

福建省工程建设地方标准

DB

工程建设地方标准编号 :DBJ/T 13-464-2024

住房和城乡建设部备案号 :J 1 7 9 0 2 - 2 0 2 4

福建省装配式建筑碳排放计算标准

Carbon emission calculation standard for prefabricated
buildings in Fujian Province

2024-12-09 发布

2025-04-01 实施

福建省住房和城乡建设厅

发布

福建省工程建设地方标准

福建省装配式建筑碳排放计算标准

Carbon emission calculation standard for prefabricated buildings in
Fujian Province

工程建设地方标准编号 : DBJ/T13-464-2024
住房和城乡建设部备案号 : J 1 7 9 0 2 - 2 0 2 4

主编单位: 福建建工装配式建筑研究院有限公司
同 济 大 学
福州市规划设计研究院集团有限公司
批准部门: 福建省住房和城乡建设厅
实施日期: 2 0 2 5 年 4 月 1 日

2024 年 福州

前 言

根据福建省住房和城乡建设厅《关于公布全省住房和城乡建设行业 2022 年第二批科学技术计划项目的通知》（闽建科函〔2022〕54 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.装配式建筑建材生产阶段碳排放计算方法；5.装配式建筑建材运输阶段碳排放计算方法；6.装配式建筑建造阶段碳排放计算方法；7.装配式建筑运行阶段碳排放计算方法；8.装配式建筑拆除阶段碳排放计算方法；9.装配式建筑构件碳足迹与碳标签等级。

本标准由福建省住房和城乡建设厅负责管理，由福建建工装配式建筑研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送福建省住房和城乡建设厅科技与设计处（地址：福州市北大路 242 号，邮编：350001）和福建建工装配式建筑研究院有限公司（地址：福建省福州市鼓楼区杨桥中路 148 号 4 号楼陆庄大厦 17 层，邮编：350001），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：福建建工装配式建筑研究院有限公司
同济大学

福州市规划设计研究院集团有限公司

本标准参编单位：上海同济绿建土建结构预制装配化工
中国国检测试控股集团股份有限公司
福建建泰建筑科技有限责任公司
金强（福建）建材科技股份有限公司

福建泽祉科技有限公司
亚鹰建筑科技集团有限公司
世邦泓业（龙岩）环保科技有限公司
福建鸿生高科环保科技有限公司
洲建集团有限公司
福建博那德科技园开发有限公司

本标准主要起草人：	黄昌钦	刘仲辰	阙平	戴一鸣
	范蕊	刘青	刘亮俊	洪晓晖
	方禹	林毅华	潘一帆	吕胜利
	叶高沈	黄少华	付卫平	刘刚
	蔡亮	汪帮福	郑彬	林培旭
本标准主要审查人：	赵立华	翁锦华	巩学梅	王云新
	肖剑仁	罗漪	张万龙	

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	3
3	基本规定	10
4	装配式建筑建材生产阶段碳排放计算方法	11
4.1	一般规定	11
4.2	装配式建筑普通建材生产阶段	12
4.3	装配式构件生产阶段	12
4.4	装配式建筑全装修建材生产阶段	13
5	装配式建筑建材运输阶段碳排放计算方法	14
5.1	一般规定	14
5.2	普通建材运输阶段	14
5.3	装配式构件运输阶段	15
5.4	全装修建材运输阶段	15
6	装配式建筑建造阶段碳排放计算方法	17
6.1	一般规定	17
6.2	施工机械能源消耗	18
6.3	施工用水、排水	19
6.4	措施项目	19
6.5	建筑垃圾	22
6.6	临时设施运营	22
6.7	施工设备运输及外运工程	23
7	装配式建筑运行阶段碳排放计算方法	24

7.1	一般规定	24
7.2	运行阶段设备维护	25
7.3	暖通空调系统	25
7.4	生活热水系统	26
7.5	照明及电梯系统	28
7.6	可再生能源系统	29
7.7	碳汇系统	30
8	装配式建筑拆除阶段碳排放计算方法	31
8.1	一般规定	31
8.2	拆解施工机械	31
8.3	废弃物运输	32
8.4	可利用材料	32
9	装配式建筑构件碳足迹与碳标签等级	33
9.1	一般规定	33
9.2	装配式建筑构件碳足迹计算	33
9.3	装配式建筑构件碳标签等级	34
附录 A	建筑材料碳排放因子	35
附录 B	装配式建材排放因子	39
附录 C	全装修建材排放因子	41
附录 D	建材运输碳排放因子	44
附录 E	分部分项工程平方米碳排放指标分类	45
附录 F	常用施工机械台班能源用量	48
附录 G	化石燃料碳排放因子	59
附录 H	建筑物运行特征	61
附录 J	不同植物品种及栽种方式绿化固碳量	67
本标准用词说明		68
引用标准名录		69
附：条文说明		70

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	3
3	Basic Requirements.....	10
4	Calculation Method of Carbon Emissions in The Production Stage of Prefabricated Building Materials.....	11
4.1	General requirements.....	11
4.2	General building material production of prefabricated building.....	12
4.3	General building material production of prefabricated building.....	12
4.4	Decorated material production of prefabricated building.....	13
5	Calculation Method of Carbon Emissions in The Transportation Stage of Prefabricated Building Materials.....	14
5.1	General requirements.....	14
5.2	General building material transportation.....	14
5.3	Prefabricated component transportation.....	15
5.4	Wholly decorated material transportation.....	15
6	Calculation Method for Carbon Emissions During The Construction Stage of Prefabricated Buildings.....	17
6.1	General requirements.....	17
6.2	Energy consumption of construction machine.....	18

6.3	Water supply and drainage of construction.....	19
6.4	Measure item.....	19
6.5	Construction waste.....	22
6.6	Temporary facilities operation.....	22
6.7	Construction equipment and other outward transportation...	23
7	Calculation Method of Carbon Emissions in The Operation Stage of Prefabricated Buildings.....	24
7.1	General requirements.....	24
7.2	Equipment maintenance for operation stage.....	25
7.3	Building HVAC system.....	25
7.4	Domestic hot water system.....	26
7.5	Lighting and elevator system.....	28
7.6	Renewable energy system.....	29
7.7	Carbon sink system.....	30
8	Calculation Method of Carbon Emissions During The Demolition Stage of Prefabricated Buildings.....	31
8.1	General requirements.....	31
8.2	Construction machine for demolition.....	31
8.3	Waste transportation.....	32
8.4	Reuse material.....	32
9	Carbon footprint and carbon label grade of prefabricated components.....	33
9.1	General requirements.....	33
9.2	Carbon footprint calculation of prefabricated component....	33
9.3	Carbon labeling level of prefabricated component.....	34
Appendix A	Building Materials Carbon Emission Factor.....	35
Appendix B	Emission Factors of Prefabricated Building Materials	39
Appendix C	Emission Factors of Fully Decorated Building Materials.....	41

Appendix D Carbon Emission Factors for Building Materials	
Transportation.....	44
Appendix E Classification of Carbon Emissions Per Square Meter	
of Sub-projects.....	45
Appendix F Energy Usage of Commonly Used Construction	
Machinery Shifts.....	48
Appendix G Fossil Fuel Carbon Emission Factors.....	59
Appendix H Building Using Characteristics.....	61
Appendix J Carbon sequestration by different plant varieties and	
planting methods.....	67
Explanation of Wording in This Standard.....	68
List of Quoted Standards.....	69
Addition: Explanation of Provisions.....	70

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家和福建省有关应对气候变化和节能减排的方针政策，规范装配式建筑碳排放计算方法，节约资源，保护环境，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的装配式建筑的建材生产及运输阶段、建造阶段、运行阶段、拆除阶段的碳排放计算。

1.0.3 装配式建筑碳排放计算，除应符合本标准外，尚应符合国家及福建省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 建筑碳排放 building carbon emission

建筑物在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、运行阶段产生的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量（CO₂e）表示。

2.1.2 计算边界 accounting boundary

与建筑物建材生产及运输、建造、运行、拆除等活动相关的温室气体排放的计算范围。

2.1.3 装配式建筑 prefabricated building

由预制部品部件在工地装配而成的建筑，包括装配式混凝土结构建筑、装配式钢结构建筑、装配式木结构建筑以及装配式组合结构或混合结构建筑。

2.1.4 全装修建材 wholly decorated building materials

使建筑功能空间的固定面装修和设备设施安装全部完成，达到建筑使用功能和性能的基本要求的装修建材。

2.1.5 碳排放因子 carbon emission factor

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

2.1.6 建筑碳汇 carbon sink of buildings

在划定的建筑物项目范围内，绿化、植被从空气中吸收并存储的二氧化碳量。

2.1.7 全生命周期评价 life cycle assessment

是一种从产品的整个生命期评估其对环境产生的影响的研究方法。

2.1.8 产品碳足迹 carbon footprint of the product

某个产品功能单位的生命期内各种温室气体排放量。

2.1.9 装配式建筑建材碳足迹 carbon footprint of prefabricated building materials

装配式建筑建材碳足迹表示在装配式建材生产的全生命期内，从原材料到工厂生产整个过程中所产生的二氧化碳当量，可以量化装配式建筑建材生产的碳排放强度。

2.1.10 可再生能源 renewable energy

风能、太阳能、水能、生物质能、地热能和海洋能等非化石能源的统称。

2.1.11 再生资源 renewable resources

指在社会生产和生活消费过程中产生的，已经失去原有全部或部分使用价值，经过回收、加工处理，能够使其重新获得使用价值的各种废物。

2.2 符 号

2.2.1 几何尺寸

A— 建筑面积；

A_c — 太阳集热器面积；

A_i — 第 i 个房间照明面积；

A_p — 光伏系统光伏面板净面积；

A_w — 迎风面积；

D — 风机叶片直径；

$D_{1,i}$ — 第 i 种装配式建筑普通建材平均运输距离；

$D_{2,i}$ — 第 i 种装配式构件平均运输距离；

$D_{3,i}$ — 第 i 种全装修建材平均运输距离；

- $D_{4,i}$ — 第 i 种建筑垃圾平均运输距离；
- $D_{5,i}$ — 第 i 种施工机械和外运工程的进、出场运输距离；
- $D_{dti,j}$ — 第 i 类废弃物采用第 j 种运输方式的平均运输距离。

2.2.2 碳排放量

- $C_{BSL,t}$ — 第 t 年装配式建筑的碳汇基准线清除量；
- C_{cc} — 装配式建筑拆除阶段单位面积碳排放量；
- C_{cj} — 装配式建筑拆解施工机械的碳排放量；
- C_{cl} — 装配式建筑可利用材料的碳减排量；
- C_{cs} — 装配式建筑建造阶段措施项目中周转材料（模板、脚手架等）的碳排放量；
- C_{cy} — 装配式建筑废弃物运输环节的碳排放量；
- C_{cz} — 装配式建筑建造阶段塔吊及其他设备的碳排放量；
- C_g — 生活热水系统燃气年度碳排放量；
- C_{ja} — 建筑维护设备安装的碳排放量；
- C_{js1} — 装配式建筑建造阶段措施项目中设备运输的碳排放量；
- C_{js2} — 装配式建筑建造阶段措施项目设备安装和拆除的碳排放量；
- C_{jsb} — 装配式建筑建造阶段塔吊及其他设备运输、安装和拆除的碳排放量；
- C_{jsj} — 装配式建筑建造阶段的措施项目设备基础材料的生产、运输、建造、拆除回收的碳排放量；
- C_{JZ} — 装配式建筑建造阶段单位建筑面积的碳排放量；
- C_{JZ1} — 装配式建筑建造阶段施工机械能源消耗的碳排放量；
- C_{JZ2} — 装配式建筑建造阶段施工用水和排水的碳排放量；
- C_{JZ3} — 装配式建筑建造阶段措施项目使用的碳排放量；
- C_{JZ4} — 装配式建筑建造阶段建筑垃圾处理的碳排放量；
- C_{JZ5} — 装配式建筑临时设施运营的碳排放量；

- C_{JZ6} — 装配式建筑建造阶段施工设备运输及外运工程的碳排放量；
- C_M — 建筑运行阶段单位建筑面积碳排放量；
- C_{Mn} — 运行阶段能耗年度碳排放量；
- C_{nt} — 暖通空调系统的年度碳排放量；
- C_{ny} — 暖通空调系统的能源、热源年度碳排放量；
- C_p — 建筑（屋面）绿地碳汇系统年减碳量；
- $C_{PROJ,t}$ — 第 t 年装配式建筑的碳汇清除量；
- C_r — 暖通空调系统的制冷剂年度碳排放量；
- C_{sb} — 建筑维护设备生产的碳排放量；
- C_{SC} — 装配式建筑建材生产阶段单位面积碳排放量；
- C_{SC1} — 普通建材生产阶段的碳排放量；
- C_{SC2} — 装配式构件生产阶段的碳排放量；
- C_{SC3} — 全装修建材生产阶段的碳排放量；
- C_{sh} — 建筑维护设备拆除的碳排放量；
- C_{sjc} — 装配式建筑建造阶段措施项目设备基础拆除的碳排放量；
- C_{sjb} — 装配式建筑建造阶段措施项目设备基础材料生产的碳排放量；
- C_{sjy} — 装配式建筑建造阶段措施项目设备基础材料运输的碳排放量；
- C_{sjz} — 装配式建筑建造阶段措施项目设备基础建造的碳排放量；
- C_{sy} — 建筑维护设备运输的碳排放量；
- C_{wh} — 建筑维护设备更换年度碳排放量；
- C_{YS} — 装配式建筑建材运输阶段单位面积碳排放量；
- C_{YS1} — 装配式建筑普通建材运输阶段的碳排放量；
- C_{YS2} — 装配式构件运输阶段的碳排放量；

C_{YS3} — 全装修建材运输阶段的碳排放量；
 GHG_e — 可再生能源利用温室气体减排量。
 GHG_{gc} — 产品生产过程温室气体排放量；
 GHG_{gj} — 构件产品碳足迹；
 GHG_{ny} — 能源使用过程温室气体排放量；
 GHG_{yl} — 原料生产温室气体排放量；
 GHG_{ys} — 原料运输温室气体排放量；

2.2.3 能源供给、消耗量

CC_i — 燃气单位热值含碳量；
 DF_i — 第 i 类建筑废弃物处理后可利用材料的碳排放因子。
 E_l — 照明系统年能耗；
 E_{dei} — 装配式建筑拆解阶段第 i 类能源消耗量；
 E_e — 电梯系统年能耗；
 E_i — 第 i 种能源消耗总用量；
 $E_{ls,i}$ — 临时设施运营过程中第 i 种能源消耗总用量；
 E_{pv} — 光伏系统的年发电量；
 $E_{standby}$ — 电梯待机时能耗；
 E_w — 生活热水系统年能源消耗；
 E_{wp} — 风力发电系统的年发电量；
 $EF_{1,i}$ — 第 i 种周转材料碳排放因子；
 $EF_{2,i}$ — 第 i 种能源的碳排放因子；
 EF_e — 电力的碳排放因子；
 $EF_{HS,i}$ — 第 i 种回收材料的碳排放因子；
 EF_i — 第 i 种分部分项工程的能源碳排放因子；
 EF_s — 装配式建筑建造阶段水的排放因子；
 ET_j — 第 j 类运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子；
 $F_{1,i}$ — 装配式建筑普通建材第 i 种主要建材的碳排放因子；
 $F_{2,i}$ — 装配式构件第 i 种主要建材的碳排放因子；

- $F_{3,i}$ — 全装修建材第 i 种主要建材的碳排放因子;
 F_i — 第 i 种分部分项工程的台班量;
 FC_i — 生活热水系统燃气年消耗量
 I — 光伏电池表面的年太阳辐射照度;
 J_t — 太阳集热器采光面上的年平均太阳辐射照量
 LK_t — 第 t 年装配式建筑的碳汇泄露量;
 $M_{1,i}$ — 装配式建筑普通建材第 i 种主要建材的消耗量;
 $M_{2,i}$ — 装配式构件第 i 种主要建材的消耗量;
 $M_{3,i}$ — 全装修建材第 i 种主要建材的消耗量;
 $M_{D,i}$ — 第 i 类装配式建筑废弃物的重量;
 M_{ps} — 装配式建筑建造阶段排水量;
 M_{sg} — 装配式建筑建造阶段施工用水量;
 N_i — 第 i 种主要施工机械的和建造运输工程的重量;
 NCV_i — 燃气低位发热量 ;
 OF_i — 燃气碳氧化率 ;
 $T_{1,i}$ — 第 i 种装配式建筑普通建材的运输方式下, 单位重量运输距离的碳排放因子;
 $T_{2,i}$ — 第 i 种装配式构件的运输方式下, 单位重量运输距离的碳排放因子;
 $T_{3,i}$ — 第 i 种全装修建材的运输方式下, 单位重量运输距离的碳排放因子;
 P — 特定能量消耗;
 $P_{i,j}$ — 第 j 日第 i 个房间照明功率密度值;
 P_p — 应急灯照明功率密度;
 $Q_{1,i}$ — 第 i 种周转材料消耗量;
 $Q_{2,i}$ — 第 i 种分部分项工程的垃圾产生量;
 Q_i — 第 i 种分部分项工程的单位台班能源消耗量;
 q_r — 热水用水定额
 Q_r — 生活热水年耗热量;

- Q_{rp} — 生活热水日平均耗热量
- Q_s — 太阳能系统提供的生活热水热量；
- $T_{4,i}$ — 第 i 种建筑垃圾的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子；
- $T_{5,i}$ — 第 i 种施工机械和外运工程的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子；
- W_i — 第 i 种周转材料可回收量；

2.2.4 计算系数

- APD— 年平均能量密度；
- $C_R(z)$ — 依据高度计算的粗糙系数；
- EPF— 根据典型气象数据中逐时风速计算出的因子；
- GWP_r — 制冷剂 r 的全球变暖潜值；
- K_E — 光伏电池的转换效率；
- K_{RISK} — 第 t 年装配式建筑的碳汇项目非持久性风险扣减率；
- K_S — 光伏系统的损失效率；
- K_{WT} — 风力发电机组的转换效率；
- m — 用水计算单位数；
- η_{cd} — 基于总面积的集热器平均集热效率；
- η_i — 第 i 类建筑可回收比例。
- η_L — 管路和储热装置的热损失率；
- η_r — 生活热水输配效率，包括热水系统的输配能耗、管道热损失、生活热水二次循环及储存的热损失；
- η_w — 生活热水系统热源年平均效率；

2.2.5 风速、温度、密度和时间

- m_r — 设备的制冷剂充注量；
- T — 生活热水年使用天数；
- t_l — 设计冷水温度；
- t_a — 电梯年平均运行小时数；

$t_{i,j}$ — 第 j 日第 i 个房间照明时间；

t_r — 设计热水温度；

t_s — 电梯年平均待机小时数；

V — 电梯速度；

V_0 — 年可利用平均风速；

V_i — 逐时风速。

W — 电梯额定载重量；

y — 建筑设计寿命；

y_e — 设备使用寿命；

ρ — 空气密度；

ρ_r — 热水密度；

2.2.6 其他

k — 周转材料实际周转次数；

K_R — 场地因子；

n — 周转材料额定周转次数；

N — 设备数量；

N_1 — 建筑维护设备在建筑使用年限内更换的次数；

P_1 — 装配式建筑构件产品年度产量。

r — 制冷剂类型；

z_0 — 地表粗糙系数；

η — 周转材料回收率；

3 基本规定

3.0.1 装配式建筑物碳排放计算应以单栋建筑或建筑群为计算对象。

3.0.2 装配式建筑碳排放计算方法可用于建筑设计阶段对碳排放量进行计算，或在建筑物建造后对碳排放量进行核算。

3.0.3 装配式建筑物碳排放计算应根据需求按阶段进行计算，并可将分段计算结果累计为建筑全生命期碳排放。

3.0.4 装配式碳排放计算应包含《IPCC 国家温室气体清单指南》中列出的各类温室气体。

3.0.5 装配式建筑运行、建造及拆除阶段中因电力消耗造成的碳排放计算，应采用由国家相关机构公布的区域电网平均碳排放因子。

3.0.6 装配式建筑建材碳足迹计算完成边界为产品出厂阶段。

3.0.7 装配式建筑碳排放量应按本标准提供的方法和数据进行计算。

4 装配式建筑建材生产阶段碳排放计算方法

4.1 一般规定

4.1.1 装配式建筑建材生产阶段的碳排放应按现行国家标准《环境管理 生命周期评价 原则与框架》GB/T 24040、《环境管理 生命周期评价 要求与指南》GB/T 24044 计算。

4.1.2 装配式建筑建材生产阶段单位面积碳排放应按下列公式计算：

$$C_{SC} = (C_{SC1} + C_{SC2} + C_{SC3})/A \quad (4.1.2)$$

式中： C_{SC} —装配式建筑建材生产阶段单位面积的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/m}^2$ ）；

C_{SC1} —普通建材生产阶段的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{SC2} —装配式构件生产阶段的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{SC3} —全装修建材生产阶段的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

A —建筑面积（ m^2 ）。

4.1.3 装配式建筑的主要建材消耗量应通过查询设计图纸、工程量定额、工程量清单等工程建设相关资料确定。

4.1.4 装配式建筑的建材生产阶段的碳排放因子宜选经第三方审核的建材碳足迹数据。当无第三方提供时，缺省值可按本标准附录 A 执行。

4.1.5 装配式建材生产时，当使用再生材料时，可选经第三方审核的建材碳足迹数据。如果没有可按其所替代的初生原料的碳排放的 50%计算。

4.2 装配式建筑普通建材生产阶段

4.2.1 装配式建筑中普通建材包括钢筋、混凝土、砂浆、管材、涂料、陶瓷等。

4.2.2 装配式建筑普通建材生产阶段碳排放应按下列公式计算：

$$C_{SC1} = \sum_{i=1}^n M_{1,i} F_{1,i} \quad (4.2.2)$$

式中： C_{SC1} —装配式建筑普通建材生产阶段的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

$M_{1,i}$ —装配式建筑普通建材第 i 种主要建材的消耗量（单位数量）；

$F_{1,i}$ —装配式建筑普通建材第 i 种主要建材的碳排放因子（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}/\text{单位数量}$ ），可按本标准附录 A 确定。

4.2.3 装配式建筑的普通建材生产阶段的碳排放因子（ $F_{1,i}$ ）应包括下列内容：

- 1 建筑材料生产涉及原材料的开采、生产过程的碳排放；
- 2 建筑材料生产涉及能源的开采、生产过程的碳排放；
- 3 建筑材料生产涉及原材料、能源的运输过程的碳排放；
- 4 建筑材料生产过程的直接碳排放。

4.3 装配式构件生产阶段

4.3.1 装配式建筑中构件包括钢结构、木结构、PC 结构等。

4.3.2 装配式构件生产阶段碳排放应按下列公式计算：

$$C_{SC2} = \sum_{i=1}^n M_{2,i} F_{2,i} \quad (4.3.2)$$

式中： C_{SC2} —装配式构件生产阶段的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

$M_{2,i}$ —装配式构件第 i 种主要建材的消耗量（单位数量）；

$F_{2,i}$ —装配式构件第 i 种主要建材的碳排放因子（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}/$

单位数量), 可按本标准附录 B 确定。

4.3.3 装配式建筑的装配式构件生产阶段的碳排放因子 ($F_{2,i}$) 应包括以下内容:

- 1 装配式构件生产涉及原材料的开采、生产过程的碳排放;
- 2 装配式构件生产涉及能源的开采、生产过程的碳排放;
- 3 装配式构件生产涉及原材料、能源的运输过程的碳排放;
- 4 装配式构件生产过程的养护、驳运等间接碳排放;
- 5 装配式构件生产过程的直接碳排放。

4.4 装配式建筑全装修建材生产阶段

4.4.1 装配式建筑中全装修建材包括地面材料、墙面材料、吊顶材料、橱柜材料、洁具材料等。

4.4.2 装配式建筑全装修建材生产阶段碳排放应按下列公式计算:

$$C_{SC3} = \sum_{i=1}^n M_{3,i} F_{3,i} \quad (4.4.2)$$

式中: C_{SC3} —全装修建材生产阶段的碳排放量 ($\text{kgCO}_2 \text{e}$);

$M_{3,i}$ —全装修建材第 i 种主要建材的消耗量 (单位数量);

$F_{3,i}$ —全装修建材第 i 种主要建材的碳排放因子 ($\text{kgCO}_2 \text{e}/$ 单位数量), 可按本标准附录 C 确定。

4.4.3 装配式建筑的全装修建材生产阶段的碳排放因子 ($F_{3,i}$) 应包括以下内容:

- 1 全装修建材生产涉及原材料的开采、生产过程的碳排放;
- 2 全装修建材生产涉及能源的开采、生产过程的碳排放;
- 3 全装修建材生产涉及原材料、能源的运输过程的碳排放;
- 4 全装修建材生产过程的直接碳排放。

5 装配式建筑建材运输阶段碳排放计算方法

5.1 一般规定

5.1.1 装配式建筑建材运输阶段单位面积碳排放应按下列公式计算：

$$C_{YS} = (C_{YS1} + C_{YS2} + C_{YS3}) / A \quad (5.1.1)$$

式中： C_{YS} —装配式建筑建材运输阶段单位面积的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/m}^2$ ）；

C_{YS1} —装配式建筑普通建材运输阶段的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{YS2} —装配式构件运输阶段的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{YS3} —全装修建材运输阶段的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

A —建筑面积（ m^2 ）。

5.1.2 建筑建材不同运输方式下，运输碳排放因子可按本标准附录 D 的缺省值进行取值。

5.1.3 主要建材的运输距离优先采用实际的建材运输距离。当建材实际运输距离未知时，可按本标准附录 D 中的默认值取值。

5.2 普通建材运输阶段

5.2.1 装配式建筑普通建材运输阶段碳排放应按下列公式计算：

$$C_{YS1} = \sum_{i=1}^n M_i D_{1,i} T_{1,i} \quad (5.2.1)$$

式中： C_{YS1} —普通建材运输过程碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

$M_{1,i}$ —装配式建筑普通建材第 i 种主要建材的消耗量（ t ）；

$D_{1,i}$ —第 i 种装配式建筑普通建材平均运输距离（ km ）；

$T_{1,i}$ —第 i 种装配式建筑普通建材的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子 [$\text{kgCO}_2 \text{ e} / (\text{t} \cdot \text{km})$]。

5.2.2 建材运输阶段的碳排放因子（ $T_{1,i}$ ）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生产过程的碳排放。

5.3 装配式构件运输阶段

5.3.1 装配式构件运输阶段碳排放应按下列公式计算：

$$C_{YS2} = \sum_{i=1}^n M_i D_{2,i} T_{2,i} \quad (5.3.1)$$

式中： C_{YS2} —装配式构件运输过程碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

$M_{2,i}$ —装配式构件第 i 种主要建材的消耗量（ t ）；

$D_{2,i}$ —第 i 种装配式构件平均运输距离（ km ）；

$T_{2,i}$ —第 i 种装配式构件的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子 [$\text{kgCO}_2 \text{ e} / (\text{t} \cdot \text{km})$]。

5.3.2 装配式构件运输阶段的碳排放因子（ $T_{2,i}$ ）应包含构件从工厂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生产过程的碳排放。

5.4 全装修建材运输阶段

5.4.1 装配式全装修建材运输阶段碳排放应按下列公式计算：

$$C_{YS3} = \sum_{i=1}^n M_i D_{3,i} T_{3,i} \quad (5.4.1)$$

式中： C_{YS3} —全装修建材运输过程碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

$M_{3,i}$ —全装修建材第 i 种主要建材的消耗量（ t ）；

$D_{3,i}$ —第 i 种全装修建材平均运输距离 (km) ;

$T_{3,i}$ —第 i 种全装修建材的运输方式下, 单位重量运输距离的碳排放因子 [$\text{kgCO}_2 \text{ e}/(\text{t} \cdot \text{km})$] 。

5.4.2 全装修建材运输阶段的碳排放因子 ($T_{3,i}$) 应包含全装修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生产过程的碳排放。

6 装配式建筑建造阶段碳排放计算方法

6.1 一般规定

6.1.1 装配式建筑建造阶段的碳排放应包括完成各分部分项工程施工机械能源消耗、施工用水排水、各项措施项目实施过程、建筑垃圾处理、临时设施运营、施工设备运输及外运工程产生的碳排放。

6.1.2 建筑建造阶段的碳排放的计算边界应符合下列规定：

1 装配式建筑建造阶段碳排放计算时间边界应从项目开工起至项目竣工验收止；

2 装配式建筑施工场地区域内的机械设备、小型机具、临时设施等使用过程中消耗的能源产生的碳排放应计入；

3 现场搅拌的混凝土和砂浆、现场制作的构件和部品，其产生的碳排放应计入；

4 装配式建筑建造阶段使用的办公用房、生活用房和材料库房等临时设施运营所产生的碳排放应计入；

5 装配式建筑建造阶段所产生的建筑垃圾碳排放应计入。

6.1.3 装配式建筑建造阶段单位面积碳排放应按下列公式计算：

$$C_{JZ} = (C_{JZ1} + C_{JZ2} + C_{JZ3} + C_{JZ4} + C_{JZ5} + C_{JZ6})/A \quad (6.1.3)$$

式中： C_{JZ} —装配式建筑建造阶段单位建筑面积的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/m}^2$ ）；

C_{JZ1} —装配式建筑建造阶段施工机械能源消耗的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{JZ2} —装配式建筑建造阶段施工用水和排水的碳排放量
($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

C_{JZ3} —装配式建筑建造阶段措施项目使用的碳排放量
($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

C_{JZ4} —装配式建筑建造阶段建筑垃圾处理的碳排放量
($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

C_{JZ5} —装配式建筑临时设施运营的碳排放量 ($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

C_{JZ6} —装配式建筑建造阶段施工设备运输及外运工程的碳排放量 ($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

A—建筑面积 (m^2) 。

6.1.4 装配式建筑建造阶段分部分项工程平方米碳排放指标分类见附录 E。

6.2 施工机械能源消耗

6.2.1 装配式建筑建造阶段施工机械能源消耗的碳排放应按下列公式计算：

$$C_{JZ1} = \sum_{i=1}^n Q_i F_i EF_i \quad (6.2.1)$$

式中： C_{JZ1} —装配式建筑建造阶段施工机械能源的碳排放量
($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

Q_i —第 i 种分部分项工程的单位台班能源消耗量 (kWh/
台班或 kg/台班)，可按本标准附录 F 确定；

F_i —第 i 种分部分项工程的台班量 (台班)；

EF_i —第 i 种分部分项工程的能源碳排放因子 (kgCO_2
 e/kWh 或 $\text{kgCO}_2 \text{ e/kg}$)，可按本标准附录 G 确定。

6.2.2 装配式建筑建造阶段施工机械的能源消耗量(Q_i) 应通过查询设计图纸、工程量定额、工程量清单、施工组织设计等工程建设相关技术资料确定。

6.3 施工用水、排水

6.3.1 装配式建筑建造阶段施工用水和排水的碳排放应按下列公式计算：

$$C_{JZ2} = (M_{sg} + M_{ps}) \times EF_S \quad (6.3.1)$$

式中： C_{JZ2} —装配式建筑建造阶段施工用水和排水的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{e}$ ）；

M_{sg} —装配式建筑建造阶段施工用水量（ t ）；

M_{ps} —装配式建筑建造阶段排水量（ t ）；

EF_S —装配式建筑建造阶段水的排放因子（ $\text{kgCO}_2 \text{e/t}$ ）。

6.3.2 装配式建筑建造阶段的施工用水消耗量(M_{sg}) 应通过查阅设计图纸、工程量定额、工程量清单、施工组织设计等工程建设相关技术资料确定，排水的碳排放量应根据工程量定额规定的与用水量的比例获得。

6.4 措施项目

6.4.1 装配式建筑建造阶段措施项目的碳排放应按下列公式计算：

$$C_{JZ3} = C_{cz} + C_{cs} \quad (6.4.1)$$

式中： C_{JZ3} —装配式建筑建造阶段措施项目使用的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{e}$ ）；

C_{cz} —装配式建筑建造阶段塔吊及其他设备的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{e}$ ）；

C_{cs} —装配式建筑建造阶段措施项目中周转材料（模板、脚手架等）的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{e}$ ）。

6.4.2 装配式建筑建造阶段塔吊及其他设备碳排放应按下列公式计算：

$$C_{cz} = C_{jsb} + C_{jsj} \quad (6.4.2)$$

式中： C_{cz} —装配式建筑建造阶段塔吊及其他设备的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{jsb} —装配式建筑建造阶段塔吊及其他设备运输、安装和拆除的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{jsj} —装配式建筑建造阶段的措施项目设备基础材料的生产、运输、建造、拆除回收的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）。

1 装配式建筑建造阶段塔吊及其他设备运输、安装和拆除碳排放应按下列公式计算：

$$C_{jsb} = (C_{js1} + C_{js2}) \times N \quad (6.4.2-1)$$

式中： C_{jsb} —装配式建筑建造阶段塔吊及其他设备运输、安装和拆除的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{js1} —装配式建筑建造阶段措施项目中设备运输的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{js2} —装配式建筑建造阶段措施项目设备安装和拆除的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

N —设备数量。

1) 装配式建筑建造阶段的安装和拆除消耗量应通过查询工程量定额、施工组织设计等工程建设相关资料确定。

2) 设备的运输距离宜优先采用实际的设备运输距离，为设备堆放场地到建造项目的距离。

2 建造阶段的措施项目设备基础材料的生产、运输、建造、拆除回收碳排放计算应按下列公式计算：

$$C_{jsj} = (C_{sjs} + C_{sjy} + C_{sjz} + C_{sjc}) \times N \quad (6.4.2-2)$$

式中： C_{jsj} —装配式建筑建造阶段的措施项目设备基础材料的生产、运输、建造、拆除回收碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

C_{sjs} —装配式建筑建造阶段措施项目设备基础材料生产的碳排放量 ($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

C_{sji} —装配式建筑建造阶段措施项目设备基础材料运输的碳排放量 ($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

C_{sjz} —装配式建筑建造阶段措施项目设备基础建造的碳排放量 ($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

C_{sjc} —装配式建筑建造阶段措施项目设备基础拆除的碳排放量 ($\text{kgCO}_2 \text{ e}$) ;

N —设备数量。

1) 装配式建筑建造阶段的措施项目设备基础材料的碳排放计算应根据实际使用次数与额定使用次数的比值进行折算。

2) 措施项目额定次数应通过查询工程量定额、施工组织设计等工程建设相关资料确定。

6.4.3 装配式建筑建造阶段措施项目中周转材料（模板、脚手架等）的碳排放应按下列公式计算：

$$C_{cs} = \sum_{i=1}^n (Q_{1,i} EF_{1,i} \frac{k}{n} - \eta W_i EF_{HS,i} \frac{k}{n}) \quad (6.4.3)$$

式中： C_{cs} —建筑建造阶段周转材料（模板、脚手架等）的碳排放量 ($\text{kgCO}_2 \text{ e}$)；

$Q_{1,i}$ —第 i 种周转材料消耗量 (t)；

$EF_{1,i}$ —第 i 种周转材料碳排放因子 ($\text{kgCO}_2 \text{ e/t}$)；

k —周转材料实际周转次数；

n —周转材料额定周转次数；

η —周转材料回收率，%；

W_i —第 i 种周转材料可回收量 (t)；

$EF_{HS,i}$ —第 i 种回收材料的碳排放因子 ($\text{kgCO}_2 \text{ e/t}$)。

装配式建筑建造阶段中周转材料消耗量应通过查询工程量定额、施工组织设计等工程建设相关技术资料确定。

6.5 建筑垃圾

6.5.1 装配式建筑建造阶段建筑垃圾的碳排放应按下列公式计算：

$$C_{JZ4} = \sum_{i=1}^n Q_{2,i} D_{4,i} T_{4,i} \quad (6.5.1)$$

式中： C_{JZ4} —装配式建筑建造阶段建筑垃圾的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

$Q_{2,i}$ —第 i 种分部分项工程的垃圾产生量（ t ）；

$D_{4,i}$ —第 i 种建筑垃圾平均运输距离（ km ）；

$T_{4,i}$ —第 i 种建筑垃圾的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子 [$\text{kgCO}_2 \text{ e} / (\text{t} \cdot \text{km})$]。

6.5.2 建筑垃圾的运输距离宜优先采用实际的运输距离，为项目所在地到建筑垃圾处理厂的距离。

6.6 临时设施运营

6.6.1 装配式建筑建造阶段临时设施运营碳排放应按下列公式计算：

$$C_{JZ5} = \sum_{i=1}^n E_{ls,i} \times EF_{2,i} \quad (6.6.1)$$

式中： C_{JZ5} —装配式建筑临时设施运营的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

$E_{ls,i}$ —临时设施运营过程中第 i 种能源消耗总用量（ kWh 或 kg ）；

$EF_{2,i}$ —第 i 种能源的碳排放因子（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/kWh}$ 或 $\text{kgCO}_2 \text{ e/kg}$ ）。

6.6.2 临时设施的能耗可以根据施工组织设计和施工方案获得。

6.6.3 施工阶段的临时设施包括办公用房、生活用房和库房。因

使用周期短，宜采用集装箱房屋。这类集装箱房屋安装和拆除简便，其施工和拆除能耗小，在计算建筑建造阶段碳排放时可不计入。

6.7 施工设备运输及外运工程

6.7.1 装配式建筑建造阶段施工设备运输及外运工程的碳排放量应按下列公式计算：

$$C_{1Z6} = \sum_{i=1}^n N_i D_{5,i} T_{5,i} \quad (6.7.1)$$

式中： C_{1Z6} —装配式建筑建造阶段施工设备运输及外运工程的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e}$ ）；

N_i —第 i 种主要施工机械的和建造运输工程的重量（ t ）；

$D_{5,i}$ —第 i 种施工机械和外运工程的进、出场运输距离（ km ）；

$T_{5,i}$ —第 i 种施工机械和外运工程的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子 [$\text{kgCO}_2 \text{ e}/(\text{t} \cdot \text{km})$]。

6.7.2 装配式建筑建造阶段施工设备运输主要考虑桩基工程设备、混凝土泵车、周转材料等材料运输。

6.7.3 装配式建筑建造阶段外运工程运输主要考虑土方工程、围护结构工程、临时道路基础等工程的运输。

7 装配式建筑运行阶段碳排放计算方法

7.1 一般规定

7.1.1 建筑运行阶段碳排放计算范围应为建设工程规划许可证范围内暖通空调、生活热水、照明及电梯等各种用能设备与系统以及设备维护、可再生能源、建筑碳汇系统在建筑运行期间的碳排放量。

7.1.2 碳排放计算中采用的建筑设计寿命应与设计文件一致，当设计文件不能提供时，应按 50 年计算。

7.1.3 建筑物碳排放的计算范围应为建设工程规划许可证范围。

7.1.4 建筑运行阶段碳排放量应根据各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，建筑运行阶段单位建筑面积的总碳排放量（ C_M ）应按下列公式计算：

$$C_M = (C_{wh} + C_{Mn} - C_p) \times y/A \quad (7.1.4-1)$$

$$C_{Mn} = C_{nt} + (E_w + E_l + E_e - E_{pv} - E_{wp}) \times EF_e + C_g \quad (7.1.4-2)$$

式中： C_M —建筑运行阶段单位建筑面积碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/m}^2$ ）；

C_{wh} —建筑维护设备更换年度碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/a}$ ）；

C_{Mn} —运行阶段能耗年度碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/a}$ ）；

C_p —建筑（屋面）绿地碳汇系统年减碳量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/a}$ ）；

C_{nt} —暖通空调系统的年度碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/a}$ ）；

E_w —生活热水系统年能源消耗（ kWh/a ）；

E_l —照明系统年能耗（ kWh/a ）；

E_e —电梯系统年能耗（ kWh/a ）；

E_{pv} —光伏系统的年发电量 (kWh/a) ;
 E_{wp} —风力发电系统的年发电量 (kWh/a) ;
 EF_e —电力的碳排放因子 (kgCO₂ e/kWh) ;
 C_g —生活热水系统燃气年度碳排放量 (kgCO₂ e/a) ;
 y —建筑设计寿命 (a) ;
 A —建筑面积 (m²) 。

7.2 运行阶段设备维护

7.2.1 运行阶段设备维护碳排放应按下列公式计算：

$$C_{wh} = (C_{sb} + C_{sy} + C_{ja} + C_{sh}) \times N_1 / y \quad (7.2.1)$$

式中： C_{wh} —建筑维护设备更换的碳排放量 (kgCO₂ e) ;
 C_{sb} —建筑维护设备生产的碳排放量 (kgCO₂ e) ;
 C_{sy} —建筑维护设备运输的碳排放量 (kgCO₂ e) ;
 C_{ja} —建筑维护设备安装的碳排放量 (kgCO₂ e) ;
 C_{sh} —建筑维护设备拆除的碳排放量 (kgCO₂ e) ;
 N_1 —建筑维护设备在建筑使用年限内更换的次数；
 y —建筑设计寿命 (a)。

7.2.2 使用阶段的设备主要是指电梯、空调、水泵等低于建筑使用年限的设备，其在运行阶段所产生的碳排放量主要包括设备的生产和运输阶段、安装阶段、拆除回收阶段。运行阶段设备运行能耗不在本计算范围内。

7.3 暖通空调系统

7.3.1 暖通空调系统能耗应包括冷源能耗、热源能耗、输配系统及末端空气处理设备能耗。

7.3.2 暖通空调系统碳排放计算中建筑运行参数可参照本标准附录 H 的建筑物运行特征确定。

7.3.3 暖通空调系统碳排放应按下列公式计算：

$$C_{nt} = C_{ny} + C_r \quad (7.3.3)$$

式中： C_{nt} —暖通空调系统的年度碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/a}$ ）

C_{ny} —暖通空调系统的能源、热源年度碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/a}$ ）；

C_r —暖通空调系统的制冷剂年度碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/a}$ ）。

1 暖通空调系统的能源、热源年度碳排放应按下列公式计算：

$$C_{ny} = \sum_{i=1}^n E_i EF_{2,i} \quad (7.3.3-1)$$

式中： C_{ny} —暖通空调系统的能源、热源年度碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/a}$ ）；

E_i —第 i 种能源消耗总用量（ t ）；

$EF_{2,i}$ —第 i 种能源的碳排放因子（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/t}$ ）。

2 暖通空调系统的制冷剂碳排放应按下列公式计算：

$$C_r = \frac{m_r}{y_e} \text{GWP}_r / 1000 \quad (7.3.3-2)$$

式中： C_r —建筑使用制冷剂产生的碳排放量（ $\text{tCO}_2 \text{ e/a}$ ）；

r —制冷剂类型；

m_r —设备的制冷剂充注量（ kg/台 ）；

y_e —设备使用寿命（ a ）；

GWP_r —制冷剂 r 的全球变暖潜值。

7.3.4 建筑物碳排放计算采用的冷热源及相关用能设备的性能参数应与设计文件一致。

7.4 生活热水系统

7.4.1 建筑生活热水系统能耗应按下列公式计算：

$$E_w = \frac{Q_r - Q_s}{\eta_r \times \eta_w} \quad (7.4.1)$$

式中： E_w —生活热水系统年能源消耗（kWh/a）；

Q_r —生活热水年耗热量（kWh/a）；

Q_s —太阳能系统提供的生活热水热量（kWh/a）；

η_r —生活热水输配效率，包括热水系统的输配能耗、管道热损失、生活热水二次循环及储存的热损失（%）；

η_w —生活热水系统热源年平均效率（%）。

7.4.2 建筑物生活热水年耗热量的计算应根据建筑物的实际运行情况，并按下列公式计算：

$$Q_{rp} = 4.187 \frac{mq_r(t_r - t_l)\rho_r}{3600} \quad (7.4.2-1)$$

$$Q_r = TQ_{rp} \quad (7.4.2-2)$$

式中： Q_r —生活热水年耗热量（kWh/a）；

Q_{rp} —生活热水日平均耗热量（kWh/d）；

T —生活热水年使用天数（d）；

m —用水计算单位数（人数或床位数，取其一）；

q_r —热水用水定额（L/人·d），按现行国家标准《民用建筑节能节水设计标准》GB 50555 确定；

ρ_r —热水密度（kg/L）；

t_r —设计热水温度（℃）；

t_l —设计冷水温度（℃）。

7.4.3 太阳能热水系统提供能量可以按下列公式计算：

$$Q_s = \frac{A_c J_T (1 - \eta_L) \eta_{cd}}{3.6} \quad (7.4.3)$$

式中： Q_s —太阳能热水系统的年供热量（kWh/a）；

A_c —太阳集热器面积（m²）；

J_T —太阳集热器采光面上的年平均太阳辐照量（MJ/m²）；

η_{cd} —基于总面积的集热器平均集热效率（%）；

η_L —管路和储热装置的热损失率（%）。

7.4.4 建筑生活热水系统燃气年度碳排放量可按下列公式计算：

$$C_g = FC_i \times NCV_i \times OF_i \times CC_i \times \frac{44}{12} \quad (7.4.4)$$

式中： C_g —生活热水系统燃气年度碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ e/a}$ ）；

FC_i —生活热水系统燃气年消耗量（ m^3/a ）；

NCV_i —燃气低位发热量（ TJ/m^3 ）；

OF_i —燃气碳氧化率（%）；

CC_i —燃气单位热值含碳量（ tC/TJ ）。

7.5 照明及电梯系统

7.5.1 建筑碳排放计算采用的照明功率密度值应同设计文件一致。

7.5.2 照明系统能耗可按下列公式计算：

$$E_1 = \frac{\sum_{j=1}^{365} \sum_i P_{i,j} A_i t_{i,j} + 24 P_p A}{1000} \quad (7.5.2)$$

式中： E_1 —照明系统年能耗（ kWh/a ）；

$P_{i,j}$ —第 j 日第 i 个房间照明功率密度值（ W/m^2 ）；

A_i —第 i 个房间照明面积（ m^2 ）；

$t_{i,j}$ —第 j 日第 i 个房间照明时间（ h ）；

P_p —应急灯照明功率密度（ W/m^2 ）；

A —建筑面积（ m^2 ）。

7.5.3 电梯系统能耗应按下列公式计算，且计算中采用的电梯速度、额定载重量、特定能量消耗等参数应与设计文件或产品铭牌一致。

$$E_e = \frac{3.6 P t_a V W + E_{\text{standby}} t_s}{1000} \quad (7.5.3)$$

式中： E_e —年电梯能耗（ kWh/a ）；

P —特定能量消耗（ $\text{MWh/kg} \cdot \text{m}$ ）；

t_a —电梯年平均运行小时数 (h) ;

V —电梯速度 (m/s) ;

W —电梯额定载重量 (kg) ;

E_{standby} —电梯待机时能耗 (W) ;

t_s —电梯年平均待机小时数 (h) 。

7.6 可再生能源系统

7.6.1 可再生能源系统应包括太阳能生活热水系统、光伏系统、风力发电系统。

7.6.2 太阳能生活热水系统计算公式见 7.4.2。

7.6.3 光伏系统的年发电量可按下列公式计算：

$$E_{\text{pv}} = IK_{\text{E}}(1 - K_{\text{S}})A_{\text{p}} \quad (7.6.3)$$

式中： E_{pv} —光伏系统的年发电量 (kWh/a)；

I —光伏电池表面的年太阳辐射照度 (kWh/m²)；

K_{e} —光伏电池的转换效率 (%)；

K_{S} —光伏系统的损失效率 (%)；

A_{p} —光伏系统光伏面板净面积 (m²)。

7.6.4 风力发电机组年发电量可按下列公式计算：

$$E_{\text{wp}} = 0.5\rho C_{\text{R}}(z)V_0^3 A_{\text{w}}\rho \frac{K_{\text{WT}}}{1000} \quad (7.6.4-1)$$

$$C_{\text{R}}(z) = K_{\text{R}}\ln(z/z_0) \quad (7.6.4-2)$$

$$A_{\text{w}} = 5D^2/4 \quad (7.6.4-3)$$

$$\text{EPF} = \frac{APD}{0.5\rho V_0^3} \quad (7.6.4-4)$$

$$APD = \frac{\sum_{i=1}^{8760} 0.5\rho V_i^3}{8760} \quad (7.6.4-5)$$

式中： E_{wp} —风力发电系统的年发电量（kWh/a）；

ρ —空气密度，取 1.225kg/m^3 ；

$C_R(z)$ —依据高度计算的粗糙系数；

K_R —场地因子；

z_0 —地表粗糙系数；

V_0 —一年可利用平均风速（m/s）；

A_w —迎风面积（ m^2 ）；

D —风机叶片直径（m）；

EPF—根据典型气象数据中逐时风速计算出的因子；

APD—年平均能量密度（W/m²）；

V_i —逐时风速（m/s）；

K_{WT} —风力发电机组的转换效率。

7.7 碳汇系统

7.7.1 碳汇系统年减碳量可按下列公式计算：

$$C_P = (C_{PROJ,t} - C_{BSL,t} - LK_t) \times (1 - K_{RISK}) \quad (7.7.1)$$

式中： C_P —装配式建筑的碳汇系统年减碳量（kgCO₂ e/a）；

$C_{PROJ,t}$ —第 t 年装配式建筑的碳汇清除量（kgCO₂ e/a）；

$C_{BSL,t}$ —第 t 年装配式建筑的碳汇基准线清除量（kgCO₂ e/a）；

LK_t —第 t 年装配式建筑的碳汇泄露量（h/d）；

K_{RISK} —第 t 年装配式建筑的碳汇项目非持久性风险扣减率（%）。

7.7.2 不同植物品种及栽种方式绿化固碳量可按本标准附录 G 确定。

7.7.3 碳汇系统年减碳量具体计算公式可根据《温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇》（CCER-14-001-V01）确定。

8 装配式建筑拆除阶段碳排放计算方法

8.1 一般规定

8.1.1 装配式建筑拆除阶段碳排放应包括装配式建筑拆解施工机械的碳排放、废弃物运输的碳排放以及废弃物处置利用的碳排放。

8.1.2 废弃物处置的采集对象应为装配式建筑在拆解后的主体结构、围护结构、填充体中相关材料、构件、部品、设备，宜根据装配式建筑设计材料设备清单或实际拆解的记录文件确定。

8.1.3 装配式建筑拆除阶段单位面积碳排放量应按式(8.1.3)进行计算：

$$C_{cc} = (C_{cj} + C_{cy} - C_{cl}) / A \quad (8.1.3)$$

式中： C_{cc} —装配式建筑拆除阶段单位面积碳排放量($\text{kgCO}_2 \text{ e}/\text{m}^2$)；

C_{cj} —装配式建筑拆解施工机械的碳排放量($\text{kgCO}_2 \text{ e}$)；

C_{cy} —装配式建筑废弃物运输环节的碳排放量($\text{kgCO}_2 \text{ e}$)；

C_{cl} —装配式建筑可利用材料的碳减排量($\text{kgCO}_2 \text{ e}$)；

A —建筑面积(m^2)。

8.1.4 装配式建筑拆除阶段的垃圾量应通过查询工程量定额等工程建设相关技术资料确定。

8.2 拆解施工机械

8.2.1 装配式建筑拆解过程施工机械碳排放量应按式(8.2.1)进行计算：

$$C_{cj} = \sum_{i=1}^n E_{dei} \times EF_{2,i} \quad (8.2.1)$$

式中： C_{cj} —装配式建筑拆解施工机械的碳排放量($\text{kgCO}_2 \text{ e}$)；

E_{dei} —装配式建筑拆解阶段第 i 类能源消耗量 (kWh/kg) ;

$EF_{2,i}$ —第 i 类能源的碳排放因子, 按本标准附录 D 取值。

8.2.2 装配式建筑拆除阶段能源的消耗量应通过查询工程量定额、施工组织设计等工程建设相关资料确定。

8.3 废弃物运输

8.3.1 装配式建筑废弃物运输过程碳排放量应按下式进行计算:

$$C_{cy} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n M_{D,i} \times D_{dti,j} \times ET_j \quad (8.3.1)$$

式中: C_{cy} —废弃物运输过程的碳排放量 (kgCO₂ e) ;

$M_{D,i}$ —第 i 类装配式建筑废弃物的重量 (t) ;

$D_{dti,j}$ —第 i 类废弃物采用第 j 种运输方式的平均运输距离 (km) ;

ET_j —第 j 类运输方式下, 单位重量运输距离的碳排放因子 [kgCO₂ e/ (t · km)]。

8.3.2 装配式建筑废弃物的运输距离宜采用实际的运输距离。

8.3.3 装配式建筑废弃物运输的碳排放因子 (ET_j) 应包含建材从拆解现场到废弃物处理现场的运输过程的直接碳排放和该运输过程所耗能源的生产过程的碳排放。

8.4 可利用材料

8.4.1 装配式建筑可利用材料的碳减排量应按下列公式计算:

$$C_{cl} = \sum_{i=1}^n (M_{DH,i} \times DF_i \times \eta_i) \quad (8.4.1)$$

式中: C_{cl} —装配式建筑可利用材料的碳减排量 (kgCO₂ e) ;

$M_{DH,i}$ —第 i 类装配式建筑废弃物的重量 (t) ;

DF_i —第 i 类建筑废弃物处理后可利用材料的碳排放因子 [kgCO₂ e/t];

η_i —第 i 类建筑可回收比例。

9 装配式建筑构件碳足迹与碳标签等级

9.1 一般规定

9.1.1 装配式建筑构件碳足迹为构件产品生产过程中原材料和能源的生产、运输、产品制造三个阶段的各种温室气体排放。

9.1.2 对于同一企业不同规格的产品或同一规格但不同产地的产品，应分别核算碳足迹。

9.1.3 若企业在生产不同产品时未按产品生产区域分装电表或其他能耗仪表，在进行能源数据核算时原则上应按产证比例进行分配计算。

9.2 装配式建筑构件碳足迹计算

9.2.1 装配式建筑构件碳足迹应按下列公式计算：

$$GHG_{gj} = (GHG_{yl} + GHG_{ys} + GHG_{ny} + GHG_{gc} - GHG_e) / P_1 \quad (9.2.1)$$

式中：GHG_{gj}—构件产品碳足迹[kgCO₂ e/（单位数量）]；

GHG_{yl}—原料生产温室气体排放量（kgCO₂ e）；

GHG_{ys}—原料运输温室气体排放量（kgCO₂ e）；

GHG_{ny}—能源使用过程温室气体排放量（kgCO₂ e）；

GHG_{gc}—产品生产过程温室气体排放量（kgCO₂ e）；

GHG_e—可再生能源利用温室气体减排量（kgCO₂ e）；

P₁—装配式建筑构件产品年度产量（单位数量）。

9.3 装配式建筑构件碳标签等级

9.3.1 装配式建筑构件的碳标签按照碳足迹分为三个等级，分别是碳披露标签、碳减量标签、碳领跑标签三种。

9.3.2 碳披露标签

装配式建筑构件的温室气体排放量，评估结果经审核后公开其碳排放信息行为的标识。

9.3.3 碳减量标签

装配式建筑构件碳足迹低于同类构件产品的碳排放量，生产通过节能减碳措施减少产品碳排放行为的标识。

9.3.4 碳领跑标签

装配式建筑构件生产通过节能减碳措施使构件碳足迹低于同类构件产品的碳排放量 20%或 20%以上行为的标识。

附录 A 建筑材料碳排放因子

A.0.1 建筑材料碳排放因子应按本标准表 A.0.1 选取。

表 A.0.1 建筑材料碳排放因子

建筑材料类别	建筑材料碳排放因子
普通硅酸盐水泥(市场平均)	735 kgCO ₂ e/t
C30 混凝土	295 kgCO ₂ e/m ³
C50 混凝土	385 kgCO ₂ e/m ³
石灰生产(市场平均)	1190kgCO ₂ e/t
消石灰(熟石灰、氢氧化钙)	747 kgCO ₂ e/t
天然石膏	32.8 kgCO ₂ e/t
砂($f=1.6\sim3.0$)	2.51 kgCO ₂ e/t
碎石($d=10\text{mm}\sim30\text{mm}$)	2.18 kgCO ₂ e/t
页岩石	5.08 kgCO ₂ e/t
黏土	2.69 kgCO ₂ e/t
混凝土砖(240mm×115mm×90mm)	336 kgCO ₂ e/m ³
蒸压粉煤灰砖(240mm×115mm×53mm)	341 kgCO ₂ e/m ³
烧结粉煤灰实心砖(240mm×115mm×53mm, 掺入量为50%)	134 kgCO ₂ e/m ³
页岩实心砖(240mm×115mm×53mm)	292 kgCO ₂ e/m ³
页岩空心砖(240mm×115mm×53mm)	204 kgCO ₂ e/m ³
黏土空心砖(240mm×115mm×53mm)	250 kgCO ₂ e/m ³
煤研石实心砖(240mm×115mm×53mm, 90%掺入量)	22.8 kgCO ₂ e/m ³

续表 A.0.1

建筑材料类别	建筑材料碳排放因子
煤研石空心砖(240mm×115mm×53mm, 90%掺入量)	16.0 kgCO ₂ e/m ³
炼钢生铁	1700 kgCO ₂ e/t
铸造生铁	2280 kgCO ₂ e/t
炼钢用铁合金(市场平均)	9530 kgCO ₂ e/t
转炉碳钢	1990 kgCO ₂ e/t
电炉碳钢	3030 kgCO ₂ e/t
普通碳闻(市场平均)	2050 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢小型型钢	2310 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢中型型钢	2365 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁(方圆坯、管坯)	2340 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁(重轨、普通型钢)	2380 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢中厚板	2400 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢 H 钢	2350 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢宽带钢	2310 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢钢筋	2340 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢高线材	2375 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢棒材	2340 kgCO ₂ e/t
螺旋埋弧焊管	2520 kgCO ₂ e/t
大口径埋弧焊直缝钢管	2430 kgCO ₂ e/t
焊接直缝钢管	2530 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢无缝钢管	3150 kgCO ₂ e/t
冷轧冷拔碳钢无缝钢管	3680 kgCO ₂ e/t
碳钢热镀锌板卷	3110 kgCO ₂ e/t
碳钢电镀锌板卷	3020 kgCO ₂ e/t

续表 A.0.1

建筑材料类别		建筑材料碳排放因子
碳钢电镀锡板卷		2870 kgCO ₂ e/t
酸洗板卷		1730 kgCO ₂ e/t
冷轧碳钢板卷		2530 kgCO ₂ e/t
冷硬碳钢板卷		2410 kgCO ₂ e/t
平板玻璃		1130 kgCO ₂ e/t
电解铝（全国平均电网电力）		20300 kgCO ₂ e/t
铝板带		28500 kgCO ₂ e/t
断桥铝合金窗	100%原生铝型材	254 kgCO ₂ e/t
	原生铝：再生铝=7：3	194 kgCO ₂ e/t
铝木复合窗	100%原生铝型材	147 kgCO ₂ e/t
	原生铝：再生铝=7：3	122.5 kgCO ₂ e/t
铝塑共挤窗		129.5 kgCO ₂ e/m ²
塑钢窗		121 kgCO ₂ e/m ²
无规共聚聚丙烯管		3.72 kgCO ₂ e/kg
聚乙烯管		3.6 kgCO ₂ e/kg
硬聚氯乙烯管		7.93 kgCO ₂ e/kg
聚苯乙烯泡沫板		5020 kgCO ₂ e/t
岩棉板		1980 kgCO ₂ e/t
硬泡聚氨酯板		5220 kgCO ₂ e/t
铝塑复合板		8.06 kgCO ₂ e/m ²
铜塑复合板		37.1 kgCO ₂ e/m ²
铜单板		218 kgCO ₂ e/m ²
普通聚苯乙烯		4620 kgCO ₂ e/t

续表 A.0.1

建筑材料类别	建筑材料碳排放因子
线性低密度聚乙烯	1990 kgCO ₂ e/t
高密度聚乙烯	2620 kgCO ₂ e/t
低密度聚乙烯	2810 kgCO ₂ e/t
聚氯乙烯(市场平均)	7300 kgCO ₂ e/t
自来水	0.168 kgCO ₂ e/t

注：1 本表摘自《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366。

2 计算时优先选用核查数据，如无核查数据可选用本标准缺省值。

附录 B 装配式建材排放因子

B.0.1 装配式建材排放因子可按本标准表 B.0.1 选取。

表 B.0.1 装配式建材排放因子

建筑材 料分类	建筑材料类别		碳排放因子	来源
钢结构	钢结构		2638 kgCO ₂ e/t	典型企业碳足迹第三方 核查报告
	钢梁		2579.70 kgCO ₂ e/t	
	钢柱		2579.73 kgCO ₂ e/t	
	钢管束		2579.60 kgCO ₂ e/t	
	压型钢板		3110 kgCO ₂ e/t	《建筑碳排放计算标准》
	栓钉		2230 kgCO ₂ e/t	《中国产品全生命周期 温室气体排放系数集》 (2022)
PC 结构	钢管桁 架预应 力混凝 土叠合 板	PK-8	582.82 kgCO ₂ e/m ³	典型企业碳足迹第三方 核查报告
		2PK-45	579.06 kgCO ₂ e/m ³	
		PK-27	569.33 kgCO ₂ e/m ³	
	叠合梁		632 kgCO ₂ e/m ³	典型企业碳足迹第三方 核查报告
	叠合楼板		623 kgCO ₂ e/m ³	
	楼梯		524 kgCO ₂ e/m ³	
	空调板		1566 kgCO ₂ e/m ³	

续表 B.0.1

建筑材料分类	建筑材料类别	碳排放因子	来源
其他	ALC 板材	281 kgCO ₂ e/m ³	典型企业碳足迹第三方 核查报告
	加气混凝土砌块	198 kgCO ₂ e/m ³	
	纤维增强水泥类 平板	59 kgCO ₂ e/m ³	典型企业碳足迹第三方 核查报告
	石膏空心条板	7.44 kgCO ₂ e/m ²	典型企业碳足迹第三方 核查报告
	石膏自流平	118 kgCO ₂ e/t	典型企业碳足迹第三方 核查报告

注：1 计算时优先选用核查数据，如无核查数据可选用本标准缺省值。

2 本表数据来源于典型企业产品第三方权威机构提供的资料，可供参考使用。

附录 C 全装修建材排放因子

C.0.1 全装修建材排放因子可按本标准表 C.0.1 选取。

表 C.0.1 全装修建材排放因子

建筑材料分类	建筑材料类别	碳排放因子	来源
土建	纸面石膏板	172.58 kgCO ₂ e/m ³	典型企业碳足迹第三方核查报告
	木龙骨	139 kgCO ₂ e/m ³	《居住建筑全生命周期碳排放对比分析与减碳策略》
	内墙涂料	1080 kgCO ₂ e/t	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集》(2022)
	干混普通砌筑砂浆 M5	145.80 kgCO ₂ e/m ³	典型企业碳足迹第三方核查报告
	干混普通砌筑砂浆 M7.5	163.31 kgCO ₂ e/m ³	
	干混普通砌筑砂浆 M10	180.12 kgCO ₂ e/m ³	
	干混普通砌筑砂浆 M15	213.74 kgCO ₂ e/m ³	
	水泥砂浆 M20	268.00 kgCO ₂ e/m ³	

续表 C.0.1

建筑材料 料分类	建筑材料类别	碳排放因子	来源
土建	水泥砂浆 M25	282.70 kgCO ₂ e/m ³	典型企业碳足迹第三方核 查报告
	水泥砂浆 M30	334.15 kgCO ₂ e/m ³	
水电安 装	PPR 管	3.72 kgCO ₂ e/kg	《建筑碳排放计算标准》
	电线：线径 7、单芯 (sykv-75-5-1)	0.14 kgCO ₂ e/m	《中国产品全生命周期温 室气体排放系数集》 (2022)
	电线：线径 9、单芯 (sykv-75-5-1)	0.17 kgCO ₂ e/m	
	电线：2 根、线径 1.5(RVS2*1.5)	0.26 kgCO ₂ e/m	
	电线：2 根、线径 1.0(RVS2*1.0)	0.20 kgCO ₂ e/m	
	电线：铜芯聚乙烯绝缘电 线，2.5 平方毫米	0.21 kgCO ₂ e/m	
	电线：铜芯聚乙烯绝缘电 线，4 平方毫米	0.34 kgCO ₂ e/t	
卫浴	整体卫浴（面积 2.8 m ² 、 高 2.2 m 的卫生间）	45.85 kgCO ₂ e/个	《整体卫浴 SMC 构件的 生产能耗及碳排放研究》
	卫生陶瓷	909 kgCO ₂ e/m ³	《碳足迹与绿色建材》

续表 C.0.1

建筑材 料分类	建筑材料类别	碳排放因子	来源
电器	燃气灶	60.60 kgCO ₂ e/ 台	《中国产品全生命周期温室 气体排放系数集》(2022)
	热水器	68.69 kgCO ₂ e/ 台	
其他	橱柜	1830 kgCO ₂ e/t	

注：1 计算时优先选用核查数据，如无核查数据可选用本标准缺省值。

2 本表数据来源于典型企业产品第三方权威机构提供的资料，可以参考使用。

附录 D 建材运输碳排放因子

D.0.1 混凝土的默认运输距离值应为 40km，其他建材的默认运输距离值应为 500km。各类运输方式的碳排放因子按本标准表 D.0.1 选取。

表 D.0.1 建筑运输碳排放因子

车辆类型	燃料	载满量	单位	碳排放因子
				福建
重型载货汽车	柴油	18t	kgCO ₂ e/(t • km)	0.048
中型载货汽车	柴油	12t	kgCO ₂ e/(t • km)	0.042
轻型载货汽车	柴油	4.5t	kgCO ₂ e/(t • km)	0.082
微型载货汽车	柴油	1.8t	kgCO ₂ e/(t • km)	0.118
铁路运输	柴油	-	kgCO ₂ e/(t • km)	0.01
液货船运输	柴油	2000t	kgCO ₂ e/(t • km)	0.019
干散货船运输	柴油	2500t	kgCO ₂ e/(t • km)	0.015
集装箱船运输	柴油	200TEU	kgCO ₂ e/(t • km)	0.012

注：1 本表来源于《中国分省道路交通二氧化碳排放因子》。

2 计算时优先选用核查数据，如无核查数据可选用本标准缺省值。

附录 E 分部分项工程平方米碳排放指标分类

E. 0. 1 分部分项平方米碳排放指标分类应按本标准表 E.0.1 选取。

表 E.0.1 分部分项平方米碳排放指标分类

序号	分部工程	子分部工程	平方米碳排放 kgCO ₂ e/m ²
1	地基与基础	土方工程	
		石方工程	
		地基处理	
		基坑与边坡支护	
		桩基	
		地下防水	
		基础砌体	
		混凝土基础	
2	主体结构	混凝土结构	
		砌体结构	
		钢结构	
		钢管混凝土结构	
		型钢混凝土结构	
		铝合金结构	
		木结构	
3	建筑装饰装修	建筑地面	
		抹灰	
		外墙防水	

续表 E.0.1

序号	分部工程	子分部工程	平方米碳排放 $\text{kgCO}_2\text{e/m}^2$
3	建筑装饰 装修	外墙门窗	
		防火门、室内门	
		天棚工程	
		轻质隔墙	
		饰面板（砖）	
		幕墙	
		涂饰	
		裱糊与软包	
4	屋面	基层与保护	
		保温与隔热	
		防水与密封	
		瓦面与板面	
5	建筑水电 安装	室内给水系统	
		综合管线预埋	
		室内热水系统	
		室内供暖系统	
		室外排水管网	
		建筑饮用水供应系统	
		建筑中水系统及雨水利用系统	
		热源及辅助设备	
6	建筑配套 工程	室内消防	
		室内燃气	
		室内空调机冷凝水	
		室内通风	
		太阳能供暖空调系统	
		通信	
		智能化	

续表 E.0.1

序号	分部工程	子分部工程	平方米碳排放 kgCO ₂ e/m ²
7	建筑电气	变配电室	
		电气动力	
		电气照明	
		备用和不间断电源	
		防雷及接地	
8	措施项目	脚手架工程	
		模板及支架支撑工程	
		垂直运输工程	
		大型机械设备进出场及安拆	
		临时设施	

附录 F 常用施工机械台班能源用量

F.0.1 常用施工机械的单位台班的能源消耗量可按本标准表 F.0.1 选取。

表 F.0.1 常用施工机械台班能源用量

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
1	履带式推土机	功率	75kW	-	56.5	-
2			105kW	-	60.8	-
3			135kW	-	66.8	-
4	履带式单斗液压挖掘机	斗容量	0.6m ³	-	33.68	-
5			1m ³	-	63	-
6	轮胎式装载机	斗容量	1m ³	-	52.73	-
7			1.5m ³	-	58.75	-
8	钢轮内燃压路机	工作质量	8t	-	19.79	-
9			15t	-	42.95	-
10	电动夯实机	夯击能量	250N·m	-	-	16.6
11	强夯机械	夯击能量	1200kN·m	-	32.75	-
12			2000kN·m	-	42.76	-
13			3000kN·m	-	55.27	-
14			4000kN·m	-	58.22	-
15			5000kN·m	-	81.44	-

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
16	锚杆钻孔机	锚杆直径	32mm	-	69.72	-
17	履带式 柴油打 桩机	冲击质量	2.5t	-	44.37	-
18			3.5t	-	47.94	-
19			5t	-	53.93	-
20			7t	-	57.4	-
21			8t	-	59.14	-
22	轨道式 柴油打 桩机	冲击质量	3.5t	-	56.9	-
23			4t	-	61.7	-
24	振动沉 拔桩机	激振力	300kN	-	17.43	-
25			400kN	-	24.9	-
26	静力压 桩机	压力	900kN	-	-	91.81
27			2000kN	-	77.76	-
28			3000kN	-	85.26	-
29			4000kN	-	96.25	-
30	汽车式 钻机	孔径	1000mm	-	48.8	-
31	回旋 钻机	孔径	800mm	-	-	142.5
32			1000mm	-	-	163.72
33			1500mm	-	-	190.72
34	螺旋 钻机	孔径	600mm	-	-	181.27
35	冲孔 钻机	孔径	1000mm	-	-	40

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
36	履带式	孔径	1000mm	-	146.56	-
37	旋挖		1500mm	-	164.32	-
38	钻机		2000mm	-	172.32	-
39	三轴搅	轴径	650mm	-	-	126.42
40	拌桩基		850mm	-	-	156.42
41	电动灌	-	-	-	-	16.2
42	履带式 起重机	提升质量	5t	-	18.42	-
43			10t	-	23.56	-
44			15t	-	29.52	-
45			20t	-	30.75	-
46	履带式 起重机	提升质量	25t	-	36.98	-
47			30t	-	41.61	-
48			40t	-	42.46	-
49			50t	-	44.03	-
50			60t	-	47.17	-
51	轮胎式 起重机	提升质量	25t	-	46.26	-
52			40t	-	62.76	-
53			50t	-	64.76	-
54	汽车式 起重机	提升质量	8t	-	28.43	-
55			12t	-	30.55	-
56			16t	-	35.85	-
57			20t	-	38.41	-
58			30t	-	42.14	-
59			40t	-	48.52	-

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油(kg)	柴油(kg)	电(kWh)
60	叉式起重 重机	提升质量	3t	26.46	-	-
61	自升式 塔式起 重机	提升质量	400t	-	-	164.31
62			60t	-	-	166.29
63			800t	-	-	169.16
64			1000t	-	-	170.02
65			2500t	-	-	266.04
66			3000t	-	-	295.6
67	门式起 重机	提升质量	10t	-	-	88.29
68	载重 汽车	装载质量	4t	25.48	-	-
69			6t	-	33.24	-
70			8t	-	35.49	-
71			12t	-	46.27	-
72			15t	-	56.74	-
73			20t	-	62.56	-
74	自卸		5t	31.34	-	-
75	汽车		15t	-	52.93	-
76	平板拖 车组	装载质量	20t	-	45.39	-
77	机动翻 斗车	装载质量	lt	-	6.03	-
78	洒水车	灌容量	4000L	30.21	-	-

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量			
				汽油(kg)	柴油(kg)	电(kWh)	
79	泥浆罐车	灌容量	5000L		31.57	-	-
80	电动单筒快速卷扬机	牵引力	10kN		-	-	32.9
81	电动单筒慢速卷扬机	牵引力	10kN		-	-	126
82			30kN		-	-	28.76
83	单笼施工电梯	提升质量lt	提升高度	75m	-	-	42.32
84	工电梯			100m	-	-	45.66
85	双笼施工电梯	提升质量2t		100m	-	-	81.86
86				200m	-	-	159.94
87	平台作业升降车	提升高度	20m		-	48.25	-
88	涡浆式混凝土搅拌机	出料容量	250L		-	-	34.1
89			500L		-	-	107.71
90	双锥反转出料混凝土搅拌机	出料容量	500L		-	-	55.04
91	混凝土输送泵	输送量	45m³/h		-	-	243.46
92			75m³/h		-	-	367.96

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
93	混凝土湿喷机	生产率	5m³/h	-	-	15.4
94	灰浆搅拌机	拌筒容量	200L	-	-	8.61
95	干混砂浆罐式搅拌机	公称储量	20000L	-	-	28.51
96	挤压式灰浆输送泵	输送量	3m³/h	-	-	23.7
97	偏心振动筛	生产率	16m³/h	-	-	28.6
98	混凝土抹平机	功率	5.5kW	-	-	23.14
99	钢筋切断机	直径	40mm	-	-	32.1
100	钢筋弯曲机	直径	40mm	-	-	12.8
101	预应力钢筋拉伸机	拉伸力	650kN	-	-	17.25
102			900kN	-	-	29.16

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
103	木工圆锯机	直径	500mm	-	-	24
104	木工平刨床	刨削宽度	500mm	-	-	12.9
105	木工三面压刨床	刨削宽度	400mm	-	-	52.4
106	木工榫机	榫头长度	160mm	-	-	27
107	木工打眼机	榫槽宽度	-	-	-	4.7
108	普通车床	工件直径 X 工件长度	400mm× 2000mm	-	-	22.77
109	摇臂	钻孔直径	50mm	-	-	9.87
110	钻床		63mm	-	-	17.07
111	锥形螺纹车丝机	直径	45mm	-	-	9.24
112	螺栓套丝机	直径 mm		-	-	25
113	板料校平机	厚度 X 宽度	16mm×2000mm	-	-	120.6

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
114	刨边机	加工长度	12000mm	-	-	75.9
115	半自动切割机	厚度	100mm	-	-	98
116	自动仿形切割机	厚度	60mm	-	-	59.35
117	管子切断机	管径	150mm	-	-	12.9
118			250mm	-	-	22.5
119	型钢剪断机	剪断宽度	500mm	-	-	53.2
120	型钢矫正机	厚度×宽度	60mm×800mm	-	-	64.2
121	电动弯管机	管径	108mm	-	-	32.1
122	液压弯管机	管径	60mm	-	-	27
123	空气锤	锤体质量	75kg	-	-	24.2
124	摩擦压力机	压力	3000kN	-	-	96.5
125	开式可倾压力机	压力	1250kN	-	-	35
126	钢筋挤压连接机	直径	-	-	-	15.94

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
127	电动修钎机	-	-	-	-	100.8
128	岩石切割机	功率	3kW	-	-	11.28
129	平面水磨机	功率	3kW	-	-	14
130	喷砂除锈机	能力	3m ³ /min	-	-	28.41
131	抛丸除锈机	直径	219mm	-	-	34.26
132	电动多级离心清水泵	出口直径 100mm	扬程 120m 以下	-	-	180.4
133		出口直径 150mm	扬程 180m 以下	-	-	302.6
134		出口直径 200mm	扬程 280m 以下	-	-	354.78
135	泥浆泵	出口直径	50mm	-	-	40.9
136		出口直径	100mm	-	-	234.6
137	潜水泵	出口直径	50mm	-	-	20
138			100mm	-	-	25
139	高压油泵	压力	80MPa	-	-	209.67

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
140	交流弧焊机	容量	21kV·A	-	-	60.27
141			32kV·A	-	-	96.53
142			40kV·A	-	-	132.23
143	点焊机	容量	75kV.A	-	-	154.63
144	对焊机	容量	75kV.A	-	-	122
145	氩弧焊机	电流	500A	-	-	70.7
146	二氧化碳气体保护焊机	电流	250A	-	-	24.5
147	电渣焊机	电流	1000A	-	-	147
148	电焊条烘干箱	容量	45X35X45(cm ³)	-	-	6.7
149	电动空气压缩机	排气量	0.3m ³ /min	-	-	16.1
150			0.6m ³ /min	-	-	24.2
151			1m ³ /min	-	-	40.3
152			3m ³ /min	-	-	107.5
153			6m ³ /min	-	-	215
154			9m ³ /min	-	-	350
155			10m ³ /min	-	-	403.2

续表 F.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
156	导杆式 液压抓 斗成槽 机	-	-	-	163.39	
157	超声波 侧壁机	-	-	-	-	36.85
158	泥浆制 作循环 设备	-	-	-	-	503.9
159	锁扣管 顶升机	-	-	-	-	64
160	工程地 质液压 钻机	-	-	-	30.8	-
161	轴流通 风机	功率	7.5kW	-	-	40.3
162	吹风机	能力	4m /min	-	-	6.98
163	井点降 水钻机	-	-	-	-	5.7

注：1 本表摘自《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366。

2 计算时优先选用核查数据，如无核查数据可选用本标准缺省值。

附录 G 化石燃料碳排放因子

G.0.1 化石燃料碳排放因子应按本标准表 G.0.1 选取。

表 G.0.1 化石燃料碳排放因子

分类	燃料类型	单位热值含碳量 (tC/TJ)	碳氧化率 (%)	单位热值 CO ₂ 排放因子 (tCO ₂ /TJ)
固体燃料	无烟煤	27.4	0.94	94.44
	烟煤	26.1	0.93	89.00
	褐煤	28.0	0.96	98.56
	炼焦煤	25.4	0.98	91.27
	型煤	33.6	0.90	110.88
	焦炭	29.5	0.93	100.60
	其他焦化产品	29.5	0.93	100.60
液体燃料	原油	20.1	0.98	72.23
	燃料油	21.1	0.98	75.82
	汽油	18.9	0.98	67.91
	柴油	20.2	0.98	72.59
	喷气煤油	19.5	0.98	70.07
	一般煤油	19.6	0.98	70.43
	NGL 天然气凝液	17.2	0.98	61.81
	LPG 液化石油气	17.2	0.98	61.81
	炼厂干气	18.2	0.98	65.40

续表 G.0.1

分类	燃料类型	单位热值含碳量 (tC/TJ)	碳氧化率 (%)	单位热值 CO ₂ 排放因子 (tCO ₂ /TJ)
液体燃料	石脑油	20.0	0.98	71.87
	沥青	22.0	0.98	79.05
	润滑油	20.0	0.98	71.87
	石油焦	27.5	0.98	98.82
	石化原料油	20.0	0.98	71.87
	其他油品	20.0	0.98	71.87
气体燃料	天然气	15.3	0.99	55.54

注：1 本表摘自《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366。

2 计算时优先选用核查数据，如无核查数据可选用本标准缺省值。

附录 H 建筑物运行特征

H.0.1 计算建筑物碳排放时建筑物运行特征应符合本标准表 H.0.1 的规定。

表 H.0.1 建筑物运行特征

建筑类型	房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度(℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度(℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度(lux)	设备能耗密度(W/m ²)	月照明小时数(h)	照明功率密度(W/m ²)	人均新风量[m ³ /(h·人)]
居住建筑	起居室	是	是	26	65	18	-	100	9.3	165	6	70
	卧室	是	是	26	65	18	-	75	12.7	135	6	20
	餐厅	是	是	26	65	18	-	150	9.3	75	6	20
	厨房	否	是	30	70	15	-	100	48.2	96	6	20
	洗手间	否	是	26	70	18	-	100	0	165	6	20
	储物间	否	是	26	65	5	-	0	0	0	0	20
	车库	否	是	26	65	5	-	30	0	30	2	20

续表 H.0.1

建筑类型	房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度(℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度(℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度(lux)	设备能耗密度(W/m ²)	月照明小时数(h)	照明功率密度(W/m ²)	人均新风量[m ³ /(h·人)]
公共建筑	办公室	是	是	26	65	20	-	500	13	294	18	30
	密集办公室	是	是	26	65	20	-	300	20	294	11	30
	会议室	是	是	26	65	20	-	300	5	420	11	30
	大堂门厅	是	是	26	65	20	-	300	0	585	15	20
	休息室	是	是	25	65	18	-	300	0	420	11	30
	设备用房	否	是	26	65	18	-	150	0	0	5	30
	库房	否	是	26	65	18	-	0	0	0	0	0
	车库	否	是	26	65	18	-	75	30	294	5	-
	酒店客房(三星以下)	是	是	26	65	18	-	150	20	207	15	20

续表 H.0.1

建筑类型	房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度(℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度(℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度(lux)	设备能耗密度(W/m ²)	月照明小时数(h)	照明功率密度(W/m ²)	人均新风量[m ³ /(h·人)]
公共建筑	酒店客房(三星)	是	是	26	65	20	-	150	13	207	15	30
	酒店客房(四星)	是	是	25	60	21	-	150	13	207	15	40
	酒店客房(五星)	是	是	24	60	22	-	150	13	207	15	50
	多功能厅	是	是	26	65	20	-	300	5	420	18	30
	一般商店、超市	是	是	27	65	20	-	300	13	390	12	20

续表 H.0.1

建筑类型	房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度(℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度(℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度(lux)	设备能耗密度(W/m ²)	月照明小时数(h)	照明功率密度(W/m ²)	人均新风量[m ³ /(h·人)]
公共建筑	高档商店	是	是	27	65	20	-	500	13	390	19	20
	中餐厅	是	是	25	60	20	-	200	0	393	13	20
	西餐厅	是	是	25	60	20	-	100	0	393	9	20
	火锅店	是	是	25	60	18	-	200	0	168	13	20
	快餐店	是	是	25	60	20	-	200	0	393	13	20
	酒吧、茶座	是	是	25	60	20	-	100	0	393	9	20
	厨房	否	是	28	65	18	-	200	0	393	13	-
	游泳池	是	是	30	75	26	-	300	0	168	18	25
	健身房	是	是	25	60	18	-	200	0	168	11	25
	保龄球房	是	是	25	60	18	-	300	0	288	18	25

续表 H.0.1

建筑类型	房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度(℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度(℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度(lux)	设备能耗密度(W/m ²)	月照明小时数(h)	照明功率密度(W/m ²)	人均新风量[m ³ /(h·人)]
公共建筑	台球房	是	是	25	60	18	-	300	0	288	18	25
	教室	是	是	26	60	20	-	300	10	150	10	17
	阅览室	是	是	26	60	20	-	300	10	150	10	17
	电脑机房	是	是	25	60	18	-	300	40	390	11	30
	影剧院	是	是	28	65	20	-	200	0	480	11	20
	舞台	是	是	28	65	20	-	300	40	480	11	40
	舞厅	是	是	25	60	18	-	300	30	258	11	30
	棋牌室	是	是	27	60	20	-	200	0	132	11	20
	展览厅	是	是	27	60	18	-	300	20	300	11	20
	病房	是	是	27	60	22	-	100	0	129	5	50
	手术室	是	是	25	60	22	-	750	0	381	20	60
	候诊室	是	是	27	55	20	-	300	0	468	5	30

续表 H.0.1

建筑类型	房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度(℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度(℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度(lux)	设备能耗密度(W/m ²)	月照明小时数(h)	照明功率密度(W/m ²)	人均新风量[m ³ /(h·人)]
公共建筑	门诊办公室	是	是	26	65	22	-	300	0	468	5	30
	婴儿室	是	是	27	60	25	-	300	0	315	5	60
	药品存储室	是	是	16	60	16	-	300	0	615	5	0
	档案库房	是	是	24	60	14	-	200	0	540	5	0
	美容院	是	是	27	60	22	-	750	5	345	15	35

附录 J 不同植物品种及栽种方式绿化固碳量

J.0.1 不同植物品种及栽种方式绿化固碳量应按本标准表 J.0.1 选取。

表 J.0.1 不同植物品种及栽种方式绿化固碳量

植物品种及栽种方式	CO ₂ e 固定量 kgCO ₂ e/ (m ² · a)
大小乔木、灌木、花草密集混种区 (乔木平均种植间距 <3.0m, 土壤深度>1.0m)	27.5
大小乔木密植混种区(平均种植距离<3.0m, 土壤深 度>0.9m)	22.5
落叶大乔木 (土壤深度>1.0m)	20.2
落叶小乔木, 针叶木或疏叶性乔木 (土壤深度>1.0m)	13.43
大棕榈类(土壤深度>1.0m)	10.25
密植灌木丛 (高约 1.3m, 土壤深度>0.5m)	10.95
密植灌木丛 (高约 0.9m, 土壤深度>0.5m)	8.15
密植灌木丛(高约 0.45m, 土壤深度>0.5m)	5.13
多年生蔓藤(以立体攀附面积计量, 土壤深度>0.5m)	2.58
高草花花圃或高茎野草地(高约 1.0m, 土壤深度 0.3m)	1.15
一年生蔓藤、低草花花面或低茎野草地(高约 0.25 土壤深 度>0.3m)	0.35
人工修剪草坪	0

注：1 本表摘自《福建省公共建筑能耗与碳排放监测技术标准》DBJ/T 13-158。

2 计算时优先选用核查数据，如无核查数据可选用本标准缺省值。

3 碳汇减排量计算时间最短时间不低于 20 年，最长不超过 40 年。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

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,在条件允许时首先这样做的:

正面词采用“宜”;反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 2 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 3 《民用建筑设计统一标准》 GB 50352
- 4 《民用建筑节水设计标准》 GB 50555
- 5 《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》 GB 55032
- 6 《环境管理 生命周期评价 原则与框架》 GB/T 24040
- 7 《环境管理 生命周期评价 要求与指南》 GB/T 24044
- 8 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378
- 9 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- 10 《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》 TY01-31
- 11 《福建省公共建筑能耗与碳排放监测技术标准》 DBJ/T
13-158

福建省工程建设地方标准

福建省装配式建筑碳排放计算标准

DBJ/T13-464-2024

条 文 说 明

编制说明

《福建省装配式建筑碳排放计算标准》DBJ/T 13-464-2024，经福建省住房和城乡建设厅 2024 年 12 月 9 日以闽建科〔2024〕60 号文批准发布，并经住房和城乡建设部备案，备案号为 J17902-2024。

本标准制订过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，总结了我省装配式建筑碳排放计算和部品部件碳足迹核算的实践经验，同时参考了国内外相关先进技术法规、技术标准，通过现场勘察和数据核算取得了相关装配式部品部件体系的碳足迹重要技术参数。

为便于广大设计、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，《福建省装配式建筑碳排放计算标准》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、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	74
2	术语和符号	75
3	基本规定	77
4	装配式建筑建材生产阶段碳排放计算方法	79
4.1	一般规定	79
5	装配式建筑建材运输阶段碳排放计算方法	81
5.1	一般规定	81
5.4	全装修建材运输阶段	81
6	装配式建筑建造阶段碳排放计算方法	85
6.1	一般规定	85
6.2	装配式建筑建造阶段施工机械能源消耗的碳排放	86
6.5	装配式建筑建造阶段建筑垃圾的碳排放量	86
6.6	装配式建筑建造阶段临时设施运营的碳排放量	88
7	装配式建筑运行阶段碳排放计算方法	89
7.1	一般规定	89
7.2	运行阶段设备维护碳排放计算	90
7.3	暖通空调系统碳排放计算	91
7.4	生活热水系统	91
7.5	照明及电梯系统	92
7.6	可再生能源系统	95
8	装配式建筑拆除阶段碳排放计算方法	98
8.1	一般规定	98

8.4	装配式建筑可利用材料的碳减排量	98
9	装配式建筑构件碳足迹与碳标签等级	100
9.1	一般规定	100
9.2	装配式建筑构件碳足迹计算	100
9.3	装配式建筑构件碳标签等级	101

1 总 则

1.0.1 报告显示,2020 年全国建筑与建造碳排放总量为 50.8 亿吨二氧化碳,占全国碳排放的比重为 50.9%。2020 年全国建筑运行碳排放总量为 21.6 亿吨二氧化碳,占全国碳排放的比重为 21.7%。近年来,我省积极贯彻国家部署,大力发展装配式建筑。为进一步推动装配式建筑持续健康发展,亟需构建一套适合我省发展实际的装配式建筑碳排放计算和分析体系,对装配式建筑碳排放的计算统一、规范计算方法。

通过本标准相关计算方法和计算因子规范装配式建筑碳排放计算,引导装配式建筑在设计阶段考虑其全生命周期节能减碳,增强装配式建筑及部品部件及相关建材企业对碳排放核算、报告、监测、核查的意识,为装配式建筑参与碳排放交易、碳税、碳配额、碳足迹,开展国际比对等工作提供技术支撑。

1.0.2 装配式建筑全生命期碳排放是指装配式建筑物在与其相关的建材生产、建材运输、建筑施工、建筑运行、建筑拆除五个阶段产生的温室气体排放的总和。

1.0.3 符合国家法律法规和有关标准是装配式建筑碳排放计算的前提。本标准主要针对装配式建筑的碳排放计算进行分析,涉及规划、设计、质量、安全等方面的内容还应符合国家、行业及福建省现行有关工程建设标准的规定。

2 术语和符号

2.0.1 温室气体是指大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射波的气态成分。温室气体包括但不限于二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HF- Cs)、全氟碳化物(PFCs) 和六氟化硫(SF₆)。

装配式建筑建造、运行、拆除过程中产生的温室气体主要为 CO₂，其计算结果通常使用 kgCO₂ e；建材生产和运输及制冷剂排放的温室气体包括各种温室气体，其碳排放强度通常使用二氧化碳当量(CO₂ e) 表示。CO₂ 为人类活动最常产生的温室效应气体，为了统一度量整体温室效应的结果，规定以二氧化碳当量(CO₂ e) 为度量温室效应的基本单位。二氧化碳当量(CO₂ e) 指与一定质量的某种温室气体具有相同温室效应的 CO₂ 的质量，是可用于比较不同温室气体对温室效应影响的度量单位。

通常可采用单位面积装配式建筑碳排放量对不同建筑设计方案 and 不同建筑物之间的碳排放进行比较，单位面积装配式建筑碳排放量由装配式建筑碳排放总量除以建筑面积得到。

2.0.2 装配式建筑物从建材原料开采到寿命完结，时间周期长，产业链长。为保证在建筑碳排放计算过程中，不出现与建材工业碳排放计算、交通运输碳排放计算等重叠，本标准对建材生产、建材运输、装配式建筑建造、建筑物运行及拆除五个阶段进行了明确的边界划分。

2.0.3 装配式建筑是一个系统工程，是将预制部品部件通过系统

集成的方法在工地装配，实现建筑主体结构构件预制，非承重围护墙和内隔墙非砌筑并鼓励实现全装修的建筑。

2.0.5 本标准部品部件选择了核查数据，相对普遍和通用的建材、建造方法，给出其碳排放因子，参照 GB/T 51366—2019 《建筑碳排放计算标准》便于统一计算基准并进行结果比较。

2.0.6 在核算独栋建筑碳排放时，其碳汇应只考虑建筑屋顶绿化。

2.0.9 装配式建筑建材碳足迹核算阶段为部分生命期（从摇篮到大门，B2B），仅包括原材料生产、原材料运输、产品生产三个阶段。

3 基本规定

3.0.1 标准适用于单体装配式建筑和同类相似装配式建筑组成的建筑群的碳排放计算，不包括小区内管道计算。对建筑群，则可通过对各单体装配式建筑碳排放进行合计。

3.0.2 本标准强调通过计算得到装配式建筑的碳排放量，指对设计图纸、施工方案等技术材料中与碳排放有关的数据进行统计、计算和汇总，使用本标准给出的方法和因子，计算得到装配式建筑碳排放量。装配式建筑实际碳排放量可在建筑竣工后实际运行阶段通过计量获得。

3.0.3 装配式建筑在材料生产、建材运输，运行及维护及拆除等各阶段均产生碳排放，对环境造成影响，因此应进行全生命期碳排放计算，全面了解装配式建筑对自然界产生的影响。建筑全生命期有多种不同划分方法，本标准将其划分为装配式建筑材料生产及运输、建造及拆除、建筑物运行五个阶段，根据所需计算的装配式建筑全生命期的不同阶段的碳排放量，选择本标准中章节规定的计算边界和方法进行计算。

3.0.4 《IPCC 温室气体清单指南(2006)》，与装配式建筑碳排放相关的活动过程需要评估的温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HF- Cs)、全氟碳化物(PFCs)和六氟化硫(SF₆)等主要温室气体。

3.0.5 计算建筑因电力消耗造成碳排放时，应采用由生态环境部公布的区域电网平均碳排放因子，2022 年公布全国统一电网排放因子为 0.5810，2023 年公布全国统一电网排放因子为 0.5703。

3.0.7 为保证装配式建筑碳排放量计算的科学性和一致性，应按本标准提供的方法和要求进行计算，为提高计算效率，也可使用基于本标准方法和数据开发的工具进行计算。为保证结果的时效性，可采用更新的数据进行计算。

4 装配式建筑建材生产阶段碳排放计算方法

4.1 一般规定

4.1.1 装配式建筑建材、构件、部品从原材料开采、加工制造直至产品出厂并运输到施工现场,各个环节都会产生温室气体排放,这是建材内部含有的碳排放,可以通过建筑的设计、建材供应链的管理进行控制和削减。

现行国家标准《环境管理 生命周期评价原则与框架》GB/T 24040、《环境管理生命周期评价要求与指南》GB/T 24044 为建材的碳排放计算提供了标准方法。根据上述标准规定,建材生产及运输阶段碳排放计算的生命期边界可选取“从摇篮到大门”,即从建筑材料的上游原材料、能源开采开始,包括建材生产全过程,到建筑材料出厂、运输至建筑施工现场为止。

4.1.2 本条规定了装配式建材生产阶段的碳排放应至少包括普通建材、装配式部品部件、全装修建材。未来可能出现的新型建材,如果其重量比大于 0.1%且采用冶金、煅烧等高能耗工艺生产的建材,也应包含在计算范围内。

4.1.3 装配式建筑的建材主要建材消耗量通过查询设计图纸、工程量定额、工程量清单、施工组织方案等工程建设相关技术资料确定。

4.1.4 装配式建筑建材企业向第三方认证机构提供建材生产数据,第三方认证机构为企业的建材产品出具碳足迹证书,证书提供产品碳足迹值。

4.1.5 使用低价值废料和再生原料生产建材以及再生循环利用建

筑废料，都有利于降低建筑全生命期的碳排放，如建筑可再生材料、粉煤灰、炉渣、矿渣等，因此本条规定了上述计算规则。

5 装配式建筑建材运输阶段碳排放计算方法

5.1 一般规定

5.1.1 本条主要考虑装配式建筑建材运输阶段碳排放计算，理论上应包含：建材从生产地运到施工现场的运输过程，建材运输过程所耗能源的开采、加工、消耗等。考虑到目前运输工具的生产、运输道路等基础设施建设等过程的基础数据尚不完善，且此类过程分摊到建材运输上的环境影响较小，可忽略不计。

5.4 全装修建材运输阶段

5.4.1 本条主要考虑装配式建筑全装修建材运输阶段碳排放计算，全装修建材划分可参考下表。

表 1 住宅建筑全装修分类

公共部位					
分项工程		毛坯	全装修	精装修	备 注
墙面		涂料	大理石、瓷	大理石、瓷砖	
顶面		吊顶	纸面石膏	铝板、纸面石膏	
室 内					
厨房	门	无	有	有	
	顶	批白	吊顶	吊顶	
	墙面	粉刷	瓷砖	瓷砖	

续表 1

室 内					
厨房	地面	无	瓷砖	瓷砖	
	橱柜	无	简易	高档	
	电器	无	无	配齐	
卫生间	门	无	有	有	
	顶	批白	吊顶	吊顶	
	墙面	粉刷	瓷砖	瓷砖	
	地面	无	瓷砖	瓷砖	
	柜体	无	无	有	
	洁具	无	有	配齐	毛坯一套房只配一个 马桶、一个水龙头
卧室	门	无	有	有	
	顶	批白	批白	吊顶或线条	
	墙面	粉刷	涂料	涂料	
	地面	无	水泥地面 或瓷砖	瓷砖或木地板	
	柜体	无	无	有	
	窗帘盒	无	窗帘杆	窗帘盒	
客厅	门	无	无	无	
	顶	批白	批白	吊顶或线条	
	墙面	粉刷	涂料	涂料	
	地面	无	水泥地面 或瓷砖	瓷砖或木地板	
	柜体	无	无	有	
	窗帘盒	无	窗帘杆	窗帘盒	

表 2 公共建筑全装修分类

公共部位					
分项工程		毛坯	全装修	精装修	备 注
大堂	顶	吊顶	吊顶	吊顶	
	墙面	瓷砖	瓷砖	大理石	
	地面	大理石	大理石	大理石	
楼层电梯厅	顶	吊顶	吊顶	吊顶	
	墙面	瓷砖	瓷砖	瓷砖	
	地面	瓷砖	大理石	大理石	
楼层公共部位	顶	无	有	有	
	墙面	粉刷	涂料	瓷砖或大理石	
	地面	水泥地	瓷砖	瓷砖或大理石	
卫生间	门	无	有	有	
	顶	批白	吊顶	吊顶	
	墙面	粉刷	瓷砖	瓷砖或大理石	
	地面	无	瓷砖	瓷砖或大理石	
	柜体	无	有	有	
	洁具	无	有	配齐	
室 内					
公共办公区域	门	无	无	无	
	顶	无	吊顶或涂料	吊顶或涂料	
	墙面	粉刷	涂料	涂料或墙纸	
	地面	无	水泥地面或瓷	瓷砖或木地板	包括地毯
	柜体	无	无	有	
	百叶	无	有	有	

续表 2

室 内					
独立办 公区域	门	无	有	有	
	顶	无	吊顶或涂料	吊顶或涂料	
	墙面	粉刷	涂料	涂料或墙纸	
	地面	无	水泥地面或瓷 砖	瓷砖或木地板	包括地毯
	柜体	无	无	有	
	百叶	无	有	有	

6 装配式建筑建造阶段碳排放计算方法

6.1 一般规定

6.1.1 建筑建造阶段是根据建筑设计文件、施工组织设计或施工方案，按相关标准通过一系列活动将投入到项目施工中的各种资源(包括人力、材料、机械、能源和技术)在时间和空间上合理组织，变成建筑实体的过程。建造阶段的能耗是在建造阶段各种施工机械、机具和设备使用的能耗；主要由两部分组成：一是构成工程实体的分部分项工程的建造能耗；二是为完成工程施工，发生于该工程施工前和施工过程中技术、生活、安全等方面非工程实体的各项措施的能耗。相应地，建筑建造阶段碳排放分为三部分：一是分部分项工程施工过程消耗的燃料、动力产生的碳排放；二是措施项目实施过程消耗燃料、动力产生的碳排放；三是项目实施过程消耗的材料全生命期所产生的碳排放；四是项目实施过程现场办公、生活所消耗的材料全生命期、燃料、动力产生的碳排放。

6.1.2 项目勘察阶段，地勘钻机也消耗能源，但考虑其工作时间较短，能耗较小，因此规定建造阶段碳排放计算时间边界从进场施工开始计算（含桩基施工）。

在装配式建筑建造阶段，施工机械设备和小型机具运行所需的能源动力是产生碳排放的主要部分。人员正常呼吸释放二氧化碳是人的正常生理现象，与施工人员现场劳动所呼吸释放的二氧化碳量没有本质区别，故不计入施工过程人员劳动过程的碳排放。装配式建筑施工采用的装配式部品部件、预拌混凝土、预制桩、

门窗等材料、构件和部品通常在施工场外生产，因此不计入建造阶段能耗。但在施工现场拌制、生产的材料、构件和部品的能耗应计入。

6.1.4 分部分项工程划分可根据 GB 55032-2022 附录 A 进行划分，如在混凝土结构中可划分为钢筋、混凝土、装配式结构等分项工程，在土方工程中可划分为土方开挖、土方回填、场地平整等分项工程。

6.2 装配式建筑建造阶段施工机械能源消耗的碳排放

6.2.1 施工机械设备和小型机具的能源主要有电、汽油和柴油等，用电量以千瓦时(kWh)为计量单位，汽油和柴油以千克(kg)为计量单位。本标准附录 D 列出了主要能源的碳排放因子，在计算时可根据计算建筑物所处的区域位置选择对应的碳排放因子，也可采用全国平均值。

6.2.2 建造阶段碳排放的关键在于确定施工阶段的电、汽油、柴油、燃气等能源的消耗量，方法主要有两种：一是施工工序能耗估算法，即根据《福建省房屋建筑与装饰工程预算定额》估算各分部分项工程和措施项目的工程量、单位工程的机械台班消耗量和单位台班机械的能源用量逐一计算，汇总得到建造阶段能源总用量；二是施工能耗清单统计法，即通过现场电表、汽油和柴油的计量进行统计，汇总得到建造阶段的实测总能耗。根据现场实测数据进行统计汇总，理论上可行，结果准确可靠，但无法在施工前估算。本标准采用施工工序能耗估算法。

6.5 装配式建筑建造阶段建筑垃圾的碳排放量

6.5 装配式建筑建造阶段建筑垃圾量分类预估应结合施工项目全过程不同阶段的特点，对不同类别的建筑垃圾的产生量进行分

阶段、分类别预估，最后汇总建筑垃圾的总量。每个施工项目可以根据分类预估的建筑垃圾量，结合建筑垃圾减量化指标制定建筑垃圾处理量。也可以参照中国工程建设标准化协会标准《施工现场建筑垃圾减量分类全过程管理标准》进行建筑垃圾量的估算。

表 3 新建工程各类建筑垃圾产生量指标

建筑类别	总产量 指标 q (kg/m ²)	七分法分类产量指标 q _x (kg/m ²)	
住宅建筑	32	01 金属类（钢、铁）	4.0
		02-1 无机非金属材料（砖瓦、陶瓷、玻璃类）	2.1
		02-2 无机非金属材料（混凝土及水泥制品、砂石）	18.7
		03 木材类	5.5
		04 塑料类	0.7
		05 其他类	1.0
公共建筑	30	01 金属类（钢、铁）	3.5
		02-1 无机非金属材料（砖瓦、陶瓷、玻璃类）	2.8
		02-2 无机非金属材料（混凝土及水泥制品、砂石）	17
		03 木材类	5.0
		04 塑料类	0.7
		05 其他类	1.0
工业建筑	27	01 金属类（钢、铁）	2.3
		02-1 无机非金属材料（砖瓦、陶瓷、玻璃类）	2.0
		02-2 无机非金属材料（混凝土及水泥制品、砂石）	17
		03 木材类	4.0
		04 塑料类	0.7
		05 其他类	1.0

6.6 装配式建筑建造阶段临时设施运营的碳排放量

6.6 临时设施是指施工企业为保证施工和管理的进行而建造的各种简易设施，包括现场临时作业棚、机具棚、材料库、办公室、休息室、厕所、化灰池、储水池、锅灶等设施；临时道路；临时给水排水、供电、供热等管线；临时性简易周转房，及现场临时搭建的职工宿舍、食堂、浴室、医务室、理发室、托儿所等临时福利设施。因施工临时设施没有统一的建设标准，通常由施工企业根据需求自行搭建，且施工临时设施具有体量小、种类多的特点，其搭建、使用和拆除阶段的能源消耗没有参考数据，难以准确计算。

临时设施除运营阶段外，还涉及建材生产及运输、安装、拆除阶段的碳排放。可按下式进行计算：

$$C_{lss} = C_{lss}/n + (C_{lssy} + C_{lsc} + C_{lcs})$$

式中： C_{lss} —建筑建造阶段临时设施的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2 \text{e}$ ）；

C_{lss} —临时设施建材生产的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2 \text{e}$ ）；

C_{lssy} —临时设施建材运输的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2 \text{e}$ ）；

C_{lsc} —临时设施施工、安装的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2 \text{e}$ ）；

C_{lcs} —阶段临时设施拆除的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（ $\text{kgCO}_2 \text{e}$ ）；

n —临时设施的使用周转次数。

该公式适用于正常工期的临时设施碳排放计算，对于工期造成的临时设施建材的损耗不纳入计算范围。

7 装配式建筑运行阶段碳排放计算方法

7.1 一般规定

7.1.1 装配式建筑运行阶段的碳排放量涉及暖通空调、生活热水、照明等系统能源消耗产生的碳排放量、建筑维护过程中的碳排放、散逸碳排放及可再生能源系统产生的减碳量、建筑碳汇的减碳量的计算。在建筑碳排放边界将不同的能量消耗换算为建筑物的碳排放量，并进行汇总，最终获得建筑物的碳排放量。

建筑碳汇主要来源于建筑红线范围内的绿化植被对二氧化碳的吸收，其减碳效果应该在碳排放计算结果中扣减，但要根据相关方法学。

7.1.2 现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352 对建筑设计使用年限划分为四类，见表 4，其中普通建筑设计寿命为 50 年。

表 4 建筑设计使用年限

类别	设计年限（年）	示例
1	5	临时建筑
2	25	易替换结构构件建筑
3	50	普通建筑和构筑物
4	100	纪念性建筑和特别重要建筑

与此同时，我国现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定，普通房屋和构筑物设计使用年限为 50 年，实际计算时可参照建筑物的设计文件，但没有相关参数时，可按 50

年计算。受建筑规划、建筑功能的调整及经济的发展等因素的影响,实际建筑的使用寿命存在较大的差异;与此同时,建筑部件(如保温材料、门窗)、建筑设备(如锅炉、冷水机组)的使用寿命一般小于建筑的使用寿命,在建筑的全寿命期内存在更换的可能。表 4 列出了常用建筑设备使用年限。

表 5 常用建筑设备使用年限

类别	项目	使用年限(年)
1	外保温	15—50
2	门窗	20—25
3	供电设备	15—20
4	供热设备	11—18
5	空调设备	10—20
6	空调器	8—10
6	通信设备	8—10
7	电梯	15—18
8	水泵	10—15

7.1.3 计算范围是指输送到位于建设工程规划许可证中建筑红线正边界,为该建筑提供服务的能量转换与输送系统(如各种形式的发电系统、集中供热系统、集中供冷系统等)的燃煤、燃油、燃气、生物质能源、风能、太阳能等能源所产生的碳排放。

7.2 运行阶段设备维护碳排放计算

7.2.1 运行阶段设备维护指通过设备进行采暖、制冷、通风、照明等维持建筑的正常运行。维护阶段指建筑物建成后因设备老旧而对建筑进行维护、翻修以及设备更换等过程。

设备大多都是在建筑建造施工完成以后投入使用过程中经用户装饰装修带入建筑物内使用的,因此将设备生产归为使用阶段

设备生产过程的能耗。关于设备生产过程所产生的二氧化碳排放可参考相关第三方碳足迹核查报告。

7.3 暖通空调系统碳排放计算

7.3.3 既有建筑使用阶段的能源消耗可采用实际计量，在建建筑可采用软件模拟取平均参考值的方法来计算建筑采暖空调系统的能耗。假定制冷设备达到使用寿命后，制冷剂不回收。HCFC-22、HFC-134、HFC-134a 的 GWP 值分别为 1760、1120、1300；其他制冷剂的 GWP 值可参考 IPCC 第五次评估报告。

7.4 生活热水系统

7.4.1 生活热水的需求量同室内人员的数量、使用习惯和活动类型有关。生活热水的计算应按室内的人员和房间的类别来计算，而不是按房间面积来确定。这里的生活热水不包括饮用水和炊事用水，仅包括日常洗浴的热水供应。

生活热水消耗的能源是建筑物碳排放的重要组成部分。但生活热水的使用具有很大的随机性，很难找到准确的规律，因此，生活热水的能耗很难准确计算，使用模式对最终的计算结果有很大的影响。实际使用中，生活热水也有多种供给方式，包括集中生活热水供应和分散式生活热水供应。使用的热源也种类繁多，包括燃煤锅炉、燃气锅炉、空气源热泵热水器、电热水器、燃气热水器等。

本计算方法中对生活热水的计算针对单栋建筑物，采用准静态计算方法计算建筑物的生活热水的能量消耗，最终计算出建筑物的生活热水产生的碳排放。 4.187 为水的比热容，单位为 $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

7.4.2 考虑到太阳能系统在生活热水中的广泛应用，需扣除太阳能系统对生活热水热量的贡献，再考虑不同生活热水热源效率，

计算生活热水总能耗。

准确计算生活热水在储存、输配过程中的各项热损失，包括生活热水输配热损失、储热水箱热损失和二次循环能耗损失是生活热水系统能耗计算的难点，这些损失通过生活热水输配效率(η)综合考虑。

生活热水系统的热源包括电热水器、燃气热水器、热泵热水器等类型，电热水器和燃气热水器的效率较为稳定，可直接按额定功率进行计算，但热泵型热水器的效率受环境因素影响较大，应采用年系统平均效率进行计算。

影响建筑物生活热水系统综合效率的其他因素主要有储水罐的热损失、配水管网的热损失、水温不稳定产生的热损失、热水循环导致的热损失等，这些都与生活热水的系统形式等有关。

7.5 照明及电梯系统

7.5.1 照明系统应按面积计算建筑物的能量消耗，进而计算建筑物的照明系统的碳排放。照明系统单位面积的小时照明功率的确定主要按现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 执行。

7.5.2 照明系统的能量消耗的计算应考虑日光照射、控制方式和室内人员的影响。可根据模拟软件计算得到。

建筑的使用模式是建筑中人员影响照明系统能耗的主要因素，生活习惯、经济条件、地域差异、身体健康情况都会对人的行为模式产生影响，为了更为准确地考虑建筑物内人员对建筑物的照明能耗的影响，通常假定建筑物中的人员具有一致的行为习惯，此时，照明系统固有的控制方式是影响建筑物照明能耗的主要影响因素。

照明系统可以根据人员需求对房间内的照明系统进行开关控制，人员感应控制可以根据室内人员的有无对照明系统进行控制，

光电控制可以根据自然采光下的房间照度对照明系统进行控制，因此照明系统的控制方式是影响照明系统开启时间的重要因素。

7.5.3 建筑照明为满足建筑功能提供了必要条件，良好的建筑照明条件有利于生产、工作、学习和身体健康。与此同时，为了为建筑物提供必要的照明条件，照明系统消耗一定的能源并产生碳排放。建筑物照明能耗是建筑物能源消耗的重要组成部分。准确计算照明系统的能源消耗需要考虑灯具的效率、使用时间、人员、控制策略、自然采光等对照明能耗的影响。

7.5.4 随着社会经济的快速发展，电梯的使用量急剧增长，电梯的能耗强度大，其能耗受使用时间影响较大。随着电梯技术，尤其是驱动技术的发展，除了大吨位货梯，永磁同步曳引机驱动的曳引电梯已经成为新装电梯的标准配置。电梯的能耗情况不仅与电梯自身的配置情况有关，而且还与建筑的结构、电梯的数量和布局、建筑内容流情况以及电梯的调度情况有关，因此电梯的能耗计算复杂，准确计算需要通过建立能耗仿真模型等方式计算电梯的耗电量。本标准为了提高计算效率，参照国际标准 *Energy performance of lifts, escalators and moving walks ISO 25745-2:2015* 引入简易的估算方式。电梯在使用过程中，能量消耗主要体现在运行能耗和待机能耗两部分。德国标准 *Lifts energy efficiency VDI 4707.1* 是国际上比较通用的电梯能效标识系统，我国检测机构已经依据该标准开展相关测试和认证工作。标准中待机的能量需求等级和运行时的能量需求等级见表 6 和表 7。

表 6 待机时的能量需求等级

输出 (W)	$\leq$ 50	(-50,100 J]	(100,200 7J]	(200,400 7J]	(-400,800 J]	(-800,1600 J]	$>$ 1600
等级	A	B	C	D	E	F	G

表 7 运行时的能量需求等级

特定能 量消耗 (mWh/ kgm)	$\leq$ 0.56	(0.56,0 .84J]	(0.84,1.2 6J]	(1.26,1.8 9J]	(1.89,2.8 0J]	(2.80,4.2 0J]	$>$ 4.20
等级	A	B	C	D	E	F	G

国内外学者对电梯的待机时间和运行时间进行了研究和总结，表 8 中列出了相关研究结果，可供计算时使用。

表 8 常见电梯平均运行时间和平均待机时间

使用种类	1	2	3	4	5
使用强度 /频率	非常低 非常少	低少 少	中等 偶尔	高 经常	非常高 非常频繁
平均运行 时间(每天 的小时数) (h)	0.2 (≤ 0.3)	0.5 (0.3~1)	1.5 (1~2)	3 (2~4.5)	6 (>4.5)
平均待机 时间(每天 的小时 数)(h)	23.8	23.5	22.5	21	18

续表 8

使用种类	1	2	3	4	5
典型建筑类型和使用情况	1.单元住户6人以下住宅 2.很少运行的小型办公楼或行政楼	1.单元住户20人以下的住宅 2.2层~5层的小型办公楼或行政楼 3.小型旅馆 4.很少运转的货运电梯	1.单元住户50人以下的住宅 2.10层以下的小型办公楼或行政楼 3.中型酒店 4.中等运转的货运电梯	1.单元住户50人以上的住宅 2.10层以上的小型办公楼或行政楼 3.大型酒店 4.小型至中型医院 5.只有一半的生产过程用货运电梯	1.超过100m高的办公楼或行政楼 2.大型医院 3.多班次生产过程用货运电梯

7.6 可再生能源系统

7.6.1 现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 对可再生能源的三种形式进行了规定，可再生能源提供的生活用热水，可再生能源提供的空调用冷量和热量，可再生能源提供的电量。这三种形式分别对应的是太阳能光热系统、地源热泵系统（包括地埋管式及水源式）、太阳能光伏发电系统等。

从应用范围及技术成熟角度出发，规定建筑物碳排放计算的可再生能源包括太阳能光热系统、太阳能光电系统、风力发电系统、地源热泵系统。

可再生能源系统的碳减排量受资源和能源系统的实际用能量影响，计算建筑物碳排放时，应考虑可再生能源供应与建筑能源

消耗的匹配性，计算建筑实际消耗的可再生能源产生的能源并在对应的建筑能源系统的能源消耗量中直接扣除。

地源热泵系统的供暖效率较高，在暖通空调系统的能耗计算中已经考虑在内，不应再单独计算其节能量而产生的减碳量。

7.6.3 光伏系统的发电量是动态变化的，太阳能资源逐时变化，且系统效率也受资源因素的影响。在设计阶段可以通过太阳能资源情况、系统形式等信息计算其发电量。

当前的太阳能电池种类包括晶体硅电池、薄膜电池及其他材料电池。其中硅电池又分为单晶电池、多晶电池和无定形硅薄膜电池等。对太阳能电池而言，最重要的参数是光电转换效率，在实验室所研发的硅基太阳能电池中，单晶硅电池效率为 25.0%，多晶硅电池效率为 20.4%，铜铟镓硒薄膜（CIGS）电池效率达 19.6%，碲化镉（CdTe）薄膜电池效率达 16.7%，非晶硅（无定形硅）薄膜电池的效率为 10.1%，而在实际应用中效率略低于这一水平。表 9 提供了一些常见的光伏电池的转换效率。

表 9 光伏电池转换效率

组件类型	效率
单晶硅	15%
多晶硅	12%
无定形硅	6%
其他非晶硅薄膜	8%

光伏发电系统在光电转换和输配过程中存在能量的损失，表 10 列出了常见环节的损失效率。

表 10 光电系统损失效率

类型	损失效率
转换器损失	7.5%
组件遮光	2.5%
组件温度	3.5%
遮光	2.0%
失配和直流损失	3.5%
最大功率点失配误差	1.5%
交流损失	3.0%
其他	1.5%
总损失	25.0%

光伏系统光伏面板的净面积计算时不包括支撑结构。

8 装配式建筑拆除阶段碳排放计算方法

8.1 一般规定

8.1.1 场地内除设备运输设备将建筑物肢解过程产生的能耗。建筑拆除方式包括人工拆除、机械拆除、爆破拆除和静力破损拆除等。大多数工程采用的是人工拆除和机械拆除。爆破拆除是指利用炸药在爆炸瞬间产生高温高压气体对外做功，来解体和破碎建筑物的方法。静力破损拆除是在需要拆除的构件上打孔，装入胀裂剂，待胀裂剂发挥作用后将混凝土胀开，再使用风镐或人工剔凿的方法剥离胀裂的混凝土。爆破拆除和静力破损拆除，通常由专业公司根据待拆建筑物的特点编制专项方案，机械整体性拆除是破坏性的拆除，无法按工程量进行计量，且国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY01-31-2015 中没有列入这三种拆除方法的消耗量，故本标准规定其能源用量应根据拆除专项方案确定。

8.1.3 采用单位面积的碳排放量表示拆除阶段碳排放计算结果有利于不同类型、不同面积拆除碳排放强度比较。

8.4 装配式建筑可利用材料的碳减排量

8.4 建材回收系数可依据项目建材回收企业生产加工过程进行计算，也可以参考下表（李岳岩、陈静《建筑全生命周期的碳足迹》）：

表 11 建材回收系数

材料名称	回收利用率	回收后材料种类
混凝土	0.7	骨料、砾石
砖	0.7	砖
钢筋	0.9	粗钢
各种型钢	0.9	粗钢
铜芯导线电缆	0.9	粗铜
PVC 管材	0.25	门窗
门窗（铝合金中空）	0.8	木材
木材	0.65	再生料

9 装配式建筑构件碳足迹与碳标签等级

9.1 一般规定

9.1.1 根据国际标准化组织的定义，碳足迹的全生命期评价指的是对一个产品系统的生命期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价，其核算阶段包括完整的全生命期（从摇篮到坟墓，B2C），即原材料生产、原材料运输、产品制造、配送销售、使用回收等五个阶段；以及部分生命期（从摇篮到大门，B2B），其中仅包括原材料生产、原材料运输、产品制造三个阶段。

9.2 装配式建筑构件碳足迹计算

1 数据收集

在绘制出产品全生命期的流程图、确定碳足迹核算边界后，需收集计算碳足迹所需的两类数据：活动水平数据与排放因子数据。数据收集、流程图绘制和核算边界的确定，已将产品全生命期阶段划分为不同的功能单元。对于每一功能单元内原料或能源等碳排放源（如运输燃油、耗用电量等）的消耗量进行数据统计与记录，即活动水平数据；此外，还需收集消耗上述单位数量的原料或能源所产生的温室气体排放量，将能源消耗转换为温室气体排放量，即碳排放因子数据。

2 活动水平数据

活动水平数据代表的是产品生命期内各阶段所耗用的物料和能源的数量。活动水平数据按照获得数据的来源的不同，划分为初级活动水平数据与次级活动水平数据。初级活动水平数据获取来源

或是产品生产制造企业内部，或者是供应链中上下游商家的直接测量。次级活动水平数据的获取则是并未针对特定产品进行测量，例如通过对同行业的同类产品进行平均测量，将获得的平均数值作为所需数据。因此，在搜集活动水平数据时，应尽可能搜集到初级活动水平数据，因为初级活动水平数据相比次级活动水平数据更加精确真实，计算结果更加真实准确，有利于分析碳足迹构成，提出相应减排措施。若无法获取初级活动水平数据，只能使用次级活动水平数据时，数据库中的数据、文献数据以及行业协会的行业报告或汇总数据都可用。

3 排放因子数据

排放因子代表消耗每单位原料或能耗所排放的温室气体的量。排放因子是一种转换中介，将活动水平数据转换为温室气体排放量。

4 碳足迹计算

根据流程图绘制、边界确定和数据收集进行碳足迹计算。

9.3 装配式建筑构件碳标签等级

9.3.1 碳标签指对人为活动直接或间接产生的温室气体进行量化及评估，并以标签的形式告知消费者产品的碳信息，形成集数据与管理于一体的综合指标评价体系，碳标签评价活动是在碳足迹认证的基础上开展的工作。其实就是反映具体一个产品的二氧化碳排放量的标签。

“碳标签”，也就是“碳足迹计算”，通过对产品全生命期碳排放的计算分析，企业可将其产品的碳足迹以贴上“碳标签”的方式告知消费者，从而引导消费者的市场购买行为。所以说，碳标签就是产品碳足迹的量化标注，“碳”耗用得越多，导致地球暖化的二氧化碳也制造得越多，碳足迹就越大，标注在产品上的碳标签也就越大，反之，碳标签就小。