

附件

山东省工程建设技术导则 **JD**

JD37-002-2023

建筑设计碳排放计算导则（试行）

Guidelines for carbon emissions calculation in building design
(Trial)

2023-7-4 发布

2023-8-1 实施

山东省住房和城乡建设厅 发布

前 言

为贯彻国家有关应对气候变化和节能减排的方针政策，助力省住房城乡建设领域碳达峰碳中和工作，规范建筑设计碳排放计算，山东省住房和城乡建设厅组织编制了《建筑设计碳排放计算导则（试行）》，指导建筑设计过程中的碳排放计算工作。

编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内标准和各地做法，在广泛征求意见的基础上，编制了本导则。

本导则共分 5 章和 4 个附录，主要技术内容有：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.运行阶段碳排放计算；5.建筑设计碳排放分析报告等。

本导则由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈至山东省建筑设计研究院有限公司（地址：济南市市中区小纬四路 2 号,邮编：250001,邮箱：sdt pf2023@163.com）。

主编单位：山东省建筑设计研究院有限公司

山东省住房和城乡建设发展研究院

主要起草人：李向东 朱传晟 于晓明 王洪飞 宋智勇

陈旭东 李水源 姜长川 钟世民 张国志

主要审查人：孙德宇 薛一冰 李 震 李 刚 宋英芳

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
4	运行阶段碳排放计算	6
4.1	一般规定	6
4.2	能耗模型	7
4.3	暖通空调系统	10
4.4	生活热水系统	11
4.5	照明及电梯系统	13
4.6	可再生能源系统	15
5	建筑设计碳排放分析报告	18
附录 A	主要能源碳排放因子	19
附录 B	建筑碳排放核算	20
附录 C	碳排放计算主要参数	24
附录 D	建筑物运行特征	29
本导则	用词说明	34
引用标准	名录	35
附：条文	说明	36
附件		51

1 总 则

1.0.1 为贯彻碳达峰碳中和部署要求，落实《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021，规范建筑设计碳排放计算，节约资源，保护环境，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于新建、扩建和改建建筑以及既有建筑节能改造工程中设计阶段的碳排放计算。

1.0.3 建筑设计碳排放计算除应符合本导则外，尚应符合国家和行业及地方现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 建筑碳排放 building carbon emission

建筑物在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、运行阶段产生的以二氧化碳当量表示的温室气体排放的总和，单位 kgCO_2 。

2.0.2 建筑设计碳排放计算 carbon emission calculation for building design

在建筑设计阶段，对计算边界内的建筑工程，借助于碳排放计算工具进行的包含建材生产及运输、建造及拆除、运行等建筑全寿命期中的某一个或几个阶段的碳排放量计算的过程。

2.0.3 建筑碳排放核算 carbon emission accounting for building design

对核算边界内已经竣工完成的建筑工程，对其包含建材生产及运输、建造及拆除、运行及维护等已经发生的碳排放量进行核实计算的过程。

2.0.4 计算（核算）边界 emission（accounting）boundary

与建筑物建材生产及运输、建造及拆除、运行等活动相关的碳排放的计算（核算）范围。

2.0.5 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。

2.0.6 建筑碳汇 carbon sink of buildings

在划定的建筑物项目范围内，绿化、植被从空气中吸收并存储的二氧化碳量。

2.0.7 全球变暖潜值（GWP） global warming potential

又称全球增温潜势，指在 100 年的时间框架内，各种温室气体的温室效应对应于相同效应的二氧化碳的质量。

2.0.8 碳排放强度 carbon emission intensity

单位建筑面积年碳排放量，单位 $\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 。

3 基本规定

3.0.1 新建、扩建和改建建筑以及既有建筑节能改造工程的碳排放计算与审查应符合下列要求：

1 需进行可行性研究、方案设计和初步设计审查的建筑工程项目，设计文件应包含建筑设计碳排放分析报告，由相应评审阶段的专家对碳排放分析报告进行审查；

2 其他建筑工程项目，宜利用建筑碳排放分析方法对建筑与机电系统方案进行优化。

3 施工图设计文件应包含建筑设计碳排放分析报告，由施工图审查机构对碳排放分析报告进行审查。

3.0.2 建筑设计碳排放计算时，可按本导则第 4 章的规定，仅对建筑运行阶段的碳排放进行计算。需要进行建材生产及运输、建造及拆除等阶段的碳排放进行计算时，可参照现行国家标准《建筑碳排放计算》GB/T 51366 的有关规定进行。

3.0.3 各阶段对碳排放分析报告审查时，应按本导则第 4 章的规定对各项输入数据与设计文件的符合性进行审查。

3.0.4 建筑设计碳排放计算范围应为建设工程规划许可证红线范围内的所有建筑工程项目。

3.0.5 建筑设计碳排放计算中，电力碳排放因子宜采用有关主管部门正式发布的山东省相关数据，当该数据缺乏时，可采用国家有关主管部门发布的全国电网平均碳排放因子。附录 A 给出了主要能源碳排放因子，其中电力碳排放因子为国家生态环境部 2023 年发布的全国电网平均碳排放因子。

3.0.6 建筑设计碳排放计算宜采用基于现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 开发的建筑碳排放计算软件。

3.0.7 建筑工程项目需要进行碳排放核算时，应在竣工验收且运行一年后进行，碳排放核算可按本导则附录 B 提供的方法进行。

4 运行阶段碳排放计算

4.1 一般规定

4.1.1 建筑运行阶段碳排放量由暖通空调、生活热水、照明及电梯等系统能耗产生的碳排放量，建筑中使用制冷剂产生的碳排放量，以及可再生能源系统产能的减碳量、建筑碳汇系统的减碳量组成。

4.1.2 建筑运行阶段单位建筑面积的总碳排放量(C_M)应按下列公式计算：

$$C_M = \frac{[\sum_{i=1}^n (E_i EF_i) - C_P]y + C_r}{A} \quad (4.1.2-1)$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n (E_{i,j} - ER_{i,j}) \quad (4.1.2-2)$$

$$C_r = \frac{m_r}{y_e} GWP_r \quad (4.1.2-3)$$

式中： C_M —建筑运行阶段单位建筑面积碳排放量
(kgCO_2/m^2)；

E_i —建筑第 i 类能源年消耗量(kWh 、 Mj 、 $\text{m}^3\ldots/\text{a}$)；

EF_i —第 i 类能源的碳排放因子，按本导则附录 A 取值；

$E_{i,j}$ — j 类系统的第 i 类能源年消耗量(kWh 、 Mj 、 $\text{m}^3\ldots/\text{a}$)；

ER_{ij} —j 类系统消耗由可再生能源系统提供的第 i 类

能源量(kWh、Mj、 m^3 .../a);

i —建筑消耗终端能源类型, 包括电力、燃气、石油、市政热力等;

j —建筑用能系统类型, 包括供暖空调、照明、生活热水系统等;

C_p —建筑绿地碳汇系统年减碳量($kgCO_2/a$);

y —建筑设计寿命 (a), 与设计文件一致;

A —建筑面积 (m^2);

C_r —建筑使用制冷剂产生的碳排放量 ($kgCO_2e/a$);

r —制冷剂类型;

m_r —设备的制冷剂充注量 ($kg/台$);

y_e —设备使用寿命 (a);

GWP_r —制冷剂 r 的全球变暖潜值。

4.1.3 建筑碳排放计算应由建筑节能、建筑设计、建筑机电等各专业配合共同完成, 附录 C 给出了各专业在碳排放计算时需要确定的主要参数。

4.2 能耗模型

4.2.1 建筑运行阶段碳排放计算应采用计算机软件建立全年能耗计算模型。

4.2.2 能耗模拟所采用的室外气象参数应符合现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定, 气象台站的选

取应遵循直线距离就近且气象条件接近的原则。

4.2.3 可行性研究或建筑方案阶段进行碳排放计算时，计算模型应符合下列规定：

- 1 在保证建筑包络线一致、建筑体形系数一致、窗墙面积比一致的前提下，可对平面、立面进行简化；
- 2 计算分区可根据楼层、功能区域等进行大致划分；
- 3 围护结构的热工参数可按现行节能标准中的限值进行选取，有取值范围时按其平均值；
- 4 建筑物运行特征可按附录 D 选取；
- 5 建筑物在室人员数量可取该类建筑对应的节能标准中的推荐值；
- 6 作息时间表可按现行节能标准确定。

4.2.4 初步设计、施工图设计阶段进行碳排放计算时，计算模型应符合下列规定：

- 1 建筑平面、立面均应与设计文件一致；
- 2 围护结构的热工参数应与设计文件一致；
- 3 计算分区应按 4.2.5 条的要求进行划分；
- 4 建筑物运行特征应与设计文件一致，设计不明确时，可按附录 B 选取；
- 5 在室人员数量应与设计文件一致，设计不明确时，可取该类建筑对应的节能标准中的推荐值；
- 6 作息时间表可按现行节能标准确定。

4.2.5 建筑能耗模型中的计算分区应考虑建筑物理分隔、建筑区域功能、为分区提供服务的暖通空调系统、区域内采光(通过外窗或天窗)等因素，具体楼层分区可按下列步骤进行：

- 1 按物理分区进行划分，如墙体、隔断、卷帘等；
- 2 如同一物理分区内由不同暖通空调系统提供服务，则按暖通空调系统的服务区域进行划分；
- 3 如果物理分区内有不同的功能，则应按功能将物理分区进行划分，确保每个分区内只有一种功能；
- 4 每个分区尚应按其接受日照的程度，按下列原则进一步划分：
 - 1) 如果分区有窗墙比大于 0.2 的外墙，且该外墙对应的分区宽度大于 6m，将距离该外墙 6m 的空间单独划分为一个分区（即通常所述的外区）；
 - 2) 如果该分区的宽度小于 3m，则将其同邻近分区进行合并。
- 5 如果任何分区重叠，则将分区分配给邻近的分区；
- 6 由同一暖通空调系统和照明系统提供服务，且功能相同的分区应予以合并。

4.2.6 各计算分区应按六面体原则对墙体、屋面、地面、楼板和窗等围护结构进行完整定义，并应符合下列规定：

- 1 外墙、屋面、地面、楼板的热工性能应按设计文件或建筑实际情况逐层逐项输入，以保证建模过程中的围护结构资料和建筑实际情况相符。围护结构的信息应包括围护结构的各层厚度、传热系数、比热容、密度及最外层和最内层的吸收系数和反射系数等；
- 2 外窗的热工性能应包含下列数据：
 - 1) 外窗构造(玻璃和窗框的面积比例)；
 - 2) 外窗的传热系数；

- 3) 玻璃的光学特性，包括可见光透过率、反射率、不同入射角下的表面折射率和反射率；
- 4) 外窗的内外遮阳情况。

4.3 暖通空调系统

4.3.1 暖通空调系统能耗应包括冷热源能耗、输配系统及供暖通风空调末端系统能耗等。

4.3.2 暖通空调系统的能耗应采用本导则第 4.2 节建立的能耗模型进行计算，暖通空调系统应根据设计文件确定如下参数：

- 1 冷热源的类型、主要性能参数及其能效系数；
- 2 各分区暖通空调系统形式；
- 3 新风热回收的形式及其热回收效率；
- 4 年供暖供冷起止时间等。

4.3.3 暖通空调系统的能耗应根据系统服务的建筑物分区，考虑下列影响因素后分别计算并累计：

- 1 供冷、供暖系统类型；
- 2 冷源和热源的效率；
- 3 泵与风机的能耗；
- 4 末端类型；
- 5 系统控制策略；
- 6 系统运行内部冷热抵消情况；
- 7 暖通空调系统能量输送介质的影响；
- 8 冷热回收措施等。

4.3.4 建筑碳排放计算采用的冷热源形式及其性能参数、能效

值应与设计文件一致，可行性研究与建筑方案阶段性能参数可采用估算值，其能效值可采用相应节能标准中的限定值，当限定值为取值范围时，计算用能效值可取其平均值。

4.3.5 建筑冷热源的能耗计算应计入负载、输送过程和末端的冷热量损失等因素的影响。

4.3.6 输配系统的能耗计算应计入水泵与风机的效率、运行时长、实际工作状态点的负载率、是否变频等因素的影响。可行性研究与建筑方案阶段，水泵与风机的效率可按《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 的规定选取。

4.3.7 采用市政集中供热以外的其他区域集中冷热源时，宜按集中冷热源负担的所有建筑统一进行碳排放计算。

4.4 生活热水系统

4.4.1 建筑碳排放计算中，给排水专业计算建筑物生活热水系统年耗热量时，需提供用水定额、用水计算单位数、全年用水时间等计算条件。

4.4.2 生活热水系统年耗热量按下列公式计算：

$$Q_{rp} = 4.187 \frac{mq_r(t_r - t_l)\rho_r}{3600} \quad (4.4.2-1)$$

$$Q_r = TQ_{rp} \quad (4.4.2-2)$$

式中： Q_r —生活热水年耗热量(kWh/a)；

Q_{rp} —生活热水日平均耗热量（kWh/d）；

T —一年生活热水使用天数(d)；

m —用水计算单位数(人数或床位数, 取其一)；

q_r —热水平均日节水用水定额(L/人.d), 按《民用建筑节能设计标准》GB 50555-2010 表 3.1.7 确定；

4.187—生活热水比热容, 单位 $\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ；

ρ_r —热水密度(kg/L), $\rho_r = 1.0\text{kg/L}$ ；

t_r —设计热水温度($^\circ\text{C}$)；

t_l —设计冷水温度($^\circ\text{C}$)。

4.4.3 建筑生活热水系统能耗应按式 4.4.3-1 计算, 计算采用的生活热水系统的热源效率应与设计文件一致, 可行性研究与建筑方案阶段, 热源效率可采用相应节能标准或设备能效标准中的限定值。

$$E_W = \frac{\frac{Q_r}{\eta_r} - Q_S}{\eta_W} \quad (4.4.3-1)$$

$$Q_S = \frac{A_{CT} \eta_{CD} (1 - \eta_L) T k_x}{3600} \quad (4.4.3-2)$$

式中: E_W —生活热水系统年能源消耗量(kWh/a)；

Q_r —生活热水年耗热量(kWh/a), 按公式 4.4.2 计算；

Q_S —全年太阳能系统提供的热量(kWh/a), 按公式 4.4.3-2 计算；

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

$\eta_r = 1.10 \sim 1.15$ ；

η_W —生活热水系统热源年平均效率(%)；

A_c —太阳能集热器总面积 (m^2) ;

J_T —当地集热器采光面上的年平均日太阳辐照量 ($kJ/m^2 \cdot d$), 可按《民用建筑太阳热水系统技术标准》GB 50364-2018 附录 A 确定;

η_{CD} —基于总面积的集热器年平均集热效率(%), 应根据集热器产品基于集热器总面积的瞬时效率方程(瞬时效率曲线)的实际测试结果, 按《民用建筑太阳热水系统技术标准》GB 50364-2018 附录 B 规定的方法进行计算;

η_L —太阳能集热系统中贮热水箱和管路的热损失率 根据经验取值宜为 0.20~0.30;

T —一年生活热水使用天数 (d) ;

k_x —与太阳能系统相关的系数, 对于直接系统, $k_x = 1.0$; 对于间接系统, 应根据集热器热损系数、换热器传热系数、换热器换热面积等数据计算确定, 当资料缺乏时, 可取 $k_x = 0.8 \sim 0.9$ 。

4.5 照明及电梯系统

4.5.1 建筑碳排放计算中, 照明系统应由电气专业提供各房间面积与照明功率密度值, 电梯系统应由建筑和电气专业提供所有电梯的速度、额定载重量、特定能量消耗等参数。计算条件应同设计文件一致, 但可行性研究与建筑方案阶段, 可

采用估算值。

4.5.2 照明系统能耗计算应将自然采光、控制方式和使用习惯等因素影响计入。

4.5.3 照明系统无光电自动控制系统时，其能耗可按下式计算：

$$E_1 = \frac{\sum_{j=1}^{365} \sum_{i=1}^n P_{i,j} A_i t_{i,j} + 24 P_p A}{1000} \quad (4.5.3)$$

式中： E_1 —照明系统年能耗(kWh/a)；

$P_{i,j}$ —第 j 日第 i 个房间照明功率密度值 (W/m²)；

A_i —共 n 个房间第 i 个房间照明面积 (m²)；

$t_{i,j}$ —第 j 日第 i 个房间照明时间 (h)；

P_p —应急灯照明功率密度值 (W/m²)；

A —建筑面积 (m²)。

4.5.4 照明系统采用光电自动感应控制时，其能耗可按下式计算：

$$E_1 = \frac{\sum_{j=1}^{8760} \sum_{i=1}^n P_{i,j} F_{i,j} D_{i,j} A_i + 24 P_p A}{1000} \quad (4.5.4)$$

式中： E_1 —照明系统年能耗(kWh/a)；

$P_{i,j}$ —第 j 时第 i 个房间照明功率密度值 (W/m²)；

$F_{i,j}$ —第 j 时第 i 个房间照明同时使用系数（开灯百分比）；

$D_{i,j}$ —第 j 时第 i 个房间照明占用率；

A_i —共 n 个房间第 i 个房间照明面积 (m^2) ;

P_p —应急灯照明功率密度值 (W/m^2) ;

A —建筑面积 (m^2) 。

4.5.5 电梯系统能耗应按下式计算:

$$E_e = \frac{3.6Pt_a VW + E_s t_s}{1000} \quad (4.5.5)$$

式中: E_e —电梯系统年能耗(kWh/a);

P —特定能量消耗 (mWh/kgm) ;

t_a —电梯年平均运行小时数 (h) ;

V —电梯速度 (m/s) ;

W —电梯额定载重量 (kg) ;

E_s —电梯待机时能耗 (W) ;

t_s —电梯年平均待机小时数 (h) 。

4.6 可再生能源系统

4.6.1 碳排放计算中, 应对可再生能源系统中的太阳能生活热水系统、光伏系统和风力发电系统提供的能量进行扣减计算。

4.6.2 太阳能热水系统提供的能量在热水系统能耗计算时按本导则第 4.4.3 条规定扣除。

4.6.3 光伏系统的年发电量可按下式计算:

$$E_{pv} = IK_E(1 - K_S)A_P \quad (4.6.3)$$

式中: E_{pv} —光伏系统的年发电量(kWh/a);

I —光伏电池表面的年太阳辐照度($\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$);

K_E —光伏电池的转换效率(%) ;

K_S —光伏系统的损失效率(%) ;

A_P —光伏系统光伏面板净面积(m^2)。

4.6.4 风力发电机组年发电量可按下列公式计算:

$$E_{\text{wt}} = \frac{0.5\rho C_{\text{RZ}} V_0^3 A_{\text{w}} K_{\text{wt}}}{1000} \quad (4.6.4-1)$$

$$C_{\text{RZ}} = K_{\text{R}} \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \quad (4.6.4-2)$$

$$A_{\text{w}} = 5D^2/4 \quad (4.6.4-3)$$

$$EPF = \frac{APD}{0.5\rho V_0^3} \quad (4.6.4-4)$$

$$APD = \frac{\sum_{i=1}^{8760} 0.5\rho V_i^3}{8760} \quad (4.6.4-5)$$

式中: E_{wt} —风力发电机组的年发电量(kWh/a);

ρ —空气密度, 取 $1.225\text{kg}/\text{m}^3$;

C_{RZ} —依据高度计算的粗糙系数;

K_{R} —场地因子;

z_0 —地表粗糙系数;

V_0 —一年可利用平均风速, m/s ;

A_{w} —风机叶片迎风面积, m^2 ;

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/m^2);

v —逐时风速(m/s);

K_{wt} —风力发电机组的转换效率。

5 建筑设计碳排放分析报告

5.0.1 建筑工程项目设计文件应包含建筑设计碳排放分析报告，建筑设计碳排放分析报告应包含以下内容：

- 1 计算依据：主要标准规范及软件；
- 2 建筑概况：工程名称，工程地点，地理位置，建筑寿命，建筑面积，建筑层数，建筑高度等；
- 3 气象数据：气象地点；
- 4 围护结构：所用工程材料的热工参数、所有围护结构的构造做法、热工参数；
- 5 房间特征表；
- 6 作息时间表；
- 7 暖通空调：供暖空调系统形式，年供暖供冷起止时间，冷热源数量、性能参数及性能系数，风机和水泵主要性能参数，新风热回收效率等；
- 8 生活热水：用水定额、用水计算单位数、全年用水时间；
- 9 照明：各部位照明功率密度；
- 10 电梯：数量、性能参数；
- 11 可再生能源：太阳能热水系统的热水集热器形式、集热面积及其效率、光伏发电系统的光伏面板净面积及其效率、风力发电系统风力发电机组的数量及主要性能参数；
- 12 计算结果汇总：计算建筑碳排放量及单位建筑面积碳排放量、红线内建筑碳排放总量及单位建筑面积碳排放量。

5.0.2 建筑碳排放分析报告应采用 A4 幅面，基本内容可详见附件 1。

附录 A 主要能源碳排放因子

表 A.0.1 主要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
	焦炭	29.5	0.93	100.60
液体燃料	汽油	18.9	0.98	67.91
	柴油	20.2	0.98	72.59
	一般煤油	19.6	0.98	70.43
	LPG	17.2	0.98	61.81
气体燃料	天然气	15.3	0.99	55.54

表 A.0.2 其他能源碳排放因子

能源种类	碳排放因子	单位
电力	0.5703	t CO ₂ /MWh
市政集中供热	0.112	t CO ₂ /GJ

注：电力碳排放因子来自生态环境部环办气候函【2023】43号。

附录 B 建筑碳排放核算

B.0.1 既有建筑可按建材生产与运输、建造、运行、拆除回收等阶段进行全寿命期碳排放核算。

B.0.2 建筑碳排放核算应汇总并计算建筑碳排放指标，建筑碳排放指标应包括总量指标和单位面积指标，见表 B.0.2。

表 B.0.2 建筑碳排放指标表

指标类型	指标名称	符号	核算范围	单位
全寿命期指标	建材生产与运输碳排放	CJS	CJC+CYS	tCO ₂
	建筑工程碳排放	CGC	CJZ+CCC	
	建筑运行碳排放	CZM	Σ CM	
	建筑全寿命期总碳排放	CZT	CJS +CGC+ CZM	
年度指标	年度净碳排放量	CNJ	CM-CP	tCO ₂
单位面积指标	单位面积年度碳排放	CEA	CNJ/A	kgCO ₂ /m ²
	单位面积碳排放	CEB	CZT/A	

注：表中其他符号含义为：

C_{JS}—建材生产与运输阶段碳排放；

C_{JC}—建材生产阶段碳排放；

C_{YS}—建材运输阶段碳排放；

C_{JZ}—施工建造阶段碳排放；

C_{CC} —拆除阶段碳排放；

C_M —运行阶段年度碳排放；

C_P —年度碳汇量，一般可忽略；

A —建筑面积。

B.0.3 建材生产的碳排放核算可采用清单统计法对混凝土、钢材、木材、门窗、玻璃、保温材料、防水材料、抹灰、饰面材料等主要建筑材料进行统计，并按以下公式进行：

$$C_{JC} = \sum_{i=1}^n M_i \times F_i \quad (B-1)$$

式中： C_{JC} —建材生产的碳排放量(kgCO₂e)；

M_i —第 i 种建材的消耗量 (t) ；

F_i —第 i 种建材的碳排放因子(kgCO₂e/单位建材数量)。

B.0.4 建材运输的碳排放量可按以下公式进行碳排放核算：

$$C_{YS} = \sum_{i=1}^n M_i \times D_i \times F_{YSi} \quad (B-2)$$

式中： C_{YS} —建材运输的碳排放量(kgCO₂e)；

M_i —第 i 种建材的消耗量 (t) ；

D_i —第 i 种建材的平均运输距离 (km) ；

F_{YSi} —不同运输方式、第*i*种建材、单位重量单位运输距离的碳排放饮食的碳排放因子[kgCO₂e/（t.km）]。

B.0.5 建筑施工建造阶段的碳排放的核算边界应符合下列规定：

- 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 施工人员在场地工作生活包括工棚空调、照明等产生的碳排放应计入；
- 3 建筑施工场地区域内的机械设备、小型机具等施工设备产生的碳排放应计入；
- 4 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；
- 5 建造阶段使用的办公用房、生活用房和材料库房等临时设施的施工和拆除可不计入。

B.0.6 建筑建造阶段的碳排放的核算可采用施工工序能耗估算法或施工能耗清单统计法进行，其中：

- 1 施工工序能耗估算法的能源用量包括分部分项工程总能源用量和措施项目总能源用量两部分，计算方法见现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366。
- 2 采用施工能耗清单统计法进行核算时，施工单位应建立施工全过程各类能源消耗台账，通过调取施工能源消耗台账对施工过程各类能源消耗量进行统计，

并核算对应碳排放量。

B.0.7 运行阶段的碳排放核算应在建筑竣工一年以后进行，以一个完整的建筑供暖制冷周期为核算单位，以建筑寿命期内历年运行阶段碳排放之和作为建筑全寿命期的总运行碳排放。

B.0.8 建筑运行阶段的碳排放的核算优先采用能耗监测法，建筑能耗监测系统应具备分类计量功能，宜具备分项能耗计量功能，能耗监测系统宜采用远程传输系统采集能耗数据；不具备建筑能耗监测系统的既有建筑可采用能耗统计法，对建筑使用过程中年度分类能源消耗量进行调查统计，可再生能源用量应单独统计。

B.0.9 建筑拆除阶段碳排放主要是拆除设备及运输设备将建筑物肢解过程产生的能耗，是建筑建造的逆过程，可采用实际施工能源消耗数据进行核算或采用施工能耗估算值进行核算，也可不计入核算结果。

附录 C 碳排放计算主要参数

C.0.1 进行碳排放计算时，建筑围护结构热工参数可参考现行《居住建筑节能设计标准》DB37/T5026、《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 等进行设置，其他参数可参考如下表格进行设置。

表 C.0.1-1 冷热源设备主要参数

类别	冷热源形式	主要性能参数
热源	市政热网	/
	燃煤锅炉	额定蒸发量 (t/h) 或额定热功率 (MW)，额定热效率 (%)
	燃油锅炉	额定蒸发量 (t/h) 或额定热功率 (MW)，额定热效率 (%)
	燃气锅炉	额定蒸发量 (t/h) 或额定热功率 (MW)，额定热效率 (%)
冷源	电制冷机组	额定制冷量 (kW)，额定制冷 COP
	多联机	额定制冷量 (kW)
热泵	空气源热泵	额定制冷量 (kW)，额定制冷 COP 额定制热量 (kW)，额定制热 COP
	地源热泵	额定制冷量 (kW)，额定制冷 COP 额定制热量 (kW)，额定制热 COP 末端形式：冷热风/冷热水 水源：地表水/地下水/土壤源

表 C.0.1-2 新风热回收设备主要参数

类型		交换效率	
		制冷	制热
全热回收的焓效率	板式或板翅式		
	转轮式		
	其他		
显热回收的温度效率	板式或板翅式		
	热管式		
	循环回路式		
	其他		

表 C.0.1-3 生活热水系统主要参数

热源	热源形式	
	能源类型	
	热源效率	kw
管道	管道长度	m
	管道保温	有/无
	管道二次循环	有/无
	二次循环管长	m
水箱	生活热水水箱体积	L
	生活热水水箱保温	有/无
	水箱保温层厚度	mm

表 C.0.1-4 电梯系统主要参数

电梯名称	
特定能量消耗	mWh/kgm
待机能量消耗	W
日平均运行小时	h
日平均待机小时	h
电梯速度	m/s
额定载重量	kg

表 C.0.1-5 太阳能热水系统主要参数

集热器类型	平板式/真空管式/无盖板式
集热器面积	m ²
换热器	有/无
设计热水温度	℃
辅助能耗	
水箱形式	太阳能独立水箱/混用水箱/直流式
水箱体积	L
水箱保温	有/无
水箱保温层厚度	mm

表 C.0.1-6 太阳能光伏系统主要参数

光电名称	
计算方式	逐时计算/逐月计算
光伏材料	单晶硅/多晶硅/无定形硅/其他非晶硅薄膜
光伏面积	光伏板面积/可铺设面积
光伏板倾角	°
光伏板方位角	°
面积	m ²
光电转化率	%
光伏额定工作温度	℃
杂项损失	
失配损失	

附录 D 建筑物运行特征

D.0.1 进行建筑能耗模拟时，建筑物各分区运行特征应符合表 D.0.1-1、D.0.1-2 的规定。

表 D.0.1-1 建筑物运行特征（居住建筑）

房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度 (℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度 (℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度 (Lux)	设备能耗密度 (W/m²)	月照明小时数 (h)	照明功率密度 (W/m²)	新风量 m³ / (h·人)
起居室	是	是	26	65	18	-	100	9.3	165	6	70
卧室	是	是	26	65	18	-	75	12.7	135	6	20
餐厅	是	是	26	65	18	-	150	9.3	75	6	20
厨房	否	是	30	70	15	-	100	48.2	96	6	20
洗手间	否	是	26	70	18	-	100	0	165	6	20
储物间	否	是	26	65	5	-	0	0	0	0	20
车库	否	是	26	65	5	-	30	0	30	2	20

表 D.0.1-2 建筑物运行特征（公共建筑）

房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度(℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度(℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度(Lux)	设备能耗密度(W/m ²)	月照明小时数(h)	照明功率密度(W/m ²)	新风量m ³ / (h·人)
办公室	是	是	26	65	20	-	500	13	294	18	30
密集办公室	是	是	26	65	20	-	300	20	294	11	30
会议室	是	是	26	65	20	-	300	5	420	11	30
大堂门厅	是	是	26	65	20	-	300	0	585	15	20
休息室	是	是	25	65	18	-	300	0	420	11	30
设备用房	否	是	26	65	18	-	150	0	0	5	30
库房	否	是	26	65	18	-	0	0	0	0	0
车库	否	是	26	65	18	-	75	30	294	5	-
酒店客房(三星以下)	是	是	26	65	18	-	150	20	207	15	20
酒店客房（三星）	是	是	26	65	20	-	150	13	207	15	30
酒店客房（四星）	是	是	25	60	21	-	150	13	207	15	40

续表 D.0.1-2 建筑物运行特征（公共建筑）

房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度(℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度(℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度(Lux)	设备能耗密度(W/m ²)	月照明小时数(h)	照明功率密度(W/m ²)	新风量m ³ /(h·人)
酒店客房(五星)	是	是	24	60	22	-	150	13	207	15	50
多功能厅	是	是	26	65	20	-	300	5	420	18	30
一般商店、超市	是	是	27	65	20	-	300	13	390	12	20
高档商店	是	是	27	65	20	-	500	13	390	19	20
中餐厅	是	是	25	60	20	-	200	0	393	13	20
西餐厅	是	是	25	60	20	-	100	0	393	9	20
火锅店	是	是	25	60	18	-	200	0	168	13	20
快餐店	是	是	25	60	20	-	200	0	393	13	20
酒吧、茶座	是	是	25	60	20	-	100	0	393	9	20
厨房	否	是	28	65	18	-	200	0	393	13	-
游泳池	是	是	30	75	26	-	300	0	168	18	25

续表 D.0.1-2 建筑物运行特征（公共建筑）

房间类型	是否空调	是否供暖	夏季设计温度(℃)	夏季设计相对湿度(%)	冬季设计温度(℃)	冬季设计相对湿度(%)	设计照度(Lux)	设备能耗密度(W/m ²)	月照明小时数(h)	照明功率密度(W/m ²)	新风量m ³ /(h·人)
健身房	是	是	25	60	18	-	200	0	168	11	25
保龄球房	是	是	25	60	18	-	300	0	288	18	25
台球室	是	是	25	60	18	-	300	0	288	18	25
教室	是	是	26	60	20	-	300	10	150	10	17
阅览室	是	是	26	60	20	-	300	10	150	10	17
电脑机房	是	是	25	60	18	-	300	40	390	11	30
影剧院	是	是	28	65	20	-	200	0	480	11	20
舞台	是	是	28	65	20	-	300	40	480	11	40
舞厅	是	是	25	60	18	-	300	30	258	11	30
棋牌室	是	是	27	60	20	-	200	0	132	11	20
展览厅	是	是	27	60	18	-	300	20	300	11	20

续表 D.0.1-2 建筑物运行特征（公共建筑）

房间类型	是否空 调	是否供 暖	夏季设计 温度(℃)	夏季设计 相对湿度 (%)	冬季设计 温度(℃)	冬季设计 相对湿度 (%)	设计照度 (Lux)	设备能耗 密度 (W/m ²)	月照明小 时数 (h)	照明功率 密度 (W/m ²)	新风量 m ³ / (h·人)
病房	是	是	27	60	22	-	100	0	129	5	50
手术室	是	是	25	60	22	-	750	0	381	20	60
候诊室	是	是	27	55	20	-	300	0	468	5	30
门诊办公室	是	是	26	65	22	-	300	0	468	5	30
婴儿室	是	是	27	60	25	-	300	0	315	5	60
药品储存库	是	是	16	60	16	-	300	0	615	5	0
档案库房	是	是	24	60	14	-	200	0	540	5	0
美容院	是	是	27	60	22	-	750	5	345	15	35

本导则用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 2 《民用建筑节水设计标准》 GB 50555
- 3 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 4 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- 5 《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T 346
- 6 《公共建筑节能设计标准》 DB 37/5155
- 7 《居住建筑节能设计标准》 DB 37/T 5026

山东省工程建设技术导则

建筑设计碳排放计算导则（试行）

Guidelines for carbon emissions calculation in building design (Trial)

条文说明

目 次

1 总 则	38
2 术 语	39
3 基本规定	41
4 运行阶段碳排放计算	43
4.1 一般规定	43
4.2 能耗模型	43
4.3 暖通空调系统	45
4.4 生活热水系统	45
4.5 照明及电梯系统	46
4.6 可再生能源系统	47
5 建筑设计碳排放分析报告	48
附录 B 碳排放核算	49

1 总 则

1.0.1 本导则编制的目的。

建筑的节能减碳是实现 2030 年前碳达峰和 2060 年前碳中和两大战略的基础，建筑设计阶段是决定建筑全寿命期能耗和碳排放表现的重要阶段，其合理性主导了后续建筑活动对环境的影响和资源的消耗。设计阶段进行碳排放分析有助于更加科学合理地确定建筑设计方案、能源供应等机电系统设计方案和相关性能参数。

全文强制性国家规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 明确提出了建筑碳排放计算的要求，规范颁布后，我国各省市相继发布标准或政府文件，对建筑碳排放计算进行相应的规定。

成都市住房和城乡建设局发布了《成都市绿色建筑施工图设计与审查技术要点(2021 版)》，规定设计单位自 2022 年 4 月 1 日起应在施工图送审时，提交《碳排放分析报告》，报告主要分析建筑固有碳排放量。

《河南省绿色建筑条例》自 2022 年 3 月 1 日实施，规定建设单位在可行性研究报告或者项目申请报告中，应当包含建筑能耗、可再生能源利用及建筑碳排放分析报告。

《北京市超低能耗居住建筑节能设计标准》对不同类型建筑的总能耗综合值及碳排放强度提出限额要求。《北京市公共建筑节能设计标准》修订已启动，节能率目标要求 75%，并加入碳排放计算要求

广东省住房和城乡建设厅发布《碳排放计算导则（试行）》；陕西省发布了《居住建筑全寿命期碳排放计算标准》，重庆市出台了《重庆市建筑碳排放计算分析报告编制规定(试行版)》，给出了全生命周期和运行阶段两种报告的模板。

为了指导我省设计行业开展碳排放计算分析报告编制和审查工作，编制了本导则。

1.0.2 本导则的适用范围。

用于设计阶段的碳排放计算部分，适用于新建、扩建和改建建筑以及既有建筑节能改造工程。本导则附录 D 提供了碳排放核算方法，对于上述新建、扩建和改建建筑以及既有建筑节能改造工程竣工完成后的项目或其他既有建筑，当有碳排放核算需求时，可按附录 D 提供的方法进行碳排放核算。

2 术 语

2.0.1 建筑碳排放

建筑建造、运行、拆除过程中产生的温室气体主要为 CO₂，建材生产和运输及制冷剂排放的温室气体包括各种温室气体。为了统一度量整体温室效应的结果，规定以 kg CO₂e 为度量温室效应的基本单位。二氧化碳当量(kg CO₂e)指与一定质量的某种温室气体具有相同温室效应的 CO₂ 的质量，是可用于比较不同温室气体对温室效应影响的度量单位。

2.0.2 建筑设计碳排放计算

碳排放计算通常要涉及到多种数据和指标，涉及领域广泛，如能源、交通、工业、建筑、农业等多个方面；对于建筑工程来说，可以在设计阶段，采用碳排放软件对建筑碳排放进行模拟计算，计算的范围为设定边界内的建筑工程项目，计算的内容可以是建筑全寿命期的一个或多个阶段。建筑碳排放计算方法采用排放因子法，即根据消耗能源种类，采用各自的能源排放因子计算能源使用所产生的碳排放量。

通过碳排放计算，可以对能源消费、生产过程和生活方式进行评估和优化，寻找减少碳排放的机会和措施，用更加环保、低碳的方式来满足生产与生活的需求，为建设一个可持续的社会做出贡献。

2.0.3 建筑碳排放核算

对于既有建筑来说，建材生产及运输阶段、建筑建造阶段的碳排放是已经发生的，可以采用统计的方法精确获取；同时，机电系统的参数与性能也是确定的，可以通过能耗监测与计量系统获取，上述碳排放量均可以进行较为准确的测算，将此过程称作建筑排放核算。

碳排放核算有助于了解和把握既有建筑碳排放量的现状及全寿命期的发展趋势，便于制定有效的节能运行措施，并对建筑设计阶段的碳排放计算结果予以复核，以对后续工程的碳排放计算与工程设计加以改进。

2.0.4 计算（核算）边界

一般把建筑物从建材原料开采到整个建筑寿命完结称为建筑的全寿命期，建筑全寿命期的碳排放计算包括了建材生产及运输、建造及拆除、建筑物运行三个阶段。一般来说，建材生产的碳排放归属于建材工业碳排放计算，建材运输的碳排放归属于交通运输碳排放，只有建筑的建造及拆除、建筑物运行阶段的碳排放归属于建筑业碳排放计算范围内。因此，在进行建筑碳排放计算时，需要对建材生产及运输、建造及拆除、建筑物运行三个阶段进行明确的边界划分。在进行计算或核算统计时，均应明确计算或核算的范围。

2.0.5 碳排放因子

建筑物类型多样，建材数量众多，建造方式种类多，能源系统形式多，有着“非标准化、难以复制重现”的特点。为便于统一计算基准并进行结果比较，选择相对普遍和通用的建材、建造方法，给出其碳排放因子。

2.0.6 建筑碳汇

碳汇是指通过植树造林、植被恢复等措施，吸收大气中的二氧化碳，从而减少温室气体在大气中浓度的过程、活动或机制。

3 基本规定

3.0.1 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 第 2.0.5 条规定，“新建、扩建和改建建筑以及既有建筑节能改造工程均应进行建筑节能设计。建设项目可行性研究报告、建设方案和初步设计文件应包含建筑能耗、可再生能源利用及建筑碳排放分析报告”

按照《工程造价术语标准》GB/T 50875-2013 的定义，建设项目是指按一个总体规划或设计进行建设的，由一个或若干个互有内在联系的单项工程组成的工程总和。本导则中的建筑工程，是指通过对各类房屋建筑及其附属设施的建造和与其配套的线路、管道、设备的安装活动所形成的工程实体。

需进行可行性研究、方案设计和初步设计审查的建筑工程项目，由相应阶段的设计文件编制单位进行碳排放分析计算，并提供碳排放分析报告，相应评审阶段的专家在进行可行性研究、方案设计和初步设计审查时，应同时对碳排放分析报告进行审查。

部分建设项目或建筑工程从建设程序上没有可行性研究与初步设计阶段，但每个工程项目都有方案确定的过程，无论是对建筑形体的确定、热工性能的优化、机电方案的比选等，都宜基于性能化设计的思路进行，建筑节能与碳排放分析不过是这种性能化设计的手段而已。因此，在建设程序上没有可行性研究、方案设计与初步设计阶段的项目，要求设计人员在施工图方案确定过程中通过建筑节能与碳排放计算分析对设计进行优化，并提供碳排放分析报告，符合 GB 55015-2021 的要求。

各阶段的设计文件编制单位，应对前一设计阶段提供的碳排放分析报告进行核对，当该施工图设计阶段中的建筑形体、功能、面积没有明显变化，暖通空调形式、冷热源方式以及生活热水的热源方案没有明显调整时，该设计阶段可直接以上一阶段碳排放分析报告进行送审，否则该设计阶段应重新进行碳排放计算。

碳排放分析报告的内容可参考附录 E。

3.0.2 建筑全生命周期碳排放包括建材生产及运输阶段、建造阶段、运行阶段、拆除阶段等部分，《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 第 2.0.5 条的条文说明提到，设计阶段计算和分析建筑能耗和碳排放量可以评估建筑朝向、体形系数、围护结构参数、能源系统配置及参数等节能措施的合理性。上述因素影响的主要是建筑的能耗，也就是建筑运行阶段的碳排放。鉴于建材生产及运输阶段、建造阶段、拆除阶段的碳排放计算，影响因素较多，目前情况下在设计阶段准确计算的难度较大，故本导则要求，建筑工程项目各设计阶段的碳排放计算仅对运行阶段碳排放进行计算。

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 第 2.0.3 条规定的碳排放强度降低值及降低率是针对一定区域范围内的平均值，并非针对单个建筑工程项目的要求，故本导则对此未加以规定。

建筑运行阶段碳排放是指建筑开始正常运行后，暖通、电力、给水、电梯等机电系统产生的二氧化碳排放量。建筑的能源使用和管理，会直接导致建筑碳排放水平的高低。

3.0.3 运行阶段的碳排放计算需要通过专用软件进行，只要各项输入数据准确，其得出的结果即认为是可信的，故审查人员仅对碳排放分析报告中的各项输入数据与设计文件进行核对，与设计文件相符即可。

3.0.4 在进行建筑碳排放计算时，原则上建设工程规划许可证红线范围内的所有建筑工程项目均应纳入计算范围，这与通常的节能计算要求是一致的。对于建筑规模特别小、自身用能强度非常低的项目，如独立传达室等，可以不予要求；居住区地下车库及独立地下车库暂不做要求。独立水泵房、换热站房、制冷机房等，其自身用能强度较低，可不对其作为独立项目进行碳排放计算，其机电系统工艺耗能纳入其服务的建筑或建筑群进行碳排放计算。

3.0.5 《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019 采用国家发改委发布的《2011 年和 2012 年中国区域电网平均 CO₂ 排放因子》，其中山东属于华北区域电网，碳排放因子为 0.8843kgCO₂/kWh。

2023 年 2 月 7 日，生态环境部发布《关于做好 2023—2025 年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》（环办气候函【2023】43 号），指出 2022 年度全国电网平均排放因子为 0.5703t CO₂/MWh。生态环境部每年都会公布最新的排放因子，该数据主要用于全国范围内的碳排放交易。原则上各地进行碳排放计算时，应采用由当地发改或环保主管部门公布的碳排放因子，当此数据无法获得时，可以采用生态环境部数据。

3.0.6 月平均负荷计算方法是由国际标准化组织发布的《Energy performance of buildings- Calculation of energy use for space heating and cooling》ISO 13790-2008 规定的方法，国家标准 GB/T 51366-2019 规定建筑碳排放计算宜采用基于该标准开发的建筑碳排放计算软件。本导则并不排除采用其他计算方法进行碳排放计算，但应在碳排放分析报告中，明确说明软件采用的方法。

3.0.7 对建筑工程项目竣工后，该项目的建材生产与运输、建造阶段的碳排放可以取得准确的数据；运行一年后，也可以获得运行阶段的能耗。根据上述数据可以推算建筑全寿命期碳排放量，并具有一定的可信性。碳排放核算数据对于指导其他项目的节能降碳具有重要意义，鼓励有条件的项目，进行竣工后的碳排放核算。本导则在附录 D 给出了核算方法。

4 运行阶段碳排放计算

4.1 一般规定

4.1.1 建筑运行碳排放计算是通过模拟仿真的方法，对暖通空调，生活热水、照明及电梯等系统能源消耗产生的碳排放量，在建筑碳排放边界内，将不同的能量消耗换算为建筑物的碳排放量，并进行汇总，最终获得建筑的碳排放量。

建筑内电气插座（家用电器、办公电器等）、炊事等受用户使用方式影响较大，计算的不确定性较大，其结果不影响对设计阶段建筑方案碳排放强度优劣的判断，故参照国际上通用做法，不纳入建筑碳排放量。

利用太阳能、风能等可再生能源发电、生物质发电或燃烧提供热力，上述产能量应在建筑碳排放量中予以核减。

建筑碳汇主要来源于建筑红线范围内的绿化、植被对二氧化碳的吸收，原则上其减碳效果应该在碳排放计算结果中扣减，建筑屋顶绿化、小区绿地等的碳汇量与建筑碳排放量相比，其数值上差距过大，因此，对于一般建设工程，建筑绿地碳汇系统年减碳量可忽略，不予计算。

另外，当进行建筑全寿命期碳排放计算时，尚应考虑建筑部件、设备更换、更换设备性能改变对碳排放计算的影响，该部分计算影响因素较多，本导则暂不考虑。

4.1.2 《建筑碳排放计算标准》GB/T51366-2019把制冷剂产生的碳排放量划入暖通空调系统中，目前采用热泵制备生活热水已较为普遍，因此本导则将其从暖通空调系统中单独摘出来进行计算。制冷剂的充注量可由制冷热泵的样本或咨询厂家获得。常用制冷剂的 GWP 值分别为：R22，1760；R123，79；R134a，1300；R407C，1620；R410A，2025；R744（CO₂），1；R717（NH₃），0。

4.1.3 虽然运行阶段的能耗是由机电设备产生的，且能耗模拟也主要针对供暖空调系统，但机电能耗的产生离不开建筑的功能要求、围护结构的节能做法等，而这些是机电专业无法把控的。所以，当设计单位有专职的建筑节能专业时，可由建筑节能专业进行碳排放计算，一般情况下，宜由建筑专业牵头，其他专业配合完成。

4.2 能耗模型

4.2.1 建筑性能模拟(Building Performance Simulation)是指对建筑环境与系统的整体性能进行模拟分析的方法，主要包括建筑能耗模拟、建筑环境模拟（气流、光照、污染物模拟等）和建筑系统仿真。其中建筑能耗模拟是对建筑环境系统和设备进行计算机建模、并计算建筑能耗的技术。

在建筑节能与绿色建筑领域，能耗模拟有两个典型应用场景：

1 用于判断围护结构的节能性。

在建筑节能设计时，围护结构热工参数的确定有两种方法，一是直接判定法，当所有围护结构的热工参数均满足节能标准限值要求，即认为该建筑符合节能标准；二是权衡判断法，即通过对设计建筑和参照建筑分别建模计算其全年能耗，当设计建筑的节能率满足节能标准要求，即认为该设计建筑符合节能要求。

在进行绿色建筑评价时，当需要通过提高围护结构热工性能，从而降低暖通冷热负荷所进行的能耗模拟，与上述权衡判断法一致。

采用权衡判断法，设计建筑与参照建筑采用的机电系统一致并由标准统一规定，不需要机电专业参与。

2 对机电系统进行优化，降低建筑能耗。

对于特定的建筑，采用不同的机电系统形式、不同的节能措施时，其能耗是不同的，通过进行全年能耗模拟，可以分析判断不同形式、不同措施的能耗情况，据此对系统进行优化。

在进行绿色建筑评价时，可通过模拟对设计建筑与参照建筑进行对比，当能耗降低率达到一定值，获得相应的评价分值。

碳排放计算时，暖通空调部分的能耗，必须通过建模进行模拟计算，计算方式类似于上述应用场景二。本节给出了能耗模拟的计算模型应达到的深度要求。

4.2.2 目前商业能耗模拟软件，已将相关气象参数内置在软件内，不同的软件可能有多个选项，应注意选择符合 JGJ/T 346 规定的气象参数。

JGJ/T 346-2014 给出了山东省 18 个城镇的参数，同时给出了部分参考城镇选择表，表中未给出的地区可根据直线距离就近与气象条件接近两个原则进行判定取用的参数。

4.2.3 本条规定仅针对有可行性研究或建筑方案阶段的工程项目。

根据可行性研究的要求，可研阶段建筑性质、规模等经济指标已确定，建筑方案基本确定，机电专业初步设计方案、主要设备性能参数已确定，并应进行全年能耗计算，因此可研阶段具备进行碳排放计算的条件。

可研阶段进行碳排放计算具有重要意义，通过建模计算建筑碳排放，可以对建筑朝向、体形系数、围护结构参数、机电方案及能源系统配置、参数等措施的合理性予以判断，及时调整建筑与机电方案，把握建筑整体的节能低碳特性。初步设计与施工图阶段仅是对上述措施的落实，前期出现重大偏差，后期往往难以补救。

鉴于可研阶段建筑的部分平面功能、立面造型及围护结构做法等难以做到深化，可对模型进行一定程度的简化处理。

建筑物运行特征指各区域是否设置空调供暖、室内设计温度、湿度，设计照度，设备能耗密度，照明时间，照明功率密度，人均新风量标准等，可研阶段可直接按推荐值选择。其他相关参数也可按有关节能标准进行选择。

4.2.4 按住建部设计深度标准，在初步设计阶段，建筑专业应做到功能落实、平面、立面稳定成熟，围护结构做法确定；机电专业应做到方案确定，主要设备选型完成。初步设计文件的深度应具备编制工程概算的条件，施工图阶段不允许出现重大调整，故碳排放计算对初步设计与施工图阶段的要求一致。

初步设计、施工图设计阶段，模型各项输入条件应与设计文件一致，建模人员应与设计人员充分沟通，明晰设计意图。

4.3 暖通空调系统

4.3.2 原则上，供暖、供冷起止时间应根据空调负荷计算结果确定，但通常冬季供暖按集中供热的有关政策文件执行，如济南市冬季集中供暖时间为每年的 11 月 15 日至次年的 3 月 15 日；夏季供冷按习惯约定，如通常从 5 月 1 日供冷开始，9 月 30 日供冷结束。

4.3.3 同一暖通空调系统服务的建筑分区是指由同一风系统、水系统或其他能量输配系统提供热量和冷量的建筑分区。一栋建筑物可能有多种暖通空调系统形式和多个暖通空调系统。实际计算过程中，应该按暖通空调系统对建筑分区的供冷量和供热量分别进行求和，计算出同一系统的建筑物供冷系统能量需求和供暖系统能量需求。

4.3.4 可行性研究与建筑方案阶段可根据负荷指标，估算主机容量，初选主机规格，按节能标准中的限定值作为主机的能效值。

4.3.5 负载损失表现为冷热源的效率、冷热水箱的损失等；输送过程损失指水泵、风机的得热、输配管网的损失，其中水泵、风机的得热，在冷源能耗计算时，必须计入，热源计算时一般不进行扣除；末端损失主要指空气处理过程的冷热抵消等。上述损失，根据选用的系统形式及设备类型，由软件内置计算。

4.3.6 根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021，水泵的能效按国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762-2007 中的节能评价值、风机的能效按《通风机能效限定值及能效等级》GB 19761-2020 规定的 2 级能效。

4.3.7 本条所述区域集中冷热源指采用一套冷水机组或热泵机组、锅炉等供应多个建筑物的情况，不含采用市政热网的集中供热系统。

4.4 生活热水系统

4.4.1 生活热水指日常洗浴热水，不包括饮用水和炊事用水。生活热水系统含分散式热水系统与集中式热水系统，普通住宅也需要进行计算。计算对象为单个建筑物，多单体建筑群将单体建筑物计算结果累计即可。

4.4.2 年生活热水使用天数，住宅、宾馆取 365d，学校应扣除假期。

4.4.3 生活热水系统能耗计算原则。

1 采用太阳能的生活热水系统应扣除太阳能系统对生活热水热量的贡献；

2 生活热水输配效率 (η_r) 即《建筑给水排水设计标准》GB 50015-2019 第 6.4 节中的热水供应系统的热损失系数；

3 生活热水系统的热源及太阳能热水系统的辅助热源有电热水器、燃气热水器、热泵热水器等，电热水器和燃气热水器的效率较为稳定，可直接按额定功率进行计算，

但热泵型热水器的效率受环境因素影响较大，应采用年系统平均效率进行计算，当缺乏相关数据时，按当地年平均温度下的热泵效率进行计算。

4.5 照明及电梯系统

4.5.1 照明系统的控制方式包括：

- 1 根据人员需求对房间内的照明系统进行手动开关控制；
- 2 根据室内人员的有无对照明系统进行自动感应控制；
- 3 根据自然采光下的房间照度对照明系统进行光电自动控制。

4.5.4 《建筑碳排放计算标准》GB / T 51366-2019 未提供照明系统采用光电自动感应控制的能耗计算公式，本导则根据自动控制的原理，参照手动控制的公式编辑了本公式。

4.5.5 根据电梯能效等级，可分别确定电梯运行时的特定能量消耗和电梯待机能耗，见表（1）；常见电梯平均运行时间和平均待机时间见表（2）。

表（1） 电梯运行时的特定能量消耗和电梯待机能耗

电梯能效等级	A	B	C	D	E	F	G
特定能量消耗（mWh/kgm）	≤0.56	(0.56, 0.84]	(0.84, 1.26]	(1.26, 1.89]	(1.89, 2.80]	(2.80, 4.20]	>4.20
电梯待机时能耗（W）	≤50	(50, 100]	(100, 200]	(200, 400]	(400, 800]	(800, 1600]	>1600

表（2） 常见电梯平均运行时间和平均待机时间

使用种类	1	2	3	4	5
使用强度/频率	非常低 非常少	低 少	中等 偶尔	高 经常	非常高 非常频繁
每日平均运行时间（h）	0.2 （≤0.3）	0.5 （0.3~1）	1.5 （1~2）	3 （2~4.5）	6 （>4.5）
每日平均待机时间（h）	23.8	23.5	22.5	21	18
典型建筑类型和使用情况	1.单元住户 6 人以下的住宅 2.很少运行的小型办公楼或行政楼	1.单元住户 20 人以下的住宅 2.2 层~5 层的小型办公楼或行政楼 3.小型旅馆 4.很少运转的货运电梯	1.单元住户 50 人以下的住宅 2.10 层以下的小型办公楼或行政楼 3.中型酒店 4.中等运转的货运电梯	1.单元住户 50 人以上的住宅 2.10 层以上的小型办公楼或行政楼 3.大型酒店 5.只有一般的生产过程用货运电梯	1.超过 100m 高的办公楼或行政楼 3.大型酒店 6.多班次生产过程用货运电梯

4.6 可再生能源系统

4.6.1 地源热泵系统在绿色建筑评价时作为可再生能源，但在碳排放计算时，地源热泵系统的能耗作为暖通空调系统的冷热源计算在暖通空调系统能耗中，其高效性、节能性体现为能耗量的减少，不可作为可再生能源扣减量。

有的项目将光伏、风力发电设备设置在红线范围以外，当可明确其为红线内建筑服务时，可以计入该建筑减碳量。

4.6.3~4.6.4 光伏、风力等可再生能源发电量在折算为 kWh 的建筑总能耗中予以扣除。

5 建筑设计碳排放分析报告

5.0.1 本条规定了碳排放报告的基本内容要求，以统一报告的内容和深度。涉及机电专业的输入条件应完整，与专业设计文件应一致。

附录 B 碳排放核算

B.0.1 碳排放核算的阶段划分。

- 1 此处既有建筑指已经竣工完成的新建建筑或经过若干时间运行的建筑；
- 2 目前对建筑全寿命期碳排放核算并无明确要求，本导则旨在提供一种核算的方法；
- 3 本导则碳排放核算统计以被核算建筑为统计口径。

B.0.3 对于既有工程，可以通过采购清单获取建材消耗量。建材碳排放因子涉及因素较多，包含建筑材料生产所涉及原材料的开采、生产过程，建筑材料生产所涉及能源的开采、生产过程，建筑材料生产所涉及原材料、能源的运输过程和建筑材料生产过程。原则上，建材生产阶段的碳排放因子应选用经第三方审核的建材碳足迹数据。

B.0.4 计算建材运输阶段的碳排放时，运输距离应采用实际的运输距离。建材运输阶段的碳排放因子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。

B.0.5 本导则对建造阶段的边界划分与国标相同。

B.0.6 建造阶段碳排放的关键在于确定施工阶段的电、气、油等能源的消耗量。

方法一，施工工序能耗估算法。根据各分部分项工程和措施项目的工程量、单位工程的机械台班消耗量和单位台班机械的能源用量逐一计算，汇总得到建造阶段能源总用量。该方法理论上也可以在设计阶段进行核算，但设计阶段相关数据的准确获取较为困难，实施难度较大，故不在设计阶段予以要求。

方法二，施工能耗清单统计法。通过现场电表、气表的计量以及用油量记录进行统计，汇总得到建造阶段的实际总能耗。由于是根据现场实测数据进行统计汇总，可操作性强，且结果相对准确可靠。

B.0.7 要对建筑整个使用周期进行逐年碳排放核算是不现实的，实际工程核算时，可取近几年的运行数据，取其平均值作为年运行碳排放，乘以建筑使用寿命，视为建筑全寿命期的总运行碳排放。

B.0.8 本导则将碳排放核算规定为竣工后进行，采用采用能耗监测法或能耗统计法两种方法均可。

分类能耗是指根据建筑消耗的主要能源种类划分进行采集和整理的能耗数据，如：电、燃气等，具体监测数据包括电量、燃气量（天然气量或煤气量）、集中供热耗热量、集中供冷耗冷量、其它能源如集中热水供应量、煤、油、可再生能源用量等。

分项能耗是指根据建筑消耗的各类能源的主要用途划分进行采集和整理的能耗数据，如：空调用电、动力用电、照明用电等。具体监测数据包括照明插座用电、空调用电、动力用电和特殊用电。

能耗数据的获取可通过调取建筑能源消耗台账、进行建筑能源审计、进行建筑能效测评等方式实现。

B.0.9 与其他阶段相比，拆除阶段准确计算难度更大，允许不对拆除阶段进行碳排放核算。

B.0.10 目前一般认为，成片的乔木林可作为碳汇核算，绿地、灌木不作为建筑碳汇予以核减。

附件

建筑设计碳排放分析报告（模板）

工程编号:

工程名称:

建筑设计碳排放分析报告（运行阶段）

共 页

计 算:

校 对:

审 核:

*****建筑设计院（盖章）

日期： 年 月 日

1 编制依据

- 1.1 《山东省建筑碳排放计算导则》（试行）
- 1.2 《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019
- 1.3 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021
- 1.4

2 工程概况

工程名称					
建设地点					
建筑主要信息	建筑分类、主要功能、设计寿命				
项目主要指标	项目用地面积（m²）、绿地率（%）、绿地面积（m²）				
子项信息					
子项编号	子项名称	建筑面积	地下层数	地上层数	建筑高度（m）
1					
2					
3					
...					

3 软件简介

本报告内容采用***软件计算，软件计算的基本原理为.....。

4 计算参数设置

4.1 气象数据

山东-****，引自《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014

4.2 围护结构

4.2.1 构造做法（示例）

- 1）屋顶构造：屋面：（由上到下）
C20 细石混凝土 40mm+聚乙烯膜 0.4mm+SBS 改性沥青防水卷材 6mm+C20 细石混凝土 30mm+挤塑型聚苯板(XPS 板) 80mm+水泥砂浆 20mm+1:6 水泥珍珠岩 30mm+钢筋混凝土 120mm
- 2）外墙构造：非承重自保温砌块：（由外到内）
抹面胶浆 5mm+保温砂浆 28mm+非承重自保温砌块 C-1-2 280mm+混合(石灰水泥)砂浆 20mm
- 3）挑空楼板构造：挑空楼板构造：（由上到下）
抹面胶浆 5mm+岩棉板 90mm+水泥砂浆 15mm+钢筋混凝土 100mm
- 4）地下车库与供暖房间之间的楼板：采暖与非采暖楼板：
水泥砂浆 20mm+细石混凝土 40mm+钢筋混凝土 100mm+无机纤维喷涂 30mm+水泥砂浆 5mm

5) 采暖与非采暖隔墙：采暖与非采暖隔墙：

混合砂浆 15mm+加气混凝土砌块 200mm+混合砂浆 15mm

6) 外窗：70 系列断桥铝平开窗(5+12A+5+12A+5Low-E)：

传热系数 1.700W/m²·K，太阳得热系数 0.392

7) 天窗：70 系列断桥铝平开窗(5+12A+5+12A+5Low-E)：

传热系数 1.700W/m²·K，太阳得热系数 0.392

8) 周边地面构造：周边地面：

地砖 10mm+水泥砂浆 20mm+合成高分子防水涂料 1.5mm+聚乙烯膜 0.4mm+挤塑型聚苯板 (XPS 板) 40mm+聚乙烯膜 0.4mm+C15 砼 60mm+夯实粘土 150mm

4.2.2 热工参数（示例）

体形系数 S		0.15			
屋顶传热系数 K [W/(m ² ·K)]		0.37			
外墙（包括非透明幕墙）传热系数 K [W/(m ² ·K)]		0.41			
屋顶透明部分传热系数 K [W/(m ² ·K)]		1.70			
屋顶透明部分太阳得热系数		0.39			
底面接触室外的架空或外挑楼板传热系数 K [W/(m ² ·K)]		0.48			
地下车库与供暖房间之间的楼板 K [W/(m ² ·K)]		0.96			
非供暖楼梯间与供暖房间之间的隔墙 K [W/(m ² ·K)]		0.95			
周边地面热阻 R[(m ² ·K)/W]		—			
地下墙热阻 R[(m ² ·K)/W]		0.68			
变形缝热阻 R[(m ² ·K)/W]		—			
外窗（包括透明幕墙）	朝向	立面	窗墙比	传热系数	太阳得热系数
	南向	南-默认立面	0.46	1.70	0.39
	北向	北-默认立面	0.45	1.70	0.39
	东向	东-默认立面	0.13	1.70	0.39
	西向	西-默认立面	0.14	1.70	0.39

4.3 房间设置（示例）

4.3.1 房间表

房间类型	空调温度℃	供暖温度℃	新风量	渗透风换气次数	人员密度	照明功率密度	电器设备功率
办公-会议室	26	20	30(m ³ /h.人)	0(次/h)	10(m ² /人)	8(W/m ²)	15(W/m ²)
办公-普通办公室	26	20	30(m ³ /h.人)	0(次/h)	10(m ² /人)	8(W/m ²)	15(W/m ²)
报告厅	26	20	30(m ³ /h.人)	10(次/h)	20(m ² /人)	9(W/m ²)	15(W/m ²)
空房间	—	—	20(m ³ /h.人)	0(次/h)	50(m ² /人)	0(W/m ²)	0(W/m ²)
.....							

4.3.2 作息时间表

作息时间表包括房间采暖设定温度时间表、空调设定温度时间表、新风运行时间表、房间人员逐时在室率、照明使用率时间表、设备使用率时间表等，具体格式可参照《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015。

年累计冷热负荷计算方法包括逐月（月平均方法）和逐时计算方法，逐月计算方法不需要设置作息时间表，逐时计算方法需要设置作息时间表。

当采用逐月（月平均方法）计算暖通能耗时，可不输出作息时间表。

4.4 暖通空调系统

4.4.1 系统分区

系统编号	系统类型	负责范围
Sys1	单元式房间空调器	
Sys1	双管制风机盘管	
.....		

4.4.2 热回收参数

系统编号	热回收	供冷	供暖
		回收效率	回收效率
新风	显热回收	0.60	0.60
	全热回收	0.60	0.60

4.4.3 冷源系统

4.4.3.1 冷水机组

名称	类型	额定耗电量 (kW)	额定制冷量 (kW)	额定性能系数 (COP)	台数
水冷-螺杆式冷水机组	水冷-螺杆式冷水机组	100	500	5.00	2

4.4.3.2 水泵

类型	调节	流量 (m ³ /h)	扬程 (m)	设计 工作效率(%)	输入功率 (kW)	台数
冷却水泵	单速	320	25	80	31.3	2用1备
冷冻水泵	单速	320	30	80	37.6	2用1备

4.4.4 热源系统

4.4.4.1 热泵机组

名称	类型	额定耗电量 (kW)	额定制热量 (kW)	额定性能系数 COP	台数
风冷-螺杆式	空气源热泵	125	500	4.00	2

4.4.4.2 热水循环泵

类型	流量(m ³ /h)	扬程(m)	设计工作效率(%)	输入功率(kW)	台数
单速	320	30	80	37.6	2用1备

4.4.5 空调风机

类别	输入功率(kW)
通风风机	
空调机组风机	
风机盘管	
多联机室内机	
.....	

风机能耗计算方法有两种：①根据风机输入功率、风机数量、使用系数、运行时间计算风机能耗；②根据风机单位风量耗功率（风机全压、风机效率确定）、房间风量、运行时间计算风机能耗。当采用第二种计算方法时，风机的参数输出可调整为风机单位风量耗功率。

4.4.6 制冷剂

制冷剂类型	充注量
.....	

4.4.7 运行方式

每日开始使用时间	0 时
每日结束使用时间	24 时
供冷季时间	-
供暖季时间	11 月 15 日至(次年) 3 月 15 日
供冷季每周使用天数	7 天
供暖季每周使用天数	7 天

4.5 电气照明系统

房间类型	房间照明功率密度 (W/m ²)	房间应急照明 功率密度 (W/m ²)	房间个 数	房间合计面 积 (m ²)	合计电耗 (kWh/a)
会议室					
普通办公室					
多媒体					
学员培训室					
报告厅					
.....					

4.6 生活热水系统

分区	用水定额 (L/人·d)	热水温差(℃)	供应人数	年使用天数
办公	10	45	100	365

热水设备	能源	效率	输入功率(kW)
锅炉	电	0.9	—

4.7 电梯系统

名称	特定能量消耗 (mWh/kgm)	额定载重量 (kg)	速度 (m/s)	待机功率(W)	运行时长(h/天)	年运行 天数	数量
直梯 1	1.26	1250	1.75	200	1.5	365	6

4.8 可再生能源系统

系统形式	数量
太阳能光电板面积	
风力发电机组	
太阳能供暖集热器面积	
太阳能空调集热器面积	
太阳能生活热水集热器面积	

5 计算结果

子项编号	子项名称	建筑面积 m ²	碳排放量 kgCO ₂	单位面积碳排放量 kgCO ₂ /m ²
1				
2				
3				
...				
合计（红线内）				