

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51366-2019

建筑碳排放计算标准

Standard for building carbon emission calculation

2019-04-09 发布

2019-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

建筑碳排放计算标准

Standard for building carbon emission calculation

GB/T 51366 – 2019

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 9 年 1 2 月 1 日

中国建筑工业出版社

2019 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

2019 年 第 101 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《建筑碳排放计算标准》的公告

现批准《建筑碳排放计算标准》为国家标准，编号为 GB/T 51366-2019，自 2019 年 12 月 1 日起实施。

本标准在住房和城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2019 年 4 月 9 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2013]169 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本标准。

本标准的主要技术内容是:1. 总则;2. 术语和符号;3. 基本规定;4. 运行阶段碳排放计算;5. 建造及拆除阶段碳排放计算;6. 建材生产及运输阶段碳排放计算。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由中国建筑科学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,请寄送中国建筑科学研究院有限公司(地址:北京市北三环东路 30 号,邮编:100013)。

本 标 准 主 编 单 位:中国建筑科学研究院有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

本 标 准 参 编 单 位:中国建筑技术集团有限公司

四川大学

北京华通三可咨询有限公司

清华大学

中国建材检验认证集团股份有限公司

中国质量认证中心

中国标准化研究院

深圳市建筑科学研究院股份有限公司

北京建筑技术发展有限责任公司

北京环境交易所有限公司

广州碳排放权交易中心有限公司

北京天正软件股份有限公司

四川华构住宅工业有限公司
中建三局第一建设工程有限责任公司
北京金茂绿建科技有限公司
成都亿科环境科技有限公司

本标准主要起草人员：徐 伟 李本强 张时聪 王建军
王洪涛 王侃宏 孙德宇 蒋 荃
鲁传一 佟 庆 马丽萍 韩建军
陈建华 刘俊跃 罗淑湘 邹 毅
保 喆 何更新 窦春伦 候键频
车大桥 尹 奎 左建波 张 莉
本标准主要审查人员：徐宏庆 孟庆林 冯 雅 白 泉
葛 坚 曹永敏 王云新 闫增峰
鲍宇清

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	6
4	运行阶段碳排放计算	7
4.1	一般规定	7
4.2	暖通空调系统	8
4.3	生活热水系统	10
4.4	照明及电梯系统	11
4.5	可再生能源系统	12
5	建造及拆除阶段碳排放计算	14
5.1	一般规定	14
5.2	建筑建造	14
5.3	建筑拆除	16
6	建材生产及运输阶段碳排放计算	18
6.1	一般规定	18
6.2	建材生产	18
6.3	建材运输	19
附录 A	主要能源碳排放因子	21
附录 B	建筑物运行特征	23
附录 C	常用施工机械台班能源用量	27
附录 D	建材碳排放因子	34

附录 E 建材运输碳排放因子 37

本标准用词说明 38

引用标准名录 39

附：条文说明 41

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	6
4	Carbon Emission Calculation for Operation Period	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Building HVAC System	8
4.3	Domestic Hot Water System	10
4.4	Lighting and Elevator System	11
4.5	Renewable Energy System	12
5	Carbon Emission Calculation for Construction and Demolition Period	14
5.1	General Requirements	14
5.2	Building Construction	14
5.3	Building Demolition	16
6	Carbon Emission Calculation for Building Material Production and Transportation Period	18
6.1	General Requirements	18
6.2	Building Material Production	18
6.3	Building Material Transportation	19
Appendix A	Main Energy Carbon Emission Factor	21
Appendix B	Building Using Characteristics	23
Appendix C	Fuel Consumption Rating Per Machine Per Team	27

Appendix D	Carbon Emission Factor for Building	
	Material	34
Appendix E	Carbon Emission Factor for Building	
	Material Transportation	37
Explanation of Wording in This Standard		38
List of Quoted Standards		39
Addition; Explanation of Provisions		41

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 本标准适用于新建、扩建和改建的民用建筑的运行、建造及拆除、建材生产及运输阶段的碳排放计算。

1.0.3 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 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 建筑碳排放 building carbon emission

建筑物在与其有关的建材生产及运输、建造及拆除、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。

2.1.2 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。

2.1.3 碳排放因子 carbon emission factor

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

2.1.4 建筑碳汇 carbon sink of buildings

在划定的建筑物项目范围内，绿化、植被从空气中吸收并存储的二氧化碳量。

2.1.5 全球变暖潜值 global warming potential

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

2.2 符 号

2.2.1 几何尺寸

A ——建筑面积；

A_c ——太阳集热器面积；

A_i ——第 i 个房间照明面积；

A_p ——光伏系统光伏面板净面积；

A_w ——风机叶片迎风面积；

D ——风机叶片直径；

D_i ——第 i 种建材平均运输距离。

2.2.2 碳排放量

C_{CC} ——建筑拆除阶段单位建筑面积的碳排放量；

C_p ——建筑绿地碳汇系统年减碳量；

C_M ——建筑运行阶段单位建筑面积碳排放量；

C_r ——建筑使用制冷剂产生的碳排放量；

C_{JC} ——建材生产及运输阶段单位建筑面积的碳排放量；

C_{JZ} ——建筑建造阶段单位建筑面积的碳排放量；

C_{sc} ——建材生产阶段碳排放；

C_{ys} ——建材运输过程碳排放。

2.2.3 能源供给、消耗量

E_e ——年电梯能耗；

E_i ——建筑第 i 类能源年消耗量；

E_{cc} ——建筑拆除阶段能源用量；

$E_{cc,i}$ ——建筑拆除阶段第 i 种能源总用量；

E_{cs} ——措施项目总能源用量；

$E_{i,j}$ —— j 类系统的第 i 类能源消耗量；

E_{jz} ——建筑建造阶段总能源用量；

$E_{jz,i}$ ——建筑建造阶段第 i 种能源总用量；

$E_{jj,i}$ ——第 i 个项目中，小型施工机具不列入机械台班消耗量，但其消耗的能源列入材料的部分能源用量；

E_{fx} ——分部分项工程总能源用量；

EF_i ——第 i 类能源的碳排放因子；

E_l ——照明系统年能耗；

E_{pv} ——光伏系统的年发电量；

$E_{standby}$ ——电梯待机时能耗；

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

E_{wt} ——风力发电机组的年发电量；

E_w ——生活热水系统年能源消耗；

I ——光伏电池表面的年太阳辐射照度；
 J_T ——太阳集热器采光面上的年平均太阳辐照量；
 M_i ——第 i 种主要建材的消耗量；
 P ——特定能量消耗；
 $P_{i,j}$ ——第 j 日第 i 个房间照明功率密度值；
 P_p ——应急灯照明功率密度；
 $Q_{cc,i}$ ——第 i 个拆除项目的工程量；
 Q_r ——生活热水年耗热量；
 Q_{rp} ——生活热水小时平均耗热量；
 Q_s ——太阳能系统提供的生活热水热量；
 $Q_{s,a}$ ——太阳能热水系统的年供能量；
 $Q_{ix,i}$ ——分部分项工程中第 i 个项目的工程量；
 $Q_{cs,i}$ ——措施项目中第 i 个项目的工程量；
 q_r ——热水用水定额；
 R_j ——第 i 个项目第 j 种施工机械单位台班的能源用量；
 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；
 $T_{i,j}$ ——第 i 个项目单位工程量第 j 种施工机械台班消耗量；
 $T_{A-i,j}$ ——第 i 个措施项目单位工程量第 j 种施工机械台班消耗量；
 $T_{B-i,j}$ ——第 i 个拆除项目单位工程量第 j 种施工机械台班消耗量。

2.2.4 计算系数

APD ——年平均能量密度；
 $C_R(z)$ ——依据高度计算的粗糙系数；
 EPF ——根据典型气象年数据中逐时风速计算出的因子；
 F_i ——第 i 种主要建材的碳排放因子；
 $f_{ix,i}$ ——分部分项工程中第 i 个项目的能耗系数；
 $f_{cs,i}$ ——措施项目中第 i 个项目的能耗系数；
 $f_{cc,i}$ ——第 i 个拆除项目每计量单位的能耗系数；

GWP_r ——制冷剂 r 的全球变暖潜值；
 K_E ——光伏电池的转换效率；
 K_S ——光伏系统的损失效率；
 m ——用水计算单位数；
 K_{WT} ——风力发电机组的转换效率；
 η_f ——生活热水输配效率；
 η_w ——生活热水系统热源年平均效率；
 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。

2.2.5 风速、温度、密度和时间

m_r ——制冷剂充注量；
 $t_{i,j}$ ——第 j 日第 i 个房间照明时间；
 T ——年生活热水使用小时数；
 t_a ——电梯年平均运行小时数；
 t_r ——设计热水温度；
 t_l ——设计冷水温度；
 t_s ——电梯年平均待机小时数；
 V ——电梯速度；
 V_0 ——年可利用平均风速；
 V_i ——逐时风速；
 W ——电梯额定载重量；
 y ——建筑设计寿命；
 y_e ——设备使用寿命；
 ρ ——空气密度；
 ρ_r ——热水密度。

2.2.6 其他

K_R ——场地因子；
 r ——制冷剂类型；
 z_0 ——地表粗糙系数。

3 基本规定

- 3.0.1 建筑物碳排放计算应以单栋建筑或建筑群为计算对象。
- 3.0.2 建筑碳排放计算方法可用于建筑设计阶段对碳排放量进行计算，或在建筑物建造后对碳排放量进行核算。
- 3.0.3 建筑物碳排放计算应根据不同需求按阶段进行计算，并将分段计算结果累计为建筑全生命期碳排放。
- 3.0.4 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。
- 3.0.5 建筑运行、建造及拆除阶段中因电力消耗造成的碳排放计算，应采用由国家相关机构公布的区域电网平均碳排放因子。
- 3.0.6 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建筑碳排放计算软件计算。

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计算范围应包括暖通空调、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。

4.1.2 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 50 年计算。

4.1.3 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。

4.1.4 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)应按下列公式计算：

$$C_M = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (E_i EF_i) - C_p \right] y}{A} \quad (4.1.4-1)$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n (E_{i,j} - ER_{i,j}) \quad (4.1.4-2)$$

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(单位/a)；

EF_i ——第 i 类能源的碳排放因子，按本标准附录 A 取值；

$E_{i,j}$ —— j 类系统的第 i 类能源消耗量(单位/a)；

$ER_{i,j}$ —— j 类系统消耗由可再生能源系统提供的第 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、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)；
- A ——建筑面积(m^2)。

4.2 暖通空调系统

4.2.1 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。

4.2.2 暖通空调系统能耗计算方法应符合下列规定：

- 1 应采用月平均方法计算年累计冷负荷和累计热负荷；
- 2 应分别设置工作日和节假日室内人员数量、照明功率、设备功率、室内设定温度、供暖和空调系统运行时间；
- 3 应根据负荷计算结果和室内环境参数计算供暖和供冷起止时间；
- 4 应反映建筑外围护结构热惰性对负荷的影响；
- 5 负荷计算时应能够计算不少于 10 个建筑分区；
- 6 应计算暖通空调系统间歇运行对负荷计算结果的影响；
- 7 应考虑能源系统形式、效率、部分负荷特性对能耗的影响；
- 8 计算结果应包括负荷计算结果、按能源类型输出系统能耗计算结果；
- 9 建筑运行参数可参照本标准附录 B 的建筑物运行特征确定。

4.2.3 建筑碳排放计算模型中建筑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)情况。

4.2.4 年供暖(供冷)负荷应包括围护结构的热损失和处理新风的热(冷)需求；处理新风的热(冷)需求应扣除从排风中回收的热量(冷量)。

- 4.2.5 建筑碳排放计算中建筑室内环境计算参数应与设计参数一致，并应符合国家现行相关标准的要求。
- 4.2.6 建筑碳排放计算气象参数的选取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。
- 4.2.7 建筑碳排放计算应定义建筑围护结构，围护结构的热工性能及构造做法应与设计文件一致。
- 4.2.8 建筑碳排放计算中应分别计算建筑累积冷负荷和累积热负荷。
- 4.2.9 建筑碳排放计算中的累积冷热负荷应根据下列内容确定：
- 1 通过围护结构传入的热量；
 - 2 透过透明围护结构进入的太阳辐射热量；
 - 3 人体散热量；
 - 4 照明散热量；
 - 5 设备、器具、管道及其他内部热源的散热量；
 - 6 食品或物料的散热量；
 - 7 渗透空气带入的热量；
 - 8 伴随各种散湿过程产生的潜热量。
- 4.2.10 建筑碳排放计算时应计算气密性、风压和热压的作用、人员密度、新风量、热回收系统效率对通风负荷的影响。
- 4.2.11 建筑累积冷负荷和热负荷应根据建筑物分区的空调系统计算，同一暖通空调系统服务的建筑物分区的冷负荷和热负荷应分别进行求和计算。
- 4.2.12 根据建筑年供冷负荷和年供暖负荷计算暖通空调系统终端能耗时应根据下列影响因素分别进行计算：
- 1 供冷供暖系统类型；
 - 2 冷源和热源的效率；
 - 3 泵与风机的能耗情况；
 - 4 末端类型；
 - 5 系统控制策略；
 - 6 系统运行内部冷热抵消等情况；

7 暖通空调系统能量输送介质的影响;

8 冷热回收措施。

4.2.13 暖通空调系统中由于制冷剂使用而产生的温室气体排放,应按式(4.2.13)计算:

$$C_r = \frac{m_r}{y_e} GWP_r / 1000 \quad (4.2.13)$$

式中: C_r ——建筑使用制冷剂产生的碳排放量(tCO_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。

4.2.14 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。

4.2.15 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。

4.2.16 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。

4.3 生活热水系统

4.3.1 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,并按下列公式计算:

$$Q_{rp} = 4.187 \frac{mq_r C_r (t_r - t_l) \rho_r}{1000} \quad (4.3.1-1)$$

$$Q_r = T Q_{rp} \quad (4.3.1-2)$$

式中: Q_r ——生活热水年耗热量(kWh/a);

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》GB 50555 确定;

ρ_r ——热水密度(kg/L);
 t_r ——设计热水温度(°C);
 t_l ——设计冷水温度(°C)。

4.3.2 建筑生活热水系统能耗应按式计算,且计算采用的生活热水系统的热源效率应与设计文件一致。

$$E_w = \frac{\frac{Q_r}{\eta_r} - Q_s}{\eta_w} \quad (4.3.2)$$

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 ——太阳能系统提供的生活热水热量(kWh/a);

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(%).

4.4 照明及电梯系统

4.4.1 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。

4.4.2 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。

4.4.3 照明系统无光电自动控制系统时,其能耗计算可按式计算:

$$E_l = \frac{\sum_{j=1}^{365} \sum_i P_{i,j} A_i t_{i,j} + 24 P_p A}{1000} \quad (4.4.3)$$

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——建筑面积(m^2)。

4.4.4 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。

$$E_e = \frac{3.6Pt_a VW + E_{\text{standby}} t_s}{1000} \quad (4.4.4)$$

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)；

V ——电梯速度(m/s)；

W ——电梯额定载重量(kg)；

E_{standby} ——电梯待机时能耗(W)；

t_s ——电梯年平均待机小时数(h)。

4.5 可再生能源系统

4.5.1 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。

4.5.2 太阳能热水系统提供能量可按下式计算：

$$Q_{s,a} = \frac{A_c J_T (1 - \eta_l) \eta_{cd}}{3.6} \quad (4.5.2)$$

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(m^2)；

J_T ——太阳集热器采光面上的年平均太阳辐照量(MJ/m^2)；

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(%)。

4.5.3 太阳能热水系统提供的能量不应计入生活热水的耗能量。

4.5.4 地源热泵系统的节能量应计算在暖通空调系统能耗内。

4.5.5 光伏系统的年发电量可按下式计算：

$$E_{pv} = IK_E(1 - K_S)A_p \quad (4.5.5)$$

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(%);

K_S ——光伏系统的损失效率(%);

A_p ——光伏系统光伏面板净面积(m²)。

4.5.6 风力发电机组年发电量可按下列公式计算:

$$E_{wt} = 0.5\rho C_R(z)V_0^3 A_w \rho \frac{K_{WT}}{1000} \quad (4.5.6-1)$$

$$C_R(z) = K_R \ln(z/z_0) \quad (4.5.6-2)$$

$$A_w = 5D^2/4 \quad (4.5.6-3)$$

$$EPF = \frac{APD}{0.5\rho V_0^3} \quad (4.5.6-4)$$

$$APD = \frac{\sum_{i=1}^{8760} 0.5\rho V_i^3}{8760} \quad (4.5.6-5)$$

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;

V_0 ——年可利用平均风速(m/s);

A_w ——风机叶片迎风面积(m²);

D ——风机叶片直径(m);

EPF ——根据典型气象年数据中逐时风速计算出的因子;

APD ——年平均能量密度(W/m²);

V_i ——逐时风速(m/s);

K_{WT} ——风力发电机组的转换效率。

5 建造及拆除阶段碳排放计算

5.1 一般规定

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

5.1.2 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。

5.1.3 建筑建造和拆除阶段的碳排放的计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，拆除阶段碳排放计算时间边界应从拆除起至拆除肢解并从楼层运出止；

2 建筑施工现场区域内的机械设备、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 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。

5.2 建筑建造

5.2.1 建筑建造阶段的碳排放量应按下式计算：

$$C_{JZ} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{jz,i} EF_i}{A} \quad (5.2.1)$$

式中： C_{JZ} ——建筑建造阶段单位建筑面积的碳排放量(kgCO_2/m^2)；

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

EF_i ——第 i 类能源的碳排放因子(kgCO_2/kWh 或 kgCO_2/kg), 按本标准附录 A 确定;

A ——建筑面积(m^2)。

5.2.2 建造阶段的能源总用量宜采用施工工序能耗估算法计算。

5.2.3 施工工序能耗估算法的能源用量应按下式计算:

$$E_{\text{js}} = E_{\text{fx}} + E_{\text{cs}} \quad (5.2.3)$$

式中: E_{js} ——建筑建造阶段总能源用量(kWh 或 kg);

E_{fx} ——分部分项工程总能源用量(kWh 或 kg);

E_{cs} ——措施项目总能源用量(kWh 或 kg)。

5.2.4 分部分项工程能源用量应按下列公式计算:

$$E_{\text{fx}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{fx},i} f_{\text{fx},i} \quad (5.2.4-1)$$

$$f_{\text{fx},i} = \sum_{j=1}^m T_{i,j} R_j + E_{\text{ji},i} \quad (5.2.4-2)$$

式中: $Q_{\text{fx},i}$ ——分部分项工程中第 i 个项目的工程量;

$f_{\text{fx},i}$ ——分部分项工程中第 i 个项目的能耗系数($\text{kWh}/\text{工程量计量单位}$);

$T_{i,j}$ ——第 i 个项目单位工程量第 j 种施工机械台班消耗量(台班);

R_j ——第 i 个项目第 j 种施工机械单位台班的能源用量($\text{kWh}/\text{台班}$), 按本标准附录 C 确定, 当有经验数据时, 可按经验数据确定;

$E_{\text{ji},i}$ ——第 i 个项目中, 小型施工机具不列入机械台班消耗量, 但其消耗的能源列入材料的部分能源用量(kWh);

i ——分部分项工程中项目序号;

j ——施工机械序号。

5.2.5 措施项目的能耗计算应符合下列规定:

1 脚手架、模板及支架、垂直运输、建筑物超高等可计算工程量的措施项目, 其能耗应按下列公式计算:

$$E_{cs} = \sum_{i=1}^n Q_{cs,i} f_{cs,i} \quad (5.2.5-1)$$

$$f_{cs,i} = \sum_{j=1}^m T_{A-i,j} R_j \quad (5.2.5-2)$$

式中：\$Q_{cs,i}\$——措施项目中第 \$i\$ 个项目的工程量；

\$f_{cs,i}\$——措施项目中第 \$i\$ 个项目的能耗系数(kWh/工程量计量单位)；

\$T_{A-i,j}\$——第 \$i\$ 个措施项目单位工程量第 \$j\$ 种施工机械台班消耗量(台班)；

\$R_j\$——第 \$i\$ 个项目第 \$j\$ 种施工机械单位台班的能源用量(kWh/台班)，按本标准附录 C 对应的机械类别确定；

\$i\$——措施项目序号；

\$j\$——施工机械序号。

2 施工降排水应包括成井和使用两个阶段，其能源消耗应根据项目降排水专项方案计算。

3 施工临时设施消耗的能源应根据施工企业编制的临时设施布置方案和工期计算确定。

5.3 建筑拆除

5.3.1 建筑拆除阶段的单位建筑面积的碳排放量应按下式计算：

$$C_{cc} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{cc,i} EF_i}{A} \quad (5.3.1)$$

式中：\$C_{cc}\$——建筑拆除阶段单位建筑面积的碳排放量(kgCO₂/m²)；

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

\$EF_i\$——第 \$i\$ 类能源的碳排放因子(kgCO₂/kWh)，按本标准附录 A 确定；

A ——建筑面积(m^2)。

5.3.2 建筑物人工拆除和机械拆除阶段的能源用量应按下列公式计算：

$$E_{\text{cc}} = \sum_{i=1}^n Q_{\text{cc},i} f_{\text{cc},i} \quad (5.3.2-1)$$

$$f_{\text{cc},i} = \sum_{j=1}^m T_{\text{B-}i,j} R_j + E_{\text{jj},i} \quad (5.3.2-2)$$

式中： E_{cc} ——建筑拆除阶段能源用量(kWh 或 kg)；

$Q_{\text{cc},i}$ ——第 i 个拆除项目的工程量；

$f_{\text{cc},i}$ ——第 i 个拆除项目每计量单位的能耗系数(kWh/ 工程量计量单位或 kg/ 工程量计量单位)；

$T_{\text{B-}i,j}$ ——第 i 个拆除项目单位工程量第 j 种施工机械台班消耗量；

R_j ——第 i 个项目第 j 种施工机械单位台班的能源用量；

i ——拆除工程中项目序号；

j ——施工机械序号。

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

5.3.4 建筑物拆除后的垃圾外运产生的能源用量应按本标准第 6.3 节的规定计算。

6 建材生产及运输阶段碳排放计算

6.1 一般规定

6.1.1 建材碳排放应包含建材生产阶段及运输阶段的碳排放，并按现行国家标准《环境管理 生命周期评价 原则与框架》GB/T 24040、《环境管理 生命周期评价 要求与指南》GB/T 24044 计算。

6.1.2 建材生产及运输阶段的碳排放应为建材生产阶段碳排放与建材运输阶段碳排放之和，并按下式计算：

$$C_{JC} = \frac{C_{sc} + C_{ys}}{A} \quad (6.1.2)$$

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

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

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

A ——建筑面积 (m^2)。

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

1 所选主要建筑材料的总重量不应低于建筑中所耗建材总重量的 95%；

2 当符合本条第 1 款的规定时，重量比小于 0.1% 的建筑材料可不计算。

6.2 建材生产

6.2.1 建材生产阶段碳排放应按下式计算：

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

式中： C_{sc} ——建材生产阶段碳排放(kg CO₂e)；

M_i ——第 i 种主要建材的消耗量；

F_i ——第 i 种主要建材的碳排放因子(kg CO₂e/单位建材数量)，按本标准附录 D 取值。

6.2.2 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。

6.2.3 建材生产阶段的碳排放因子(F_i)应包括下列内容：

- 1 建筑材料生产涉及原材料的开采、生产过程的碳排放；
- 2 建筑材料生产涉及能源的开采、生产过程的碳排放；
- 3 建筑材料生产涉及原材料、能源的运输过程的碳排放；
- 4 建筑材料生产过程的直接碳排放。

6.2.4 建材生产阶段的碳排放因子宜选用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 D 执行。

6.2.5 建材生产时，当使用低价值废料作为原料时，可忽略其上游过程的碳过程。当使用其他再生原料时，应按其所替代的初生原料的碳排放的 50% 计算；建筑建造和拆除阶段产生的可再生建筑废料，可按其可替代的初生原料的碳排放的 50% 计算，并应从建筑碳排放中扣除。

6.3 建 材 运 输

6.3.1 建材运输阶段碳排放应按下式计算：

$$C_{ys} = \sum_{i=1}^n M_i D_i T_i \quad (6.3.1)$$

式中： C_{ys} ——建材运输过程碳排放(kg CO₂e)；

M_i ——第 i 种主要建材的消耗量(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[kg CO₂e/(t·km)]。

6.3.2 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 E 中的默认值取值。

6.3.3 建材运输阶段的碳排放因子 (T_i) 应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。建材运输阶段的碳排放因子 (T_i) 可按本标准附录 E 的缺省值取值。

附录 A 主要能源碳排放因子

A.0.1 化石燃料碳排放因子应按表 A.0.1 选取。

表 A.0.1 化石燃料碳排放因子

分类	燃料类型	单位热值含碳量 (tC/TJ)	碳氧化率 (%)	单位热值 CO ₂ 排放因子 (tCO ₂ /TJ)
固体燃料	无烟煤	27.4	0.94	94.44
	烟煤	26.1	0.93	89.00
	褐煤	28.0	0.96	98.56
	炼焦煤	25.4	0.98	91.27
	型煤	33.6	0.90	110.88
	焦炭	29.5	0.93	100.60
	其他焦化产品	29.5	0.93	100.60
液体燃料	原油	20.1	0.98	72.23
	燃料油	21.1	0.98	75.82
	汽油	18.9	0.98	67.91
	柴油	20.2	0.98	72.59
	喷气煤油	19.5	0.98	70.07
	一般煤油	19.6	0.98	70.43
	NGL 天然气凝液	17.2	0.98	61.81
	LPG 液化石油气	17.2	0.98	61.81
	炼厂干气	18.2	0.98	65.40
	石脑油	20.0	0.98	71.87
	沥青	22.0	0.98	79.05
	润滑油	20.0	0.98	71.87

续表 A.0.1

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)
液体燃料	石油焦	27.5	0.98	98.82
	石化原料油	20.0	0.98	71.87
	其他油品	20.0	0.98	71.87
气体燃料	天然气	15.3	0.99	55.54

A.0.2 其他能源碳排放因子应按表 A.0.2 选取。

表 A.0.2 其他能源碳排放因子

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

附录 B 建筑物运行特征

B.0.1 计算建筑物碳排放时建筑物运行特征应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1 建筑物运行特征

建筑类型	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)	人均新风量 [m ³ /(h·人)]
居住建筑	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
	办公室	是	是	26	65	20	—	500	13	294	18	30
公共建筑	密集办公室	是	是	26	65	20	—	300	20	294	11	30

续表 B.0.1

建筑类型	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)	人均新风量 [m ³ /(h·人)]
公共 建筑	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
	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

续表 B.0.1

建筑类型	房间类型	是否 空调	是否 供暖	夏季设计 温度 (°C)	夏季设计 相对湿度 (%)	冬季设计 温度 (°C)	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)	人均新风量 [m ³ /(h·人)]
公共 建筑	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
	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
	台球房	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

续表 B.0.1

建筑类型	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)	人均新风量 [m ³ /(h·人)]
公共建筑	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
	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

附录 C 常用施工机械台班能源用量

C.0.1 常用施工机械的单位台班的能源消耗量可按表 C.0.1 选用。

表 C.0.1 常用施工机械台班能源用量

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
1	履带式 推土机	功率	75kW	--	56.50	--
2			105kW	--	60.80	--
3			135kW	--	66.80	--
4	履带式 单斗液压挖掘机	斗容量	0.6m ³	--	33.68	--
5			1m ³	--	63.00	--
6	轮胎式装载机	斗容量	1m ³	--	52.73	--
7			1.5m ³	--	58.75	--
8	钢轮内燃压 路机	工作质量	8t	--	19.79	--
9			15t	--	42.95	--
10	电动夯实机	夯击能量	250N·m	--	--	16.6
11	强夯机械	夯击能量	1200kN·m	--	32.75	--
12			2000kN·m	--	42.76	--
13			3000kN·m	--	55.27	--
14			4000kN·m	--	58.22	--
15			5000kN·m	--	81.44	--
16	锚杆钻孔机	锚杆直径	32mm	--	69.72	--
17	履带式柴 油打桩机	冲击质量	2.5t	--	44.37	--
18			3.5t	--	47.94	--
19			5t	--	53.93	--
20			7t	--	57.40	--
21			8t	--	59.14	--

续表 C.0.1

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

续表 C. 0. 1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
47	履带式 起重机	提升质量	25t	—	36. 98	—
48			30t	—	41. 61	—
49			40t	—	42. 46	—
50			50t	—	44. 03	—
51			60t	—	47. 17	—
52	轮胎式起重机	提升质量	25t	—	46. 26	—
53			40t	—	62. 76	—
54			50t	—	64. 76	—
55	汽车式起重机	提升质量	8t	—	28. 43	—
56			12t	—	30. 55	—
57			16t	—	35. 85	—
58			20t	—	38. 41	—
59			30t	—	42. 14	—
60			40t	—	48. 52	—
61	叉式起重机	提升质量	3 t	26. 46	—	—
62	自升式塔式起 重机	提升质量	400t	—	—	164. 31
63			60t	—	—	166. 29
64			800t	—	—	169. 16
65			1000t	—	—	170. 02
66			2500t	—	—	266. 04
67			3000t	—	—	295. 60
68	门式起重机	提升质量	10t	—	—	88. 29
69	载重汽车	装载质量	4t	25. 48	—	—
70			6t	—	33. 24	—
71			8t	—	35. 49	—
72			12t	—	46. 27	—
73			15t	—	56. 74	—
74			20t	—	62. 56	—

续表 C.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
75	自卸汽车	装载质量	5t	31.34	—	—
76			15t	—	52.93	—
77	平板拖车组	装载质量	20t	—	45.39	—
78	机动翻斗车	装载质量	1t	—	6.03	—
79	洒水车	灌容量	4000L	30.21	—	—
80	泥浆罐车	灌容量	5000L	31.57	—	—
81	电动单筒快速卷扬机	牵引力	10kN	—	—	32.90
82	电动单筒慢速卷扬机	牵引力	10kN	—	—	126.00
83			30kN	—	—	28.76
84	单笼施工电梯	提升质量 1t	提升高度	75m	—	42.32
85			100m	—	—	45.66
86	双笼施工电梯	提升质量 2t	100m	—	—	81.86
87			200m	—	—	159.94
88	平台作业升降车	提升高度	20m	—	48.25	
89	涡桨式混凝土搅拌机	出料容量	250L	—	—	34.10
90			500L	—	—	107.71
91	双锥反转出料混凝土搅拌机	出料容量	500L	—	—	55.04
92	混凝土输送泵	输送量	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

续表 C.0.1

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

续表 C.0.1

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

续表 C.0.1

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kWh)
145	点焊机	容量	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 D 建材碳排放因子

D.0.1 建筑材料碳排放因子应按表 D.0.1 选取。

表 D.0.1 建筑材料碳排放因子

建筑材料类别	建筑材料碳排放因子
普通硅酸盐水泥(市场平均)	735 kg CO ₂ e/t
C30 混凝土	295 kg CO ₂ e/m ³
C50 混凝土	385 kg CO ₂ e/ m ³
石灰生产(市场平均)	1190 kg CO ₂ e/t
消石灰(熟石灰、氢氧化钙)	747 kg CO ₂ e/t
天然石膏	32.8 kg CO ₂ e/t
砂($f=1.6\sim3.0$)	2.51 kg CO ₂ e/t
碎石($d=10\text{mm}\sim30\text{mm}$)	2.18 kg CO ₂ e/t
页岩石	5.08 kg CO ₂ e/t
黏土	2.69 kg CO ₂ e/t
混凝土砖(240mm×115mm×90mm)	336 kg CO ₂ e/m ³
蒸压粉煤灰砖(240mm×115mm×53mm)	341 kg CO ₂ e/m ³
烧结粉煤灰实心砖(240mm×115mm×53mm, 掺入量为 50%)	134 kg CO ₂ e/m ³
页岩实心砖(240mm×115mm×53mm)	292 kg CO ₂ e/m ³
页岩空心砖(240mm×115mm×53mm)	204 kg CO ₂ e/m ³
黏土空心砖(240mm×115mm×53mm)	250 kg CO ₂ e/m ³
煤矸石实心砖(240mm×115mm×53mm, 90%掺入量)	22.8 kg CO ₂ e/m ³
煤矸石空心砖(240mm×115mm×53mm, 90%掺入量)	16.0 kg CO ₂ e/m ³
炼钢生铁	1700 kg CO ₂ e/t
铸造生铁	2280 kg CO ₂ e/t

续表 D.0.1

建筑材料类别	建筑材料碳排放因子
炼钢用铁合金(市场平均)	9530 kg CO ₂ e/ t
转炉碳钢	1990 kg CO ₂ e/t
电炉碳钢	3030 kg CO ₂ e/t
普通碳钢(市场平均)	2050 kg CO ₂ e/ t
热轧碳钢小型型钢	2310 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢中型型钢	2365 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁(方圆坯、管坯)	2340 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢大型轨梁(重轨、普通型钢)	2380 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢中厚板	2400 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢 H 钢	2350 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢宽带钢	2310 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢钢筋	2340 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢高线材	2375 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢棒材	2340 kg CO ₂ e/t
螺旋埋弧焊管	2520 kg CO ₂ e/t
大口径埋弧焊直缝钢管	2430 kg CO ₂ e/t
焊接直缝钢管	2530 kg CO ₂ e/t
热轧碳钢无缝钢管	3150 kg CO ₂ e/t
冷轧冷拔碳钢无缝钢管	3680 kg CO ₂ e/t
碳钢热镀锌板卷	3110 kg CO ₂ e/t
碳钢电镀镀锌板卷	3020 kg CO ₂ e/t
碳钢电镀锡板卷	2870 kg CO ₂ e/t
酸洗板卷	1730 kg CO ₂ e/t
冷轧碳钢板卷	2530 kg CO ₂ e/t
冷硬碳钢板卷	2410 kg CO ₂ e/t
平板玻璃	1130 kg CO ₂ e/t
电解铝(全国平均电网电力)	20300 kg CO ₂ e/t
铝板带	28500 kg CO ₂ e/t

续表 D. 0. 1

建筑材料类别		建筑材料碳排放因子
断桥铝合金窗	100%原生铝型材	254 kg CO ₂ e/m ²
	原生铝：再生铝=7：3	194 kg CO ₂ e/m ²
铝木复合窗	100%原生铝型材	147 kg CO ₂ e/m ²
	原生铝：再生铝=7：3	122. 5 kg CO ₂ e/m ²
铝塑共挤窗		129. 5 kg CO ₂ e/m ²
塑钢窗		121 kg CO ₂ e/m ²
无规共聚聚丙烯管		3. 72 kg CO ₂ e/kg
聚乙烯管		3. 60 kg CO ₂ e/kg
硬聚氯乙烯管		7. 93 kg CO ₂ e/kg
聚苯乙烯泡沫板		5020 kg CO ₂ e/t
岩棉板		1980 kg CO ₂ e/t
硬泡聚氨酯板		5220 kg CO ₂ e/t
铝塑复合板		8. 06 kg CO ₂ e/m ²
铜塑复合板		37. 1 kg CO ₂ e/m ²
铜单板		218 kg CO ₂ e/m ²
普通聚苯乙烯		4620 kg CO ₂ e/t
线性低密度聚乙烯		1990 kg CO ₂ e/t
高密度聚乙烯		2620 kg CO ₂ e/t
低密度聚乙烯		2810 kg CO ₂ e/t
聚氯乙烯(市场平均)		7300 kg CO ₂ e/t
自来水		0. 168 kg CO ₂ e/t

附录 E 建材运输碳排放因子

E.0.1 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应按表 E.0.1 选取。

表 E.0.1 各类运输方式的碳排放因子 [kg CO₂e/ (t·km)]

运输方式类别	碳排放因子
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 2t）	0.286
中型柴油货车运输（载重 8t）	0.179
重型柴油货车运输（载重 10t）	0.162
重型柴油货车运输（载重 18t）	0.129
重型柴油货车运输（载重 30t）	0.078
重型柴油货车运输（载重 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（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

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，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：

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 《民用建筑节水设计标准》GB 50555
- 2 《环境管理 生命周期评价 原则与框架》GB/T 24040
- 3 《环境管理 生命周期评价 要求与指南》GB/T 24044
- 4 《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346

中华人民共和国国家标准

建筑碳排放计算标准

GB/T 51366 - 2019

条文说明

编制说明

《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019，经住房和城乡建设部 2019 年 4 月 9 日以第 101 号公告批准、发布。

本标准在编制过程中，编制组进行了深入、广泛的调查研究，总结了我国建筑、建材相关碳排放研究成果，同时参考了国外先进技术标准。

为了便于广大设计、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，《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，本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 次

1	总则	44
2	术语和符号	45
2.1	术语	45
3	基本规定	47
4	运行阶段碳排放计算	50
4.1	一般规定	50
4.2	暖通空调系统	53
4.3	生活热水系统	59
4.4	照明及电梯系统	60
4.5	可再生能源系统	63
5	建造及拆除阶段碳排放计算	66
5.1	一般规定	66
5.2	建筑建造	67
5.3	建筑拆除	72
6	建材生产及运输阶段碳排放计算	74
6.1	一般规定	74
6.2	建材生产	74
6.3	建材运输	75
附录 A	主要能源碳排放因子	76
附录 B	建筑物运行特征	77
附录 C	常用施工机械台班能源用量	78
附录 D	建材碳排放因子	79

1 总 则

1.0.1 根据联合国环境规划署计算,建筑行业消耗了全球大约30%~40%的能源,并排放了几乎占全球30%的温室气体,如果不提高建筑能效,降低建筑用能和碳排放,到2050年建筑行业温室气体排放将占总排放量的50%以上。

随着我国城镇化进程的不断深入和人民生活水平的日益提高,建筑能耗不断攀升。提升建筑能效,降低建筑能耗,发展清洁能源、可再生能源在建筑中的应用技术是未来建筑领域低碳减排的必要途径,也将是我国实现碳减排目标的重要手段。中国应对气候变化国家自主贡献文件《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》确定二氧化碳排放2030年左右达到峰值并争取尽早达峰,单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降60%~65%。

通过本标准相关计算方法和计算因子规范建筑碳排放计算,引导建筑物在设计阶段考虑其全生命期节能减碳,增强建筑及建材企业对碳排放核算、报告、监测、核查的意识,为未来建筑物参与碳排放交易、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 通过对不同建筑设计方案的全生命期碳排放量进行计算比较,可优选建筑设计方案、能源系统方案和低碳建材,为建筑物低碳建造和运行提供技术依据。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 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)。

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_2 ；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。

通常可采用单位面积建筑碳排放量对不同建筑设计方案 and 不同建筑物之间的碳排放进行比较，单位面积建筑碳排放量由建筑碳排放除以建筑面积得到。

2.1.2 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，本标准对建材生产及运输、建造及拆除、建筑物运行三个阶段进行了明确的边界划分。

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

2.1.5 全球变暖潜值作为一种温室气体排放相对于等量于二氧化碳（CO₂）排放所产生的气候影响的比较指标。时间累积通常可取 100 年。

3 基本规定

3.0.1 本标准适用于单体建筑和同类相似建筑组成的建筑群的碳排放计算，不包括小区内管道计算。对建筑群，则可通过对各单体建筑碳排放进行合计。碳排放计算就是碳排放量计算。

3.0.2 本标准强调通过计算得到建筑物的碳排放量，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，计算得到建筑碳排放量。建筑物实际碳排放量可在建筑物实际运行阶段通过计量获得。

3.0.3 建筑物在材料开发、生产、运输，施工及拆除，运行及维护等各阶段均产生碳排放，对环境造成影响，因此应进行全生命周期碳排放计算，全面了解建筑物对自然界产生的影响。建筑全生命周期有多种不同划分方法，本标准将其划分为建筑材料生产及运输、建造及拆除、建筑物运行三个阶段，根据所需计算的建筑全生命期的不同阶段的碳排放量，选择本标准中章节规定的计算边界和方法进行计算。需要说明的是，目前国际上所指建筑碳排放主要指建筑物运行阶段碳排放，本标准考虑建筑全生命周期，也将建材生产及建筑物建造阶段纳入。较绿色建筑考虑建筑物从规划设计到施工，再到运行及最终拆除的全寿命期，增加了建材生产及运输环节，因此采用“建筑全生命周期”一词。

3.0.4 根据《IPCC 国家温室气体清单指南（2006 年）》，与建筑碳排放相关的活动过程需要评估的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HF-Cs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF₆）等主要温室气体。

3.0.5 计算建筑因电力消耗造成碳排放时，应采用由国家发展和改革委员会（以下简称国家发改委）公布的区域电网平均碳排

放因子。中国区域电网平均 CO₂ 排放因子应按表 1 选择，电网边界包括的地理范围按表 2 确认，不包括西藏自治区、香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省。

表 1 2012 年中国区域电网平均 CO₂ 排放因子 (kgCO₂/kWh)

电网名称	排放因子
华北区域电网	0.8843
东北区域电网	0.7769
华东区域电网	0.7035
华中区域电网	0.5257
西北区域电网	0.6671
南方区域电网	0.5271

表 2 电网边界包括的地理范围

电网名称	覆盖省市
华北区域电网	北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、内蒙古自治区西部（除赤峰、通辽、呼伦贝尔和兴安盟外的内蒙古其他地区）
东北区域电网	辽宁省、吉林省、黑龙江省、内蒙古自治区东部（赤峰、通辽、呼伦贝尔和兴安盟）
华东区域电网	上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省
华中区域电网	河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重庆市
西北区域电网	陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区
南方区域电网	广东省、广西壮族自治区、云南省、贵州省、海南省

表 1 中电网平均 CO₂ 排放因子数据来源于国家发改委发布的《2011 年和 2012 年中国区域电网平均 CO₂ 排放因子》，由原国家发改委应对气候变化司组织国家应对气候变化战略研究和国际合作中心确定，可供政府、企业、高校及科研单位等核算电力调入、调出及电力消费 CO₂ 排放量时使用，与国家发改委制定的“重点行业企业温室气体排放核算方法与报告指南”中的企业核

算要求一致。直至 2017 年，全国参与温室气体核查和碳交易的企业，在计算因为电力消耗造成的碳排放时，依然采用表 1 数据。未来当数据有更新时，应选用国家主管部门最近年份公布的数据。

3.0.6 为保证建筑物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 运行阶段碳排放计算

4.1 一般规定

4.1.1 建筑物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及可再生能源系统产能的减碳量、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。绿化植被减碳量受气候、生长环境、绿植种类、维护情况等因素影响，目前农林业已经开发相关的计算方法，例如国家林业局印发的《竹林项目碳汇计量与监测方法学》、《造林项目碳汇计量与监测指南》等，但针对建筑绿化植被碳汇方法学尚无官方方法学发布，可参照上述相关文件计算。

变配电、建筑内家用电器、办公电器、炊事等受使用方式影响较大的建筑碳排放不确定性大，这部分碳排放量在总碳排放量中占比不高，不影响对设计阶段建筑方案碳排放强度优劣的判断，国际上通用做法是建筑碳排放计算不纳入家用电器、办公电器、炊事等的碳排放量。

4.1.2 现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352 对建筑设计使用年限划分为四类，见表 3，其中普通建筑设计寿命为 50 年。

表 3 设计使用年限分类

类别	设计使用年限（年）	示例
1	5	临时性建筑

续表 3

类别	设计使用年限 (年)	示例
2	25	易替换结构构件的建筑
3	50	普通建筑和构筑物
4	100	纪念性建筑和特别重要的建筑

与此同时,我国现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 规定,普通房屋和构筑物设计使用年限为 50 年,实际计算时可参照建筑物的设计文件,但没有相关参数时,可按 50 年计算。

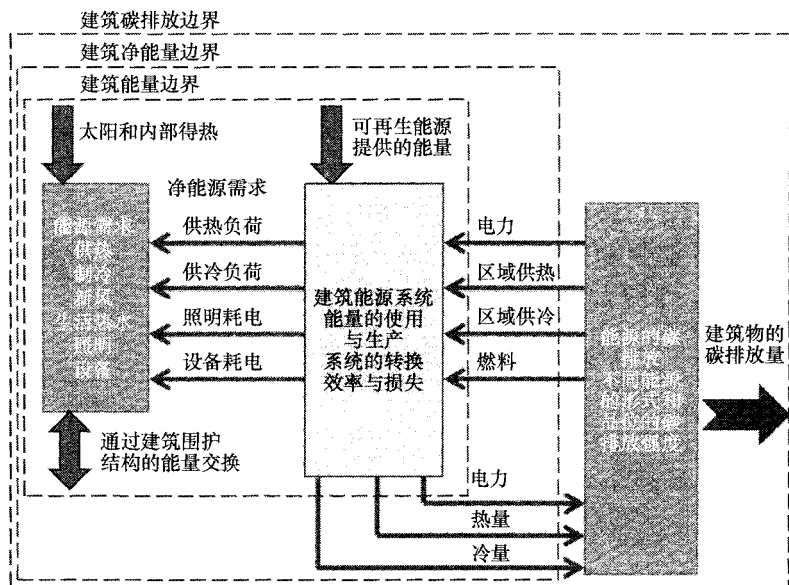
受建筑规划、建筑功能的调整及经济的发展等因素的影响,实际建筑的使用寿命存在较大的差异;与此同时,建筑部件(如保温材料、门窗)、建筑设备(如锅炉、冷水机组)的使用寿命一般小于建筑的使用寿命,在建筑的全寿命期内存在更换的可能。表 4 列出了常用建筑设备使用年限。

表 4 常用建筑设备使用年限

序号	项目	使用年限 (年)
1	外保温	15~50
2	门窗	20~50
3	供电系统设备	15~20
4	供热系统设备	11~18
5	空调系统设备	10~20
6	通信设备	8~10
7	电梯	10

建筑设备的更换会产生能源消耗,通常而言,更换设备的性能发生改变会影响建筑物的碳排放强度,但是在设计阶段难以预测,因此在计算过程中不考虑建筑设备性能改变对建筑强度的影

响。更换产生的设备和材料的碳排放量宜在建材生产及运输阶段碳排放计算中予以考虑。



4.1.4 建筑在运行阶段的用能系统消耗电能、燃油、燃煤、燃气等形式的终端能源，建筑总用能根据不同类型的能源进行汇总，再根据不同能源的碳排放因子计算出建筑物用能系统的碳排放量。

的常规能源消耗量并对外输送时，计算结果为负值，可在建筑物的总碳排放量中核减。建筑场地内的绿化碳汇产生减碳量在建筑碳排放量中进行核减。

在计算建筑物运行阶段碳排放量时，计算结果为建筑生命期内单位面积碳排放量。

4.2 暖通空调系统

4.2.1 暖通空调系统能耗由冷热源的能耗、输配系统及末端空气处理设备的能耗构成，输配系统包括冷冻水系统、冷却水系统、热水系统和风系统。

4.2.2 目前常用的逐时建筑能耗模拟工具都较为复杂、涉及的计算因素也很多，对计算工程师的专业素质要求高，计算工作量大，计算结果一致性不高。运行阶段建筑物碳排放计算方法的核心是简便、一致、易用、准确的建筑能耗的计算方法。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 提供了简便、准确的月平均负荷计算方法，英国官方提供的建筑能效和碳排放计算软件 SBEM、德国的 WUFI 和 PHPP、我国的爱必宜都采用该方法。在工程应用上具有一致性高和计算简便的优势，能够保证评价结果的一致性和权威性。

4.2.3 建筑分区原则：首先应确定计算供暖和供冷能效需求的建筑物的边界条件。同时由于建筑类型众多，室内活动复杂，在计算过程中经常需要对其室内区域进行分区计算。

关于建筑分区需要基于如下考虑：

- 1 建筑物理分隔；
- 2 建筑区域的功能；
- 3 为区域提供服务的暖通空调系统；
- 4 区域内采光（通过外窗或天窗）情况；
- 5 对某一特定楼层，其分区程序应如下：
 - 1) 按物理分区进行划分，如墙或其他；

- 2) 如同一物理分区内由不同 HVAC 系统提供服务, 按 HVAC 系统的服务区域进行划分;
- 3) 如果物理分区内有不同的活动类型, 按活动类型将物理分区划分, 确保每个分区内只有一种活动类型;
- 4) 再将每个分区按其接受日光的程度进行划分;
- 5) 如果分区有窗墙比大于 0.2 的外墙, 且该外墙对应的分区长度大于 6m, 将距离该外墙 6m 的空间单独划分为一个分区;
- 6) 如果该分区的宽度小于 3m, 将其同临近分区进行合并;
- 7) 如果任何分区重叠, 将分区分配给临近的分区;
- 8) 将由同一 HVAC 系统和照明系统提供服务, 且活动类型一样的分区进行合并。

每个分区应有独立的对其围护结构的描述, 当其围护结构为虚拟时 (如通过接受日光的程度进行划分的分区), 则无须定义围护结构, 当然, 此分区和周围分区也无热量传输。

4.2.5 对建筑碳排放进行计算, 主要是考虑围护结构不同及暖通系统不同而带来的碳排放不同, 所以对不同的建筑室内活动, 其室内参数应保持统一, 具体如下:

1 室内温度

国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 规定: “严寒和寒冷地区主要房间应采用 $18^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$; 夏热冬冷地区主要房间宜采用 $16^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$; 设置值班供暖房间不应低于 5°C 。辐射供暖室内设计温度宜降低 2°C ; 辐射供冷室内设计温度宜提高 $0.5^{\circ}\text{C} \sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 。”

国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 对舒适性空调室内设计参数进行了规定: 人员长期逗留区域空调室内设计参数见表 5。

表 5 人员长期逗留区域空调室内设计参数

类别	热舒适度等级	温度 (°C)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)
供暖工况	I 级	22~24	≥30	≤0.2
	II 级	18~22	—	≤0.2
供冷工况	I 级	24~26	40~60	≤0.25
	II 级	26~28	≤70	≤0.3

注：I 级热舒适度较高，II 级热舒适度一般。

人员短期逗留区域空调供冷工况室内设计参数宜比长期逗留区域提高 1℃~2℃，供暖工况宜降低 1℃~2℃。短期逗留区域供冷工况风速不宜大于 0.5m/s，供暖工况风速不宜大于 0.3m/s。

所以，人员长期逗留区域空调室内设计温度，供暖工况选 22℃，供冷工况选 26℃。人员短期逗留区域空调供暖工况选 20℃，供冷工况选 28℃。辐射供冷室内设计温度选 27℃。

2 新风量

国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 规定：

公共建筑主要房间每人所需最小新风量见表 6。

表 6 公共建筑主要房间每人所需最小新风量 [m³/(h·人)]

建筑房间类型	新风量
办公室	30
客房	30
大堂、四季厅	10

设置新风系统的居住建筑和医院建筑，所需最小新风量宜按换气次数法确定。居住建筑设计最小换气次数见表 7，医院建筑设计最小换气次数见表 8，高密人群建筑每人所需最小新风量应按人员密度确定，见表 9。

表 7 居住建筑设计最小换气次数 (次/h)

人均居住面积 F_P	换气次数
$F_P \leq 10\text{m}^2$	0.70
$10\text{m}^2 < F_P \leq 20\text{m}^2$	0.60
$20\text{m}^2 < F_P \leq 50\text{m}^2$	0.50
$F_P > 50\text{m}^2$	0.45

表 8 医院建筑设计最小换气次数 (次/h)

功能房间	换气次数
门诊室	2
急诊室	2
配药室	5
放射室	2
病房	2

表 9 高密人群建筑每人所需最小新风量 [$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$]

建筑类型	人员密度 P_F (人/ m^2)		
	$P_F \leq 0.4$	$0.4 < P_F \leq 1.0$	$P_F > 1.0$
影剧院、音乐厅、大会厅、多功能厅、会议室	14	12	11
商场、超市	19	16	15
博物馆、展览厅	19	16	15
公共交通等候室	19	16	15
歌厅	23	20	19
酒吧、咖啡厅、宴会厅、餐厅	30	25	23
游艺厅、保龄球房	30	25	23
体育馆	19	16	15
健身房	40	38	37
教室	28	24	22
图书馆	20	17	16
幼儿园	30	25	23

4.2.6 室外环境的变化是建筑终端能耗的关键外扰之一。室外气象参数中应包括太阳辐射照度逐时值、室外干球温度逐时值、室外湿球温度逐时值、室外风速、相对湿度等。

建筑能耗模拟计算过程中使用典型气象年数据，数据的来源和格式不同导致不同的数据之间也存在一定的差异。常见的典型气象年的数据格式有 TMY、TMY2、TMY3、EPW 等。现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 提供了我国的官方典型气象年数据。本标准的计算将采用该标准中的典型气象年数据。

4.2.7 建筑围护结构指建筑墙体、屋面、地面、楼板和窗等。定义一个建筑分区需要准确定义建筑物的围护结构（图 2）。图 2 是一个简单建筑分区的示意图，定义该分区的建筑围护结构，需要定义 6 个围护结构和 1 个外窗、1 个外门。

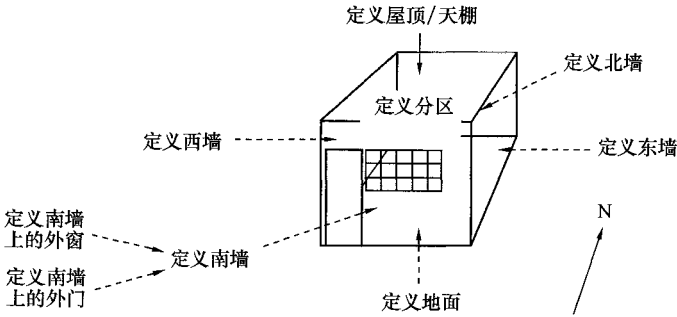


图 2 围护结构定义

1 外墙、屋面、地面、楼板

外墙、屋面、地面、楼板的热工性能应按设计资料或建筑实际情况逐层逐项输入以保证建模过程中的外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、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

通过建筑物外窗发生的能量传递主要包括温差传热和太阳辐射得热。通过外窗的太阳辐射是建筑物非常重要的一项外扰。夏季外窗的太阳辐射得热产生的冷负荷是空调系统能量消耗的重要部分，冬季透过外窗的太阳辐射给室内带来了热量。准确计算外窗的冷热负荷是确定建筑终端消耗的能量的重要影响因素。

计算外窗的冷热负荷时，需要建筑能耗模拟软件依据实际外窗数据进行建模。建模过程中应包含下列数据：

- 1) 外窗构造（玻璃和窗框的面积比例）；
- 2) 玻璃的传热系数；
- 3) 玻璃的光学特性，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) 外窗的位置；
- 5) 外窗的内外遮阳情况。

围护结构的传热系数应该满足国家现行相关标准的要求。围护结构的传热系数的最小值应按建筑物所处的热工分区确定。

4.2.8 建筑累积冷负荷和累积热负荷是计算建筑物碳排放的基础。建筑物的供热和供冷的系统性能差异较大，宜分别计算确定。

4.2.9 本条从现代空调负荷计算方法的基本原理出发，规定了计算空调区夏季冷负荷所应考虑的基本因素，强调指出得热量与冷负荷是两个不同的概念。

以空调房间为例，通过围护结构传入房间的及房间内部散出的各种热量，称为房间得热量。为保持所要求的室内温度须由空调系统从房间带走的热量称为房间冷负荷。两者在数值上不一定相等，这取决于得热中是否含有时变的辐射成分。当时变的得热量中含有辐射成分时或虽然时变得热曲线相同但所含的辐射百分比不同时，由于进入房间的辐射成分不能被空调系统的送风消除，只能被房间内表面及室内各种陈设所吸收、反射、放热，再吸收、再反射、再放热……在多次换热过程中，通过房间及陈设

的蓄热、放热作用，使得热中的辐射成分逐渐转化为对流成分，即转化为冷负荷。显然，此时得热曲线与负荷曲线不再一致，比起前者，后者线形将产生峰值上的衰减和时间上的延迟，这对准确计算空调设计负荷有重要意义。

4.2.11 建筑物供暖功能系统的能量需求是指为维持建筑物设计条件下的温湿度、新风条件，建筑物需要暖通空调系统末端向建筑物内供应的热量或从建筑物内移出的热量，建筑终端消耗的能量是计算建筑能耗的重要依据。

根据建筑物分区的空调系统，将由同一暖通空调系统服务的建筑物分区的冷负荷和热负荷分别进行求和计算。同一系统服务的建筑分区是指由同一的风系统、水系统或其他能量输配系统提供暖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供暖能量进行求和，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。

4.2.13 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。

4.3 生活热水系统

4.3.1 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 $\text{KJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

4.3.2 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(η_h)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。

4.4 照明及电梯系统

4.4.1 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。

4.4.2 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。

4.4.3 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，为了给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。

4.4.4 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、建筑内容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 10 和表 11。

表 10 待机时的能量需求等级

输出 (W)	≤50	(50,100]	(100,200]	(200,400]	(400,800]	(800,1600]	>1600
等级	A	B	C	D	E	F	G

表 11 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 12 中列出了相关研究结果，可供计算时使用。

表 12 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
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 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 办公楼或者 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 4. 小型 至中型医院 5. 只有一半的生产 过程用货运 电梯	1. 超过 100m 高的 办公楼或 行政楼 2. 大型 医院 3. 多班 次生产过 程用货运 电梯

4.5 可再生能源系统

4.5.1 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。

4.5.4 地源热泵系统的供暖效率较高，在暖通空调系统的能耗计算中已经考虑在内，不应再单独计算其节能量而产生的减碳量。

4.5.5 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 13 提供了一些常见的光伏电池的转换效率（ K_E ）。

表 13 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 14 列出了常见环节的损失效率。

表 14 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%

光伏系统光伏面板的净面积计算时不包括支撑结构。

4.5.6 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 15，风力涡轮机效率见表 16。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 15 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 16 风力涡轮机效率

年可利用平均风速 (m/s)	小型涡轮机 ($<80\text{kW}$)	中型涡轮机 ($\geq 80\text{kW}$)
(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%

5 建造及拆除阶段碳排放计算

5.1 一般规定

5.1.1 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两部分：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。

5.1.2 拆除阶段碳排放主要是场地内拆除设备及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。

5.1.3 在项目勘察阶段，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。

在建筑建造阶段，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。

建筑施工采用的预拌混凝土、混凝土构件、预制桩、门窗等材料、构件和部品通常在施工场外生产，因此不计入建造阶段能耗。但在施工现场拌制、生产的材料、构件和部品的能耗应计入。

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

5.2 建筑建造

5.2.1 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。

5.2.2 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。

5.2.3 建筑建造阶段和分部分项工程的能源主要有电、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。

5.2.4 本条给出了依据国家消耗量定额估算建筑建造阶段各分部分项工程的能源用量估算方法，即：根据国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015、《通用安装工程消耗量定额》TY 02-31-2015、《装配式建筑工程消耗量定额》TY 01-01(01)-2016 相应的工程量计算规则，按设计图纸和施工方案计算分部分项工程中每个项目的工程量，并查出每个项目单位工程量消耗的机械台班消耗量和不列入机械台班消耗量，但其消耗的能源列入材料的用电量，并根据施工机械单位台班的能源用量，逐一计算。

$Q_{k,i}$ 应根据国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015、《通用安装工程消耗量定额》TY 02-31-2015、《装配式建筑工程消耗量定额》TY 01-01(01)-2016 相应的工程量计算规则，按设计图纸和施工方案计算，单位根据能源消耗种类不同确定（ m^3 、 m^2 、 m 、 t ）。

$T_{i,j}$ 应按国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015、《通用安装工程消耗量定额》TY 02-31-2015、《装配式建筑工程消耗量定额》TY 01-01(01)-2016 相应定额子目确定。

算例 1. 土方工程

某工程基坑，采用机械挖土、装土，并清理机下余土，人工清底修边。土壤类别为二类土，土方工程量 $1000m^3$ 。计算土方开挖的能源用量。

查国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015 定额子目 1-46 挖掘机挖装一般土方（一、二类土）和附录 C，单位工程量（土方 $10m^3$ ）机械台班消耗 $T_{i,j}$ 和机械单位台班的能源用量 R_j 分别为：

履带式推土机 75kW $T_{1,1}=0.020$ 台班

$R_1=56.50kg$ 柴油/台班

履带式单斗液压挖掘机 1m^3 $T_{i,2}=0.022$ 台班

$R_2=63.00\text{kg}$ 柴油/台班

根据公式 (5.2.4) 计算能耗系数 f_{fx} 和土方开挖的能源用量 E_{fx} 为:

$$f_{\text{fx}}=0.02\times 56.5+0.022\times 63=2.516 \text{ (kg/10m}^3\text{)}$$

$$E_{\text{fx}}=1000\times 2.516/10=251.6 \text{ (kg) (柴油)}$$

算例 2. 钢筋工程

某现浇混凝土结构的钢筋工程。工程量: HPB300 圆钢筋直径 8mm、10t, HRB400 带肋钢筋直径 18mm、50t。计算钢筋制作、运输、绑扎、安装的能源用量。

1) HPB300 圆钢筋直径 8mm

查国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015 定额子目 5-89 现浇构件圆钢筋 (HPB300 直径 $\leq 10\text{mm}$) 和附录 C, 单位工程量 (钢筋 1t) 机械台班消耗 $T_{i,j}$ 和机械单位台班的能源用量 R_j 分别为:

钢筋调直机 40mm $T_{1,1}=0.240$ 台班 $R_1=11.00\text{kWh/台班}$

钢筋切断机 40mm $T_{1,2}=0.110$ 台班 $R_2=32.10\text{kWh/台班}$

钢筋弯曲机 40mm $T_{1,3}=0.350$ 台班 $R_3=12.80\text{kWh/台班}$

根据公式 (5.2.4) 计算 HPB300 直径 8mm 的能耗系数 f_{fx} 和能源用量 E_{fx} 为:

$$f_{\text{fxl}}=0.24\times 11+0.11\times 32.1+0.35\times 12.8=10.651 \text{ (kWh/t)}$$

$$E_{\text{fxl}}=10\times 10.651=106.51 \text{ (kWh)}$$

2) HRB400 带肋钢筋直径 18mm

查国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015 定额子目 5-94 现浇构件带肋钢筋 (HRB400 直径 $\leq 18\text{mm}$) 和附录 C, 单位工程量 (钢筋 1t) 机械台班消耗 $T_{i,j}$ 和

机械单位台班的能源用量 R_j 分别为:

钢筋切断机 40mm $T_{2,1}=0.100$ 台班 $R_1=32.10\text{kWh/}$
台班

钢筋弯曲机 40mm $T_{2,2}=0.230$ 台班 $R_2=12.80\text{kWh/}$
台班

直流弧焊机 32kV·A $T_{2,2}=0.450$ 台班

$R_3=96.53\text{kWh/台班}$

对焊机 75kV·A $T_{2,4}=0.110$ 台班

$R_4=122.00\text{kWh/台班}$

电焊条烘干箱 $45\times 35\times 45$ (mm³) $T_{2,5}=0.045$ 台班

$R_5=6.70\text{kWh/台班}$

根据公式 (5.2.4) 计算 HRB400 直径 18mm 的能耗系数 f_{fx} 和能源用量 E_{fx} 为:

$$\begin{aligned} f_{fx2} &= 0.1 \times 32.1 + 0.23 \times 12.8 + 0.45 \times 96.53 \\ &\quad + 0.11 \times 122 + 0.045 \times 6.7 \\ &= 63.314 \text{ (kWh/t)} \end{aligned}$$

$$E_{fx2} = 50 \times 63.314 = 3165.7 \text{ (kWh)}$$

3) 钢筋工程能源用量合计

$$E_{fx} = 106.51 + 3165.7 = 3272.21 \text{ (kWh)}$$

算例 3. 混凝土工程

某工程为混凝土框架结构, 楼板混凝土强度等级为 C30, 采用预拌混凝土, 固定泵 (混凝土输送泵 45m³/h) 浇筑, 工程量为 100m³。计算梁板混凝土输送、浇筑、振捣和养护的能源用量。

查国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015 定额子目 5-30 有梁板和附录 C, 单位工程量 (混凝土 10m³) 的振捣泵的电耗 (D_1)、机械抹平机械台班消耗 ($T_{1,1}$) 和机械单位台班的能源用量 (R_1) 分别为:

电 $D_1=3.78\text{kWh}$

混凝土抹平机 5.5kW $T_{1,1}=0.110$ 台班

$$R_1 = 23.14 \text{ kWh/台班}$$

查国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015 定额子目 5-87 固定泵和附录 C, 单位工程量(混凝土 10m^3) 输送泵的机械台班消耗 ($T_{1,2}$) 和机械单位台班的能源用量 (R_2) 分别为:

$$\text{混凝土输送泵 } 45\text{m}^3/\text{h} \quad T_{1,2} = 0.067 \text{ 台班}$$

$$R_2 = 243.46 \text{ kWh/台班}$$

根据公式 (5.2.4) 计算梁板混凝土工程的能耗系数 f_{fx} 和能源用量 E_{fx} 为:

$$f_{fx} = 0.11 \times 23.14 + 0.067 \times 243.46 + 3.78 = 22.64 \text{ (kWh/t)}$$

$$E_{fx} = 100 \times 22.64 / 10 = 226.4 \text{ (kWh)}$$

5.2.5 施工措施项目是指为了完成工程施工, 发生于工程施工前和施工过程中的技术、生活、安全、环境保护等方面的不构成工程实体的项目。通常包括下列内容: 环境保护措施、文明施工措施、安全施工措施、临时设施、夜间施工措施、大型机械设备进出场及安拆、模板及支架、脚手架、垂直运输机械、建筑物超高、二次搬运、已完工程及设备保护、施工排水和降水、冬雨期施工等。以上措施项目中, 消耗能源较大的项目有: 脚手架、模板及支架和垂直运输、建筑物超高、施工降排水、临时设施等。参考国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015 和《通用安装工程消耗量定额》TY 02-31-2015, 模板及支架、脚手架、垂直运输机械、建筑物超高等措施项目根据施工方案可计算出对应的工程量, 因此, 这几项措施项目可参照分部分项工程的计算方法计算其能源消耗。

施工机械台班消耗量, 按国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015、《通用安装工程消耗量定额》TY 02-31-2015、《装配式建筑工程消耗量定额》TY 01-01(01)-2016 相应定额子目确定。

施工降水和排水措施与项目所在地的工程地质、水文地质条件、气候降雨条件密切相关, 应根据施工降排水专项方案确定的

降水方式和降水周期计算。其能源消耗应根据项目降排水专项方案计算，按《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31 对应的降排水机械类别及其台班消耗量、计划的降排水周期进行计算。

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；临时道路；临时给水排水、供电、供热等管线；临时性简易周转房，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。因施工临时设施没有统一的建设标准，通常由施工企业根据需求自行搭建，且施工临时设施具有体量小、种类多的特点，其搭建、使用和拆除阶段的能源消耗没有参考数据，难以准确计算。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。

第 i 个措施项目中单位工程量第 j 种施工机械台班消耗量，应根据国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015、《通用安装工程消耗量定额》TY 02-31-2015、《装配式建筑工程消耗量定额》TY 01-01(01)-2016 相应定额子目确定。

5.3 建筑拆除

5.3.1 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。

5.3.2 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。建筑拆除方式主要有人工拆除、机械拆除、爆破拆除和静力破损拆除等。大多数拆除工程采用的是人工拆除和机械拆除，国家定额《房屋建筑与装饰工程消耗量定额》TY 01-31-2015 中“拆除工程”一章的内容针对的是人工拆除和机械拆除方法相关的消耗量，因此，可以采

用与建筑建造阶段相似的方法，计算拆除阶段的能源用量。 Q_{cci} 为第 i 个拆除项目的工程量，其单位根据能源消耗种类不同确定 (m^3 、 m^2 、 m 、 t)。

6 建材生产及运输阶段碳排放计算

6.1 一般规定

6.1.1 建筑材料、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。

6.1.3 本条规定了建材生产及运输阶段的碳排放应至少包括主体结构材料、围护结构材料、粗装修用材料，如水泥、混凝土、钢材、墙体材料、保温材料、玻璃、铝型材、瓷砖、石材等（见本标准附录 D）。其他建材以及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。装配式建筑使用的建筑部品，只要是在建筑施工场地之外生产、未纳入建筑施工的能耗统计，均属于本章所指的建材范围。

6.2 建材生产

6.2.2 通过查询设计图纸、采购清单等工程建设相关技术资料，可获得建筑的工程量清单、材料清单等数据，即建筑建造所需要的各种建筑材料的消耗量。

6.2.3 建材生产阶段碳排放计算的生命周期边界可采取“从摇篮到大门”的模型，即从建筑材料的上游原材料、能源生产开始，到建筑材料出厂为止；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。当其中某一过程碳排放缺失或被忽略时，应予以说明。

6.2.4 建材企业向第三方认证机构提供建材生产数据，第三方认证机构为企业的建材产品出具碳足迹证书，证书给出的就是本标准公式（6.2.1）中的因子（ F_i ）值，可直接用于计算。目前国内外认证机构都有开展建材碳足迹审核业务，今后会更为普遍，为建材部分的碳排放计算提供了便利。

6.2.5 使用低价值废料和再生原料生产建材以及再生循环利用建筑废料，都有利于降低建筑全生命期的碳排放，如粉煤灰、炉渣、矿渣、秸秆、垃圾等，因此本条规定了上述计算规则。

6.3 建 材 运 输

6.3.3 本条主要考虑建材运输过程和运输过程所耗能源的开采、加工。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，及运输工具的生产，运输道路等基础设施的建设等阶段。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。

附录 A 主要能源碳排放因子

A.0.1 单位热值含碳量、碳氧化率数据来源于《省级温室气体清单编制指南（试行）》。

根据《IPCC 国家温室气体清单指南（2006 年）》：

$$\text{CO}_2\text{排放因子} = \text{碳含量} \times \text{氧化因子} \times 44/12$$

故

$$\text{单位热值 CO}_2\text{排放因子} = \text{单位热值含碳量} \times \text{碳氧化率} \times 44/12$$

A.0.2 表 A.0.2 数据来源于《IPCC 国家温室气体清单指南（2006 年）》。

热力的 CO₂排放因子可参照国家发改委公布的自愿减排方法学 CM-038-V01 “新建天然气热电联产电厂”中关于供热设施的排放因子的计算方法，如：

热力的 CO₂排放因子 = 热源的供热设施用燃料的 CO₂排放因子 ÷ 热源的供热设施的效率。

附录 B 建筑物运行特征

B.0.1 建筑物运行特征是影响建筑物用能强度的重要参数，在建筑碳排放计算中，一些建筑物运行特征数据并不能直接获得，工程师依据个人经验对建筑物进行各种假设、判断、抽象的过程对碳排放计算结果的影响很大，特别是一些无法直接获得的计算参数。这些数据的选择对碳排放计算结果的影响至关重要，因此本标准提供了各种类型建筑物运行特征的基础参数，保证建筑物碳排放计算结果的一致性和准确性。

附录 C 常用施工机械台班能源用量

C.0.1 表 C.0.1 数据摘自住房和城乡建设部《建设工程施工机械台班费用编制规则》(建标 [2015] 34 号)。

附录 D 建材碳排放因子

D.0.1 表 D.0.1 中所有建材的生命周期碳排放因子，均来自中国生命周期基础数据库（CLCD）。

建材生产过程数据主要来自建材行业统计和文献资料，上游背景过程数据采用中国生命周期基础数据库（2015 年），并按照国际标准（Environmental mangement-Life cycle assessment-Principles and framework ISO 14040 - 2006）要求建立生命周期模型，使用 IPCC 第五次报告（2013 年）的二氧化碳当量值计算得到。

建材的碳排放因子受建材规格型号影响较大，并且随时间也有变化。计算时宜优先选用由建材生产商提供的且经第三方审核的建材碳足迹数据，或查询更新的中国生命周期基础数据库。