

江苏省民用建筑碳排放计算导则

江苏省住房与城乡建设厅

东南大学

江苏东印智慧工程技术研究院有限公司

中建生态环境集团有限公司

2023年9月

目 录

1	总 则	1
2	术 语	2
3	民用建筑碳排放清单	4
3.1	民用建筑碳排放内涵	4
3.2	民用建筑碳排放清单总表	4
3.3	民用建筑碳排放指标	5
4	建材生产与运输阶段碳排放计算方法	7
4.1	建材生产	7
4.2	建材运输	9
5	建造与拆除阶段碳排放计算方法	10
5.1	建造阶段	10
5.2	拆除阶段	12
6	运行阶段碳排放计算方法	13
6.1	生活热水系统	13
6.2	暖通空调系统	14
6.3	照明及电梯系统	16
6.4	可再生能源系统	17
6.5	炊事系统	18
6.6	日常用水	19
6.7	插座用电能耗	20
7	废弃物处置阶段碳排放计算方法	22
8	碳汇计算方法	23
附录A	建材碳排放因子	24
附录B	主要工料消耗指标	30
附录C	建材运输碳排放因子	32
附录D	常用施工机械台班能源用量	34

附录E 主要能源碳排放因子	41
附录F 临时设施碳排放因子	44
附录G 新建建筑平均能耗指标	45
附录H 江苏省冷水计算温度	48
附录I 民用建筑照明参数	49
附录J 电梯运行参数	52
附录K 江苏太阳能总辐射量与年平均日照当量	53
附录L 电器设备功率密度及使用率	54
附录M 建筑废弃物产生量及处置数据	56
附录N 碳汇相关数据	58
附录O 建筑碳排放计算实例与计算模板	61
O.1 案例一	61
O.2 案例二	67
O.3 案例三	74
O.4 计算模板	79
附录P 导则与国标对比分析	86

1总 则

1.1编制目的

为贯彻国家和江苏省有关应对气候变化和节能减排的方针政策，规范民用建筑碳排放计算方法，助力建筑领域节能减排，制定本导则。

1.2适用范围

本导则适用于江苏省新建、扩建和改建的民用建筑的建材生产及运输阶段、建造与拆除阶段、运行阶段、废弃物处置阶段的碳排放计算以及碳汇的计算。

1.3适用阶段

建设项目在可行性研究及方案设计阶段，缺少建筑材料用量、建筑材料运输距离、机械台班使用量等数据，一般性的建筑碳排放计算方式难以应用。本导则根据建设项目不同阶段数据差异性，分成可行性研究及方案设计阶段碳排放和初步设计及后续阶段，分别给出碳排放计算方法，供使用者选择。

1.4与相关标准规范的关系

对江苏省民用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的规定。

2 术 语

2.1 建筑碳排放 building carbon emission

建筑物在与其有关的建材生产与运输、建造与拆除、运行、废弃物处置阶段产生的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量（ kgCO_2e ）表示。

2.2 民用建筑 civil building

供人们居住和进行公共活动的建筑的总称，依据建筑功能可分为居住建筑和公共建筑两大类。

2.3 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。

2.4 计算边界 accounting boundary

与建筑物建材生产与运输、建造与拆除、运行、废弃物处置等活动相关的温室气体排放的计算范围。

2.5 碳足迹 carbon footprint

用以量化过程、过程系统或产品系统温室气体排放的参数，以表现它们对气候变化的贡献。

2.6 建筑全生命周期 building life cycle

建筑从建造、使用到拆除的全过程。包括原材料的获取，建筑材料与构配件的加工制造，现场施工与安装，建筑的运行和维护，以及建筑最终的拆除与处置。

2.7 建筑面积 floor area

指建筑物（包括墙体）所形成的楼地面面积。

2.8 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（ $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \text{ a})$ ）。

2.9 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。

2.10 可再生能源 renewable energy

从自然界获取的、可以再生的非化石能源，包括风能、太阳能、水能、生物

质能、地热能和海洋能等。

2.11 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。

2.12 空调采暖年耗电量 annual cooling and heating electricity consumption

按照设定的计算条件，计算出的单位建筑面积空调和采暖设备每年所要消耗的电能。

2.13 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）。

2.14 太阳能总辐射量 total solar irradiation

全年接收到太阳辐射能的面密度（ kWh/m^2 年）。

2.15 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。

2.16 电器设备功率密度 electrical equipment power density

建筑的房间或场所，单位面积的电器设备安装功率。

2.17 建筑废弃物 building waste

新建、扩建、改建、拆除各类建筑物所产生的余泥、余渣、泥浆以及其他废弃物。

3民用建筑碳排放清单

3.1民用建筑碳排放内涵

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。依据国际标准化组织的ISO 14067标准，建筑在碳排放计算时，应计算其全生命周期碳排放。民用建筑全生命周期包括建材生产及运输阶段（C1）、建造与拆除阶段（C2）、运行阶段（C3）、废弃物处置阶段（C4）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。

根据国民经济行业分类（《国民经济行业分类》GB/T 4754-2017），建筑材料生产阶段导致的碳排放属于制造业碳排放，建筑材料运输阶段导致的碳排放属于交通运输业碳排放，而建造与拆除阶段导致的碳排放属于建筑业碳排放。建筑运行阶段能源消耗导致碳排放也称为建筑运行能耗碳排放，包括维持建筑环境和支撑各类建筑内活动的终端设备能源用量导致的碳排放。

从建筑碳排放源来看，民用建筑全生命期的碳排放主要包括六个方面：一是建筑材料的生产、运输过程化石能源消耗和能耗；二是建筑建造与拆除阶段机械使用产生的碳排放；三是建筑运行阶段的设备能耗带来的碳排放；四是绿化、水体的碳汇；五是废弃物处置阶段机械、运输车辆使用时产生的碳排放；六是建筑废弃物回收产生再生产品的减碳效应。建筑碳排放计算的范围为建设项目划定的建设红线范围内产生的碳排放，红线范围外绿化产生的碳汇、建筑材料回收等产生的碳排放不计入。

在计算建筑碳排放时，应该特别关注可再生能源、碳汇和建材回收的减碳效益。可再生能源，可以从源头上减少碳排放；碳汇可以吸收大量的二氧化碳，缓解温室气体的排放；建材回收则可以减少对原材料的需求，节约能源和减少废弃物的产生。注重这些减碳效益，可以极大地降低建筑的碳排放，促进建筑低碳化发展。

3.2民用建筑碳排放清单总表

结合建筑碳排放源分析，本导则列出的民用建筑碳排放清单见表3.1。民用

建筑全生命周期碳排放即为四个阶段碳排放总和扣除碳汇量。

表 3.1 民用建筑碳排放清单

阶段	分类		释义
建材生产及运输阶段	生产	C_{SC}	建材生产及运输过程碳排放
	运输	C_{YS}	
建造与拆除阶段	建造	C_{JZ}	建造过程碳排放
	拆除	C_{CC}	拆除过程碳排放
运行阶段	运行	C_{YX}	运行期间碳排放
废弃物处置阶段	处置	C_{CZ}	废弃物处置过程碳排放
/	碳汇	C_P	绿化碳汇

3.3民用建筑碳排放指标

民用建筑碳排放指标，包括总量指标，强度指标。详见表3.2。

3.3.1 总量指标

1. 建筑外延碳排放量（TCEB）

指建筑使用过程之外各阶段的碳排放总量，对应表3.1中的 C_{SC} 、 C_{YS} 、 C_{JZ} 、 C_{CC} 、 C_{CZ} ，包括建材生产及运输，建筑与拆除、废弃物处置的碳排放。这部分碳排放的总量是短期内发生，且主要发生于建筑使用前期及后期。

2. 建筑运行碳排放量（TCEO）

指建筑在整个使用周期内的碳排放总量，对应表3.1中的 C_{YX} 。如果只需要考察建筑某一个运行年度的碳排放，则只需要按照建筑该年度的能源实际使用量计算碳排放即可。

3. 建筑总体碳排放量（TCE）

建筑全生命周期的碳排放总量，即表3.1中的 C_{SC} 、 C_{YS} 、 C_{JZ} 、 C_{YX} 、 C_{CC} 、 C_{CZ} 总和，再扣除建筑使用过程中的碳汇量 C_P ，得到的碳排放值。

4. 建筑物化碳排放量（TCWB）

建筑物化阶段的碳排放总量，指建材生产、建材运输、建造三个阶段的碳排放量之和，即 $C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}$ 之和。

3.3.2 单位指标

单位面积碳排放（ICEA）：指单位建筑面积的总体碳排放量，可以由建筑

总体碳排放除以建筑面积得到。

年均碳排放（ICEN）：指建筑平均每一年的碳排放总量，以建筑总体碳排放总量除以建筑设计寿命求得。

单位面积年均碳排放（ICED）：指单位建筑面积平均每一年的碳排放量，由建筑总体碳排放除以建筑面积再除以建筑设计寿命得到。

单位面积年度运行碳排放（ICEB）：指某考核年度的单位建筑面积碳排放量，用该年度建筑的运行碳排放量扣除年度碳汇量，所得净碳排放量除以建筑面积得到。

单位面积物化碳排放量（ICWB）：指单位建筑面积的物化碳排放量，可由建筑物化碳排放除以建筑面积得到。

表 3.2 民用建筑碳排放指标表

类型	名称	计算范围
总量指标	TCEB 建筑外延碳排放量	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{CC}+C_{CZ}$
	TCEO 建筑运行碳排放量	C_{YX}
	TCE 建筑总体碳排放量	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{YX}+C_{CC}+C_{CZ}-C_P$
	TCWB建筑物化碳排放量	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}$
强度指标	ICEA 单位面积碳排放量	TCE/建筑面积
	ICEN 年均碳排放量	TCE/设计寿命
	ICED单位面积年均碳排放	TCE/设计寿命/建筑面积
	ICEB 单位面积年度运行碳排放量	$(C_{YX}(\text{考核年度}) - C_P(\text{考核年度})) / \text{建筑面积}$
	ICWB单位面积物化碳排放量	TCWB/建筑面积

4 建材生产与运输阶段碳排放计算方法

建材生产过程中，原材料开采、加工能耗、材料化学反应等过程会产生碳排放；建材运输过程中，消耗能源和使用运输工具等产生碳排放，需根据建材消耗量及其特性、建材运输方式等计算碳排放，两个阶段的碳排放均与建材消耗量相关，合并可称为建材碳排放。建材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 24040-2008、《环境管理生命周期评价要求与指南》GB/T 24044-2008计算。

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。当所采购的建材具有第三方认证机构出具的碳足迹证书时，可直接采用企业所提供的建材生产阶段的碳排放因子。设计阶段尚未确定采购点，或厂家未提供数据时，推荐采用附录A.0.1中数据。

对建材生产及运输阶段碳排放进行计算时，应包括建筑主体结构材料、建筑围护结构材料、建筑及设备构件和部品、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当符合本条第1款的规定时，重量比小于0.1%，且碳排放因子较低的建筑材料可不计算。

4.1 建材生产

4.1.1 初步设计及后续各阶段

(1) 公式

建材生产阶段碳排放计算公式如下：

$$C_{SC} = \sum_{i=1}^n M_i F_i \quad (4-1)$$

其中 C_{SC} 为建材生产阶段碳排放(kgCO₂e)； M_i 为第*i*种建材的消耗量； F_i 为第*i*种建材的碳排放因子(kgCO₂e/单位建材数量)。

(2) 释义

- 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.0.2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，具体折减方法见第7节。

4.1.2 可行性研究及方案设计阶段

(1) 公式

建材生产阶段碳排放计算公式如下：

$$C_{SC} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i F_i}{\alpha} \quad (4-2)$$

其中 C_{SC} 为建材生产阶段碳排放(kgCO₂e)； M_i 为第 i 种主要建材的消耗量； F_i 为第 i 种主要建材的碳排放因子(kgCO₂e/单位建材数量)； α 为主要建材生产碳排放量占总建材生产碳排放量的比例(%)。

(2) 释义

①建材生产阶段的碳排放中，混凝土、钢材、铝材等主要建材用量高，碳排放占比大。因此，可以采用同类建筑类比、历史数据分析、模型模拟分析等方式，对混凝土、钢材、铝材等主要建材用量进行预测。根据主要建材用量，计算主要建材生产碳排放，再采用比例系数法，将主要建材生产碳排放扩大一定比例得到全部建材生产阶段碳排放。

②应按建筑结构类型确定3种及以上占总材料质量、造价比重较大的主要建材，如混凝土、钢材、砂浆、砌块、砖等，并对其消耗量进行预测，作为 M_i 。

③ α 为主要建材生产碳排放量占总建材生产碳排放量的比例，一般为混凝土占比50%，混凝土和钢材占比80%，混凝土、钢材以及铝材占比90%。主要建材用量估算参照附录B。

④住宅建筑（小高层，绿色建筑等级：基本级）单位面积建材生产碳排放在470-600 kgCO₂e/m²区间内，住宅建筑（小高层，绿色建筑等级：一星级）单位面积建材生产碳排放在710-720 kgCO₂e/m²区间内，住宅建筑（高层，绿色建筑等级：一星级）单位面积建材生产碳排放在580-790 kgCO₂e/m²区间内，可作为可行性研究阶段碳排放计算的校核依据。

4.2 建材运输

4.2.1 初步设计及后续各阶段

(1) 公式

建材运输阶段碳排放计算公式如下：

$$C_{YS} = \sum_{i=1}^n M_i D_i T_i \quad (4-3)$$

其中 C_{YS} 为建材运输过程碳排放(kgCO₂e); M_i 为第*i*种主要建材的消耗量(t); D_i 为第*i*种建材的平均运输距离(km); T_i 为第*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)]。

(2) 释义

① 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C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C中数据取值。

4.2.2 可行性研究及方案设计阶段

(1) 公式

建材运输阶段碳排放计算公式如下：

$$C_{YS} = G \times C_{SC} \quad (4-4)$$

C_{YS} 为建材运输阶段碳排放(kgCO₂e); C_{SC} 为建材生产阶段碳排放(kgCO₂e); G 为运输阶段碳排放占建材生产阶段碳排放的比例(%)。

(2) 释义

① 民用建筑各阶段碳排放之间存在紧密的联系, 可以根据大量历史案例, 总结各阶段碳排放之间的数量关系。在此基础上, 对某一阶段碳排放进行计算后, 就可以采用比例系数法, 计算其他阶段碳排放量。

② 根据建材生产阶段碳排放量, 采用比例系数法对建材运输过程碳排放进行计算, 一般情况下建材运输阶段碳排放量以建材生产阶段的 2%~6% 计入, 即 G 取2%~6%, 也可根据历史经验数据进行调整。当建材主要从外地采购, 运输距离长时取6%; 建材主要本地采购, 运输距离短时取2%。

5 建造与拆除阶段碳排放计算方法

建筑建造阶段的碳排放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。建筑拆除阶段的碳排放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。建筑建造和拆除阶段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从项目开工起至项目竣工验收止。拆除阶段碳排放计算时间边界从拆除起至拆除肢解并从楼层运出止。

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建造阶段的办公用房、生活用房和库房因使用周期短，为便于周转使用，通常采用夹心彩钢板制作的活动板房、集装箱房屋。这类简易临时房屋安装和拆除简便，其施工和拆除能耗小，在计算建造阶段碳排放时可不计入。

⑤

5.1 建造阶段

5.1.1 初步设计及后续各阶段

(1) 公式

建造阶段碳排放计算公式如下：

$$C_{JZ} = C_{jx} + C_{ls} \quad (5-1)$$

$$C_{jx} = \sum_{i=1}^n B_i K_i N F_i \quad (5-2)$$

$$C_{ls} = Q_{rg} f_{ls} \quad (5-3)$$

其中 C_{JZ} 为建造阶段碳排放(kgCO₂e)； C_{jx} 为施工区域内机械能源消耗碳排放量(kgCO₂e)； C_{ls} 为施工临时设施消耗能源消耗碳排放量(kgCO₂e)； B_i 为建造阶段第*i*种施工机械台班消耗量； K_i 为第*i*种施工机械单位台班的能源消耗量(kWh/台班或kg/台班)； $N F_i$ 为第*i*种施工机械对应能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh或kgCO₂e/kg)； Q_{rg} 为施工阶段综合人工工日； f_{ls} 为单位工日临时设施碳排放因子(kgCO₂e/工日)。

(2) 释义

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D确定， NF_i 根据能源类型可按本导则附录E确定。

④在可直接获取施工临时设施能源消耗清单时，能源消耗碳排放量 C_{ls} 按照能源实际用量分别乘以对应碳排放因子加总得到。

⑤在缺少直接能耗数据时，可按5-3公式计算临时设施碳排放。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，以夏热冬冷地区为例，非商业办公建筑运行能耗限值为 $70\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，以电力碳排放因子($0.5703\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kWh}$)为基准，计算得到临时建筑单位面积运行碳排放强度约为 $39.921\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。施工现场人均临时设施面积取 $5\text{m}^2/\text{人}$ 计算临时设施能耗指标和碳排放因子，计算结果如附录F所示。有条件也可以根据施工现场临时设施布置情况以及实际用能情况计算临时设施碳排放因子。

5.1.2 可行性研究及方案设计阶段

(1) 公式

建造阶段碳排放计算公式如下：

$$C_{JZ} = P \times C_{SC} \quad (5-4)$$

其中 C_{JZ} 为建造阶段碳排放(kgCO_2e)； C_{SC} 为建材生产阶段碳排放量(kgCO_2e)； P 为建造阶段碳排放占建材生产阶段碳排放的比例(%)。

(2) 释义

①采用比例系数法，根据建材生产阶段碳排放量对建造阶段碳排放进行预估， P 表示一般情况下建造过程碳排放量与建材生产阶段的比值，需根据已有案例数据以及工程实际情况进行选择。

②对于住宅建筑，比例系数 P 一般取 5%~10%；对于高层建筑，所选比例系数 P 应大于小高层建筑及低层建筑。在拟采用的施工方案简单，施工机械用量少、功率低的情况下取5%；在拟采用的施工方案复杂，施工机械用量多、功率高时，取10%。

5.2拆除阶段

(1) 公式

拆除阶段碳排放计算公式如下：

$$C_{CC} = \sum_{i=1}^n B_i K_i N F_i \quad (5-5)$$

$$C_{CC} = C_{jx} \times U \quad (5-6)$$

其中 C_{CC} 为建筑拆除阶段碳排放量(kgCO_2e)； B_i 为拆除阶段第 i 种拆除机械台班消耗量； K_i 为第 i 种拆除机械单位台班的能源消耗量(kWh 或 kg)； $N F_i$ 为第 i 种拆除机械对应能源的碳排放因子($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kWh}$ 或 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$)； C_{jx} 为建造阶段机械能源消耗碳排放量(kgCO_2e)； U 为拆除阶段碳排放占施工机械能源消耗碳排放的比例(%)。

(2) 释义

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建筑物爆破拆除、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。

③拆除阶段碳排放源于拆除阶段机械能耗，在可获取机械使用数据时，按5-5式进行计算。

④在缺少拆除机械相关数据时，按5-6式进行计算，按建造阶段碳排放的一定比例计算拆除阶段碳排放，鼓励根据历史案例数据确定比例，缺少案例数据时， U 可取90%。

6运行阶段碳排放计算方法

建筑运行阶段碳排放计算范围为建设工程规划许可证范围内能源消耗产生的碳排放量。包括暖通空调、生活热水、照明及电梯、炊事等系统在建筑运行期间的能源消耗，并扣除可再生能源系统提供的部分。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。

电力是运行阶段的主要能源， EF_e 为电力能源的碳排放因子，按照生态环境部发布的2022年度全国电网平均排放因子取0.5703kgCO₂e/kWh。如采用绿色电力，也可采用其对应碳排放因子。

在可行性研究及方案数据阶段，如难以对各用能系统运行阶段碳排放进行分别计算，可直接采用附录G中能耗定额指标计算运行阶段总碳排放。

(1) 公式

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，总碳排放量应按下列公式计算：

$$C_{YX} = \sum_{i=1}^n E_i F_i \quad (6-1)$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n (E_{i,j} - ER_{i,j}) \quad (6-2)$$

其中 C_{YX} 为建筑运行阶段碳排放量(kgCO₂e)， E_i 为建筑运行阶段第*i*类能源消耗量； F_i 为第*i*类能源的碳排放因子； $E_{i,j}$ 为第*j*类系统的第*i*类能源消耗； $ER_{i,j}$ 为第*j*类系统消耗由可再生能源系统提供的第*i*类能源量。

(2) 释义

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E确定。

6.1 生活热水系统

6.1.1 初步设计及后续各阶段

(1) 公式

建筑物生活热水系统碳排放按下列公式计算，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。

$$C_r = 4.187 \frac{mq_r(t_r - t_1)\rho_r T}{\eta_r \eta_w} K F_w \quad (6-3)$$

式中 C_r 为生活热水年碳排放量($\text{kgCO}_2\text{e/a}$); 4.187为水的比热容($\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$); m 为用水计算单位数(人或面积 m^2); q_r 为热水用水定额($\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ 或 $\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$); t_r 为设计热水温度($^\circ\text{C}$); t_1 为设计冷水温度($^\circ\text{C}$); ρ_r 为热水密度(kg/L); T 为年生活热水使用时长(天); η_r 为管网输配效率(%); η_w 为生活热水系统热源年平均效率(%); K 为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 $\frac{1}{3600}(\text{kWh/kJ})$; F_w 为生活热水消耗能源的碳排放因子($\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ 或 $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$, 根据能源形式确定)。

(2) 释义

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》GB50555-2010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 , 冷水设计温度按当地年平均水温取值, 江苏地区冷水温度计算取值可参考附录H。

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。山东省导则此参数在87%-91%区间内, 存在一定差异, 需要验证。

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。

6.1.2 可行性研究及方案设计阶段

可行性研究及方案设计阶段对生活热水系统碳排放进行计算, 可在对建筑使用人数以及年生活热水使用时长进行估计的基础上, 根据公式6-3进行计算。其中管网输配效率、热源年平均效率等参数参考同类型建筑给排水设计文件或拟采用产品数据。

6.2 暖通空调系统

6.2.1 初步设计及后续各阶段

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以及由于制冷剂使用而产生的温室气体排放。暖通空调系统耗电量应根据历史运行数据及实际使用情况确定, 在缺少可靠数据时, 可根据年供冷负荷和年供暖负荷的模拟结果计算暖通空调系统终端能耗。

(1) 公式

暖通空调系统碳排放计算方式如下：

$$C_{hv} = (E_h + E_r)EF_e A + C_c \quad (6-4)$$

$$C_c = \frac{m_r}{y_e} GWP_r / 1000 \quad (6-5)$$

式中 C_{hv} 为暖通空调系统年碳排放量(kgCO₂e/a)； E_h 为单位面积年度采暖耗电量[kWh/(m²·a)]； E_r 为单位面积年度空调制冷耗电量[kWh/(m²·a)]； EF_e 为电力能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh)； A 为建筑面积(m²)。 C_c 为建筑使用制冷剂产生的年碳排放量(kgCO₂e/a)； m_r 为设备的制冷剂充注量(kg/台)； y_e 为设备使用寿命(a)； GWP_r 为制冷剂r的全球变暖潜值。

(2) 释义

①缺少准确能耗数据时，应采用能耗模拟软件对供暖、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》GB55015-2021附录C, C.0.7中公式、参数折算采暖、制冷耗电量。

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。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。

6.2.2 可行性研究及方案设计阶段

(1) 公式

暖通空调系统碳排放计算方式如下：

$$C_{hv} = \sum_{i=1}^n E_{hr} F_i A \quad (6-6)$$

式中 C_{hv} 为暖通空调系统年碳排放量(kgCO₂e/a)； E_{hr} 为单位面积年度采暖、供冷能耗指标[kWh/(m²·a)]； F_i 为第*i*种能源的碳排放因子(kgCO₂e/kWh)； A 为建筑面积(m²)。

(3) 释义

①缺少模拟条件时，可按标准工况下新建建筑平均能耗指标计算暖通空调系统碳排放，具体指标数据见附录G。将能耗值分别乘以对应碳排放因子，即可得到碳排放值。

②对于公共建筑，附录G中能耗指标包含照明能耗，计算结果应扣除照明系统碳排放计算值(C_{zm})。

6.3 照明及电梯系统

6.3.1 初步设计及后续各阶段

(1) 公式

照明系统在无光电自动控制系统时，其能耗可按下式计算：

$$E_{zm} = \frac{12 \sum_i P_i A_i t_i}{1000} \quad (6-7)$$

$$C_{zm} = E_{zm} E F_e \quad (6-8)$$

其中 E_{zm} 为照明系统年能耗(kWh/a)； P_i 为第 i 个房间照明功率密度值(W/m²)； A_i 为第 i 个房间面积(m²)； t_i 为月照明小时数(h/月)； C_{zm} 为照明系统年碳排放(kgCO₂e/a)； $E F_e$ 为电力能源的碳排放因子(kgCO₂e /kWh)。

电梯系统能耗按下式计算，且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。

$$E_{dt} = \frac{3.6 P t_a V W + E_{standby} t_s}{1000} \quad (6-9)$$

$$C_{dt} = E_{dt} E F_e \quad (6-10)$$

式中 E_{dt} 为年电梯能耗(kWh/a)； P 为特定能量消耗(mWh/kgm)； t_a 为电梯年平均运行时间(h)； V 为电梯速度(m/s)； W 为电梯额定载重量(kg)； $E_{standby}$ 为电梯待机时能耗(W)； t_s 为电梯年平均待机时间(h)； $E F_e$ 为电力能源的碳排放因子(kgCO₂e /kWh)； C_{dt} 为年电梯运行碳排放(kgCO₂e/a)。

(2) 释义

①建筑碳排放计算采用的照明功率密度值根据设计文件及实际适用情况确定，缺少相关资料时，可根据房间类型按附录I确定。

②在可直接获取照明系统能耗数值，即 E_{zm} 的情况下，可直接采用公式6-8计算碳排放。

③电梯运行时间和待机时间根据实际运行时间确定，缺少相关数据时，可根据电梯使用强度以及建筑类型按附录J中数据确定。

④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，也可根据运行能量性能等级、空闲/待机能量性能等级按附录J中数据

确定。

6.3.2 可行性研究及方案设计阶段

可行性研究及方案设计阶段照明系统碳排放计算可在对各类型房间面积进行预测的基础上进行，采用6-7，6-8公式计算。房间照明功率密度值以及月照明小时数可参考附录I中数值确定。

电梯系统碳排放计算采用6-9，6-10公式计算，其中特定能量消耗、电梯速度、电梯额定载重量、可参考拟采用电梯产品数据，平均运行、待机时间等可以参考附录J中的缺省值。

6.4 可再生能源系统

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不计入生活热水的耗能量，产生的电能也应从总耗电量中扣除。风力发电系统发电量可参考《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019，4.5.6中公式。

6.4.1 初步设计及后续各阶段

(1) 公式

太阳能热水器系统提供能量可按下式计算：

$$Q_s = \frac{A_c J_T (1 - \eta_L) \eta_{cd} \eta_r \eta_s}{3.6} \quad (6-11)$$

$$C_{sh} = Q_s F_w \quad (6-12)$$

式中 Q_s 为太阳能热水器系统年供能量(kWh/a)； A_c 为太阳能集热器面积(m^2)； J_T 为太阳集热器采光面上的年平均太阳辐照量[$MJ/(m^2 \cdot a)$]； η_{cd} 为集热器平均集热效率(%)； η_L 为管路和储热装置的热损失率(%)； η_r 为生活热水输配效率(%)； η_s 为太阳能热水器平均效率(%)； C_{sh} 为太阳能热水系统的年减碳量($kgCO_2e/a$)； F_w 为生活热水消耗能源的碳排放因子($kgCO_2e/kWh$ 或 $kgCO_2e/kg$ ，根据能源形式确定)。

光伏系统的年发电量及减碳量可按下式计算：

$$E_{PV} = I K_E K_S A_p \quad (6-13)$$

$$C_{PV} = E_{PV} E F_e \quad (6-14)$$

其中 E_{PV} 为光伏系统的年发电量(kWh/a)； I 为光伏电池表面的年太阳辐射照度[$kWh/(m^2 \cdot a)$]； K_E 为光伏电池的转换效率(%)； K_S 为光伏系统的转换效率(%)； A_p

为光伏系统光伏面板净面积(m^2); C_{PV} 为光伏系统年减碳量($\text{kgCO}_2\text{e/a}$)。

(2) 释义

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。江苏地区太阳能年辐射量可参考附录K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 、光伏系统的转换效率 K_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太阳能集热系统中管路和储热装置的热损失率, 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%。

⑥地源热泵系统的节能量应计算在暖通空调系统能耗内。

6.4.2 可行性研究及方案设计阶段

(1) 公式

太阳能热水器系统提供能量可按下式计算:

$$Q_s = Q_r \times f \quad (6-15)$$

式中 Q_s 为太阳能热水器系统年供能量(kWh/a); Q_r 为生活热水年耗热量(kWh/a); f 为太阳能保证率, 太阳能热水系统供给的能量占生活热水系统总能耗的比例(%)。

(2) 释义

如计划采用太阳能热水系统, 太阳能热水系统提供的热量 Q_s , 可通过太阳能热水系统供给的能量占生活热水系统总能耗的比例 f 来估算。根据《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364-2018, 江苏地区推荐 f 取值范围为40%-50%。太阳能系统减碳量计算方式同公式6-12。

6.5 炊事系统

居住建筑在运行阶段, 炊事系统产生的碳排放占比较大, 不容忽视。可以根据住户的燃料账单获取燃料使用量, 用6-15公式进行计算, 公共建筑如需对炊事

系统碳排放进行计算，也可按照此公式进行。

(1) 公式

民用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：

$$C_{cs} = \sum_i (FC_i \cdot EF_i \cdot NCV_i \cdot 10^{-6}) \quad (6-16)$$

式中 C_{cs} 为炊事系统的年碳排放量(kgCO₂e/a)； FC_i 为第*i*种化石燃料的消耗量(t或10³m³)； EF_i 为第*i*种燃料的排放因子(kgCO₂e/TJ)； NCV_i 为第*i*种化石燃料的平均低位发热值(kJ/kg或kJ/m³)；*i*为化石燃料的种类。

(2) 释义

①民用建筑用于炊事活动的直接产生的碳排放，为该建筑中每户用于炊事活动直接产生的排放之和。

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E表E.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E表E.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。

6.6 日常用水

6.6.1 初步设计及后续各阶段

建筑中人员日常活动中会消耗水资源，而自来水需经过一系列生产、处理过程，整个生产过程也会产生碳排放。

(1) 公式

$$C_w = M_w \times EF_w \quad (6-17)$$

式中 C_w 为使用自来水产生的碳排放量(kgCO₂e/a)； M_w 为年用自来水量(t/a)； EF_w 为自来水碳排放因子(kgCO₂e/t)。

(2) 释义

①民用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，应根据用水账单数据确定。如缺少准确数据，可采用《民

用建筑节能设计标准》GB 50555-2010中定额计算得到，如公式6-18所示。

②一般认为自来水碳排放因子为0.168kgCO₂/t，即 $EF_w = 0.168\text{kgCO}_2/\text{t}$ 。

6.6.2 可行性研究及方案设计阶段

(1) 公式

$$C_w = M_w \times EF_w \quad (6-18)$$

$$M_w = d_w \times WE \quad (6-19)$$

式中 C_w 为使用自来水产生的年碳排放量(kgCO₂e/a)； M_w 为年用自来水量(t/a)； EF_w 为自来水碳排放因子(kgCO₂e/t)； d_w 为用水单位数(人或床位或m²)； WE 为生活用水定额(t/用水单位)，可参考《民用建筑节能设计标准》GB 50555-2010。

(2) 释义

在可行性研究及方案设计阶段对日常用水碳排放进行计算，需要对用水单位数进行明确，再根据用水量定额计算用水量，乘以自来水碳排放因子即可得到碳排放量。

6.7 插座用电能耗

6.7.1 初步设计及后续各阶段

日常生活、办公使用冰箱、电脑、打印机、电视、洗衣机等电器设备时（不包括暖通空调系统与独立空调），会从插座取电，消耗电力，产生间接碳排放。

(1) 公式

$$E_{dq} = \sum_{i=1}^n R_i TR_i + D_i TD_i \quad (6-20)$$

$$E_{dq} = WAT_t \quad (6-21)$$

$$C_{dq} = E_{dq} EF_e \quad (6-22)$$

式中 E_{dq} 为年插座耗电量 (kWh/a)； R_i 为第*i*种电器的年运行时间(h)； TR_i 为第*i*种电器的运行功率(kW)； D_i 为第*i*种电器的年待机时间(h)； TD_i 为第*i*种电器的待机功率； W 为单位面积电器设备功率密度(W/m²)； A 为建筑面积(m²)； T_t 为电器设备年使用时间(h)； C_{dq} 为年使用电器碳排放量(kgCO₂e/a)。

(2) 释义

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6-21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L。

⑤ T_t 可根据附录K中电器设备逐时使用率折算得出。

6.7.2 可行性研究及方案设计阶段

在确定建筑面积的基础上，可采用公式6-21对用电量进行预测，乘以电力碳排放因子得到电器碳排放量。不同类型房间电器功率密度 W 、电器设备年使用时间 T_t 均可参考附录L确定。

7废弃物处置阶段碳排放计算方法

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，其中建筑物拆除阶段废弃物的产生量最大。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。可以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。根据3.1计算边界的定义，建筑废弃物运输以及填埋不纳入建筑碳排放的计算范围，循环利用仅针对在现场进行循环利用的建筑废弃物。

建筑拆除产生废弃物种类多样，主要包括混凝土、砖和砌块、砂浆、金属、木材等几个类别。对废弃物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理量。在可获得实际各类废弃物理量时，应采用实际值。在可行性研究、设计、施工、运行等阶段，难以获取废弃物理量数据情况下，拆除建筑产生的主要废弃物理量可按下式进行计算。

$$WC_i = A_c \times q_c \quad (7-1)$$

其中 WC_i 为拆除产生的第 i 种废弃物总重量(t)； A_c 被拆建筑的总面积(m^2)； q_c 拆除建筑的废弃物产生量指标(t/m^2)，主要废弃物产生量指标可参考附录M中数值。

固体废弃物在现场会经过分拣、筛选、破碎等过程，制成再生骨料、再生微粉等产品。处置过程本身需要能耗，产生碳排放。再生建材可以减少原材料的使用，达到减排的效果。

(1) 公式

$$C_{xh} = C_{hs} - C_{td} \quad (7-3)$$

$$C_{hs} = \sum_{i=1, j=1}^n K_{ij} M_i R_j \quad (7-4)$$

$$C_{td} = \sum_{i=1, j=1}^n K_{ij} M_i F_j \quad (7-5)$$

其中 C_{xh} 为废弃物循环利用阶段总碳排放($kgCO_2e$)， C_{hs} 为废弃物回收处理过程碳排放($kgCO_2e$)； C_{td} 为再生建材替代传统建材产生的减碳效益量($kgCO_2e$)； R_j 为回收单位质量废弃物并生产第 j 种再生建材产生的碳排放因子($kgCO_2e/kg$)； M_i 为第 i 种可以进行回收利用的废弃物重量(t)； K_{ij} 为回收第 i 种废弃物可产生的第 j 种再生建材的比例(%)； F_j 为第 j 种再生建材可替代的传统建筑材料碳排放因子($kgCO_2e/kg$)。

(2) 释义

①不同种类废弃物存在不同的处置流程和工艺，废弃物经过回收处置后，

可被制成再生骨料、再生微粉等再生建材，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，部分对应替代关系可参考附录M。

②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，需确定其比例，即 K_{ij} 。

8碳汇计算方法

碳汇是指从大气中清除二氧化碳等温室气体的过程、活动或机制，可分为生态碳汇和人工碳汇。生态碳汇又可细分为林业碳汇、草地碳汇、耕地碳汇、海洋碳汇、湿地碳汇、冻土碳汇等。人工碳汇主要指碳捕集、利用与封存。此外，也可通过碳汇交易的方式购买碳汇。建筑碳汇主要来自于建筑绿化。

下文主要介绍建筑绿化碳汇的计算方式。

(1) 公式

$$C_P = \sum_{i=1}^n CS_i Q_i \quad (8-1)$$

其中 CS_i 表示第*i*种碳汇的量，单位视碳汇类型而定，一般为面积单位 m^2 ； Q_i 表示第*i*种碳汇的碳汇因子。

(2) 释义

①可根据绿化的大致构成，参考附录N中表N.0.1数据进行计算。

②在可获得具体植物种类和数量的情况下，可以参考附录N中表N.0.2数据逐一计算绿化碳汇。

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
水泥及其制品类^[1]	
普通硅酸盐水泥（市场平均）	735.00kgCO ₂ e/t
C30 混凝土	295.00kgCO ₂ e/m ³
C50 混凝土	321.00kgCO ₂ e/m ³
C60 混凝土	398.64kgCO ₂ e/m ³
C70 混凝土	448.84kgCO ₂ e/m ³
湿拌砌筑砂浆 M30	306.36kgCO ₂ e/m ³
湿拌普通抹灰砂浆 M20	261.59kgCO ₂ e/m ³
湿拌防水砂浆	203.36kgCO 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
预拌混凝土（泵送型），C15	107.00kgCO ₂ e/m ³
预拌混凝土（泵送型），C20	227.50kgCO ₂ e/m ³
水泥 P32.5	629.00kgCO ₂ e/t
水泥 P42.5	792.00kgCO ₂ e/t
水泥 P52.5	894.00kgCO ₂ e/t
地方材料及建材制品类^[2]	
石灰生产（市场平均）	1190.00kgCO ₂ e/t
消石灰（熟石灰、氢氧化钙）	747.00kgCO ₂ e/t
天然石膏	32.80kgCO 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）	336.00kgCO ₂ e/m ³
蒸压粉煤灰砖（240mm×115mm×53mm）	341.00kgCO ₂ e/m ³
烧结粉煤灰实心砖（240mm×115mm×53mm， 掺入量为 50%）	134.00kgCO ₂ e/m ³
烧结空心砖（190mm×190mm×90mm）	98.00kgCO ₂ e/m ³
页岩实心砖（240mm×115mm×53mm）	292.00kgCO ₂ e/m ³
页岩空心砖（240mm×115mm×53mm）	204.00kgCO ₂ e/m ³
黏土空心砖（240mm×115mm×53mm）	250.00kgCO ₂ e/m ³
煤矸石实心砖（240mm×115mm×53mm,90%掺	22.80kgCO ₂ e/m ³

入量)	
煤矸石空心砖 (240mm×115mm×53mm,90%掺入量)	16.00kgCO ₂ e/m ³
黑色及有色金属类^[3]	
炼钢生铁	1700.00kgCO ₂ e/t
铸造生铁	2280.00kgCO ₂ e/t
炼钢用铁合金 (市场平均)	9530.00kgCO ₂ e/t
转炉碳钢	1990.00kgCO ₂ e/t
电炉碳钢	3030.00kgCO ₂ e/t
普通碳钢 (市场平均)	2050.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢小型型钢	2310.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢中型型钢	2365.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁 (方圆坯、管坯)	2340.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁 (重轨、普通型钢)	2380.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢中厚板	2400.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢 H 钢	2350.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢宽带钢	2310.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢钢筋	2340.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢高线材	2375.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢棒材	2340.00kgCO ₂ e/t
螺旋埋弧焊管	2520.00kgCO ₂ e/t
大口径埋弧焊直缝钢管	2430.00kgCO ₂ e/t
焊接直缝钢管	2530.00kgCO ₂ e/t
热轧碳钢无缝钢管	3150.00kgCO ₂ e/t
冷轧冷拔碳钢无缝钢管	3680.00kgCO ₂ e/t
碳铝热镀锌板卷	3110.00kgCO ₂ e/t
碳钢电镀锌板卷	3020.00kgCO ₂ e/t
碳钢电镀锡板卷	2870.00kgCO ₂ e/t
酸洗板卷	1730.00kgCO ₂ e/t
冷轧碳钢板卷	2530.00kgCO ₂ e/t
冷硬碳钢板卷	2410.00kgCO ₂ e/t
玻璃及门窗^[4]	
平板玻璃	1130.00kgCO ₂ e/t
电解铝 (全国平均电网电力)	20300.00kgCO ₂ e/t
铝板带	28500.00kgCO ₂ e/t
断桥铝合金窗: 100%原生铝型材	254.00kgCO ₂ e/m ²
断桥铝合金窗: 原生铝: 再生铝=7:3	194.00kgCO ₂ e/m ²
铝木复合窗: 100%原生铝型材	147.00kgCO ₂ e/m ²
铝木复合窗: 原生铝: 再生铝=7:3	122.50kgCO ₂ e/m ²

铝塑共挤窗	129.50kgCO ₂ e/m ²
塑钢窗	121.00kgCO ₂ e/m ²
化学制品^[5]	
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	5020.00kgCO ₂ e/t
岩棉板	1980.00kgCO ₂ e/t
硬泡聚氨酯板	5220.00kgCO ₂ e/t
铝塑复合板	8.06kgCO ₂ e/m ²
铜塑复合板	37.10kgCO ₂ e/m ²
铜单板	218.00kgCO ₂ e/m ²
普通聚苯乙烯	4620.00kgCO ₂ e/t
线性低密度聚乙烯	1990.00kgCO ₂ e/t
高密度聚乙烯	2620.00kgCO ₂ e/t
低密度聚乙烯	2810.00kgCO ₂ e/t
聚氯乙烯（市场平均）	7300.00kgCO ₂ e/t
自来水^[6]	
自来水	0.168kgCO ₂ e/t
装饰面层^[7]	
各类木地板	750.20kgCO ₂ e/m ²
布料	0.60 kgCO ₂ e/m ²
花岗石	134.80kgCO ₂ e/m ³
大理石	307.50kgCO ₂ e/m ³
木饰面	15.00kgCO ₂ e/m ³
木质龙骨	289.80kgCO ₂ e/m ³
玻璃胶 300mL	12.824kgCO ₂ e/kg
油漆、涂料等^[8]	
水性无机内墙漆	4351.44kgCO ₂ e/t
焕彩石漆	4428.64kgCO ₂ e/t
金刚砂	3.574kgCO ₂ e/t
环氧中层漆	3600.00kgCO ₂ e/t
预制构件^[9]	
预制内墙板	486.22kgCO ₂ e/m ³
预制外墙板	522.52 kgCO ₂ e/m ³
预制空调板	558.62kgCO ₂ e/m ³
预制阳台板	582.86 kgCO ₂ e/m ³
预制叠合板	580.86 kgCO ₂ e/m ³
预制保温夹心墙板	641.33 kgCO ₂ e/m ³

绿色建材 ^[10]	
预制柱	702.04 kgCO ₂ e/m ³
预制外墙板	515.84 kgCO ₂ e/m ³
预制楼梯	516.74 kgCO ₂ e/m ³
预制阳台板	454.82 kgCO ₂ e/m ³
预制凸窗	568.56 kgCO ₂ e/m ³
预制梁	657.55 kgCO ₂ e/m ³
预拌混凝土 C30	241.39 kgCO ₂ e/m ³
预拌混凝土 C50	279.74 kgCO ₂ e/m ³
预拌混凝土 C60	332.49 kgCO ₂ e/m ³
湿拌普通抹灰砂浆 WP-G M15	214.78 kgCO ₂ e/m ³
湿拌防水砂浆 WWM20	193.21 kgCO ₂ e/m ³
烧结保温砖 MU10	22.66 kgCO ₂ e/m ³
烧结保温砌块 MU5.0	13.98 kgCO ₂ e/m ³
烧结空心砖（建筑渣土、煤矸石）	24.73 kgCO ₂ e/m ³
烧结多孔砖（建筑渣土、煤矸石）	27.63 kgCO ₂ e/m ³
烧结空心砌块	37.21 kgCO ₂ e/m ³
建筑外墙外保温用岩棉板	695.67 kgCO ₂ e/t
建筑屋面用岩棉板	695.67 kgCO ₂ e/t
弹性外墙漆 TG	3670.24 kgCO ₂ e/t
内墙乳胶漆	2538.78 kgCO ₂ e/t
外墙乳胶漆	3486.61 kgCO ₂ e/t
水性釉面漆	4348.25 kgCO ₂ e/t
中层漆	3829.86 kgCO ₂ e/t
真石漆	3407.25 kgCO ₂ e/t
焕彩石漆	2038.67 kgCO ₂ e/t

注：建材碳排放因子主要来源如下：

水泥及其制品类^[1]：建筑碳排放计算标准（GB/T 51366-2019）；崔鹏. 建筑物生命周期碳排放因子库构建及应用研究[D]. 东南大学, 2015.; 吴松. 基于LCA的建筑施工碳排放评价研究[D]. 深圳大学, 2018. 陈露. 住宅建筑全生命周期碳排放测算及减排策略研究[D]. 2020.; 董凯红. 南方大型综合体建筑全寿命期碳排放计算研究[D]. 华南理工大学, 2018.; 及自测

地方材料及建材制品类^[2]：建筑碳排放计算标准（GB/T 51366-2019）及自测

黑色及有色金属类^[3]：建筑碳排放计算标准（GB/T 51366-2019）

玻璃及门窗^[4]：建筑碳排放计算标准（GB/T 51366-2019）;

化学制品^[5]及自来水^[6]：建筑碳排放计算标准（GB/T 51366-2019）

装饰面层^[7]：深圳市建筑装饰碳排放计算标准.T/SZZS 01 001-2021

油漆、涂料等^[8]：王上. 典型住宅建筑全生命周期碳排放计算模型及案例研究. 西南交通大学, 2014.;

预制构件^[9]及绿色建材^[10]：自测

A.0.2 建筑材料碳排放计算方法

1 建材碳排放因子计算包括单位产品的原材料开采及生产、机械设备能源资源消耗、原材料运输、人工消耗四大部分。建材碳排放因子计算公式如A-1所示：

$$C_{sc} = C_{sc1} + C_{sc2} + C_{sc3} + C_{sc4} \quad (A-1)$$

式中，

C_{sc} ——建材碳排放因子值；

C_{sc1} ——单位产量建材的原材料开采及生产碳排放量；

C_{sc2} ——单位产量建材因机械设备消耗能源资源产生的碳排放量；

C_{sc3} ——单位产量建材的原材料运输碳排放量；

C_{sc4} ——单位产量建材因人工消耗产生的碳排放量。

2 原材料开采及生产碳排放计算方法见公式（A-2）：

$$C_{SC1} = \sum_{i=1}^n M_i(1 - \alpha_i)F_i \quad (A-2)$$

式中，

C_{SC1} ——单位建材投入的原材料碳排放量（kgCO₂e/单位产品）；

M_i ——单位建材中第*i*种原材料的用量；

F_i ——建材中第*i*种原材料的碳排放因子；

α_i ——第*i*类原材料的废弃物掺量占比。

3 机械设备碳排放包括化石燃料燃烧、电力和热力以及水的碳排放。

（1）化石燃料燃烧碳排放

$$E_{\text{燃料}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \quad (A-3)$$

式中：

$E_{\text{燃料}}$ ——单位建材生产过程中因消耗化石燃料而产生的碳排放（kgCO₂e/单位产品）；

AD_i ——单位建材第*i*种化石燃料的实测消耗量（kg或m³）。

EF_i ——第*i*种燃料的排放因子（kgCO₂e/单位化石燃料数量）。

（2）电力和热力的碳排放

$$E_{\text{电力}} = AD_e \times EF_e \quad (A-4)$$

$$E_{\text{热力}} = AD_h \times EF_h \quad (A-5)$$

式中：

$E_{\text{电力}}$ ——单位建材消耗的电力碳排放（kgCO₂e/单位产品）；

AD_e ——单位建材的电力消费量（kW h）；

EF_e ——电力供应的碳排放因子（kgCO₂e/kW h）；

$E_{\text{热力}}$ ——单位建材消耗的热力的碳排放（kgCO₂e/单位产品）；

AD_k ——单位建材的热力消费量（GJ）；

EF_k ——热力供应的碳排放因子（kgCO₂e/GJ）。

（3）水的碳排放

$$E_{\text{水}} = AD_w \times EF_w \quad (\text{A-6})$$

式中，

$E_{\text{水}}$ ——单位建材消耗水的碳排放（kgCO₂e/单位产品）；

AD_w ——单位建材用水量（kg）；

EF_w ——为水的碳排放因子（kgCO₂e/kg）。

（4）分摊计算

当厂家各型号建材的生产线存在交叉，具体型号建材生产所用能源资源难以通过实测法准确测量时，应采用分摊计算公式，将能源资源总量按照建材生产量进行分摊计算。

$$AD_i = \frac{AD_{i,z}}{Q} \quad (\text{A-7})$$

式中：

AD_i ——单位建材第*i*种能源资源的消耗量；

$AD_{i,z}$ ——统计期内建材生产线中第*i*种能源的消耗总量；原则上应以近12个月作为统计期采集活动水平数据。企业正式投产不足12个月时，统计期可适当缩短，但不应少于6个月；

Q ——统计期内符合相关标准的合格建材产品产量。

综上，单位建材生产涉及机械设备碳排放的碳排放

$$C_{sc2} = E_{\text{燃料}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{热力}} + E_{\text{水}} \quad (\text{A-8})$$

4 原材料运输碳排放受建材的重量、运输方式和距离的影响，具体如公式（A-9）所示：

$$C_{sc3} = \sum_{i=1}^n (M_i \times D_i \times T_i) \quad (\text{A-9})$$

式中：

C_{sc3} ——单位建材涉及原材料运输过程的碳排放（kgCO₂e/单位产品）；

M_i ——单位建材第*i*种主要原材料的消耗量（t）；

D_i ——为第*i*种主要原材料平均运输距离（km）；

T_i ——第 i 种主要原材料的运输方式下，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 人工碳排放计算可按照公式（A-10）计算。套用定额可得各项工作所需的工日数，累计求得劳动力总工日数，人工碳排放因子根据《工业化建筑全产业链主要材料和部品清单及碳排放测算手册》取 $1.11 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{工日}$ 。

$$C_{SC4} = E_r \times N \quad (\text{A-10})$$

式中，

C_{SC3} ——单位建材生产阶段的人工碳排放量（ $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{单位产品}$ ）；

E_r ——人工单位工日的碳排放因子；

N ——单位建材消耗实测工日数。

附录B 主要工料消耗指标

B.0.1 主要材料用量可按表B.0.1估算。

表B.0.1 主要工料消耗指标

建筑类型	结构类型	每 m^2 建筑面积主要工料消耗指标	
		钢材（ kg ）	商品砼（ m^3 ）
住宅工程	小高层框剪（11-18层）	50~60	0.40~0.50
	高层（18层以上）	60~70	0.50~0.60
办公楼	多层框架	45~55	0.45~0.50
	小高层框剪（11-18层）	50~65	0.50~0.55
	高层框筒（18层以上）	85~100	0.65~0.80
教学楼	多层框架	50~60	0.45~0.50

	小高层框架（11-18层）	50~65	0.50~0.55
	高层（18层以上）	60~70	0.65~0.80

附录C 建材运输碳排放因子

C.0.1 各类运输方式的碳排放因子可按表C. 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为500km。

表C.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D 常用施工机械台班能源用量

D.0.1 常用施工机械的单位台班的能源消耗量可按表D.0.1选用。

表D.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	—	56.50	—
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	1200kN m	—	32.75	—
12			2000kN m	—	42.76	—
13			3000kN m	—	55.27	—
14			4000kN m	—	58.22	—
15			5000kN 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D.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	900kN	——	——	91.81
28			2000kN	——	77.76	——
29			3000kN	——	85.26	——
30			4000kN	——	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D.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D.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 1t	提升 高度	75m	——	——	42.32
85				100m	——	——	45.66
86	双笼施工电梯	提升质量 2t		100m	——	——	81.86
87				200m	——	——	159.94
88	平台作业升降车	提升高度	20m	——	48.25	——	
89	涡桨式混凝土 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	45m³/h	——	——	243.46	
93			75m³/h	——	——	367.96	
94	混凝土湿喷机	生产率	5m³/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D.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D.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	75kg	—	—	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180m以下	—	—	302.60
136		出口直径200mm	扬程280m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	21kV·A	—	—	60.27
143			32kV·A	—	—	96.53
144			40kV·A	—	—	132.23

续表D.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	75kV·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			1m 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E 主要能源碳排放因子

E.0.1 化石燃料碳排放因子按表E.0.1选取。

表E.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

E.0.2 其他能源碳排放因子按表E.0.2选取。

表E.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

E.0.3 化石燃料平均低位发热量按表 E.0.3 选取。

表 E.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F 临时设施碳排放因子

F.0.1 各地区临时设施碳排放因子可按表F.0.1选取（人均面积取 5m^2 ）。

表F.0.1 临时设施碳排放因子

区域	能耗指标			能源碳排放因子 ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{单位能源}$)	碳排放强度 [$\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \text{ a})$]	碳排放因子 ($\text{kgCO}_2\text{e}/\text{工日}$)
	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	0.5768
夏热冬冷地区	电力	kWh	70	0.5703	39.92	0.5468

附录G 建筑运行能耗定额指标及新建建筑平均能耗指标

G.0.1 建筑运行能耗定额指标可按表G.0.1选取。

表G.0.1 建筑运行能耗定额指标（电力折算标准煤系数 0.1229kgce/kWh）

建筑类型	建筑类别	单位建筑面积能耗/（kgCO ₂ /m ² ）		
		约束值	基准值	引导值
独立办公的党政机关	省级机关（分体空调、多联分体式空调系统）	8.44	7.10	4.22
	省级机关（集中式空调系统）	10.85	9.11	5.43
	市级机关（分体空调、多联分体式空调系统）	6.77	4.89	2.55
	市级机关（集中式空调系统）	8.71	6.30	3.22
	县级机关（分体空调、多联分体式空调系统）	5.83	4.02	1.88
	县级机关（集中式空调系统）	7.50	5.16	2.41
教育类机构	幼儿园	4.09	2.28	1.21
	小学	2.68	1.47	0.87
	中学	3.02	1.61	0.94

	高职	4.62	3.62	2.48
	本科	6.16	4.76	3.55
卫生 医疗 类机 构	三级医院（>90000m ² ）	29.61	19.56	14.20
	三级医院（45001~90000m ² ）	27.74	17.62	11.93
	三级医院（≤45000m ² ）	20.90	14.07	6.16
	二级医院（>25000m ² ）	16.42	11.12	7.04
	二级医院（11001~25000m ² ）	10.79	7.44	4.56
	二级医院（≤11000m ² ）	15.21	8.24	5.43
	一级医院	7.44	4.22	2.75
	其他（疾控中心、血液站）	7.37	6.03	4.02
文化 场馆 类机 构	剧院、音乐厅等	7.37	4.09	2.08
	博物馆、纪念馆、文化馆、美术馆、科技馆等（≥5000m ² ）	6.57	4.09	3.28
	博物馆、纪念馆、文化馆、美术馆、科技馆等（<5000m ² ）	4.09	2.08	1.21
	图书馆、档案馆等（≥5000m ² ）	5.49	3.62	1.41
	图书馆、档案馆等	4.56	2.95	1.34

	($<5000\text{m}^2$)			
体育场馆类机构	承办赛事类（体育场等）	4.96	2.48	1.21
	非承办赛事类（体育中心、训练中心等）	5.36	2.88	1.54

注：本表选取的标煤碳排放系数为 $0.67\text{tCO}_2/\text{tce}$

G.0.2 新建居住建筑平均能耗指标可按表G.0.2选取。

表G.0.2 各类新建居住建筑平均能耗指标 $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$

热工区划		供暖耗热量 $[\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	供暖耗电量 $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	供冷耗电量 $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$
寒冷地区	A区	82		
	B区	67		7.1
夏热冬冷地区	A区		6.9	10.0
	B区		3.3	12.5

G.0.3 新建公共建筑平均能耗指标可按表G.0.3选取。

表G.0.3 新建公共建筑供暖、供冷与照明平均能耗指标 $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$

热工区划	建筑面积 $<20000\text{m}^2$ 的办公 建筑	建筑面积 $\geq 20000\text{m}^2$ 的办公 建筑	建筑面积 $<20000\text{m}^2$ 的旅馆 建筑	建筑面积 $\geq 20000\text{m}^2$ 的旅馆 建筑	商业建筑	医院建筑	学校建筑
寒冷地区	39	50	75	68	95	158	28
夏热冬冷地区	36	53	78	70	106	142	28

附录H 江苏省冷水计算温度

H.0.1 江苏省冷水计算温度可按表H.0.1选取。

表 H.0.1 江苏省冷水计算温度表

区域	地面水(℃)	地下水(℃)
寒冷地区(江苏偏北)	4	10-15
夏热冬冷地区(江苏大部)	5	15-20

区划指标:

区域	主要指标	辅助指标
寒冷地区	$-10^{\circ}\text{C} < t_{\min\cdot m} \leq 0^{\circ}\text{C}$	$90 \leq d_{\leq 5} < 145$
夏热冬冷地区	$-0^{\circ}\text{C} < t_{\min\cdot m} \leq 10^{\circ}\text{C}$ $25^{\circ}\text{C} < t_{\max\cdot m} \leq 30^{\circ}\text{C}$	$0 \leq d_{\leq 5} < 90$ $40 \leq d_{\geq 25} < 110$

其中 $t_{\min\cdot m}$ 为最冷月平均温度, $t_{\max\cdot m}$ 为最热月平均温度, $d_{\leq 5}$ 为日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数, $d_{\geq 25}$ 为日平均温度 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数。

夏热冬冷 (I区) 包括: 南京、无锡、常州、苏州、南通、镇江; 夏热冬冷 (II区) 包括: 淮安、盐城、扬州、宿迁、泰州; 寒冷地区包括: 徐州、连云港。

附录I 民用建筑照明参数

I.0.1 民用建筑照明参数按表I.0.1选取。

表I.0.1 民用建筑照明参数表

居住建筑

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

办公建筑

房间或场所		照明功率密度限值 (W/m ²)	日照明时间 (h/d)
普通办公室、会议室	工作日	≤8.0	9.45
	节假日		0
高档办公室、设计室	工作日	≤13.5	9.45
	节假日		0
服务大厅	工作日	≤10.0	9.45
	节假日		0
一般商店营业厅		≤9.0	11
高档商店营业厅		≤14.5	11
一般超市营业厅、仓储式超市、专卖店营业厅		≤10.0	11
高档超市营业厅		≤15.5	11

注：当一般商店营业厅、高档商店营业厅、专卖店营业厅需装设重点照明时，该营业厅的照明功率密度限制可增加5W/m²。

旅馆建筑

房间或场所		照明功率密度限值 (W/m ²)	照明时间 (h/d)
客房	一般活动区	≤6.0	6.9
	床头		3.5
	卫生间		3.2
中餐厅		≤8.0	11
西餐厅		≤5.5	11
多功能厅		≤12.0	9.45
客房层走廊		≤3.5	9.2
大堂		≤8.0	9.2
会议室		≤8.0	9.45

医疗建筑

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m ²)	照明时间 (h/d)
治疗室、诊室	≤8.0	11
化验室	≤13.5	11
候诊室、挂号厅	≤5.5	15.6
病房	≤5.5	9.2
护士站	≤8.0	9.2
药房	≤13.5	11
走廊	≤4.0	11

教育建筑

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m ²)	照明时间 (h/d)
教室、阅览室、实验室、多媒体教室	≤8.0	5
美术教室、计算机教室、电子阅览室	≤13.5	13
学生宿舍	≤4.5	3.5

会展建筑

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m ²)	照明时间 (h/d)
会议室、洽谈室	≤8.0	11
宴会厅、多功能厅	≤12.0	11
一般展厅	≤8.0	11

高档展厅	≤ 12.0	11
------	-------------	----

交通建筑

房间或场所		照明功率密度限值 (W/m^2)	寒冷地区 照明时间 (h/d)
候车 (机、船) 室	普通	≤ 6.0	11
	高档	≤ 8.0	11
中央大厅、售票大厅、行李认领、到达大厅、出发大厅		≤ 8.0	11
地铁站厅	普通	≤ 4.5	16.5
	高档	≤ 8.0	16.5
地铁进出站门厅	普通	≤ 5.5	16.5
	高档	≤ 8.0	16.5

金融建筑

房间或场所	照明功率密度限值 (W/m^2)	寒冷地区 照明时间 (h/d)
营业大厅	≤ 8.0	11
交易大厅	≤ 12.0	11

附录J 电梯运行参数

J.0.1 电梯运行、待机时间可按表J. 0. 1选取。

表J.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

J.0.2 电梯待机、运行能量需求可按表J.0.2选取。

表J.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K 江苏太阳能总辐射量与年平均日照当量

K.0.1 江苏各市太阳能总辐射量与年平均日照时数可按表K.0.1选取。

表K.0.1 江苏各市太阳能总辐射量与年平均日照时数

城市	年日照时数	全局角度最佳太阳辐照量(kWh/m ² 年)	水平辐照量 (kWh/m ² 年)
南京	2132	1393.5	1290.9
苏州	1950	1421.0	1321.0
无锡	1974	1429.7	1328.2
常州	1970	1307.2	1410.7
南通	2056	1450.9	1341.1
扬州	2085	1423.8	1315.4
泰州	2189	1443.0	1331.0
镇江	2138	1407.7	1304.6
徐州	2588	1500.0	1367.7
连云港	2686	1485.6	1374.0
盐城	2272	1486.8	1359.7
淮安	2416	1490.1	1359.6
宿迁	2439	1504.4	1371.6

附录L 电器设备功率密度及使用率

L.0.1 不同类型房间电器设备功率密度可参考表L.0.1。

表L.0.1 不同类型房间电器设备功率密度(W/m²)

建筑类别	电器设备功率	建筑类别	电器设备功率
办公建筑	15	医院建筑 住院部	15
旅馆建筑	15	学校建筑 教学楼	5
商业建筑	13	居住建筑	3.8
医院建筑——门诊楼	20	工业建筑	15

L.0.2 电器设备逐时使用率可参考表L.0.2。

表L.0.2 电器设备逐时使用率(%)

			时间											
建筑类别			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
办公建筑、教学楼	工作日		0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50
	节假日		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宾馆建筑		全年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
商业建筑		全年	0	0	0	0	0	0	0	30	50	80	80	80
住院部		全年	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
门诊楼		全年	0	0	0	0	0	0	0	20	50	95	80	40
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											
建筑类别			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
办公建筑、教学楼	工作日		50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	节假日		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

宾馆建筑		全年	0	0	0	0	0	80	80	80	80	80	0	0
商业建筑		全年	80	80	80	80	80	80	80	70	50	0	0	0
住院部		全年	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
门诊楼		全年	20	50	60	60	20	20	0	0	0	0	0	0
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M 建筑废弃物产生量及处置数据

M.0.1 拆除建筑物产生的固体废弃物量可参考表M.0.1。

表M.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)	
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

M.0.2 原材料减量替代关系可参考表M.0.2。

表M.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

附录N 碳汇相关数据

N.0.1 不同种植方式单位种植面固碳量可按表N.0.1选取。

表N.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

N.0.2 不同生活型主要植物单位叶面积日固碳量可参考表N.0.2

表N.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O 建筑碳排放计算实例与计算模板

O.1 案例一

一、建筑概况

- 1.1 建设地点：N市
- 1.2 总建筑面积：46833.88m²
- 1.3 建筑层数：地上22层，地下0层
- 1.4 建筑类型：办公建筑
- 1.5 设计使用年限：50年
- 1.6 项目阶段：施工图设计阶段

二、编制依据

- 1.《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366-2019
- 2.《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015-2021
- 3.《建筑给水排水设计标准》 GB 50051-2019
- 4.《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801-2013
- 5.《民用建筑节水设计标准》 GB 50555-20106
- 6.《民用建筑绿色性能计算标准》 JGJ/T 449-2018
- 7.《民用建筑能耗分类及表示方法》 GB/T 34913-2017
- 8.《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》 GB 50364-2018
- 9.《深圳市建筑装饰碳排放计算标准》 T/SZZS 01001-2021
- 10.《深圳市建筑废弃物减排技术规范》 SJG21-2011
- 11.《建筑碳排放计算导则》（广东省）
- 12.《建筑碳排放计量标准》 CECS374:2014
- 13.《建筑材料工业二氧化碳排放核算方法》

三、计算分析

3.1 计算条件

1) 计算范围

建筑碳排放是指建筑物在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、运行、废弃物处置阶段产生的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量表示，包括建材生产及运输、建造、运行、拆除阶段活动相关的温室气体排放。与建筑相关的绿化作为碳汇抵消建活动产生的碳排放，光伏、地源热泵等可再生能源利用所产生的

能量按碳排放折减量计入。

2) 计算方法

建筑物碳排放计算采用碳排放因子法，将各部分活动形成的能源与材料消耗量乘以对应的二氧化碳排放因子，计算出建筑物不同阶段相关活动的碳排放。对于制冷剂等特殊物质释放产生的碳排放量，根据其全球变暖潜值转换为二氧化碳当量。采用碳排放因子法得到各单项活动的碳排放量，按照类别进行汇总可分别计算出建材生产和运输、建造和拆除、运行、废弃物处置各阶段的碳排放量。

3) 计算基础数据

本案例在施工图设计阶段进行，碳排放因子法计算所需要的建筑活动基础数据及其来源如表1所示。

表 1 项目资料

项目阶段	碳排放活动	资料情况
建材生产与运输	建材生产过程 建材运输过程	可行性研究报告及方案设计阶段：混凝土、钢材等主要建材的估算用量； 其他各阶段：工程造价概算清单/工程造价预决算文件、建材采购文件、供应商清单等
建造与拆除	建造机械活动 拆除机械活动	工程造价概算清单/工程造价预决算文件、建材采购文件、供应商清单等
运行	生活热水 暖通空调 照明及电梯 可再生能源 炊事 日常用水 电器能耗	可行性研究报告及方案阶段：热水、电力、能源消耗的估算用量 其他各阶段：建筑围护结构信息；所在地区气象数据信息；热水用户数量、设备信息；使用空间功能及面积统计数据；室内人员密度及在室时间信息；暖通空调设备信息；电梯参数；可再生能源利用信息
废弃物处置	循环利用	按建筑面积估算废弃物量
碳汇	绿化	绿化种类和面积

3.2. 建材生产及运输阶段碳排放计算分析

1) 建材生产阶段碳排放

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、建筑构件和部品等，纳入计算的主要建筑材料不应低于建筑中所耗建材总重量的95%，如表2。

参考本导则4-1，通过查询设计图纸、采购清单等工程建设相关资料确定各个材料的消耗量，如钢筋(综合)的消耗量为2375.27115t，乘以碳排放因子后得到钢筋生产阶段碳排放，如下：

钢筋(综合): $2375.27115 \times 3744.0000 \times 10^{-3} = 8893.02 \text{tCO}_2 \text{ e}$ ，其他材料同钢筋；在得到所有材料的碳排放后相加得到建材生产阶段碳排放。

表 2 建材生产碳排放

材料名称	规格型号	单位	数量	碳排放因子 kgCO ₂ e/(单位数量)	碳排放量 (tCO ₂ e)
钢筋(综合)		t	2375.27115	3744.0000	8893.02

现浇构件钢筋Φ12 外		t	1632.81698	3.0000	4898.45
装配式楼板		t	3940.8	1054.3600	4155.02
玻璃幕墙（竖隐框）		m ²	15661.59	254.0000	3978.04
商品混凝土 C35(泵送)		m ³	5371.68187	429.7800	2308.64
现浇构件钢筋Φ12 内		t	701.14381	3.0000	2103.43
...	...	...	...	...	...
合计					39042.16
按设计使用年限 50 年计算，建材生产的碳排放强度为 16.67kgCO ₂ e/(m ² a)，年均碳排放量为 780843.20kgCO ₂ e/a。					

注：生产阶段数据计算条目共194条，本表按照单项碳排放量大小排序，取前6条列入上表，最后合计数据为该项目所有建材生产所产生的碳排放量总和。

2) 建材运输阶段碳排放

表 3 建材运输

材料名称	单位	数量	距离 (km)	碳排放因子 kgCO ₂ e/(km.单位数量)	碳排放量 (tCO ₂ e)
...	...	...	...	...	...
合计					1952.11
按设计使用年限 50 年计算，建材运输的碳排放强度为 0.83kgCO ₂ e/(m ² a)，年均碳排放量为 39042.20kgCO ₂ e/a。					

缺少运输阶段数据，运输阶段碳排放量以该项目生产阶段碳排放总量5%计入 39042.16*5%=1952.11（tCO₂）。

3.3 建造及拆除阶段碳排放计算分析

1) 建造阶段碳排放

本项目建造阶段碳排放分为机械能源碳排放与临时设施消耗能源碳排放。参考本导则5-2与5-3，机械能源碳排放需先确定各施工机械台班用量，然后乘以碳排放因子得到碳排放。临时设施消耗能源碳排放需要先得到综合人工工日，然后乘以单位工日临时设施碳排放因子（附录F）得到碳排放。

建造阶段碳排放计算如表4所示。

表 4 建造阶段碳排放

建造类别	机械名称	单位	数量	碳排放因子 kgCO ₂ e/(台班)	碳排放量 (tCO ₂ e)
机	交流弧焊机	台班	153.02575	47.7	7.3
机	交流电焊机 30KVA	台班	860.71877	85.12	73.26
机	汽车式起重机 5t 起重量	台班	242.80749	68	16.51
机	装卸机械	台班	491.72565	102	50.16
...	...	...	...	...	...
合计					400.54
按设计使用年限 50 年计算，建造阶段的碳排放强度为 0.17kgCO ₂ e/(m ² a)，年均碳排放量为 8011.00kgCO ₂ e/a。					

注：建造阶段数据计算条目共253条，本表按照单项碳排放量大小排序，取前6条列入上表，最后合计数据为该项目所有建造内容所产生的碳排放量总和。

2) 拆除阶段碳排放

拆除阶段碳排放计算如表5所示。

表 5 拆除阶段碳排放

建造类别	设备名称	单位	工程量	碳排放因子	碳排放量
------	------	----	-----	-------	------

				kgCO ₂ e/(单位工程量)	(tCO ₂ e)
...	...	...	...	...	...
合计					360.49
按设计使用年限 50 年计算, 拆除阶段的碳排放强度为 0.154kgCO ₂ e/(m ² a), 年均碳排放量为 7209.72kgCO ₂ e/a。					

注: 无拆除阶段数据, 拆除阶段碳排放量以该项目建设阶段碳排放总量的90%计入。

3.4. 运行阶段碳排放计算分析

建筑运行阶段碳排放计算范围应包括生活热水, 暖通空调, 照明及电梯, 可再生能源, 炊事系统, 日常用水, 电器能耗、建筑碳汇系统在建筑运行期间的碳排放量。

1) 生活热水

参考本导则 6-3, 将建筑用水计算单位数, 热水用水定额, 设计热水温度(可参考附录 G), 设计冷水温度, 热水密度, 年生活热水使用时长, 管网输配效率, 生活热水系统热源年平均效率等数据代入可得生活热水碳排放为 17613.3tCO₂ e。

2) 暖通空调

暖通空调碳排放可根据公式 6-4、6-5, 代入数据后得出暖通空调碳排放为 51835.92tCO₂ e。

3) 照明及电梯

照明碳排放可参考本导则 6-7、6-8, 带入各个房间面积, 房间照明功率密度值与月照明小时数, 可得照明碳排放 26034.01tCO₂ e。

本项目共 13 部电梯, 电梯载重量 1600kg, 运行速度 1.7m/s, 电梯每日运行时间 3h, 待机时间 21h, 运行及待机能量性能等级为二级。通过计算可得, 运行阶段电梯系统能耗碳排放合计: 6356.79tCO₂ e。

累加可得照明及电梯碳排放共计 32390.8tCO₂ e。

4) 可再生能源

本项目可再生能源为光伏系统, 光伏模块面积 1200m², 光伏模块倾角 45°, 可代入 6-12 计算得减碳量为 5002.85tCO₂ e。

5) 炊事系统

本案例涉及建筑为办公建筑, 无炊事系统碳排放。

6) 日常用水

本建筑可容纳办公人员约为 1500 人, 按每人年均用 10t 水计算, 可得每年用水为 15000t, 自来水碳排放因子一般为 0.168kgCO₂e/t, 按照 50 年建筑寿命计算, 可得碳排放量为: $15000 \times 0.168 \times 50 \times 10^{-3} = 126\text{tCO}_2 \text{ e}$ 。

7) 电器能耗

参考本导则 6-19、6-20，先求得建筑中各电器的耗电量，然后根据 6-21 求得电器能耗为 34815.09tCO₂ e。

8) 碳汇

本项目碳汇主要是各种绿化，包括大小乔木、灌木、花草密植混种区。根据各种绿化面积和植被种类，参考本导则附录 N 选择相应的碳汇因子，本项目绿化面积为4500m²，因子系数为27.5 kgCO₂ e/m²，按照 50 年的建筑使用寿命估算，根据导则 8-1，有： $4500 \times 27.5 \times 50 \times 10^{-3} = 6187.5 \text{tCO}_2 \text{e}$ ；则建筑整个使用期的碳汇量为-6187.5tCO₂e。

9) 运行阶段能耗模块碳排放构成汇总表

表 6 运行阶段能耗模块碳排放构成

类别	碳排放量(tCO ₂ e)	碳排放强度 kgCO ₂ e/(m ² a)
生活热水	17613.3	7.52
暖通空调	51835.92	22.14
照明及电梯	32390.8	13.83
可再生能源	-5002.85	-2.14
炊事系统	0.00	0.00
日常用水	126.00	0.05
电器能耗	34815.09	14.87
碳汇	-6187.5	-2.64

3.5 废弃物处置阶段碳排放计算分析

首先根据建筑拆除废弃物指标（附录L）乘以建筑面积算出各废弃物的质量（W_i）：混凝土：950×46833.88=44492.19t，其他废弃物量计算方式同混凝土。

循环利用包括可回收废弃物的处置过程碳排放和再生产替代原材料达到的减量碳排放。先根据给出的循环利用比例得出循环利用的重量：

混凝土：44492.19×55%=24470.70，其他废弃物计算方式同混凝土；

接下来参考导则7-5与7-6，将回收废弃物并生产再生建材产生的碳排放减去再生建材可替代的传统建筑材料碳排放得到循环利用阶段的碳排放，如下：

混凝土：24470.70×0.225-24470.70×0.125=2447.07tCO₂ e，其他废弃物同；得到所有废弃物碳排放后相加得处置阶段循环利用碳排放：2914.93tCO₂ e。

表 7 循环利用阶段碳排放构成

废弃物名称	循环利用比例	循环利用量 (t)	过程碳排放因子 (kgCO ₂ e/kg)	减量碳排放因子 (kgCO ₂ e/kg)	碳排放量 (tCO ₂ e)
混凝土	55%	24470.70	0.225	0.125	2447.07
砖和砌块	55%	3219.83	0.308	0.204	334.86
金属	75%	3161.29	0.3	0.261	0.00
玻璃	70%	65.57	0.6	0.452	123.29

四、建筑全生命周期碳排放量构成及分析

4.1 建筑全生命周期碳排放总量及分阶段碳排放构成比例分析

表 8 建筑全生命周期碳排放量汇总表

活动阶段	碳排放来源	总碳排放量 (tCO ₂ e)	年均碳排放量(kgCO ₂ e/a)	碳排放强度 kgCO ₂ e/(m ² ·a)	碳排放占比
建材生产及 运输	阶段合计	40994.27	819885.40	17.51	23.55%
	建材生产	39042.16	780843.20	16.67	22.43%
	建材运输	1952.11	39042.20	0.83	1.12%
建造及拆除	阶段合计	4540.03	90800.60	1.94	2.61%
	建造	400.55	8011.00	0.17	0.23%
	拆除	4139.48	82789.60	1.77	2.38%
建筑运行	阶段合计	125590.76	2511815.20	53.63	72.16%
	生活热水	17613.30	352266.00	7.52	10.12%
	暖通空调	51835.92	1036718.40	22.14	29.78%
	照明及电梯	32390.80	647816.00	13.83	18.61%
	可再生能源	-5002.85	-100057.00	-2.14	-2.87%
	炊事系统	0.00	0.00	0.00	0.00%
	日常用水	126.00	2520.00	0.05	0.07%
	电器能耗	34815.09	696301.80	14.87	20.00%
	碳汇	-6187.50	-123750.00	-2.64	-3.56%
废弃物处置	阶段合计	2914.93	58298.60	1.24	1.67%
	循环利用	2914.93	58298.60	1.24	1.67%
合计		174039.99	3480799.80	74.32	100.00%

4.2 民用建筑碳排放评价指标

参考本导则表3.2，可得到民用建筑碳排放各评价指标的碳排放。具体计算如表9所示。

表 9 建筑全生命周期碳排放量汇总表

类型	名称	核算范围	数值
总量指标	TCEB 建筑外延碳排放	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{CC}+C_{CZ}$	48,449.23tCO ₂ e
	TCEO 建筑运行碳排放	C_{YX}	125590.76tCO ₂ e
	TCE 建筑总体碳排放	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{YX}+C_{CC}+C_{CZ}-C_P$	174039.99 tCO ₂ e
	TCWB建筑物化碳排放量	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}$	41394.8 tCO ₂ e
单位指标	ICEA 单位面积碳排放	TCE/建筑面积	3716.11 kgCO ₂ e/m ²
	ICEN 年均碳排放	TCE/设计寿命	3480799.80 kgCO ₂ e/a
	ICED单位面积年均碳排放	TCE/设计寿命/建筑面积	74.32 kgCO ₂ e/(m ² a)
	ICWB单位面积物化碳排放量	TCWB/建筑面积	883.87 kgCO ₂ e/m ²

O.2 案例二

一、建筑概况

- 1.1 建设地点：N市
- 1.2 总建筑面积：22550m²
- 1.3 建筑层数：地上23层，地下1层
- 1.4 建筑类型：住宅建筑
- 1.5 设计使用年限：50年
- 1.6 项目阶段：运行阶段

二、编制依据

- 1.《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366-2019
- 2.《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015-2021
- 3.《建筑给水排水设计标准》 GB 50051-2019
- 4.《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801-2013
- 5.《民用建筑节水设计标准》 GB 50555-20106
- 6.《民用建筑绿色性能计算标准》 JGJ/T 449-2018
- 7.《民用建筑能耗分类及表示方法》 GB/T 34913-2017
- 8.《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》 GB 50364-2018
- 9.《深圳市建筑装饰碳排放计算标准》 T/SZZS 01001-2021
- 10.《深圳市建筑废弃物减排技术规范》 SJG21-2011
- 11.《建筑碳排放计算导则》（广东省）
- 12.《建筑碳排放计量标准》 CECS374:2014
- 13.《建筑材料工业二氧化碳排放核算方法》

三、计算分析

3.1 计算条件

1) 计算范围

建筑碳排放是指建筑物在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、运行、废弃物处置阶段产生的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量表示，包括建材生产及运输、建造、运行、拆除阶段活动相关的温室气体排放。与建筑相关的绿化作为碳汇抵消建活动产生的碳排放，光伏、地源热泵等可再生能源利用所产生的能量按碳排放折减量计入。

2) 计算方法

建筑物碳排放计算采用碳排放因子法，将各部分活动形成的能源与材料消耗量乘以对应的二氧化碳排放因子，计算出建筑物不同阶段相关活动的碳排放。对于制冷剂等特殊物质释放产生的碳排放量，根据其全球变暖潜值转换为二氧化碳当量。采用碳排放因子法得到各单项活动的碳排放量，按照类别进行汇总可分别计算出建材生产和运输、建造和拆除、运行、废弃物处置各阶段的碳排放量。

3) 计算基础数据

本案例在运行阶段进行计算，碳排放因子法计算所需要的建筑活动基础数据及其来源如表1所示。

表 1 项目资料

项目阶段	碳排放活动	资料情况
建材生产与运输	建材生产过程 建材运输过程	可行性研究报告及方案设计阶段：混凝土、钢材等主要建材的估算用量； 其他各阶段：工程造价概算清单/工程造价预决算文件、建材采购文件、供应商清单等
建造与拆除	建造机械活动 拆除机械活动	工程造价概算清单/工程造价预决算文件、建材采购文件、供应商清单等
运行	生活热水 暖通空调 照明及电梯 可再生能源 炊事 日常用水 电器能耗	可行性研究报告及方案阶段：热水、电力、能源消耗的估算用量 其他各阶段：建筑围护结构信息；所在地区气象数据信息；热水用户数量、设备信息；使用空间功能及面积统计数据；室内人员密度及在室时间信息；暖通空调设备信息；电梯参数；可再生能源利用信息
废弃物处置	循环利用	按建筑面积估算废弃物量
碳汇	绿化	绿化种类和面积

3.2. 建材生产及运输阶段碳排放计算分析

1) 建材生产阶段碳排放

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、建筑构件和部品等，纳入计算的主要建筑材料不应低于建筑中所耗建材总重量的95%。

参考本导则4-1，根据该工程概算书中的人机料清单表，得出以下主要建材的使用量。在计算过程中对不同材料进行归类，把主要建材分为钢材、混凝土、砖与砌体、陶瓷面砖、水泥、原材料、砂浆、玻璃与门窗、保温材料、涂料、防水卷材、其它等共计12大类。碳排放因子主要取自导则附录A，计算表格如下：

表 2 建材生产碳排放

材料名称	规格型号	单位	数量	碳排放因子 kgCO ₂ e/(单位数量)	碳排放量 (tCO ₂ e)
带肋高强钢筋,Φ12 以内		t	185.03	2340	432.96
HRB400 钢筋,Φ25 以内		t	313.22	2340	732.93
预拌混凝土(泵送型), C30		m ³	5889.63	295	1737.44
墙面砖, 300×600		m ²	54.23	12.8	0.69
防滑地砖, 600×600		m ²	1721.83	13.3	22.90
外墙涂料		t	80.48	3600	289.73
...	...	...	...	...	...
合计					8307.77tCO ₂ e
按设计使用年限 50 年计算, 建材生产的碳排放强度为 7.37kgCO ₂ e/(m ² a), 年均碳排放量为 166155.40kgCO ₂ e/a。					

注：在统计过程中，部分建筑材料没有纳入计算。根据（GB/T 51366-2019）条文6.1.3，建筑主体结构材料、建筑围护结构材料、建筑构件和部品等，计算所选的主要建筑材料的总重量不低于建筑中所耗建材总重量的95%;重量比小于0.1%的建筑材料可不计算。

2) 建材运输阶段碳排放

该工程由于没有实际生产厂家的相关调研数据，因此按照导则附录E的默认值取值，即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。碳排放因子取自导则附录B。计算表格如下：

表 3 建材运输

材料名称	计量单位	材料用量	运输方式	运输距离 km	碳排放因子 kgCO ₂ e/ (t • km)	碳排放量 (tCO ₂ e)
钢材	t	1173.21	重型柴油货车运输 (载重46t)	500	0.057	33.44
混凝土	t	27009.40	重型柴油货车运输 (载重18t)	40	0.129	139.37
砖与砌体	t	831.59	重型柴油货车运输 (载重46t)	500	0.057	23.70
陶瓷面砖	t	70.23	重型柴油货车运输 (载重46t)	500	0.057	2.00
水泥	t	230.56	重型柴油货车运输 (载重46t)	500	0.057	6.57
砂	t	281.26	重型柴油货车运输 (载重46t)	500	0.057	8.02
...	...	...	...	...	...	...
建材运输阶段碳排放合计：250.32 tCO ₂ e						

3.3 建造及拆除阶段碳排放计算分析

1) 建造阶段碳排放

本项目建造阶段碳排放分为机械能源碳排放与临时设施消耗能源碳排放。根据该工程概算书获得施工机械台班消耗量和临时设施数据，根据导则附录C获得施工机械对应能源的碳排放因子、附录C获得施工机械单位台班的能源消耗量，参考导则5.1计算公式，计算结果如下：

表 4 住宅楼建造阶段施工机械碳排放量

序号	名称规格	计量单位	材料用量	碳排放因子 kgCO ₂ e/计量单位	碳排放量 tCO ₂ e
1	滚筒式混凝土搅拌机(电动) 出料容量400L	台班	17.13	8	0.14

2	灰浆搅拌机 拌筒容量200L	台班	96.54	7	0.68
3	混凝土输送泵车 输送量60m ³ /h	台班	143.32	193	27.66
4	混凝土振捣器 插入式	台班	982.93	2	1.97
5	载货汽车 装载质量4t	台班	141.80	75	10.64
6	汽车式起重机 提升质量5t	台班	55.57	68	3.78
...	...	...	...	...	...
建造阶段机械碳排放合计：236.96 tCO ₂ e					

根据（GB/T 51366-2019）条文5.1.3，该项目施工期间工地办公、生活用房等临时设施的建造和拆除不需要纳入计算。但是，该区域内使用过程中消耗的能源所产生的碳排放应该纳入计算。通过调研，该项目施工周期为一年，管理人员10人，其它职工人数150人。采暖时间为3个月，共1440小时，制冷时间为3个月，共1440小时，所有临时设施空调选用1.5匹挂式空调，功率1.2kW，办公区4台，生活区18台。

表 5 住宅楼施工期间工地办公、生活用房设施面积

临时房屋	指标使用方法	参考指标 (m ² /人)	人数	总面积 (m ²)
办公室	按管理人员人数	3.5	10	35.00
宿舍	按职工人数	3	150	450.00
食堂	按职工人数	0.65	150	97.50
厕所	按职工人数	0.07	150	10.50
其它	按职工人数	0.55	150	82.50

表 6 住宅楼施工期间工地办公、生活用房运行碳排放量

临时设施	临时房间	用房面积 (m ²)	照明耗电量 (kWh)	供暖耗电量 (kWh)	制冷耗电量 (kWh)	总耗电量 (kWh)	碳排放量 (tCO ₂ e)
办公区	办公室	35.00	2222.64	6912.00	6912.00	16046.64	9.15
生活区	宿舍	450.00	4374.00	31104.00	31104.00	66582.00	37.97
	食堂	97.50	526.50	0.00	0.00	526.50	0.30
	厕所	10.50	124.74	0.00	0.00	124.74	0.07
建造阶段临时设施能耗碳排放合计：47.49tCO ₂ e							

电力因子取值为全国电网平均排放因子0.5703kgCO₂e/kWh，由上述计算可得，建造阶段碳排放合计：236.96+47.49=285.45tCO₂e。

2) 拆除阶段碳排放

拆除阶段为现场拆除机械活动。由于本项目尚未进行实际拆除，无实际拆除阶段活动数据。故本计算案例通过比例估算法计算该建筑拆除阶段的碳排放值。本案例按建造阶段碳排放的90%计算拆除阶段碳排放。通过计算，该阶段碳排放合计：285.45*90%=256.91tCO₂e。

3.4. 运行阶段碳排放计算分析

建筑运行阶段碳排放计算范围应包括生活热水，暖通空调，照明及电梯，可再生能源，炊事系统，日常用水，电器能耗、建筑碳汇系统在建筑运行期间的碳排放量。

1) 生活热水

参考导则 6.3 计算公式及说明,生活热水采用普通电热水器,建筑总户数 184 户,户均人数按照 3 人计算,入住率取 80%、日用水定额取 20L/(人·天),全年供应热水,热水机组性能 3.6,热源效率取 95%,管网效率取 87%。设计冷水温度为 5℃,热水温度为 55℃,热水密度为 0.986kg/L,电力因子取值为全国电网平均排放因子 0.5703kgCO₂e/kWh。生活热水碳排放值合计: 6377.20 tCO₂ e。

2) 暖通空调

由于通过实际计量的方式获取建筑运行阶段的采暖与制冷能耗数据的可能性比较低,因此本计算案例采用东禾碳排放计算分析软件基于准稳态能耗模拟开发的建筑运行模块碳排放计算功能进行计算分析。借助软件计算时,只需准确输入建筑体量及所在区域、围护结构窗墙面积及材料构成、各功能区域新风量、供暖制冷和通风类型等基本参数,便能准确获得相应碳排放计算数值。通过软件计算可得,本案例采暖与制冷碳排放合计: 18752.00tCO₂e,通风系统碳排放合计: 123.14tCO₂e。

3) 照明及电梯

建筑物照明能耗是建筑物能源消耗的重要组成部分,照明设备能耗与灯具的效率、控制方式、自然采光、使用习惯等密切相关。照明碳排放参考本导则 6.7、6.8,住宅的居住空间照明系统碳排放计算结果如下:

表 7 住宅楼照明系统碳排放量

建筑类型	房间类型	建筑面积 (m ²)	功率密度 (W/m ²)	月照明时间 (h)	总照明时间 (h)	照明能耗 (MWh)	碳排放量 (tCO ₂ e)
居住建筑	卧室	4706.72	6	135	81000	2287.47	1329.02
	厨房	1184.04	6	96	57600	409.20	237.75
	卫生间	1067.20	6	165	99000	633.92	368.31
	餐厅	1423.24	6	75	45000	384.27	223.26
	起居室	2934.80	6	165	99000	1743.27	1012.84
运行阶段照明系统能耗碳排放合计: 3171.18 tCO ₂ e							

本项目共 4 部电梯,电梯载重量 1000kg,运行速度 1.7m/s,电梯每日运行时间 3h,待机时间 21h,运行及待机能量性能等级为二级。通过计算可得,运行阶段电梯系统能耗碳排放合计: 1470.33tCO₂ e。

累加可得照明及电梯碳排放共计 4,641.51tCO₂ e。

4) 可再生能源

由于本项目未使用光伏、风电等可再生能源,因此可再生能源系统不参与碳排放的抵消计算。

5) 炊事系统

本案例为居住建筑,需计算炊事系统。假设炊事系统全部使用天然气,入住率取 80%,每户月使用 30m³,根据附录 D 取 CO₂ 排放因子 55.54 tCO₂e/TJ, NCV 取 35608 kJ/m³,计算得出碳排放量为: 104.80 tCO₂ e。

6) 日常用水

本案例总户数 184 户，户均人数按照 3 人计算，入住率取 80%，按每人年均用 10t 水计算，可得每年用水为 4416t，自来水碳排放因子一般为 0.168kgCO₂e/t，按照 50 年建筑寿命计算，可得碳排放量为： $184 \times 3 \times 0.8 \times 10 \times 0.168 \times 50 \times 10^{-3} = 37.09$ tCO₂。

7) 电器设备

本案例为住宅建筑，参考附录 K 取电器设备功率 3.8W/m²；根据附录 K 中电器设备逐时使用率折算得出电器设备年使用时间 1304h。计算得出电器设备碳排放： $22550 \times 3.8 \times 1304 \times 0.5703 \times 50 \times 10^{-6} = 3186.26$ tCO₂ e。

8) 碳汇

由于缺乏相应的绿化设计数据，碳汇未参与计算。

表 8 运行阶段能耗模块碳排放构成

碳排放来源	总碳排放量(tCO ₂ e)	年均碳排放量(tCO ₂ e/a)	碳排放强度kgCO ₂ e/(a m ²)
热水	6377.20	127.54	5.66
暖通空调	18875.14	377.50	16.74
照明及电梯	4641.51	92.83	4.12
可再生能源	0.00	0.00	0.00
炊事	104.80	2.10	0.09
日常用水	37.09	0.74	0.03
电器设备	3186.26	63.73	2.83
碳汇	0.00	0.00	0.00

3.5 废弃物处置阶段碳排放计算分析

首先根据住宅建筑废弃物产生量分类指标，计算得出该项目产生混凝土 1984.4t，砖和砌块 4059t，砂浆 4510t，金属 1465.75t，玻璃 67.65t。

废弃物处置包括可回收废弃物的处置过程碳排放和再生产替代原材料达到的减量碳排放。先根据给出的循环利用比例得出循环利用的重量：

混凝土： $19844 \times 55\% = 10914.2$ ，其他废弃物计算同混凝土；

随后参考导则公式 7-5 与 7-6，将回收废弃物并生产再生建材产生的碳排放减去再生建材可替代的传统建筑材料碳排放得到循环利用阶段的碳排放，过程碳排放根据其他同类项目案例获取，减量碳排放因子根据附录 A 获取，得到处置阶段废弃物循环利用碳排放：1373.48tCO₂e。计算表格如下：

表 10 循环利用阶段碳排放构成

废弃物名称	循环利用比例	循环利用量(t)	过程碳排放因子(kgCO ₂ e/kg)	减量碳排放因子(kgCO ₂ e/kg)	碳排放量(tCO ₂ e)
混凝土	55%	10914.2	0.225	0.125	1091.42
砖和砌块	55%	2232.45	0.308	0.204	232.17
金属	75%	1099.31	0.3	0.261	42.87
玻璃	70%	47.36	0.6	0.452	7.01

四、建筑全生命周期碳排放量构成及分析

4.1 建筑全生命周期碳排放总量及分阶段碳排放构成比例分析

	电器设备	3186.26	63.73	2.83	7.29%
	碳汇	0	0.00	0.00	0.00%
废弃物处置	阶段合计	1373.48	27.47	1.22	3.14%
	循环利用	1373.48	27.47	1.22	3.14%
合计		43695.93	873.92	38.75	100.00%

4.2 民用建筑碳排放评价指标

参考本导则表3.2，可得到民用建筑碳排放各评价指标的碳排放。具体计算如表13所示。

表 13 建筑全生命周期碳排放量汇总表

类型	名称	核算范围	数值
总量指标	TCEB 建筑外延碳排放	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{CC}+C_{CZ}$	10473.93tCO ₂ e
	TCEO 建筑运行碳排放	C_{YX}	33222.00 tCO ₂ e
	TCE 建筑总体碳排放	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{YX}+C_{CC}+C_{CZ}-C_P$	43695.93 tCO ₂ e
	TCWB建筑物物化碳排放量	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}$	8843.54 tCO ₂ e
单位指标	ICEA 单位面积碳排放	TCE/建筑面积	1937.73kgCO ₂ e/m ²
	ICEN 年均碳排放	TCE/设计寿命	873.92 tCO ₂ e/a
	ICED单位面积年均碳排放	TCE/设计寿命/建筑面积	38.75 kgCO ₂ e/(m ² a)
	ICWB单位面积物化碳排放量	TCWB/建筑面积	392.18 kgCO ₂ e/m ²

0.3 案例三

一、建筑概况

- 1.1 建设地点：L市
- 1.2 总建筑面积：180000m²；其中地上143800 平方米，地下36200 平方米
- 1.3 建筑类型：医疗建筑
- 1.4 设计使用年限：50年
- 1.5 碳排放计算阶段：可行性研究阶段

二、编制依据

- 2.1 《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019
- 2.2 《民用建筑节水设计标准》GB 50555-2010
- 2.3 《环境管理生命周期评价原则与框架》GB/T 24040
- 2.4 《环境管理生命周期评价要求与指南》GB/T 24044
- 2.5 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
- 2.6 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801-2013
- 2.7 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364-2018
- 2.8 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ / T 449-2018
- 2.9 《民用建筑能耗标准》GB/T 51161-2016
- 2.10 《建筑给水排水设计标准》GB 50051-2019

三、计算分析

3.1 计算条件

1) 计算范围

建筑碳排放是指建筑物在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、运行、废弃物处置阶段产生的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量表示，包括建材生产及运输、建造、运行、拆除阶段活动相关的温室气体排放。与建筑相关的绿化作为碳汇抵消建活动产生的碳排放，光伏、地源热泵等可再生能源利用所产生的能量按碳排放折减量计入。

2) 计算方法

建筑物碳排放计算采用碳排放因子法，将各部分活动形成的能源与材料消耗量乘以对应的二氧化碳排放因子，计算出建筑物不同阶段相关活动的碳排放。对于制冷剂等特殊物质释放产生的碳排量，根据其全球变暖潜值转换为二氧化碳当量。采用碳排放因子法得到各单项活动的碳排量，按照类别进行汇总可分别计算出建材生产和运输、建造和拆除、运行、废弃物处置各阶段的碳排量。

3) 计算基础数据

本案例在可行性研究阶段进行，碳排放因子法计算所需要的建筑活动基础数据主要来源与可行性研究报告与同类型建筑工程资料。

3.2. 建材生产及运输阶段碳排放计算分析

1) 建材生产阶段碳排放

根据同类型建筑实际工程量清单，结合本项目特点，对混凝土、钢材、铝材三种主要材料用量进行估算，如表1所示。按主要建材占全部建材碳排放比例为70%，采用公式4-2进行计算建材生产碳排放。

表 1 建材生产碳排放

材料名称	规格 型号	单位	数量	碳排放因子 kgCO ₂ e/(单位数量)	碳排放量 (tCO ₂ e)
钢筋（III 级钢）		t	13188.557	2380.0000	32239.43
角钢、型钢等钢材		t	1644.32	2050.0000	3370.856
C30 混凝土		m ³	26811.2981	295.0000	8047.679
C50 混凝土		m ³	20429.084	385.0000	7970.611
铝板		t	373.3811	25800.0000	9657.315
...	...	...	...	...	...
合计					61285.89
以占比 70%进行扩大，建材生产总碳排放为 87551.27tCO ₂ e，按设计使用年限 50 年计算，建材生产的碳排放强度为 9.73kgCO ₂ e/(m ² a)，年均碳排量为 1751025kgCO ₂ e/a。					

2) 建材运输阶段碳排放

建材运输阶段的碳排放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，如表2所示。

表 2 建材运输

材料名称	单位	数量	距离 (km)	碳排放因子 kgCO ₂ e/(km.单位数量)	碳排放量 (tCO ₂ e)
...	...	...	...	...	...
合计					4377.56
按设计使用年限 50 年计算，建材运输的碳排放强度为 0.49kgCO ₂ e/(m ² a)，年均碳排放量为 87551.27kgCO ₂ e/a。					

注：无运输阶段数据，运输阶段碳排放量以该项目生产阶段碳排放总量5%计入，最后合计数据为该项目所有运输内容所产生的碳排放量总和。

3.3 建造及拆除阶段碳排放计算分析

1) 建造阶段碳排放

本项目采用5-4计算建造阶段碳排放，其中P取7%，建造阶段碳排放为61285.89*7%=4290.012 tCO₂ e。

2) 拆除阶段碳排放

拆除阶段碳排放计算按照公式5-6计算。拆除阶段碳排放为4290.012*0.9=3861.011 tCO₂ e。

3.4. 运行阶段碳排放计算分析

建筑运行阶段碳排放计算范围应包括生活热水，暖通空调，照明及电梯，可再生能源，炊事系统，日常用水，电器能耗、建筑碳汇系统在建筑运行期间的碳排放量。

1) 生活热水

参考本导则6-1公式进行计算。根据可行性研究报告分析，该医疗建筑预估住院患者为1616人，病房陪护人员416，病房医护人员808，门诊医护人员320，后勤职工200，食堂6400人，洗衣1900人。根据《民用建筑节水设计标准》GB50555-2010中要求，选取对应用水量标准。日热水用量为406320L，热水设计温度取60℃，冷水设计温度取5℃，使用时长取365天， η_r 取0.9， η_w 取0.88。最终计算结果为6831.29 tCO₂ e/a。

2) 暖通空调

根据附录H取单位面积建筑供暖、供冷与照明平均能耗指标158kWh/(m²a)，制冷剂碳排放暂不考虑。暖通空调系统与照明系统碳排放总量为158*180000*0.5703*50=810966.6tCO₂ e。扣除下面计算的照明系统碳排放，即可得到暖通空调系统碳排放=810966.6-68803.6=742163tCO₂ e。

3) 照明及电梯

照明碳排放可参考本导则 6-7、6-8，带入各个房间面积，房间照明功率密度值与月照明小时数，可参考附录 I。照明系统年耗电量为 2412890 kWh，乘以电力因子，最终得到照明系统碳排放总和为 68803.6 tCO₂e。

本项目拟设置 10 部电梯，电梯参数采用常见电梯数据，电梯载重量 1600kg，运行速度 1.7m/s，电梯每日运行时间 3h，待机时间 21h，运行及待机能量性能等级为二级。通过计算可得，运行阶段电梯系统能耗碳排放合计：4889.84tCO₂e。

4) 可再生能源

本项目可再生能源为光伏系统，与太阳能热水系统。根据拟建光伏系统面积和系统参数参考市场常见产品信息，对年发电量进行计算，201330 kWh/a；按设计寿命 50 年算，总减碳量为 5740.92 tCO₂e。

太阳能热水系统年减碳量按照公式 6-15 计算，取 50%的热量由太阳能系统提供，即 6831.29*50%=3415.65 tCO₂e/a。

5) 炊事系统

可行性研究报告中要求对项目能源消耗进行估算。本项目天然气消耗主要为食堂餐饮耗气。本项目住院床位 1616 张，病人及陪护平均按每天每床三人次在食堂就餐考虑。员工按 2584 人计算，按平均一日一餐考虑。每餐每人次天然气消耗按 0.1 m³ 估算，则食堂餐饮年天然气消耗量:(1616*3+2584) *0.1*365=10000=27.13 万 m³，根据附录 E 可以计算出天然气碳排放因子为 1.864kgCO₂/m³。年碳排放为：271300*1.864=505.73 tCO₂e/a。

6) 日常用水

可行性研究报告要求对节水进行分析，本项目用水量估算结果为 305100 m³/a；自来水碳排放因子为 0.168kgCO₂e/m³，年碳排放为 305100*0.168=51.26 tCO₂e/a。

7) 电器能耗

插座用电由照明功率密度进行计算，可行性研究报告中对各类建筑面积进行了估算，其中门诊楼取 20 W/m²，住院部取 15 W/m²，住院部 53117m²，门诊部 44564m²，其余面积电器碳排放占比较少，暂不计算。15*0.95*24*53117*365=6630.60 tCO₂e/a；5.15*20*44564*365=1675.38 tCO₂e/a；

8) 碳汇

本项目绿地面积为 38620m²，碳汇因子取 10.95kgCO₂/(m²·a)，碳汇总量为 38620*10.95=422.89 tCO₂e/a。

9) 运行阶段能耗模块碳排放构成汇总表

表 3 运行阶段能耗模块碳排放构成

类别	碳排放量(tCO ₂ e)	碳排放强度 kgCO ₂ e/(m ² a)
生活热水	341565	37.95

暖通空调	742163	82.46
照明及电梯	73693.40	8.19
可再生能源	-176523.42	-19.61
炊事系统	25286.5	2.81
日常用水	2563	0.28
电器能耗	83769	9.31
碳汇	-21144.5	-2.35

3.5 废弃物处置阶段碳排放计算分析

1) 废弃物运输阶段碳排放

废弃物的运输包括两个部分：将废弃物从拆除现场运输至处置厂；将初步筛分后无法回收的废弃物从拆除现场运输至填埋场。

首先根据建筑拆除废弃物指标（附录L）乘以建筑面积算出各废弃物的质量（ W_i ）。混凝土171000t，22500t，16200t，360t。

2) 循环利用阶段碳排放

参考导则7-5与7-6，将回收废弃物并生产再生建材产生的碳排放减去再生建材可替代的传统建筑材料碳排放得到循环利用阶段的碳排放如下，总碳排放量为3688.25 tCO₂ e。

表 4 循环利用阶段碳排放构成

废弃物名称	循环利用比例	循环利用量 (t)	过程碳排放因子 (kgCO ₂ e/kg)	减量碳排放因子 (kgCO ₂ e/kg)	碳排放量 (tCO ₂ e)
混凝土	20%	34200	0.225	0.125	3420
砖和砌块	10%	2250	0.308	0.204	234
金属	5%	810	0.3	0.261	31.59
玻璃	5%	18	0.6	0.452	2.664

四、建筑全生命周期碳排放量构成及分析

4.1 建筑全生命周期碳排放总量及分阶段碳排放构成比例分析

表 5 建筑全生命周期碳排放量汇总表

活动阶段	碳排放来源	总碳排放量 (tCO ₂ e)	年均碳排放 (kgCO ₂ e/a)	碳排放强度 kgCO ₂ e/(m ² · a)	碳排放占比
建材生产 及运输	阶段合计	91928.83	1838576.6	10.21	7.82%
	建材生产	87551.27	1751025.4	9.73	7.45%
	建材运输	4377.56	87551.2	0.49	0.37%
建造及拆 除	阶段合计	8151.02	163020.4	0.08	0.69%
	建造	4290.01	85800.2	0.04	0.37%
	拆除	3861.01	77220.2	0.04	0.33%
建筑运行	阶段合计	1092516.48	21850329.6	129.04	92.97%
	生活热水	341565	6831300	37.95	29.07%
	暖通空调	742163	14843260	82.46	63.16%
	照明及电梯	73693.40	1473868	8.19	6.27%
	可再生能源	-176523.42	-3530468.4	-19.61	-15.02%
	炊事系统	25286.5	505730	2.81	2.15%
	日常用水	2563	51260	0.28	0.22%
	电器能耗	83769	1675380	9.31	7.13%

废弃物 处置	阶段合计	3688.25	73765	0.41	0.31%
	循环利用	3688.25	73765	0.41	0.31%
碳汇	碳汇	-21144.5	-422890	-2.35	-1.80%
合计		1175140.08	23502801.6	130.57	100.00%

4.2 民用建筑碳排放评价指标

参考本导则表3.2，可得到民用建筑碳排放各评价指标的碳排放。具体计算如表6所示。

表 6 建筑全生命周期碳排放量汇总表

类型	名称	核算范围	数值
总量指标	TCEB 建筑外延碳排放	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{CC}+C_{CZ}$	103768.1tCO ₂ e
	TCEO 建筑运行碳排放	C_{YX}	1092516.48 tCO ₂ e
	TCE 建筑总体碳排放	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{YX}+C_{CC}+C_{CZ}-C_P$	1175140.08tCO ₂ e
	TCWB建筑物化碳排放量	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}$	96218.84tCO ₂ e
单位指标	ICEA 单位面积碳排放	TCE/建筑面积	6528.56kgCO ₂ e/m ²
	ICEN 年均碳排放	TCE/设计寿命	23502801.60kgCO ₂ e/a
	ICED单位面积年均碳排放	TCE/设计寿命/建筑面积	130.57kgCO ₂ e/(m ² a)
	ICWB单位面积物化碳排放量	TCWB/建筑面积	534.55kgCO ₂ e/m ²

O.4 计算模板

表O-1 建材生产阶段碳排放计算表

材料名称	规格型号	单位	数量 M_i	碳排放因子 F_i kgCO ₂ e/(单位 数量)	碳排放量 ($M_i * F_i$) tCO ₂ e
C30混凝土	C30	m ³		295	
C50混凝土	C50	m ³		385	
石灰生产（市场平均）	/	t		1190	
消石灰	/	t		747	
...					
建材生产阶段总碳排放量：_____tCO ₂ e					

表O-2 建材运输阶段碳排放计算表

材料名称	单位	材料用量 M_i	运输方式	运输距离 D_i km	碳排放因子 T_i kgCO ₂ e/ (t km)	碳排放量 ($C_{YS} = M_i D_i T_i$) tCO ₂ e

建筑运输阶段碳排放量：_____tCO ₂ e
在建材运输相关数据难以获取时，可按：建材运输碳排放量=建材生产碳排放量_____ *（2%-5%）=_____（tCO ₂ e），（具体比值根据已有案例数据以及工程实际情况在2%-5%进行选择）

表O-3 建造阶段碳排放计算表

机械名称	性能规格	台班消耗量 B_i （台班）	单位台班能源用量 K_i （kWh/台班或kg/台班）	能源碳排放因子 NF_i kgCO ₂ e/kWh 或kgCO ₂ e/kg	机械碳排放量 （ $C_{jx} = B_i K_i N F_i$ ） tCO ₂ e	综合人工工日 Q_{rg}	临时设施碳排放因子 f_{ls} kgCO ₂ e/工日	临时设施碳排放量 （ $C_{ls} = Q_{rg} f_{ls}$ ） tCO ₂ e
轮胎式装载机	斗容量 1m ³		52.73	3.1			可参考 附录F	
轮胎式装载机	斗容量 1.5m ³		58.75	3.1				
履带式柴油打桩机	冲击质量 3.5t		47.94	3.1				
强夯机械	夯击能量 3000 kN ·m		55.27	3.1				
...								
建造阶段碳排放量（ $C_{JZ} = C_{jx} + C_{ls}$ ）：_____tCO ₂ e								
在建造阶段相关数据难以获取时，可按：建造阶段碳排放量=建材生产碳排放量_____*（2%-5%）=_____ （tCO ₂ e）（具体比值根据已有案例数据以及工程实际情况在2%-5%进行选择）								

表O-4 拆除阶段碳排放计算表

机械名称	性能规格	台班消耗量 B_i （台班）	单位台班能源用量 K_i （kWh/台班或kg/台班）	能源碳排放因子 NF_i kgCO ₂ e/kWh或kgCO ₂ e/kg	机械碳排放量 $(C_{cc} = B_i K_i N F_i)$ tCO ₂ e
轮胎式装载机	斗容量 1m ³		52.73	3.1	
轮胎式装载机	斗容量 1.5m ³		58.75	3.1	
履带式单斗液压挖掘机	斗容量 0.6m ³		33.68	3.1	

...					
拆除阶段碳排放量：_____tCO ₂ e					
在拆除阶段相关数据难以获取时，可按：拆除阶段碳排放=建造阶段能耗碳排放_____ *90%= _____ (tCO ₂ e)					

表O-5 运行阶段生活热水系统碳排放计算表

用水计算 单位数 m (人或面积 m ²)	热水用水定 额 q_r L/(人.d)或 L/(m ² .d)	设计 热水 温度 t_r (°C)	设计 冷水 温度 t_1 (°C)	热水密 度 ρ_r (kg/L)	年生活热 水使用时 长 T (天)	管网输 配效率 η_r (%)	热源年平均 效率 η_w (%)	能源碳排 放因子 F_w (kgCO ₂ e /kWh或 kgCO ₂ e/ kg)
	参考《民用 建筑节能设 计标准》 GB50555-20 10	60	附录G				缺少相关参 数时， 可取0.95、 0.88、0.80	
生活热水年碳排放量($C_r = 4.187 \frac{mq_r(t_r-t_1)\rho_r T}{\eta_r \eta_w} K F_w$): _____tCO ₂ e								

表O-6-1 运行阶段暖通空调系统碳排放计算表

单位面积年度采 暖耗电量 E_h [kWh/(m ² .a)]	单位面积年度空调制 冷耗电量 E_r [kWh/(m ² .a)]	建筑面积 A (m ²)	电力碳排放因子 kgCO ₂ e/kWh
			0.5703
设备的制冷剂充 注量 m_r (kg/台)	设备使用寿命 y_e (a)	制冷剂的全球变暖潜值 GWP_r	暖通空调年碳排放量 $C_{hv} = (E_h + E_r) E F_e A +$ $\frac{m_r}{y_e} GWP_r / 1000$ (tCO ₂ e/a)

表O-6-2 运行阶段暖通空调系统碳排放计算表（缺少表O-6-1相关数据时）

单位面积年度采暖供冷 能耗指标 E_{hr} [kWh/(m ² .a)]	能源碳排放因子 F_i (kgCO ₂ e/kWh)	建筑面积 A (m ²)	暖通空调年碳排放量 $C_{hv} = \sum_{i=1}^n E_{hr} F_i A$ (tCO ₂ e/a)
附录H	附录E		

表O-7 运行阶段照明系统碳排放计算表

房间类型	房间照明功率密度 值 P_i (W/m ²)	月照明小时数 t_i (h)	面积 A_i (m ²)	电力碳排放因子 $E F_e$ kgCO ₂ e/kWh
------	---	------------------	----------------------------	---

卧室	附录I	附录I	0.5703
起居室	附录I	附录I	
卫生间	附录I	附录I	
...			
照明系统年碳排放量 $C_{zm} = \frac{12 \sum_i P_i A_i t_i}{1000} EFe$: _____tCO ₂ e			

表O-8 运行阶段电梯系统碳排放计算表

特定能量消耗 P (mWh/kgm)	电梯年平均运行时间 t_a (h)	电梯速度 V (m/s)	电梯额定载重量 W (kg)	电梯待机能耗 $E_{standby}$ (W)	电梯年平均待机时间 t_s (h)	电力碳排放因子 EF_e kgCO ₂ e/kWh
						0.5703
电梯运行时间和待机时间 数据缺失时可参考附录J						
电梯系统年碳排放量($C_{dt} = \frac{3.6Pt_a VW + E_{standby} t_s}{1000} EF_e$): _____ tCO ₂ e						

表O-9-1 运行阶段可再生能源系统太阳能热水器碳排放计算表

年平均太阳辐照量 J_T [MJ/(m ² a)]	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 (%)	能源碳排放因子 F_w
附录K		可取0.20~0.30			附录E

表O-9-2 运行阶段可再生能源系统太阳能热水器碳排放计算表

生活热水系统年碳排放量 C_r (tCO ₂ e/a)	太阳能保证率 f
	40%-50%
太阳能热水器年减碳量($C_{sh} = C_r \times f$): _____ tCO ₂ e	

表O-10 运行阶段炊事系统碳排放计算表

燃料的排放因子 EF_i (kgCO ₂ e /TJ)	化石燃料的平均低位发热值 NCV_i (kJ/kg或kJ/m ³)	碳排放量 $C_{csi} = FC_i \cdot EF_i \cdot NCV_i \cdot 10^{-6}$ (kgCO ₂ e)
附录E	附录E	

表O-11 运行阶段日常用水碳排放计算表

年用自来水量 M_w (t/a)	自来水碳排放因子 EF_w (kgCO ₂ e/t)
...	0.168
缺少实际数据时，可按《民用建筑节能设计标准》中定额计算	
生活用水年碳排放量($C_w = M_w \times EF_w$): _____ tCO ₂ e	

表O-12-1 运行阶段电器系统碳排放计算表

设备年运行时间 R_i (h)	运行功率 TR_i (kW)	设备年待机时间 D_i (h)	待机功率 TD_i (kW)	电力碳排放因子 EF_e kgCO ₂ e/kWh	碳排放量 $C_{dqi} = (R_i TR_i + D_i TD_i) EF_e$ (kgCO ₂ e)
洗衣机				0.5703	
电冰箱					
打印机					
...					
电器系统年碳排放量: _____tCO ₂ e					

表O-12-2 运行阶段电器系统碳排放计算表(缺少表O-12-1具体数据时)

房间类型	单位面积 电器 设备功率 密度 $W(W/m^2)$	面积 A (m ²)	电器设备年使用时间 $T_t(h)$	电力碳排放因子 kgCO ₂ e/kWh	碳排放量 $C_{dq} =$ WAT_tEF_e (kgCO ₂ e)
卧室	附录K			0.5703	
起居室	附录K				
卫生间	附录K				
...					
电器系统年碳排放量：_____tCO ₂ e					

表O-13 废弃物处置阶段碳排放计算表(无实际数据时,可按该表计算废弃物量)

废弃物种类	废弃物产生量指标 (t/m ²)	被拆建筑的总面积 A_c (m ²)	废弃物量 $WC_i = A_c \times q_c$ (t)
混凝土	附录M		
砖和砌块	附录M		
...			

表O-14 废弃物循环碳排放计算表

废弃物名称	循环利用比例 K_{ij} (%)	循环利用量 M_i (t)	过程碳排放因子 R_j (kgCO ₂ e/kg)	减量碳排放因子 F_j (kgCO ₂ e/kg)	碳排放量 $C_{xh} = K_{ij} M_i (R_j - F_j)$ (tCO ₂ e)
混凝土					
砖和砌					

块					
砂浆					
金属					
玻璃					
废弃物循环碳排放量：_____ tCO ₂ e					

表O-15 碳汇量计算表

植物种类	植物面积CS _i (m ²)	碳汇因子Q _i (kgCO ₂ /m ²)	碳排放量C _p = CS _i Q _i (tCO ₂ e)
碳汇量：_____ tCO ₂ e			

表O-16 建筑全生命周期碳排放量汇总表

活动阶段	碳排放来源	总碳排放量 tCO ₂ e	年均碳排放量 kgCO ₂ e/a	碳排放强度	碳排放占比%
建材生产及 运输	1 阶段合计				
	1.1 建材生产				
	1.2 建材运输				
建造及拆除	2 阶段合计				
	2.1 建造				
	2.2 拆除				
建筑运行	3 阶段合计				
	3.1 生活热水				
	3.2 暖通空调				
	3.3 照明及电梯				

	3.4 可再生能源				
	3.5 炊事系统				
	3.6 日常用水				
	3.7 电器能耗				
	3.8 碳汇				
废弃物处置	4 阶段合计				
	4.1 废弃物运输				
	4.2 循环利用				
	4.3 填埋				
碳汇	5 阶段合计				
	5.1 碳汇量				
合计					

表O-17 建筑全生命周期碳排放量汇总表

类型	名称	核算范围	碳排放量
总量 指标	TCEB 建筑外延碳排放	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{CC}+C_{CZ}$	
	TCEO 建筑运行碳排放	C_{YX}	
	TCE 建筑总体碳排放	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}+C_{YX}+C_{CC}+C_{CZ}-C_P$	
	TCWB建筑物物化碳排放量	$C_{SC}+C_{YS}+C_{JZ}$	
单位 指标	ICEA 单位面积碳排放	TCE/建筑面积	
	ICEN 年均碳排放	TCE/设计寿命	
	ICEB 单位面积年度运行碳排放	$(C_{YX}(\text{考核年度}) - C_P(\text{考核年度})) / \text{建筑面积}$	
	ICWB单位面积物化碳排放量	TCWB/建筑面积	

附录P 导则与国标对比分析

计算阶段		本导则计算思路	与国标相比主要差异
建材生产及运输阶段		在缺少建材准确使用量时，通过确定钢筋、混凝土等主要建材用量，计算碳排放，扩大一定比例得到建材生产碳排放。采用比例系数法，将建材生产碳排放乘以一定系数得到运输阶段碳排放	在纳入计算的材料种类上存在区别，新增装配式构件和建筑装饰材料，创新提出可行性研究及方案设计阶段计算方法
建造及拆除阶段		依据施工机械台班定额获取化石燃料消耗量，乘以对应碳排放因子；借助单位面积碳排放强度指标，计算临时设施用能碳排放	明确临时设施用能碳排放计算方法，创新提出可行性研究及方案设计阶段计算方法
运行阶段	总体	在国标计算公式基础上，梳理相关标准，以附录、缺省值等方式，降低数据获取难度	新增炊事系统、日常用水、电器能耗三个子系统，对计算参数数值给出江苏省缺省值
	生活热水系统	基于热水用量的碳排放计算	计算公式调整，参数含义更为明确，给出部分参数缺省值
	暖通空调系统	参考《建筑节能与可再生能源利用规范》，给出基于具体碳排放计算方法	明确暖通空调系统碳排放折算方式，对于难以开展能耗模拟的情景，提供单位面积能耗指标
	照明及电梯系统	基于照明功率密度的照明碳排放计算以及基于电梯参数的碳排放计算	参考《建筑节能与可再生能源利用规范》，更新民用照明参数；给出电梯参数缺省值
	可再生能源系统	基于可再生能源系统产生的电力、热量进行碳排放的扣减	计算公式调整，给出部分参数缺省值
	炊事系统、日常用水、电器能耗	通过账单、监测结果等方式获取资源消耗量，乘以对于碳排放因子	给出炊事系统、日常用水、插座用电能耗碳排放计算方法
废弃物处置阶段		给出包含废弃物运输、废弃物回收、废弃物填埋三个部分的建筑废弃物处置碳排放计算方式	具体化废弃物处置阶段碳排放计算
碳汇		给出碳汇计算方式	具体化碳汇计算方式

引用标准名录

1. 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366-2019
2. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015-2021
3. 《建筑给水排水设计标准》 GB 50051-2019
4. 《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801-2013
5. 《民用建筑节水设计标准》 GB 50555-20106
6. 《民用建筑绿色性能计算标准》 JGJ/T 449-2018
7. 《民用建筑能耗分类及表示方法》 GB/T 34913-2017
8. 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》 GB 50364-2018
9. 《深圳市建筑装饰碳排放计算标准》 T/SZZS 01001-2021
10. 《深圳市建筑废弃物减排技术规范》 SJG21-2011
11. 《建筑碳排放计算导则》（广东省）
12. 《建筑碳排放计量标准》 CECS374:2014
13. 《建筑材料工业二氧化碳排放核算方法》

后记

为落实国家和江苏省委、省政府关于建筑领域碳达峰碳中和的工作部署，规范江苏省民用建筑碳排放计算方法，明确民用建筑全生命周期碳排放量与碳排放强度计算，助力城乡建设领域碳达峰工作，省住房与城乡建设厅组织编制了《江苏省民用建筑碳排放计算导则》(以下简称导则)。

导则编制过程中，开展了标准对标研究、经验总结研究和应用案例分析，广泛征求了各地建设主管部门、企事业单位和行业专家的意见，形成了江苏省民用建筑碳排放计算导则。本导则贯彻了国家相关标准的要求，聚焦民用建筑全生命周期碳排放计算方法，提供了可行性研究阶段、方案设计阶段、初步设计及其他阶段的两种碳排放计算方法，形成了建筑碳排放江苏地区值。导则共分8章，主要内容包括：总则、术语、民用建筑碳排放清单、建材生产与运输阶段碳排放计算方法、建造与拆除阶段碳排放计算方法、运行阶段碳排放计算方法、废弃物处置阶段碳排放计算方法、碳汇计算方法。

本导则的主编单位：东南大学。参编单位：江苏东印智慧工程技术研究院有限公司、中建生态环境集团有限公司。

本导则主要编写人员：吴刚，王登云，郑赛那，李德智，欧晓星，袁竞峰，张华，李贵锋，苏舒，王智颀，薛世伟，侯磊，胡小燕，周于皓，陈霏泽，赵永恒，李蓓。