ICS 01.040.91

团 体 标 准

T/CECA-G xxxx—2023

钢结构工业建筑碳排放计算标准

Carbon emission calculation standard for steel structure industrial buildings

（征求意见稿）

2023-xx-xx 发布 2023-xx-xx 实施

中 国 节 能 协 会 发 布

前　　言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国节能协会碳中和专业委员会提出。

本文件由中国节能协会归口。

本文件主要起草单位：精工工业建筑系统集团有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、同济大学、九郡绿建管理技术（嘉兴）有限公司

本文件主要起草人：夏 雷、刘亮俊、闫浩春、刘 青、范 蕊、韩晓莉、黄铖

本文件为首次发布。

目录

1 总则 1
2 术语和定义 2
3 基本规定 3
4 钢结构工业建筑建材生产阶段碳排放计算方法 4
5 钢结构工业建筑建材运输阶段碳排放计算方法 8
6 钢结构工业建筑建造阶段碳排放计算方法 10
7 钢结构工业建筑运行阶段碳排放计算方法 15
8 钢结构工业建筑拆除阶段碳排放计算方法 20
9 钢结构工业建筑碳排放强度计算方法 18
附录 A（资料性附录）建筑材料碳排放因子 23
附录 B（资料性附录）化石燃料碳排放因子 26
附录 C（资料性附录）常用施工机械台班能源用量 ..... **错误！未定义书签。**
附录 D（资料性附录）建材运输碳排放因子 32
附录 E（资料性附录）分部分项工程平米碳排放指标 33
附录 F（资料性附录）部品部件建材排放因子 34

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家有关应对气候变化和节能减排的方针政策，规范钢结构工业化建筑碳排放计算方法，节约资源，保护环境，制定本标准。

1.0.2 本标适用于钢结构工业建筑的新建、扩建、搬迁和改建的运行、建造、拆除、回收、建材生产及运输的碳排放计算。

1.0.3 钢结构工业化建筑碳排放计算除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和定义

2.0.1 **工业建筑** industrial building

由生产厂房和生产辅助用房组成，其中生产辅助用房包括仓库及辅助用房等。

[来源：GB/T 51245，2.0.1]

2.0.2 **钢结构工业建筑碳排放** carbon emission of steel structure industrial buildings

钢结构工业建筑在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、建筑本身能耗以及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。

2.0.3 **计算边界** accounting boundary

与钢结构工业建筑的建筑材料生产及运输、建造及钢结构工业建筑拆除、运行等活动相关的温室气体排放的计算范围。

2.0.4 **钢构件** steel members

在工厂或现场预先生产制作完成，构成建筑结构系统的钢结构构件。

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。

[来源：GB/T 51366-2019，2.1.3]

2.0.6 **建筑碳汇** carbon sink of buildings

在划定的钢结构工业建筑项目范围内，绿化、植被从空气中吸收并存储的二氧化碳量。

[参考：GB/T 51366-2019，2.1.4]

2.0.7 **可再生能源** renewable energy

风能、太阳能、水能、生物质能、地热能和海洋能等非化石能源的统称。

2.0.8 **再生资源** renewable resources

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

3 基本规定

3.0.1 钢结构工业建筑碳排放计算应以单栋建筑或建筑群为计算对象。

（参考：GB/T 51366-2019，3.0.1）

3.0.2 钢结构工业建筑物碳排放计算应根据不同需求按阶段进行计算，并可将分段计算结果累计为建筑全生命周期碳排放。（参考：GB/T 51366-2019，3.0.3）

3.0.3 计算电力消耗造成碳排放时，应采用由政府主管部门公布的区域电网平均碳排放因子。

3.0.4 钢结构工业建筑建材碳足迹计算完成边界为摇篮到大门。

3.0.5 钢结构工业建筑碳排放量应按本标准提供的方法和数据进行计算，宜采用基于本标准计算方法和数据开发的钢结构工业建筑碳排放计算软件计算。（参考：GB/T 51366-2019，3.0.6）

3.0.6 钢结构工业建筑碳排放量应按照建筑的类型分别计算构件和普通建材的建材排放量及围护产品的运输排放量。

4 钢结构工业建筑建材生产阶段碳排放计算方法

4.1 一般规定

4.1.1 钢结构工业建筑建材生产阶段的碳排应按现行国家标准 GB/T 24040、GB/T 24044 计算。

4.1.2 钢结构工业建筑建材生产阶段碳排放应按下式计算：

C_{gs}=（C_{gc1}+C_{gc2}+C_{gc3}）/A……（4.1.2）

式中：

C_{gs}—钢结构工业建筑建材生产阶段单位面积的碳排放量，单位千克二氧化碳当量每平方米($kgCO_2e/m^2$)；

C_{gc1}—钢结构工业建筑钢构件生产阶段的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

C_{gc2}—钢结构工业建筑围护及辅材结构生产阶段的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

C_{gc3}—钢结构工业建筑普通建材生产阶段的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

A—钢结构工业建筑面积，单位平方米（m^2）。

4.1.3 钢结构工业建筑建材生产阶段碳排放计算应包括钢结构工业建筑钢构件生产、建筑围护结构生产、普通建材生产等，纳入计算的主要建筑材料的确定应符合下列规定：

a）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%；

b）当符合本条第a款的规定时，重量比小于0.1%的建筑材料可不计算。

4.1.4 钢结构工业建筑主要建材消耗量（M_i）应通过查询设计图纸、钢结构加工图纸、工程量定额、工程量清单等工程建设相关技术资料确定。

4.1.5 钢结构工业建筑生产阶段的碳排放因子宜选经第三方审核的建材碳足迹数据。当无第三方提供时，缺省值可按本标准附录A执行。（参考：GB/T 51366-2019，6.2.4）

4.1.6 钢结构工业建筑的建材生产阶段的碳排放因子（F_i）应包括下列内容：

a）建材生产涉及原材料的开采、生产过程的碳排放；

b）建材生产涉及原材料的运输过程的碳排放；

c）建材生产过程的直接和间接碳排放；

d）建材生产过程的可再生能源利用和固废回收。

4.2 钢结构构件生产阶段

4.2.1 钢结构构件生产阶段碳排放应按下式计算：

$C_{gc1} = \sum_{i}^{n} M_{iz} F_{ig}$……（4.2.1）

C_{gc1}—钢结构构件生产阶段碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

M_{iz}—钢结构构件第i种主要建材的消耗量；

F_{ig}—钢结构构件第 i 种主要建材的碳排放因子，单位千克二氧化碳当量每单位建材数量($kgCO_2e$/单位建材数量）。

4.2.1.1 钢结构构件排放因子应按下式计算：

F_{ig}=（C_{gcc1}+C_{gcy1}+C_{gcny}+C_{gcs}-C_{gch}）/T……（4.2.1-1）

式中：

F_{ig}—钢结构构件第i种主要建材的碳排放因子，单位千克二氧化碳当量每单位建材数量($kgCO_2e$/单位建材数量）

C_{gcc1}—第i种钢结构构件生产所需原材料碳排放（$kgCO_2e$）；

C_{gcy1}—第i种钢结构构件生产所需原材料运输的碳排放（$kgCO_2e$）；

C_{gcny}—第 i 种钢结构构件生产能源使用过程的碳排放（$kgCO_2e$）；

C_{gcs}—第i种钢结构构件生产工艺过程碳排放（$kgCO_2e$）；

C_{gch}—第i种钢结构构件生产工厂碳排放抵消量（$kgCO_2e$）；

T—第i种钢结构构件核算时间内的产量。

4.2.1.2 第 i 种钢结构构件生产所需原材料碳排放应按下式计算：

$C_{gcc1}=\sum_{i=1}^{n} M_i F_i$……（4.2.1-2）

式中：

C_{gcc1}—第i种钢结构构件生产所需原材料碳排放（$kgCO_2e$）；

M_i—钢结构构件第i种主要原材料的消耗量；

F_i—钢结构构件第i种主要原材料的碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每单位材料数量（$kgCO_2e$/单位材料数量）。

4.2.1.3 第i种钢结构构件生产所需原材料运输的碳排放应按下式计算：

$C_{gcy1}=\sum_{i=1}^{n} M_i D_i T_i$……（4.2.1-3）

式中：

C_{gcy1}—第i种钢结构构件生产所需原材料运输的碳排放（$kgCO_2e$）；

M_i—钢结构构件第i种主要原材料的消耗量，单位吨（t）；

D_i—钢结构构件第i种主要原材料的平均运输距离，单位千米（km）

T_i—钢结构构件第 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，单位千克二氧化碳当量每吨每千米［$kgCO_2e$/（t·km）］。

4.2.1.4 第i种钢结构构件生产能源使用过程碳排放应按下式计算：式中：

$C_{gcny}=E_iEF_i$……（4.2.1-4）

式中：

C_{gcny}—第i种钢结构构件生产能源使用过程的碳排放（$kgCO_2e$）；

E_i—钢结构构件生产过程第i种能源总用量，单位千瓦时或千克（kWh或kg）；

EF_i—钢结构构件生产过程第i类能源的碳排放因子，单位千克二氧化碳当量每千瓦时或千克二氧化碳当量每千克（$kgCO_2e$/kWh或$kgCO_2e$/kg）。

4.2.1.5 第i种钢结构构件生产工艺过程碳排放应按下式计算：式中：

$C_{gcs}=\sum（AD_j\times PF_j）$……（4.2.1-5）

式中：

C_{gcs}—第i种钢结构构件生产工艺过程碳排放（$kgCO_2e$）；

ADj—第j类生产工艺过程活动水平数据，单位为吨（t）或立方米（m^3）；

PFj—第j类生产工艺过程温室气体排放因子，单位为千克二氧化碳当量每吨（$kgCO_2e$/t）或千克二氧化碳当量每立方米（$kgCO_2e/m^3$）。

注：生产工艺过程排放指生产过程中乙炔、氧气等气体的燃烧以及焊接产生的温室气体直接排放。

4.2.1.6 第 i 种钢结构构件生产工厂碳排放抵消量应按下式计算：

$C_{gch}=C_{hs}+C_{M1}+C_d$……（4.2.1-6）

式中：

C_{gch}—第 i 种钢结构构件生产工厂碳排放抵消量（$kgCO_2e$）；

C_{hs}—钢结构构件第 i 种废弃物回收利用碳排放量（$kgCO_2e$），计算公式参考 9.4；

C_{M1}—可再生能源系统减排量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$），计算公式参考 8.4；

C_d— 其他资源可回收的减排量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$），包括雨水回收、余热等。

4.3 围护结构及辅材建材生产阶段

4.3.1 钢结构工业建筑围护结构生产阶段的碳排放量应按下式计算：

$C_{gc2}=\sum_{i=1s}^{n} M_{is}\,F_{is}$……（4.3.1）

式中：

C_{gcs}—钢结构工业建筑围护结构生产阶段的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

M_{is}—钢结构工业建筑围护结构第 i 种主要建材的消耗量；

F_{is}—钢结构工业建筑围护结构建材第 i 种主要建材的碳排放因子，单位千克二氧化碳当量每单位建材数量（$kgCO_2e$/单位建材数量）。

4.4 普通建材生产阶段

4.4.1 钢结构工业建筑中普通建材生产阶段碳排放应按下式计算：

$$C_{ct} = \sum_{i=1}^{n} M_i F_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（4.4.1）$$

式中：

C_{ct}—普通建材生产阶段的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

M_i—普通建材第i种主要建材的消耗量；

F_i—普通建材第i种主要建材的碳排放因子，单位千克二氧化碳当量每单位建材数量（$kgCO_2e$/单位建材数量）。

4.4.2 钢结构工业建筑中普通建材包括混凝土、钢管、模板、桩基等。

5 钢结构工业建筑建材运输阶段碳排放计算方法

5.1 一般规定

5.1.1 钢结构工业建筑建材运输阶段碳排放应按下式计算：

$$C_{gy}=(C_{gy1}+C_{gy2}+C_{gy3})/A \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.1.1)$$

式中：

C_{gy}—钢结构工业建筑建材运输阶段单位面积的碳排放量，单位千克二氧化碳当量每平方米（$kgCO_2e/m^2$）；

C_{gy1}—钢结构构件建材运输阶段的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{gy2}—围护结构及辅材运输阶段的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{gy3}—普通建材运输阶段的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

A—建筑面积，单位平方米（m^2）。

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

5.1.3 主要建材的运输排放因子宜选经第三方审核的数据，当无第三方提供时，缺省值可按本标准附录 F 中的默认值取值。

5.2 钢结构构件运输阶段

5.2.1 钢结构工业建筑传钢结构构件运输阶段碳排放应按下式计算：

$$C_{gy1}=\sum_{i=1}^{n} M_i D_i T_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.2.1)$$

式中：

C_{gy1}—普通建材运输过程碳排放，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

M_i—第i种主要建材的消耗量，单位吨（t）；

D_i—第i种建材平均运输距离，单位千米（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，单位千克二氧化碳当量每吨每千米［$kgCO_2e$/（t·km）］。

5.3 围护结构建材运输阶段

5.3.1 围护结构运输阶段碳排放应按下式计算：

$$C_{gy2}=\sum_{i=1}^{n} M_i D_i T_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.3.1)$$

式中：

C_{gy2}—围护结构运输过程碳排放，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

M_i—第i种主要围护结构的消耗量，单位吨（t）；

D_i—第i种围护结构平均运输距离，单位千米（km）；

T_i—第i种围护结构的运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子，单位千克二氧化碳当量每吨每千米［$kgCO_2e$/（t·km）］。

5.4 普通建材运输阶段

5.4.1 普通建材运输阶段碳排放应按下式计算：

$$C_{gy3} = \sum_{i=1}^{n} M_i D_i T_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（5.4.1）$$

式中：

C_{gy3}—普通建材运输过程碳排放，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

M_i—第i种主要建材的消耗量，单位吨（t）；

D_i—第i种建材平均运输距离，单位千米（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，单位千克二氧化碳当量每吨每千米［$kgCO_2e$/（t·km）］。

6 钢结构工业建筑建造阶段碳排放计算方法

6.1 一般规定

6.1.1 钢结构工业建筑建造阶段的碳排放应包括完成各分部分项工程施工机械产生的碳排放和各项措施项目实施过程产生的碳排放，并包括施工设备的安装、运输、施工、拆除回收等所产生的碳排放量。

6.1.2 建筑建造的碳排放的计算边界应符合下列规定：

1 钢结构工业建筑建造阶段碳排放计算时间边界应从项目开工起至项目竣工验收止；

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

3 现场搅拌的混凝土和砂浆、现场制作的构件和部品，其产生的碳排放应计入；

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

5 钢结构工业建筑建造阶段所产生的建筑垃圾碳排放应计入。

6.1.3 钢结构工业建筑建造阶段的碳排放应按下式计算：

$$C_{gj}=（C_{gj1}+C_{gj2}+C_{gj3}+C_{gj4}+C_{gj5}+C_{gj6}+C_{gj7}）/A \cdots\cdots（6.1.3）$$

式中：

C_{gj}—钢结构工业建筑建造阶段单位建筑面积的碳排放量，单位千克二氧化碳当量每平方米($kgCO_2e/m^2$)；

C_{gj1}—钢结构工业建筑建造阶段能源的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

C_{gj2}—钢结构工业建筑建造阶段施工用水、排水的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

C_{gj3}—钢结构工业建筑建造阶段措施项目的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

C_{gj4}—钢结构工业建筑建造阶段建筑垃圾的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

C_{gj5}—钢结构工业建筑建造阶段临时设施的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

C_{gj6}—钢结构工业建筑建造阶段施工运输碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

C_{gj7}—钢结构工业建筑施工设备安装和拆卸过程的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

A—建筑面积，单位平方米（m^2）。

6.2 钢结构工业建筑建造阶段施工机械能源消耗的碳排放量

6.2.1 钢结构工业建筑建造阶段施工机械能源消耗的碳排放应按下式计算：

$$C_{gj1} = \sum_{i=1}^{n} Q_i F_i E F_i \cdots\cdots（6.2.1）$$

式中：

C_{gj1}—钢结构工业建筑建造阶段施工机械能源的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

Q_i—第i种分部分项工程的单位台班能源消耗量，单位千瓦时每台班或千克每台班（KWh/台班或

kg/台班）；

F_i—第i种分部分项工程的台班量，单位台班；

EF_i—第i种分部分项工程的能源碳排放因子，单位，单位千克二氧化碳每千瓦时或千克二氧化碳每千克（$kgCO_2/kWh$或$kgCO_2/kg$）。

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

6.3 钢结构工业建筑建造阶段施工用水、排水的碳排放量

6.3.1 钢结构工业建筑建造阶段施工用水、排水的碳排放应按下式计算：

$$C_{gj2} = (M_{sg} + M_{ps}) \times EF_S \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.3.1）$$

式中：

C_{gj2}—钢结构工业建筑建造阶段施工用水、排水的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

M_{sg}—钢结构工业建筑建造阶段施工用水量，单位吨(t)；

M_{ps}—钢结构工业建筑建造阶段排水量，单位吨(t)；

EF_S—钢结构工业建筑建造阶段水的排放因子，单位千克二氧化碳当量每吨($kgCO_2e/t$)。

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

6.4 钢结构工业建筑建造阶段措施项目的碳排放量

6.4.1 钢结构工业建筑建造阶段措施项目的碳排放应按下式计算：

$$C_{gj3} = C_{cz} + C_{cs} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.4.1）$$

式中：

C_{gj3}—钢结构工业建筑建造阶段措施项目碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{cz}—钢结构工业建筑建造阶段塔吊及其他设备基础碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{cs}—钢结构工业建筑建造阶段措施项目中周转材料（模板、脚手架等）的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）。

6.4.2 钢结构工业建筑建造阶段的设备基础消耗量应通过查询工程量定额、施工组织设计等工程建设相关技术资料确定。

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

$$C_{cz}=（C_{sjs}+C_{sjy}+C_{sjz}+C_{sjc}）\times N \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.4.3）$$

式中：

C_{cz}—钢结构工业建筑建造阶段的措施项目设备基础材料的生产、运输、建造、拆除回收碳

排量（$kgCO_2e$）；

C_{sjs}—钢结构工业建筑建造阶段措施项目设备基础材料生产碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{sjy}—钢结构工业建筑建造阶段措施项目设备基础材料运输的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{sjz}—钢结构工业建筑建造阶段措施项目设备基础建造的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{sjc}—钢结构工业建筑建造阶段措施项目设备基础拆除的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

N—设备数量。

6.5 钢结构工业建筑建造阶段建筑垃圾的碳排放量

6.5.1 钢结构工业建筑建造阶段建筑垃圾的碳排放应按下式计算：

$$C_{gj4} = \sum_{i=1}^{n} Q_i D_i T_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.5.1）$$

式中：

C_{gj4}—钢结构工业建筑建造阶段建筑垃圾的碳排放量，单位千克二氧化碳当量($kgCO_2e$)；

Q_i—第 i 种分部分项工程的垃圾产生量，单位立方米或千克（m^3 或 kg）；

D_i—第i种建筑垃圾平均运输距离，单位千米（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，单位千克二氧化碳当量每吨每千米［$kgCO_2e$/（t·km）］。

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

6.6 钢结构工业建筑建造阶段临时设施运营的碳排放量

6.6.1 钢结构工业建筑建造阶段临时设施运营碳排放应按以下公式计算：

$$C_{gj5} = nC_{lss} + C_{lsy} + C_{lsc} + C_{lcs} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.6.1）$$

式中：

C_{gj5}—钢结构工业建筑建造阶段临时设施的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{lss}—钢结构工业建筑建造阶段临时设施建材生产碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{lsy}—钢结构工业建筑建造阶段临时设施建材运输碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{lsc}—钢结构工业建筑建造阶段临时设施施工、安装碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{lcs}—钢结构工业建筑建造阶段临时设施拆除碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

n—临时设施的使用周转次数。

6.6.2 临时设施的能耗可以根据施工组织设计和施工方案获得。

6.6.3 施工阶段的临时设施包括办公用房、生活用房和库房因使用周期短，宜采用集装箱房屋。这类集装箱房屋安装和拆除简便，其施工和拆除能耗小，在计算建筑建造阶段碳排放时可不计入。

6.7 施工运输碳排放量

6.7.1 钢结构工业建筑建造阶段施工运输碳排放应按以下公式计算：

$$C_{gj6} = C_{wy} + C_{ty} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.7.1）$$

式中：

C_{gj6}—施工设备运输过程碳排放，单位千克二氧化碳当量(kgCO2e)；

C_{wy}—设备运输碳排放，单位千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

C_{ty}—土方、围护工程等运输过程碳排放，单位千克二氧化碳当量(kgCO_2e)。

6.7.1.1 钢结构工业建筑建造阶段施工设备运输过程碳排放应按以下公式计算：

$$C_{wy} = \sum_{i=1}^{n} M_i D_i T_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.7.1\text{-}1）$$

式中：

C_{wy}—施工设备运输过程碳排放，单位千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

M_i—第i种主要设备的重量，单位吨（t）；

D_i—第i种主要设备平均运输距离，单位千米(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，单位千克二氧化碳当量每吨每千米［kgCO_2e/(t·km)］。

6.7.1.2 钢结构工业建筑建造阶段设备运输包括塔吊、人货电梯、桩基设备、土方机械等用于建造的施工设备从堆场（或其他项目）运输到施工现场及拆除后运输到堆场（或其他项目）所产生的运输碳排放量。

6.7.2.1 钢结构工业建筑建造阶段土方、围护工程等运输过程碳排放应按以下公式计算：

$$C_{ty} = G\rho D_i T_i Z \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.7.2\text{-}1）$$

式中：

C_{ty}—土方、围护工程等运输过程碳排放，单位千克二氧化碳当量(kgCO_2e)；

G—土方工程运输的土方量，单位立方米(m^3)；

ρ—土方容重，单位千米(t/m^3)；

D_i—第i种建材平均运输距离，单位千米(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，单位千克二氧化碳当量每吨每千米［kgCO_2e/(t·km)］；

Z—空车折返系数。

6.7.2.2钢结构工业建筑建造阶段分部分项外运运输包括土方工程、基坑围护工程等用于建造的外运和回填（或其他项目）运输到施工现场及运输到堆场（或其他项目）所产生的运输碳排放量。

6.8 施工设备安装过程的碳排放量

6.8.1 钢结构工业建筑施工设备安装和拆卸过程的碳排放应按以下公式计算：

$$C_{gj7} = \sum_{i=1}^{n} Q_i F_i EF_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.8.1）$$

式中：

C_{gj7}—钢结构工业建筑施工设备安装和拆卸过程的碳排量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

Q_i—第i种设备安装和拆卸的单位台班能源消耗量，单位千瓦时每台班或千克每台班（KWh/台班或kg/台班）；

F_i—第i种设备安装和拆卸的台班量，单位台班；

EF_i—第i种设备安装和拆卸的能源碳排放因子，单位千克二氧化碳每千瓦时或千克二氧化碳每千克（$kgCO_2/kWh$或$kgCO_2/kg$）。

6.8.2 钢结构工业建筑施工设备安装和拆除过程的碳排放不包括安装和拆卸过程中材料的损耗所产生的碳排放量。

7 钢结构工业建筑运行阶段碳排放计算方法

7.1 一般规定

7.1.1 钢结构工业建筑运行段碳排放计算范围应包括（不含用于生产的能源、为生产服务的排放）建筑设备围护、暖通空调（不包括工艺用暖通空调）、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期间的碳排放量[GB/T 34617-2017]。

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

7.1.3 建筑物碳排放的计算范围应为建设工程规划许可证范围内建筑能源消耗产生的碳排放量和可再生能源及碳汇系统的减碳量。

7.1.4 建筑运行阶段碳排放量应根据各系统不同类型能源消耗量和不同类型能源的碳排放因子确定，建筑运行阶段单位建筑面积的总碳排放量（C_M）应按以下公式计算：

$$C_M=（C_{工厂}+C_{辅助} - C_P - C_{M4}）/A \cdots\cdots（7.1.4）$$

式中：

C_M—钢结构工业建筑运行阶段单位建筑面积碳排放量，单位千克二氧化碳每平方米（$kgCO_2/m^2$）；

$C_{工厂}$—建筑材料围护过程排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

$C_{辅助}$—生活、办公建筑运行阶段碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_P— 绿植碳汇年减排量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{M4}—可再生能源系统减排量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）（非生产减排量）；

A—建筑面积，单位平方米（m^2）。

7.2 建筑材料围护的过程的碳排放量

7.2.1 运行阶段材料围护碳排放应按以下公式计算：

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

式中：

C_{wh}—建筑围护材料更新碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{sb}—建筑围护材料更新生产碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{sy} —建筑围护材料更新运输碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{ja}—建筑围护材料更新加工和安装的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{sh}—建筑围护材料更新回收的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

N_1—建筑围护材料更新的次数；

y—建筑设计寿命（a）。

7.2.2 使用阶段的材料主要是指屋面、厂房围护、厂房保养等，其在运行阶段所产生的碳排放量主要包括材料的生产和运输阶段、安装阶段、拆除回收阶段。运行阶段设备运行能耗不在本计算范围内。

7.3 生活、办公建筑运行阶段的碳排放量

7.3.1 运行阶段生活、办公碳排放应按以下公式计算：

$$C_{辅助}=C_{nt}+(Q_r+E_1+E_e)EF_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (7.3.1)$$

式中：

$C_{辅助}$—建筑运行阶段单位建筑面积碳排放量，单位千克二氧化碳每平方米（$kgCO_2/m^2$）；

C_{nt}—暖通空调系统的年度碳排放量，单位千克二氧化碳当量每年（$kgCO_2e/a$）；

Q_r—生活热水年耗热量，单位千瓦时每年（kWh/a）；

E_1 —照明系统年能耗，单位千瓦时每年（kWh/a）；

E_e—电梯及设备系统年能耗，单位千瓦时每年（kWh/a）；

EF_i—第i种能源的碳排放因子，单位千克二氧化碳当量每千瓦时（$kgCO_2e/kWh$）。

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

7.3.2.1 暖通空调系统碳排放应按以下公式计算：

$$C_{nt}=C_{ny}+C_r \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (7.3.2\text{-}1)$$

式中：

C_{nt}—暖通空调系统的年度碳排放量，单位千克二氧化碳当量每年（$kgCO_2e/a$）；

C_{ny}—暖通空调系统的能源、热源年度碳排放量，单位千克二氧化碳当量每年（$kgCO_2e/a$）；

C_r —暖通空调系统的制冷剂碳排放量，单位千克二氧化碳当量每年（$kgCO_2e/a$）。

7.3.2.2 暖通空调系统的能源、热源年度碳排放应按以下公式计算：

$$C_{ny}=\sum_{i=1}^{n} E_i\, EF_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (7.3.2\text{-}2)$$

式中：

C_{ny}—暖通空调系统的能源、热源年度碳排放量，单位千克二氧化碳当量每年（$kgCO_2e/a$）；

E_i—第i种能源消耗总用量，单位吨（t）；

EF_i—第i种能源的碳排放因子，单位千克二氧化碳当量每吨（$kgCO_2e/t$）。

7.3.2.3 暖通空调系统的制冷剂碳排放应按以下公式计算：

$$C_r=\frac{m_r}{y_e}GWP_r/1000 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (7.3.2\text{-}3)$$

式中：

C_r—建筑使用制冷剂产生的碳排放量，单位吨二氧化碳当量每年（tCO_2e/a）；

r—制冷剂类型；

m_r—设备的制冷剂充柱量，单位千克每台（kg/台）；

y_e—设备使用寿命，单位年（a）；

GWP_r—制冷剂r的全球变暖潜值。

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

7.3.2.5　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。

7.3.2.6　输送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、变频等因素的影响。

7.3.3　生活热水系统

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

$$Q_{rp}=4.187\frac{mq_rC_r(t_r-t_1)\rho_r}{1000} \cdots\cdots（7.3.3\text{-}1）$$

$$Q_r = TQ_{rp} - Q_s \cdots\cdots（7.3.3\text{-}2）$$

式中：

Q_r—生活热水年耗热量，单位千瓦时每年(kWh/a)；

Q_{rp}—生活热水小时平均耗热量，单位千瓦每时(kW/h)；

Q_s —太阳能热水系统的年供能量，单位千瓦时每年（kWh/a）；

T—年生活热水使用小时数，单位小时(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，单位升每人（L/人），按现行国家标准GB 50555确定；

p_r—热水密度，单位千克每升（kg/L）；

t_r—设计热水温度，单位摄氏度（°C）；

t_1—设计冷水温度，单位摄氏度（°C）。

7.3.4　照明及电梯系统

7.3.4.1　建筑碳排放计算采用的照明功率密度值应同设计文件一致。

7.3.4.2　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。

7.3.4.3　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：

$$E_1 = \frac{\sum_{j=1}^{365}\sum_i P_{i,j}A_it_{i,j}+24P_P A}{1000} \cdots\cdots（7.3.4\text{-}1）$$

式中：

E_l —照明系统年能耗，单位千瓦时每年（kWh/a）；

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

A_i—第 i 个房间照明面积，单位平方米（m²）；

$t_{i,j}$—第 j 日第 i 个房间照明时间，单位小时（h）；

P_p—应急灯照明功率密度，单位瓦每平方米（W/m²）；

A—建筑面积，单位平方米（m²）。

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

$$E_e=\frac{3.6Pt_aVW+E_{standby}t_s}{1000} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（7.3.4\text{-}2）$$

式中：

E_e—年电梯能耗，单位千瓦时每年（kWh/a）；

P—特定能量消耗，单位兆瓦时每千克米（mWh/kgm）；

t_a—电梯年平均运行小时数，单位小时（h）；

V—电梯速度，单位米每秒（m/s）；

W—电梯额定载重量，单位千克（kg）；

$E_{standby}$—电梯待机时能耗，单位瓦（W）；

t_s—电梯年平均待机小时数，单位小时（h）。

7.4 可再生能源系统的碳减排量

7.4.1 可再生能源的计算应根据建筑物的实际运行情况，并应按下列公式计算：

$$C_{M4}=(Q_s+E_{pv}+E_{wt})\times EF_i \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（7.4.1）$$

式中：

C_{M4}—可再生能源系统减排量，单位千克二氧化碳（$kgCO_2$）（非生产减排量）；

Q_s—太阳能热水系统年供能量，单位千瓦时每年（kWh/a）；

E_{pv}—光伏系统的年发电量，单位千瓦时每年（kWh/a）；

E_{wt}—风力发电机组的年发电量，单位千瓦时每年(kWh/a)。

7.4.2 可再生能源系统应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。

7.4.3 地源热泵系统的节能量应计算在暖通空调系统能耗内，同时应计算其用电量。

7.4.4 光伏系统的年发电量可按下式计算：

$$E_{pv}=IK_E(1-K_s)A_P \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（7.4.4）$$

式中：

E_{pv}—光伏系统的年发电量，单位千瓦时每年（kWh/a）；

I—光伏电池表面的年太阳辐射照度，单位千瓦时每平方米（kWh/m^2）；

K_e—光伏电池的转换效率（%）；

K_s—伏系统的损失效率（%）；

A_p—光伏系统光伏面板净面积，单位平方米（m^2）。

7.4.5 风力发电机组的年发电量可按下式计算：

$$E_{wt}=0.5\rho C_R(z)V_0^3A_W\rho\frac{K_{WT}}{1000} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（7.4.5\text{-}1）$$

$$C_R(z)=K_R\ln(z/z_0) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（7.4.5\text{-}2）$$

$$A_W = 5D^2/4 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (7.4.5\text{-}3)$$

$$EPF=\frac{APD}{0.5\rho V_0^3} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (7.4.5\text{-}4)$$

$$APD=\frac{\sum_{i=1}^{8760} 0.50\rho V_i^3}{8760} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (7.4.5\text{-}5)$$

式中：

E_{wt}—风力发电机组的年发电量，单位千瓦时每年(kWh/a)；

ρ—空气密度，取1.225kg/m^3；

$C_R(z)$—依据高度计算的粗糙系数；

K_R—场地因子；

z_0—地表粗糙系数；

V_0—年可利用平均风速，单位米每秒（m/s）；

A_W—风机叶片迎风面积，单位平方米（m^2）；

D—风机叶片直径，单位米（m）；

A_W—年可利用平均风速，单位米每秒（m/s）；

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，单位瓦每平方米(W/m^2)；

V_i—逐时风速，单位米每秒(m/s)；

K_{WT}—风力发电机组的转换效率。

7.5 碳汇

7.5.1 碳汇计算应根据钢结构工业建筑规划范围内植物的实际运行情况，并应按下列公式计算：

$$C_P=C_{pi}-GHG \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (7.5.1)$$

式中：

C_P—碳汇；

C_{pi}—第 i 年时的项目碳汇量；

GHG—第 i 年时由于项目活动的实施所导致的项目边界内非 CO_2 温室气体排放的增加量。

7.5.2 碳汇计算应根据方法学的小规模 CDM 项目方法学进行计算[GB/T 50878-2013]。

8 钢结构工业建筑拆除阶段碳排放计算方法

8.1 一般规定

8.1.1 钢结构工业建筑拆除阶段碳排放应包括钢结构工业建筑拆解的碳排放、废弃物运输的碳排放以及废弃物处置的碳排放。

8.1.2 废弃物处置的碳核减数据采集对象应为钢结构工业建筑在拆解后主体结构、围护结构、填充体中相关材料、构件、部品、设备的数量，宜根据钢结构工业建筑设计的材料设备清单或实际拆解的记录文件确定。

8.1.3 钢结构工业建筑拆除阶段的碳排放量应按下式进行计算：

$$C_{gc}=C_{gcc2}+C_{gcy2}-C_{gcz} \cdots\cdots (8.1.3)$$

式中：

C_{gc}—钢结构工业建筑拆除阶段碳排放，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{gcc2}—钢结构工业建筑拆解施工机械的碳排放，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{gcy2}—钢结构工业建筑废物运输环节的碳排放，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

C_{gcz}—钢结构工业建筑可利用材料的碳减排量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）。

8.2 钢结构工业建筑拆解的碳排放量

8.2.1 钢结构工业建筑拆解过程碳排放量应按下式进行计算：

$$C_{gcc}=\sum_{i=1}^{n}E_{dei}\times EF_i \cdots\cdots (8.2.1)$$

式中：

C_{gcc}—钢结构工业建筑拆解环节的碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

E_{dei}—钢结构工业建筑拆解阶段第 i 类能源消耗量，单位千瓦时每千克（kWh/kg）；

EF_i——第 i 类能源的碳排放因子，按本标准附录 B 取值。

8.3 废弃物运输的碳排放量

8.3.1 钢结构工业建筑废弃物运输过程碳排放量应按下式进行计算：

$$C_{gcy}=\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n}M_{Di}\times D_{dti,j}\times ET_j \cdots\cdots (8.3.1)$$

式中：

C_{gcy}—废弃物运输过程碳排放量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

M_{Di}—第 i 类钢结构工业建筑废弃物的重量，单位吨（t）；

$D_{dti,j}$—第 i 类废弃物采用第 j 种运输方式的平均运输距离，单位千米（km）；

ET_j—第 j 类运输方式下，单位重量运输距离的碳排放因子，单位千克二氧化碳当量每吨千克($kgCO_2e$)/（t·kg）。

8.3.2　钢结构工业建筑废弃物的运输距离宜采用实际的运输距离。

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

8.4　钢结构工业建筑可利用材料的碳减排量

8.4.1　钢结构工业建筑可利用材料的碳排放应包含拆除材料中各类可回收材料碳减排量：

$$C_{CZ} = \sum_{i=1}^{n} (M_{Di} \times DF_i \times \eta_i) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（8.4.1）$$

式中：

C_{cz}—钢结构工业建筑可利用材料的碳减排量，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e$）；

M_{Di}—第 i 类建筑废弃物的回收量（t、m^2、m^3、千块）；

DF_i—第 i 类建筑废弃物处理后可利用材料的碳排放因子（$kgCO_2e$/（t、m^2、m^3、千块））；

η_i—第 i 类建筑可回收比例。

8.4.2　建材回收系数可依据项目建材回收企业生产加工过程进行计算：

$$\eta = \frac{建材回收量 \times 再生企业使用率}{建材量} \times 100 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（8.4.2）$$

9 钢结构工业建筑碳排放强度计算方法

9.1 一般规定

9.1.1 钢结构工业建筑碳排放强度分为全生命周期阶段单位建筑面积碳排放强度和运行阶段单位建筑面积碳排放强度。

9.1.2 钢结构工业建筑全生命周期碳排放强度应按下式进行计算：

$$C=C_{gs}+C_{gy}+C_{gj}+C_{M}+C_{gc} \cdots\cdots (9.1.2)$$

式中：

C—钢结构工业建筑全生命周期阶段单位建筑面积碳排放强度，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e/m^2$）。

9.1.3 钢结构工业建筑运行阶段碳排放强度应按下式进行计算：

$$C_1=C_M \cdots\cdots (9.1.3)$$

式中：

C_1—钢结构工业建筑运行阶段单位建筑面积碳排放强度，单位千克二氧化碳当量（$kgCO_2e/m^2$）。

附录 A
（资料性附录）
建筑材料碳排放因子

A.1　建筑材料碳排放因子按表 A.1 选取。

附录 A.1 建筑材料碳排放因子

建筑材料类别	建筑材料碳排放因子
普通硅酸盐水泥（市场平均）	735 $kgCO_2e/t$
C30 混凝土	295 $kgCO_2e/m^3$
C50 混凝土	385 $kgCO_2e/m^3$
石灰生产（市场平均）	1190 $kgCO_2e/t$
消石灰（熟石灰、氢氧化钙）	747 $kgCO_2e/t$
天然石膏	32.8 $kgCO_2e/t$
砂（f=1.63.0）	2.51 $kgCO_2e/t$
碎石（d=10mm～30mm）	2.18 $kgCO_2e/t$
页岩石	5.08 $kgCO_2e/t$
黏土	2.69 $kgCO_2e/t$
混凝土砖（240mm×115mmx90mm）	336 $kgCO_2e/m^3$
蒸压粉煤灰砖（240mm×115mm×53mm）	341 $kgCO_2e/m^3$
烧结粉煤灰实心砖（240mmX115mmx53mm，掺入量为 50%））	134 $kgCO_2e/m^3$
页岩实心砖（240mmx115mm×53mm）	292 $kgCO_2e/m^3$
页岩空心砖（240mmx115mm×53mm）	204 $kgCO_2e/m^3$
黏土空心砖（240mm×115mm×53mm）	250 $kgCO_2e/m^3$
煤研石实心砖（240mmx115mm×53mm，90%掺入量）	22.8 $kgCO_2e/m^3$
煤研石空心砖（240mm×115mm×53mm，90%掺入量）	16.0 $kgCO_2e/m^3$
炼钢生铁	1700 $kgCO_2e/t$
铸造生铁	2280 $kgCO_2e/t$
炼钢用铁合金（市场平均）	9530 $kgCO_2e/t$
转炉碳钢	1990 $kgCO_2e/t$
电炉碳钢	3030 $kgCO_2e/t$
普通碳闻（市场平均）	2050 $kgCO_2e/t$
热轧碳钢小型型钢	2310 $kgCO_2e/t$
热轧碳钢中型型钢	2365 $kgCO_2e/t$
热轧碳钢中厚板	2400 $kgCO_2e/t$
热轧碳钢 H 钢	2350 $kgCO_2e/t$
热轧碳钢宽带钢	2310 $kgCO_2e/t$
热轧碳钢钢筋	2340 $kgCO_2e/t$
热轧碳钢高线材	2375 $kgCO_2e/t$
热轧碳钢棒材	2340 $kgCO_2e/t$

螺旋埋弧焊管		2520 $kgCO_2e/t$
大口径埋弧焊直缝钢管		2430 $kgCO_2e/t$
焊接直缝钢管		2530 $kgCO_2e/t$
热轧碳钢无缝钢管		3150 $kgCO_2e/t$
冷轧冷拔碳钢无缝钢管		3680 $kgCO_2e/t$
碳钢热镀锌板卷		3110 $kgCO_2e/t$
碳钢电镀锌板卷		3020 $kgCO_2e/t$
碳钢电镀锡板卷		2870 $kgCO_2e/t$
酸洗板卷		1730 $kgCO_2e/t$
冷轧碳钢板卷		2530 $kgCO_2e/t$
冷硬碳钢板卷		2410 $kgCO_2e/t$
平板玻璃		1130 $kgCO_2e/t$
电解铝（全国平均电网电力）		20300 $kgCO_2e/t$
铝板带		28500 $kgCO_2e/t$
断桥铝合金窗	100%原生铝型材	254 $kgCO_2e/t$
	原生铝：再生铝=7：3	194 $kgCO_2e/t$
铝木复合窗	100%原生铝型材	147 $kgCO_2e/t$
	原生铝：再生铝=7：3	122.5 $kgCO_2e/t$
铝塑共挤窗		129.5 $kgCO_2e/m^2$
塑钢窗		121 $kgCO_2e/m^2$
无规共聚聚丙烯管		3.72 $kgCO_2e/kg$
聚乙烯管		3.6 $kgCO_2e/kg$
硬聚氯乙烯管		7.93 $kgCO_2e/kg$
聚苯乙烯泡沫板		5020 $kgCO_2e/t$
岩棉板		1980 $kgCO_2e/t$
硬泡聚氨酯板		5220 $kgCO_2e/t$
铝塑复合板		8.06 $kgCO_2e/m^2$
铜塑复合板		37.1 $kgCO_2e/m^2$
铜单板		218 $kgCO_2e/m^2$
普通聚苯乙烯		4620 $kgCO_2e/t$
线性低密度聚乙烯		1990 $kgCO_2e/t$
高密度聚乙烯		2620 $kgCO_2e/t$
低密度聚乙烯		2810 $kgCO_2e/t$
聚氯乙烯（市场平均）		7300 $kgCO_2e/t$
自来水		0.168 $kgCO_2e/t$
卫生瓷砖		19.5 5$kgCO_2e/m^2$
木地板		-14603.72 $kgCO_2e/t$
纸面石膏板		172.58 $kgCO_2e/m^3$
木龙骨		139 $kgCO_2e/m^3$
内墙涂料		1080.00$kgCO_2e/t$

水泥砂浆M5	139.08kgCO_2e/m^3
水泥砂浆M7.5	162.650kgCO_2e/m^3
水泥砂浆M10	190.21kgCO_2e/m^3
水泥砂浆M15	217.48kgCO_2e/m^3
水泥砂浆M20	271.92kgCO_2e/m^3
水泥砂浆M25	381.36kgCO_2e/m^3
PPR管	3.72 kgCO_2e/kg
电线：线径 7、单芯(sykv-75-5-1)	0.14kgCO_2e/m
电线：线径 9、单芯(sykv-75-5-1)	0.17kgCO_2e/m
电线：2 根、线径 1.5(RVS2*1.0)	0.26kgCO_2e/m
电线：2 根、线径 1.0(RVS2*1.5)	0.20kgCO_2e/m
电线：铜芯聚乙烯绝缘电线，2.5 平方毫米(BV-2.5mm^2)	0.21kgCO_2e/m
电线：铜芯聚乙烯绝缘电线，4 平方毫米(BV-4mm^2)	0.34tCO_2e/t
空调 R290 （1HP）	2420.77kg/台
空调 R32（1HP）	2837.58kg/台
空调制冷剂 R290 （1HP）	0.43 kg/台
空调制冷剂 R32（1HP）	157.95kg/台
整体卫浴（面积2.8 m2 、高2.2 m的卫生间）	45.85kg/个
卫生陶瓷	909 kgCO_2e/m^3
橱柜	1830 kgCO_2e/t

附录 B
（资料性附录）
化石燃料碳排放因子

B.1　化石燃料碳排放因子按表 B.1 选取。

附录 B.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 CO2 排放因子（tCO2/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	0.98	55.54

附录 C
（资料性附录）
常用施工机械台班能源用量

C.1　常用施工机械台班能源用量按表 C.1 选取。

附录 C.1 常用施工机械台班能源用量

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油（kg）	电（kWh）
1	履带式推土机	功率	75kW	-	56.5	-
2			105kW	-	60.8	-
3			135kW	-	66.8	-
4	履带式单斗液压挖掘机	斗容量	0.6m³	-	33.68	-
5			1m³	-	63	-
6	轮胎式装载机	斗容量	1m³	-	52.73	-
7			1.5m³	-	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	-	57.4	-
21			8t	-	59.14	-
22	轨道式柴油打桩机	冲击质量	3.5t	-	56.9	-
23			4t	-	61.7	-
24	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	-	24.9	-
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	-	48.8	-

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
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	-	-	-	-	16.2
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	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	-	-	295.6
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		-	-	32.9
82	电动单筒慢速 卷扬机	牵引力	10kN		-	-	126
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		-	-	34.1
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		-	-	15.4
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	3m³/h		-	-	23.7
98	偏心振动筛	生产率	16m³/h		-	-	28.6
99	混凝土抹平机	功率	5.5kW		-	-	23.14
100	钢筋切断机	直径	40mm		-	-	32.1
101	钢筋弯曲机	直径	40mm		-	-	12.8
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
105	木工平刨床	刨削宽度	500mm		-	-	12.9
106	木工三面压刨床	刨削宽度	400mm		-	-	52.4
107	木工榫机	榫头长度	160mm		-	-	27
108	木工打眼机	榫槽宽度	-		-	-	4.7
109	普通车床	工件直径 X 工件长度	400mmX2000mm		-	-	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
114	板料校平机	厚度 X 宽度	16mmX2000mm	-	-	120.6
115	刨边机	加工长度	12000mm	-	-	75.9
116	半自动切割机	厚度	100mm	-	-	98
117	自动仿形切割机	厚度	60mm	-	-	59.35
118	管子切断机	管径	150mm	-	-	12.9
119			250mm	-	-	22.5
120	型钢剪断机	剪断宽度	500mm	-	-	53.2
121	型钢矫正机	厚度 X 宽度	60mmX800mm	-	-	64.2
122	电动弯管机	管径	108mm	-	-	32.1
123	液压弯管机	管径	60mm	-	-	27
124	空气锤	锤体质量	75kg	-	-	24.2
125	摩擦压力机	压力	3000kN	-	-	96.5
126	开式可倾压力机	压力	1250kN	-	-	35
127	钢筋挤压连接机	直径	-	-	-	15.94
128	电动修钎机	-	-	-	-	100.8
129	岩石切割机	功率	3kW	-	-	11.28
130	平面水磨机	功率	3kW	-	-	14
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	-	-	302.6
136		出口直径 200mm	扬程 280m 以下	-	-	354.78
137	泥浆泵	出口直径	50mm	-	-	40.9
138		出口直径	100mm	-	-	234.6
139	潜水泵	出口直径	50mm	-	-	20
140			100mm	-	-	25
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
147	氩弧焊机	电流	500A	-	-	70.7
148	二氧化碳气体 保护焊机	电流	250A	-	-	24.5
149	电渣焊机	电流	1000A	-	-	147
150	电焊条烘干箱	容量	45X35X45(cm^3)	-	-	6.7

151	电动空气压缩机	排气量	0.3m^3/min	-	-	16.1
152			0.6m^3/min	-	-	24.2
153			1m^3/min	-	-	40.3
154			3m^3/min	-	-	107.5
155			6m^3/min	-	-	215
156			9m^3/ min	-	-	350
157			10m^3/min	-	-	403.2
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	-	-	-	-	503.9
161	锁扣管顶升机	-	-	-	-	64
162	工程地质液压 钻机	-	-	-	30.8	-
163	轴流通风机	功率	7.5kW	-	-	40.3
164	吹风机	能力	4m /min	-	-	6.98
165	井点降水钻机	-	-	-	-	5.7

附录 D
（资料性附录）
建材运输碳排放因子

D.1　混凝土的默认运输距离值应为 40km，其他建材的默认运输距离值应为 500km。各类运输方式的碳排放因子按表 D.1 选取。

附录 D.1 建材运输碳排放因子

运输方式类别	碳排放因子 $kgCO_2e$/（t·km）
轻型汽油货车运输（载重 2t）	0.334
中型汽油货车运输（载重 8t）	0.115
重型汽油货车运输（载重 10t）	0.104
重型汽油货车运输（载重 18t）	0.104
轻型柴油货车运输（载重 1.8t）	0.0495
中型柴油货车运输（载重 4.5t）	0.0425
重型柴油货车运输（载重 12t）	0.0835
重型柴油货车运输（载重 18t）	0.125
重型柴油货车运输（载重 30t）	0.0495
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（载重 2000t）	0.019
干散货船运输（载重 2500t）	0.015
集装箱船运输（载重 200TEU）	0.012

附录 E
（资料性附录）
部品部件建材排放因子

F.1　部品部件建材排放因子按表 F.1 选取。

附录 F.1 部品部件建材碳足迹数据

类别	建筑材料类别	碳足迹数据	来源	核查数据日期	核查边界
原材料	钢板类				
	工角槽				
	镀锌卷				
	热轧 H 钢				
	方矩管				
主钢结构体系	钢结构				摇篮到大门
	钢梁				
	钢柱				
	檩条				
辅材	螺栓				
	栓钉				
	焊条				
外围护	彩钢板				
	墙体保温				
	墙体彩钢				
其他	兼强轻型板				摇篮到大门
	防火涂料				
	可拆卸楼承板				
	不拆楼承板				
	石膏自流平				
	焊条				
	陶瓷砖				摇篮到大门
	卫生陶瓷				摇篮到大门
	纸面石膏板				摇篮到大门
	木门				摇篮到大门
	防火涂料				
	机制砂				

附录 F
（资料性附录）
分部分项工程平米碳排放指标

E.1　分部分项工程平方米碳排放按表 E.1 编制。

附录 E.1 分部分项工程平方米碳排放

序号	分部工程	子分部工程	平方米碳排放 $kgCO_2/m^2$
1	地基与基础	土方工程	
		石方工程	
		地基处理	
		基坑与边坡支护	
		桩基	
		地下防水	
		基础砌体	
		混凝土基础	
		钢筋工程	
2	主体结构	混凝土结构	
		钢筋工程	
		砌体结构	
3	建筑装饰装修	建筑地面	
		抹灰	
		外墙防水	
		外墙门窗	
		防火门、室内门	
		天棚工程	
		轻质隔墙	
		饰面板（砖）	
		幕墙	
		涂饰	
		裱糊与软包	
4	屋面	基层与保护	
		保温与隔热	
		防水与密封	
		瓦面与板面	
5	建筑水电安装	室内给水系统	
		综合管线预埋	
		室内热水系统	
		室内供暖系统	
		室外排水管网	

		建筑饮用水供应系统	
		建筑中水系统及雨水利用系统	
		热源及辅助设备	
6	建筑配套工程	室内消防	
		室内燃气	
		室内空调机冷凝水	
		室内通风	
		太阳能供暖空调系统	
		通信	
		智能化	
7	建筑电气	变配电室	
		电气动力	
		电气照明	
		备用和不间断电源	
		防雷及接地	
8	措施项目	脚手架工程	
		模板及支架支撑工程	
		垂直运输工程	
		大型机械设备进出场及安拆	
		临时设施	

本标准用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

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

GB/T 2589　综合能耗计算通则
GB/T 24040　环境管理 生命周期评价 原则与框架
GB/T 24044　环境管理 生命周期评价 要求与指南
GB/T 32150　工业企业温室气体排放核算和报告通则
GB/T 50878　绿色工业建筑评价标准
GB 51245　工业建筑节能设计统一标准
GB/T 51366　建筑碳排放计算标准

中国节能协会团体标准

钢结构工业建筑施工阶段碳排放计算标准

T/CECA XXX-2023

条文说明

编 制 说 明

《钢结构工业化建筑碳排放计算标准》T/CECA XXX-2023 经中国建筑节能协会 2023 年 12 月 25 日以第 号公告批准发布。

本标准是专门针对钢结构工业化建筑碳排放计算的规范，指导钢结构工业化建筑全生命周期碳排放计算，为钢结构工业化建筑的节能降碳提供参考依据。在编写过程中， 编写组进行了广泛的调查研究，总结了国内外碳排放计算方法，同时参考了国外 相关法规、标准，许多单位和学者进行了卓有成效的试验和研究，为标准编制提 供了极有价值的参考资料。

为了便于广大施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《钢结构工业化建筑碳排放计算标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目录

1 总则 41
2 术语和定义 42
3 基本规定 43
4 钢结构工业建筑建材生产阶段碳排放计算方法 44
5 钢结构工业建筑建材运输阶段碳排放计算方法 45
6 钢结构工业建筑建造阶段碳排放计算方法 46
7 钢结构工业建筑运行阶段碳排放计算方法 49
8 钢结构工业建筑拆除阶段碳排放计算方法 54

1 总 则

1.0.1 报告显示，2020年全国建筑与建造碳排放总量为50.8亿吨二氧化碳，占全国碳排放的比重为50.9%。2020年全国建筑运行碳排放总量为21.6亿吨二氧化碳，占全国碳排放的比重为21.7%。钢结构行业是绿色、环保、可持续发展的新兴产业。钢结构具有强度高、自重轻、抗震性能好、工业化程度高、施工周期短、环境污染少及可塑性强等综合优点。为进一步推动钢结构工业化建筑持续健康发展，亟需构建一套适合我省发展实际的钢结构工业化建筑碳排放计算和分析体系，对钢结构工业化建筑碳排放的计算统一规范计算方法。

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

1.0.2 钢结构工业化建筑全生命周期碳排放是指钢结构工业化建筑物在与其相关的建材生产、建材运输、建筑施工、建筑运行、建筑拆除五个阶段产生的温室气体排放的总和。

1.0.3 除符合国家法律法规和有关标准是钢结构工业化建筑碳排放计算的前提。本标准主要针对钢结构工业化建筑碳排放计算进行分析，涉及规划、设计、质量、安全等方面的内容还应符合国家、行业及现行有关工程建设标准的规定应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和定义

2.0.1 工业建筑是指供人民从事各类生产活动和储存的建筑物和构筑物。

2.0.2 温室气体是指大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射波的气态成分。温室气体包括但不限于二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亚氮(N_2O)、氢氟碳化物(HF- Cs)、全氟碳化物(PFCs）和六氟化硫(SF_6)。

钢结构工业建筑建造、运行、拆除过程中产生的温室气体主要为 CO_2，其计算结果通常使用 $kgCO_2e$；建材生产和运输及制冷剂排放的温室气体包括各种温室气体，其碳排放强度通常使用二氧化碳当量($kgCO_2e$）表示。CO_2 为人类活动最常产生的温室效应气体，为了统一度量整体温室效应的结果，规定以 $kgCO_2e$ 为度量温室效应的基本单位。二氧化碳当量($kgCO_2e$）指与一定质量的某种温室气体具有相同温室效应的 CO_2 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。

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

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

2.0.5 在计算厂区内所有建筑时，其碳汇可考虑厂区内绿化。

3 基本规定

3.0.1　本标准适用于单体钢结构工业建筑和同类相似钢结构工业建筑组成的建筑群的碳排放计算，包括小区内管道计算。对建筑群，则可通过对各单体钢结构工业建筑碳排放进行合计。

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

3.0.3　计算钢结构工业建筑电力消耗造成碳排放时，应采用由生态环境部公布的区域电网平均碳排放因子，2022 年公布全国统一电力排放因子为 0.5830，2023 年公布全国统一电力排放因子为 0.5703。

3.0.4　碳足迹是指对某一产品或活动在生命周期内直接及间接引起的温室气体排放量，以二氧化碳当量为单位，简而言之是指个人或企业的“碳耗用量”。其核算阶段包括完整的全生命周期（从摇篮到坟墓，B2C），即原材料生产、制造、配送销售、使用、废弃等五个阶段；以及部分生命周期（从摇篮到大门，B2B），其中仅包括原材料生产、原材料运输、产品生产三个阶段。装配式建材碳足迹是部分生命周期阶段的温室气体排放之和。

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

4 钢结构工业建筑建材生产阶段碳排放计算方法

4.1 一般规定

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

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

4.1.2 本条规定了钢结构工业化建筑建材生产阶段的碳排放应至少包括钢结构构件、围护结构及辅材建材。未来可能出现的新型建材，如果其重量比大于0.1%且采用冶金、煅烧等高能耗工艺生产的建材，也应包含在计算范围内。

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

4.1.4 钢结构工业建筑建材企业应提供第三方认证机构为企业的建材产品出具碳足迹证书，证书提供产品碳足迹值。

4.2 钢结构构件生产阶段

4.2.1 本条提供了能源碳排放量的计算公式。装配式构件生产阶段碳能源碳排放量主要是生产阶段天然气、汽油、柴油、燃气等能源的消耗量的碳排放量。

4.2.2 本条提供了生产过程中的排放量的计算公式。考虑到过程排放涉及工艺排放、逸散排放，类型比较多，包括乙炔、空调制冷剂、灭火器二氧化碳等排放，本标准暂不提供过程温室气体排放因子。企业在计算该项温室气体排放时，可根据具体情况查阅引用其他标准文献，也可根据排放量1%进行取舍。

5 钢结构工业建筑建材运输阶段碳排放计算方法

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

6 钢结构工业建筑建造阶段碳排放计算方法

6.1 一般规定

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

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

在钢结构工业化建筑建造阶段，施工机械设备和小型机具运行所需的能源动力是产生碳排放的主要部分。人员正常呼吸释放二氧化碳是人的正常生理现象，与施工人员现场劳动所呼吸释放的二氧化碳量没有本质区别，故不计入施工过程人员劳动过程的碳排放。 在钢结构工业化施工采用的主体结构的部品部件、围护及辅助材料、传统的的预拌混凝土和门窗等材料、构件和部品通常在施工场外生产工厂加工，因此不计入建造阶段能耗，但计入产品的碳足迹。但在施工现场拌制、生产的材料级构件和部品的能耗应计入。

6.2 钢结构工业建筑建造阶段施工机械能源消耗的碳排放量

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

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

6.4 钢结构工业建筑建造阶段措施项目的碳排放量

6.4.1 钢结构工业化建筑建造阶段措施费中塔吊及其他设备碳排放计算方法：根据建筑的建造组织设计中就建造设备数量和基础设计方案计算出项目建造期间的设备基础和设备安装、拆除、运输

的碳排放量。经相关项目数据核定，建造期间建造设备的碳排放量约占建造阶段的碳排放 10%。本计算能有效计算出建造措施费中塔吊等建造设备的碳排放，提升建筑碳排放计算的完整性与准确性。

6.5 钢结构工业建筑建造阶段建筑垃圾的碳排放量

6.5.1 钢结构工业化建筑建造阶段建筑垃圾量分类预估应结合施工项目全过程不同阶段的特点，对不同类别的建筑垃圾的产生量进行分阶段、分类别预估，最后汇总建筑垃圾的总量。每个施工项目可以根据分类预估的建筑垃圾量，结合建筑垃圾减量化指标制定建筑垃圾处理量。也可以参照中国工程建设标准化协会标准《施工现场建筑垃圾减量分类全过程管理标准》进行建筑垃圾量的估算。

表 1 新建工程各类建筑垃圾产生量指标

建筑类别	总产量指标 q（kg/m²）	七分法分类产量指标 q_x（kg/m2）	
住宅建筑	32	01 金属类（钢、铁）	4.0
		02-1 无机非金属类（砖瓦、陶瓷、玻璃类）	2.1
		02-2 无机非金属类（混凝土及水泥制品、砂石）	18.7
		03 木材类	5.5
		04 塑料类	0.7
		05 其他类	1.0
公共建筑	30	01 金属类（钢、铁）	3.5
		02-1 无机非金属类（砖瓦、陶瓷、玻璃类）	2.8
		02-2 无机非金属类（混凝土及水泥制品、砂石）	17
		03 木材类	5.0
		04 塑料类	0.7
		05 其他类	1.0
工业建筑	27	01 金属类（钢、铁）	2.3
		02-1 无机非金属类（砖瓦、陶瓷、玻璃类）	2.0
		02-2 无机非金属类（混凝土及水泥制品、砂石）	17
		03 木材类	4.0
		04 塑料类	0.7
		05 其他类	1.0

6.6 钢结构工业建筑建造阶段临时设施运营的碳排放量

6.6.1 建筑建造阶段临时设施是指施工企业为保证施工和管理的进行而建造的各种简易设施，包括现场临时作业棚、机具棚、材料库、办公室、休息室、厕所、化灰池、储水池、锅灶等设施；及现场临时搭建的职工宿舍、食堂、浴室、医务室、理发室、托儿所等临时福利设施。本方法包括以下内容：临时设施的碳排放包括临时设施的搭建和拆除碳排放和临时设施在使用过程中的碳排放。在标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019 中是这样规定：临时设施是指施工企业为保证施工和管理的进行而建造的各种简易设施，根据对典型工程和部分施工企业的调研，施工临时设施消耗能源用量与工程规模、工期等相关，当没有资料时，可以按分部分项工程消耗能源的 5%估算施工临时设施消耗能源用量。本方

法能有效计算出建筑在建造阶段临时设施的碳排放量，提升了建筑在建造阶段碳排放量计算的完整性与准确性。

6.7 施工运输碳排放量

6.7.1

Z—空车折返系数。

7 钢结构工业建筑运行阶段碳排放计算方法

7.1 一般规定

7.1.1 装配式建筑运行阶段的碳排放量涉及暖通空调、生活热水、照明等系统能源消耗产生的碳排放量、建筑维护过程中的碳排放、散逸碳排放及可再生能源系统产生的减碳量、建筑碳汇的减碳量的计算。在建筑碳排放边界将不同的能量消耗换算为建筑物的碳排放量，并进行汇总，最终获得建筑物的碳排放量。建筑碳汇主要来源于建筑红线范围内的绿化植被对二氧化碳的吸收，其减碳效果应该在碳排放计算结果中扣减，但要根据相关方法学。

7.1.2 现行国家标准《钢结构工程技术规程》对建筑设计使用年限划为二类，见表 3，其中钢结构工业建筑建筑设计寿命为 50 年。

表 3 建筑设计使用年限

类别	设计年限（年）	示例
1	50	普通建筑和构筑物
2	100	纪念性建筑和特别重要建筑

7.2 建筑材料围护的过程的碳排放量

7.2.1 运行阶段的材料主要是指建筑本身屋面、厂房围护、厂房保养等，其在运行阶段所产生的碳排放量主要包括材料的生产和运输阶段、安装阶段、拆除回收阶段。

7.3 生活、办公建筑运行阶段的碳排放量

7.3.1 运行阶段的能源消耗可采取实际计量，在建建筑可采用软件模拟取平均参考值的方法来计算建筑采暖空调系统的能耗。

7.3.2 假定制冷设备达到使用寿命后，制冷剂不回收。HCFC-22、HFC-134、HFC-134a的GWP值分别为1760、1120、1300；其他制冷剂的GWP值可参考IPCC第五次评估报告。

7.4 生活热水系统

7.4.1 生活热水的需求量同室内人员的数量、使用习惯和活动类型有关。生活热水的计算应按室内的人员和房间的类别来计算，而不是按房间面积来确定。这里的生活热水不包括饮用水和炊事用水，仅包括日常洗浴的热水供应。生活热水消耗的能源是建筑物碳排放的重要组成部分。但生活热水的使用具有很大的随机性，很难找到准确的规律，因此，生活热水的能耗很难准确计算，使用模式对最终的计算结果有很重大的影响。实际使用中，生活热水也有多种供给方式，包括集中生活热水供应和分散式生活热水供应。使用的热源也种类繁多，包括燃煤锅炉、燃气锅炉、空气源热泵、电热水器、燃气热水器等。本计算方法中对生活热水的计算针对单栋建筑物，采用准静态计算方法计算建筑物的生活热水的能量消耗，最终计算出建筑物的生活热水产生的碳排放。4.187为水的比热容，单位为KJ/(kg・K)。

考虑到太阳能系统在生活热水中的广泛应用，需扣除太阳能系统对生活热水热量的贡献，再考虑不同生活热水热源效率，计算生活热水总能耗。准确计算生活热水在储存、输配过程中的各项热损失，包括生活热水输配热损失、储热水箱热损失和二次循环能耗损失是生活热水系统能耗计算的难点，这些损失通过生活热水输配效率(n）综合考虑。生活热水系统的热源包括电热水器、燃气热水器、热泵热水器等类型，电热水器和燃气热水器的效率较为稳定，可直接按额定功率进行计算，但热泵型热水器的效率受环境因素影响较大，应采用年系统平均效率进行计算。影响建筑物生活热水系统综合效率的其他因素主要有储水罐的热损失、配水管网的热损失、水温不稳定产生的热损失、热水循环导致的热损失等，这些都与生活热水的系统形式等有关。

7.5 照明及电梯系统

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

7.5.2 照明系统的能量消耗的计算应考虑日光照射、控制方式和室内人员的影响。建筑的使用模式是建筑中人员影响照明系统能耗的主要因素，生活习惯、经济条件、地域差异、身体健康情况都会对人的行为模式产生影响，为了更为准确地考虑建筑物内人员对建筑物的照明能耗的影响，通常假定建筑物中的人员具有一致的行为习惯，此时，照明系统固有的控制方式是影响建筑物照明能耗的主要影响因素。照明系统可以根据人员需求对房间内的照明系统进行开关控制，人员感应控制可以根据室内人员的有无对照明系统进行控制，光电控制可以根据自然采光下的房间照度对照明系统进行控制，因此照明系统的控制方式是影响照明系统开启时间的重要因素。

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

7.5.4 随着社会经济的快速发展，电梯的使用量急剧增长，电梯的能耗强度大，其能耗受使用时间影响较大。随着电梯技术，尤其是驱动技术的发展，除了大吨位货梯，永磁同步曳引机驱动的曳引电梯已经成为新装电梯的标准配置。电梯的能耗情况不仅与电梯自身的配置情况有关，而且还与建筑的结构、电梯的数量和布局、建筑内客流情况以及电梯的调度情况有关，因此电梯的能耗计算复杂，准确计算需要通过建立能耗仿真模型等方式计算电梯的耗电量。本标准为了提高计算效率，参照国际标准Energy performance of lifts, escalators and moving walks ISO 25745-2:2015引入简易的估算方式。电梯在使用过程中，能量消耗主要体现在运行能耗和待机能耗两部分。德国标准Lifts energy efficiency VDI 4707.1是国际上比较通用的电梯能效标识系统，我国检测机构已经依据该标准开展相关测试和认证工作。标准中待机的能量需求等级和运行时的能量需求等级见表5和表6。

表 5 待机时的能量需求等级

输出(W)	≤50	-50,100	(100,2007	(200,4007	-400,800	-8,001,600	>1600
等级	A	B	C	D	E	F	G

表 6 运行时的能量需求等级

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
等级	A	B	C	D	E	F	G

国内外学者对电梯的待机时间和运行时间进行了研究和总结，表 7 中列出了相关研究结果，可供计算时使用。

表 7 常见电梯平均运行时间和平均待机时间

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

7.6　可再生能源系统的碳减排量

7.6.1　现行国家标准《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378对可再生能源的三种形式进行了规定，可再生能源提供的生活用热水，可再生能源提供的空调用冷量和热量，可再生能源提供的电量。这三种形式分别对应的是太阳能光热系统、地源热泵系统(包括地埋管式及水源式）、太阳能光伏发电系统等。从应用范围及技术成熟角度出发，规定建筑物碳排放计算的可再生能源包括太阳能光热系统、太阳能光电系统、地源热泵系统及风力发电系统。可再生能源系统的碳减排量受资源和能源系统的实际用能量影响，计算建筑物碳排放时，应考虑可再生能源供应与建筑能源消耗的匹配性，计算建筑实际消耗的可再生能源产生的能源并在对应的建筑能源系统的能源消耗量中直接扣除。

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

当前的太阳能电池种类包括晶体硅电池、薄膜电池及其他材料电池。其中硅电池又分为单晶电池、多晶电池和无定形硅薄膜电池等。对太阳能电池而言，最重要的参数是光电转换效率，在实验室所研发的硅基太阳能电池中，单晶硅电池效率为 25.0%，多晶硅电池效率为 20 .4%，铜铟镓硒薄膜(CIGS）电

池效率达 19.6 %，碲化镉(CdTe）薄膜电池效率达 16.7%，非晶硅(无定形硅）薄膜电池的效率为 10.1%，而在实际应用中效率略低这一水平。表 8 提供了一些常见的光伏电池的转换效率(kg)。

表 8 光伏电池转换效率

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

光伏发电系统在光电转换和输配过程中存在能量的损失，表 9 列出了常见环节的损失效率。

表 9 光电系统损失效率

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

注：1、光伏系统光伏面板的净面积计算时不包括支撑结构。

2、隔音板发电量应按厂商提供技术数据进行核算。

3、应按照光伏的衰减比例计算使用年限的发电量。

7.6.3 风力发电机组的年发电量可按下式计算：本条提供了风力发电系统年发电量的简化计算公式。地形类别和相关系数见表 3，风力涡轮机效率见表 4。年可利用平均风速为风速大于 0m/s 时刻的风速的平均值。8760 为一年中的小时数。

表 3 地形类别和相关系数

地形类别	场地因子	地表粗糙系数
开阔平地	0.17	0.01
有护栏的农村，临时的农村建筑、房屋或数目	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 风力涡轮机效率

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%

7.7 碳汇

7.7.1 造林是基于自然的解决方案，是通过森林生态系统固碳增汇、减缓气候变化的重要途径。造林碳汇项目通过增加森林生物质、死有机质、土壤有机碳碳储量，实现二氧化碳的清除。

8 钢结构工业建筑拆除阶段碳排放计算方法

8.1 一般规定

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

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

8.4 钢结构工业建筑可利用材料的碳减排量

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

表 2 建材回收系数

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