

ICS ***

中国建筑节能协会团体标准

CCS ***

T/CABEE 0XX-20XX

住宅建筑碳排放计算导则

Calculation guidelines for residential building carbon emission

(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

住宅建筑碳排放计算导则

Calculation guidelines for residential building carbon emission

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

出版社

20XX 北京

前言

根据住房和城乡建设部《“十四五”建筑业发展规划》、《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》的要求，经广泛调查研究，认真总结实际经验，贯彻《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021，并在广泛征求意见的基础上，中建生态环境集团有限公司联合东南大学编写《住宅建筑碳排放计算导则》，规范化、标准化住宅建筑碳排放计算，助力建筑领域碳达峰工作。

本导则的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.现浇住宅建筑碳排放计算；5.装配式住宅建筑碳排放计算；6.基于BIM的住宅建筑碳排放计算。

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：010-57811281，邮箱：biaoban@cabee.org），由中建生态环境集团有限公司和东南大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中建生态环境集团有限公司(联系地址：北京市海淀区三里河路15号中建大厦A座，邮政编码：100089，联系电话：)。

本标准主编单位：

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1 总 则	5
2 术 语	8
3 基本规定	11
4 现浇住宅建筑碳排放计算	12
4.1 一般规定	12
4.2 建材生产及运输阶段	12
4.3 建造阶段	13
4.4 运行阶段	15
4.5 拆除处置阶段	24
5 装配式住宅建筑碳排放计算	27
5.1 一般规定	27
5.2 装配式住宅各阶段碳排放计算过程	28
6 基于BIM的住宅建筑碳排放计算	33
6.1 一般规定	33
6.2 建材生产及运输阶段	33
6.3 建造阶段	34
6.4 运行阶段	35
6.5 拆除及处置阶段	35
附录A 建材碳排放因子	37
附录B 建材运输碳排放因子	44
附录C 常用施工机械台班能源用量	46
附录D 主要能源碳排放因子	53
附录E 临时设施碳排放因子	56
附录F 碳汇相关数据	57
附录G 冷水计算温度表	60
附录H 电梯运行参数	61

附录I 全国各地太阳能总辐射量与年平均日照当量	62
附录J 住宅照明参数	63
附录K 电器设备功率密度及使用率	64
附录L 建筑废弃物产生量及处置数据	65
引用标准名录	67

Contents

1 General Provisions	5
2 Terms	8
3 Basic Regulations	11
4 Carbon Emission Calculation for Cast-in-place Residential Buildings	12
4.1 General Requirements	12
4.2 Building Material Production and Transportation Period	12
4.3 Construction Period	13
4.4 Operation Period	15
4.5 Demolition Period	24
5 Carbon Emission Calculation of Prefabricated Residential Buildings	27
5.1 General Requirements	27
5.2 Each Stage of Carbon Emission Calculation for Prefabricated Residential Buildings	28
6 BIM-based Carbon Emission Calculation for Residential Buildings	33
6.1 General Requirements	33
6.2 Building Material Production and Transportation Period	33
6.3 Construction Period	34
6.4 Operation Period	35
6.5 Demolition Period	35
Appendix A Carbon Emission Factor for Building Material	37
Appendix B Carbon Emission Factor for Building Material Transportation	44
Appendix C Fuel Consumption Rating Per Machine Per Team	46
Appendix D Main Energy Carbon Emission Factor	53
Appendix E Temporary Facility Carbon Emission Factor	56
Appendix F Carbon Sink Data	57
Appendix G Cold water Temperature Calculation table	60

Appendix H Elevator Operating Parameters	61
Appendix I Total Solar Radiation and Annual Average Sunshine Equivalent ..	62
Appendix J Residential Lighting Parameters	63
Appendix K Electrical Equipment Power Density and Usage Rate	64
Appendix L Construction Waste Generation and Disposal data	65
List of Quoted Standards	67

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家有关应对气候变化和节能减排的方针政策，规范住宅建筑碳排放计算方法，助力建筑业节能减排，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于对新建、扩建和改建的单栋住宅建筑或建筑群在建材生产及运输、建造、运行、拆除阶段进行的碳排放计算。

1.0.3 对住宅建筑碳排放进行计算除应符合本导则外，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、运行、拆除处置阶段产生的温室气体排放的总和，最终以二氧化碳当量表示。

2.1.2 计算边界 accounting boundary

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

2.1.3 碳排放因子 carbon emission factor

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

2.1.4 可再生能源 renewable energy

指在自然界中不会随本身的变化或人类的利用而日益减少并有规律的得到补充的风能、太阳能、水能、生物质能、地热能等非化石能源。

2.1.5 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。

2.1.6 建筑碳排放强度 carbon intensity of buildings

单位建筑面积全年所产生的二氧化碳排放量（ $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ）。

2.1.7 热源效率 thermal efficiency

对于特定热能转换装置，其有效输出的能量与输入的能量之比，是无量纲指标，一般用百分比表示。

2.1.8 照明功率密度 lighting power density

建筑的房间或场所，单位面积的照明安装功率，含光源、镇流器、变压器的功耗。

2.1.9 太阳能总辐射量 total solar irradiation

全年接收到太阳辐射能的面密度。

2.1.10 太阳能热水系统 solar water heating system

将太阳能转换成热能以加热水的系统装置。包括太阳能集热器、贮热水箱、泵、连接管路、支架、控制系统和必要时配合使用的辅助能源。

2.1.11 电器功率密度 electrical power density

建筑的房间或场所，单位面积的电气设备安装功率。

2.1.12 全球变暖潜值 global warming potential

在固定时间范围内 1kg 物质与 1kg 二氧化碳 (CO₂) 的脉冲排放引起的时间积累辐射力的比率。

2.1.13 单位面积碳排放强度 carbon emission intensity per area

单位建筑面积的碳排放总量，建筑碳排放总量除以建筑面积，该指标可用于分析建筑碳排放。

2.1.14 平均每年碳排放强度 average annual carbon emission intensity

建筑平均每一年碳排放总量，以建筑碳排放总量除以建筑设计寿命，该指标可用于分析建筑碳排放。

2.1.15 单位面积、平均每年碳排放强度 average annual carbon emission intensity per area

平均每一考核年度的单位建筑面积碳排放量，用建筑碳排放总量除以建筑面积再除以建筑设计寿命，该指标可用于分析建筑碳排放。

2.2 符 号

2.2.1 住宅建筑总体碳排放

C_{sc}——建材生产过程碳排放；

C_{ys}——建材运输过程碳排放；

C_{jz}——建造过程碳排放；

C_{yx}——运行期碳排放；

C_{cc}——拆除过程碳排放；

C_{cz}——处置过程碳排放；

C_p——绿化、水体碳汇。

【条文说明】碳排放来源主要来自化石燃料的燃烧释放。严格来看，通常建筑本体（不包括建筑内的生产生活）直接碳排放量较少，主要为间接碳排放。从碳排放源来看，住宅全生命期的碳排放主要包括几个方面：一是建筑材料的生产、

运输过程的化石能源消耗和能耗；二是建筑建造阶段施工机械使用的化石能源消耗和能耗；三是住宅建筑运行阶段终端设备能耗；四是废弃物处置阶段机械、运输车辆使用带来的碳排放。

建筑碳排放涉及到众多的行业领域，如建筑材料的生产主要由制造业完成，施工则涉及到建筑业，在建筑使用过程的碳排放则主要是由电力供应引起。因此，建筑碳排放实质是建筑活动造成的多个产业领域内的碳排放总和。

2 基本规定

3.0.1 住宅建筑碳排放计算应以单栋住宅建筑或住宅建筑群为计算对象。

3.0.2 住宅建筑碳排放计算应根据现浇或装配式两种不同的建造方式按阶段进行计算，并将分段计算结果累计为住宅建筑全生命期碳排放。

3.0.3 住宅建筑碳排放计算应包含《IPCC国家温室气体清单指南》中列出的各类温室气体。

3.0.4 住宅建筑碳排放量应按本标准提供的方法和数据进行计算，宜采用基于本标准计算方法、数据开发的碳排放计算软件。

3.0.5 本标准提出了应用建筑信息模型(BIM)技术进行住宅碳排放量计算的原则和基础。

4 现浇住宅建筑碳排放计算

4.1 一般规定

4.1.1 现浇住宅建筑碳排放计算应包括其全生命周期范围内的碳排放，包括建材生产及运输阶段、建造阶段、运行阶段、建筑拆除处置四个主要阶段。

【条文说明】依据国际标准化组织的ISO 14067标准，作为产品的建筑在碳排放计算时，应计算其全生命周期碳排放。住宅建筑全生命周期包括建材生产及运输阶段、建造阶段、运行阶段、建筑拆除处置四个主要阶段。在实际建筑碳排放计算中，鼓励对建筑全生命周期碳排放进行综合计算分析，也可针对单个阶段碳排放进行计算分析。

4.2 建材生产及运输阶段

4.2.1 建材碳排放应包含建材生产阶段及运输阶段的碳排放，并按现行国家标准《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。

4.2.2 建材生产及运输阶段碳排放计算应包括建筑主体结构材料、建筑围护结构材料、建筑构件和部品、装配式构件、建筑装饰材料等，纳入计算的主要建筑材料的确定应符合下列规定：

- 1 所选主要建筑材料的总重量不应低于建筑中所耗建材总重量的95%；
- 2 当符合条第1款的规定时，重量比小于0.1%的建筑材料可不计算。

4.2.3 建材生产阶段，碳排放可按下式计算：

$$C_{SC} = \sum_{i=1}^n M_i F_i \quad (4.2.3)$$

式中： C_{SC} ——建材生产阶段碳排放(kgCO₂e)；

M_i ——第*i*种主要建材的消耗量；

F_i ——第*i*种主要建材的碳排放因子(kgCO₂e/单位建材数量)。

【条文说明】建材生产阶段，碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 主要建材消耗量应通过查询设计图纸、采购清单等工程建设相关资料确定；

2 建筑材料碳排放因子是建材碳排放计算的基础数据，在以建筑为对象计算建材生产阶段的碳排放时，不再考虑碳排放因子的测算，应直接使用已有的碳排放因子。

3 建材生产碳排放因子宜选用经第三方审核的碳足迹数据。当无第三方提供时，建材生产碳排放因子 F_i 可根据建材种类按附录A确定；

4 建材生产阶段碳排放因子应包括涉及原材料和能源的开采、生产和运输，以及建筑材料生产过程的直接碳排放；

5 建材生产时，当使用低价值废料作为原料时，可忽略其上游过程的碳过程。当使用其他再生原料时，应按其可替代的初生原料的比例进行折减，具体见4.5.2。

4.2.4 建材运输阶段，碳排放可按下式计算：

$$C_{YS} = \sum_{i=1}^n M_i D_i T_i \quad (4.2.4)$$

式中： C_{YS} ——建材运输过程碳排放(kgCO₂e)；

M_i ——第*i*种主要建材的消耗量(t)；

D_i ——第*i*种建材的平均运输距离(km)；

T_i ——第*i*种建材的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子[kgCO₂e/(t·km)]。

【条文说明】建材运输阶段，碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 主要建材的运输距离宜优先采用实际的建材运输距离，当实际建材运输距离未知时，可采用本导则附录B中的默认值取值；

2 T_i 为单位运输距离的碳排放因子,可根据运输方式按本导则附录B中缺省值取值。

4.3 建造阶段

4.3.1 住宅建筑建造阶段的碳排放应包括完成各分部分项工程施工产生的碳排放和各项措施项目实施过程产生的碳排放。

4.3.2 建筑建造的碳排放的计算边界如下：

1 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 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；

3 施工场地区域内机械设备、小型机具、临时设施等使用过程中消耗能源产生的碳排放应计入；

4 施工阶段的办公用房、生活用房和库房等简易临时房屋安装和拆除的碳排放可不计入建筑装饰施工阶段碳排放。

4.3.3 建筑建造阶段的碳排放量应按下列公式计算：

$$C_{JZ} = C_{jx} + C_{ls} \quad (4.3.3-1)$$

$$C_{jx} = \sum_{i=1}^n B_i K_i N F_i \quad (4.3.3-2)$$

$$C_{ls} = Q_{rg} f_{ls} \quad (4.3.3-3)$$

式中： C_{JZ} ——建造阶段碳排放(kgCO₂e)；

C_{jx} ——施工区域内机械能源消耗碳排放量(kgCO₂e)；

C_{ls} ——施工临时设施消耗能源消耗碳排放量(kgCO₂e)；

B_i ——建造阶段第*i*种施工机械台班消耗量；

K_i ——第*i*种施工机械单位台班的能源消耗量(kWh/台班或kg/台班)；

NF_i ——第*i*种施工机械对应能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh或kgCO₂e/kg)；

Q_{rg} ——施工阶段综合人工工日；

f_{ls} ——单位工日临时设施碳排放因子(kgCO₂e/工日)。

【条文说明】 建筑建造阶段，碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 K_i 包括所有分部分项工程及措施项目消耗的机械台班数；

2 小型施工机具不应列入机械台班消耗量，但其消耗的能源列入材料部分的能源用量；

3 K_i 可根据机械类型按本导则附录C确定， NF_i 根据能源类型可按本导则附录D确定；

4 在可直接获取临时设施能源消耗量时， C_{ls} 直接用能耗量分别乘以对应碳排放因子加总得到；

5 在缺少临时设施用能量数据时，可按4.3.3-3公式计算， f_{ls} 临时设施碳排放因子应根据临时设施布置方案计算得到；

6 工地宿舍等生活用房照明能耗较少，但工人居住较为密集，热水使用强度较高，因此各类临时建筑能耗可统一参照《民用建筑能耗标准》GB/T 51161-2016中的办公建筑指标进行计算。施工现场人均临时设施面积取5m²/人计

算临时设施能耗指标和碳排放因子，计算结果如附录E所示。

4.4 运行阶段

4.4.1 住宅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能源消耗产生的碳排放量和可再生能源及碳汇系统的减碳量。包括暖通空调、生活热水、照明及电梯、家用电器、炊事、生活用水在建筑运行期间的碳排放量以及可再生能源、碳汇系统的减碳量。

4.4.2 碳排放计算中采用的建筑寿命应按照建筑设计文件中的“设计使用年限”，一般为50年。其中采用的建筑装饰寿命应与实际使用寿命或设计文件一致，当建筑装饰尚未报废且设计文件不能提供时，室内装饰应按10年计算，室外装饰应按25年计算。

4.4.3 住宅建筑运行阶段碳排放量应根据各系统能源消耗量和能源的碳排放因子确定，建筑运行阶段的总碳排放量(C_{YX})应按下列公式计算：

$$C_{YX} = \sum_{i=1}^n E_i F_i - C_P \quad (4.4.3-1)$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n (E_{i,j} - ER_{i,j}) \quad (4.4.3-2)$$

式中： C_{YX} ——建筑运行阶段碳排放量(kgCO_2e)；

E_i ——建筑运行阶段第*i*类能源消耗量；

F_i ——第*i*类能源的碳排放因子；

$E_{i,j}$ ——第*j*类系统的第*i*类能源消耗；

$ER_{i,j}$ ——第*j*类系统消耗由可再生能源系统提供的第*i*类能源量。

【条文说明】 建筑运行阶段，碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

各类能源消耗包括电能、气、油、煤等，在计算时应扣除可再生能源提供的部分。各类能源的碳排放因子可根据本导则附录D确定。碳汇系统减碳量根据建筑绿地面积计算，即绿地植物通过光合作用的固碳释氧效应产生的减碳量，各类绿化碳汇数据可根据本导则附录F确定。

4.4.4 住宅生活热水系统能耗可按下列公式计算，采用的生活热水系统的热源效率、设计冷水温度、设计热水温度等参数应与设计文件一致：

$$C_r = 4.187 \frac{m q_r (t_r - t_1) \rho_r T}{\eta_r \eta_w} K F_w \quad (4.4.4)$$

式中： C_r ——生活热水年碳排放量(kgCO₂e/a)；

4.187——水的比热容(kJ/(kg·°C))；

m ——用水计算单位数(人或面积m²)；

q_r ——热水用水定额(L/(人·d)或L/(m²·d))；

t_r ——设计热水温度(°C)；

t_1 ——设计冷水温度(°C)；

ρ_r ——热水密度(kg/L)；

T ——一年生活热水使用时长(d)；

η_r ——管网输配效率(%)；

η_w ——生活热水系统热源年平均效率(%)；

K ——生活热水耗热量与能源的转换系数，当热水系统采用电力时，该系数为 $\frac{1}{3600}$ (kWh/kJ)；

F_w ——生活热水消耗能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh或kgCO₂e/kg，根据能源形式确定)。

【条文说明】建筑物生活热水系统的碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 热水用水定额应按现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB5055中要求或实际调查统计数据确定；

2 热水设计温度一般为60°C，冷水设计温度应按当地年平均水温取值，可参考附录G；

3 管网输配效率(η_r)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，以百分数表示，应根据给排水系统设计参数取值。全日集中热水供应系统，单体建筑管网输配效率可取96%-98%，小区可取95%-97%；

4 生活热水系统热源效率应与设计文件保持一致，在缺少相关参数时，一般取0.95、0.88、0.80。

4.4.5 空调系统碳排放应包括空调系统能源消耗产生的温室气体排放以及由于制冷剂使用而产生的温室气体排放，可按下列公式计算：

$$C_{hv} = (E_h + E_r)EF_e A + C_c \quad (4.4.5-1)$$

$$C_c = \frac{m_r}{y_e} GWP_r / 1000 \quad (4.4.5-2)$$

式中： C_{hv} ——空调系统碳排放量(kgCO_{2e})；

E_h ——单位面积采暖耗电量(kWh/m²)；

E_r ——单位面积空调制冷耗电量(kWh/m²)；

EF_e ——电力能源的碳排放因子(kgCO_{2e}/kWh)；

A ——建筑面积(m²)；

C_c ——建筑使用制冷剂产生的碳排放量(kgCO_{2e})；

m_r ——设备的制冷剂充注量(kg/台)；

y_e ——设备使用寿命(a)；

GWP_r ——制冷剂的全球变暖值。

【条文说明】空调系统的碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 应采用动态模拟软件对供暖、供冷耗冷热量进行模拟，并按《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015附录C中C.0.7中公式、参数折算采暖(E_h)、供冷(E_r)耗电量；

2 能耗模拟计算过程应符合现有相关标准中要求，运行时间、人员、设备、照明内热等参数应根据实际情况进行设置，在具体模拟参数要求可参考《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021附录C；

3 在计算制冷剂产生的温室气体排放时应统计各台设备的制冷剂类型，由台数乘以每台设备充注量得到 m_r ，之后换算得各类型制冷剂碳排放量并加总。

4.4.6 住宅建筑供暖系统碳排放计算可分为严寒地区、寒冷地区和夏热冬暖A区、夏热冬冷和温和地区两类，分别按下列公式进行计算：

$$C_{H1} = Q_H EF_h \quad (4.4.6-1)$$

$$C_{H2} = \frac{Q_H}{\eta} EF_i \quad (4.4.6-2)$$

$$E_C = \frac{Q_H}{A \times COP_H} \quad (4.4.6-3)$$

$$C_C = E_C EF_e A \quad (4.4.6-4)$$

式中： C_{H1} ——严寒地区和寒冷地区采用集中供热方式全年供暖系统年碳排放(kgCO_{2e})；

C_{H2} ——严寒地区和寒冷地区采用区域锅炉供热方式全年供暖系统年碳排放(kgCO₂e);

Q_H ——全年累计耗热量(kWh);

EF_h ——市政集中供热碳排放因子, 取0.112 tCO₂e /GJ;

A ——总建筑面积(m²);

η ——锅炉的供暖系统综合效率, 若热源为燃煤则取0.81;

EF_i ——锅炉所采用热源的碳排放因子(tCO₂e /GJ);

E_C ——夏热冬暖A区、夏热冬冷和温和地区全年供暖耗电量(kWh/a);

COP_H ——供暖系统综合性能系数, 取2.6;

C_H ——夏热冬暖A区、夏热冬冷和温和地区全年供暖系统年碳排放(kgCO₂e);

4.4.7 照明系统碳排放可按下列公式计算:

$$E_{zm} = \frac{12 \sum_i P_i A_i t_i}{1000} \quad (4.4.7-1)$$

$$C_{zm} = E_{zm} EF_e \quad (4.4.7-2)$$

式中: E_{zm} ——照明系统年能耗(kWh/a);

P_i ——第*i*个房间照明功率密度值(W/m²);

A_i ——第*i*个房间面积(m²);

t_i ——月照明小时数(h/月);

C_{zm} ——照明系统年碳排放(kgCO₂e/a);

EF_e ——电力能源的碳排放因子(kgCO₂e /kWh);

【条文说明】建筑碳排放计算采用的照明功率密度值, 月照明小时数可根据房间类型按附录J住宅建筑照明参数表进行选取, 也可根据设计文件及实际使用情况确定;

4.4.8 电梯系统碳排放可按下列公式计算:

$$E_{dt} = \frac{3.6 P t_a V W + E_{standby} t_s}{1000} \quad (4.4.8-1)$$

$$C_{dt} = E_{dt} EF_e \quad (4.4.8-2)$$

式中： E_{dt} ——一年电梯能耗(kWh/a)；

P ——特定能量消耗(mWh/kgm)；

t_a ——电梯年平均运行时间(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 ——电梯年平均待机时间(h)；

EF_e ——电力能源的碳排放因子(kgCO_{2e}/kWh)；

C_{dt} ——一年电梯运行碳排放(kgCO_{2e}/a)。

【条文说明】电梯系统的碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 电梯系统能耗计算中采用的电梯速度、额定载重量等参数应与设计文件或产品铭牌一致；

2 电梯运行时间和待机时间宜根据实际运行时间确定，也可根据电梯使用强度以及建筑类型按附录H中缺省值设定；

3 特定能量消耗 P 及 $E_{standby}$ 电梯待机时能耗应与电梯铭牌保持一致，缺少相关数据时，可根据运行能量性能等级、空闲/待机能量性能等级按附录H数据确定。

4.4.9 可再生能源系统包括太阳能生活热水系统、光伏系统、地源热泵系统和风力发电系统，通过可再生能源系统产生的热能和电能应从总能耗中扣除。当可再生能源为整个小区或多栋建筑供能时，应按供能面积占比进行折算。

4.4.10 太阳能热水器系统提供能量可按下列公式计算：

$$Q_s = \frac{A_c J_T (1 - \eta_L) \eta_{cd} \eta_r \eta_s}{3.6} \quad (4.4.10-1)$$

$$C_{sh} = Q_s F_w \quad (4.4.10-2)$$

式中： Q_s ——太阳能热水器系统年供能量(kWh/a)；

A_c ——太阳能集热器面积(m²)；

J_T ——太阳集热器采光面上的年平均太阳辐照量[MJ/(m²·a)]；

η_{cd} ——集热器平均集热效率(%)；

η_L ——管路和储热装置的热损失率(%)；

η_r ——生活热水输配效率(%)；

η_s ——太阳能热水器平均效率(%);

C_{sh} ——太阳能热水系统的年减碳量(kgCO₂e/a);

F_w ——生活热水消耗能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh或kgCO₂e/kg, 根据能源形式确定)。

【条文说明】太阳能热水器系统的碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求:

1 太阳集热器采光面上的年平均太阳辐照量 J_T 与光伏电池表面的年太阳辐射照度 I 均根据太阳能接受辐射方向(斜面、水平面)以及建筑位置得出。不同地区太阳能年辐射量可参考附录I中数值;

2 集热器平均集热效率 η_{cd} 、管路和储热装置的热损失率 η_L 、生活热水输配效率 η_r 、太阳能热水器平均效率 η_s 应根据产品信息进行确定;

3 对于太阳能热水系统, 现有标准要求集热器平均集热效率 η_{cd} 应大于42%;

4 太阳能集热系统中贮热水箱和管路的热损失率, 如缺少产品信息, 根据经验取值宜为0.20~0.30;

5 地源热泵系统的节能量应计算在暖通空调系统能耗内。

4.4.11 光伏系统的年发电量及减碳量可按下列公式计算:

$$E_{PV} = IK_E(1 - K_S)A_p \quad (4.4.11-1)$$

$$C_{PV} = E_{PV} EF_e \quad (4.4.11-2)$$

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·a)];

K_E ——光伏电池的转换效率(%);

K_S ——光伏系统的转换效率(%);

A_p ——光伏系统光伏面板净面积(m²);

EF_e ——电力能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh);

C_{PV} ——光伏系统年减碳量(kgCO₂e/a)。

【条文说明】光伏系统的碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求:

1 光伏系统的转换效率 K_S 应根据产品信息进行确定;

2 光伏电池转换效率根据光伏电池材质确定。晶体硅电池效率应大于19%, 薄膜电池大于12%。光伏系统效率, 可取75%~80%。

4.4.12 风力发电机组年发电量及减碳量应按下列公式计算:

$$C_{wt} = E_{wt} EF_e \quad (4.4.12-1)$$

$$E_{wt} = 0.5\rho C_R(z)V_0^3 A_w \rho \frac{K_{WT}}{1000} \quad (4.4.12-2)$$

$$C_R(z) = K_R \ln(z/z_0) \quad (4.4.12-3)$$

$$A_w = 5D^2/4 \quad (4.4.12-4)$$

$$EPF = \frac{APD}{0.5\rho V_0^3} \quad (4.4.12-5)$$

$$APD = \frac{\sum_{i=1}^{8760} 0.50\rho V_i^3}{8760} \quad (4.4.12-6)$$

式中： C_{wt} ——风力发电机组年减碳量(kgCO₂e/a)；

EF_e ——电力能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh)；

E_{wt} ——光伏系统的年发电量(kWh/a)；

ρ ——空气密度，取1.225kg/m³；

$C_R(z)$ ——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 ——年可利用平均风速(m/s)；

A_w ——风机叶片迎风面积(m²)；

D ——风机叶片直径(m)；

EPF ——根据典型气象年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。

4.4.13 地源热泵系统常规能源替代量及减碳量应按下列公式计算：

$$E_s = E_t - E_r \quad (4.4.13-1)$$

$$E_r = E_{rc} + E_{rh} \quad (4.4.13-2)$$

$$E_{rc} = \frac{Q_c}{EER_{sys}} \quad (4.4.13-3)$$

$$E_{rh} = \frac{Q_H}{COP_{sys}} \quad (4.4.13-4)$$

$$C_s = E_s EF_e \quad (4.4.13-5)$$

式中： E_t ——常规供暖制冷系统全年耗电量(kWh/a)；

E_r ——地源热泵系统全年耗电量(kWh/a)；

E_s ——常规能源替代量(kWh/a);
 E_{rc} ——地源热泵系统全年制冷耗电量(kWh/a);
 E_{rh} ——地源热泵系统全年制热耗电量(kWh/a);
 Q_H ——全年累计耗热量(kWh);
 Q_C ——全年累计耗冷量(kWh);
 EER_{sys} ——地源热泵系统的制冷能效比;
 COP_{sys} ——地源热泵系统的制热性能系数;
 EF_e ——电力能源的碳排放因子(kgCO_{2e}/kWh);
 C_s ——地源热泵系统年减碳量(kgCO_{2e}/a);

4.4.14 住宅建筑用于炊事活动直接产生的二氧化碳排放可按下式计算:

$$C_{cs} = \sum_i (FC_i \cdot EF_i \cdot NCV_i \cdot 10^{-6}) \quad (4.4.14)$$

式中: C_{cs} ——炊事系统的年碳排放量(kgCO_{2e}/a);

FC_i ——第*i*种化石燃料的消耗量(t或10³m³);

EF_i ——第*i*种燃料的排放因子(kgCO_{2e}/TJ);

NCV_i ——第*i*种化石燃料的平均低位发热值(kJ/kg或kJ/m³);

i——化石燃料的种类。

【条文说明】炊事活动的碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求:

- 1 住宅建筑年用于炊事活动的直接产生的二氧化碳排放 E , 为该建筑中每户用于炊事活动直接产生的二氧化碳排放之和;
- 2 在计算时应通过燃气账单确定燃料消耗量,在缺少具体消耗量时,可根据同类型建筑燃气用量进行类比;
- 3 化石燃料的碳排放因子 EF 应根据不同化石燃料的种类选取对应数值,详见附录D表D.0.1;平均低位发热值 NCV 应根据不同化石燃料的种类选取对应数值,详见附录D表D.0.3;
- 4 计算时应保证化石燃料的消耗量的单位与该种化石燃料的平均低位发热值相对应。

4.4.15 居民日常生活中使用自来水产生的二氧化碳排放可按下式计算:

$$C_w = M_w \times EF_w \quad (4.4.15)$$

式中: C_w ——使用自来水产生的建筑二氧化碳排放量(t);

M_w ——年用自来水量(t);

EF_w ——自来水碳排放因子。

【条文说明】日常生活的碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求:

1 住宅建筑用水主要在卫浴、清洁、饮用和烹饪三个方面产生,具体用水量与用户行为相关性大,可直接采用用水账单数据。如缺少准确数据,可采用《民用建筑节能设计标准》GB 50555-2010中定额数据。

2 一般认为自来水碳排放因子为 $0.168\text{kgCO}_2/\text{t}$,即 $EF_w = 0.168\text{kgCO}_2/\text{t}$ 。也可根据所在地区水务部门公布的单位生产、处理能耗数值进行折算。

4.4.16 居民日常生活使用冰箱、电脑、电视、洗衣机等家用电器时,产生的二氧化碳排放可按下式计算:

$$E_{dq} = \sum_{i=1}^n R_i TR_i + D_i TD_i \quad (4.4.16-1)$$

$$E_{dq} = WAT_t \quad (4.4.16-2)$$

$$C_{dq} = E_{dq} EF_e \quad (4.4.16-3)$$

式中: E_{dq} ——年使用电器耗电量 (kWh/a);

R_i ——第*i*种电器的年运行时间(h);

TR_i ——第*i*种电器的运行功率(kW);

D_i ——第*i*种电器的年待机时间(h);

TD_i ——第*i*种电器的待机功率;

W ——单位面积电器设备功率密度(W/m^2);

A ——建筑面积(m^2);

T_t ——电器设备年使用时间(h);

C_{dq} ——年使用电器碳排放量($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{a}$)。

【条文说明】家用电器的碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求:

1 实际电器在运行时的功率与额定功率存在区别,一般为额定功率的

70-90%。同类电器因其功能、品牌不同，额定功率也存在差异。

2 一些电器设备在不工作时，处于软关机状态，控制电路还在工作，即热备用状态。热备用状态下设备耗电功率即为待机功率。

3 电器的运行、待机时间与使用者行为模式相关，应根据用户使用习惯确定。

4 在难以获取详细设备功率的情况下，可根据公式4.4.16-3进行大致计算，通过单位面积电器设备功率密度乘以建筑面积得到用电量。单位面积电器功率密度可参考附录K。

5 T_t 可根据附录K中电器设备逐时使用率折算得出。

4.5 拆除处置阶段

4.5.1 建筑拆除阶段的碳排放应包括人工拆除和使用小型机具机械拆除使用的机械设备消耗的各种能源动力产生的碳排放，可包括拆除工人产生的碳排放，拆除阶段碳排放计算时间边界应从拆除起至拆除肢解并从楼层运出止。

4.5.2 建筑拆除阶段的碳排放量按下式计算：

$$C_{cc} = \sum_{i=1}^n T_i M_i F_i + Q_{rg} f_{rg} \quad (4.5.2)$$

式中： C_{cc} ——建筑拆除阶段碳排放量(kgCO₂e)；

T_i ——建筑拆除阶段第*i*种施工机械台班消耗量；

M_i ——第*i*种施工机械单位台班的能源消耗量(kWh或kg)；

F_i ——第*i*种施工机械对应能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh或kgCO₂e/kg)；

Q_{rg} ——建筑拆除阶段综合人工工日；

f_{rg} ——综合人工工日碳排放因子。

【条文说明】建筑拆除阶段的碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 拆除阶段碳排放量计算方式与建造阶段类似，参数具体含义可参考建造阶段释义。

2 建筑物爆破拆、静力破损拆除及机械整体性拆除的能源用量应根据拆除专项方案确定。

4.5.3 城市建筑固体废弃物处置的碳排放量按下式计算：

$$C_{cz} = C_{gy} + C_{xh} + C_{tm} \quad (4.5.3)$$

式中： C_{cz} ——建筑拆除阶段碳排放量(kgCO₂e)；

C_{gy} ——固废运输过程碳排放(kgCO₂e)；

C_{xh} ——循环过程碳排放(kgCO₂e)；

C_{tm} ——填埋过程碳排放(kgCO₂e)。

【条文说明】城市建筑固体废弃物主要来源于建筑物的新建、改造、拆除以及装饰装修工程等，其中建筑物拆除建筑固废的产生量最大。固体废弃物可以通过回收，制成可再生建筑产品，无法回收的部分也需要采用填埋、焚烧等方式进行处置。可将建筑拆除产生固体废物处置过程划分为运输、循环利用、填埋三个主要阶段。

4.5.4 建筑拆除产生固体废物种类多样，主要包括混凝土、砖和砌块、砂浆、金属、木材等几个类别。对处置阶段碳排放进行计算，首先需要确定建筑拆除产生的废弃物量，在可获得实际各类废物量产生量时，应采用实际值。在设计、施工、运行阶段或数据难以获取情况下，拆除建筑产生的各类废弃物可按下式进行估算。

$$WC_i = A_c \times q_c \quad (4.5.4)$$

式中： WC_i ——拆除产生的第*i*种废弃物总重量(t)；

A_c ——被拆建筑的总面积(m²)；

q_c ——拆除建筑的废弃物产生量指标(t/m²)，主要废弃物产生量指标可按本标准附录L的规定取值。

4.5.5 固体废弃物的运输过程中碳排放量按下式计算：

$$C_{gy} = \sum_{i=1}^n W_i D_i T_i \quad (4.5.5)$$

式中： T_i ——第*i*种运输方式单位运输距离的碳排放因子(kgCO₂e/(t·km))；

W_i ——运输重量(t)；

D_i ——运输距离(km)。

【条文说明】固废运输过程碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 固废运输包括两个部分：从拆除现场到回收厂；从拆除现场到填埋场。两部分运输重量及运输距离不同，应分开进行计算；

2 固废运输距离应根据建设场地位置、周边处置厂家、周边填埋场距离进行估计，缺少相关数据情况下可取50km；

3 T_i 为单位运输距离的碳排放因子,根据运输方式按本导则附录E取值。

4.5.6 固体废弃物循环过程中碳排放量按下列公式计算:

$$C_{\text{sh}} = C_{\text{hs}} - C_{\text{td}} \quad (4.5.6-1)$$

$$C_{\text{hs}} = \sum_{i=1, j=1}^n K_{ij} M_i R_j \quad (4.5.6-2)$$

$$C_{\text{td}} = \sum_{i=1, j=1}^n K_{ij} M_i F_j \quad (4.5.6-3)$$

式中: C_{hs} ——废弃物回收处理过程碳排放(kgCO₂e);

R_j ——回收生产单位质量第 j 种废弃物产生的碳排放(kgCO₂e/kg);

M_i ——第 i 种可以进行回收利用的废弃物重量(t);

K_{ij} ——回收第 i 种废弃物可产生的第 j 种再生建材的比例;

C_{td} ——再生建材替代传统建材产生的减碳效益量(kgCO₂e);

F_j ——第 j 种再生建材产生可替代的传统建筑材料碳排放因子(kgCO₂e/kg)。

【条文说明】循环过程碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求:

1 不同种类废弃物存在不同的回收流程和工艺,金属制品一般只需简单分拣,混凝土等需要进行破碎,因此回收单位质量不同种类建筑废弃物的碳排放因子(R_j);

2 固体废弃物经过回收处置后,被制成再生骨料、再生微粉等,可代替传统材料的使用,所替代材料生产碳排放可以进行扣减,部分对应替代关系一级减量碳排放因子可参考附录L;

3 各类废弃物有不同的回收方式,同一类废弃物也会被制成不同的再生建材,应确定其比例,即 K_{ij} 。

4.5.7 填埋过程的碳排放量按下式计算:

$$C_{\text{tm}} = \sum_{i=1}^n (WC_i - M_i) L_i \quad (4.5.7)$$

式中: L_i ——填埋单位质量第 i 种废弃物产生的碳排放(kgCO₂e/t);

WC_i ——拆除产生的第 i 种废弃物总重量;

M_i ——可以进行回收利用的废弃物重量(t)。

【条文说明】填埋过程碳排放计算中,无法回收处置的固体废弃物需进行填埋处置。填埋后,会在一段时间内发生化学反应,产生温室气体。 L_i 为各种废弃物填埋后化学反应碳排放因子,可参考附录L中数值。

5 装配式住宅建筑碳排放计算

5.1 一般规定

5.1.1 装配式住宅全生命周期应包括以下阶段：材料制备阶段、构件生产阶段、物流转运阶段、构件装配及施工阶段、运营维护阶段、改造再利用阶段、拆除再利用阶段。

【条文说明】材料制备阶段，指使用各种设备和技术手段将原材料（如铁矿石、石灰石、铝土矿、铜矿、木材和石油等）开采、加工用作施工材料（如钢铁、水泥、铝和塑料）的阶段，包括原材料的开采、运输、制备环节。构件生产阶段，指工厂制作预制构件阶段，例如结构预制构件、门窗和复合墙板、建筑设备等产品，包括厂内的材料和构件周转环节。物流转运阶段，指检验合格后预制构件以及现浇工程材料运送到施工现场并完成卸货、堆场的过程。该阶段涉及建材的装车、运输、产品保护、卸货堆场等环节。构件装配及施工阶段，指在起重机械、转运设备等工具辅助支持下，构件由堆场按照施工组织方案进行现场装配以及完成现浇工程施工，直至建筑交付的环节。运营维护阶段，指从建筑装配完成后交付给业主开始，贯穿建筑正常使用过程，包括各种日常维修和设备维护，例如空调照明系统维修、给水排水系统维修、定期进行墙体翻新粉刷、定期检查围护结构和与建筑相关的基础设施系统等。改造再利用阶段，指为延长建筑自身使用寿命而进行的功能空间重新分割和再利用。拆除再利用阶段，指整栋建筑拆除为构件级别后，经质量评估鉴定重新用于其他建造项目中，也包括整体性拆除后在异地重新建设的过程。

5.1.2 装配式住宅在材料制备阶段、构件生产阶段、物流转运阶段、装配施工阶段和改造再利用阶段的碳排放量计算应以构件为核心进行计算。

【条文说明】装配式建筑作为建筑的一种特殊分类形式，以构件作为建筑的基本构成，用构件承载组成建筑的各种信息。以构件为核心，通过控制构件的各项信息，包括构件固有信息和构件施工信息，可以准确地对装配式建筑进行碳排放计量，优化建筑设计。装配式建筑的构件，根据功能性和独立性，通常分为5个部分：结构构件系统、围护构件系统、内装修构件系统、管线设备构件系统、环境构件系统。

5.1.3 装配式住宅碳排放量在材料制备阶段以及构建装配及施工阶段，应将预制工程以及现浇工程分开计算。

5.1.4 装配式住宅全生命周期各阶段中运营维护阶段和拆除再利用阶段的碳排放量计算可参照现浇住宅建筑计算。

5.2 装配式住宅各阶段碳排放计算过程

5.2.1 材料制备阶段，装配式建筑所用材料包括生产预制构件所用材料以及现浇工程建材，碳排放可按下式计算：

$$Q_{ZB} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot F_i + \sum_{j=1}^m M_j \cdot F_j \quad (5.2.1)$$

式中： M_i ——生产预制构件所用第*i*种材料的消耗量；

F_i ——预制构件所用第*i*种材料的碳排放因子(kgCO₂e/单位建材数量)；

M_j ——现浇工程所用第*j*种材料的消耗量；

F_j ——现浇工程所用第*j*种材料的碳排放因子(kgCO₂e/单位建材数量)。

【条文说明】材料制备阶段，碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 通过查询设计图纸、采购清单等工程建设相关技术资料确定主要建材消耗量；

2 建材生产阶段碳排放因子应包括涉及原材料和能源的开采、生产和运输，以及建筑材料生产过程的直接碳排放；

3 鼓励选用经第三方审核的建材生产碳排放因子。当无第三方提供时，建材生产碳排放因子*F_i*可根据建材种类按附录A确定；

4 建材生产过程中，当使用低价值废料作为原料时，可忽略其上游过程的碳过程。当使用其他再生原料时，应按其可替代的初生原料的比例进行折减，具体折减方法见4.5.7。

5.2.2 构件生产阶段，碳排放可按下式计算：

$$Q_{ZZ} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot f_i + \sum_{j=1}^n (T_{ij} \cdot R_j + E_{ij}) + \sum_{i=1}^n m_i \cdot F_i \quad (5.2.2)$$

式中： n_i ——生产*i*种构件所需人工数；

f_i ——人的平均碳排放因子；

T_{ij} ——*j*项目中生产*i*种构件所需的机械使用时长；

R_j ——j项目中生产i种构件所需的机械的单位小时能源碳排放因子；

E_{ij} ——j项目中不列入台班的小型机械所消耗的电力能源碳排放量；

m_i ——生产i种构件所需的辅材、耗材消耗量；

F_i ——辅材、耗材碳排放因子。

【条文说明】构件生产阶段，碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 公式构件生产阶段碳排放计算边界应包含构件制备阶段涉及的“人机料”三要素对应的碳排放活动；

2 构件生产阶段中机械碳排放除了加工机械外，还应考虑厂内转运机械碳排放；

3 鼓励选用经第三方审核的建材生产碳排放因子，当无第三方提供时，建材生产碳排放因子 F_i 可根据建材种类按附录A确定。

5.2.3 物流转运阶段，碳排放可按下式计算：

$$Q_{ZY} = \sum_{i=1}^n (n_i \cdot f_i + C_i \cdot D_i \cdot T_i + m_i \cdot F_i) \quad (5.2.3)$$

式中： n_i ——转运i种建材（构件或现浇材料）所需人工数；

f_i ——人的平均碳排放因子；

C_i ——转运i种构件重量；

D_i ——第i种建材的平均运输距离(km)；

T_i ——第i种建材的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子 [kgCO₂e/(t·km)]；

m_i ——转运i种构件所需的辅材、耗材消耗量；

F_i ——辅材、耗材碳排放因子。

【条文说明】物流转运阶段，碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 建材转运阶段是建筑构件或现浇材料从生产厂装车运输至建造现场并存放至构件堆场或施工现场的过程，包括了该阶段中全部人机料的使用；

2 所需人工数 n_i 、所需的机械使用时长 C_i 、所需的辅材、耗材消耗量 m_i 应根据转运计划、材料用量表、人员计划中载明的设备类型、设备数量、设备使用能源、设备使用时长/运输里程、材料出库记录以及包括装车人员、运输人员、卸车人员数量、工作时长的人员信息进行确定；

3 优先采用实际建材运输距离进行计算，当实际建材运输距离未知时，可

采用本导则附录 E 中的默认值取值；

4 T_i 为单位运输距离的机械碳排放因子,可根据运输方式按本导则附录E中数据取值。

5.2.4 构件装配及施工阶段的碳排放按下列公式计算：

$$Q_{sg} = Q_{zp} + Q_{xj} + Q_{ls} \quad (5.2.4-1)$$

$$Q_{zp} = \sum_{i=1}^n (n_i \cdot f_i + C_i \cdot Q_i \cdot EF_i + m_i \cdot F_i) \quad (5.2.4-2)$$

$$Q_{xj} = \sum_{i=1}^n B_i K_i N F_i + R_{rg} f_{ls} \quad (5.2.4-3)$$

$$Q_{ls} = R \cdot S_{dr} \cdot C_{ls} / 365 \quad (5.2.4-4)$$

式中： Q_{zp} ——预制工程中构件装配碳排放；

n_i ——装配*i*种构件所需人工数；

f_i ——人的平均碳排放因子；

C_i ——装配*i*种构件重量；

Q_i ——第*i*种建材单位质量所用装配设备的能源消耗量；

EF_i ——第*i*种建材的所消耗能源的碳排放因子；

m_i ——装配*i*种构件所需的辅材、耗材消耗量；

F_i ——辅材、耗材碳排放因子；

Q_{xj} ——现浇工程施工碳排放；

B_i ——现浇工程施工阶段第*i*种施工机械台班消耗量；

K_i ——第*i*种施工机械单位台班的能源消耗量(kWh/台班或kg/台班)；

NF_i ——第*i*种施工机械对应能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh或kgCO₂e/kg)；

R_{rg} ——施工阶段综合人工工日；

f_{ls} ——单位工日临时设施碳排放因子(kgCO₂e/工日)；

Q_{ls} ——临时设施工程碳排放；

R ——施工阶段总的综合人工工日；

S_{dr} ——施工现场每人所需要的临时设施的建筑面积，一般取 4~6m²/人；

C_{ls} ——临时设施建筑物单位面积每年运行所产生的碳排放量。

【条文说明】构件装配及施工阶段，碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 构件装配阶段是各类建筑构件系统在建造场地装配成建筑的全过程，预制构件现场吊装工程以及安装、支护等分项工程和措施项目所产生的人工、材料、机械能源等的碳排放；

2 m_i 是装配 i 种构件所需的辅材、耗材消耗量，包含材料耗损数量，根据一定材料耗损比例计入。

3 装配设备的能源消耗量可根据所用机械型号按本导则附录 C 中数据取值。

4 临时设施建筑物单位面积每年运行所产生的碳排放量 C_{L5} 优先根据实测监测能耗数据进行计算。若无实测数据，可根据下表进行计算。

表5.2.4 临时设施碳排放因子

区域	能耗指标			能源碳排放因子 (kgCO ₂ e/单位能源)	碳排放强度 [kgCO ₂ e/(m ² ·a)]	碳排放因子 (kgCO ₂ e/工日)
	类别	单位	约束值			
寒冷地区	天然气	Nm ³	10	1.864	18.64	0.2253
	电力	kWh	45	0.5703	25.66	0.3515
					44.3	0.5768
夏热冬冷地区	电力	kWh	70	0.5703	39.92	0.5468

5.2.5 再利用阶段，碳排放可按下式计算：

$$Q_{GZ} = \sum_{i=1}^n (n_i \cdot f_i + C_i \cdot D_i \cdot T_i + m_i \cdot F_i) - Q_{JZ} \cdot \frac{(y_{\text{actual}} - y_{\text{plan}})}{y_{\text{plan}}} \quad (5.2.5)$$

式中： n_i ——拆除 i 种构件所需人工数；

f_i ——人的平均碳排放因子；

C_i ——拆除 i 种构件所需的机械使用时长；

$D_i \cdot T_i$ ——拆除过程中所需的机械能源用量；

m_i ——拆除 i 种构件所需的辅材、耗材消耗量；

F_i ——辅材、耗材碳排放因子；

Q_{JZ} ——建筑建筑过程中碳排放量；

y_{actual} ——建筑实际使用年限；

y_{plan} ——建筑设计使用年限。

【条文说明】再利用阶段，碳排放计算公式中的参数选取应符合以下要求：

1 再利用阶段碳排放包含建筑拆除再利用工程涉及的“人机料”三要素对应的碳排放活动、建筑垃圾处置对应的碳排放活动以及构建循环利用带来的“减碳”活动；

2 $y_{\text{actual}} < y_{\text{plan}}$ ，表示该工程没有完成其计划使用目标，建筑夭折，产生“增碳”效应； $y_{\text{actual}} = y_{\text{plan}}$ ，该工程刚好完成其计划使用目标，没有产生“增碳”效应； $y_{\text{actual}} > y_{\text{plan}}$ ，该工程超额完成其计划使用目标，产生了“减碳”效应。

6 基于BIM的住宅建筑碳排放计算

6.1 一般规定

6.1.1 BIM在工程项目全生命期的各个阶段均可创建,基于BIM的碳排放计算成果应保持与对应模型版本一致。

【条文说明】建筑信息模型(BIM)应满足住宅建筑项目全生命期应用的需求,也包括碳排放计算。应用BIM技术深化工程模型,指导进行高效化碳排放计算。

6.1.2 应以属性集与属性拓展的方式为原则增加符合住宅建筑碳排放所需要的信息,以及配置碳排放计算所需的BIM分析规则库。

6.1.3 住宅建筑碳排放计算应融入BIM通用数据环境,各参与方按照统一的标准开展信息传递,确保数据一致性、一贯性。

6.1.4 支持住宅碳排放计算的BIM应符合下列要求:

1 在设计模型基础上,增加材质信息,包括碳排放因子、材料运输信息,如果采用外部数据库管理材质信息,应与BIM信息模型建立关联;

2 具备工程量统计功能,应创建算量模型,按工程量计算规则对BIM构件的组织及连接、扣减关系进行处理,再结合消耗定额,得到材料消耗量和机械台班消耗量;

3 具备能耗仿真功能,应创建能耗仿真模型,包括原BIM简化、空间封闭、设置围护结构属性和采暖通风方案等,将能耗仿真模型导入相关软件进行能耗仿真分析,得到用电用能消耗。

6.2 建材生产及运输阶段

6.2.1 建材生产阶段碳排放可按下列公式计算:

$$C_{\text{BSC}} = \sum_{i=1}^n M_i F_i \quad (6.2.1)$$

式中: C_{BSC} ——建材生产阶段碳排放(kgCO₂e);

M_i ——第*i*种主要建材的消耗量;

F_i ——第*i*种主要建材的碳排放因子(kgCO₂e/单位建材数量)。

6.2.2 建材生产阶段碳排放计算所需BIM操作应符合下列规定：

1 利用BIM统计工程量，结合消耗定额得到建材用量明细表，也可以利用BIM直接得到建材用量明细表；

2 建材碳排放因子可以被设置为BIM材质属性，出现在建材用量明细表中，也可以利用碳排放因子库存储提取碳排放因子，并建立与建材用量明细表的关联。

6.2.3 建材运输阶段碳排放可按下式计算：

$$C_{\text{BYS}} = \sum_{i=1}^n M_i D_i T_i \quad (6.2.3)$$

式中： C_{BYS} ——建材运输过程碳排放(kgCO₂e)；

T_i ——第*i*种运输方式单位运输距离的碳排放因子[kgCO₂e/(t·km)]；

M_i ——第*i*种运输方式运输重量(t)；

D_i ——第*i*种运输方式运输距离(km)。

6.2.4 建材运输阶段碳排放计算所需BIM操作应符合下列规定：

1 建材运输方式单位运输距离的碳排放因子的可按第6.2.2条第2款执行；

2 建材运输重量可以按第6.2.2条第1款建材用量明细表上进行分配，如果明细表的统计单位不是重量，需要做计量单位转换；

3 运输距离可以从材料采购系统中导出得到。

6.3 建造阶段

6.3.1 建筑建造阶段的碳排放量可按下式计算：

$$C_{\text{BJZ}} = \sum_{i=1}^n T_i R_i EF_i \quad (6.3.1)$$

式中： C_{BJZ} ——建筑建造阶段碳排放量(kgCO₂e)；

T_i ——建筑建造阶段第*i*种施工机械台班消耗量；

R_i ——第*i*种施工机械单位台班的能源消耗量(kWh或kg)；

EF_i ——第*i*种施工机械对应能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh或kgCO₂e/kg)。

6.3.2 建材生产阶段碳排放计算所需BIM操作应符合下列规定：

1 利用BIM统计工程量，结合消耗定额得到施工机械台班消耗量；

2 施工机械的能源消耗量作为施工机械的属性存放在施工机械管理数据库中，使用时从施工机械管理数据库中导出；

3 施工机械使用能源的碳排放因子从碳排放因子库中导出。

6.4 运行阶段

6.4.1 建筑运行阶段碳排放量根据各系统能源消耗量和能源的碳排放因子确定，建筑运行阶段的总碳排放量可按下式计算：

$$C_{\text{BYX}} = \sum_{i=1}^n E_i EF_i - C_P \quad (6.4.1)$$

式中： C_{BYX} ——建筑运行阶段碳排放量(kgCO₂e)

E_i ——建筑运行阶段第*i*类能源消耗量；

EF_i ——第*i*类能源的碳排放因子；

C_P ——建筑绿地碳汇系统减碳量(kgCO₂e)。

6.4.2 建筑运行阶段碳排放计算所需BIM操作应符合下列规定：

1 创建BIM能耗仿真模型，以年为单位，在建筑设计使用期限内分季节、使用要求对运行耗电、耗油、耗煤、耗气、耗水及其他能源消耗进行模拟估算，个别不能以年为运行记录周期的特殊建筑类型，可按照该建筑类型运行能耗相似周期对运行耗能量进行模拟、计量；

2 能源的碳排放因子从碳排放因子库中导出；

3 碳汇系统减碳量根据建筑绿地面积计算，建筑绿地面积通过BIM模型计算导出，各类绿化碳汇数据可根据本导则附录F确定。

6.5 拆除及处置阶段

6.5.1 建筑拆除阶段的碳排放量可按下式计算：

$$C_{\text{BCC}} = \sum_{i=1}^n T_i R_i EF_i \quad (6.5.1)$$

式中： C_{BCC} ——建筑拆除阶段碳排放量(kgCO₂e)；

T_i ——建筑拆除阶段第*i*种施工机械台班消耗量；

R_i ——第*i*种施工机械单位台班的能源消耗量(kWh或kg)；

EF_i ——第*i*种施工机械对应能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh或kgCO₂e/kg)。

6.5.2 拆除阶段碳排放计算所需BIM操作应符合下列规定：

参见6.3BIM操作1、2、3。

6.5.3 处置阶段，废弃物产生量可根据被拆建筑的总面积计算，建筑面积通过BIM模型计算导出，处置阶段碳排放量可根据4.5节进行计算。

附录A 建材碳排放因子

A.0.1 建筑材料碳排放因子可按表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）	735kgCO ₂ e/t
C30混凝土	295kgCO ₂ e/m ³
C50混凝土	385kgCO ₂ e/m ³
砌筑砂浆M2.5	150kgCO 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）	747kgCO ₂ e/t
天然石膏	32.8kgCO ₂ e/t
砂(f=1.6~3.0)	2.51kgCO ₂ e/t
碎石(d=10mm~30mm)	2.18kgCO ₂ e/t
页岩石	5.08kgCO ₂ e/t
黏土	2.69kgCO ₂ e/t
混凝土砖(240mm×115mm×90mm)	336kgCO ₂ e/m ³
蒸压粉煤灰砖(240mm×115mm×53mm)	341kgCO ₂ e/m ³
烧结粉煤灰实心砖(240mm×115mm×53mm, 掺入量为50%)	134kgCO ₂ e/m ³
页岩实心砖(240mm×115mm×53mm)	292kgCO ₂ e/m ³
页岩空心砖(240mm×115mm×53mm)	204kgCO ₂ e/m ³
黏土空心砖(240mm×115mm×53mm)	250kgCO ₂ e/m ³
煤矸石实心砖(240mm×115mm×53mm,90%掺入量)	22.8kgCO ₂ e/m ³
煤矸石空心砖(240mm×115mm×53mm,90%掺入量)	16.0kgCO ₂ e/m ³
炼钢生铁	1700kgCO ₂ e/t
铸造生铁	2280kgCO ₂ e/t
炼钢用铁合金（市场平均）	9530kgCO ₂ e/t

转炉碳钢	1990kgCO ₂ e/t
电炉碳钢	3030kgCO ₂ e/t
普通碳钢（市场平均）	2050kgCO ₂ e/t
型钢（综合）	3744 kgCO ₂ e/t
热轧碳钢小型型钢	2310kgCO ₂ e/t
热轧碳钢中型型钢	2365kgCO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁（方圆坯、管坯）	2340kgCO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁（重轨、普通型钢）	2380kgCO ₂ e/t
热轧碳钢中厚板	2400kgCO ₂ e/t
热轧碳钢H钢	2350kgCO ₂ e/t
热轧碳钢宽带钢	2310kgCO ₂ e/t
热轧碳钢钢筋	2340kgCO ₂ e/t
热轧碳钢高线材	2375kgCO ₂ e/t
热轧碳钢棒材	2340kgCO ₂ e/t
螺旋埋弧焊管	2520kgCO ₂ e/t
大口径埋弧焊直缝钢管	2430kgCO ₂ e/t
焊接直缝钢管	2530kgCO ₂ e/t
热轧碳钢无缝钢管	3150kgCO ₂ e/t
冷轧冷拔碳钢无缝钢管	3680kgCO ₂ e/t
碳铝热镀锌板卷	3110kgCO ₂ e/t
碳钢电镀锌板卷	3020kgCO ₂ e/t
碳钢电镀锌板卷	2870kgCO ₂ e/t
酸洗板卷	1730kgCO ₂ e/t
冷轧碳钢板卷	2530kgCO ₂ e/t
冷硬碳钢板卷	2410kgCO ₂ e/t
平板玻璃	1130kgCO ₂ e/t
电解铝（全国平均电网电力）	20300kgCO ₂ e/t

铝板带	28500kgCO ₂ e/t
断桥铝合金窗：100%原生铝型材	254kgCO ₂ e/m ²
断桥铝合金窗：原生铝：再生铝=7:3	194kgCO ₂ e/m ²
铝木复合窗：100%原生铝型材	147kgCO ₂ e/m ²
铝木复合窗：原生铝：再生铝=7:3	122.5kgCO ₂ e/m ²
铝塑共挤窗	129.5kgCO ₂ e/m ²
塑钢窗	121kgCO ₂ e/m ²
无规共聚聚丙烯管	3.72kgCO ₂ e/kg
聚乙烯管	3.60kgCO ₂ e/kg
硬聚氯乙烯管	7.93kgCO ₂ e/kg
聚苯乙烯泡沫板	5020kgCO ₂ e/t
岩棉板	1980kgCO ₂ e/t
硬泡聚氨酯板	5220kgCO ₂ e/t
铝塑复合板	8.06kgCO ₂ e/m ²
铜塑复合板	37.1kgCO ₂ e/m ²
铜单板	218kgCO ₂ e/m ²
普通聚苯乙烯	4620kgCO ₂ e/t
线性低密度聚乙烯	1990kgCO ₂ e/t
高密度聚乙烯	2620kgCO ₂ e/t
低密度聚乙烯	2810kgCO ₂ e/t
聚氯乙烯（市场平均）	7300kgCO ₂ e/t
自来水	0.168kgCO ₂ e/t
各类木地板	750.2kgCO ₂ e/m ²
布料	0.6 kgCO ₂ e/m ²
涂料	3600kgCO ₂ e/t
油漆	3600kgCO ₂ e/t
卷材	0.0015kgCO ₂ e/m ³

花岗石	134.8kgCO ₂ e/m ³
大理石	307.5kgCO ₂ e/m ³
木饰面	15kgCO ₂ e/m ³
木质龙骨	289.8kgCO ₂ e/m ³
铝合金平开门（成品）	20kgCO ₂ e/m ²
铝合金推拉门（成品）	23kgCO ₂ e/m ²
铝合金平开纱门（成品）	20kgCO ₂ e/m ²
铝合金推拉纱门（成品）	23kgCO ₂ e/m ²
玻璃胶300mL	12.824kgCO ₂ e/kg
型钢轨道	1789.06kgCO ₂ e/t
塑钢平开门（成品）	98.3kgCO ₂ e/m ²
不锈钢饰面板/δ=1.5mm(成品)	1789.06kgCO ₂ e/t
木质饰面板（成品）	10.45kgCO ₂ e/m ³
杉木板材（综合）	10.45kgCO ₂ e/m ³
干混抹灰砂浆M10	315.39kgCO ₂ e/m ³
干混地面砂浆M15	354.75kgCO ₂ e/m ³
干混地面砂浆M20	3860kgCO ₂ e/t
1:2白水泥白石子浆	405kgCO ₂ e/m ²
金刚砂	3.574kgCO ₂ e/t
环氧渗透底漆	3600kgCO ₂ e/t
环氧中层漆	3600kgCO ₂ e/t
环氧自流平面漆	3600kgCO ₂ e/t
环氧渗透底漆界面剂	5910kgCO ₂ e/t
石英砂	3.574kgCO ₂ e/t
石材饰面板	220kgCO ₂ e/t
专用胶粘剂	6550kgCO ₂ e/t
陶瓷地砖	15.96kgCO ₂ e/m ²

预制水磨石块	4.4kgCO ₂ e/t
广场砖	16.8kgCO ₂ e/m ²
水泥花砖	16.8kgCO ₂ e/m ²
橡胶板	3360kgCO ₂ e/t
化纤地毯	0.676kgCO ₂ e/m ²
胶合板	3360kgCO ₂ e/t
生石灰	1190kgCO ₂ e/t
防潮漆	3600kgCO ₂ e/t
紫铜管	10870kgCO ₂ e/t
陶瓷地砖踢脚线（成品）	16.8kgCO ₂ e/m ²
石材踢脚线（成品）	220kgCO ₂ e/t
硬木踢脚线（成品）	10.45kgCO ₂ e/m ³
金属踢脚线（成品）	1.42kgCO ₂ e/m ²
塑料板踢脚线（成品）	6790kgCO ₂ e/t
聚合物改性沥青防水卷材	2.4kgCO ₂ e/m ²
预制混凝土梁（GL-2060）	7.394kgCO ₂ e/个
预制混凝土梁（GL-2150）	13.129kgCO ₂ e/个
预制混凝土梁（GL-8085）	22.682kgCO ₂ e/个
预制混凝土梁（GL-8105）	28.518kgCO ₂ e/个
预制混凝土梁（GL-4100）	16.524kgCO ₂ e/个
预制混凝土梁（GL-4270）	83.224kgCO ₂ e/个
预制混凝土梁（GL-7100）	25.626kgCO ₂ e/个
预制混凝土梁（GL-7300）	117.555kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板（WQ-3328）	894.765kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板（WQ-3628）	989.322kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板（WQC1-3328-1514）	788.969kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板（WQC1-3928-2414）	838.294kgCO ₂ e/个

预制混凝土墙板 (WQCA-4228-2716)	840.748kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (WQCA-3029-1517)	665.393kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (WQC2-4828-0614-1514)	1229.922kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (WQC2-5128-0914-1514)	1284.138kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (WQM-3629-2123)	575.862kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (WQM-4229-2723)	616.033kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (NQ-2130)	592.750kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (NQ-3030)	846.785kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (NQM1-3328-1021)	821.866kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (NQM2-2129-0922)	494.611kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (NQM3-3028-0921)	726.566kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (DBS1-6X-6015-X1)	321.67kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (DBS1-6X-5124-X1)	466.421kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (DBS1-6X-4218-X2)	274.881kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (DBS1-6X-3912-32)	156.448kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (DBS2-6X-4515-X2)	224.916kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (DBS2-6X-4515-X2)	429.582kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (DBD6X-3012-X)	114.869kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (DBD6X-2718-X)	153.914kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (DBD6X-3324-X)	254.071kgCO ₂ e/个
预制混凝土楼梯 (ST-28-24)	410.454kgCO ₂ e/个
预制混凝土楼梯 (ST-29-25)	457.607kgCO ₂ e/个
预制混凝土楼梯 (JT-28-26)	1122.433kgCO ₂ e/个
预制混凝土楼梯 (JT-30-26)	1268.103kgCO ₂ e/个
预制混凝土阳台 (YTB-D-1230-08)	463.681kgCO ₂ e/个
预制混凝土阳台 (YTB-B-1045-12)	863.736kgCO ₂ e/个
预制混凝土阳台 (YTB-L-1630)	639.819kgCO ₂ e/个

预制混凝土阳台 (YTB-L-1830)	701.105kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (WQ-3328)	894.765kgCO ₂ e/个
预制混凝土墙板 (WQ-3628)	989.322kgCO ₂ e/个
预制混凝土女儿墙 (NEQ-J1-3614)	509.682kgCO ₂ e/个
预制混凝土女儿墙 (NEQ-J2-3314)	538.316kgCO ₂ e/个
预制混凝土女儿墙 (NEQ-J2-3006)	232.888kgCO ₂ e/个
预制混凝土女儿墙 (NEQ-Q2-3906)	242.433kgCO ₂ e/个

附录B 建材运输碳排放因子

B.0.1 各类运输方式的碳排放因子可按表B. 0. 1选取，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应为500km。

表B.0.1 各类运输方式的碳排放因子

运输方式类别	碳排放因子
轻型汽油货车运输(载重2t)	0.334[kgCO ₂ e/(t·km)]
中型汽油货车运输(载重8t)	0.115[kgCO ₂ e/(t·km)]
重型汽油货车运输(载重10t)	0.104[kgCO ₂ e/(t·km)]
重型汽油货车运输(载重18t)	0.104[kgCO ₂ e/(t·km)]
轻型柴油货车运输(载重2t)	0.286[kgCO ₂ e/(t·km)]
中型柴油货车运输(载重8t)	0.179[kgCO ₂ e/(t·km)]
重型柴油货车运输(载重10t)	0.162[kgCO ₂ e/(t·km)]
重型柴油货车运输(载重18t)	0.129[kgCO ₂ e/(t·km)]
重型柴油货车运输(载重30t)	0.078[kgCO ₂ e/(t·km)]
重型柴油货车运输(载重46t)	0.057[kgCO ₂ e/(t·km)]
电力机车运输	0.010[kgCO ₂ e/(t·km)]
内燃机车运输	0.011[kgCO ₂ e/(t·km)]
铁路运输(中国市场平均)	0.010[kgCO ₂ e/(t·km)]
液货船运输(载重2000t)	0.019[kgCO ₂ e/(t·km)]
干散货船运输(载重2500t)	0.015[kgCO ₂ e/(t·km)]
集装箱船运输(载重200TEU)	0.012[kgCO ₂ e/(t·km)]
电力机车铁路运输(华北区域)	0.10518[tCO ₂ e/万吨.km]
电力机车铁路运输(东北区域)	0.11354[tCO ₂ e/万吨.km]
电力机车铁路运输(华东区域)	0.0827[tCO ₂ e/万吨.km]
电力机车铁路运输(华中区域)	0.09984[tCO ₂ e/万吨.km]

电力机车铁路运输（西北区域）	0.09924[tCO ₂ e/万吨.km]
电力机车铁路运输（南方区域）	0.09414[tCO ₂ e/万吨.km]
汽油货车公路运输	0.01421[tCO ₂ e/百吨.km]
柴油货车公路运输	0.01158[tCO ₂ e/万吨.km]
海轮运输	0.15414[tCO ₂ e/万吨.km]
内陆水路运输	0.29874[tCO ₂ e/万吨.km]
民航运输	8.73845[tCO ₂ e/万吨.km]

附录C 常用施工机械台班能源用量

C.0.1 常用施工机械的单位台班的能源消耗量可按表C.0.1选用。

表 C.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	75 kW	56.50	
2			105kW	60.80	
3			135kW	66.80	
4	履带式单斗液压挖掘机	斗容量	0.6m ³	33.68	
5			1m ³	63.00	
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	1200 kN·m	32.75	
12			2000 kN·m	42.76	
13			3000 kN·m	55.27	
14			4000 kN·m	58.22	
15			5000 kN·m	81.44	
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	57.40	
21			8t	59.14	

续表 C.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
22	轨道式柴油打桩机	冲击质量	3.5t	—	56.90	—
23			4t	—	61.70	—
24	步履式柴油打桩机	功率	60kW	—	—	336.87
25	振动沉拔桩机	激振力	300kN	—	17.43	—
26			400kN	—	24.90	—
27	静力压桩机	压力	900 kN	—	—	91.81
28			2000kN	—	77.76	—
29			3000 kN	—	85.26	—
30			4000 kN	—	96.25	—
31	汽车式钻机	孔径	1000mm	—	48.80	—
32	回旋钻机	孔径	800mm	—	—	142.5
33			1000mm	—	—	163.72
34			1500mm	—	—	190.72
35	螺旋钻机	孔径	600mm	—	—	181.27
36	冲孔钻机	孔径	1000mm	—	—	40.00
37	履带式旋挖钻机	孔径	1000mm	—	146.56	—
38			1500mm	—	164.32	—
39			2000mm	—	172.32	—
40	三轴搅拌桩基	轴径	650mm	—	—	126.42
41			850mm	—	—	156.42
42	电动灌浆机			—	—	16.20
43	履带式起重机	提升质量	5t	—	18.42	—
44			10t	—	23.56	—
45			15t	—	29.52	—
46			20t	—	30.75	—

续表 C.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
47	履带式 起重机	提升质量	25t	——	36.98	——
48			30t	——	41.61	——
49			40t	——	42.46	——
50			50t	——	44.03	——
51			60t	——	47.17	——
52	轮胎式起重机	提升质量	25t	——	46.26	——
53			40t	——	62.76	——
54			50t	——	64.76	——
55	汽车式起重机	提升质量	8t	——	28.43	——
56			12t	——	30.55	——
57			16t	——	35.85	——
58			20t	——	38.41	——
59			30t	——	42.14	——
60			40t	——	48.52	——
61	叉式起重机	提升质量	3t	26.46	——	——
62	自升式塔式 起重机	提升质量	400t	——	——	164.31
63			60t	——	——	166.29
64			800t	——	——	169.16
65			1000t	——	——	170.02
66			2500t	——	——	266.04
67			3000t	——	——	295.60
68	门式起重机	提升质量	10t	——	——	88.29
69	载重汽车	装载质量	4t	25.48	——	——
70			6t	——	33.24	——
71			8t	——	35.49	——
72			12t	——	46.27	——
73			15t	——	56.74	——
74			20t	——	62.56	——

续表 C.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量			
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)	
75	自卸汽车	装载质量	5t	31.34	——	——	
76			15t	——	52.93	——	
77	平板拖车组	装载质量	20t	——	45.39	——	
78	机动翻斗车	装载质量	1t	——	6.03	——	
79	洒水车	灌容量	4000L	30.21	——	——	
80	泥浆罐车	灌容量	5000L	31.57	——	——	
81	电动单筒快速卷扬机	牵引力	10kN	——	——	32.90	
82	电动单筒慢速卷扬机	牵引力	10kN	——	——	126.00	
83			30kN	——	——	28.76	
84	单笼施工电梯	提升质量 lt	提升 高度	75m	——	——	42.32
85				100m	——	——	45.66
86	双笼施工电梯	提升质量 2t		100 m	——	——	81.86
87				200m	——	——	159.94
88	平台作业升降车	提升高度	20m	——	48.25	——	
89	涡浆式混凝土搅拌机	出料容量	250L	——	——	34.10	
90			500L	——	——	107.71	
91	双锥反转出料混凝土搅拌机	出料容量	500L	——	——	55.04	
92	混凝土输送泵	输送量	45 m ³ / h	——	——	243.46	
93			75 m ³ / h	——	——	367.96	
94	混凝土湿喷机	生产率	5m ³ / h	——	——	15.40	
95	灰浆搅拌机	拌筒容量	200L	——	——	8.61	
96	干混砂浆罐式搅拌机	公称储量	20000L	——	——	28.51	

续表 C.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
97	挤压式灰浆 输送泵	输送量	3m ³ /h	——	——	23.70
98	偏心振动筛	生产率	16m ³ /h	——	——	28.60
99	混凝土抹平机	功率	5.5kW	——	——	23.14
100	钢筋切断机	直径	40mm	——	——	32.10
101	钢筋弯曲机	直径	40mm	——	——	12.80
102	预应力钢筋 拉伸机	拉伸力	650kN	——	——	17.25
103			900kN	——	——	29.16
104	木工圆锯机	直径	500mm	——	——	24.00
105	木工平刨床	刨削宽度	500mm	——	——	12.90
106	木工三面压刨床	刨削宽度	400mm	——	——	52.40
107	木工榫机	榫头长度	160mm	——	——	27.00
108	木工打眼机	榫槽宽度	——	——	——	4.7
109	普通车床	工件直径× 工件长度	400mm×2000mm	——	——	22.77
110	摇臂钻床	钻孔直径	50mm	——	——	9.87
111			63mm	——	——	17.07
112	锥形螺纹车丝机	直径	45mm	——	——	9.24
113	螺栓套丝机	直径mm	——	——	——	25.00
114	板料校平机	厚度×宽度	16mm×2000mm	——	——	120.60
115	刨边机	加工长度	12000mm	——	——	75.90
116	半自动切割机	厚度	100mm	——	——	98.00
117	自动仿形切割机	厚度	60mm	——	——	59.35
118	管子切断机	管径	150mm	——	——	12.90
119			250mm	——	——	22.50

续表 C.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
120	型钢剪断机	剪断宽度	500mm	——	——	53.20
121	型钢矫正机	厚度×宽度	60mm ×800mm	——	——	64.20
122	电动弯管机	管径	108mm	——	——	32.10
123	液压弯管机	管径	60mm	——	——	27.00
124	空气锤	锤体质量	75 kg	——	——	24.20
125	摩擦压力机	压力	3000kN	——	——	96.50
126	开式可倾压力机	压力	1250kN	——	——	35.00
127	钢筋挤压 连接机	直径	——	——	——	15.94
128	电动修钎机	——	——	——	——	100.80
129	岩石切割机	功率	3kW	——	——	11.28
130	平面水磨机	功率	3kW	——	——	14.00
131	喷砂除锈机	能力	3m ³ /min	——	——	28.41
132	抛丸除锈机	直径	219mm	——	——	34.26
133	内燃单级离心 清水泵	出口直径	50mm	3.36	——	——
134	电动多级离心 清水泵	出口直径100mm	扬程120m以下	——	——	180.4
135		出口直径150mm	扬程180 m以下	——	——	302.60
136		出口直径200mm	扬程280 m以下	——	——	354.78
137	泥浆泵	出口直径	50mm	——	——	40.90
138		出口直径	100mm	——	——	234.60
139	潜水泵	出口直径	50mm	——	——	20.00
140			100mm	——	——	25.00
141	高压油泵	压力	80MPa	——	——	209.67
142	交流弧焊机	容量	21 kV · A	——	——	60.27
143			32kV · A	——	——	96.53
144			40kV · A	——	——	132.23

续表 C.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
145	点焊机	容量	75 kV · A	—	—	154.63
146	对焊机	容量	75kV · A	—	—	122.00
147	氢弧焊机	电流	500A	—	—	70.70
148	二氧化碳气体 保护焊机	电流	250A	—	—	24.50
149	电渣焊机	电流	1000A	—	—	147.00
150	电焊条烘干箱	容量	45×35×45(cm ³)	—	—	6.70
151	电动空气 压缩机	排气量	0.3m ³ / min	—	—	16.10
152			0.6m ³ / min	—	—	24.20
153			1 m ³ / min	—	—	40.30
154			3m ³ / min	—	—	107.50
155			6m ³ / min	—	—	215.00
156			9m ³ / min	—	—	350.00
157			10m ³ / min	—	—	403.20
158	导杆式液压 抓斗成槽机			—	163.39	
159	超声波侧壁机			—	—	36.85
160	泥浆制作 循环设备			—	—	503.90
161	锁扣管顶升机			—	—	64.00
162	工程地质液压 钻机			—	30.80	
163	轴流通风机	功率	7.5kW	—	—	40.30
164	吹风机	能力	4m ³ / min	—	—	6.98
165	井点降水钻机			—	—	5.70

附录D 主要能源碳排放因子

D.0.1 主要能源碳排放因子可按表D.0.1选取。

表D.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
	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

D.0.2 其他能源碳排放因子按表D.0.2选取。

表D.0.2 其他能源碳排放因子

能源类型		缺省碳含量 (tC/TJ)	缺省氧化因子	有效CO ₂ 排放因子(tCO ₂ /TJ)		
				缺省值	95%置信区间	
					较低	较高
城市废弃物（非生物量比例）		25.0	1	91.7	73.3	121
工业废弃物		39.0	1	143.0	110.0	183.0
废油		20.0	1	73.3	72.2	74.4
泥炭		28.9	1	106.0	100.0	108.0
固体生物燃料	木材/木材废弃物	30.5	1	112.0	95.0	132.0
	亚硫酸盐废液（黑液）	26.0	1	95.3	80.7	110.0
	木炭	30.5	1	112.0	95.0	132.0
	其他主要固体生物燃料	27.3	1	100.0	84.7	117.0
液体生物燃料	生物汽油	19.3	1	70.8	59.8	84.3
	生物柴油	19.3	1	70.8	59.8	84.3
	其他液体生物燃料	21.7	1	79.6	67.1	95.3
气体生物燃料	填埋气体	14.9	1	54.6	46.2	66.0
	污泥气体	14.9	1	54.6	46.2	66.0
	其他生物气体	14.9	1	54.6	46.2	66.0
其他非化石燃料	城市废弃物（生物量比例）	27.3	1	100.0	84.7	117.0

D.0.3 化石燃料平均低位发热量按表 D.0.3 选取。

表 D.0.3 化石燃料平均低位发热量

能源名称	计量单位	低位发热 (GJ/t, GJ/10 ⁴ Nm ³)
原油	t	41.816
燃料油	t	41.816
汽油	t	43.070
煤油	t	43.070
柴油	t	42.652
其他石油制品	t	41.031
液化石油气	t	50.179
液化天然气	t	51.498
炼厂干气	t	45.998
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31
焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	173.54
高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33
转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84
其它煤气	10 ⁴ Nm ³	52.27

附录E 临时设施碳排放因子

E.0.1 各地区临时设施碳排放因子可按表E.0.1选取（人均面积取5m²）。

表E.0.1 临时设施碳排放因子

区域	能耗指标			能源碳排放因子 (kgCO ₂ e/单位能源)	碳排放强度 [kgCO ₂ e/(m ² ·a)]	碳排放因子 (kgCO ₂ e/工日)
	类别	单位	约束值			
寒冷地区	天然气	Nm ³	10	1.864	18.64	0.2253
	电力	kWh	45	0.5703	25.66	0.3515
	天然气+电力					44.3
夏热冬冷地区	电力	kWh	70	0.5703	39.92	0.5468
夏热冬暖地区	电力	kWh	65	0.5703	37.07	0.5077
温和地区	电力	kWh	50	0.5703	28.51	0.3906

附录F 碳汇相关数据

F.0.1 各类绿化碳汇相关数据可按表F.0.1选取。

表F.0.1 不同种植方式单位种植面一年CO₂固定量比较表

类型编号	种植方式	CO ₂ 固定量 (kgCO ₂ /m ²)
1	大小乔木、灌木、花草密植混种区 (乔木平均种植间距) <3.0m, 土壤深度>1.0m	27.5
2	大小乔木密植混种区 (平均种植间距) <3.0m, 土壤深度>0.9m	22.5
3	落叶大乔木 (土壤深度>1.0m)	20.2
4	落叶小乔木、针叶木或疏叶性乔木 (土壤深度>1.0m)	14.3
5	小棕榈类 (土壤深度>1.0m)	10.25
6	密植灌木丛 (高约1.3m, 土壤深度>0.5m)	10.95
7	密植灌木丛 (高约0.9m, 土壤深度>0.5m)	8.15
8	密植灌木丛 (高约0.45m, 土壤深度>0.5m)	5.13
9	多年生蔓藤 (以立体攀附面积计算, 土壤深度>0.5m)	2.58
10	高草花花圃或高茎野草地 (高约1.0m, 土壤深度>0.3m)	1.15
11	一年生蔓藤、低草花花圃或低茎野草地 (高约0.25m, 土壤深度>0.3m)	0.34

F.0.2 不同生活型主要植物单位叶面积日固碳量可参考表F.0.2

表F.0.2 不同生活型主要植物单位叶面积日固碳量

序号	种类	日净固碳量 gCO ₂ /(m ² ·d)
1	香樟	10.74
2	桑树	15.67
3	糖槭	16.60
4	五角枫	5.93
5	山茶	3.94
6	石榴	11.17
7	石楠	19.24
8	侧柏	11.92
9	叉子圆柏	20.10
10	臭椿	15.14
11	垂柳	8.26
12	旱柳	8.01
13	垂丝海棠	8.36

14	垂榆	14.21
15	刺槐	7.33
16	广玉兰	14.25
17	桧柏	5.71
18	合欢	6.63
19	栾树	15.84
20	黄山栾	13.87
21	白桦	16.13
22	白榆	11.18
23	白玉兰	5.66
24	碧桃	14.69
25	夹竹桃	12.78
26	金叶榆	18.80
27	火棘	15.87
28	油杉	12.57
29	油松	6.01
30	榆树	8.98
31	圆柏	4.69
32	云杉	20.09
33	皂角	6.18
34	小叶黄杨	4.70
35	悬铃木	30.10
36	银杏	4.40
37	银中杨	16.47
38	苦楝	21.89
39	腊梅	10.17
40	女贞	12.12
41	泡桐	13.37
42	楸树	23.51
43	雀舌黄杨	15.38
44	日本晚樱	10.07
45	紫叶李	10.00
46	重瓣榆叶梅	32.71
47	梓树	7.11
48	紫丁香	7.11
49	紫荆	15.17
50	迎春	12.13
51	蜀葵	71.24
52	五叶地锦	5.40
53	小叶扶芳藤	11.9

54	异叶爬山虎	8.48
55	紫藤	5.05
56	紫薇	7.24
57	凌霄	6.02
58	龙牙花	24.42
59	胡颓子	12.31
60	黄刺玫	14.03
61	黄栌	11.95
62	海棠	6.11
63	大叶铁线莲	36.21
64	冬青	11.83
65	扶芳藤	8.25
66	芙蓉葵	72.95
67	黑心菊	66.31
68	木芙蓉	12.3
69	木槿	9.80
70	白花油麻藤	11.35
71	常春藤	6.44
72	常夏石竹	69.18
73	金银忍冬	5.91
74	木通	7.77
75	胶东卫矛	19.07
76	金边六月雪	18.68
77	日光菊	68.64

附录G 冷水计算温度表

G.0.1 冷水计算温度可按表G.0.1选取。

表 G.0.1 冷水计算温度

区域	省、市、自治区、行政区		地面水	地下水	
东北	黑龙江		4	6~10	
	吉林				
	辽宁	大部		10~15	
		南部			
华北	北京		4	10~15	
	天津				
	河北	北部		6~10	
		大部			
	山西	北部		10~15	
		大部			
	内蒙古			4	6~10
	陕西	偏北			10~15
大部		7	15~20		
西北	甘肃	秦岭以南	4	10~15	
		南部	7	15~20	
	青海	偏东	4	10~15	
	宁夏	偏东		6~10	
	新疆	南部	5	10~15	
		北疆		—	12
		乌鲁木齐		8	
	东南	山东		4	10~15
上海		5	15~20		
浙江					
江苏		偏北	4	10~15	
		大部			
江西		大部	5	15~20	
安徽		大部			
福建		北部	10~15	20	
	南部				
台湾		10~15	20		
中南	河南	北部	4	10~15	
		南部	5	15~20	
中南	湖北	东部	5	15~20	
		西部	7		
	湖南	东部	5		
		西部	7		
	广东、港澳		10~15	20	
	海南		15~20	17~22	
西南	重庆		7	15~20	
	贵州				
	四川	大部			
	云南	大部	10~15	20	
		南部			
	广西	大部	7	15~20	
偏北					
西藏		—	5		

附录H 电梯运行参数

H.0.1 电梯运行、待机时间可按表H.0.1选取。

表H.0.1 电梯运行、待机时间缺省值表

使用种类	1	2	3	4	5
使用强度/ 频率	非常低 非常少	低 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)	0.2 (≤ 0.3)	0.5 ($> 0.3 \sim 1$)	1.5 ($> 1 \sim 2$)	3 ($> 2 \sim 4.5$)	6 (> 4.5)
平均待机时间 (每天的小时数)	23.8	23.5	22.5	21	18
典型的建筑 类型和使用 情况	·不多于6户的 居民住宅 ·很少运行的小 型办公楼或行政 楼	·不多于20户的居 民住宅 ·2至5层楼的 小型办公楼或行政 楼 ·小型旅馆 ·很少运转的货运 电梯	·不多于50户的 居民住宅 ·不多于10层楼 的小型办公楼或 行政楼 ·中型旅馆 ·中等运转的货 运电梯	·多于50户的居 民住宅 ·多于10层楼的 小型办公楼或 行政楼 ·大型旅馆 ·小型至中型医 院 ·只有一班的生 产过程用货运 电梯	·超过100米高 度的办公楼或 行政楼 ·大医院 ·多班次生产 过程用货运电 梯

H.0.2 电梯待机、运行能量需求可按表H.0.2选取。

表H.0.2 待机、运行的能量需求等级

等级	A	B	C	D	E	F	G
待机时输出 (W)	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	≤ 1600	> 1600
运行时特定能量消耗 (mWh/kgm)	≤ 0.56	≤ 0.84	≤ 1.26	≤ 1.89	≤ 2.80	≤ 4.20	> 4.20

附录M 全国各地太阳能总辐射量与年平均日照当量

M.0.1 全国各地太阳能总辐射量与年平均日照当量可按表M.0.1选取。

表M.0.1 全国各地太阳能总辐射量与年平均日照当量

地区类别	地区	太阳能年辐射量		年日照时数	标准光照下年平均日照时间(时)
		MJ/m ² ·年	kWh/m ² ·年		
一	宁夏北部、甘肃北部、新疆南部、青海西部、西藏西部	6680-8400	1855-2333	3200-3300	5.08-6.3
二	河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部、新疆南部	5852-6680	1625-1855	3000-3200	4.45-5.08
三	山东、河南、河北东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西北路、甘肃东南部、广东南部、福建南部、江苏北部、安徽北部、台湾西南部	5016-5852	1393-1625	2200-3000	3.8-4.45
四	湖南、湖北、广西、江西、浙江、福建北部、广东北部、陕西南部、江苏南部、安徽南部、黑龙江、台湾东北部	4190-5016	1163-1393	1400-2200	3.1-3.8
五	四川、贵州	3344-4190	928-1163	1000-1400	2.5-3.1

附录J 住宅照明参数

J.0.1 住宅照明参数J.0.1选取。

表J.0.1 住宅照明参数

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m ²)	日平均照明时间 (h)
起居室	≤5.0	4
卧室		3.5
餐厅		2.5
厨房		2
卫生间		3.2
车道	≤1.9	1
车位		1

附录K 电器设备功率密度及使用率

K.0.1 住宅建筑电器设备功率密度可取 $3.8\text{W}/\text{m}^2$ ，住宅建筑设备使用时间按K. 0.1选取。

表K.0.1 住宅建筑设备使用率

			时间											
居住建筑	卧室	全年	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0
	起居室	全年	0	0	0	0	0	0	50	100	100	50	50	100
	厨房	全年	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
	卫生间	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	辅助房间	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			时间											
居住建筑	卧室	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0
	起居室	全年	100	50	50	50	50	100	100	100	50	0	0	0
	厨房	全年	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
	卫生间	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	辅助房间	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

附录L 建筑废弃物产生量及处置数据

L.0.1 拆除建筑物产生的固体废弃物量可参考表L.0.1。

表L.0.1 建筑拆除废弃物指标

建筑类别	废弃物产生量指标 (kg/m ²)	废弃物产生量分类指标 (kg/m ²)	
		材料名称	产生量
住宅建筑	1450	混凝土	880
		砖和砌块	180
		砂浆	200
		金属	65
		玻璃	3
商业建筑	1380	混凝土	880
		砖和砌块	150
		砂浆	220
		金属	60
		玻璃	3
公共建筑	1480	混凝土	950
		砖和砌块	125
		砂浆	240
		金属	90
		玻璃	2

L.0.2 原材料减量替代关系可参考表L.0.2。

表L.0.2 原材料减量替代关系

废弃材料	替代的原材料
钢铁	钢铁
木材	木材
塑料	塑料
铝	铝
玻璃	玻璃
废弃砌体材料	天然粗骨料
混合碎片	水泥

L.0.3 废弃物填埋化学反应碳排放因子可按表L.0.3选取。

表L.0.3 废弃物填埋碳排放因子

废弃材料	化学反应碳排放因子 (kgCO ₂ e/t)
钢铁	454.8083
木材	5102.6140
塑料	6189.0300
铝	454.8083
玻璃	55.5330
废弃砌体材料	8.7033
混合碎片	14.1736

引用标准名录

- 1 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB55015
- 2 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 3 《公共建筑节能设计标准》 GB50189
- 4 《民用建筑热工设计规范》 GB50176
- 5 《绿色建筑评价标准》 GBT 50378
- 6 《民用建筑节水设计标准》 GB 50555
- 7 《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801
- 8 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- 9 《环境管理 生命周期评价 原则与框架》 GB/T 24040
- 10 《环境管理 生命周期评价 要求与指南》 GB/T 24044
《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 134
- 11 《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T 346