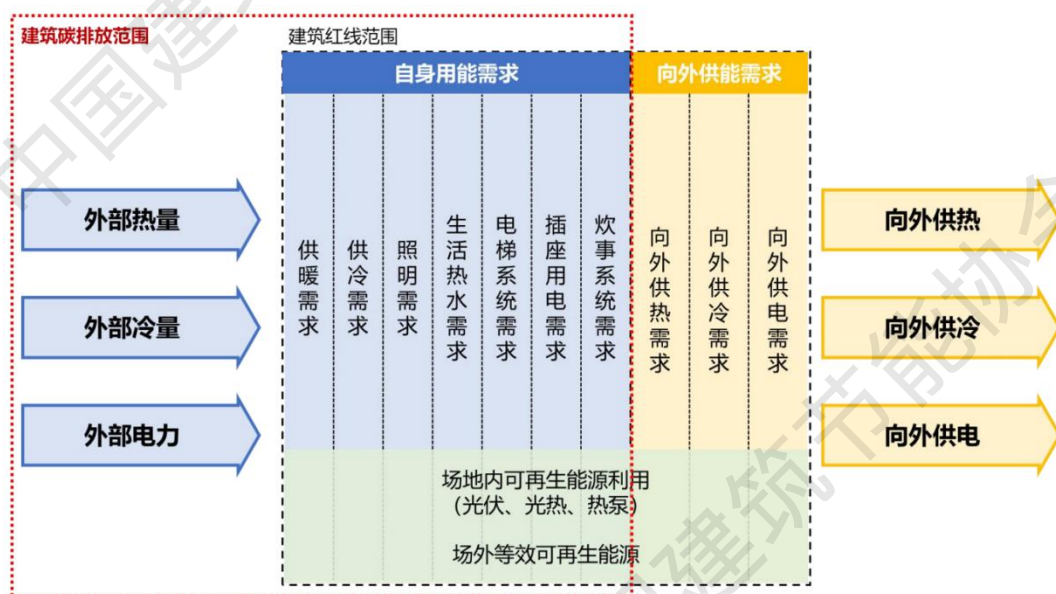


图 1 建筑用能系统级建筑碳排放范围

**2.0.11** 无论项目电量是上网、自发自用还是余电上网，均需完成建档立卡，否则无法核发绿证或享受相关政策支持。

**2.0.12** 绿色电力交易是一种“证电合一”的交易模式。本条融合了国网、南网的相关文件的表述形式。绿色电力交易是以绿色电力和对应绿色电力环境价值为标的物的电力交易品种，交易电力同时提供绿证，用以满足发电企业、售电公司、电力用户等出售、购买绿色电力的需求。绿电交易是在现有中长期电力市场化交

易框架下，独立设立的绿色电力交易品种，由用电企业与发电企业通过购售电协议（PPA）的方式直接开展绿色电力交易，在完成绿电交易的同时，用电企业将同步获得对应绿证，实现绿色证明和交易电量的“证电合一”。

**2.0.15** 为推动城乡建设领域分布式光伏的发展，建筑可通过引入周边同一业主或物业管理范围内的可再生能源发电方式实现降碳目标，但需以场外可再生能源发电无法本地消纳，且发电量为申报建筑使用为前提，并提供技术说明及验证文件。建筑周边可再生能源资源通常指建筑红线外可再生能源发电量。为避免重复计算，当场外等效可再生能源发电量为用于申报建筑的降碳目标计算与核算后，不可再用于其他建筑的碳排放的计算与核算。实际项目中建筑能效提升和场地内可再生能源利用是建筑自身形成的节能降碳能力，应该优先使用，其次可在不占用其他建筑资源条件的情况下充分挖掘场外等效可再生能源。

**2.0.16** 根据现有的文件，碳排放权主要指的是强制碳市场中分配给控排企业的碳配额，目前，碳配额交易只能为控排企业，而建筑行业目前及未来应该都不会在控排范围之内，仅有个别地方试点，如深圳，将建筑行业纳入强制碳市场，可以通过交易试点市场碳配额的方式来完成年度碳排放履约。因此，建筑作为自愿控排企业（主体），可作为非约机构进入碳排放权交易市场购买碳信用产品，用于抵消（扣减）建筑无法通过技术手段降低的剩余排放量。对于零碳建筑，本标准提出的碳排放权交易主要指国家核证减排量（Chinese Certified Emission Reduction, CCER）等碳信用产品的交易。

**2.0.18** 柔性调节在建筑用能系统面临负荷波动、参数变化或突发状况时，通过多元化手段（技术、管理、市场等）实现“平滑适配、按需调整”，在保障系统安全的同时，最大化效率与经济性。

**2.0.19** 建筑碳排放等效电量限值是将建筑碳排放强度上限，通过电网碳排放因子换算成等效年用电量上限（单位： $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ），用于统一衡量钢结构装配式建筑低碳、近零碳、零碳的达标门槛。

$$\text{碳排放等效电量限值} = \frac{\text{碳排放强度限值} (\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{a})}{\text{电网碳排放因子} (\text{kgCO}_2/\text{kWh})}$$

### 3 基本规定

**3.0.1** 钢结构装配式零碳建筑的评价应基于评价对象的功能要求，建筑的降碳目标一般是以单栋建筑为基准设计和确定的，因此相关评价也应基于单栋建筑。但在认定单栋建筑并进行此建筑评价时，可按照保证建筑或功能空间相对独立、空间连贯、功能完整，且有相对独立的暖通空调、给水排水、电力等设备系统，此区域的电、气、热、水耗也能独立计量的原则进行。当建筑由区域热源或区域冷源提供建筑所需冷热量，应能对申报建筑使用的冷水（热水）的进、出口水温和流量进行检测，根据进、出口温差和流量检测值计算得到建筑运行过程中使冷（热）量占区域热源或区域冷源的比例。当建筑进行设计预评价时，应由模拟计算结果确定申报建筑分摊的冷热量，当建筑进行运行评价时，应根据进出口水温和流量检测结果确定申报建筑分摊的冷热量。

**3.0.2** 考虑到本标准的适用范围，在《零碳建筑测评标准（试行）》T/CABEE080-2024 基础上增加了“装配率”要求。装配率是评价装配式建筑的装配化程度的关键指标，一般认为装配率高的建筑，其全生命周期碳排放强度相对偏低（与传统建筑相比），因此本条规定了装配率指标要求。

不同地区对装配式建筑装配率要求不同，受政策导向、产业发展水平等因素影响，经研究，国家标准《装配式建筑评价标准》GB/T 51129-2017 第 3.0.0 条规定：装配式建筑的装配率不低于 50%；湖北省《装配式建筑评价标准》DB42/T 2179-2024 第 7.2 条规定：装配率为 50%~59%时评价为装配式建筑；北京市《装配式建筑评价标准》DB11/T 1831-2021 第 3.0.3 条规定：装配式建筑的装配率不低于 50%；广州市《装配式建筑评价标准》DB4401/T 151-2022 第 4.2 条规定：装配式建筑的装配率不低于 50%；吉林省《装配式建筑评价标准》DB22/T 5065-2021 第 3.0.3 条规定：装配式建筑的装配率不低于 50%；安徽省《装配式建筑评价技术规范》DB34/T 3830-2021 第 5.0.1 条、5.0.3 条规定：以装配率计算分值作为装配式建筑评价依据，基本级装配式建筑应满足各评价项最低分要求。山东省《装配式建筑评价标准》DB37/T 5127-2018 第 3.0.3 条规定：装配式建筑的装配率不应低于 50%。上海市住房和城乡建设管理委员会《关于进一步明确装配式建筑实施范围和单体预制率、装配率计算细则的通知》沪建建材〔2025〕250 号规定：在装配式建筑实施范围内的所有新建建筑单体，单体预制率不低于 40%

或单体装配率不低于 60%。重庆市住房和城乡建设委员会《关于做好装配式建筑项目实施有关工作的通知》渝建〔2018〕147 号要求，装配式建筑工程项目装配率不低于 50%。四川省住房和城乡建设厅《关于加强装配式建筑全过程工程质量管控的通知》川建建发〔2023〕186 号规定：新开工装配式建筑项目单体装配率需达到 50%及以上。综合国家及诸多省市对装配式建筑的相关要求，本条给出了装配率门槛条件，开展零碳建筑评价的钢结构装配式建筑的装配率不低于 50%。

**3.0.3** 钢结构装配式零碳建筑不仅要满足碳排放指标的限值要求，还需要对新建及既有建筑的低碳建筑技术方案进行评价，避免低用能密度建筑较少的采取降碳技术措施，而未来运行过程中用能密度增高而突破碳排放指标限值的情况。通过要求建筑低碳的技术应用，成为真正意义上的高降碳水平建筑。为提高建筑应用降碳技术的积极性，标准提出控制措施，从而引导建筑低碳设计、运行与建造。另外，为规范碳排放量化，确保尺度一致，对钢结构装配式零碳建筑碳排放计算与核算进行了规定。

**3.0.4** 本条设置既守住零碳建筑的核心标准（约束项），又不搞“一刀切”，在钢结构装配式零碳建筑的推广实践中，允许有条件的项目结合实际特点，平衡规范性和灵活性。例如，存在部分特殊类型的建筑，即超高、超大、特异型的建筑，超高、超大、特异型、高用能强度的钢结构装配式建筑更容易发生“高碳锁定”效应，面临着极为复杂的减碳挑战。超高建筑因高度增加，结构安全设计对钢材的质量和用量要求大幅提升，建材生产阶段碳排放显著增加；同时，垂直运输、高空设备运行等带来的能耗，使得运营阶段的碳排放居高不下。超大建筑庞大的空间需要更多的能源用于维持室内环境稳定，供暖、通风、空调系统的能耗巨大。特异型建筑因其独特的造型设计，致使建筑材料的加工和安装难度增大，施工过程中能耗增加，且围护结构难以实现高效的保温隔热，导致运营能耗上升。高用能强度建筑，如大型数据中心、工业建筑等，其内部设备运行的特殊需求决定了较高的能源消耗。尽管这些建筑采取了诸多减碳措施，如选用节能设备、优化围护结构、采用可再生能源等，但受其自身特性限制，仍可能难以达到零碳建筑标准。因此，在项目取得监管部门的书面证明后，允许采用专家论证的方式进行评定。建设单位应组织专家对设计方案的合理性、可行性、经济性进行低碳零碳论证，且应按照本标准提供详细的佐证材料。

**3.0.5** 钢结构装配式零碳建筑的碳排放计算是开展测评、碳排放管控的基础工作，应遵循国家现行相关标准及中国建筑节能协会发布的现行团体标准要求，确保计算结果统一、可比、可追溯、可核查。

## 4 控制指标

### 4.2 碳排放指标

**4.2.1~4.2.2** 气候是影响建筑能耗与碳排放的重要因素之一。住房和城乡建设部、国家发展改革委于 2022 年 7 月发布了《城乡建设领域碳达峰实施方案》，针对城乡建设领域的碳达峰工作提出了一系列指导措施。本标准的低碳建筑碳排放指标确定主要基于以下原则：一是在现有节能标准基础上建筑降碳水平大幅提升和建筑碳排放强度显著下降；二是所有典型建筑均应具备 2030 年前大规模推广的可能；三是建立节能降碳相互递进的标准体系，推动建筑节能工作逐步迈向能碳双控。

对于居住建筑，采用碳排放强度绝对值进行约束。对于公共建筑标准所列出的碳排放强度涵盖了绝大多数典型建筑，当建筑 80% 以上面积为本标准列出的某一典型建筑时，可采用碳排放强度进行降碳等级判定。但由于混合功能的公共建筑占比大幅增加，鉴于公共建筑的复杂性，提出采用“满足相对减碳率或满足碳排放强度绝对值”的“二选一”碳排放控制指标方式，以此提高指标的适用性。低碳建筑可根据自身气候分区、资源条件、用能特点制定降碳技术方案，以满足建筑碳排放指标。

正在编制并已完成报批的国家标准《零碳建筑技术标准》发布实施后，低碳建筑碳排放强度应在优先满足国家标准相关要求的基础上，满足本标准规定。

**4.2.3~4.2.4** 近零碳建筑作为低碳建筑与零碳建筑的中间形式，旨在引导建筑实现更高的降碳目标，因此本标准的近零碳建筑碳排放指标确定主要基于以下原则：一是较低碳建筑的降碳水平进一步提升；二是资源条件受限而难以实现零碳排放的建筑，提供一种更高水平且可实现的降碳目标；三是完善分级引导目标，形成以实现零碳排放为目标的建筑碳排放控制指标体系。标准从建筑能效进一步提升和可再生能源挖掘两方面考虑建筑降碳潜力，近零碳建筑降碳率较低碳建筑整体再提升 15% 以上。同时，依据国家标准《太阳能资源等级 总辐射》GB/T 31155-2014，将五个气候区下的太阳总辐射年辐照量等级进行细化。

正在编制并已完成报批的国家标准《零碳建筑技术标准》发布实施后，近零碳建筑碳排放强度应在优先满足国家标准相关要求的基础上，满足本标准规定。

**4.2.5** 零碳建筑是建筑领域应对气候变化的重要技术手段之一，其实现过程涉及

建筑自身性能、能源结构转型与其他社会因素，因此本标准的钢结构装配式零碳建筑碳排放指标确定主要基于以下原则：一是鼓励建筑实现零碳排放的责任；二是在技术经济合理的情况下通过绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易抵消剩余碳排放；三是为我国建筑运行降碳制定最高的发展目标。对于可再生能源资源条件有限但又有承担降碳责任意愿的建筑，允许其在充分挖掘自身降碳潜力的基础上，通过市场化交易机制减排量扣减剩余自身不可减少的碳排放。

**4.2.6** 全过程零碳建筑是现阶段建筑承担碳减排责任的最高形式，建筑的全过程包括建材生产与运输、建筑运行、建筑建造和建筑拆除阶段。研究显示，对于普通建筑，其运行阶段碳排放占全过程碳排放 80%左右。随着建筑节能降碳水平进一步提高，这一占比将降低至 60%~70%，非运行阶段碳排放将进一步凸显，通过对我国建材生产与运输、建筑建造和建筑拆除的分析，并与国际标准对比，全过程的建材生产与运输、建筑建造和建筑拆除碳排放总量原则上不宜超过  $500\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ 。新建建筑使用绿色建材的比例不应低于 70%的规定，参考了《零碳建筑测评标准》T/CABEE 080-2024，绿色建材比例的计算方法可参照《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 中“绿色建材应用比例”的核算规则。由于设计阶段无法准确评估建筑拆除时所产生的碳排放，因此在进行全过程碳排放计算时，可不计算建筑拆除阶段碳排放量。

### 4.3 碳排放抵消

**4.3.1** 建筑碳排放强度计算时，不应纳入通过非建筑降碳技术措施产生的碳排放抵消量。其中，非建筑降碳技术措施指未直接作用于建筑本体的外部减碳手段（如购买外部碳信用、依托区域林业碳汇、利用工业领域碳捕集等）；此举旨在确保碳排放强度真实反映建筑自身（如节能设计、设备能效、本体可再生能源利用等）的减碳能力，避免外部抵消掩盖建筑本体能效不足的问题。对于采用可再生能源信用（绿电、绿证）交易和碳信用抵消剩余碳排放等非建筑降碳技术措施实现净碳排放量为零的建筑，可称为零碳建筑，而不能称为碳排放强度为零的建筑。通过剥离外部抵消量，迫使建筑行业聚焦本体减排，这也是推动建筑领域碳达峰碳中和的关键机制。

**4.3.2** 引入绿色电力交易、绿证交易、碳交易等措施，可提高建筑业主发展零碳建筑的积极性。但从 ISO 系列标准（如 ISO14068-1）角度分析，强调通过“直接减排优先、清除次之、抵消最后”的层级结构实现零碳化，经实质性减排后仍无法消除的排放，可采用高质量碳信用进行抵消，并对抵消比例进行限值规定。鼓励使用节能降碳技术实现降碳目标，但不应以大规模购买可再生能源信用和碳信用产品的方式实现零碳排放。在购买碳信用产品时，仅认可“事后信用”（减排量已实际发生，如已建成的 CCUS 项目、成熟森林碳汇），禁止使用“事前信用”（如规划中的减排项目）。

**4.3.3** 碳信用包括购买国家核证自愿减排量（CCER）、经省级及以上生态环境主管部门批准、备案或者认可的碳普惠项目产生的减排量、经联合国清洁发展机制（CDM）或其他减排机制签发的中国项目温室气体减排量。碳信用产品应为中国国内相关交易机制签发或在中国境内开发的减排项目，其中 CCER 是我国当前最主要的用于碳抵消的信用产品。根据政策和应用场景，绿电绿证可抵扣或核减建筑项目电力消费的碳排放，但绿电绿证不能抵消或中和非电力外的碳排放量。另外，建筑业主可通过与发电企业或售电公司签订绿色电力中长期交易协议，促进可再生能源的发展与就地消纳，同时从消费侧与能源侧促进清洁电力发展，绿色电力交易可作为零碳建筑实现控制目标的一种方式。

另外，需要指出的是我国正在积极参与《巴黎协定》碳市场规则制定，推动碳减排国际合作。《巴黎协定》第六条将规定国际碳市场允许缔约方之间以跨境

碳交易方式开展减排指标交易，合作实现各自的国家自主贡献减排目标，但是由于需要避免减排效益被合作双方重复使用导致减排效果双重计算、兼顾各缔约方减排目标的多样性和考虑各个国家对碳市场需求的多样性等多个方面因素，国际碳信息交易暂未实施。同时，考虑到中国建筑节能协会零碳建筑相关标准也规定碳信用应为中国国内相关交易机制签发的减排项目，因此本标准规定碳信用应为中国国内机制签发的源于合规减排项目的减排量。

**4.3.4** 本条文推动建筑从单纯依赖绿电、绿证碳抵消，转向综合提升自身负荷调节能力，实现“源-网-荷-储”协同。使用绿色电力证书交易或绿色电力交易进行碳抵消的零碳建筑，在不同碳抵消比例下需满足对应的负荷柔性调节能力指标。更高的碳抵消比例意味着建筑与电网的互动更深入，需通过更强的负荷调节能力，更快速响应电网变化，建筑负荷调节能在较长时间内持续发挥作用，保障建筑低碳乃至零碳目标的实现。

**4.3.5** 依靠建筑自身实现零碳排放的项目，在满足设计条件的情况下可保证长期零碳排放效果。而对于引入市场化交易实现碳排放为净零的建筑，若在设计阶段仅购买1~2年短期内的绿色电力或碳信用产品即可声明为零碳建筑，存在业主通过短期交易获得零碳认证后不再承担相应减排责任的风险问题，且无法保证对通过自身降碳设计实现零碳排放建筑的公平性。2021年9月，国家发展改革委、国家能源局组织国家电网公司、南方电网公司制定发布《绿色电力交易试点工作方案》，鼓励市场主体之间签订5~10年的长期购电协议，推动市场主体通过长周期协议获得较为稳定的价格，预判市场对绿色能源的诉求，长期购电协议的执行周期可作为绿色能源规划及建筑设定碳中和目标的重要依据，是鼓励和引导的方向。本条根据国家标准《零碳建筑技术标准》等相关规定，提前购买覆盖建筑运行期的降碳量对应的交易产品，可提高碳排放权交易市场的活跃度，支撑绿色能源规划，有助于促进全社会的减排目标；可锁定长期降碳效果，避免业主通过短期交易获得零碳建筑认证后不再承担相应减排责任。

## 5 控制措施

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 为了引导建筑降碳技术的应用，降低能源消耗引起的碳排放，对近零碳建筑能效指标进行约束，从终端用能需求进行降碳控制。本节所指节能率的计算范围与《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350，包括年供暖、通风、空调、照明、生活热水与电能耗，本体节能率包含被动式与主动式技术的贡献。《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350-2019中规定的本体节能率的比对基准为《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015，本标准规定的本体节能率的比对基准为《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021。

**5.1.2** 建筑设计方案水平决定了建筑物的建造及运行的各项指标，因此需要在设计阶段进行单体建筑降碳方案比对与确认，评估建筑技术与投资、降碳目标之间的相互影响，为建筑运行碳排放降低提供保障。

### 5.2 约束项

#### I 零碳设计及选材

**5.2.1** 零碳建筑设计应以目标为导向，以提升自身降碳贡献为原则，结合不同地区气候、环境、人文特征，根据具体建筑使用功能要求和建筑节能要求，采用性能化的设计方法，因地制宜地制定零碳建筑技术策略。性能化设计宜按下列步骤进行：（1）设定室内环境参数和碳排放指标；（2）初定设计方案；（3）利用技术经济分析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，当碳排放指标不能满足所确定的目标要求时，应修改设计方案，重新进行定量分析和优化，直至满足目标要求；（5）确定优选设计方案。区别于传统建筑节能的指令性（规定性）设计方法，零碳建筑应面向建筑性能总体指标要求，根据本标准规定的室内环境参数和碳排放指标要求，综合比选不同的建筑方案和关键部品的性能参数，通过不同组合方案的优化比选，制定适合具体项目的针对性技术路线，实现全局最优。

**5.2.2** 标准化设计是实现建筑工业化的核心基础，通过统一构件和部品的尺寸规格、连接节点及性能参数，可有效提高生产效率、降低碳排放，减少施工过程中的材料浪费和能源消耗，契合零碳建筑的低碳化、集约化发展要求。标准化部品部件满足国家标准《装配式建筑评价标准》GB/T 51129-2017中A级装配式建筑

的最低要求，确保了建筑部件的互换性和可重复使用性，减少了资源的浪费和建筑过程中的碳排放。

从降碳角度，参考《钢结构回收再利用技术规程》SJG 12-2023 的相关规定，标准化钢构件（如钢柱、钢梁）因接口模数化、连接节点标准化，拆除时可实现90%以上的完整拆解，较传统非标准化构件再利用率提升50%。根据世界不锈钢协会《CO<sub>2</sub>排放报告》及《钢铁工业CO<sub>2</sub>排放的计算须科学》研究，采用铁矿石—焦煤路线生产每吨钢材的直接碳排放约为1.8t（含冶炼过程能源消耗及间接排放），若直接再利用钢材，可完全避免这部分排放。

**5.2.3** 实现降低隐含碳排放目标，应以绿色、耐久、可核查和本地化的原则选择低碳建筑材料。绿色建材是指在建筑全过程内可减少资源的消耗、减轻对生态环境的影响，具有节能、减排、安全、健康、便利和可循环特征的建材产品。如在满足设计要求前提下，合理减少普通混凝土的用量，推广安全使用技术成熟的负碳排放的新型混凝土。应注意建筑材料的可追溯性，优先选用具有绿色建材标识（或认证）或具有明确碳足迹标签的材料和部品，以支撑建筑全过程的定量碳核查。2025年政府采购政策已将碳标签纳入绿色建材采信范围，要求供应商提供认证证书或检测报告。在满足建筑结构安全、性能指标等设计要求的前提下，优先选用短流程钢、再生钢、高强钢，是装配式钢结构迈向低碳化的技术路径。短流程钢以废钢为原料，通过电炉冶炼，较传统长流程炼钢（高炉—转炉工艺）节能超30%、碳排放降低35%以上；再生钢直接回收废钢循环利用，不仅减少矿石开采的资源消耗，还能削减60%以上的生产碳排放；高强钢凭借更高强度，可减薄构件厚度，降低用钢量15%~30%，间接减少生产、运输环节的能源消耗与碳排放。《绿色建材评价 钢结构房屋用钢构件》T/CECS 10028-2019中提供了热轧钢构件、焊接钢构件、冷弯成型钢构件、钢构件辅助件的碳排放指标基准值：一星级≤2400kgCO<sub>2</sub>e/t；二星级≤2100kgCO<sub>2</sub>e/t；三星级≤2000kgCO<sub>2</sub>e/t。

**5.2.4** 为了追求建筑外观效果，设计复杂的外立面形式和采用大量无用的装饰性构件，内部装修时使用不易维护更换的一次性材料，都不符合零碳建筑节能资源的要求，在满足建筑功能要求的前提下，鼓励采用装饰和功能一体化的构建，选用易维护、易循环利用的装修形式，追求低碳美学。推进轻量化、简约化、环保节能的室内装饰设计风格，优先使用可再生、可回收利用、可循环使用的装饰材

料。住宅建筑的装饰性构件造价占建筑总造价的比例通常不大于 2%；公共建筑的装饰性构件造价占建筑总造价的比例通常不大于 1%。

**5.2.6** 通过建筑降碳性能诊断，能够对外围护结构现状及热工性能、室内热湿环境、室内空气环境、设备系统能效、建筑能耗现状等进行全面地了解，以此确定既有建筑降碳改造的可行性，为改造目标、改造设计、技术措施等提供主要依据。降碳性能诊断的内容可根据设计需要适当增减。

**5.2.7** 既有建筑因建筑方案改造潜力受限，考虑到《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 已处于较高节能水平，因此不对既有建筑改造工程的本体节能率进行约束，但通过改造后的建筑终端能耗不高于基准建筑。

**5.2.10** 照明、插座及动力系统是建筑电力消耗的主要组成部分，占建筑用能比例可达到 50%以上。对于照明系统，LED 照明光源近年来发展迅速，是发光效率最高的照明光源之一，已在绿色建筑、超低能耗建筑中得到广泛应用，本标准对照明系统的灯具类型与能效指标进行规定。

## II 绿色低碳施工

**5.2.12** 零碳建筑的设计和施工标准高于普通建筑，每个细部节点需有针对性地精细化设计与更专业化的施工操作，相对于传统施工方式，施工工艺更加复杂，对施工程序和质量的要求也更加严格，应建立低碳施工管理体系和管理制度，实施碳减排目标管理，制定专项低碳建造方案。（1）明确建造过程降碳内容和方法，实现建造全过程碳排放的统筹管理，减少全过程的资源消耗。进行施工现场用能及碳排放量统计，统计内容应包括施工现场内工作区、材料堆放区、办公区、生活区等，竣工后应基于实际能源消耗种类及数量进行碳盘查。（2）传统建筑的建筑垃圾产生量 50~100kg/m<sup>2</sup>，装配式建筑因预制构件工厂化生产，建筑垃圾可减少 50%以上。钢结构装配式建筑以钢材为主材，现场焊接、螺栓连接为主，建筑垃圾（如混凝土残渣、砂浆损耗）远低于混凝土装配式，T/CABEE 080-2024《零碳建筑测评标准（试行）》规定装配式建筑垃圾产生量不大于 20kg/m<sup>2</sup>，指标合理且具有引领性，符合零碳建筑对施工阶段低碳化的要求。（3）加强施工现场建筑垃圾分类处理和回收利用，规范施工现场建筑垃圾分类收集、堆存、中转和资源化处理活动，提高建筑垃圾回收再利用率。其中建筑垃圾回收再利用率按照下列公式计算：建筑垃圾回收再利用率=建筑垃圾再利用量/建筑垃圾总量×

100%，建筑垃圾总量= $\Sigma$ [废弃物排放到消纳场及回收站量+建筑垃圾再利用量]。

(4) 临时设施（如活动板房、脚手架）和周转材料（如钢支撑、钢模板）的重复使用是绿色施工核心要求。《绿色施工导则》建议周转材料重复使用率 $\geq 60\%$ ，同时为突出钢结构构件的可重复利用优势，“钢结构临时支撑、钢栈桥等周转材料重复使用率应 $\geq 80\%$ ”，综合考虑设定 70% 的指标合理且适度从严，符合零碳建筑对资源循环利用的要求。按照《施工现场建筑垃圾减量化技术标准》JGJ/T498-2024 中“4 估算”规定了建筑垃圾估算方法。(5) 通过涂料性能提升、工艺精细化控制等专项方案，可使钢结构涂层系统设计使用年限从常规 15 年延长至 25~30 年，全生命周期内维修频次降低 40% 以上，有效降低翻新施工和材料挥发产生的温室气体排放，实施中可按照《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的验收标准，确保保护体系可靠性。

**5.2.13** 该条文的核心目标是通过提高非现场焊接节点（如螺栓连接）的比例，降低质量控制难度，减少碳排放。规定了为减少现场焊接作业，提高装配质量与效率，螺栓连接、铆钉连接等非现场焊接的永久连接节点，占现场全部永久连接、拼接节点的数量比例不应低于 50%。钢结构安装连接宜选用高强螺栓连接等非现场焊接使用方式，提高构件拆除、更换、回收再利用水平。钢结构主体工程紧固件连接工程应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 规定的质量验收方法和质量验收项目执行，同时应符合现行行业标准《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82 的规定。

**5.2.14** 工程建设过程中，施工现场办公与生活用房多为临时建筑，其节能性一直未被重视，然而临时办公和生活用房的碳排在施工阶段碳排放中占有较高比例。因此，可从提高临时办公和生活用房围护结构保温隔热、遮阳等热工性能，加上其自然通风和自然采光，降低临时用房供冷、供热、照明需求。办公和生活临时用房应采用可重复利用的模块化房屋，缩短施工周期，降低成本，安拆方便，利于环保。通过采用光伏、充电桩、模块化储能等技术产品，综合手段降低施工阶段临时用房的碳排放。

**5.2.15** 永临结合是将工程施工中的临时设施与永久设施相结合进行一次性施工，让部分永久设施在施工中能够直接使用，在项目建设完成后，经过部分改造或不

改造就可直接投入使用，达到使用功能的目的。永临结合可大大减少临时设备及材料投入，经济节约。

### III 低碳智慧运营

**5.2.16** 发电、储电、用电设备作为建筑关键设备，监测其能耗和效率，可及时发现并采取柔性控制或其他调节措施，此时则要求建筑供配电系统可根据实时监测结果，通过数据分析、智能调度对关键设备工况进行调节，实现可再生能源的充分消纳。另外，建筑供配电系统应具备按核算单元和用能形式进行分类分项计量功能，支撑建筑智能化系统对发电、储电、用电系统柔性调节。相关计量器具应符合现行国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB17167 要求。

### IV 可再生能源利用

**5.2.19** 使用可再生能源是提高建筑自身减碳能力的主要路径之一。世界各国均在大量推广使用可再生能源，如欧盟《可再生能源指令（RED III）》提出指示性目标，即到 2030 年可再生能源在建筑中的比例至少为 49%。现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 和《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 对建筑中可再生能源应用的三种形式进行了规定，即可再生能源提供生活热水、空调用冷和用热以及建筑用电。在可再生能源应用的类型和形式上，要充分根据项目及项目所在地的用能结构、用能特点、末端需求、资源禀赋以及投资回报等因素，进行统筹规划、设计和实施。例如，太阳能、地源热泵系统、空气源热泵系统的应用与项目所在地的资源条件密切相关，应根据资源禀赋、以可再生能源的高效利用为目标，选择经济适用的技术方式和系统形式。需要注意的是，可再生能源的使用直接抵消了建筑外购热量、冷量或电量的间接碳排放，因此在进行建筑碳排放计算，尤其是建筑运行碳排放计算时，不再考虑可再生能源减少的碳排放。

**5.2.21** 炊事电力系统的系统效率高于燃气系统，在零碳电力供应的情况下，不仅可以降低运行费用，还可以避免燃气直接燃烧产生的直接碳排放。因此，本条规定当炊事系统用电量可由光伏系统提供（实际使用），或采用建筑所在地电力平均排放因子计算所得炊事系统碳排放低于燃气系统碳排放时，应采用炊事电力系统。

## 5.3 引导项

## I 零碳设计及选材

**5.3.1** 全电气化指建筑物所消耗能源全部来自电力。全电气化设计是指建筑物各种实物能源供给均采用电能的设计，包括供暖、空调、照明、生活热水、电梯的能源供给，也包括插座和炊事等能源供给。有研究表明，从消费侧看目前我国建筑领域电气化率为 48%，预计 2035 年建筑电气化率可达 75%，2050 年可达 90%。零碳建筑的用能需求大幅降低，应进一步提高供暖空调、炊事、生活热水和蒸汽等用能系统电气化比例，减少建筑直接碳排放。

**5.3.3** 全装修指建筑功能空间固定面装修和设备设施装修同步完成，达到建筑使用功能和性能的基本要求。建筑全装修交付一方面能够确保建筑结构安全、降低整体成本、节约项目时间；另一方面也能减少不必要的拆除浪费，节约建筑材料降低建筑碳排放。

**5.3.4** 随着以“大功率直流充电”“车网互动（V2G）”等为代表的新技术新业态不断涌现。房网互动（B2G）实现建筑与电网的双向能量流动，支撑电网削峰填谷；车网互动（V2G）依托电动汽车动力电池的储能特性，实现车辆与电网的能量互补；车房互动（V2B）则聚焦建筑与车辆的直接能量交互，让电动汽车成为建筑的分布式储能单元，可在建筑用能高峰时释放电能，低谷时储存电能（尤其适配建筑光伏系统发电的就地消纳），三者可提升建筑能源系统灵活性与可再生能源利用率。接口预留应兼顾前瞻性与实操性，符合电力系统、电动汽车充电相关国家标准（如充电接口协议、通信协议等），并与建筑能源管理系统联动，为后续接入虚拟电厂、参与电网需求响应预留技术条件，助力建筑从“被动用能”向“主动参与能源协同”转型，推动城乡建设领域与交通领域协同降碳，践行碳达峰、碳中和目标。

## II 绿色低碳施工

**5.3.7** 装配化装修是降低建筑全过程碳排放的重要路径。国家、行业及地方相关标准，对装配式建筑提出宜采用装配化装修的要求。从材料生产环节看，装配化装修通过工厂预制部品部件，可实现材料精准切割与规模化生产，减少传统现场湿法作业中因材料浪费产生的额外碳排放，工厂集中加工能提高能源利用效率，降低单位产品的能耗与排放。施工阶段，装配化装修以干式作业为主，大幅减少现场水泥砂浆等湿作业材料的使用与运输，降低相关材料在生产、运输环节的碳

排放；一体化设计则能避免各系统间的冲突与返工，减少因设计变更导致的材料二次加工、运输及施工能耗，缩短工期的同时降低现场机械设备的能源消耗。在运营阶段，一体化设计可实现内装与设备管线的精准对接，减少管线迂回与无效空间占用，提升设备运行效率，降低建筑使用过程中的能耗与碳排放；而装配化装修的部品部件具有可拆卸、可循环的特性，在建筑全生命周期末端能减少建筑垃圾的产生，降低废弃物处理的碳排放，从而实现建筑从建造到拆除全链条的碳减排目标。

### III 低碳智慧运营

**5.3.8** 楼宇自控系统是实现建筑节能运行的重要管理工具，宜设置建筑楼宇自控系统，基于建筑设备运行数据/室内环境参数，建筑碳排放管理系统碳数据，以建筑低碳运行为目标，动态调整和优化能源系统运行参数和运行策略，实现建筑运行阶段的低碳排放。宜每月检查控制器、内置电池、系统通信、控制逻辑算法、联动功能的工作状态；宜每季度监测校正传感器和执行器。

**5.3.9** 本条主要考虑建筑电气化趋势以及对降低建筑运营碳排放（特别是直接排放）的效果明显。根据 IEA 的数据，炊事所产生的碳排放约占全球温室气体排放的 3%，占建筑碳排放的 56%。当可再生能源发电能够为炊事系统提供电力供应，或建筑所在地的市政电力清洁化水平较高时，炊事用能应采用电力系统。

### IV 可再生能源利用

**5.3.10** 全球变暖潜能值（GWP）是衡量温室气体对全球变暖贡献程度的一个相对指标，用于比较不同温室气体在一定时间范围内对气候系统的影响能力。制冷剂是空调系统直接碳排放的主要来源之一，是建筑降碳不可忽视的重要内容。许多国家和地区已限制高 GWP 制冷剂产品的使用。例如，欧盟 2025 年 1 月 1 日生效的 F-GAS 法令规定：分体空调制冷剂 GWP 值不能高于 750 的上限（自 2035 年起，分体式空调和热泵禁止使用 HFCs（如 R32 和 R410A））。随着中国正式加入《〈蒙特利尔议定书〉基加利修正案》，控制并着手消减 HFC 制冷剂，推动环保低碳制冷剂产品市场化也已提上议事日程。采用低 GWP 值的替代制冷剂，采取控制充注量和泄漏量、定期检查机组冷媒泄漏水平等有效防泄漏措施，也已成为必要技术举措。

本条主要适用于采用蒸汽压缩循环的冷水（热泵）机组，直膨式空调机组中

房间空调器和单元机已大部分转变为低 GWP 值的制冷剂产品，多联机行业也在环保部门淘汰计划指引下，积极研发更加环保节能的替代制冷剂。

**5.3.11** 本条文旨在推动钢结构装配式零碳建筑与区域能源管理体系深度融合，借助虚拟电厂管理平台，提升建筑能源利用效率，增强电网稳定性与可靠性，助力构建高效、清洁的能源生态系统。要求钢结构装配式零碳建筑年度有效参与电网调节次数不少于电网发布需求响应邀约次数的 50%，是基于建筑在区域能源调节中的潜力和责任。50%比例来源是依据国内试点政策要求（40%~60%）、建筑调节能力数据（平均 52%）、电网合理需求，是科学且可实现的目标。建筑作为能源消耗与部分能源生产的主体，有能力且应当积极响应电网调节需求。50%这一比例既能充分挖掘建筑的调节潜力，又考虑到建筑实际运行中可能存在的限制因素，确保要求具有可操作性。对于电网而言，更多建筑参与调节可显著增强需求侧响应能力，减少对传统调峰电源的依赖，降低电网建设与运营成本。对于建筑自身，频繁参与电网调节有助于优化建筑能源管理策略，通过合理调整用电行为获取经济激励（如需求响应补贴），同时提升建筑能源系统的智能化水平和运行可靠性。

## 6 计算与核算

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 钢结构装配式低碳、近零碳、零碳建筑针对运行阶段碳排放进行控制，因此其降碳水平的判定是以年为周期，年度周期能较全面反映建筑在一个自然年度内的碳排放情况，方便对建筑每年的运行效果进行评估，也便于与其他同类型建筑在相同时间尺度下对比。部分建筑通过高质量设计、建造、运行可达到全过程零碳排放，本标准单独设立全过程零碳建筑，其判定周期为设计使用年限，因为全过程零碳建筑强调在整个寿命周期内实现零碳排放，设计使用年限能完整涵盖建筑从建成到报废的全过程，确保对其碳排放情况进行全面、长期的考核，避免因短期数据掩盖长期潜在碳排放问题。本标准同时考虑到一些项目设计文件不能提供时，按 50 年进行碳排放计算；考虑到一些建筑在未达到设计使用寿命前便进行了拆除，按实际使用年限进行碳排放计算的相关规定。

**6.1.3** 碳排放计算过程中，因计算边界不清晰、数据统计与筛选不合理等原因，易出现重复计算或“漂绿”等问题。在被评价项目边界范围内的可再生能源（如光伏、生物质发电、风电等），被评价项目所消纳的可再生能源，纳入项目碳排放指标计算，并可根据《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019 第 4.1.4 条进行计算，可再生能源通常按零排放计算，也就是项目边界范围内生产并使用的可再生能源，应在对应能源消耗中直接扣除，不计入评价碳排放指标计算。建筑碳排放计算不包括建筑向外部提供热能、冷量、电力的能源消耗产生的碳排放，以及充电桩、数据中心、工业生产等非建筑功能用能所产生的碳排放，这部分碳排放可作为单独项报告。绿电、绿证、CCER 等排放抵消不纳入评价碳排放指标计算，绿电、绿证的环境权益按实际消费量抵扣对应电力的碳排放（间接碳排放），碳信用可用于建筑剩余碳排放的抵消，不纳入评价碳排放指标计算。本标准碳排放指标是建筑“系统”的碳排放量和碳清除量之和，不包括通过购买实现的“低碳或中和”的部分。

### 6.2 设计（运行）评价阶段

**6.2.2** 建筑运行阶段碳排放核算依据应来自建筑实际能源消耗监测数据，并确保数据覆盖建筑全部能源种类和能源消耗，且与设计文件保持一致。根据建筑各能源消耗监测数据，根据不同能源排放因子转换至碳排放量，得出碳排放强度。公

共建筑的暖通空调、照明、动力、新能源应用系统等各部分能耗应进行独立分项计量。公共建筑的能源分项计量一般包括冷热源耗电量，输配系统耗电量及末端耗电量，集中供热系统的供热量，燃料以及其他能源消耗量，照明耗电量以及电梯耗电量等。居住建筑应分户分类进行能源消耗计量。公共区域用能的各部分能耗应进行独立分项计量。建筑运行碳排放，包括边界范围内的直接碳排放和间接碳排放。直接碳排放包括建筑炊事等固定化石能源燃烧排放，也包括所涉及的配套交通运输等设备的移动源排放；间接碳排放包括外购电力对应的碳排放量，也包括外购热力对应的碳排放量。

**6.2.3** “充电扣除、放电计入”的原则，建筑为电动交通工具（如电动汽车、电动自行车）提供的充电电力属于外部负载，其能源消耗本质上是交通工具的运行能耗，而非建筑本体维持功能所需的能源（如照明、空调、电梯等）。因此，这类电力应从建筑实测能耗中扣除，避免重复计算。当电动交通工具通过 V2G（车网互动）等技术向建筑配电系统反向供电时，这部分电力被视为建筑从外部获取的能源，需计入建筑实测能耗。

**6.2.4** 由于建筑节能标准气候区划和电网划分存在差异，各省市的电力能源结构也各不相同，导致电力平均二氧化碳排放因子有所差别。倘若采用任一城市所在省级或区域电网的电力平均二氧化碳排放因子来制定统一的碳排放控制指标，就会在低碳、近零碳建筑的推广过程中产生技术与空间方面的阻碍。所以在设计阶段采用全国统一的电力平均排放因子，保证各地推广低碳建筑的积极性保持一致。在标准使用周期内，将设计建筑碳排放计算的电力平均二氧化碳排放因子取值设定为  $0.5\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ，既能引导建筑采用电气化设计，又能避免将电气化率作为二级指标对建筑系统方案造成限制。当建筑处于运行阶段时，为了准确核算过去一年的碳排放，真实反映建筑实际的碳排放量，建筑运行阶段碳排放计算应采用上一年度生态环境部发布的省级电力平均二氧化碳排放因子。当建筑物在运行阶段通过市场化交易手段实现零碳排放，并且电力交易对象唯一时，可采用电力交易发电单位碳排放因子实际值进行碳排放交易计算。

**6.2.6** 逸散型排放源（如冰箱、空调、消防系统、化粪池等）在建筑运行阶段产生的温室气体（如制冷剂 R134a 泄漏、消防气体 R227ea 泄漏、化粪池  $\text{CH}_4$  排放等）具有隐蔽性强、累积效应显著的特点，易被传统碳排放核算体系忽略。例如，

空调系统使用的 HFCs 类制冷剂 GWP 值高达 1000，化粪池厌氧分解产生的甲烷 GWP 值是 CO<sub>2</sub> 的 28 倍（IPCC AR6 数据）。若不纳入核算，将导致建筑实际碳排放量与申报值偏差可达 15%~20%（参考北京冬奥场馆实测数据），直接影响零碳建筑评价认证结果。

### 6.3 全过程评价阶段

#### 6.3.1 围绕建筑施工建造碳排放统计核算面临的“如何核算”“如何获取数据”

“如何进行数据分析”三个核心问题，开展施工碳排放核算范围确定、方法选择、核算与数据分析等。施工阶段应进行施工现场用能及碳排放量统计，统计内容应包括施工现场内工作区、材料堆放区、办公区、生活区等。从施工整体的角度出发，施工阶段的碳排放包括施工过程与相关活动所产生的直接碳排放和间接碳排放。直接碳排放涉及的排放设施主要有锅炉、食堂灶具、施工机械设备、生产车辆，排放源主要有柴油、汽油、天然气、液化石油气，以及焊接过程中使用的乙炔、二氧化碳保护气等。间接碳排放涉及施工现场及生活办公的外购电力、外购热力。在施工过程中应安排专人按月进行碳排放相关数据的收集汇总，并保留原始证明材料。

**6.3.2** 建材的碳排放因子受建材型号、生产管理能力和生产工艺等因素影响较大，并且随时间动态变化，因此在计算时，宜优先选用由建材生产商提供的且经第三方鉴证的实测碳排放因子；当无第三方提供时，碳排放因子可按现行国家、行业相关标准进行选取；建议按顺序优先参考行业相关标准、国家温室气体排放因子数据库等国内权威数据库给出的因子、联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布的国际通用碳排放因子、相关参考文献提供的碳排放因子。

**6.3.3** 实际垃圾回收处理阶段的直接碳排放应根据现场监测计量的实际数据确定；能源、资源消耗量应根据实际使用的能源、资源消耗清单确定；抵消量应根据物料处置后向外输出的能源、资源量确定。

## 7 管理措施

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 钢结构装配式零碳建筑的最终目的是实现项目生命周期内的零碳化。本条文以生命周期碳管理为理念，基于风险和机遇思维，遵循“策划—实施—检查—改进”（PDCA）的基本逻辑和持续改进的管理原则，以使组织能够通过预防、清除、替代、消减碳排放及其他碳减排措施，提升零碳管理水平。

### 7.2 运行管理

**7.2.1** 在建筑运行阶段，根据负荷、人员活动等运行监测数据，动态调整优化设备设施运行参数，可降低建筑运行能耗。如可采用建筑自动化控制系统（BACS）实现建筑机电系统和设备（供暖、通风、供冷、热水、照明等）的高效低碳化管理，提高运行效率和能源利用率。

**7.2.2** 项目制定零废弃物运营规划，从源头上减少废弃物的产生，并对废弃物进行有效管理和回收利用，以实现废弃物的零排放，推动建筑向可持续方向发展。在钢结构装配式零碳建筑运行阶段，设置废弃物分类、回收或处理的专用设施和场所，是实现建筑可持续运营与零碳目标的重要环节。应对可能产生碳排放的废弃物采取措施，如对废弃物进行密闭收集、设置暂存区、防渗、避免温室气体产生等技术措施，降低其对环境的潜在危害。《零碳民用建筑评价规范》T/CECA-G 0214-2022 第 6.2.10 条：生活垃圾分类收集率是指实现分类收集部分生活垃圾数量占小区生活垃圾产生总量的百分比，或实行垃圾分类收集的住户与小区居民总户数的百分比。

**7.2.3** 本条文旨在引导钢结构装配式零碳建筑在运行阶段借助人工智能（AI）技术，突破传统人工管理的局限，实现从“被动运维”向“主动预判”的零碳管理，核心是通过技术赋能提升能源利用效率、降低无效碳排放，同时保障建筑运行安全，支撑全过程零碳目标落地。

AI 技术可整合建筑历史能耗数据、实时气象数据（如温度、光照）、人员流动数据、可再生能源出力数据（如光伏发电量）等多维度信息，建立精准的能源需求预测模型，预判建筑在不同时段（如供冷季高峰、夜间低谷）的用能峰值与谷值，自动调节用能策略；在电网峰段主动削减非核心负荷（如空调温度微调、照明分区控制），在谷段储存低价清洁电力，既减少高碳电力依赖，又契合“源

“一网一荷一储”协同要求，最大化运行阶段降碳效益。建筑运行阶段的主要用能设备（如暖通空调机组、电梯等）的低效运行或轻微故障，会导致能耗显著上升、碳排放增加。AI 技术通过实时采集设备运行参数，与设备额定性能参数及健康阈值进行比对，可快速识别设备“隐性故障”，并通过算法优化设备运行工况，避免设备长期处于低效状态，确保用能设备始终运行在最优能效区间，从运行端减少无效碳排放。建筑部品部件的突发故障，可能引发安全风险，建立部件寿命预测模型，提前预判易损部件的老化趋势，并发出维护预警。通过提前开展针对性维护，延长部件使用寿命、减少更换频率，降低建材生产及运输环节的隐含碳。

**7.2.4** 本条明确了钢结构装配式零碳建筑运行阶段维护工作中材料选用的总体原则。钢结构在长期使用过程中易发生锈蚀，维护保养是保障其安全性和耐久性的重要措施。传统的防锈、耐火涂料及一些围护材料在生产、使用过程中可能会产生较高的碳排放或释放温室气体，不符合零碳建筑的理念。因此，要求优先选用低碳、低 GWP 或无温室气体挥发的材料，从材料源头降低运营阶段的环境影响。

《色漆和清漆 拉开法附着力试验》GB/T 5210、《色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定》GB/T 1771 等国家标准对防锈涂料的性能指标，如附着力、耐腐蚀性等均有明确规定。同时，关注涂料生产过程中的碳排放以及涂层在使用过程中是否会释放温室气体，例如某些溶剂型涂料在施工和使用过程中会挥发 VOC（挥发性有机化合物），不仅污染环境，部分 VOC 还具有温室效应。此外，涂层的使用寿命影响维护保养的周期和频率，涂层与设计使用年限相匹配或定期合理维护，可避免频繁维护带来的资源浪费和额外碳排放。在施工过程中，通过优化施工方法，如采用无气喷涂等工艺，减少涂料挥发。关注维护施工过程对环境和人体健康的影响，是零碳建筑的重要体现，采用环保施工工艺，如使用节能设备、合理安排施工顺序减少能源消耗等，可降低施工阶段的碳排放；对废弃物进行分类处理，如将废旧涂料桶、边角料等进行回收或合规处置，避免对环境造成污染，符合零碳建筑在全生命周期内的环保要求。

### 7.3 全过程管理

**7.3.1** 全过程零碳管理体系是确保建筑各阶段碳排放信息可追溯、可核算、可优化的基础。为保障钢结构装配式零碳建筑全过程碳合规，构建完善系统性内部管理体系，制定碳排放信息披露相关的管理文件，动态更新材料碳排放强度、施工

能耗等数据；强化技术创新、人员培训及循环经济实践，形成从碳核算、监测预警到优化改进的闭环管理，为行业提供可复制的零碳建筑管理范式。

将碳排放指标纳入采购机制，是企业践行 ESG（环境、社会、治理）理念、构建绿色低碳供应链的主要手段之一。在采购流程中，从供应商筛选、招标评审到合同履行全环节，嵌入碳排放指标要求：一方面，要求供应商提供建材产品全生命周期碳足迹数据；另一方面，将供应商的低碳技术应用、碳管理体系完善度等纳入采购评价维度，降低因供应链高碳排引发的风险，为降低建筑碳排放筑牢基础。

开展碳信息追踪及比较，可将建筑实际碳排放数据与预设的零碳目标、同类型建筑的碳排放数据等进行对比。一方面，通过与减排目标对比，能及时发现实际碳排放与目标碳排放的差距，进而调整策略和措施；另一方面，与同类型建筑对比，可借鉴优秀案例的经验，发现自身不足并加以改进，有助于全面评估各类因素对建筑碳减排的作用。

**7.3.2** 在钢结构装配式零碳建筑的全生命周期低碳管理中，应高度重视建筑隐含碳的低碳管理工作。设计阶段，设计单位需对建筑材料选择、结构体系选型等进行隐含碳量化分析，对比不同方案，优先选用隐含碳较低的设计。材料采购环节，采购方应收集并评估钢材等主要建材的隐含碳排放水平，在同等性能下，选择生产工艺绿色、运输距离合理、隐含碳排放量低的材料供应商。施工阶段，施工单位应优化施工流程，减少材料浪费与返工，合理安排施工设备，降低施工能耗，以控制隐含碳增量。运营阶段，运营单位定期对建筑设备维护升级，提高能源利用效率，间接降低隐含碳影响。在建筑拆除与回收阶段，相关责任方需遵循资源回收最大化原则，对可回收材料妥善处理，减少拆除过程碳排放。

## 8 检测、监测与控制

### 8.1 一般规定

**8.1.2** 工程竣工文件和有关技术资料包括：1) 确定合法有效的工程施工图设计文件；2) 工程竣工图纸和相关技术文件；3) 具有相关资质的检测机构出具的对施工现场随机抽取的外门（含阳台门）、户门、外窗、透明幕墙、建筑采光顶及保温材料所做的性能复验报告，包括门窗、透明幕墙及采光顶的气密性能、保温性能、玻璃及外窗遮阳性能、保温材料密度导热系数和材料强度等测试报告；4) 玻璃（或其他透明材料）外门窗、建筑幕墙、遮阳设施、暖通空调、配电照明及监控系统等产品合格证或性能检测报告；5) 外墙体、屋面（含建筑采光顶）、外门窗（含天窗）、建筑幕墙、热桥部位和采暖管道的保温施工做法或施工方案；6) 与第5条有关的隐蔽工程施工质量的中间验收报告。

### 8.3 监测与控制

**8.3.4** 建筑的设备系统调适是指通过设计、施工、验收和运行维护阶段的全过程监督和管理，保证建筑物能够按照设计和用户要求，实现舒适、安全、高效地运行和控制的流程管理与技术方法。设备系统综合调适是保证各用能系统实现优化运行的必要环节。建筑用能子系统的日益复杂，子系统之间的关联性日益增强，传统的各用能系统独立调试的工作方式不能满足对建筑动态负荷变化和实际使用功能的要求。设备系统一般包括暖通空调系统、照明电气系统、给排水系统、智能化系统等。系统综合能效调适的主要目的如下：

- 1 验证设备型号和性能参数符合设计要求；
- 2 验证设备系统安装正确到位；
- 3 验证设备系统安装质量满足规范要求；
- 4 保证设备系统的实际运行状态符合设计使用要求；
- 5 保证设备系统的实际运行的安全性和可靠性；
- 6 通过向相关操作人员提供全面质量培训及操作说明，优化运行操作程序和维护工作。

零碳建筑的实现离不开使用者的参与，通过零碳建筑普及宣传活动使用户了解零碳建筑的意义和与自身利益的关系，调动用户积极性，编制零碳建筑使用手册，对使用者免费发放，一方面可以宣传零碳概念和意义，传播零碳建筑知识，

另一方面可以加强用户对其所工作生活建筑的认识，以便更好地使用和维护建筑。

**8.3.5** 室外参数的变化和建筑使用情况的波动会直接影响建筑用能系统的能效、能耗和碳排放，建筑管理者根据监测的数据应及时对上述因素进行分析及必要的预测，判断用能系统的运行策略是否需要调整、如何调整，以实现降低全年碳排放的目的。具体调整的内容包括但不限于：各系统的联动功能、各系统的运行参数、工作模式、控制逻辑以及监测报表输出的类型和数量，分析图表种类等。

**8.3.7** 本条文明确建筑碳排放管理系统的计量监测应具备多项关键功能。需对建筑运行阶段碳排放量、可再生能源降碳量开展分类分项动态统计、计算、分析与展示，直观呈现数据。提供数据查询、预警、记录和下载功能，方便追溯与管控。能自动生成碳排放报表，助力管理决策。具备与其他系统集成权限，实现数据共享、协同优化。通过自动校验保障数据安全、准确、可靠，为建筑低碳管理提供有力支撑。

## 9 评价流程

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 低碳、近零碳、零碳建筑针对运行阶段碳排放进行控制，因此其降碳水平的判定是以年为周期，少部分建筑通过高质量设计、建造、运行可达到全过程零碳排放，本标准单独设立全过程零碳建筑，其判定周期为设计使用年限。当设计文件不能提供使用年限时，全过程评价应按 50 年计算。

**9.1.2** 第三方机构指中国建筑节能协会通过公开征集，定期发布的第三方评价机构。

**9.1.3** 本条文规定了近零碳建筑柔性用电调节能力和特性的评价指标。达到本条文的要求的建筑具备同电网协同开展电力辅助服务中日前和日内削峰填谷业务的能力，能够有效地响应电网单次调节指令，辅助电网缓解电力紧张和新能源波动等问题，有助于电力系统整体实现低碳能源供应。建筑柔性调节指标计算方法应满足本标准附录 B 的要求。

**9.1.4** 本条文规定了零碳建筑柔性用电调节能力和特性的评价指标。与近零碳建筑柔性用电指标相比，本条文首先提高了对调节响应能力和电气化的指标要求。本条所要求的“建筑用能全部由非化石能源提供”指建筑无现场化石燃料燃烧排放。

### 9.2 设计预评价

**9.2.1** 在建筑工程施工图设计完成后可对设计阶段进行评价，一方面能够更早地掌握建筑工程技术的降碳能力，可以及时优化或调整建筑方案或技术措施，为建成后的运行管理做准备，另一方面与各地现行的设计标识评价制度相衔接。进行设计阶段预评价的建筑，需提交施工图设计文件确定合法有效的证明文件。新建、扩建、改建建筑通常情况下开展施工图事前审查制度，审查合格后由审图机构提供施工图审查合格文件。但部分省市将房屋建筑施工图由事前审查调整为事后抽查，因此如项目具有施工图告知承诺等合法有效文件，也可作为项目设计阶段预评价的前提条件。

**9.2.2** 本条规定了零碳建筑设计预评价需提交的材料，其中施工图设计文件是判断降碳技术方案是否落实的重要技术依据，建筑降碳技术方案与相关计算报告是评价建筑是否达标的重要内容，需对应相关指标和要求，在申报材料中体现各条

文要求。采用绿色电力交易、绿色电力证书交易及碳信用交易实现净零碳排放的项目，还应提交抵消证明材料。

建筑降碳技术方案，包括但不限于建筑规划设计、围护结构设计、气密性及热桥专项设计、机电系统设计、可再生能源系统设计、供配电系统设计、能源结构优化方案、设备选型方案等。建筑能耗模拟计算文件包括但不限于软件与建模方法、室内环境参数及运行数据设置、负荷/能耗模拟计算结果及分析、光伏发电量和储能容量等数据分析结果。规定碳排放分析报告书是参考了《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 第 2.0.5 条；提出要提交运行碳排放分析报告书，隐含碳排放分析报告书。绿色电力交易、绿色电力证书交易及碳信用交易证明材料，包括但不限于购买绿电合同、发票，其他形式碳抵消的合同和发票等。

### 9.3 运行评价

**9.3.1** 建筑设计方案决定了建筑全过程的低碳运行水平，为避免低用能密度、低节能水平建筑用能强度升高导致以后运行碳排放水平增长的情况，建筑在申请运行评价时，须通过设计阶段预评价或设计评估。对于已通过设计阶段预评价，再次申请运行评价的建筑，应提供零碳建筑设计标识及设计阶段预评价全套节能资料；对于未取得设计标识而直接进行运行评价申请的建筑，应提供设计阶段预评价全套资料，同时开展设计评估与运行评价。为保证运行阶段降碳，建筑运行评价应在建筑竣工验收后且建筑使用面积不低于建筑面积 60%的情况下正常运行一年后进行。考虑到运行阶段评价的准确性，当建筑使用面积为建筑面积的 60%~80%时，应根据运行数据与建筑使用面积比例进行折算后确定碳排放；当建筑使用面积比例高于 80%时，可认为建筑已达到人员设定要求，采用运行数据直接评价。

**9.3.2** 建筑碳排放数据与建筑的实际运行状况紧密相关，在开放运行状态下，可如实反映出建筑在真实使用场景中的能耗及相应的碳排放情况。若建筑处于非开放运行状态，如部分设备关闭、人员活动缺失等，所获取的排放数据可能会低于实际运行时的数值，无法准确评判建筑在运行阶段的实际节能减排成效以及对环境的实际影响程度。基于真实运行状态下的数据采集与分析，能够更精准地发现建筑在能源利用方面存在的问题与潜在优化空间，为后续提出针对性地改进措施、

提升建筑绿色运行水平提供可靠的数据支撑。

**9.3.3** 建筑室内环境检测应符合国家标准《零碳建筑技术标准》及国家现行有关标准的规定；能源系统运行效率检测应符合国家标准《零碳建筑技术标准》及国家现行有关标准的规定；在建筑物长期的运行过程中，用户和物业管理人员的意识与行为，直接影响零碳建筑目标的实现，因此需要坚持倡导低碳理念与低碳生活方式的教育宣传制度，培训各类人员，形成良好的低碳行为习惯。

**9.3.4** 目前全国普遍开展的需求响应机制研究，主要是针对单次调节能力的要求，即在特定时刻按照与需求响应管理机构的约定，一次性地降低或提高运行功率并保持一定时间地能力。未来随着虚拟电厂参与电力现货交易，提供实时调频服务、跟踪实时碳排放责任因子等，柔性调节可实现根据实时电价、电力动态排放因子等主动进行柔性用电调节的能力。因此本标准提出，当建筑通过与电网柔性互动，实现建筑全年的零碳用电，也可进行零碳建筑运行评价。通过时间维度精细化核算建筑碳排放，耗能的碳排放= $\sum$ （逐时用电量×对应时段电网排放因子）。

## 9.4 全过程评价

**9.4.1** 全过程评价需要计算各个阶段的碳排放，施工图纸与竣工验收材料能够反映建筑全过程碳排放计算的全部基础数据，运行数据能够反映建筑运行阶段实际碳排放水平，因此申请全过程评价的建筑，应在建筑正常运行一年后进行。

**9.4.2** 本条规定了全过程评价需提交的材料。

- 1 全过程零碳建筑需要进行设计方案评价；
- 2 全过程零碳建筑需要进行运行评价；
- 3 申报书用于全过程零碳建筑评价；
- 4 竣工验收资料验证建材生产及运输碳排放；
- 5 主要设备材料表用于验证碳排放计算真实性；
- 6 绿色建材标识用于验证建材生产碳排放计算数据选取的可靠性；
- 7 高性能设备产品能效标识用于验证碳排放计算真实性。

## 附录 B 计算与核算方法

**B.0.4** 在计算建筑炊事能耗时，年炊事用气量指标按现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028和《燃气工程设计手册》的规定取值。按现行国家标准《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30720、《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30531、《家用和类似用途厨房电器能效限定值及能效等级》GB 21456、《商用电磁灶能效限定值及能效等级》GB 40876选取。

**B.0.8** 由于建筑采用能效提升、能源系统优化与可再生能源利用等技术措施后均会产生实际的建筑减排量，而采用绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易并未通过建筑降碳技术实现减排目标，因此引入建筑净零碳排放量定义为建筑碳排放量与绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等非建筑降碳技术措施抵消碳排放量的差值。

实现低碳、近零碳、零碳建筑时，应将提高建筑自身能效水平和充分利用场地内或场外等效可再生能源等建筑降碳技术手段作为首选路径。考虑到绿色电力输配等过程中产生的损耗，在计算绿色证书电力减排总量时，应进行相应的折减。全国电力平均二氧化碳排放因子分为包括市场化交易的非化石能源电量的排放因子，和不包括市场化交易的非化石能源电量的排放因子。

在计算建筑碳排放量、碳排放强度及降碳率等碳排放控制指标时，通常采用包括市场化交易的非化石能源电量的电力平均二氧化碳排放因子。而在计算零碳建筑通过绿色电力与绿色电力证书交易实现的减排量时，为避免非化石能源电量减排量在电网侧与建筑侧重复计算的问题，则应采用不包括市场化交易的非化石能源电量的电力平均二氧化碳排放因子。但建筑在不同阶段、不同使用情景下选取不同的电力平均二氧化碳排放因子进行计算会使得标准执行层面的复杂程度提升，不便于标准执行与操作。

为统一建筑碳排放指标与市场化交易指标的计算口径，同时便于工程项目操作与管理，本标准在计算绿色证书电力减排总量时，在输配损耗折减系数的基础上进一步纳入《2021年电力二氧化碳排放因子》中“2021年全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）”和“2021年全国电力平均二氧化碳排放因子”之间的比例关系，作为绿色证书电力减排总量的折减系数，

即可避免非化石能源电量减排量重的贡献复计算的问题，也能够提升标准的可操作性。

**B.0.10** 本条文规定的公式用于量化评估建筑用电系统在参与柔性需求响应事件时的负荷调节能力。在电力系统运行中，为了平衡电力供需，特别是在用电高峰（调峰时段），需要通过引导用户调整用电行为或设备运行方式（即柔性需求响应）来削减电力负荷。通过计算  $N_{per}$ ，电力系统运营商和相关管理人员可以清晰地了解到在特定调峰时段内，建筑用电系统因柔性需求响应所实现的负荷削减程度。 $N_{base,t}$  提供了一个未受需求响应影响的原始负荷参照，而  $N_{DR,t}$  则是采取响应措施后的实际负荷。两者的差值与  $N_{base,t}$  的比值，能够直观地反映需求响应策略的有效性，为后续优化电力资源配置、制定更合理的需求响应计划以及评估节能效益提供重要依据。

**B.0.11** 本标准为对建筑自身性能进行评估，在控制措施中提出对建筑本体节能率的要求。由于插座与炊事非建筑节能控制范围，因此建筑本体节能率计算方法与计算范围与现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB51350 一致，基准建筑为满足强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 的建筑。

**B.0.12** “PEF50-50”法是欧盟委员会（European Commission）提出的一种关于产品环境足迹（PEF）的计算方法。该方法基于生命周期评估（LCA），将产品回收再利用产生的碳折减效益，在前一个生命周期和后一个生命周期中各分摊 50%。其目的是更合理地衡量产品在整个生命周期中的环境影响，尤其是考虑到回收再利用环节对碳排放的贡献。