

ICS ***

CCS ***

团体标准

T/CABEE 0XX-20XX

钢结构装配式零碳建筑评价标准

Evaluation standard for prefabricated steel structure zero-carbon
buildings

(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

钢结构装配式零碳建筑评价标准

Assessment Standard for Assembled Steel Structure Zero Carbon Building

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

国建节协标〔20XX〕 X 号

关于发布团体标准《钢结构装配式零碳建筑评价标准》 的公告

现批准《钢结构装配式零碳建筑评价标准》为中国建筑节能协会团体标准，标准编号为：T/CABEE ***-202*，自 202* 年*月*日起实施。

协会委托主编单位收集标准的应用案例（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），并对案例进行宣传。

现予公告。

20XX 年 X 月 X 日

前 言

为贯彻落实《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（中发〔2021〕36号）、《国务院关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23号）、《住房和城乡建设部 国家发展改革委关于印发城乡建设领域碳达峰实施方案的通知》（建标〔2022〕53号）等文件精神，引导钢结构装配式建筑绿色低碳发展，促进规模化应用，根据中国建筑节能协会关于印发《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，总结实践经验，考察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，制定了本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.评价指标要求；5.控制措施；6.计算与核算；7.零碳管理；8.检测与监测；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：010-57811218，010-57811483，邮箱：biaoban@cabee.org），由中建科工集团有限公司负责具体技术内容的解释。在实施本标准的过程中，如发现需要修改和补充之处，或有意见和建议，请联系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），以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

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

参编单位：

主要起草人：

审查专家：

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	5
4	评价指标要求	6
4.1	室内环境参数	6
4.2	碳排放指标	6
4.3	排放抵消要求	9
5	控制措施	10
5.1	一般规定	10
5.2	约束项	10
5.3	引导项	13
6	计算与核算	15
6.1	一般规定	15
6.2	设计（运行）评价阶段	15
6.3	全过程评价阶段	16
7	零碳管理	18
7.1	一般规定	18
7.2	运行管理	18
7.3	全过程管理	18
8	检测与监测	20
8.1	一般规定	20
8.2	环境与设备检测	20
8.3	能源与碳排放监测	20
9	评价流程	22
9.1	一般规定	22
9.2	设计评价	22
9.3	运行评价	23

9.4 全过程评价	23
附录 A 基本情况表	25
附录 B 计算与核算方法	31
附录 C 碳排放指标计算报告书	41
附录 D 碳排放相关数据库	50
本标准用词说明	57
引用标准名录	58
条文说明	59

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic regulations	5
4	Requirements for evaluation indicators	6
4.1	Indoor environmental parameters	6
4.2	Carbon emission index	6
4.3	Emission offset requirements	9
5	Control measures	10
5.1	General provisions	10
5.2	Constraint items	10
5.3	Guidance items	13
6	Calculation and accounting	15
6.1	General provisions	15
6.2	Design (Operation) evaluation phase	15
6.3	Whole process evaluation phase	16
7	Zero-carbon management	18
7.1	General provisions	18
7.2	Operation management	18
7.3	Whole process management	18
8	Testing and monitoring	20
8.1	General provisions	20
8.2	Environmental and equipment testing	20
8.3	Energy and carbon emission monitoring	20
9	Evaluation process	22
9.1	General provisions	22
9.2	Design evaluation	22
9.3	Operation evaluation	23

9.4 Whole process evaluation.....	23
Appendix A Basic information table.....	25
Appendix B Calculation and accounting methods.....	31
Appendix C Carbon emission indicator calculation report.....	41
Appendix D Carbon emission-related database.....	50
Explanation of wording in this standard.....	57
List of quoted standards.....	58
Explanation of provisions.....	59

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发展，引导钢结构装配式建筑逐步实现低碳、近零碳和零碳排放，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建和扩建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评价。

1.0.3 钢结构装配式低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑的评价除应符合本标准外，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 assembled 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）件部品集成，其中结构系统由钢部（构）件构成，且装配率不低于 50% 的钢结构建筑。

2.0.2 低碳建筑 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，通过优化钢结构装配式建筑设计降低建筑用能需求、提高能源设备与系统效率、充分利用建筑本体可再生能源资源降低运行碳排放，且符合本标准第 3.1.2 条、第 4.2.1 条中规定的建筑。

2.0.3 近零碳建筑 nearly zero carbon building

在实现钢结构装配式低碳建筑的基础上，进一步降低建筑本体碳排放、利用建筑本体及周边的可再生能源资源和建筑蓄能，符合本标准第 3.1.2 条、第 4.2.2 条或第 9.1.4 条中规定的建筑。

2.0.4 零碳建筑 zero carbon building

在实现钢结构装配式近零碳建筑的基础上，进一步充分利用建筑周边的可再生能源资源和建筑蓄能，并通过采用绿电绿证、碳信用对剩余碳排放进行抵消，符合本标准第 3.1.2 条、第 4.2.3 条或第 9.1.5 条中规定的建筑。

2.0.5 全过程零碳建筑 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，通过采用低碳建材、低碳结构形式和材料减量化设计，并可通过采用绿色绿证、碳信用对剩余碳排放进行抵消，建材生产及运输、建筑建造及拆除和运行全过程的总碳排放量不大于零的建筑。

2.0.6 基准建筑 reference building

以设计建筑模型为基础，且符合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 相关要求的参照建筑。

2.0.7 隐含碳排放 embodied emissions

建筑物使用的建材在生产及运输过程、建筑物建造与拆除过程中产生的碳排放。

2.0.8 运行碳排放 carbon emissions during operation

建筑物在运行阶段产生的碳排放。

2.0.9 直接碳排放 direct carbon emissions

建筑物用于满足功能需求的实际拥有或控制的排放源产生的温室气体排放。

2.0.10 间接碳排放 indirect carbon emissions

建筑物用于满足功能需求的外购电力、外购热量、外购冷量等产生的碳排放。

2.0.11 碳排放强度 carbon emission intensity

单位建筑面积的碳排放量，单位 kgCO_2/m^2 。

2.0.12 建筑降碳率 building carbon dioxide reducing ratio

基准建筑碳排放强度和设计建筑碳排放强度的差值，与基准建筑碳排放强度的比值。

2.0.13 碳抵消 carbon offset

通过绿色电力交易、绿色电力证书交易和碳信用产品等非技术措施实现补偿或抵消排放源产生温室气体排放的活动。

2.0.14 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。

2.0.15 绿色电力交易 green electricity trade

用以满足用户购买、消费绿色电力需求，电力用户或售电公司与绿色电力发电企业依据规则同步开展电力中长期交易和绿证认购交易的过程。

2.0.16 绿色电力证书 green electricity certificate

由国家能源局新能源司负责绿证相关管理，国家能源局电力业务资质管理中心负责绿证具体核发，国家可再生能源信息管理中心配合并提供技术支撑，通过国家绿证核发交易系统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。

2.0.17 绿证交易 green electricity certificate trade

市场主体通过绿证交易技术支持系统，以绿证为标的物开展的交易。

2.0.18 绿电直连 green electricity direct connection

风电、太阳能发电、生物质发电等新能源不直接接入公共电网，通过直连线路向单一电力用户供给绿电，可实现供给电量清晰物理溯源的模式。

2.0.19 碳信用 carbon credit

温室气体减排项目按有关技术标准和认定程序确认减排量化后效果，由政府部门或国际组织核证签发或其授权机构签发的碳减排指标。

2.0.20 排放因子 emission factor

一般也可称为碳排放因子，是用于量化导致二氧化碳排放的生产或消耗的活动系数，表示单位材料或单位能源消耗产生的二氧化碳排放系数。例如每单位化石燃料燃烧所产生的二氧化碳排放量、每单位购入使用电量所对应的二氧化碳排放量等。

2.0.21 柔性调节 flexible adjustment

根据本地气候条件、用户需求和能源网络要求调节/管理自身能源需求和供给的能力，建筑的能源柔性允许需求侧管理，并可根据周围能源网络的需求实现需求响应。

2.0.22 建筑蓄能 building energy storage

建筑通过采用具有调峰、填谷、调频、调相和事故备用等多种作用的设备，实现冷热（热量）和电能转移和储存的过程。

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。对于多功能的综合性单体建筑,应按本标准全部评价条件逐条对适用的区域进行评价。涉及系统性、整体性的指标,应按建筑所属工程项目的总体进行评价。

3.0.2 钢结构装配式零碳建筑评价等级分为低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑、全过程零碳建筑,且应符合表 3.0.2 的相关规定。

表 3.0.2 评价等级、评价类型、装配评价等级

评价等级	评价类型	装配率
低碳建筑	设计评价或运行评价	≥50%
近零碳建筑		
零碳建筑		
全过程零碳建筑	全过程评价	

3.0.3 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。

3.0.4 改建、扩建的钢结构装配式零碳建筑应鉴定评估既有部品部件的安全性和可利用性,宜保留原有钢结构并计算碳存量。

4 评价指标

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表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 建筑主要房间室内热湿环境参数

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

注：1 冬季室内相对湿度不参与设备选型和能效指标的计算。

2 当严寒地区不设置空调设施时，夏季室内热湿环境参数可不参与设备选型和能效指标的计算；当夏热冬暖和温和地区不设置供暖设施时，冬季室内热湿环境参数可不参与设备选型和能效指标的计算。

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

4.2 碳排放指标

4.2.1 钢结构装配式低碳建筑碳排放强度不应高于表 4.2.1 规定的限值。

表4.2.1-1 低碳居住建筑碳排放强度限值 $[\text{kg CO}_2\text{e}/(\text{m}^2\cdot\text{a})]$

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
碳排放强度	23	21	21	23	18

表 4.2.1-2 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
建筑降碳率	≥40	≥35	≥30		

表 4.2.1-3 低碳公共建筑碳排放强度限值 $[\text{kg CO}_2\text{e}/(\text{m}^2\cdot\text{a})]$

气候区	建筑面积<20000m ² 的办公建筑	建筑面积≥20000m ² 的办公建筑	建筑面积<20000m ² 的酒店建筑	建筑面积≥20000m ² 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	23	25	30	35	65	55	15
寒冷地区	21	25	30	40	68	55	16
夏热冬冷地区	21	28	33	43	75	60	20
夏热冬暖地区	23	30	36	45	85	65	25
温和地区	18	22	28	30	63	45	13

4.2.2 钢结构装配式近零碳建筑碳排放强度不应高于表 4.2.2 规定的限值。

表 4.2.2-1 近零碳居住建筑碳排放强度限值[kg CO_{2e}/(m²·a)]

太阳总辐射年辐照量	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
I	14	13	—	—	—
II	15	14	—	16	12
III	16	16	16	17	13
IV	—	—	17	—	14

表 4.2.2-2 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
建筑降碳率	≥55	≥50	≥45		

表 4.2.2-3 近零碳公共建筑碳排放强度限值[kg CO_{2e}/(m²·a)]

气候区	太阳总辐射年辐照量等级	建筑面积 < 20000m ² 的办公建筑	建筑面积 ≥20000m ² 的办公建筑	建筑面积 < 20000m ² 的酒店建筑	建筑面积 ≥20000m ² 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	I	16	19	20	24	49	41	10
	II	17	20	22	25	51	43	11
	III	18	21	24	26.5	54	45	12
寒冷地区	I	14	18	20	27	52	43	11
	II	15	19	22	28.5	54	44	12
	III	16	20	24	30	56	45	13
夏热冬冷地区	III	16	23	22	30	61	47	16
	IV	17	24	24	31	63	49	17
夏热冬暖地区	II	16	24	27	33	69	50	20
	III	17	25	29	35	70	52	21
温和地区	II	12	18	18	22	50	35	9
	III	13	18	19	23	52	37	10
	IV	14	18	21	25	54	38	11

4.2.3 钢结构装配式零碳建筑碳排放指标应满足下列条件：

1 在不利用周边可再生能源资源的前提下，碳排放指标应满足本标准第 4.2.2 条的规定；

2 在采用绿电、绿证或（和）碳信用对剩余碳排放进行抵消后，年净碳排放总量不应大于零。

4.2.4 钢结构装配式全过程零碳建筑碳排放指标应满足下列条件：

- 1 应符合本标准 4.2.3 条的规定；
- 2 建筑隐含碳排放不应高于 $500 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ ；
- 3 在采用绿电、绿证或（和）碳信用对剩余碳排放量进行抵消后，建筑全过程净碳排放量不应大于零。

4.3 排放抵消

4.3.1 建筑碳排放强度计算时不纳入非建筑降碳技术措施的碳排放抵消量。

4.3.2 钢结构装配式建筑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 排放抵消比例应按式(4.3.3)计算：

$$R_{\text{credit}} = \frac{CC}{C_R \times A} \quad (4.3.3)$$

式中： R_{credit} ——抵消比例，%；

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

CC ——抵消总量， kgCO_2e ；

A ——建筑面积， m^2 。

4.3.4 碳信用应为中国国内相关交易机制签发的减排项目，绿色电力和绿色电力证书交易仅可抵消因电力消耗所产生的碳排放。

4.3.5 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 4.3.5 的规定：

表 4.3.5 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

4.3.6 钢结构装配式零碳建筑若采用绿电、绿证或（和）碳信用抵消剩余碳排放，在进行设计评价时，应购买不少于 10 年的绿电、绿证或碳信用产品；在进行运行评价时，可先使用设计阶段购买的绿电、绿证与碳信用产品进行抵消，当购买量抵消完时，应购买不少于 1 年运行阶段的绿电、绿证与碳信用产品。

4.3.7 钢结构装配式全过程零碳建筑若采用绿电、绿证或（和）碳信用抵消剩余碳排放，应购买不少于 10 年的绿电、绿证或碳信用产品，以抵消建筑剩余碳排放总量。

5 控制措施

5.1 一般规定

5.1.1 申请钢结构装配式零碳建筑评价的项目，在符合第4章规定的基础上，尚应满足本章约束项要求，并在有条件的情况下宜满足引导项要求。

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 应基于零碳目标，优化建筑方案和结构体系，提升自身性能、降低碳排放。

5.2.2 设计阶段应考虑设计、采购、施工的协同，采用标准化、模块化、集成化设计，且标准化部品部件的应用比例应满足A级装配式建筑的最低要求。

5.2.3 应优先采用可循环、可再利用、耐久、绿色低碳及本地建材，建材选择应符合下列规定：

1 使用获得绿色低碳建材标识（或认证）、具备明确碳标签（或认证）的材料与部品；

2 选用耐久性建材，延长建筑使用寿命；优先选用低碳、零碳、负碳材料及部品部件；

3 因地制宜采用本地建材，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 Q355及以上高强钢材用量占钢材总量的比例不低于50%；

6 满足设计要求前提下，宜优先采用短流程钢、再生钢、高强钢等具有低碳属性的钢材。

5.2.4 建筑围护结构的热桥系数、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 新建近零碳建筑、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15%以上；

2 既有改造的近零碳建筑、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 15%以上。

5.2.5 既有建筑改造应对建筑降碳性能进行诊断，并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。

5.2.6 机电系统设备应根据建筑规模、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 制冷机房能效等级不应低于 2 级；

2 新建建筑照明系统功率密度较现行节能规范平均下降 20%以上；既有建筑照明系统功率密度较现行节能规范平均降低比例不低于 10%；

3 新建建筑电梯能效等级不应低于《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 规定的 A 级能效要求，并宜采取能量反馈、群控等节能控制方式；

4 空调通风设备应设计选用国家认定的高效节能型空调通风系统，公共建筑宜根据负荷变化实行合理的群控措施；

5 电气产品的能效水平不应低于能效等级 2 级的要求；

6 智能化系统硬件应选用功耗低的设备和产品。

5.2.7 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；

2 建筑规模大于 50000m² 的近零碳建筑和零碳建筑应进行高效制冷机房专项设计，且不应低于现行协会标准《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；

3 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

5.2.8 钢结构装配式零碳建筑应制定适宜的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、用油及各类能源消耗计量，材料消耗用量，计算施工过程碳排放量；

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 $20\text{kg}/\text{m}^2$ ，宜控制在 $15\text{kg}/\text{m}^2$ 以内；

3 应对施工产生的建筑垃圾分类收集及再利用，回收率应达到 90%以上并宜不低于 95%，综合利用率应达到 60%以上；

4 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 制定专项低碳拆除方案及资源化利用方案，拆除前应对工程预产生垃圾进行识别与分类，建筑垃圾资源化利用率达到 60%；

6 制定钢结构专项防锈方案，采用高防锈材料，提升部品部件耐腐蚀涂层使用年限，减少除锈翻新次数；

7 建筑施工采用的电力驱动机械功率占比不应小于 50%。

5.2.9 应针对建筑外围护系统、暖通空调系统、可再生能源系统制定专项施工方案，并符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 相关施工质量控制规定。

5.2.10 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，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。

5.2.11 螺栓连接等非现场焊接节点占现场全部连接、拼接节点的数量比例不低于 50%。

III 低碳智慧运营

5.2.12 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。

5.2.13 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。

5.2.14 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。

5.2.15 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

5.2.16 钢结构装配式零碳建筑应使用至少一种可再生能源，包括太阳能光伏、太阳能光热、地源热泵、水源热泵、空气源热泵、生物质能以及风力发电等。

5.2.17 应综合设置蓄电、储能、充电桩、柔性负载等硬件设施，并通过智能化运维调控系统，促进建筑用电与光伏发电间的逐时耦合，提升自消纳比例，参与削峰填谷。

5.2.18 钢结构装配式零碳建筑宜采用光储直柔系统，宜具备与电网友好互动的接口。

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 宜充分利用场地空间、建筑屋顶、建筑立面设置绿化用地。

5.3.3 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。

5.3.4 新风热回收系统宜设置新风旁通管，热回收装置、围护结构与冷热源设备性能等，不宜低于现行标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 的相关规定。

5.3.5 建筑宜采用可再生能源微网设备系统，利用蓄能、用能设备协同控制技术，提升可再生能源就地消纳比例，其中光伏系统发电的建筑自消纳比例不应低于20%。

5.3.6 新建的钢结构装配式零碳建筑宜预留 V2G 接口，并在能耗统计中单独核算电动汽车的充放电量。

II 绿色低碳施工

5.3.7 钢结构装配式零碳建筑绿色低碳施工宜采用以下措施：

- 1 应根据施工现场情况，估算建筑废弃物产生量；
- 2 临建设施宜采用以建筑垃圾为原材料的再生利用产品；
- 3 编制建筑废弃物减量化专项施工方案。

5.3.8 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。

5.3.9 宜建立钢结构部品部件再利用与再生利用的管理制度，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。

5.3.10 施工宜采用智能建造方式，提高效率，减少损耗。

5.3.11 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

5.3.12 宜设置楼宇自控系统，实现低碳运行。

5.3.13 运行阶段宜采用电炊事、电热水器等电气化设备，降低建筑直接碳排放。

IV 可再生能源利用

5.3.14 当固定式光伏方阵不受建筑条件限制时，宜按当地的最佳倾角布置，最佳倾角应符合现行国家标准《光伏发电站设计规范》GB 50797 的有关规定。

5.3.15 当建筑的电力供应为绿色电力或较低排放的市政电力时，炊事用能宜采用电力系统。

5.3.16 钢结构装配式零碳建筑宜接入市级虚拟电厂管理平台，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%。

6 计算与核算

6.1 一般规定

6.1.1 建筑碳排放核算应符合相关性、完整性、一致性、透明性等原则，确保核算结果的准确、全面和可比。

6.1.2 钢结构装配式零碳建筑核算周期，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。

6.1.3 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、建造施工、运维、报废拆除四个部分，各部分的碳排放核算应符合国家或行业相关标准的规定。

6.1.4 可再生能源、碳信用等的碳排放核算符合下列规定：

- 1 项目边界范围内生产并使用的可再生能源，纳入评价碳排放指标计算；
- 2 项目边界范围内生产的新能源上网部分，不纳入评价碳排放指标计算，但可作为单独项报告；
- 3 绿电、绿证、碳信用的抵消量，不纳入评价碳排放指标计算。

6.2 设计（运行）评价阶段

6.2.1 设计阶段应根据室内环境参数和碳排放指标要求，以设计文件为依据，采用碳排放模拟计算软件等工具对建筑碳排放进行分析计算。

6.2.2 宜运用建筑信息模型（BIM）结合建筑产品与服务环境声明（EPD）等数字化模板手段，准确评估设计阶段各环节碳排放。

6.2.3 运行阶段碳排放核算应在投入使用一年后进行，碳排放应基于监测数据进行核算，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 核算范围应包括建筑供暖、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。

6.2.4 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，而电动交通工具反向向建筑配电系统提供的电力则需计入建筑能耗。

6.2.5 对于处于设计阶段的建筑，分析计算低碳、近零碳建筑碳排放所采用的电力排放因子取值应为 $0.5\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ；分析计算零碳建筑碳排放以及绿电绿证与碳信用抵消量所采用的电力排放因子，应优先采用上一年度行政主管部门发布的电力平均二氧化碳排放因子，当项目所在地无市或省级行政主管部门发布的电力碳排放因子时，应采用生态环境部发布的上一年度电力平均二氧化碳排放因子。

6.2.6 对于处于运行阶段的建筑，计算建筑碳排放强度、降碳率，以及绿电绿证与碳信用抵消量所采用的电力排放因子，应优先采用上一年度行政主管部门发布的电力平均二氧化碳排放因子，当项目所在地无市或省级行政主管部门发布的电力碳排放因子时，应采用生态环境部发布的上一年度电力平均二氧化碳排放因子。

6.2.7 运行阶段碳排放宜统计逸散型排放源所产生的排放，如冰箱、空调、消防灭火剂和化粪池等温室气体。

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 其相关能源消耗、物料消耗、核算与分析，应满足现行协会标准《建筑施工企业碳排放统计核算标准》T/CABEE 099 的相关要求。

6.3.2 建材隐含碳排放应符合下列规定：

- 1 建材消耗量应通过材料采购清单、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，缺省值可按本标准附录 D 执行；
- 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的碳排放。

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直接运输到处理地点的直接碳排放和运输过程间接碳排放。

6.3.4 对于全过程阶段碳排放核算，碳抵消量所采用的电力排放因子，应符合下列规定：

1 当建筑能够与电力供应商通过合同工具(如能源属性证书、电力交易合同、绿电直连等)保证电力供应时,应使用这些合同工具中提供的供应商特定电力生产的碳排放数据;

2 宜优先采用上一年度项目所在区域市或省级行政主管部门发布的电力二氧化碳排放因子;

3 当项目所在地无市或省级行政主管部门发布的电力二氧化碳排放因子时,可采用生态环境部发布的上一年度电力平均二氧化碳排放因子。

7 零碳管理

7.1 一般规定

7.1.1 钢结构装配式零碳建筑应建立健全建筑碳管理体系，以生命周期管理理念，预防、消减、抵消、清除碳排放，提升建筑零碳管理水平并持续改进

7.1.2 通过搭建建筑碳排放管理系统平台，实现钢结构装配式零碳建筑全生命周期碳排放数据可溯、可信、可比、可优。

7.2 运行管理

7.2.1 根据设备实时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全流程管理，设置分类投放、回收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预防二次污染；
- 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 运行阶段宜实现人工智能（AI）零碳管理：

- 1 需求响应管理：AI 预测建筑的能源需求，进一步节省运营成本；
- 2 设备健康监测：AI 持续监测设备健康状况，提高整体效率；
- 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 降低钢构件维护过程的碳排放，包括但不限于下列要求：

- 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。

7.2.5 在运行阶段，应加强供暖、空调、照明、插座、生活热水、电梯、炊事等耗能单元的节能管理，强化人员节能意识，确保各环节能耗处于合理区间，杜绝无意义能耗损失。

7.3 全过程管理

7.3.1 提升建筑全过程降碳能力，包括但不限于下列要求：

- 1 将碳排放指标纳入采购机制；
- 2 开展碳信息追踪和比较，并分析对全过程零碳建筑的影响；
- 3 其他有助于提升全过程降碳能力的举措和制度。

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

7.3.3 钢结构装配式全过程零碳建筑应从全生命周期角度，减少规划、设计、施工、运营和拆除过程的建筑废弃物产生，并进行有效管理和回收利用。

8 检测、监测与控制

8.1 一般规定

8.1.1 已竣工的建设项目应提供外墙节能构造、外窗气密性能以及门窗幕墙玻璃热工性能等的现场实体检测报告。

8.1.2 建筑运行评价应进行检测和监测，内容应包含室内环境、建筑能耗、可再生能源、碳排放核算、能源设备及光储微网系统检测报告等。

8.2 环境与设备

8.2.1 建筑室内环境检测应包括温度、湿度、照度、二氧化碳、新风量等。

8.2.2 应对项目配套的可再生能源设备设施进行检测，包含光伏系统发电、太阳能热水、地源热泵、蓄能设备等运行参数。

8.2.3 供冷、供暖、通风、电气、给排水、燃气、太阳能等机组能效，室内照明功率密度值检测应通过第三方检测验证。

8.3 能源与碳排放

8.3.1 建筑能耗监测应包含运行过程中全部能源消耗。

8.3.2 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 公共建筑供暖、空调、照明、电梯、插座、炊事各系统消耗的外购冷热量、电量、气量和其他能源量；
- 2 居住建筑公共部分主要用能系统的分类分项能耗，建筑供暖、空调系统的分类分项能耗，建筑全部用能的外购冷热量、电量、气量和其他能源量；
- 3 建筑可再生能源发电量、蓄能系统蓄放的能量；
- 4 电动车充电桩充放电量；
- 5 建筑内典型空间的温度、湿度等主要室内环境指标；
- 6 建筑周边环境温度和日照辐照量等参数。

8.3.3 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 低碳、近零碳、零碳建筑可申请设计评价和运行评价，全过程零碳建筑可申请全过程评价。

9.1.2 设计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。

9.1.3 第三方评价机构应按照本标准有关要求，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。

9.1.4 当设计建筑满足本标准第 4.2.1 条规定的低碳建筑碳排放指标和第 3.1.2 条规定，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%。

9.1.5 当设计建筑满足本标准第 4.2.2 条规定的近零碳建筑碳排放指标和第 3.1.2 条规定，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 设计评价

9.2.1 设计评价应以设计文件和碳排放分析报告为依据。

9.2.2 申请设计评价应提交下列材料：

1 基本情况表；

2 建筑信息相关文件（含建筑降碳技术方案）；

3 建筑能耗模拟计算文件；

4 碳排放管理方案；

5 运行碳排放分析报告书；

- 6 隐含碳排放分析报告书；
- 7 图纸材料；
- 8 绿色电力交易、绿色电力证书交易及碳信用交易证明材料。

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取得设计评价标识后，或与设计评价同时进行，且运行评价应满足投入使用的建筑面积达到 60%以上并运行满一年的要求。

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

9.3.3 运行评价所需提交包含但不限于材料：

- 1 基本情况表；
- 2 本标准第9.2.2条规定的文件，或设计评价标识；
- 3 检测报告，包括但不限于室内温度、湿度、新风量、室内PM_{2.5}含量、室内环境噪声，以及检测时的室外气象条件，公共建筑室内环境检测参数还应包括CO₂浓度和室内照度；配套的可再生能源设备设施检测报告，供冷、供暖、通风、电气、给排水、燃气等检测报告；
- 4 运行阶段碳排放分析报告。包括但不限于建筑使用率、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、运行管理资料等；
- 5 低碳运行手册、记录；
- 6 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，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 全过程评价应在建筑竣工验收后进行。

9.4.2 全过程评价应在提交包含但不限于以下材料后进行：

- 1 基本情况表；

- 2 本标准第 9.2.2 条规定的文件，或设计评价标识；
- 3 全过程碳排放计算分析报告书；
- 4 施工阶段能源资源消耗台账；
- 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证明文件；
- 8 高性能设备产品能效认证标识。

附录 A 基本情况表

A.0.1 申请设计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			
项目名称		所在城市	
建筑类型	☐ 居住建筑 ☐ 办公建筑 ☐ 学校建筑 ☐ 其他建筑：_____		
建筑面积（m ² ）		供暖/空调面积（m ² ）	
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（kW）		光伏系统年发电量（kWh）	
申请评价等级	☐ 低碳建筑 ☐ 近零碳建筑 ☐ 零碳建筑		
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(℃)		
	室内湿度（%）		
居住建筑	评价内容	设计值	参考值
	建筑碳排放强度 kgCO ₂ /（m ² ·a）		
	本体可再生能源发电利用率（%）		
	通过碳信用实现的碳抵消比例（%）		
	通过绿电、绿证抵消的碳排放比例（%）		
公共建筑	评价内容	设计值	参考值
	建筑碳排放强度 kgCO ₂ /（m ² ·a）		
	建筑降碳率（%）		
	本体可再生能源发电利用率（%）		
	通过碳信用实现的碳抵消比例（%）		

	通过绿电、绿证抵消的碳排放比例 (%)		
--	------------------------	--	--

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				
项目名称			所在城市	
建设类型	☐ 新建建筑 ☐ 既有建筑			
建筑类型	☐ 居住建筑 ☐ 办公建筑 ☐ 学校建筑 ☐ 其他建筑：_____			
建筑面积（m ² ）			供暖/空调面积（m ² ）	
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（kW）			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	☐ 低碳建筑 ☐ 近零碳建筑 ☐ 零碳建筑			
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(℃)		
		室内湿度（%）		
	夏季	室内温度(℃)		
		室内湿度（%）		
居住建筑	评价内容		监测/核算值	设计值
	建筑碳排放强度 kgCO ₂ /（m ² ·a）			
	本体可再生能源发电利用率（%）			
	通过碳信用实现的碳抵消比例（%）			
	通过绿电、绿证抵消的碳排放比例（%）			
公共建筑	评价内容		监测/核算值	设计值
	建筑碳排放强度 kgCO ₂ /（m ² ·a）			
	建筑降碳率（%）			
	本体可再生能源发电利用率（%）			

	通过碳信用实现的碳抵消比例 (%)		
	通过绿电、绿证抵消的碳排放比例 (%)		

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 钢结构装配式零碳建筑基本信息表

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			
项目名称		所在城市	
建筑类型	☐ 居住建筑 ☐ 办公建筑 ☐ 学校建筑 ☐ 其他建筑：_____		
建筑面积（m ² ）		供暖/空调面积（m ² ）	
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（kW）		光伏系统年发电量（kWh）	
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(℃)		
	室内湿度（%）		
居住建筑	评价内容	设计值	参考值
	建筑碳排放强度 kgCO ₂ /（m ² ·a）		
	本体可再生能源发电利用率（%）		
	通过碳信用实现的碳抵消比例（%）		
	通过绿电、绿证抵消的碳排放比例（%）		
	施工碳排放量（kgCO ₂ /m ² ）		
	建材生产及运输碳排放量（kgCO ₂ /m ² ）		
	绿色低碳建材使用比率（%）		
公共建筑	评价内容	设计值	参考值
	建筑碳排放强度 kgCO ₂ /（m ² ·a）		
	建筑降碳率（%）		
	本体可再生能源发电利用率（%）		

	通过碳信用实现的碳抵消比例 (%)		
	通过绿电、绿证抵消的碳排放比例 (%)		
	施工碳排放量 (kgCO ₂ /m ²)		
	建材生产及运输碳排放量 (kgCO ₂ /m ²)		
	绿色低碳建材使用比率 (%)		

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 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；
- 3 应考虑自然通风和自然采光对建筑能耗的影响；
- 4 供暖通风空调系统能耗计算时应能考虑部分负荷及间歇使用的影响；
- 5 应计算可再生能源利用量；
- 6 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应与设计文件一致；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《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的规定；
- 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《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 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 中的方法进行计算；
- 6 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；
- 7 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；当插座系统按《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时，不可计算电气设备能效等级提升带来的降碳量。

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《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《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《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 基准建筑的电梯系统形式、类型、台数、设计速度、额定载客人数应与设计建筑一致，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 C 级选取，电梯空闲和待机功率为 200W，平均循环内的运行能量消耗为 1.62mWh/（kg·m）；
- 7 基准电梯的设备类型、数量、使用时间等应与设计建筑一致，能效应按相关能效限定值及能效等级国家标准中的 3 级能效计算，计算方法应参考本标准第 B.0.4 条；当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，能效应按相关能效限定值及能效等级国家标准中的 3 级能效计算；当插座系统能耗采用《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 附录 C 计算时，应按其规定的设备功率密度及使用率进行计算；
- 8 基准建筑炊事的能源形式采用燃气，能效应按现行国家标准《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》GB 30531 中的 3 级能效计算，计算方法应参考本标准第 B.0.5 条。

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 ² ）	31
办公建筑（面积>10000 m ² ）	40
餐饮建筑	34
商场建筑	20
学校建筑	25
居住建筑	35

表B.0.3-2 基准建筑供暖、供冷系统形式

建筑类型		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
居住建筑	末端形式	散热器供暖 分体空调	散热器供暖 分体空调	分体式空调	分体式空调	分体式空调
	冷源	分体式空调	分体式空调	分体式空调	分体式空调	分体式空调
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	空气源热泵	空气源热泵	空气源热泵
办公建筑	末端形式	散热器供暖 风机盘管系统	散热器供暖 风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
酒店建筑	末端形式	散热器供暖 风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
学校	末端形式	散热器供暖 分体空调	散热器供暖，分体空 调	分体式空调	分体式空调	分体式空调
	冷源	分体式空调	分体式空调	分体式空调	分体式空调	分体式空调
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	空气源热泵	空气源热泵	空气源热泵
商场	末端形式	散热器供暖 全空气定风量系统	全空气定风量系统	全空气定风量系统	全空气定风量系统	全空气定风量系统

	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
医院	末端形式	散热器供暖 全空气系统	全空气系统	全空气系统	全空气系统	全空气系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
其他类型	末端形式	散热器供暖 风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉

B.0.4 建筑炊事能耗应按下列式计算：

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

式中：

E_k ——年炊事系统能源消耗，MJ；

Q_k ——年炊事用气量指标；

η_k ——炊事设备热效率，%。

B.0.5 建筑插座能耗可按下列式计算：

$$E_p = [\sum_{i=1}^n (E_{ai} \times R_i) \times a \times b] / D \quad (\text{B.0.5})$$

式中：

E_p ——年插座系统能源消耗，kWh；

E_a ——年单台电器年综合耗电量指标，应采用各类电器相关能效限定值及能效等级国家标准中的能效指标和计算方法确定，kWh；

R ——人均占有量，台/人，当缺少实际资料时，可按表B.0.5配置表选取；

D ——人员密度，应按《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021中表C.0.6-5中的值选取，m²/人；

a ——同时使用系数，一般取0.75；

b ——主要功能房间得房率，一般取0.6；

i ——电器种类。

表B.0.5 典型房间电器配置表

房间类型	电器配置表
起居室	电视1台，笔记本电脑1台，显示器1台
厨房	微波炉1台，冰箱1台
住宅洗手间	洗衣机1台
办公室	台式或笔记本电脑1台，显示器2台/人，打印机1台
会议室	显示器1台，笔记本电脑1台
酒店客房	冰箱1台，电视1台
多功能厅	显示器1台，笔记本电脑1台
教室	投影机1台，台式机1台
电脑机房	台式机1台/人
候诊室	显示器2台
门诊办公室	台式机或笔记本电脑1台/人，显示器1台/人，打印机1台

B.0.6 建筑碳排放强度应按下列式计算：

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

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，单位/a；

C_i ——第 i 类能源碳排放因子；

E_r ——年可再生能源发电量， kWh/a ；

A ——建筑面积， m^2 。

B.0.7 建筑降碳率计算应按下列式计算：

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

式中：

η_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列式计算：

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

式中：

REC ——可再生能源信用产品总量， kWh/a ；

DF_j ——不同可再生能源信用获取形式的折减系数，按表B.0.8选取；

C_c ——碳信用产品总量， $\text{kgCO}_2\text{e/a}$ 。

表B.0.8 可再生能源信用产品折减系数

可再生能源信用产品获取形式	折减系数
专线连接供建筑使用的绿色电力交易	0.95
非专线连接供建筑使用的绿色电力交易	0.75
绿色电力证书交易	0.75

B.0.9 建筑碳信用抵消比例应按下列式计算：

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

式中：

R_{credit} ——碳信用抵消比例，%；

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

C_c ——碳信用产品总量， $\text{kgCO}_2\text{e/a}$ 。

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公式计算：

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

式中：

N_{per} ——调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例；

$N_{\text{base,t}}$ ——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；

$N_{\text{DR,t}}$ ——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国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019 的规定。

1 初次建材消耗碳排放

$$C_{\text{init,m}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{init,m,i}} \times C_{\text{m,i}} \quad (\text{B.0.11-1})$$

式中：

$M_{\text{init,m,i}}$ ——第 i 种材料的初始用量；

$C_{\text{m,i}}$ ——第 i 种材料的碳排放因子。

2 建材运输碳排放

$$C_{\text{tran}} = \sum_{i=1}^n (T_{\text{tran,i}} \times C_{\text{tran,i}}) \quad (\text{B.0.11-2})$$

其中：

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

式中：

$T_{\text{tran,i}}$ ——第 i 种运输方式的运输量；

$C_{\text{tran,i}}$ ——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

$$C_{\text{cons}} = \sum_{i=1}^n (C_{\text{cons.e},i} \times C_{\text{e},i}) + \sum_{i=1}^n (C_{\text{cons.m},i} \times C_{\text{m},i}) \quad (\text{B.0.11-3})$$

式中：

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

$C_{\text{e},i}/C_{\text{m},i}$ ——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：

$$C_{\text{recu.m}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{recu.m},i} \times C_{\text{m},i} \quad (\text{B.0.11-4})$$

其中：

$$M_{\text{recu.m},i} = [SL_b / SL_{\text{m},i}] \times M_{\text{init.m},i}$$

式中：

$M_{\text{recu.m},i}$ ——第 i 种材料的替换量；

SL_b ——建筑的预期使用寿命；

$SL_{\text{m},i}$ ——第 i 种材料的预期使用寿命。

2) 防腐油漆等材料使用导致的碳排放，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、以及如何在前后两个建筑生命周期分配这部分折减量两方面的问题。

1) 回收再利用的碳折减

$$C_{\text{D.m}} = \sum_{i=1}^n (C_{\text{recy.m},i} - C_{\text{init.m},i}) \quad (\text{B.0.11-5})$$

式中：

$C_{\text{recy.m},i}$ ——回收第 i 种材料的碳排放；

$C_{\text{init.m},i}$ ——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《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019的相关规定。GB/T 51366参照了欧盟“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。即在计算钢材隐含碳时，将其回收再利用所节省的碳排放的50%从原本计算的隐含碳总量中扣除。

附录 C 碳排放指标计算报告书

C.0.1 项目基本信息

项目名称	
建筑类型	
建筑位置	
建筑面积	
建筑使用面积	
建筑外表面积	
建筑层数	
建设单位	
设计单位	
咨询单位	
施工单位	
评估机构	
报告边界	
报告周期	
报告日期	

C.0.2 建筑信息

表C.0.2-1 建筑围护结构信息

		设计建筑			基准建筑			
围护结构	面积 (m ²)	传热系数[W/(m ² •K)]			面积 (m ²)	传热系数[W/(m ² •K)]		
南外墙								
北外墙								
东外墙								
西外墙								
屋面								
地面								
外窗	窗墙面积比	总窗墙面积比	传热系数 [W/(m ² •K)]	太阳得热系数 SHGC	窗墙面积比	总窗墙面积比	传热系数 [W/(m ² •K)]	太阳得热系数 SHGC
南外窗 1								
南外窗 2								
北外窗 1								
北外窗 2								
东外窗 1								
东外窗 2								
西外窗 1								
西外窗 2								
天窗								

表C.0.2-2 气密性及通风系统

项目	设计建筑	基准建筑
50Pa下外围护结构渗透风量 (m³/h•m²)		
自然通风		

表C.0.2-3 热回收系统

热回收系统	热回收效率 (%)	
	设计建筑	基准建筑
未使用	0	0

表C.0.2-4 供暖空调系统形式

空调系统名称	空调系统类型	
	设计建筑	基准建筑
冷源		
热源		

表C.0.2-1 运行方式

	设计建筑	基准建筑
--	------	------

每日开始使用时间	时	时
每日结束使用时间	时	时
供冷季每周使用天数	天	天
供暖季每周使用天数	天	天

表C.0.2-5 可再生能源系统

	设计建筑	基准建筑
系统形式		
太阳能集热器面积	m ²	m ²
太阳能光电板面积	m ²	m ²
风力发电机组	台	台
太阳能供暖	台	台
太阳能空调	台	台

C.0.3 建筑负荷计算结果

表C.0.3 建筑负荷计算结果

	设计建筑		基准建筑	
	单位建筑面积热负荷 (kWh/m ²)	单位建筑面积冷负荷 (kWh/m ²)	单位建筑面积热负荷 (kWh/m ²)	单位建筑面积冷负荷 (kWh/m ²)

1月			
2月			
3月			
4月			
5月			
6月			
7月			
8月			
9月			
10月			
11月			
12月			
全年			

注：以上计算结果均基于建筑面积。

C.0.4 建筑能耗计算结果

分项能耗（不含可再生能源部分）

表C.0.4-1 设计建筑（等效电量）

	供暖能耗 (kWh/m ²)	空调能耗 (kWh/m ²)	输配能耗 (kWh/m ²)	生活热水能耗 (kWh/m ²)	照明能耗 (kWh/m ²)	电梯能耗 (kWh/m ²)	插座能耗 (kWh/m ²)	炊事能耗 (kWh/m ²)	总能耗 (kWh/m ²)
1月									
2月									

3月									
4月									
5月									
6月									
7月									
8月									
9月									
10月									
11月									
12月									
全年									

注：以上计算结果均基于建筑面积。

表C.0.4-2 基准建筑（等效电量）

	供暖能耗 (kWh/m ²)	空调能耗 (kWh/m ²)	输配能耗 (kWh/m ²)	生活热水能耗 (kWh/m ²)	照明能耗 (kWh/m ²)	电梯能耗 (kWh/m ²)	插座能耗 (kWh/m ²)	炊事能耗 (kWh/m ²)	总能耗 (kWh/m ²)
1月									
2月									
3月									
4月									
5月									
6月									

7月									
8月									
9月									
10月									
11月									
12月									
全年									

注：以上计算结果均基于建筑面积。

表C.0.4-3 可再生能源产能量（等效电量）

	光伏发电 (kWh/m ²)	太阳能生活热水 (kWh/m ²)	太阳能供暖 (kWh/m ²)	太阳能空调 (kWh/m ²)
1月				
2月				
3月				
4月				
5月				
6月				
7月				
8月				
9月				
10月				

11月				
12月				
全年				

注：以上计算结果均基于建筑面积。

表C.0.4-3能耗计算结果

项目	设计建筑		基准建筑	
	总能耗 (kWh)	单位面积能耗 (kWh /m ² •a)	总能耗 (kWh)	单位面积能耗 (kWh /m ² •a)
供暖系统				
供冷系统				
输配系统				
生活热水				
照明系统能耗				
可再生能源系统				
插座				
炊事				

注：以上计算结果均基于建筑面积。

表C.0.5 建筑碳排放计算结果

项目	设计建筑	基准建筑
一次能源消耗量(tce)		
建筑碳排放量 (tCO ₂)		

单位建筑面积碳排放量 (kgCO ₂ /m ²)		
场地内可再生能源系统降碳量 (kgCO ₂ /m ²)		
场外等效可再生能源降碳量 (kgCO ₂ /m ²)		
市场化交易减排量 (kgCO ₂ /m ²)		

注：以上计算结果均基于建筑面积。

表C.0.6 技术指标审查

项目	数值	标准要求	是否满足要求
建筑碳排放强度 (kgCO ₂ /m ²)			满足/不满足
建筑降碳率 (%)			满足/不满足
建筑净碳排放量 (kgCO ₂)			满足/不满足
结论			

附录 D 碳排放相关数据库

表 D.0.1 钢结构装配式建筑相关部分建材碳排放因子

分类	名称/规格型号	单位 (tCO ₂ e/t)
钢铁	生铁	1.6
	炼钢生铁	1.7
	铸造生铁	2.28
	铁制品	1.92
	镀锌铁	2.35
	粗钢	1.95
	不锈钢	6.13
	再生钢	0.48
型钢	型钢综合	2.19
	大型型钢	2.701
	中小型型钢	2.137
	热轧带钢	2.246
	热轧碳钢小型型钢	2.31
	热轧碳钢中型型钢	2.365
	热轧碳钢大型轨梁（方圆坯、管坯）	2.34
	热轧碳钢大型轨梁（重轨、普通型钢）	2.38
	热轧碳钢 H 钢	2.35
	热轧碳钢宽带钢	2.31
	镀锌大型型钢	3.05
	镀锌中小型型钢	2.487
钢板	钢板卷综合	2.61
	镀锌钢板	2.2
	热轧碳钢中厚板	2.4
	碳钢热镀锌板卷	3.11

	碳钢电镀锌板卷	3.02
	碳钢电镀锡板卷	2.87
	酸洗板卷	1.73
	冷轧碳钢板卷	2.53
	冷硬碳钢板卷	2.41
钢绞线、钢丝束	热轧碳钢高线材	2.375
	热轧碳钢棒材	2.34
	镀锌钢线材	2.49
钢线材	钢线材综合	2.14
钢筋	钢筋综合	2.31
	转炉碳钢	1.99
	电炉碳钢	3.03
	普通碳钢	2.05
	热轧碳钢钢筋	2.34
	镀锌热轧带钢	2.596
钢丝	冷轧钢丝（冷拔钢丝）	2.757
铝	电解铝（全国平均电网电力）	20.3
	铝板带	28.5
焊材	电焊条	20.5
其他五金	预埋铁件	2.19
	铁丝网	2.84
龙骨	轻钢龙骨吊顶	0.0038
	轻钢龙骨	5.0
	铝合金龙骨	2.45
不锈钢管	不锈钢管	2.31
焊接钢管	螺旋埋弧焊管	2.52
	大口径埋弧焊直缝钢管	2.43
	焊接钢管	2.19

	焊接直缝钢管	2.53
铜管、铜合金管	铜管	2.19
无缝钢管	热轧碳钢无缝钢管	3.15
	冷轧冷拔碳钢无缝钢管	3.68

表 D.0.2 电力、热力、冷力碳排放因子

序号	名称	排放因子	单位	备注
1	电力	0.5366	tCO ₂ /MWh	包括非化石能源
		0.5856		不包括非化石能源
2	外购热力	0.11	tCO ₂ /GJ	缺省值
3	外购冷力	根据制冷系统实际能耗和实际供冷量，折合能耗（如电力、燃气），通过对应的排放因子换算为冷力排放因子		能源排放因子和制冷系统能效共同决定

说明：

- （1）当国家主管部门更新电力相关排放因子时，按最新执行；
- （2）上述排放因子适用于运行阶段的碳排放计算，设计阶段的零碳建筑按本标准第 6.2.6 条执行；
- （3）外购热力缺省值适用于缺乏具体数据时的简化核算，在实际应用中，可结合区域能源结构、技术类型选择更精准的参数，或通过实测数据替代缺省值，以确保碳排放核算的准确性；
- （4）冷力排放因子需结合制冷系统的能效比（COP）和所消耗能源的碳排放因子进行推算。

表 D.0.3 常见运输方式碳排放因子

序号	运输方式	排放因子	单位
1	轻型汽油货车运输（载重 2t）	0.334	kgCO _{2e} /（t·km）
2	中型汽油货车运输（载重 8t）	0.115	kgCO _{2e} /（t·km）
3	重型汽油货车运输（载重 10t）	0.104	kgCO _{2e} /（t·km）
4	重型汽油货车运输（载重 18t）	0.104	kgCO _{2e} /（t·km）
5	轻型柴油货车运输（载重 2t）	0.286	kgCO _{2e} /（t·km）
6	中型柴油货车运输（载重 8t）	0.179	kgCO _{2e} /（t·km）
7	重型柴油货车运输（载重 10t）	0.162	kgCO _{2e} /（t·km）
8	重型柴油货车运输（载重 18t）	0.129	kgCO _{2e} /（t·km）
9	重型柴油货车运输（载重 30t）	0.078	kgCO _{2e} /（t·km）
10	重型柴油货车运输（载重 46t）	0.057	kgCO _{2e} /（t·km）
11	电力机车运输	0.010	kgCO _{2e} /（t·km）
12	内燃机车运输	0.011	kgCO _{2e} /（t·km）
13	铁路运输（中国市场平均）	0.010	kgCO _{2e} /（t·km）
14	液货船运输（载重 2000t）	0.019	kgCO _{2e} /（t·km）
15	干散货船运输（载重 2500t）	0.015	kgCO _{2e} /（t·km）
16	集装箱船运输（载重 200TEU）	0.012	kgCO _{2e} /（t·km）

注：混凝土的默认运输距离值为 40km，其他建材的默认运输距离值为 500km。

表 D.0.4 废旧建材回收利用率与回收后材料碳排放因子

废旧建材种类	回收利用率	回收后材料种类	碳排放因子
废弃钢材	0.9	粗钢	1942.5kg CO _{2e} /t
废弃混凝土	0.7	骨料、砾石	6.43kg CO _{2e} /t
废弃砖	0.7	砖	290kg CO _{2e} /千块标准砖
砌块	0.7	骨料、砾石	6.43kg CO _{2e} /t
废弃铜芯电线电缆	0.9	粗铜	7.92kg CO _{2e} /kg
玻璃	0.8	玻璃原料	6.9CO _{2e} /m ²
废弃铝合金中空窗	0.8	玻璃原料	10.9kg CO _{2e} /t
木材	0.65	木材	139kg CO _{2e} /t
PVC 管材	0.25	再生料	9.74kg CO _{2e} /t
OBS 板	0.65	普通木材	139kg CO _{2e} /t
木龙骨	0.65	普通木材	139kg CO _{2e} /t
门窗	0.80216	门窗	10.9kg CO _{2e} /m ²

表 D.0.5 其他碳排放计算基础数据缺省值参考

类别	名称	单位	缺省值
建筑	居住建筑人均面积	m ² /人	36
	办公建筑人均面积	m ² /人	10
	医院建筑人均面积	m ² /人	15
	酒店建筑人均面积	m ² /人	25
	商业建筑人均面积	m ² /人	8
	中小学人均面积	m ² /人	20
	大学人均面积	m ² /人	30
给排水	人均日用水量	L/(人·d)	满足现行国家标准《民用建筑节能节水设计标准》GB 50555
	排水、污水处理碳排放因子	kgCO ₂ /m ³	1.0
废弃物	人均日垃圾末端清运量	kg/人·d	1.12
	废弃物碳排放因子	kgCO ₂ /kg	0.623
碳汇	固碳能力	t/hm ²	6.44

本标准用词说明

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 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- 2 《装配式建筑评价标准》 GB/T 51129
- 3 《装配式钢结构建筑技术标准》 GB/T 51232
- 4 《近零能耗建筑技术标准》 GB/T 51350
- 5 《太阳能供热采暖工程技术标准》 GB 50495
- 6 《建筑光伏系统应用技术标准》 GB/T 51368
- 7 《地源热泵系统工程技术规范》 GB 50366
- 8 《能源管理体系 要求及使用指南》 GB/T 23331
- 9 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015
- 10 《施工现场建筑垃圾减量化技术标准》 JGJ/T498
- 11 《建筑垃圾处理技术标准》 CJJ/T134
- 12 《零碳建筑测评标准》 T/CABEE 080
- 13 《建筑碳中和评定标准》 T/CECS 1442
- 14 《碳中和建筑评价标准》 T/CECS 1555
- 15 《建筑运行碳排放核算标准》 T/CECS 1768
- 16 《近零碳数据中心设计标准》 T/CECS 1824
- 17 《低碳建筑评价标准》 T/CSUS 60
- 18 《钢结构工业建筑碳排放计算标准》 T/CECA-G 0282
- 19 《工业建筑碳排放计算标准和分析方法》 T/CSTM 00994
- 20 《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》（2015 年版）
- 21 《省级温室气体清单编制指南》（2011 年版）

中国建筑节能协会团体标准

钢结构装配式零碳建筑评价标准

T/CABEE XXX-20XX

条文说明

编制说明

《钢结构装配式零碳建筑评价标准》T/CABEE 00X-20XX 经中国建筑节能协会 20XX 年 X 月 XX 日以国建节协标（20**）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,《钢结构装配式零碳建筑评价标准》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	63
2 术 语	64
3 基本规定	66
4 评价指标要求	68
4.2 碳排放指标	68
4.3 排放抵消要求	70
5 控制措施	73
5.1 一般规定	73
5.2 约束项	73
5.3 引导项	80
6 计算与核算	85
6.1 一般规定	85
6.2 设计（运行）评价阶段	85
6.3 全过程评价阶段	87
7 零碳管理	90
7.1 一般规定	90
7.2 运行管理	90
7.3 全过程管理	91
8 检测与监测	94
8.1 一般规定	94
8.2 环境与设备检测	94
8.3 能源与碳排放监测	95
9 评价流程	96
9.1 一般规定	96
9.2 设计评价	96
9.3 运行评价	97
9.4 全过程评价	98

附录 B 计算与核算方法	99
附录 D 碳排放相关数据库	100

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《零碳建筑评价标准》《建筑零碳空间评价标准》T/CABEE 092-2024、《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。

1.0.3 本标准对钢结构装配式低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑的评价方法和评价内容作出了规定。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，在进行建筑节能设计时，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。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,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。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%。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》DB 32/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。

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节能要求的参照建筑。

2.0.11 广义碳排放强度是指温室气体排放强度,一般统称为碳排放强度。另外,与国家、中国建筑节能协会相关标准保持一致,本标准主要是指二氧化碳排放。

2.0.14 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。

2.0.15 绿电交易是一种“证电合一”的交易模式。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。绿色电力交易需要交易双方有电网物理通道连接。绿色电力交易可作为零碳建筑与区域实现控制目标的一种方式。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,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”。

2.0.18 绿电直连是提升可再生能源就近就地消纳的重要手段，也是建筑降碳的重要途径之一。2025 年 5 月 21 日，国家发展改革委、国家能源局印发《关于有序推动绿电直连发展有关事项的通知》（发改能源〔2025〕650 号），探索创新新能源生产和消费融合发展模式，给予市场主体一个新的绿电采购选项，促进新能源就近就地消纳，更好满足企业绿色用能需求。

2.0.22 建筑侧常利用的蓄能方式包含储电、蓄热、蓄冷三种方式。储电设备包含各类型的电化学储能电池，蓄热设备包含水蓄热系统、高温固体电蓄热系统，蓄冷设备包含水蓄冷系统和 电驱动的冰蓄冷系统。

3 基本规定

3.0.1 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整栋建筑。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。建造阶段多个单体建筑同时施工，且共用大型施工设备时，可按面积分摊大型施工设备的碳排放。

3.0.2 考虑到本标准的适用范围，在协会《零碳建筑评价标准》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），因此考虑到钢结构装配式建筑的特点，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%。

3.0.4 改建项目中保留现有钢结构可显著减少材料生产和运输的碳排放，再生钢材和低碳认证钢材可降低材料生产阶段的碳排放。改建项目开展现有结构碳存量计算、拆除与新增部分的碳排放量对比，以及优化措施分析等相关报告。报告涵盖既有结构钢材型号、使用年限、涂层材料等清单，建议附第三方检测数据的拆除-新增碳排放量对比表等。同时，加固设计应采用低碳工艺，避免大规模拆除。

4 评价指标要求

4.2 碳排放指标

4.2.1 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。方案强调了加强顶层设计、因地制宜原则，并在不同气候区间进行了区分，科学确定了相应的节能降碳要求。对于严寒地区和寒冷地区的新建建筑本体，方案要求达到 83% 的节能要求；对于夏热冬冷、夏热冬暖以及温和地区的新建居住建筑本体，要求达到 75% 的节能要求；对于新建公共建筑本体，要求达到 78% 的节能要求。建筑降碳率是用于评价建筑降碳水平的重要指标，不包含碳交易抵消带来的减排量。

为助力建筑逐步迈向低碳、近零碳乃至零碳目标，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，依据建筑类型、气候区、太阳能资源分区分别设定约束标准。

4.2.2 对居住建筑而言，在当前电网清洁化水平下，提升建筑能效等级可使居住建筑相《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 规定的等效碳排放降低 10%~38%，调整建筑用能结构可降低碳排放 5%~33%。以 GB 55015 规范中居住建筑等效碳排放强度为基准，若将居住建筑碳排放分为低碳、零碳两级引导，建议不同气候区低碳建筑碳排放控制指标设为 $18\sim 22\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ；若分为低碳、近零碳、零碳三级引导，则低碳建筑控制指标建议为 $18\sim 22\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ，近零碳建筑控制指标建议为 $13\sim 17\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 。有研究显示：从绝对值来看，夏热冬暖地区碳排放强度略高于严寒寒冷地区，整体来看南北方碳排放强度相差不足 10%。从与《建筑节能与可再生能源利用通用规范》基准值相比的相对减碳率来看，不同气候区减碳率相差较大，严寒地区为 30%~38%，寒冷与夏热冬冷地区均下降 20% 左右，夏热冬暖地区下降 10%~15%，温和地区下降 13%。因此采用绝对值控制指标对居住建筑碳排放进行约束。

对公共建筑而言，提升建筑能效至超低能耗建筑能效水平可使得各气候区、各类公共建筑碳排放强度较基准建筑下降 30%~40% 以上；若在建筑达到近零能耗建筑能效指标的基础上进一步增加建筑可再生能源应用，相对于基准建筑的减碳率可再增加 15%；以《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021

中各类公共建筑全口径碳排放强度为基准值，以实现零碳排放为目标值，将公共建筑碳排放分为低碳、近零碳、零碳三级进行引导，采用相对减碳率或碳排放强度绝对值进行约束，则不同气候区低碳建筑相对减碳率建议为 30%~40%，近零碳建筑相对减碳率建议为 45%~55%，并从建筑类型、气候区、太阳能资源分区分别提出碳排放强度绝对值建议。控制指标形式可采用相对减碳率或碳排放强度绝对值指标进行约束，两种形式各有优势与操作层面的阻碍。相对指标则沿用建筑节能体系的评价方式，以设计建筑相对于基准建筑的减碳率作为控制指标，绝对值指标则给出分气候区、分建筑类型的建筑碳排放强度。若仅采用碳排放强度绝对值对低碳、近零碳建筑进行判定，较难覆盖类型复杂的全部公共建筑，需要对建筑类型进行细化，且不可避免地会出现部分建筑实施各类低碳技术措施后仍无法满足控制指标的情况。相对减碳率虽能避免指标过于复杂的问题，但不能直观体现建筑实际排放水平。而相对减碳率与碳排放强度绝对值结合可同时体现公共建筑自身排放水平与减碳潜力。

在碳排放绝对值从严要求的原则下，根据太阳能资源进行划分，分别给出不同气候区、不同太阳能资源分区下各类建筑的碳排放强度。

4.2.3 对于建筑自身资源条件有限但又有承担减排责任意愿的建筑，考虑到应对气候变化的降碳措施具有时空均衡性，所有减排都具有相同的价值，因此允许其通过非建筑降碳技术措施抵消剩余自身不可减少的碳排放。

4.2.4 本条参考在编国标《零碳建筑技术标准》，增加了建筑隐含碳相关规定。全过程规定了对零碳建筑隐含碳的要求原则上不宜超过 $500 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$ ，全过程零碳建筑碳排放指标计算报告中应包含建筑的隐含碳排放。

4.3 排放抵消要求

4.3.1 建筑碳排放强度作为建筑技术指标，未纳入非建筑降碳技术措施的碳排放抵消量，即对于采用可再生能源信用（绿电、绿证）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。

4.3.2 引入绿色电力交易、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 当采用绿电绿证时，需换算为碳排放量后进行抵消，且电力排放因子的取值应符合现行相关规定。当通过绿色电力、绿色电力证书进行排放抵消时，应提供绿色电力消费核算报告或核定报告等证明材料。

4.3.4 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。

4.3.5 本条文推动建筑从单纯依赖绿电、绿证碳抵消，转向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。本条文指标选取参考了电力行业相关标准和文件要求，包括现行国家标准《电力用户需求响应节约电力测量与验证技术要求》GB/T 37016、《电力需求响应监测与评价导则》GB/T 32127 和《南方区域电力辅助服务管理实施细则》等。调节能力指在保障建筑自身正常运行的条件下，可调资源依据外部指令调节自身用电负荷功率的能力。响应时间指自接收调节指令起，直到功率变化量首次达到目标控制功率 90%所需的时间。调节速率指建筑响应调节指令时，单位时间内的功率调节量，即功率调节的速度。调节持续时间指建筑运行功率达到目标控制功率，且功率偏差始终控制在容许范围以内时间长度。调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例应按 B.0.10 计算。根据权威机构对建筑空调响应案例测试研究，调节能力方面最大调节功率在 54%~75%，调节电量比例在 32%~47.6%。考虑到绿电绿证占比不同，以及不同类型建筑非空调用电占比不同，室内舒适度要求也不同，因此适当放宽调节能力的限值。在调节特性方面，响应时间在 110s~276s 之间，响应速率在 19%/min~53%/min 之间，因此调节特性最长取值 300s 和 15%/min。

4.3.6 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。

4.3.7 本条明确在采用绿电交易、绿证交易与碳信用抵消剩余碳排放的情况下，对建筑全过程提出零碳要求，以抵消建筑运行阶段剩余碳排放以及建材生产、运输、建造、拆除的剩余碳排放总量，确保建筑在全生命周期内真正达成零碳目标，

促进建筑行业绿色低碳转型，推动可持续发展。购买绿电绿证或碳信用产品的必要性：（1）实现全过程零碳：钢结构装配式建筑虽在设计和建造上有诸多低碳优势，但在建材生产、运输、建造、运行及拆除阶段，仍可能产生一定量的碳排放。绿电交易、绿证交易与碳信用产品能够为这些剩余碳排放提供抵消途径，从而实现全过程零碳；（2）保障长期减碳效果：要求购买不少于 10 年的相关产品，是考虑到建筑运行阶段时间长，碳排放持续产生，且建材生产等前期环节的碳排放影响也具有长期性。10 年的期限能够在较长时间尺度上保障建筑碳排放的抵消，防止因短期购买行为导致后续出现碳排放无法抵消的情况，确保建筑在整个生命周期内稳定维持零碳状态。

5 控制措施

5.1 一般规定

5.1.1 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，面临着极为复杂的减碳挑战。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。超高建筑因高度增加，结构安全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、工业研发建筑等，其内部设备运行的特殊需求决定了极高的能源消耗。尽管这些建筑采取了诸多常规的减碳措施，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。

5.1.2 建筑设计方案决定了建筑物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。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，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。零碳设计原则包括可达性（部件拆

解与更换）、适应性（功能转换）、耐久性（材料寿命）等。

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《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《CO₂ 排放报告》及《钢铁工业 CO₂ 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 以降低隐含碳排放为目标，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。如在确保安全和稳定前提下，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。第 3 和 4 款，参考《零碳建筑测评标准》T/CABEE 080-2024 第 5.1.12 条：因地制宜使用本地建筑材料，距现场 500 公里以内建筑材料采购量占比不低于 70%；在满足同等保温水平目标下，应选择碳排放更低的保温材料。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 $\leq 2400\text{kgCO}_2\text{e/t}$ ；二星级 $\leq 2100\text{kgCO}_2\text{e/t}$ ；三星级 $\leq 2000\text{kgCO}_2\text{e/t}$ 。

5.2.4 高性能外墙、外窗、遮阳等被动式技术在提高建筑能效的同时，还可以大幅度提高建筑质量和寿命，改善居住环境。为此，新建建筑以相对于基准建筑的耗冷热量降低率作为约束指标，既有改造建筑以相对于原有建筑方案降低率为约束指标。门窗系统的气密性能是直接影响建筑节能效果和碳排放强度的重要性能之一，应采用耐久性好并具有良好的密封胶或密封胶条进行玻璃镶嵌密封和框扇之间的密封，以保证良好、长期的密封效果。不宜采用性能低、弹性差、易老化的改性 PVC 塑料密封条，宜采用合成橡胶类的三元乙丙橡胶、氯丁橡胶、硅橡胶等热塑性弹性密封条。门窗杆件间的装配缝隙以及五金件的装配间隙也应进行妥善密封处理。另外，在钢结构装配式建筑外围护系统拼接缝隙处，其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。

5.2.5 既有建筑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。

既有建筑的针对性改造设计包括：（1）根据项目实际情况进行围护结构性能提升设计。包括：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。（2）冷热源系统的设备改造应结合经济指标，综合确定设备系统改造方案。包括：①建筑供暖热源应优先采用太阳能、空气能、地热、生物质、工业余热、废热等非化石能源供暖，宜实现建筑供暖 100%电气化；②当空调系统冷水机组、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。（3）照明系统升级改造时，改造部分照明功率密度应在《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。（4）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/T 30559.3 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。（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。（6）当既有建筑设置光伏发电系统时，建筑光伏系统发电的建筑自消纳比例不应低于 20%。

5.2.6 制冷机房能效等级不应低于《高效制冷机房技术规程》T/CECS 1012-2022 规定的能效等级 2 级。应选择 LED 照明产品，并宜采用智能照明调光控制系统。智能照明控制系统的应用，不仅便于集中管理、减少人为浪费，而且可以通过自动调光充分利用自然采光，进一步降低照明能耗和碳排放。电气设备能效标准是实现电气节能的重要手段，应提倡应用高能效产品设备，包括电力变压器、电动机、平板电视、计算机显示器、复印机、通风机、热水器、洗衣机、电磁灶、电饭锅、微波炉等电器产品。相比于建筑其他机电设备和系统，建筑智能化系统设备如管理服务器、交换机、现场控制器、控制面板、电动阀门、传感器常年工作，也是建筑整体能耗的组成部分，为保障低碳运行，在进行产品选择时，除性能和功能满足要求外，应采用低功耗的硬件产品。空调通风系统是主要耗能设备之一，本条文进行了单独规定。公共建筑宜根据空调使用区域时间特点，合理控制制冷机组开、停机时间；宜根据负荷变化实行合理的群控措施，使每台冷热源设备均在合理的负荷率下运行，避免冷热源设备低效率运行。《家用和类似用途电自动控制器 定时器和定时开关的特殊要求》GB 14536.8-2010、《家用和类似用途电器待机功率分级评价》QB/T 5678-2022 等规定了家电待机功耗在关机模式下应 $\leq 0.5\text{W}$ 、在待机模式下应 $\leq 2.0\text{W}$ （非网络待机）、在待机模式下应 $\leq 4.0\text{W}$ （网络待机）。

5.2.7 生活热水能耗已成为城镇居民家庭能源消费中仅次于取暖的第二大能源消费活动，生活热水制备、泳池水加热等系统应优先利用余热、废热，或采用太阳能、空气能热水系统，满足生活热水需求。根据当地气候、自然资源条件和用户

负荷规律，合理设计太阳能热水和空气能热水系统，充分利用可再生能源，降低建筑碳排放。

II 绿色低碳施工

5.2.8 零碳建筑的设计和施工标准高于普通建筑，每个细部节点需要针对性的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，应建立低碳建造施工管理体系和管理制度，实施碳减排目标管理，实施前应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。（2）传统建筑的建筑垃圾产生量 $50\sim 100\text{kg}/\text{m}^2$ ，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， $20\text{kg}/\text{m}^2$ 的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）本条强化针对性和标杆性，钢结构建筑拆除后钢材回收率可达 95%以上，混凝土基础、围护材料（如轻质墙板）可破碎再利用，90%回收率与 60%再利用率符合钢结构材料高可循环特性，且高于《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134-2019 中“建筑垃圾再利用率 $\geq 50\%$ ”的要求。（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/T 498-2024 中“4 估算”规定了建筑垃圾估算方法。

（5）拆除施工准备、拆除施工和拆除物的综合利用应符合《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905 和《钢结构通用规范》GB 55006 的有关规定。资源化利用率指建筑垃圾通过回收、再生骨料等方式转化为可用资源的比例。钢结构建筑拆除垃圾以钢材（可直接回炉）、混凝土（可制再生骨料）为主，55%的目标符合《“无废城市”建设试点实施方案》中“建筑垃圾综合利用率 $\geq 60\%$ ”的导向（部分地区已达 70%以上），建议结合地域差异调整，如发达地区可提升至 60%。（6）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，综合

成本节约率达 25%，有效降低翻新施工和材料挥发带来的温室气体排放，实施中需严格执行《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，确保防护体系可靠性。

5.2.9 相对于常规节能建筑，零碳建筑围护结构、暖通空调系统、可再生能源系统以及内装系统性能指标要求较高，为提高建筑降碳效果，使其达到设计和运营要求，需要采用更加低碳、先进的施工工艺和施工技术，且标准要求更加严格。因而需要制定专项施工方案，提供专业化施工工艺和施工质量控制方法，对于采用先进低碳的新工艺、新技术，应制定专项验收要求，对于重要的专项验收要求应在实施前组织专家论证。现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 中对建筑围护结构、能源设备和系统施工质量控制已做相应要求，零碳建筑施工质量控制参考此标准中相关要求执行。

5.2.10 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放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，集成应用光伏、V2B 充电桩、储能、边缘自控、超级电容等产品，通过综合手段降低施工阶段临时用房的碳排放。

5.2.11 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，同时尚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。

III 低碳智慧运营

5.2.12 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《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB17167 要求。

5.2.13 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。

5.2.14 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。

5.2.15 设备调试是实现零碳建筑运行阶段碳排放控制的核心环节，通过精准调试实现“设计性能—实际运行—碳排放”的良好闭环。

美国供暖、制冷与空调工程师协会（ASHRAE）通过全球 500 多个建筑项目的验证，发现设备调试可使建筑系统能耗降低 15%~30%，未经调试的系统普遍存在设计参数与实际运行不匹配问题，例如冷水机组在低负荷运行时 COP 值下降 20%~30%，而通过参数校准可恢复至设计值的 90%以上。另外，对照我国《绿色建筑评价标准》在“节能与能源利用”章节中，虽未单独设立调试专项条款，但通过系统性要求隐含调试必要性；LEEDv4.1（美国绿色建筑评价体系）在“能源与大气（EA）”板块中，规定了调试范围涵盖暖通空调、照明、生活热水、可再生能源等；BREEAM2018（英国建筑研究院环境评估方法）调试要求与全生命周期碳管理深度融合。

IV 可再生能源利用

5.2.16 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 50378-2019（2024 年版）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用热水、空调用冷和用热以及建筑用电电量。本标准规定，钢结构装配式零碳建筑必须采用至少一种可再生能源。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，不应再考虑可再生能源减少的碳排放。本条的评价方法：预评价查阅可再生能源利用专项设计文件；评价查阅可再生能源利用专项设计文件，运行记录。

5.2.17 随着我国能源新安全革命的发展，传统建筑作为“能源消费者”单一角色难以适应当前能源系统的发展，新型建筑电力系统的建设要求建筑从单一的能源消费转型为一个“产、储、消、调”四位一体的综合能源系统。

5.2.18 具备与电网友好互动的接口意味着建筑能够与外部电网进行双向的电力传输和信息交互。从电力传输角度，当建筑自身光伏发电量过剩且储能系统已满时，可以将多余的电力输送到电网中，为电网提供电力支持；当建筑自身电力不足时，可以从电网获取电力，满足用电需求。通过信息交互，建筑可以实时获取电网的电价信息、负荷状况等，根据这些信息调整自身用电策略，实现经济用电。同时，建筑向电网反馈自身的发电、用电信息，帮助电网更准确地进行电力调度，提高整个电网的稳定性和运行效率。

5.3 引导项

I 零碳设计及选材

5.3.1 有研究表明，从消费测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%。全电气化指建筑物所消耗能源全部来自电力。零碳建筑的建筑用能需求大幅降低，供暖空调、炊事、生活热水和蒸汽等用能系统应进一步提高电气化比例，尽可能消除建筑的直接碳排放。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。

5.3.2 建筑零碳化离不开植物碳汇的贡献，同时绿色空间是提高城市公共空间品质的保障，鼓励建筑项目优化建筑布局，通过绿化用地提高碳汇能力。

5.3.3 建筑体形系数是指建筑的外表面积和外表面积所包围的体积之比。体形系数越小，单位建筑面积对应的外表面积越小，外围护结构的传热损失越少，从降低能耗角度出发，应该根据建筑特点将体形系数控制在合适的水平上。窗墙面积比既是影响建筑能耗的重要因素，也受到建筑日照、采光、自然通风等满足室内环境要求的制约。外窗和屋顶透光部分的传热系数远大于外墙，窗墙面积比越大，外窗在外墙面上的面积比例越高，越不利于建筑节能。不同朝向的开窗面积，对于不同因素的影响不同，因此在零碳建筑设计时，应考虑外窗朝向的不同窗墙比的要求。

5.3.5 零碳建筑采取措施提升可再生能源的就地消纳比例，提升自给率与自耗率，减少对外部电网的冲击。采用可再生能源微网系统，灵活利用蓄能、用能设备的柔性调节潜力，以特定目标协同控制供配电网中蓄能、用能设备，提升可再生能源就地消纳比例。

光伏发电的建筑自消纳比例是指一定时间内（通常是一年）建筑光伏系统总发电量中，由建筑本体实际使用的电量所占比例。要实现光伏电力自消纳目标，需要在逐时计算光伏发电与建筑用电的基础上，综合设置蓄电、储能、电动车充电桩、柔性负载等硬件设施，并通过智能化运维调控系统，促进建筑用电与光伏发电间的逐时耦合，提升自消纳比例。

5.3.6 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，国家层面，行业标准、地方实践（如深圳、苏州）为全国推广提供了可复制的经验，考虑到建筑能源系统的可扩展性和兼容性，新建建筑预留 V2G 接口并独立计量充放电量将逐步成为强制性要求。接口通信协议需符合 GB/T 27930（非车载充电机与电池管理系统通信协议）及 ISO 15118（车辆到电网通

信接口）标准，支持开放式充电点协议（OCPP）等主流协议。充电设备支持直流双向功率流动，接口额定电压不低于 750V，电流不小于 500A，满足大功率充放电需求。建筑为 V2G 设备配置单独电表，精度不低于 0.5 级，支持分时计量（如区分峰谷电价时段）。当充放电数据接入建筑虚拟电厂管理平台，上传频率不低于 1min/次，确保数据实时性。V2G 设备需通过 GB/T 14549（电能质量）、GB/T 24337（间谐波）等测试，确保并网时谐波畸变率不超过 5%，电压波动符合《电力需求响应信息交换规范》DL/T 1867 标准。

II 绿色低碳施工

5.3.7 建筑废弃物产生量估算可根据《施工现场建筑垃圾减量化技术标准》JGJ T 498-2024、《建筑废弃物减排技术标准》SJG 21-2025 相关规定进行。

5.3.8 通过设计、生产、物流、现场施工的有效协同与联动，降低施工现场的材料损耗，减少建筑碳排放量。

5.3.10 采用基于建筑信息模型（BIM）、物联网、大数据和 AI 等技术为基础的智能建造，可实现建造过程中的信息化、精细化管理，能够直观掌握工程进度、质量管理和建材应用等情况，提升工程质量安全、效益和品质。鼓励建筑机器人及智能装备、部品部件智能化生产、智能施工管理等智能建造技术在生产、施工、交付等环节的应用，提高工程项目施工质量和效率，减少建材损耗，降低固废排放。如现场施工预先采用仿真技术模拟施工过程和状态；采用 BIM 技术进行虚拟建造与检验；基于 BIM 的智能机器人，对单位工程、分部工程、分项工程进行检测；采用智慧工地管理系统，对现场的人、机、料、法、环等进行全方位管理。

5.3.11 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。装配化装修是降低建筑全过程碳排放的重要路径。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，同时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

5.3.12 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。

5.3.13 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

5.3.14 光伏系统发电性能受到布置方式的影响，不同地区最佳布置方式不同，在建筑上布置光伏方阵时，应在符合建筑要求的前提下，光伏方阵设置宜带一定角度，不宜完全水平布置。

5.3.15 炊事电力系统的系统效率高于燃气系统，在绿色电力供应的情况下，不仅可以降低运行费用，还可避免燃气直接燃烧产生的直接碳排放。

5.3.16 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，借助市级虚拟电厂管理平台，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。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 本条文确立了钢结构装配式建筑碳排放核算的基本原则，旨在保障核算结果能够精准、全面地体现建筑全生命周期的碳排放状况，使不同钢结构装配式建筑的核算数据具有可比性，为建筑行业制定碳减排策略、开展监管工作以及评估绿色发展成效提供有力的数据支撑。

6.1.2 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。这是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。

6.1.4 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（如电力），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 第 4.1.4 条进行计算，可再生能源通常按零排放计算。绿电、绿证、CCER 等排放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“低碳或中和”的部分。需要说明的是本标准第 4 章提到建筑碳排放强度作为建筑技术指标，未纳入非建筑降碳技术措施的碳排放抵消量，因此对于采用可再生能源和碳信用抵消剩余碳排放等非建筑本身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（碳排放强度反映的是建筑自身能效）。

6.2 设计（运行）评价阶段

6.2.1 将设计方案和关键性能参数带入碳排放模拟分析软件，定量分析是否满足预先设定的零碳建筑目标以及其他技术经济目标，根据计算结果，不断修改优化

设计策略和设计参数等，最终确定满足性能目标的设计方案。采用碳排放模拟计算软件等工具对建筑碳排放进行分析计算，技术指标应按本标准附录 B 计算方法进行核算，确保设计方案实现碳排放的目标。

6.2.2 钢结构装配式零碳建筑设计阶段的碳排放核算宜基于 BIM 技术整合 EPD 数据，确保设计阶段碳排放核算的全生命周期覆盖与数据可追溯性，为优化设计方案、选择低碳材料提供科学依据，从而支撑建筑全生命周期零碳目标的实现。

6.2.3 建筑运行阶段碳排放核算应以一年为周期进行核算，核算依据应来自建筑实际能源消耗监测数据，并确保数据可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。根据建筑各个能源消耗监测数据，通过不同能源种类碳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。区域公共用能的各部分能耗应进行独立分项计量。

建筑运行碳排放，包括边界范围内部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，也包括区域内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，包含但不限于热水和蒸汽等。建筑应进行年度碳排放核算，并形成报告。

6.2.4 “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。

6.2.5 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 $0.5\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ，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。

6.2.6 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。

6.2.7 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（如制冷剂泄漏、甲烷排放）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 $1000+\text{CO}_2\text{e}$ ，化粪池厌氧分解产生的甲烷 GWP 值是 CO_2 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 $15\%\sim 20\%$ （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 施工阶段是指整个工程施工项目从开工开始到竣工验收为止的阶段，建造过程是从施工场地平整开始，到施工项目竣工为止所包含的土方工程、地基与基础工程、主体结构、建筑屋面、建筑装饰装修等全部施工过程。围绕建筑施工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其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，以及焊接过程使用的乙炔、二氧化碳保护气等。间接碳排放主要指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规格型号、企业生产管理能力等因素影响较大，

并且随时间也有变化。计算时宜优先选用由建材生产商提供的且经第三方审核的建材实测碳排放因子；当无第三方提供时，缺省值可按本标准附录 D 执行；次优级是工艺、性能、生产地等相近的同类产品的实测碳排放因子；但当附录 D 中无相关碳排放因子时，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、其他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。

6.3.4 条文遵循了一种从特殊到一般的逻辑顺序。首先针对电力供应有合同工具保障的特殊情况，明确使用合同工具中供应商特定电力生产的生命周期数据，这体现了对特定商业安排下数据精确性的尊重；接着阐述了一般情况下优先采用项目所在区域市或省级行政主管部门发布的电力排放因子；最后为没有地方数据时提供采用生态环境部发布数据的兜底方案，层层递进，更具操作性。

当建筑设计阶段结束，并正式投入运行后，电力排放因子的选取并不会影响建筑的降碳方案，也不会对建筑实际的碳排放水平产生影响。因此当建筑处于运行阶段时，对过去一年碳排放进行核算应力求精准，能够反映出建筑实际的碳排放量，因此建筑运行阶段碳排放计算应先采用上一年度项目所在区域市或省级行政主管部门发布的电力排放因子。

根据国家标准《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》GB/T24067-2024 规定，“当供应商能够通过合同工具的形式保证电力供应，应使用供应商特定电力生产的生命周期数据”，其中合同工具包括能源属性证书（如绿证）。当供应商能够通过绿证等合同工具保证电力产品符合以下要求时，应使用供应商特定电力产品的生命周期数据：传达发电特性（例如机组、发电类型、发电容量、供应的可再生能源电量等），确认是发电特性的唯一声明，可进行追踪、赎回或取消，尽可能接近合同工具的使用期限。在国内生产或在互联电网的市场边界内当无法获得供应商的具体电力信息时，应使用与电力来源相关的电网 GHG 排放量，相关电网 GHG 排放量应反映相关地区电力消耗情况，不包括任何之前已声明归属的电力。如果没有电力追踪系统，所有电网 GHG 排放量应反映该地区的电力消

费情况。如果非化石能源电力证书在出售时不直接与电力本身关联，非化石能源的部分电力作为非化石电力出售，但没有被排除在电网组合排放因子之外，在这种情况下，应使用电力跟踪系统开展相关消费电网组合分析，以此来展示结果的差异。绿电直连为建筑提供了灵活、长效、可溯源的绿电采购方案，建筑与附近光伏/风电项目签订协议，通过专线或电网输电（如建筑与光伏电站直供），配套储能解决间歇性，提升供应稳定性。建筑作为“荷”端，通过绿电直连 PPA 与“源”（绿电项目）、“储”（储能）、“网”（微网/智能电网）联动（如建筑、光伏、储能通过 PPA 共享电力），提升可再生能源消纳率。

7 零碳管理

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。

7.1.2 建筑碳排放管理系统作为零碳建筑管理的重要工具，应能够实时采集和处理建筑的能耗及碳排放相关数据，为碳排放动态监测和决策提供基础。设置建筑碳排放管理系统平台，建立一套碳排放监测系统是形势所需。通过对收集到的碳排放数据进行计算分析，可以将不同设备的碳排放情况归类整理，实现碳排放的精准化计量、精细化管控、智能化决策和可视化呈现，实现碳排放数据的精准溯源、数据对比、碳排放优化管理等。

7.2 运行管理

7.2.1 在建筑运行阶段，根据负荷、人员活动等监测数据，动态调整优化设备设施运行参数，对降低能耗有明显影响。如可采用建筑自动化和控制系统（BAC）系统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、避免甲烷产生等技术措施，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 AI 可大幅提升建筑运行阶段的零碳管理效率，是实现智能建造理念的重要手段。（1）需求响应管理：AI 可以通过历史数据预测建筑的能源需求，并给出从电网中获取能源的合理方案。这有助于数据中心以较低价格购买能源，进一步

节省成本。（2）设备健康监测：AI 可以持续监测建筑设备健康状况，对设备状态进行实时评估，并在问题发生之前采取预防性措施。这样可以减少意外停机时间，提高整体效率。（3）预测性维护：通过对设备数据的实时分析，AI 可预测设备运行寿命，可减少突然的设备故障和与之相关的浪费。

7.2.4 本条明确了运营阶段钢结构维护保养在材料选用上的总体原则。

钢结构在长期使用过程中，受环境因素影响易发生锈蚀和火灾风险，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，与建筑设计使用年限相匹配或制定合理维护计划，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。关注施工过程对环境对人体健康的影响，是零碳建筑在运营维护阶段的重要体现。维护保养的施工过程是影响环境的重要环节。制定详细的施工方案，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。

7.2.5 本条旨在强调建筑运行阶段对关键耗能环节的精细化管控，减少能源浪费。从管理层面提升节能意识，避免人为操作导致的能源浪费（如人走未关灯、设备长期待机等），推动建筑运行阶段的低碳化运营。

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，建议构建完善系统性内

部管理体系，制定符合 ISO 14067 及生态环境部发布的《企业环境信息依法披露格式准则》等与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（如轻量化钢材研发）、人员培训及循环经济实践（废材回收+光伏建筑一体化），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。开展碳信息追踪，进行碳信息比较，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数据，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。

7.3.3 实现高水平的绿色低碳循环经济可有效减少钢构件初次生产过程的碳排放。相关资料显示，钢铁、水泥、铝等高耗能行业的再生利用是建筑降碳潜力最大的领域之一。

2020 年 5 月 8 日住房和城乡建设部发布《住房和城乡建设部关于推进建筑垃圾减量化的指导意见》（建质〔2020〕46 号），要求不断推进工程建设可持续发展。2025 年 3 月 28 日，住房和城乡建设部在广州市召开全国城市建筑垃圾治理工作现场会，强调健全治理体系、加强全过程管理、加快建立建筑垃圾治理长效机制。本条结合零碳建筑全生命周期碳排放管控要求，旨在通过建立建筑废弃物减排管理机制与回收通道，实现从项目规划阶段的标准化设计源头控制（如采用可拆卸节点、模数化部品）、施工阶段的绿色化施工（如装配率提高、减少现场加工废料）、运营阶段的模块化维护更换（避免破坏性修缮）到拆除阶段的构件

部品高效拆解回收（预留标准化接口、对接专业回收体系）的全过程废弃物减排。通过全周期管理机制，可系统性降低建筑废弃物产生量，提升钢材等材料的回收再利用效率，减少传统拆除环节的高能耗处理方式，契合零碳建筑对资源循环利用与低碳排放的双重要求，推动建筑产业向绿色化、集约化转型。

8 检测与监测

8.1 一般规定

8.1.2 运行评价的建筑应对室内环境、建筑能耗、可再生能源进行检测与监测。健康、舒适的室内环境是钢结构装配式零碳建筑的基本前提，室内环境参数也是建筑碳排放水平的影响因素之一；现阶段难以直接监测碳排放，需根据建筑内的能耗监测数据，结合各类能源碳排放因子，确定碳排放量；可再生能源应用会影响碳排放，因此也需要对可再生能源产能量进行监测。

8.2 环境与设备检测

8.2.1 建筑室内环境应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定。检测应符合国家现行标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《照明测量方法》GB/T 5700、《建筑照明设计标准》GB/T 50034、《照明测量方法》GB/T 5700 等的要求。另外，室内温度、湿度检测和新风量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。照明环境检测应依据现行国家标准规定的场所类型，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。

8.2.2 可再生能源发电量以及供冷供热量对建筑能耗和碳排放影响大，需要进行单独监测和计量。太阳能光伏发电系统用户侧应安装电量计量监测仪表，并作为该系统提供电能的数据依据；太阳能热水系统、地源热泵系统应在源侧安装热量计量仪表，并作为该系统提供冷热能的数据依据；空气源热泵系统应在用户侧安装热量计量仪表，并作为该系统提供冷热能的数据依据；深层地热系统应在源侧安装热量计量仪表，并作为该系统提供给建筑热能的数据依据。同时，通过设备传感器或楼控系统对可再生能源系统的关键运行参数进行监测，确保系统正常运行。

8.2.3 供冷、供暖、通风、电气、给排水、燃气、太阳能等机组能效应通过第三方检测验证，检测应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 和《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 的有关规定。新建建筑通过铭牌参数、型式检验报告及产品说明书等证明材料验证设计参数，并且与现场复核一致的，可以不再进行相关检测。建筑室内照明功率密度值检测应通过第三方检测验证，按

现行国家标准《建筑照明设计标准》GB/T 50034 中规定的场所类型，对典型场所进行随机抽样测量，同类场所测量数量不应少于 5%，且不应少于 2 个，不足 2 个时应全数检测。照明功率密度值检测方法应符合现行国家标准《绿色照明检测及评价标准》GB/T 51268 的有关规定。照明系统能耗占建筑总能耗的 20%~25%，应对照明功率密度进行第三方检测，验证照明节能技术的应用。当检测对象数量较大时，应根据检测对象的特点进行随机抽样检测，本条参考现行国家标准《绿色照明检测及评价标准》GB/T 51268 制定，条文中规定的场所包括现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 中规定的房间、场所及场地等。

8.3 能源与碳排放监测

8.3.1 根据所用电力、热力、燃气等能源形式，结合不同能源形式的碳排放因子，确定建筑碳排放量。能源监测统计分析一般有子系统维度、空间维度、设备维度三个方面。

8.3.2 为分析建筑运行阶段的碳排放水平，分类分项监测碳排放量，分析各系统和设备运行碳排放是否合理，及时发现运行问题并提出改进措施，以实现建筑零碳目标。对建筑消耗的各类能源进行计量是进行建筑碳排放管理系统的基础，结合项目运行管理和核查要求，对数据进行单独计量和监测。建筑消耗的冷热量包含建筑外购常规冷热源，建筑能源系统自供冷热量。消耗的电量包含市电、可再生能源的供电量、外购绿色电力。光伏等可再生能源发电时应对上网电量和建筑用电量进行双向计量。当建筑有蓄能系统时，应对蓄能系统的蓄能量和用能量分别进行计量。建筑室内环境参数是衡量建筑环境舒适度的重要指标，也是影响建筑运行策略的重要因素，应按照不同的建筑功能空间要求，选择必要的指标进行监测。如普通的建筑空间，进行室内温湿度和 CO₂ 的监测，对洁净度要求较高的空间，还应对室内 PM_{2.5} 等参数进行监测。采用太阳能系统时，应对室外温度和太阳总辐照量进行监测。

8.3.3 本条文明确建筑碳排放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 通过分阶段、分层次的评估，推动建筑从设计到运行的持续减碳。设计评价通过文件审核，审查建筑方案的绿色低碳设计（如自然采光、通风）、主动式技术（如高效空调系统）及可再生能源整合能力；运行评价则基于至少一年的实际数据，验证能耗、碳排放及碳抵消措施的有效性，确保设计目标落地。全过程零碳建筑的评价覆盖建材生产、施工、运行、拆除的全周期，强调隐含碳排放（如钢材生产、运输）与运行碳排放的双重控制。该标准通过低碳、近零碳、零碳建筑、全过程零碳的评价体系，引导建筑从单一环节减排转向全产业链协同，最终实现从“低碳”到“零碳”的跨越，为建筑行业绿色转型提供技术路径。

9.1.2 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。

9.1.4 本条目的是为推动光储直柔在建筑中的应用。通过负荷调节能力、响应效率和能源结构优化三个维度，构建建筑与能源系统深度耦合的减碳机制。负荷柔性调节解决“如何高效用能”（动态匹配可再生能源波动），响应性能解决“能否实时互动”（快速响应电网调度，提升能源系统整体效率），电气化率解决“用什么能源”（从化石能源转向电力）。

本条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，能够有效的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。

9.2 设计评价

9.2.1 结合当前工程建设审批制度改革趋势，一些地方存在建筑工程施工图设计审查的要求，部分地方确实取消了施工图审查或缩小了审查范围（部分地区推行施工图审查告知承诺制或简化审查流程）。将引用标准中“通过施工图设计审查”，调整为“通过合规性审查或履行告知承诺手续”，兼顾政策灵活性与技术严谨性。另外，在设计阶段建筑方案尚未实施，无法获得实际运行数据。所以，设计评价可以设计文件和碳排放模拟计算报告为依据。

9.2.2 本条规定了零碳建筑设计评价需提交的材料，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。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 为保证建筑运行阶段降碳性能，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判定面积 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，当建筑使用面积为判定面积的 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 建筑的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，为后续提出针对性的改进措施、提升建筑的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 本条文旨在通过“逐时数据量化+电网互动机制”确保建筑实际碳减排效果。本质是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）。

柔性调节与电网互动是指建筑通过储能系统、智能用电设备、需求响应技术等，动态调整用电行为（如错峰用电、低谷充电、余电上网），与电网形成“削峰填谷”的互动关系。通过建筑用电数据与电网碳排放因子的精细化匹配，科学评估建筑是否真正实现“全年碳排放小于零”。通过逐时匹配，既能真实反映建筑在电网不同碳强度时段的用电策略是否有效，也能倒逼建筑与电网在低碳目标下实现深度互动，最终推动“建筑即能源节点”的新型电力系统构建。

9.4 全过程评价

9.4.1 竣工验收是建筑项目生命周期中的一个重要节点，标志着建筑物已按照设计要求和相关规范标准完成了全部建设工作，并具备交付使用的条件。通过竣工验收，可以确保建筑物的结构安全、功能完善、质量合格，为后续的全过程评价提供坚实的基础。

钢结构装配式零碳建筑全过程评价在建筑竣工验收后进行，这一规定旨在确保评价的全面性和准确性。钢结构装配式零碳建筑强调在建造过程中采用预制构件、减少碳排放并追求环境友好性，其全过程评价涵盖了从设计、材料选择、施工到运行维护等多个环节。在建筑竣工验收后进行评价，意味着评价工作将在建筑物实体完成、各项性能达到设计要求的基础上进行，这样可以更加客观、真实地反映建筑项目的实际成效。这一规定有助于全面审视钢结构装配式零碳建筑在节能减排、环境适应性、经济性等方面的表现，为建筑行业的绿色发展提供科学参考。同时，它也能够促进建筑企业在设计和施工过程中更加注重环保和可持续性，推动钢结构装配式零碳建筑技术的不断创新和进步。

9.4.2 （1）全过程零碳建筑需要进行设计方案评价；（2）全过程碳排放计算书用于全过程零碳建筑评价；（3）建筑施工阶段的能源资源用于验证建造阶段碳排放；（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。

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 本标准可再生能源信用专指中国境内开发的绿色电力证书。需要说明的是，通过专线连接供建筑使用的绿色电力交易，不可将绿色电力减排量和可再生能源信用抵消量重复计算。

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。 $N_{\text{base},t}$ 提供了一个未受需求响应影响的原始负荷参照，而 $N_{\text{DR},t}$ 则是采取响应措施后的实际负荷。两者的差值与 $N_{\text{base},t}$ 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 “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。

附录 D 碳排放相关数据库

D.0.2 钢结构装配式零碳建筑主要是用能场景（范围 2 排放），如供暖系统、供冷系统、照明系统、生活热水、电梯、插座、炊事系统，碳排放核算时应采用电力平均二氧化碳排放因子。2024 年 12 月生态环境部、国家统计局《关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告》，给出 2022 年全国电力平均二氧化碳排放因子、2022 年区域电力平均二氧化碳排放因子和 2022 年省级电力平均二氧化碳排放因子。《建筑碳排放计算标准》GB/T51366 规定：建筑运行、建造及拆除阶段因电力消耗造成的碳排放计算，应采用国家相关机构公布的区域电网平均排放因子。但结合国家相关标准的思路，为便于全国范围内尺度一致，建议采用全国电力平均二氧化碳排放因子。当项目购买绿电、绿证时，为避免重复计算，剩余电力碳排放计算应采用不包括非化石能源的电力平均二氧化碳排放因子。

根据《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》（2015 年版）及《省级温室气体清单编制指南》（2011 年版），热力碳排放因子的国家缺省值为 $0.11\text{tCO}_2/\text{GJ}$ ，该值是基于全国燃煤热力系统的平均水平测算，适用于缺乏具体数据时的简化核算。在实际应用中，需结合区域能源结构（如燃煤/燃气）、技术类型（锅炉/热泵）选择更精准的计算参数，或通过实测数据替代缺省值。若热力为非化石能源热力，该部分热力排放因子计为 0。

冷力的碳排放因子尚无国家统一的缺省值，但一部分地方标准和行业指南提供了具体场景下的计算方法或推荐值。例如河北省地方标准《建筑运行阶段碳排放核算核查标准》DB13（J）/T 8549-2023、湖州市《公共建筑运行能耗与碳排放强度分级规范》DB3305/T 319-2024 给出了冷力碳排放因子的计算方法。