

附件

四川省民用绿色建筑全寿命期
碳排放计算导则
(试行)

四川省住房和城乡建设厅
2024年11月

前 言

为贯彻国家、四川省有关应对气候变化和节能减排的方针政策，助力四川省城乡建设领域碳达峰与绿色建筑工作推进，规范民用绿色建筑碳排放计算方法，明确民用绿色建筑全寿命期降低碳排放强度的技术措施，指导民用绿色建筑碳排放计算，四川省住房和城乡建设厅委托四川省建筑设计研究院有限公司会同有关单位编制了《四川省民用绿色建筑全寿命期碳排放计算导则》。

编制组通过广泛调查研究，开展专题讨论，参考国内外建筑碳排放相关的计算方法，在广泛征求意见的基础上，编制形成本导则。

本导则按照建筑领域碳排放计算边界，给出了建材生产及运输、建筑建造及拆除、建筑运行五个阶段的碳排放计算方法，用于民用绿色建筑设计与运营期的全寿命期碳排放计算。

本导则由四川省住房和城乡建设厅负责管理，由四川省建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄至四川省建筑设计研究院有限公司（联系地址：成都市天府大道中段 688 号，邮政编码：610000，联系电话：028-86956105）。

主 编 单 位：四川省建筑设计研究院有限公司

参 编 单 位：中国建筑西南设计研究院有限公司

成都市建筑设计研究院有限公司

中国国检测试控股集团有限公司成都分公司

四川大学

华中科技大学

四川华西绿舍建材有限公司

四川省建筑产业互联网科技促进会

主要起草人：邹秋生 贺 刚 付韵潮 窦 枚 幸 运 曾丽雯 卓俊好
曾丽竹 彭治霖 黄志强 袁丹丹 粟 珩 张辉刚 孙弘历
曹 明 邓杰文 吴银萍 高 锐 唐 珂 杨艳梅 邱 壮
刘志娟 罗俊泉 何顺爱 段璐瑶 罗凡旭 余成影 王 泉
肖 帅 郭星好 蒋麒麟 沈博嵩 江练鑫 李曼凌 郝思静
赵 予 刘晓宇

主要审查人：冯 雅 秦 钢 钟辉智 高庆龙 乔振勇

目 录

| | |
|--------------------------|------------------|
| 1 总 则 | 1 |
| 2 术 语 | 2 |
| 3 基 本 规 定 | 3 |
| 4 建筑碳排放计算 | 4 |
| 4.1 全寿命期计算 | 4 |
| 4.2 建材生产及运输阶段计算 | 4 |
| 4.3 建筑建造及拆除阶段计算 | 6 |
| 4.4 建筑运行阶段计算 | 8 |
| 附录 A 建筑全寿命期碳排放计算专篇 | 16 |
| 附录 B 各类能源碳排放因子 | 18 |
| 附录 C 典型建材单位碳排放因子 | 错误！未定义书签。 |
| 附录 D 建材运输碳排放因子 | 19 |
| 附录 E 常用施工机械台班 | 23 |
| 附录 F 碳汇相关数据 | 27 |
| 附录 G 建筑碳排放强度降低措施示例 | 28 |
| 引用标准 | 29 |

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家、四川省绿色建筑与节能相关法律法规和标准规范，系统推进绿色建筑碳减排工作，规范四川省民用绿色建筑全寿命期碳排放计算方法，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于四川省民用绿色建筑全寿命周期碳排放计算，其他项目的碳排放计算可参照本导则执行。

1.0.3 因建设项目不同时期可获取数据具有差异性，本导则按设计期与运营期分别给出民用绿色建筑全寿命期碳排放计算方法。

1.0.4 四川省民用绿色建筑碳排放计算除应符合本导则外，尚应符合国家、四川省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 建筑全寿命期 building life cycle

建筑物从建材生产及运输、建造、运行到拆除的全过程。

2.0.2 计算边界 accounting boundary

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

2.0.3 建筑碳排放 building carbon emission

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

2.0.4 全寿命期建筑碳排放强度 building carbon intensity

单位建筑面积年均的碳排放量，单位为 $[\text{kg CO}_2\text{e}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$ 。

2.0.5 碳排放因子 carbon emission factor

将能源、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 绿色建材 green building material

在全寿命期内可减少天然资源消耗和减轻对生态环境影响，具有“节能、减排、安全、便利和可循环”特征的建材产品。

3 基本规定

3.0.1 四川省民用绿色建筑全寿命期碳排放计算应以建设项目划定的建设红线范围内的单栋建筑或建筑群为计算对象。

3.0.2 建筑设计期为建筑方案设计、初步设计或者施工图设计阶段；建筑运营期为项目竣工后投入使用阶段。

3.0.3 设计期、运营期碳排放计算应根据计算对象所处时期的基础资料选择适用的计算方法。

3.0.4 设计期、运营期碳排放计算均应考虑建筑全寿命期的碳排放，包括建材生产及运输、建筑建造、建筑运行与建筑拆除阶段。

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

3.0.6 四川省民用绿色建筑碳排放应按照本导则提供的方法进行计算，碳排放因子等参数取值应符合本导则要求。建筑全寿命期碳排放计算专篇具体编制格式和深度参考附录 A。

4 建筑碳排放计算

4.1 全寿命期计算

4.1.1 计算公式

建筑物在全寿命期过程中产生的碳排放总量按下式计算：

$$TLCCO_2 = (C_{JC} + C_{JZ} + C_M + C_{CC}) \times A \quad (4.1.1)$$

式中： $TLCCO_2$ ——建筑物全寿命期碳排放总量（kg CO₂e）；

C_{JC} ——建材生产及运输阶段单位建筑面积的碳排放量（kg CO₂e/m²）；

C_{JZ} ——建筑建造阶段单位建筑面积的碳排放量（kg CO₂e/m²）；

C_M ——建筑运行阶段单位建筑面积的碳排放量（kg CO₂e/m²）；

C_{CC} ——建筑拆除阶段单位建筑面积的碳排放量（kg CO₂e/m²）；

A ——计算建筑面积（m²）。

4.2 建材生产及运输阶段计算

4.2.1 一般规定

本阶段碳排放主要包含两个部分：

1 建材生产：包含两个子阶段的碳排放。一是建筑材料加工过程所消耗的资源 and 能源，合称原材料。原材料在开采、精炼、供给、传输的过程中需要消耗能源和水资源，并排放 CO₂ 等温室气体。二是建筑材料生产过程中 CO₂ 的排放，包括生产过程中消耗的化石燃料，电能生产所排放的 CO₂ 以及原料在加工过程中因为化学反应、有机碳燃烧所产生的 CO₂ 排放。

2 建材运输：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。

4.2.2 计算公式

建材生产及运输阶段的碳排放量按下式计算：

$$C_{JC} = \frac{C_{sc} + C_{ys}}{A} \quad (4.2.2-1)$$

式中： C_{JC} ——建材生产及运输阶段单位建筑面积的碳排放量（ $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{m}^2$ ）；

C_{SC} ——建材生产阶段碳排放量（ $\text{kg CO}_2\text{e}$ ）；

C_{YS} ——建材运输过程碳排放量（ $\text{kg CO}_2\text{e}$ ）。

1 建材生产阶段碳排放按下式计算：

$$C_{SC} = \sum_{i=1}^n M_i F_i \quad (4.2.2-2)$$

式中： M_i ——第 i 种建材的消耗量；

F_i ——第 i 种建材的碳排放因子（ $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{单位建材数量}$ ），按附录 C 取值。

2 建材运输阶段碳排放按下式计算：

$$C_{YS} = \sum_{i=1}^n M_i D_i T_i \quad (4.2.2-3)$$

式中： M_i ——第 i 种建材的消耗量（ t ）；

D_i ——第 i 种建材平均运输距离（ km ）；

T_i ——第 i 种建材的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子 [$\text{kg CO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})$]。

4.2.3 计算方法

1 建材生产

设计与运营期均按式 4.2.2-2 计算，建筑的主要建材消耗量（ M_i ）应通过查询设计图纸、采购清单等工程建设相关技术资料确定。

建材生产碳排放还可以采用基于过程法，按式 4.2.3-1 计算：

$$EC_t = \sum_{m=1}^M Q_m \times W_m \times PCI_m \quad (4.2.3-1)$$

式中： EC_t ——建材生产碳排放总量（ kg ）；

Q_m ——第 m 种产品的数量（ kg ）；

W_m ——第 m 种产品的废弃系数；

PCI_m ——第 m 种投入品的过程碳排放系数（ kg/kg ）。

主要建筑材料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，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%，重量比小于 0.1% 的建筑材料可不计算。此次纳入附录 C 中的为典型主要建筑材料，其他类型建筑材料碳排放因子后续根据研究持续完善，未载入生产单位碳排放

因子的建材，暂不纳入建筑碳排放计算范围。

2 建材运输

(1) 设计期

按式 4.2.2-3 计算。当无建材运输具体数值时，可根据建材生产阶段碳排放量，采用比例系数法按式 4.2.3-2 对建材运输过程碳排放进行计算。

$$C_{YS} = G \times C_{SC} \quad (4.2.3-2)$$

式中： C_{YS} ——建材运输过程碳排放（kg CO₂e）；

C_{SC} ——建材生产阶段碳排放（kg CO₂e）；

G ——比例系数。

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%。

(2) 运营期

按式 4.2.2-3 计算，主要建材的运输距离应优先采用实际的建材运输距离。当实际建材运输距离未知时，可按本导则附录 D 中的默认值取值。建材运输阶段的碳排放因子（ T_i ）可按本导则附录 D 取值。

4.3 建筑建造及拆除阶段计算

4.3.1 一般规定

建筑建造阶段的碳排放来自该阶段施工人员工作生活、施工设备使用对能源的消耗，可以将建造阶段的能耗分为两类：形成工程实体的能耗、支持实体形成的非工程实体类措施能耗。因此，根据《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019，建造阶段的碳排放由两部分组成：分部分项工程能源消耗、措施项目的能源消耗。

1 分部分项工程能源消耗

构成工程实体的分部分项工程，在施工过程中消耗的燃料、动力产生的碳排放。

2 措施项目的能源消耗

为完成工程施工，发生于该工程施工前和施工过程中技术、生活、安全等

方面的非工程实体类措施，在项目实施过程中消耗燃料、动力产生的碳排放。

建筑建造阶段的碳排放总量为上述两部分各类能源消耗量乘以对应的碳排放因子之和。建造阶段使用可再生能源时，应说明可再生能源利用方案并进行减碳量计算。

建筑拆除阶段的碳排放应包括人工拆除和使用小型机具机械拆除使用的机械设备消耗的各种能源动力产生的碳排放。主要包括建筑拆除的办公场所产生的碳排放和现场拆除所产生的碳排放。从具体的消耗类型来看，主要有办公场所供暖空调能耗，办公与拆除场所的电气照明、各类拆除设备的各种能耗等。其碳排放计算为各类能源消耗量乘以对应的碳排放因子之和。

参照《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019 6.2.5，当建造阶段产生的建筑废料涉及资源化利用时，应说明资源化利用的方式并进行减碳量计算。可再生建筑废料可按照其可替代初生原料碳排的 50% 计算减排量。拆除阶段废弃物可再利用减碳量不纳入计算。

4.3.2 计算公式

项目建造及拆除阶段单位建筑面积的碳排放量按下式计算：

$$C_{JZ} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_{JZ,i} EF_i)}{A} \quad (4.3.2-1)$$

$$C_{CC} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_{CC,i} EF_i)}{A} \quad (4.3.2-2)$$

式中： C_{JZ} ——建筑建造阶段单位建筑面积的碳排放量（kg CO₂e/m²）；

C_{CC} ——建筑拆除阶段单位建筑面积的碳排放量（kg CO₂e/m²）；

$E_{JZ,i}$ ——建筑建造阶段第 i 类能源总用量（kWh 或 kg）；

$E_{CC,i}$ ——建筑拆除阶段第 i 类能源总用量（kWh 或 kg）；

EF_i ——第 i 类能源碳排放因子（kg CO₂e/kWh 或 kg CO₂e/kg）按附录 B 确定；

A ——计算建筑面积（m²）。

4.3.3 计算方法

1 设计期

按式 4.3.2-1 及 4.3.2-2 计算。当没有任何建筑建造及拆除阶段的能耗相关的数据，但仍需进行建造及拆除阶段碳排放计算的工程项目，采用经验公式法 4.3.3-1 及 4.3.3-2 估算，此方法为颗粒度最粗的建造及拆除阶段碳排放量估算方法。该方法通过经验公式估算单位建筑面积碳排放量，再结合建筑面积计算出整个建造及拆除阶段过程的碳排放总量估算值。

$$C_{JZ} = X + 1.99 \quad (4.3.3-1)$$

$$C_{CC} = 0.06X + 2.01 \quad (4.3.3-2)$$

式中：X——地上建筑层数。

2 运营期

按式 4.3.2-1 及 4.3.2-2 计算，通过建造及拆除现场能耗计量设施、能源账单、能耗台账或记录单等，获取能源消耗数据。再乘以对应的碳排放因子，得出碳排放量。建筑建造阶段、拆除阶段能源总用量可参考《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 计算。

建造及拆除阶段常用施工机械台班可按附录 E 取值。

4.4 建筑运行阶段计算

4.4.1 一般规定

建筑运行阶段是建筑全寿命期节能降碳的管控重点。建筑运行阶段碳排放计算应执行《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019，该标准旨在对不同建筑方案的碳排放强度优、劣势进行判断，因此在建筑运行阶段的碳排放计算方式上沿用国际通用做法，排除了设计期不确定性较大的排放源“变配电、建筑内办公电器、家用电器、炊事等”的碳排放量，仅计算“暖通空调、生活热水、照明及电梯、可再生能源、建筑碳汇系统在建筑运行阶段的碳排放量”。

因此，建筑运行阶段的碳排放主要由三大类构成：设备系统碳排放、可再生能源碳减排、建筑碳汇。

1 设备系统碳排放。从具体的系统类型来看，包括以下几个方面：

(1) 暖通空调系统能耗：包括建筑供暖、空调和通风系统的能源消耗；

- (2) 暖通空调系统制冷剂逸散；
- (3) 生活热水系统能耗：包括生活热水系统耗热量、输配用能、管道及储存热损失产生的能源消耗；
- (4) 照明及电梯系统能耗：包括照明和电梯系统的运行能耗、控制能耗、待机能耗。

2 可再生能源碳减排。

2.1 可再生能源系统包含：

- (1) 太阳能系统：包括太阳能光伏、光热系统；
- (2) 空气能系统：包括空气源热泵空调、热水系统；
- (3) 地热能系统：包括地源热泵（包括地埋管式及水源式）形式的空调系统、生活热水系统；
- (4) 风能系统：包括风力发电系统；
- (5) 生物质能系统：包括生物质燃料供热系统。

2.2 计算可再生能源减排量时，应注意避免重复扣减。

当计算或统计的建筑设备系统能源消耗量，包含了可再生能源作用的结果时，不应再单独计算并扣除可再生能源供应的减排量。如，采用光伏系统的建筑，建筑用电数据来自电网收费电表时，不应再次计算并扣除光伏供电的减排量。

3 建筑碳汇。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。建筑碳汇主要来源于建筑红线范围内的绿化、植被对二氧化碳的吸收并储存。

建筑运行阶段的碳排放总量为“设备系统碳排放”扣除“可再生能源碳减排”和“建筑碳汇”的差值。其中“设备系统碳排放”等于暖通空调系统的制冷剂逸散量乘以对应的 GWP 值与设备系统各类能源消耗量乘以对应碳排放因子之和，“可再生能源碳减排”等于可再生能源系统各类能源供应量乘以对应的碳排放因子之和，“建筑碳汇”等于各碳汇类型数量乘以对应的碳汇因子。

4.4.2 计算公式

项目运行阶段单位建筑面积的总碳排放量按下式计算：

$$C_M = \frac{[\sum_{i=1}^n (E_i EF_i) - C_p] y}{A} \quad (4.4.2-1)$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n (E_{i,j} - ER_{i,j}) \quad (4.4.2-2)$$

式中： C_M ——建筑运行阶段单位建筑面积的碳排放量（kg CO₂e/m²）；

E_i ——建筑第 i 种能源年消耗量（单位/a）；

EF_i ——第 i 类能源的碳排放因子（单位/a）；

$E_{i,j}$ —— j 类系统的第 i 类能源需求量（单位/a）；

$ER_{i,j}$ —— j 类系统消耗由可再生能源系统提供的 i 类能源量（单位/a）；

i ——建筑消耗终端能源类型，包括电力、燃气、石油、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（kg CO₂e/a）；

y ——建筑设计寿命（a）；

A ——计算建筑面积（m²）。

1 暖通空调系统

1.1 暖通空调系统能耗采用模拟计算获取，要求可参考《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019 的“4.2 暖通空调系统”。

1.2 暖通空调系统中由于制冷剂使用而产生的温室气体排放按下式计算：

$$C_r = \frac{m_r}{y_e} GWP_r / 1000 \quad (4.4.2-3)$$

式中： C_r ——建筑使用制冷剂产生的碳排放量（t CO₂e/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），家用空调器按 10 年计算，多联机和集中空调设备按 15 年计算；

GWP_r ——制冷剂 r 的全球变暖潜值，参考表 4.4.2-1 取值。

表 4.4.2-1 常见温室气体排放源全球变暖潜值 GWP

| 温室气体排放源 | | GWP (100 年) | 数据来源 |
|------------------|----------------|-------------|--------------------|
| CO ₂ | | 1 | IPCC 第六次评估报告 (AR6) |
| CH ₄ | | 27.9 | |
| N ₂ O | | 273 | |
| HFE-227ea (七氟丙烷) | | 7520 | |
| HFC-32 (R32) | | 771 | |
| HCFC-22 (R22) | | 1960 | |
| R401a | HCFC-22 (53%) | 1960 | |
| | HFC-152a (13%) | 164 | |
| | HCFC-124 (34%) | 597 | |
| R404 | HFC-125 (44%) | 3740 | |
| | HFC-143a (52%) | 5810 | |
| | HFC-134a (4%) | 1530 | |
| HFC-134 | | 1260 | |
| HFC-134a | | 1530 | |

2 建筑生活热水系统能耗按下式计算：

$$E_w = \frac{Q_r - Q_s}{\eta_w} \quad (4.4.2-4)$$

$$Q_r = T Q_{rp} \quad (4.4.2-5)$$

$$Q_{rp} = 4.187 \frac{mq_r C_r (t_r - t_l) \rho_r}{1000} \quad (4.4.2-6)$$

式中： E_w ——生活热水系统年能源消耗 (kWh/a)；

Q_r ——生活热水年耗热量 (kWh/a)；

Q_s ——太阳能热水系统提供的生活热水热量 (kWh/a) (注意：生活热水系统年能耗 E_w 统计时该项扣除后，公式 (4.4.2-2) 中不再重复扣减)；

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

η_w ——生活热水系统热源年平均效率 (%)；

Q_{rp} ——生活热水小时平均耗热量 (kW/h)；

T ——年生活热水使用小时数 (h)；

m ——用水计算单位数 (人数或床位数，取其一)；

q_r ——热水用水定额 (L/人)，按现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB50555 确定；

ρ_r ——热水密度 (kg/L)；

t_r ——设计热水温度（℃）；

t_l ——设计冷水温度（℃）。

3 照明系统无光电自动控制系统时，其能耗计算可按下式计算：

$$E_l = \frac{\sum_{j=1}^{365} \sum_i P_{i,j} A_i t_{i,j} + 24 P_p A}{1000} \quad (4.4.2-7)$$

式中： E_l ——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 ——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（W/m²）；

A ——计算建筑面积（m²）。

4 电梯系统能耗按下式计算：

$$E_e = \frac{3.6 P t_a V W + E_{standby} t_s}{1000} \quad (4.4.2-8)$$

式中： E_e ——年电梯能耗（kWh/a）；

P ——特定能量消耗（mWh/kgm）；

t_a ——电梯年平均运行小时数（h），参考表 4.4.2-2 取值；

V ——电梯速度（m/s）；

W ——电梯额定载重量（kg）；

$E_{standby}$ ——电梯待机小时能耗（W）；

t_s ——电梯年平均待机小时数（h）。

表 4.4.2-2 常见电梯平均运行时间 t_a 和平均待机时间 t_s

| 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) (h) | 0.2 (≤0.3) | 0.5 (0.3~1) | 1.5 (1~2) | 3 (2~4.5) | 6 (>4.5) |
| 平均待机时间 (每天的小时数) (h) | 23.8 | 23.5 | 22.5 | 21 | 18 |
| 典型建筑类型 和使用情况 | 1. 单元住户 6 人以下的住宅 | 1. 单元住户 20 人以下的 | 1. 单元住户 50 人以下的 | 1. 单元住户 50 人以上的 | 1. 超过 100m 高的办公楼 |

| | | | | | |
|--|-------------------|--|---|--|------------------------------------|
| | 2. 很少运行的小型办公楼或行政楼 | 住宅 2. 2层~5层的小型办公楼或者行政楼 3. 小型旅馆 4. 很少运转的货运电梯 | 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 | 住宅 2. 10层以上的小型办公楼或行政楼 3. 大型酒店 4. 小型至中型医院 5. 只有一半的生产过程用货运电梯 | 或行政楼 2. 大型医院 3. 多班次生产过程用货运电梯 |
|--|-------------------|--|---|--|------------------------------------|

5 太阳能热水系统提供能量可按下式计算：

$$Q_{s-a} = \frac{A_c J_T (1 - \eta_L) \eta_{cd}}{3.6} \quad (4.4.2-9)$$

式中： Q_{s-a} ——太阳能热水系统的年供能量（kWh）；

A_c ——太阳集热器面积（m²）；

J_T ——太阳能集热器采光面上的年平均太阳辐照量（MJ/m²）；

η_{cd} ——基于总面积的集热器平均集热效率（%）；

η_L ——管路和储热装置的热损失率（%）。

6 光伏系统的年发电量可按下式计算：

$$E_{pv} = I K_E (1 - K_S) A_p \quad (4.4.2-10)$$

式中： E_{pv} ——光伏系统的年发电量（kWh）；

I ——光伏电池表面的年太阳辐射照度（kWh/m²）；

K_E ——光伏电池的转换效率（%），参考表 4.4.2-3 取值；

K_S ——光伏系统的损失效率（%），参考表 4.4.2-4 取值；

A_p ——光伏系统光伏面板净面积（m²），计算时不包括支撑结构。

表 4.4.2-3 光伏电池转换效率 K_E

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

表 4.4.2-4 光伏系统损失效率 K_S

| 组件类型 | 效率 |
|-------|------|
| 转换器损失 | 7.5% |
| 组件遮光 | 2.5% |
| 组件温度 | 3.5% |

| | |
|-----------|-------|
| 遮光 | 2.0% |
| 失配和直流损失 | 3.5% |
| 最大功率点失配误差 | 1.5% |
| 交流损失 | 3.0% |
| 其他 | 1.5% |
| 总损失 | 25.0% |

注：光伏电池转换效率与光伏系统损失效率可根据项目实际采用第三方权威机构认证的产品数据取值。

7 风力发电机组年发电量可按下列公式计算：

$$E_{wt} = 0.5\rho C_R(z)V_0^3 A_w \rho \frac{K_{WT}}{1000} \quad (4.4.2-11)$$

$$C_R(z) = K_R \ln(z/z_0) \quad (4.4.2-12)$$

$$A_w = D^2/4 \quad (4.4.2-13)$$

式中： E_{wt} ——风力发电机组的年发电量（kWh）

ρ ——空气密度，取 1.225kg/m³；

$C_R(z)$ ——依据高度计算的粗糙系数；

K_R ——场地因子；

z_0 ——地表粗糙系数，参考表 4.4.2-5 取值；

V_0 ——年可利用平均风速（m/s），为风速大于 0m/s 时刻的风速平均值；

A_w ——风机页面迎风面积（m²）；

D ——风机叶片直径（m）；

K_{WT} ——风力发电机组的转换效率，参考表 4.4.2-6 取值。

表 4.4.2-5 地形类别和相关系数（场地因子 K_R 、地表粗糙系数 z_0 ）

| 地形类别 | 场地因子 K_R | 地表粗糙系数 z_0 |
|----------------------------|------------|--------------|
| 开阔平地 | 0.17 | 0.01 |
| 有护栏的农村，临时的农村建筑、房屋或树木 | 0.19 | 0.05 |
| 郊区，厂区 | 0.22 | 0.30 |
| 平均高度超过 15m 的建筑占 15%面积以上的市区 | 0.24 | 1.00 |

表 4.4.2-6 风力涡轮机效率 K_{WT}

| 年可利用平均风速 (m/s) | 小型涡轮机 (<80kW) | 中型涡轮机 (>80kW) |
|-------------------|------------------|------------------|
| (0, 3] | 0% | 0% |
| (3, 4] | 20% | 36% |
| (4, 5] | 20% | 35% |
| (5, 6] | 19% | 33% |

| | | |
|--------|-----|-----|
| (6, 7] | 16% | 29% |
| (7, 8] | 15% | 26% |
| (8, 9] | 14% | 23% |
| >9 | 14% | 23% |

8 建筑碳汇可按下列公式计算：

$$C_p = \sum_{i=1}^n CS_i Q_i \quad (4.4.2-14)$$

式中： CS_i ——第 i 种碳汇的量，单位视碳汇类型而定，一般为面积单 m^2 ；

Q_i ——第 i 种碳汇的碳汇因子。

4.4.3 计算方法

设计及运营期的碳排放均按式 4.4.2-1 至 4.4.2-13 计算。设计阶段数据可采用模拟计算获取。利用专业的建筑能耗模拟软件，输入建筑的几何参数、围护结构性能、设备系统参数、人员活动规律、气候条件等基本信息，运行时间、人员、设备、照明内热等参数要求可参考《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 附录 C，模拟输出建筑运行的年度能源消耗量、可再生能源提供量。计算范围含地下室时地下室也应纳入模拟范围。

运营阶段数据采用能耗统计获取。通过建筑运行能耗计量设施、能源账单、能耗台账或记录单等，获取能源消耗数据，运行数据不应少于 1 年。当运行数据大于 1 年时，采用算术平均法计算得到单位年度建筑使用率和单位年度运行数据：单位年度建筑使用率低于 80% 时，应采用折算后的单位年度运行数据进行评价；单位年度建筑使用率高于 80% 时，可采用单位年度运行数据直接评价。

设计及运营期的建筑碳汇按式 4.4.2-14 计算。当仅计算独栋建筑时，建筑碳汇应按照计算建筑面积占总建筑面积的比值折算。粗略计算时可根据绿地类型，参考附录 F 中表 F.0.1 绿地面积类型取值；在可获得具体植物种类和数量的情况下，根据植物种类和数量，参考附录 F 中表 F.0.2 数据逐一计算碳汇。

碳汇数据以国家、省级主管部门发布数据为准来计算。

附录 A 建筑全寿命期碳排放计算专篇

一、设计依据

1.1 设计依据

规划部门的选址意见书（土地出让合同）
 项目可行性研究报告（项目申请报告）的立项批文
 政府有关主管部门立项批复文件
 项目施工图纸及其他资料
 项目工程概算/决算清单等

1.2 规范标准

- 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 《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449-2018
- 4 《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016
- 5 《环境管理生命周期评价原则与框架》GB/T 24040
- 6 《环境管理生命周期评价要求与指南》GB/T 24044
- 7 《电梯技术条件标准》GB/T 10058-2009
- 8 《建筑给排水设计标准》GB 50015-2019
- 9 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012
- 10 《建筑照明设计标准》（GB 50034-2013）
- 11 《四川省民用绿色建筑全寿命期碳排放计算导则》
- 12 当地其它节能设计有关标准

注：设计和施工过程中，当依据的规范、标准修订或有新的版本时，应按新版规范、标准对相关内容进行复核后采用。

二、项目基本信息

2.1 项目概况

- 1、项目名称：
- 2、计算建筑面积：___m²；
- 3、建筑层数：地上___层，地下___层。
- 4、建筑高度：___m

2.2 该工程项目建筑类型为： 公共建筑 居住建筑

2.3 项目所在市县：

2.4 建筑热工设计分区：

3. 建筑全寿命期碳排放计算：

3.1 建材生产阶段：

本项目主要建材为：_____，所选材料总重量不低于建筑中所耗建材总重量的 95%。

表1 建材生产阶段碳排放统计

| 序号 | 建材种类 | 用量 | 单位 | 碳排放因子(tCO ₂ e/单位) | 碳排放量(tCO ₂ e) |
|-------|------|----|----|------------------------------|--------------------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| | | | | | |
| 合计 | | -- | -- | -- | |

3.2 建材运输阶段：

表2 建筑运输阶段碳排放统计

| 序号 | 建材种类 | 用量 | 单位 | 运输方式 | 碳排放因子(kg CO ₂ e/(t*km)) | 运输距离(km) | 碳排放量(kg CO ₂ e) |
|-------|------|----|----|------|------------------------------------|----------|----------------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 合计 | | -- | -- | -- | -- | -- | |

3.3 建造阶段

本工程无详细建造相关数据，通过经验公式估算建造阶段的单位建筑面积碳排放，再结合建筑面积计算出整个建造过程的碳排放总量为_____ kg CO₂e。

本工程有详细建造相关数据，通过建造现场能耗计量设施、能源账单、能耗台账或记录单等，获取能源消耗数据。再乘以对应的碳排放因子，得出碳排放总量为_____ kg CO₂e。

3.4 建筑运行阶段

表3 运行阶段总能耗统计

| 能耗类型 | 能源形式(单位) | 能源用量/a | 碳排放因子(kg CO ₂ /单位) | 建筑使用寿命(年) | 碳排放量(kg CO ₂) |
|------|----------|--------|-------------------------------|-----------|---------------------------|
| 空调 | | | | | |
| 供暖 | | | | | |

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 照明 | | | | | |
| | | | | | |
| 合计 | -- | -- | -- | -- | |

碳汇减排量计算结果

本工程无详细绿化碳汇数据，本工程场地面积___m²，绿化率___%，工程总碳汇量为_____ kg CO₂e

本工程有详细建筑绿化碳汇数据，根据不同种植方式面积计算工程绿化总碳汇量为_____ kg CO₂e。

运行阶段碳排放总量为：_____ kg CO₂e。

3.5 建筑拆除阶段

本工程无详细拆除相关数据，通过经验公式估算拆除阶段的单位建筑面积碳排放，再结合建筑面积计算出整个建造过程的碳排放总量为_____ kg CO₂e。

本工程有详细拆除相关数据，通过拆除现场能耗计量设施、能源账单、能耗台账或记录单等，获取能源消耗数据。再乘以对应的碳排放因子，得出碳排放总量为_____ kg CO₂e。

3.6 建筑碳排放强度降低措施

表 4 项目碳排放强度降低措施总览

| 类型 | 具体措施 |
|-------|------|
| 建筑布局 | |
| 能源应用 | |
| 水资源利用 | |
| 绿材应用 | |
| 智慧运行 | |
| 其他 | |

降碳措施可参考《四川省民用绿色建筑全寿命期碳排放计算导则》附录 G。

4 结论

本项目全寿命期碳排放总量计算结果如下：

表5 碳排放量计算结果汇总

| 序号 | 阶段 | 碳排放量 (kg CO ₂ e) | 单位建筑面积指标 (kg CO ₂ e/m ²) |
|----|--------|--------------------------------|--|
| 1 | 建材生产阶段 | | |
| 2 | 建材运输阶段 | | |
| 3 | 建筑建造阶段 | | |
| 4 | 建筑运行阶段 | | |

| | | | |
|----|--------|--|--|
| 5 | 建筑拆除阶段 | | |
| 合计 | | | |

本项目运行___年全寿命期碳排放总量为_____ kg CO₂e；全寿命期建筑碳排放强度为_____ kg CO₂e/(m²·a)

附录 B 各类能源碳排放因子

表 B.0.1 各类能源碳排放因子

| 能源种类 | 碳排放因子 | 平均低位发热量 | 备注 |
|-------|--|--|---|
| 无烟煤 | 2.315 kg CO ₂ e /kg | 24515kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按国家发改委《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》数值折算 |
| 烟煤 | 2.065 kg CO ₂ e /kg | 23204kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按国家发改委《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》数值折算 |
| 褐煤 | 1.424 kg CO ₂ e /kg | 14449kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按国家发改委《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》数值折算 |
| 型煤 | 1.935 kg CO ₂ e /kg | 17.46GJ/t | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按国家发改委《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》数值折算 |
| 焦炭 | 2.864 kg CO ₂ e /kg | 28470kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《综合能耗计算通则》GB/T 2589 数值折算 |
| 原油 | 3.024 kg CO ₂ e /kg | 41868kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《综合能耗计算通则》GB/T 2589 数值折算 |
| 燃料油 | 3.174 kg CO ₂ e /kg | 41868kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《综合能耗计算通则》GB/T 2589 数值折算 |
| 汽油 | 2.929 kg CO ₂ e /kg | 43124kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《综合能耗计算通则》GB/T 2589 数值折算 |
| 柴油 | 3.100 kg CO ₂ e /kg | 42705kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《综合能耗计算通则》GB/T 2589 数值折算 |
| 煤油 | 3.037 kg CO ₂ e /kg | 43124kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《综合能耗计算通则》GB/T 2589 数值折算 |
| 石油焦 | 3.063 kg CO ₂ e /kg | 31.00GJ/t | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按国家发改委《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》数值折算 |
| 其他油品 | 2.888 kg CO ₂ e /kg | 40.19GJ/t | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》数值折算 |
| 天然气 | 1.791~2.165 kg CO ₂ e /m ³ | 32238kJ/m ³ ~38979kJ/m ³ | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《综合能耗计算通则》GB/T 2589 数值折算 |
| 液化石油气 | 3.105 kg CO ₂ e /kg | 50242kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《综合能耗计算通则》GB/T 2589 数值折算 |
| 炼厂干气 | 3.012 kg CO ₂ e /kg | 46055kJ/kg | 《碳排放计算标准》GB/T 51366 按《综合能耗计算通则》GB/T 2589 数值折算 |
| 电能 | 0.1255 kg CO ₂ e /kWh | | 采用生态环境部、国家统计局关于发布《2021年电力二氧化碳排放因子》四川省数据，当数据有更新时，应选用国家主管部门最近年份公布的数据。 |

注：能源碳排放因子由《碳排放计算标准》GB/T 51366 附录 A 数值及能源平均低位发热量计算得到。当计算能源含碳量、碳氧化率、平均低位发热量实测值或参照标准相关数值发生变化时，应以实际或最新数值为准。

附录 C 典型建材单位碳排放因子

典型建材碳排放因子应按表 C.0.1 选取。

表 C.0.1 建材类型及碳排放因子

| 材料名称 | 材料单位 | 普通建材 | 绿色建材 | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | 碳排放因子 (kgCO ₂ e) | 一星级碳排放因子 (kgCO ₂ e) | 二星级碳排放因子 (kgCO ₂ e) | 三星级碳排放因子 (kgCO ₂ e) |
| 普通硅酸盐水泥 (市场平均) | t | 735 | / | / | / |
| 生石灰(市场平均) | t | 1190 | / | / | / |
| 消石灰(熟石灰、氢氧化钙) | m ³ | 747 | / | / | / |
| 天然石膏 ^b | t | 32.8 | / | / | / |
| 砂(f-1.6~3.0) | m ³ | 2.51 | / | / | / |
| 碎石(d=10mm~30mm) | t | 2.18 | / | / | / |
| 页岩石 | t | 5.08 | / | / | / |
| 粘土 | t | 2.69 | / | / | / |
| 混凝土多孔砖 (240mm×115mm×90mm) | m ³ | 336 | / | / | / |
| 蒸压粉煤灰实心砖 (240×115×53) ^a | m ³ | 341 | / | / | / |
| 热轧碳钢小型型钢 ^{a、b} | t | 2310 | / | / | / |
| 热轧碳钢中型型钢 ^{a、b} | t | 2365 | / | / | / |
| 热轧碳钢中型轨梁(方圆坯管坯) ^{a、b} | t | 2340 | / | / | / |
| 热轧碳钢中型轨梁(重轨普通型钢) ^{a、b} | t | 2380 | / | / | / |
| 热轧碳钢中厚板 | t | 2400 | / | / | / |
| 热轧碳钢 H 钢 ^{a、b} | t | 2350 | / | / | / |
| 热轧碳钢宽带钢 | t | 2310 | / | / | / |
| 热轧碳钢钢筋 ^b | t | 2340 | / | / | / |
| 热轧碳钢高线材 | t | 2375 | / | / | / |
| 热轧碳钢棒材 | t | 2340 | / | / | / |
| 螺旋埋弧焊管 | t | 2520 | / | / | / |
| 大口径埋弧焊直缝钢管 | t | 2430 | / | / | / |
| 焊接直缝钢管 | t | 2530 | / | / | / |
| 热轧碳钢无缝钢管 | t | 3150 | / | / | / |
| 冷轧冷拔碳钢无缝钢管 | t | 3680 | / | / | / |
| 碳钢热镀锌板卷 | t | 3110 | / | / | / |
| 碳钢电镀锌板卷 | t | 3020 | / | / | / |
| 碳钢电镀锌板卷 | t | 2870 | / | / | / |
| 酸洗板卷 | t | 1730 | / | / | / |

| 材料名称 | | 材料单位 | 普通建材 | 绿色建材 | | |
|---------------------|---------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | | 碳排放因子 (kgCO ₂ e) | 一星级碳排放因子 (kgCO ₂ e) | 二星级碳排放因子 (kgCO ₂ e) | 三星级碳排放因子 (kgCO ₂ e) |
| 冷轧碳钢板卷 | | t | 2530 | / | / | / |
| 冷硬碳钢板卷 | | t | 2410 | / | / | / |
| 平板玻璃 ^b | | t | 1130 | / | / | / |
| 电解铝(全国平均电网电力) | | t | 20300 | / | / | / |
| 铝板带 ^b | | t | 28500 | / | / | / |
| 断桥铝合金窗 ^b | (100%原生铝型材) | m ² | 254 | / | / | / |
| | (原生铝:再生铝=7:3) | m ² | 194 | / | / | / |
| 铝木复合窗 | (100%原生铝型材) | m ² | 147 | / | / | / |
| | (原生铝:再生铝=7:3) | m ² | 122.5 | / | / | / |
| 铝塑共挤窗 | | m ² | 129.5 | / | / | / |
| 塑钢窗 | | m ² | 121 | / | / | / |
| 聚苯乙烯泡沫板(EPS板) | | t | 5020 | / | / | / |
| 硬泡聚氨酯板 | | t | 5220 | / | / | / |
| 铜塑复合板 | | m ² | 37.1 | / | / | / |
| 铜单板 ^b | | m ² | 218 | / | / | / |
| 普通聚苯乙烯 | | t | 4620 | / | / | / |
| 线性低密度聚乙烯 | | t | 1990 | / | / | / |
| 高密度聚乙烯 | | t | 2620 | / | / | / |
| 低密度聚乙烯 | | t | 2810 | / | / | / |
| 聚氯乙烯(市场平均) | | t | 7300 | / | / | / |
| 自来水 | | t | 0.168 | / | / | / |
| 预拌混凝土 C30 | | m ³ | 295.0 | 293.886 | | 292.772 |
| 预拌混凝土 C50 | | m ³ | 385.0 | 383.886 | | 382.772 |
| 预拌砂浆 M5 | | m ³ | 139.08 | / | 138.384 | 137.409 |
| 预拌砂浆 M7.5 | | m ³ | 162.65 | / | 161.954 | 160.979 |
| 预拌砂浆 M10 | | m ³ | 190.21 | / | 189.514 | 188.539 |
| 预拌砂浆 M15 | | m ³ | 217.48 | / | 216.784 | 215.809 |
| 预拌砂浆 M20 | | m ³ | 271.92 | / | 271.224 | 270.249 |
| 预拌砂浆 M25 | | m ³ | 381.36 | / | 380.664 | 379.689 |
| 无规共聚聚丙烯管(PPR管) | | kg | 3.72 | / | 3.692 | 3.664 |
| 聚乙烯管(PE管) | | kg | 3.6 | / | 3.572 | 3.544 |
| 硬聚氯乙烯管(PVC-U管) | | kg | 7.93 | / | 7.902 | 7.874 |
| 岩棉板 | | t | 1980 | / | 1868.594 | 1729.337 |
| 铝塑复合板 | | m ² | 8.06 | 7.698 | | 7.419 |
| 页岩实心砖(240×115×53) | | m ³ | 292 | 278.074 | | 272.504 |
| 页岩空心砖 | | m ³ | 204 | 190.074 | | 181.719 |

| 材料名称 | 材料单位 | 普通建材 | 绿色建材 | | |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | 碳排放因子 (kgCO ₂ e) | 一星级碳排放因子 (kgCO ₂ e) | 二星级碳排放因子 (kgCO ₂ e) | 三星级碳排放因子 (kgCO ₂ e) |
| 烧结粉煤灰实心砖 | m ³ | 134 | 120.074 | | 114.504 |
| 煤矸石实心砖 (240mm×115mm×53mm, 90%掺入量) | m ³ | 22.8 | / | / | / |
| 煤矸石空心砖(90%掺入量) | m ³ | 16.0 | / | / | / |
| 蒸压加气混凝土砌块 | m ³ | 231 | 224.873 | | |
| SBS、APP 改性沥青防水卷材 (3mm) | m ² | 0.54 | 0.484 | | 0.429 |
| 自粘聚合物改性沥青防水卷材 (1.5mm 无胎) | m ² | 0.32 | 0.236 | | 0.209 |
| 自粘聚合物改性沥青防水卷材 (3mm 有胎) | m ² | 0.54 | 0.484 | | 0.429 |
| 预制叠合板 | m ³ | 615 | / | / | / |
| 预制楼梯 | m ³ | 585 | / | / | / |
| 预制柱 | m ³ | 720 | / | / | / |
| 预制梁 | m ³ | 654 | / | / | / |
| 预制剪力墙 | m ³ | 631 | / | / | / |
| 预制飘窗 | m ³ | 732 | / | / | / |
| 预制护栏 | m ³ | 677 | / | / | / |
| 钢梁 | t | 2628 | / | / | / |
| 钢柱 | t | 2559 | / | / | / |
| 钢楼梯 | t | 2656 | / | / | / |
| 压型钢板 | t | 3110 | / | / | / |

注：1.a 为可再利用材料，b 为可再循环材料。

2.上表中建材碳排放因子基准值来源于国家标准或行业生产数据，不同星级绿色建材碳排放因子下降值基于不同产品生产能耗限额标准进行换算。上表中仅包含部分碳排放因子取值，当四川省住房和城乡建设厅数据库有更新时，应按照最新数据取值。

附录 D 建材运输碳排放因子

各类运输方式的碳排放因子可按表 D.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 D.0.1 运输类型及碳排放因子

| 运输类型 | 载重 | 碳排放因子[kg CO ₂ e/(t·km)] |
|--------------|--------|------------------------------------|
| 轻型汽油货车运输 | 2t | 0.334 |
| 中型汽油货车运输 | 8t | 0.115 |
| 重型汽油货车运输 | 10t | 0.104 |
| 重型汽油货车运输 | 18t | 0.104 |
| 轻型柴油货车运输 | 2t | 0.286 |
| 中型柴油货车运输 | 8t | 0.179 |
| 重型柴油货车运输 | 10t | 0.162 |
| 重型柴油货车运输 | 18t | 0.129 |
| 重型柴油货车运输 | 30t | 0.078 |
| 重型柴油货车运输 | 46t | 0.057 |
| 电力机车运输 | - | 0.010 |
| 内燃机车运输 | - | 0.011 |
| 铁路运输（中国市场平均） | - | 0.010 |
| 液货船运输 | 2000t | 0.019 |
| 干散货船运输 | 2500t | 0.015 |
| 集装箱船运输 | 200TEU | 0.012 |

附录 E 常用施工机械台班

常用施工机械的单位台班的能源消耗量可按照表 E.0.1 选用。

表 E.0.1 施工机械类型及碳排放因子

| 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 | — |
| 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 | — | |
| 47 | | | 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 | | | 600t | — | — | 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 | — | |
| 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 | — | — | 28.76 | |
| 83 | | | 30kN | — | — | 126.00 | |
| 84 | 单笼施工电梯 | 提升质量 1t | 提 升 高 | 75m | — | — | 42.32 |
| 85 | | | | 100m | — | — | 45.66 |
| 86 | 双笼施工电梯 | 提升质量 | 100m | — | — | 81.86 | |

| | | | | | | | |
|-----|--------------|---------------|---|----------------------|---|-------|--------|
| 87 | | 2t | 度 | 200m | — | — | 159.94 |
| 88 | 平台作业升降车 | 提升高度 | | 20m | — | 48.25 | |
| 89 | 涡浆式混凝土搅拌机 | 出料容量 | | 250L | — | — | 34.10 |
| 90 | | | | 500L | — | — | 107.71 |
| 91 | 双锥反转出料混凝土搅拌机 | 出料容量 | | 500L | — | — | 55.04 |
| 92 | 混凝土输送泵 | 输送量 | | 45m ³ /h | — | — | 243.46 |
| 93 | | | | 75m ³ /h | — | — | 367.96 |
| 94 | 混凝土湿喷机 | 生产率 | | 5m ³ /h | — | — | 15.40 |
| 95 | 灰浆搅拌机 | 拌筒容量 | | 200L | — | — | 8.61 |
| 96 | 干混砂浆罐式搅拌机 | 公称储量 | | 20000L | — | — | 28.51 |
| 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 | 木工平刨机 | 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 | | — | — | — | 4.70 |
| 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 |
| 120 | 型钢剪断机 | 剪断长度 | | 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 | — | — | 180.40 |
| 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 | | | 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 |
| 145 | 点焊机 | 容量 | 75kV·A | — | — | 154.63 |
| 146 | 对焊机 | 容量 | 75kV·A | — | — | 122.00 |
| 147 | 氩弧焊机 | 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 F 碳汇相关数据

表 F.0.1 城市植被单位面积年固碳量

| 城市植被类型 | 单位面积年固碳量 (kg CO ₂ e/m ²) |
|--------|---|
| 休闲绿地 | 2.9628 |
| 道路绿地 | 3.4127 |
| 居住区绿地 | 1.1606 |
| 单位附属绿地 | 0.6125 |

表 F.0.2 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 | 二氧化碳固定量 (kg CO ₂ e/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 |

注：碳汇数据以国家、省级主管部门发布数据为准来计算。

附录 G 建筑碳排放强度降低措施示例

表 G.0.1 建筑碳排放强度降低措施

| 类型 | 具体措施 |
|------------------------------|--|
| 建筑布局 | 结合场地自然条件和建筑功能需求，对建筑形体、平面布局、空间尺度、围护结构开展节能设计 |
| | 公共建筑朝向选择本地区最佳朝向或适宜朝向，避开冬季主导风向； 居住建筑朝向南北或接近朝向南北，同时其平面、里面与门窗设计有利于通风 |
| | 优先采用被动式节能设计 |
| | 建筑形体宜规整紧凑，应无大量装饰性构件 |
| | 其他措施 |
| 能源应用 | 选择冷热源机组高能效的供暖空调系统 |
| | 采用节能性电气设备及节能控制措施，其中可利用天然光的区域宜随天然光照射度变化自动调节照度； 门厅、大堂、电梯厅等公区范围宜采用夜间定时降低照度的自动控制装置； 办公室、公共建筑楼梯间、走道等场所可按使用需求自动开关或调光 |
| | 选用更高效的配电变压器、水泵、风机、公区空调等设备 |
| | 利用可再生能源，利用太阳能、地热能、地源热泵、空气源热泵等方式提供生活热水、空调用冷量与热量与电力 |
| | 设置可调节的内外遮阳设施，包括活动机翼可调节遮阳、织物卷帘可调节外遮阳、金属卷帘外遮阳、中置百叶遮阳 |
| | 垂直电梯应采用群控、变频调速或能量反馈等节能措施，自动扶梯应采用变频感应启动等节能措施 |
| | 其他措施 |
| 水资源利用 | 使用水效率等级为 2 级或更高的卫生器具 |
| | 绿化灌溉应采用喷灌、微灌等节水灌溉方式，并增设土壤适度感应器 |
| | 收集并利用中水、雨水等非传统水源，将其用于绿化灌溉、车库及道路冲洗、冲厕、冷却水补水、景观水景补水等 |
| | 开展海绵城市专项建设，实现雨水的收集与利用 |
| | 使用用水远传计量系统，按功能增设分级水表进行分项计量 |
| 其他措施 | |
| 建材应用 | 现浇混凝土应采用预拌混凝土，建筑砂浆应采用预拌砂浆 |
| | 500km 以内生产的建筑材料重量应占建筑材料总重量的比例应大于 60% |
| | 开展土建工程与装修工程一体化设计及施工 |
| | 建筑装修宜选用工业化内装饰品 |
| | 选用旧钢架、旧木材、旧砖等可再利用材料与钢筋、铝合金型材、玻璃、石膏、木地板等可循环材料 |
| | 采用建筑废弃混凝土、工业废料、农作物秸秆、建筑垃圾、淤泥、石膏、生活废弃物等制作而成的利废建材 |
| | 采用获得相关评价认证的绿色建材 |
| 采用高耐久性混凝土、耐候型防腐涂料等高耐久性建筑结构材料 | |
| 其他措施 | |
| 智慧运行 | 设置能源管理系统实现对建筑能耗的监测、数据分析与管理 |
| | 其他措施 |
| 其他 | - |

引用标准

- [1] 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- [2] 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB/T 55015
- [3] 《江苏省民用建筑碳排放计算导则》
- [4] 《建筑碳排放计算导则（试行）》（广东省）

