

ICS 91.40.01  
CCS P31



# 团体标准

T/UPSC XXXX-XXXX

## 城市建筑能耗及运行碳排放计算方法导则

Guidelines for calculating energy consumption and operational  
carbon emissions of urban buildings

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国城市规划学会 发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号 .....	2
4.1 几何尺寸 .....	2
4.2 能源供给、消耗量 .....	3
4.3 碳排放量、碳排放强度、固碳量 .....	3
4.4 计算系数 .....	4
4.5 其他计算参数 .....	4
5 总体原则 .....	4
6 城市建筑能耗计算 .....	5
6.1 一般规定 .....	5
6.2 城市建筑能耗计算的几何模型 .....	5
6.3 城市建筑能耗计算的非几何信息 .....	8
6.4 城市建筑能耗计算的气象参数 .....	9
6.5 城市建筑暖通空调系统能耗计算 .....	10
6.6 城市建筑暖通空调系统能耗计算 .....	10
6.7 城市建筑照明系统能耗计算 .....	11
6.8 城市建筑电器设备系统能耗计算 .....	11
6.9 城市建筑电梯系统能耗计算 .....	12
6.10 城市建筑燃气量计算 .....	12
6.11 城市建筑可再生能源利用量计算 .....	13
7 城市建筑运行碳排放计算 .....	13
7.1 一般规定 .....	13
7.2 城市建筑运行碳排放计算 .....	14
7.3 城市碳汇计算 .....	14
8 城市建筑能耗及运行碳排放计算软件 .....	15
附录 A (规范性) 建筑室内温度控制水平设定 .....	16
附录 B (规范性) 规范性建筑室内人员数里及散热里设定 .....	19
附录 C (规范性) 生活热水系统运行参数设定 .....	21
附录 D (规范性) 照明系统运行参数设定 .....	22
附录 E (规范性) 电器设备系统运行参数设定 .....	24

附录 F（规范性）	电梯系统运行参数设定 .....	26
附录 G（规范性）	建筑室内外空气交换里参数设定.....	28
附录 H（规范性）	植被模型参数设定 .....	30
附录 I（规范性）	水体模型参数设定 .....	32
附录 J（规范性）	燃气里计算参数设定 .....	33
附录 K（规范性）	可再生能源利用里计算参数设定.....	34
附录 L（规范性）	碳排放因子参数设定. ....	38
附录 M（规范性）	城市碳汇系统参数设定 .....	41

征求意见稿

## 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》的规定起草。

本文件由同济大学提出。

本文件由中国城市规划学会标准化工作委员会归口。

本文件由同济大学负责具体技术内容的解释。

本文件主编单位：同济大学（地址：上海市杨浦区四平路1239号；邮政编码：200092）

本文件参编单位：上海同济城市规划设计研究院有限公司、清华大学、东南大学、华中科技大学、中山大学、湖南大学、西安建筑科技大学、国网浙江省电力有限公司湖州供电公司、湖州电力设计院有限公司、广联达科技股份有限公司、阳光电源股份有限公司

本文件主要起草人：石邢、燕达、徐燊、陈毅兴、杭建、刁弥、董楠楠、周欣、王信、汪劲柏、陈君、黄子硕、王昌、袁慧宏、徐朝阳、朱司丞、赵崇娟、耿跃云、朱小羽、李骁奔、陈潇、陈韦、李佩娴、王超、王晓宇、杜思宏、杨雯

征求意见稿

# 城市建筑能耗及运行碳排放计算方法导则

## 1 范围

本导则适用于大量既有城市建筑、新建城市建筑和改扩建城市建筑在运行阶段的能耗和碳排放计算。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 21519 储水式电热水器能效限定值及能效等级
- GB 29541 热泵热水机（器）能效限定值及能效等级
- GB 50015 建筑给水排水设计标准
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50176 民用建筑热工设计规范
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50364 民用建筑太阳能热水系统应用技术标准
- GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
- GB/T 51366 建筑碳排放计算标准
- CJJ/T 157 城市三维建模技术规范
- JGJ 26 严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准
- JGJ 75 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准
- JGJ 134 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准
- JGJ 286 城市居住区热环境设计标准
- JGJ 475 温和地区居住建筑节能设计标准
- JGJ/T 449 民用建筑绿色性能计算标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**城市建筑能耗** urban building energy consumption

城市中各种类型的建筑在运行过程中产生的能源消耗。

### 3.2

**城市建筑运行碳排放** urban building carbon emission in the operation stage

城市中各种类型的建筑在运行过程中产生的温室气体排放的总和，以二氧化碳当量表示。

### 3.3

**城市微气候** urban micro-climate

城市中受建成环境、人因等共同影响而形成的特定的气候，与大尺度的一般性气候有密切的联系，又有显著的区别。

### 3.4

**碳排放因子** carbon emission factor

将能源消耗量与二氧化碳排放相对应的系数，用于量化城市建筑能耗产生的碳排放。

### 3.5

**建筑热区** building thermal zone

进行建筑能耗计算时划分的空间区域，同一建筑热区有同样的室内温度控制水平及变化规律。

### 3.6

**城市碳汇** urban carbon sink

在划定的计算范围内，城市绿化、植被等从空气中吸收并存储的二氧化碳量。

## 4 符号

下列符号适用于本文件。

### 4.1 几何尺寸

$A$  —— 建筑面积；

$F$  —— 建筑基底面积；

$A_c$  —— 满足居住建筑顶部 6 层或 8 层居民生活热水供应所需太阳能集热器总面积；

$A_{\text{green}, i}$  —— 绿地类型  $i$  面积；

$A_i$  —— 建筑  $i$  的建筑面积；

$A_{6/8, i}$  —— 居住建筑  $i$  顶部 6 层或 8 层的建筑面积；

$A_{\text{pub}}$  —— 计算范围内公共建筑总面积；

$A_{\text{res}, i}$  —— 居住建筑  $i$  的建筑面积；

$A_{\text{roof}}$  —— 计算范围内所有居住建筑屋顶总面积；

$F_i$  —— 建筑区域  $i$  对应的建筑基底面积；

$h$  —— 建筑层高；

$H$  —— 建筑高度；

$N$  ——建筑层数；  
 $N_i$  ——建筑区域  $i$  对应的层数。

#### 4.2 能源供给、消耗量

$E_e$  ——计算范围内所有建筑全年电梯能耗量；  
 $E_{equip}$  ——计算范围内所有建筑的全年电器设备系统能耗量；  
 $E_{HVAC}$  ——计算范围内所有建筑的全年供暖供冷综合能耗量；  
 $E_i$  ——城市建筑第  $i$  类能源的年消耗总量；  
 $E_{i,j}$  ——第  $j$  类系统的第  $i$  类能源的年消耗量；  
 $E_{lgt}$  ——计算范围内所有建筑的全年照明能耗量；  
 $E_{s,i}$  ——建筑  $i$  的电梯待机时能耗；  
 $H_g$  ——燃气低热值；  
 $J_T$  ——当地集热器采光面上的年平均日太阳辐照量；  
 $P_{e,i}$  ——建筑  $i$  的电梯运行能耗；  
 $P_{equip,i}$  ——建筑  $i$  的电器设备功率密度；  
 $P_{lgt,i}$  ——建筑  $i$  的照明功率密度；  
 $q_{pub}$  ——公共建筑日单位面积用气量定额；  
 $q_{r,i}$  ——建筑  $i$  的生活热水单位面积日用量；  
 $q_{res}$  ——居民生活年人均用气量定额；  
 $Q_{c,i}$  ——建筑  $i$  的全年累计耗冷量；  
 $Q_{gas}$  ——城市建筑年用气量；  
 $Q_{h,i}$  ——建筑  $i$  的全年累计耗热量；  
 $Q_{pub}$  ——公共建筑年用气量；  
 $Q_t$  ——计算范围内所有建筑的生活热水年能耗量；  
 $Q_{res}$  ——居民生活年用气量；  
 $Q_{tp,i}$  ——建筑  $i$  的生活热水日平均能耗量；  
 $RE_i$  ——由可再生能源提供的第  $i$  类能源的量；  
 $RE_{PT}$  ——太阳能生活热水系统的年供能量；  
 $RE_{PV}$  ——太阳能光电系统的年发电量；  
 $SR_t$  ——计算范围内所有建筑屋顶接受到的年累积太阳辐照量。

#### 4.3 碳排放量、碳排放强度、固碳量

$C_a$  ——城市建筑运行碳排放强度；  
 $C_s$  ——城市建筑能耗计算范围内绿地碳汇系统年固碳量；  
 $C_{s,i}$  ——绿地类型  $i$  对应的单位面积年固碳量；  
 $C_t$  ——城市建筑运行年碳排放总量。

#### 4.4 计算系数

- $A_{PT}$ ——城市建筑屋顶安装太阳能生活热水系统的有效面积比例；  
 $A_{PV}$ ——城市建筑屋顶安装太阳能光伏发电系统的有效面积比例；  
 $C_f$  ——不同气候区绿地系统固碳量修正因子；  
 $COP_{c,i}$  ——建筑  $i$  的供冷系统综合能效比；  
 $COP_{h,i}$  ——建筑  $i$  的供暖系统综合能效比；  
 $EF_i$  ——第  $i$  类能源的碳排放因子；  
 $f$  ——太阳能保证率；  
 $k$  ——气化率；  
 $K_{cd}$  ——太阳能集热器平均集热效率；  
 $K_L$  ——蓄能水箱以及管路热损失率；  
 $K_{L,i}$  ——建筑  $i$  所使用生活热水系统的蓄能水箱以及管路热损失率；  
 $K_{PT}$  ——太阳能生活热水系统综合考虑集热效率和热损失后的光热转化效率；  
 $K_{PV}$  ——太阳能光伏发电系统的光电转化效率；  
 $K_s$  ——太阳能光伏发电系统的损失效率。

#### 4.5 其他计算参数

- $C_r$  ——水的比热容；  
 $D_i$  ——建筑  $i$  全年实际运行天数；  
 $D_{pub}$  ——公共建筑年运行天数；  
 $n_i$  ——建筑  $i$  的电梯数量；  
 $N_{res}$  ——计算范围内居民人数；  
 $t_{a,i}$  ——建筑  $i$  的电梯日平均运行小时数；  
 $t_{equip,i}$  ——建筑  $i$  的电器设备逐时使用率；  
 $t_l$  ——冷水温度；  
 $t_{lgt,i}$  ——建筑  $i$  的照明逐时使用率；  
 $t_{s,i}$  ——建筑  $i$  的电梯日平均待机小时数；  
 $t_r$  ——热水温度；  
 $v_i$  ——建筑  $i$  的电梯速度；  
 $W_i$  ——建筑  $i$  的电梯额定载重量；  
 $\rho_r$  ——热水密度；  
 $\mu_{res}$  ——居住建筑人员密度。

### 5 总体原则

5.1 城市建筑能耗及运行碳排放计算以位于同一区域里的大量城市建筑为计算对象，单体建筑数量应超过 50 栋。

5.2 城市建筑能耗及运行碳排放计算方法可用于规划设计阶段对规划设计范围内的城市建筑在运行阶段产生的能耗和碳排放量进行计算，也可用于对既有城市建筑在运行阶段产生的能耗和碳排放量进行计算。

5.3 城市建筑能耗及运行碳排放计算不包括城市建筑在建造和拆除阶段产生的能耗和碳排放，也不包括建筑材料在生产和运输阶段产生的能耗和碳排放。

5.4 城市建筑能耗及运行碳排放计算应先计算能耗，再以之为基础计算碳排放。

5.5 城市建筑能耗及运行碳排放计算应按本导则提供的方法和数据进行计算，宜采用基于本导则开发的建筑能耗及运行碳排放计算软件计算。

## 6 城市建筑能耗计算

### 6.1 一般规定

6.1.1 城市建筑能耗计算范围应包括暖通空调系统、生活热水系统、照明系统、电器设备系统及电梯系统在运行阶段产生的能耗。

6.1.2 城市建筑能耗计算应采用基于建筑传热和能量平衡物理模型的自下而上法。

6.1.3 城市建筑能耗计算应考虑计算范围内的城市微气候。

6.1.4 城市建筑能耗计算的主要步骤应包括建立几何模型、设定非几何参数、设定气象参数。

### 6.2 城市建筑能耗计算的几何模型

6.2.1 城市建筑能耗计算的几何模型应包括计算范围内的城市建筑几何模型和城市建筑外部条件几何模型。

6.2.2 城市建筑几何模型应包括建筑基底、建筑高度、建筑窗墙比、建筑朝向、建筑层数、建筑面积等参数。

6.2.3 建筑基底、建筑高度、建筑窗墙比、建筑朝向、建筑层数应符合规划设计方案或城市建筑的真实情况。

6.2.4 建筑面积应根据建立的几何模型计算。

6.2.5 建筑基底的外轮廓线可按如下规定进行简化：

- a) 外轮廓线上出现的凸（凹）处如宽度与深度之比大于 5，且深度小于 0.2m，可视为齐平；
- b) 圆弧形外轮廓线可采用内接多条线段的方式近似；
- c) 外轮廓线上小的弧形转角可按直角处理。

6.2.6 当建筑有不同的屋顶高度时，屋顶高度的确定应符合以下规定：

- a) 对于裙房和塔楼区分明显的建筑，应单独确定各自的屋顶高度；
- b) 如果建筑有不同的屋顶高度，且存在其中一个屋顶高度对应的建筑体量占整个建筑体量的 90% 以上，则可将该屋顶高度作为整个建筑的屋顶高度；否则，应单独确定各自的屋顶高度。

6.2.7 城市建筑坡屋顶可简化为平屋顶，简化后的屋顶高度应等于屋檐和屋脊的平均高度。

6.2.8 对能耗不产生影响的建筑女儿墙的高度可忽略。

6.2.9 如果规划设计方案中没有建筑窗墙比信息，可根据建筑功能和所在气候区，参照表 1 及表 2

进行设定。

表 1 不同气候区居住建筑窗墙比设定

	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
东立面	0.30	0.35	0.35	0.30	0.35
西立面	0.30	0.35	0.35	0.30	0.35
南立面	0.45	0.50	0.45	0.40	0.50
北立面	0.25	0.30	0.40	0.40	0.40

表 2 不同气候区公共建筑窗墙比设定

	办公建筑		宾馆建筑		其他	
	严寒地区	其余地区	严寒地区	其余地区	严寒地区	其余地区
东立面	0.40	0.45	0.40	0.45	0.30~0.50	0.35~0.55
西立面	0.40	0.45	0.40	0.45	0.30~0.50	0.35~0.55
南立面	0.50	0.55	0.45	0.50	0.40~0.60	0.45~0.65
北立面	0.45	0.50	0.45	0.50	0.35~0.55	0.40~0.60

6.2.10 建筑立面上的外窗大小和分布应按以下规定之一建模：

- a) 符合真实情况；
- b) 按照窗墙比在立面上均匀布置，每扇窗均为矩形且大小相等，面积符合该类型建筑外窗的常见情况；
- c) 按照窗墙比和建筑层数在立面上均匀布置，每层布置一扇矩形窗，各扇窗的面积相等；
- d) 按照窗墙比在立面的中间位置布置一扇矩形大窗。

6.2.11 如果无法获得真实建筑层数，可按照下列公式计算：

$$N = \text{round}\left(\frac{H}{h}\right)$$

式中：

$N$  ——建筑层数；

$\text{round}(X)$  ——表示对  $X$  四舍五入取整；

$H$  ——建筑高度 (m)；

$h$  ——建筑层高 (m)；取值参考表 3。

表 3 不同建筑类型层高参考值

	居住	办公	商业	宾馆	教育	医疗	交通	体育	观演	展览
层高(m)	3	3.9	5.5	3.6	3.9	3.9	6	6~10	4.5	8

6.2.12 建筑面积计算应参照以下公式之一，并接近实际情形或符合控规约束：

a) 立方体建筑：

$$A = FN$$

式中：

$A$  —— 建筑面积 ( $\text{m}^2$ )；

$F$  —— 建筑基底面积 ( $\text{m}^2$ )；

$N$  —— 建筑层数。

b) 裙房和塔楼区分明显的建筑：

$$A = \sum_{i=1}^n F_i N_i$$

式中：

$A$  —— 建筑面积 ( $\text{m}^2$ )；

$F_i$  —— 建筑各裙房、塔楼所对应的建筑基底面积 ( $\text{m}^2$ )；

$N_i$  —— 建筑各裙房、塔楼所包含的层数。

c) 单独确定各自屋顶高度的建筑：

$$A = \sum_{j=1}^n F_j N_j$$

式中：

$A$  —— 建筑面积 ( $\text{m}^2$ )；

$F_j$  —— 某一屋顶高度所对应的建筑部分的基底面积 ( $\text{m}^2$ )；

$N_j$  —— 某一屋顶高度所对应的建筑部分的层数。

6.2.13 建筑热区划分应符合以下规定之一：

a) 整幢建筑为一个热区；

b) 每层为一个热区；

c) 顶层、底层、中间标准层分别为一个热区。

6.2.14 城市建筑外部条件几何模型应包括地形几何模型、植被几何模型、水体几何模型。

6.2.15 地形几何模型应根据计算范围内的地形图或地形实测数据建立，并符合表 4 中的规定。

表 4 不同计算范围地形几何模型精度要求

计算范围		$\leq 1 \text{ km}^2$	$1 \sim 10 \text{ km}^2$	$> 10 \text{ km}^2$
地形图网格单元尺寸		$\leq 2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$	$\leq 5\text{m} \times 5\text{m}$	$\leq 10\text{m} \times 10\text{m}$
高程误差	平坦地区	$\leq 0.7\text{m}$	$\leq 1.4\text{m}$	$\leq 2\text{m}$

	丘陵地区	$\leq 1\text{m}$	$\leq 2\text{m}$	$\leq 5\text{m}$
	山地地区	$\leq 2.4\text{m}$	$\leq 5\text{m}$	$\leq 10\text{m}$
	高山地区	$\leq 5\text{m}$	$\leq 10\text{m}$	$\leq 20\text{m}$

- 6.2.16 当计算范围内的地面倾角均小于  $2^\circ$  时，可将地形简化为平地。
- 6.2.17 植被几何模型应包括草地、乔木与灌木的几何模型，可不考虑植被在垂直方向的高度和变化特征，将其简化为两维平面模型。
- 6.2.18 植被两维平面几何模型的建立应符合以下规定之一：
- 按照规划设计方案建模；
  - 根据计算范围内植被所覆盖的真实面积建模。
- 6.2.19 水体几何模型可不考虑水深，将其简化为两维平面模型。
- 6.2.20 水体两维平面几何模型的建立应符合以下规定之一：
- 按照规划设计方案建模；
  - 根据计算范围内水体所覆盖的真实面积建模。
- 6.3 城市建筑能耗计算的非几何信息
- 6.3.1 城市建筑能耗计算的非几何信息包括建筑的非几何信息、植被的非几何信息、水体的非几何信息。
- 6.3.2 建筑的非几何信息包括建筑功能类型、建筑围护结构热工参数、建筑室内温度控制水平、建筑室内人员数量及其散热量、建筑暖通空调系统参数、建筑生活热水系统参数、建筑照明参数、建筑电器设备参数、建筑电梯系统参数及建筑室内外空气交换量。
- 6.3.3 进行城市建筑能耗计算时，建筑的功能类型应为居住、办公、商业、宾馆、教育、医疗（门诊、住院）、交通（公路客运站、铁路客运站、机场）、体育、观演、展览中之一，应根据规划设计方案或真实情况确定。
- 6.3.4 对于具有混合功能的建筑，应分区域确定其功能类型。
- 6.3.5 建筑围护结构热工参数、建筑室内温度控制水平、建筑室内人员数量及其散热量、建筑暖通空调系统参数、建筑生活热水系统参数、建筑照明参数、建筑电器设备参数、建筑电梯系统参数及建筑室内外空气交换量应以建筑功能区域为单位进行设定。
- 6.3.6 进行城市建筑能耗计算需设定的建筑围护结构热工参数包括：不透明围护结构的传热系数、透明围护结构的传热系数、透明围护结构的太阳得热系数。具体取值应符合以下规定之一：
- 根据建筑围护结构的真实情况计算热工参数并设定；
  - 根据建筑所在地区、建筑功能和其它条件，根据适用的建筑热工设计规范或建筑节能设计标准，设定建筑围护结构的热工参数。
- 6.3.7 建筑室内温度控制水平的设定应符合附录 A 的规定。
- 6.3.8 建筑室内人员数量及其散热量的设定应符合附录 B 的规定。
- 6.3.9 暖通空调系统需设定的参数为供暖系统综合能效比  $COP_H$  和供冷系统综合能效比  $COP_C$ ，取值应符合下列规定之一：
- 按照暖通空调系统的真实情况计算后设定；

b) 根据建筑功能和所在气候区，参照表 5 进行规定。

表 5 暖通空调系统综合能效比设定

气候区	综合能效比	居住建筑	公共建筑
严寒地区	$COP_h$	1.6	
寒冷地区	$COP_c$	2.8	2.5
夏热冬冷地区	$COP_h$	1.8	2.2
夏热冬暖地区 温和地区	$COP_c$	2.8	2.5

6.3.10 生活热水系统需设定的参数为生活热水单位面积日用量  $q_r$  及建筑全年实际运行天数  $D$ ，取值应符合附录 C 的规定。

6.3.11 照明系统需设定的参数为照明功率密度  $P_{lgt}$  及照明逐时使用率  $t_{lgt}$ ，取值应符合附录 D 的规定。

6.3.12 电器设备系统需设定的参数为电器设备功率密度  $P_{equip}$  及电器设备逐时使用率  $t_{equip}$ ，取值应符合附录 E 的规定。

6.3.13 电梯系统需设定的参数为电梯运行能耗  $P_e$ ，电梯日运行小时数  $t_a$ ，建筑全年实际运行天数  $D$ ，电梯速度  $v$ ，电梯额定载重量  $W$ ，电梯待机能耗  $E_s$ ，电梯日平均待机时间  $t_s$  及电梯数量  $n$ ，取值应符合附录 F 的规定。

6.3.14 建筑室内外空气交换量包括新风量和通过围护结构的空气渗透量。

6.3.15 新风量及新风运行情况的规定应符合附录 G 的规定。

6.3.16 通过围护结构的空气渗透量可设定为 0.5ach。

6.3.17 植被模型所需设定的参数为太阳辐射吸收系数，太阳辐射透射比，对流得热比例，平均蒸发量，取值应符合附录 H 的规定。

6.3.18 水体模型所需设定的参数为平均蒸发量与太阳辐射吸收系数，取值应符合附录 I 的规定。

#### 6.4 城市建筑能耗计算的气象参数

6.4.1 城市建筑能耗计算的气象参数应包括全年的逐时气象数据。

6.4.2 城市建筑能耗计算的气象参数应包括法向直接辐照度、水平散射辐照度、空气干球温度、风速与风向。法向直接辐照度与水平散射辐照度可使用标准气象参数。空气干球温度与风速应根据计算范围内的城市微气候确定，不宜直接采用标准气象参数。风向可根据计算范围的城市微气候确定，也可使用标准气象参数。

6.4.3 城市建筑能耗计算范围内的城市微气候可通过如下方法获得：

- a) 实测；
- b) 利用建筑群热时间常数模型计算确定；
- c) 利用城市冠层模型计算确定；
- d) 利用计算流体力学方法计算确定。

6.4.4 当城市建筑能耗的计算范围小于  $1\text{km}^2$  时，可将计算范围内的城市微气候视为均匀，在计算范围内采用统一的空气干球温度、风速与风向。

6.4.5 当城市建筑能耗的计算范围大于  $1\text{km}^2$  时，宜将计算范围分为若干小于或等于  $1\text{km}^2$  的单元，每个单元根据各自内部的城市微气候独立确定空气干球温度、风速与风向。当单元内包含多栋建筑时，各建筑的能耗计算可使用单元内部的平均空气干球温度、平均风速与主导风向。

6.4.6 当通过计算的方法确定城市建筑能耗计算范围内的城市微气候时，如需使用标准气象参数，宜符合《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 或《中国建筑热环境分析专用气象数据集》的规定。

## 6.5 城市建筑暖通空调系统能耗计算

6.5.1 城市建筑暖通空调系统能耗应包括冷热源、输配系统及末端空气处理设备的综合能耗，并按照下列公式计算：

$$E_{\text{HVAC,h}} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{\text{h},i}}{\text{COP}_{\text{h},i}}$$

$$E_{\text{HVAC,c}} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{\text{c},i}}{\text{COP}_{\text{c},i}}$$

式中：

$E_{\text{HVAC,h}}$  ——计算范围内所有建筑的全年供暖综合能耗量 (kWh/a)；

$E_{\text{HVAC,c}}$  ——计算范围内所有建筑的全年供冷综合能耗量 (kWh/a)；

$Q_{\text{h},i}$  ——建筑  $i$  的全年累计耗热量 (kWh/a)；

$Q_{\text{c},i}$  ——建筑  $i$  的全年累计耗冷量 (kWh/a)；

$\text{COP}_{\text{h},i}$  ——建筑  $i$  的供暖系统综合能效比，应符合条文 5.3.9 相关规定；

$\text{COP}_{\text{c},i}$  ——建筑  $i$  的供冷系统综合能效比，应符合条文 5.3.9 相关规定。

## 6.6 城市建筑暖通空调系统能耗计算

6.6.1 城市建筑生活热水系统能耗应按下列公式计算：

$$Q_{\text{rp},i} = \frac{C_{\text{r}}q_{\text{r},i}A_i(t_{\text{r}} - t_{\text{l}})\rho_{\text{r}}}{3600} / (1 - K_{\text{L},i}) / \eta$$

$$Q_{\text{r}} = \sum_{i=1}^n (D_i Q_{\text{rp},i})$$

式中：

$Q_{\text{r}}$  ——计算范围内所有建筑的生活热水年能耗量 (kWh/a)；

$Q_{\text{rp},i}$  ——建筑  $i$  的生活热水日平均能耗量 (kWh/d)；

$C_{\text{r}}$  ——水的比热容 [kJ/(kg·°C)]，取 4.187 kJ/(kg·°C)；

$q_{r,i}$  ——建筑  $i$  的生活热水单位面积日用量 [L/(m<sup>2</sup>·d)], 取值应符合附录 C 的规定;

$A_i$  ——建筑  $i$  的建筑面积 (m<sup>2</sup>);

$t_r$  ——热水温度 (°C), 取 60°C;

$t_l$  ——冷水温度 (°C), 应根据《建筑给水排水设计标准》GB 50015 确定;

$\rho_r$  ——热水密度 (kg/L), 取 0.983kg/L;

$K_{l,i}$  ——建筑  $i$  所使用生活热水系统的蓄能水箱以及管路热损失率, 取 20%~30%;

$D_i$  ——建筑  $i$  全年实际运行天数 (d), 取值应符合附录 C 的规定;

$\eta$  ——建筑  $i$  所使用生活热水系统的能效转换效率, 对于电热水器取 90%~100%, 对于热泵热水器取 2.5~4.5, 燃气热水器消耗燃气量见条文 5.10;

6.6.2 太阳能热水系统对生活热水的热量的贡献所带来的能耗折减需从条文 5.6.1 计算出的生活热水能耗量中扣除, 太阳能热水系统年供热量计算方法见条文 5.11.3。

## 6.7 城市建筑照明系统能耗计算

6.7.1 城市建筑照明系统能耗应按下列公式计算:

$$E_{\text{igt}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{24} (P_{\text{igt},i} A_i t_{\text{igt},i,j} D_i) / 1000$$

式中:

$E_{\text{igt}}$  ——计算范围内所有建筑的全年照明能耗量 (kWh/a);

$P_{\text{igt},i}$  ——建筑  $i$  的照明功率密度 (W/m<sup>2</sup>), 取值应符合附录 D 的规定;

$A_i$  ——建筑  $i$  的建筑面积 (m<sup>2</sup>);

$t_{\text{igt},i,j}$  ——建筑  $i$  的照明逐时使用率 (%), 取值应符合附录 D 的规定;

$D_i$  ——建筑  $i$  全年实际运行天数 (d), 取值应符合附录 C 的规定。

## 6.8 城市建筑电器设备系统能耗计算

6.8.1 城市建筑电器设备系统能耗应按下列公式计算:

$$E_{\text{equip}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{24} (P_{\text{equip},i} A_i t_{\text{equip},i,j} D_i) / 1000$$

式中:

$E_{\text{equip}}$  ——计算范围内所有建筑的全年电器设备系统能耗量 (kWh/a);

$P_{\text{equip},i}$  ——建筑  $i$  的电器设备功率密度 (W/m<sup>2</sup>), 取值应符合附录 E 的规定;

$A_i$  ——建筑  $i$  的建筑面积 (m<sup>2</sup>);

$t_{\text{equip},i,j}$  ——建筑  $i$  的电器设备逐时使用率 (%), 取值应符合附录 E 的规定;

$D_i$  ——建筑  $i$  全年实际运行天数 (d), 取值应符合附录 C 的规定。

## 6.9 城市建筑电梯系统能耗计算

6.9.1 城市建筑电梯系统能耗应按下列公式计算：

$$E_e = \sum_{i=1}^n (3.6P_{e,i}t_{a,i}v_iW_i + E_{s,i}t_{s,i}) \times D_i \times n_i / 1000$$

式中：

$E_e$  ——计算范围内所有建筑全年电梯能耗量 (kWh/a)；

$P_{e,i}$  ——建筑  $i$  的电梯运行能耗 [mWh/(kg·m)]，取值应符合附录 F 的规定；

$t_{a,i}$  ——建筑  $i$  的电梯日平均运行小时数 (h)，取值应符合附录 F 的规定；

$v_i$  ——建筑  $i$  的电梯速度 (m/s)，取值应符合附录 F 的规定；

$W_i$  ——建筑  $i$  的电梯额定载重量 (kg)，取值应符合附录 F 的规定；

$E_{s,i}$  ——建筑  $i$  的电梯待机时能耗 (W)，取值应符合附录 F 的规定；

$t_{s,i}$  ——建筑  $i$  的电梯日平均待机小时数 (h)，取值应符合附录 F 的规定；

$n_i$  ——建筑  $i$  的电梯数量，取值应符合附录 F 的规定；

$D_i$  ——建筑  $i$  全年实际运行天数 (d)，取值应符合附录 C 的规定。

## 6.10 城市建筑燃气量计算

6.10.1 城市建筑燃气量包括居民生活用气量和公共建筑用气量。

6.10.2 城市建筑燃气量应按下式计算：

$$Q_{\text{gas}} = Q_{\text{res}} + Q_{\text{pub}}$$

$$Q_{\text{res}} = \frac{N_{\text{res}}kq_{\text{res}}}{H_g}$$

$$N_{\text{res}} = \sum_{i=1}^n \frac{A_{\text{res},i}}{\mu_{\text{res}}}$$

$$Q_{\text{pub}} = \frac{A_{\text{pub}}q_{\text{pub}}D_{\text{pub}}}{H_g}$$

式中：

$Q_{\text{gas}}$  ——城市建筑年用气量 ( $\text{m}^3/\text{a}$ )；

$Q_{\text{res}}$  ——居民生活年用气量 ( $\text{m}^3/\text{a}$ )；

$Q_{\text{pub}}$  ——公共建筑年用气量 ( $\text{m}^3/\text{a}$ )；

$N_{\text{res}}$  ——计算范围内居民人数 (人)；

$A_{\text{res},i}$  ——居住建筑  $i$  的建筑面积 ( $\text{m}^2$ )；

$\mu_{\text{res}}$  ——居住建筑人员密度 ( $\text{m}^2/\text{人}$ )，取值应符合附录 B 的规定；

$k$  ——气化率，即计算范围内城市居民使用燃气的人占总城市人数量的百分比；

- $q_{res}$  ——居民生活年人均用气量定额[MJ/(人·a)], 取值应符合附录 J 的规定;
- $H_g$  ——燃气低热值 (MJ/m<sup>3</sup>), 为 37.62 MJ/m<sup>3</sup>;
- $A_{pub}$  ——计算范围内公共建筑总面积 (m<sup>2</sup>);
- $q_{pub}$  ——公共建筑日单位面积用气量定额[MJ/(m<sup>2</sup>·d)], 取值应符合附录 J 的规定;
- $D_{pub}$  ——公共建筑年运行天数 (d), 取值应符合附录 C 的规定。

## 6.11 城市建筑可再生能源利用量计算

- 6.11.1 城市建筑能耗及运行碳排放计算应考虑的可再生能源系统包括: 太阳能光伏发电系统、太阳能生活热水系统、风力发电系统。
- 6.11.2 城市建筑可再生能源利用量计算应符合以下规定之一:
- 按照计算范围内的城市建筑可再生能源利用的实际情况进行计算;
  - 按照计算范围内适用的可再生能源利用专项规划进行计算;
  - 按照条文 5.11.3 进行估算。
- 6.11.3 城市建筑可再生能源利用量可使用下列公式估算, 估算时仅考虑太阳能光电系统和太阳能生活热水系统, 不考虑风力发电系统:

$$RE_{PV} = SR_r A_{PV} K_{PV} (1 - K_s)$$

$$RE_{PT} = \frac{SR_r A_{PT} K_{PT}}{3.6}$$

式中:

- $RE_{PV}$  ——太阳能光电系统的年发电量 (kWh/a);
- $RE_{PT}$  ——太阳能生活热水系统的年供能量 (kWh/a);
- $SR_r$  ——计算范围内所有建筑屋顶接受到的年累积太阳辐照量 (MJ/a);
- $A_{PV}$  ——城市建筑屋顶安装太阳能光伏发电系统的有效面积比例, 取值应符合附录 K 的规定;
- $A_{PT}$  ——城市建筑屋顶安装太阳能生活热水系统的有效面积比例, 取值应符合附录 K 的规定;
- $K_{PV}$  ——太阳能光伏发电系统的光电转化效率, 取值应符合附录 K 的规定;
- $K_s$  ——太阳能光伏发电系统的损失效率, 取值应符合附录 K 的规定;
- $K_{PT}$  ——太阳能生活热水系统综合考虑集热效率和热损失后的光热转化效率, 取值应符合附录 K 的规定。

## 7 城市建筑运行碳排放计算

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 城市建筑运行碳排放计算应包含《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》中列出的各类温室气体。
- 7.1.2 城市建筑碳排放计算应以二氧化碳当量排放量作为分析评价指标。
- 7.1.3 城市建筑运行碳排放计算应包括暖通空调系统、生活热水系统、照明系统、电器设备系统、

电梯系统在运行阶段产生的碳排放，还应包括可再生能源系统在运行阶段产生的碳抵消和计算范围内的城市碳汇。

7.1.4 城市建筑运行阶段中因电力消耗造成的碳排放计算，应采用国家相关机构公布的区域电网平均碳排放因子。

## 7.2 城市建筑运行碳排放计算

7.2.1 城市建筑运行碳排放计算应根据不同类型能源消耗量和不同类型能源的碳排放因子确定。

7.2.2 城市建筑运行碳排放计算应以年度为单位分别计算碳排放总量和碳排放强度。

7.2.3 城市建筑运行碳排放总量应按下列公式计算：

$$C_t = \sum_{i=1}^n (E_i EF_i) - C_s$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n E_{i,j} - RE_i$$

式中：

$C_t$  ——城市建筑运行年碳排放总量 (kgCO<sub>2</sub> eq/a)；

$E_i$  ——城市建筑第  $i$  类能源的年消耗总量 (单位/a)，城市建筑消耗的终端能源类型，包括电力、燃气、市政热力等；

$EF_i$  ——第  $i$  类能源的碳排放因子 (kgCO<sub>2</sub> eq/单位)，取值应符合附录 L 的规定；

$C_s$  ——城市建筑能耗计算范围内绿地碳汇系统年固碳量 (kgCO<sub>2</sub> eq/a)；

$E_{i,j}$  ——第  $j$  类系统的第  $i$  类能源的年消耗量 (单位/a)，城市建筑用能系统类型包括暖通空调系统、生活热水系统、照明系统、电器设备系统、电梯系统等；

$RE_i$  ——消耗的由可再生能源提供的第  $i$  类能源的量 (单位/a)。

7.2.4 城市建筑运行碳排放强度应按下列公式计算：

$$C_a = \frac{C_t}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

式中：

$C_a$  ——城市建筑运行碳排放强度 [kgCO<sub>2</sub> eq/(a·m<sup>2</sup>)]；

$C_t$  ——城市建筑运行年碳排放总量 (kgCO<sub>2</sub> eq/a)；

$A_i$  ——建筑  $i$  的建筑面积 (m<sup>2</sup>)。

## 7.3 城市碳汇计算

7.3.1 城市碳汇计算应考虑计算范围内的城市绿地系统产生的固碳量。

7.3.2 城市碳汇计算应符合规划设计方案或城市绿地系统的实际情况，可按下列公式估算：

$$C_S = C_f \sum_{i=1}^n (A_{\text{green},i} C_{S,i})$$

式中：

$C_S$  ——城市建筑能耗计算范围内绿地碳汇系统年固碳量 (kgCO<sub>2</sub> eq/a)；

$C_f$  ——不同气候区绿地系统固碳量修正因子，应按附录 M 取值；

$A_{\text{green},i}$  ——绿地类型  $i$  面积 (m<sup>2</sup>)；

$C_{S,i}$  ——绿地类型  $i$  对应的单位面积年固碳量 [kgCO<sub>2</sub> eq/(m<sup>2</sup>·a)]，应按附录 M 取值。

## 8 城市建筑能耗及运行碳排放计算软件

8.1 城市建筑能耗及运行碳排放应使用符合规定的软件进行计算。

8.2 城市建筑能耗及运行碳排放计算采用的软件应符合以下规定：

- a) 能计算建筑全年 8760 小时逐时负荷；
- b) 能反映建成环境对建筑表面接收太阳直射辐射量和散射辐射量的影响，能考虑建筑表面间的多次反射辐射和长波辐射；
- c) 能进行建筑周边微气候计算或可与其它城市微气候计算软件集成；
- d) 能使用城市微气候作为建筑能耗计算的边界条件；
- e) 能将建筑划分为不少于 10 个热区；
- f) 能反映建筑围护结构热工性能对负荷的影响；
- g) 能设定动态变化的建筑运行状态，包括室内人员密度、照明功率密度、设备功率密度、室内设定温度、室内外空气交换量、各用能系统使用率，设定的最小时间步长应能达到 1 小时；
- h) 能计算建筑室内温度、建筑内外表面温度逐时动态变化情况；
- i) 能输出逐时负荷计算结果；
- j) 能按能源类型输出能耗计算结果；
- k) 能根据不同类型能源消耗量计算对应的碳排放量；
- l) 能以年度为单位分别计算碳排放总量和碳排放强度。

8.3 城市建筑能耗及运行碳排放计算软件应经过可靠性验证。

## 附录 A

(规范性)

## 建筑室内温度控制水平设定

A.1 居住建筑室内温度控制应按表 A.1 选取，室内温度允许波动范围为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。居住建筑供暖空调设备开启方式及时间可按表 A.2 选取。

表 A.1 居住建筑供暖空调设定温度

日期	时间	室内空气温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
冬季	设定温度	18
夏季	设定温度	26

表 A.2 居住建筑供暖空调设备开启方式及时间

系统形式	开启方式及时间
集中空调系统，末端可调节	人员在室率=0 时，设备关 人员在室率 $\neq$ 0 时，设备开
分散系统	
集中空调系统，末端不可调节	连续运行

A.2 公共建筑房间夏季设定温度和冬季设定温度应按表 A.3 选取；室内温度控制表应按表 A.4 选取。

表 A.3 公共建筑供暖空调设定温度

建筑类型	夏季设定温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	冬季设定温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
办公	26	20
商业	26	20
宾馆	25	22
教育	26	18
医疗—门诊	26	20
医疗—住院	26	21
交通—公路、铁路、航空客运站	26	18
体育	26	18
观演	26	18
展览	26	18

表 A.4 公共建筑室内温度控制水平设定 (°C)

类别			时间												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
办公	夏季	工作日	37	37	37	37	37	37	37	29	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
		节假日	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	冬季	工作日	10	10	10	10	10	12	16	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
		节假日	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
商业	夏季	全时段	37	37	37	37	37	37	37	29	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
	冬季	全时段	10	10	10	10	10	10	12	16	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
宾馆	夏季	全时段	37	37	37	37	29	$t_i$							
	冬季	全时段	16	16	16	16	18	$t_i$							
教育	夏季	工作日	37	37	37	37	37	37	37	29	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
		节假日	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	冬季	工作日	10	10	10	10	10	10	10	12	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
		节假日	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
医疗 门诊	夏季	工作日	37	37	37	37	37	37	37	29	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
		节假日	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	冬季	工作日	5	5	5	5	5	12	16	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
		节假日	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
医疗 住院	夏季	全时段	37	37	37	37	$t_i$								
	冬季	全时段	16	16	16	16	$t_i$								
交通 公路	夏季	全时段	37	37	37	37	37	37	28	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
	冬季	全时段	12	12	12	12	12	12	15	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
交通 铁路	夏季	全时段	$t_i$												
	冬季	全时段	$t_i$												
交通 航空	夏季	全时段	37	37	37	37	28	$t_i$							
	冬季	全时段	12	12	12	12	15	$t_i$							
体育	夏季	全时段	37	37	37	37	37	37	37	28	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
	冬季	全时段	12	12	12	12	12	12	12	15	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
观演	夏季	全时段	37	37	37	37	37	37	37	37	28	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
	冬季	全时段	12	12	12	12	12	12	12	12	15	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
展览	夏季	全时段	37	37	37	37	37	37	37	37	28	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$
	冬季	全时段	12	12	12	12	12	12	12	12	15	$t_i$	$t_i$	$t_i$	$t_i$

表 A.4 公共建筑室内温度控制水平设定 (°C) (续)

类别			时间												
			13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
办公	夏季	工作日	$t_i$	37	37	37	37	37	37						
		节假日	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	冬季	工作日	$t_i$	18	10	10	10	10	10						
		节假日	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
商业	夏季	全时段	$t_i$	37	37	37	37								
	冬季	全时段	$t_i$	12	10	10	10								
宾馆	夏季	全时段	$t_i$												
	冬季	全时段	$t_i$												
教育	夏季	工作日	$t_i$	37	37	37	37	37	37						
		节假日	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	冬季	工作日	$t_i$	10	10	10	10	10	10						
		节假日	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
医疗 门诊	夏季	工作日	$t_i$	37	37	37	37	37	37						
		节假日	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	冬季	工作日	$t_i$	5	5	5	5	5	5						
		节假日	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
医疗 住院	夏季	全时段	$t_i$												
	冬季	全时段	$t_i$												
交通 公路	夏季	全时段	$t_i$	28	37										
	冬季	全时段	$t_i$	15	12										
交通 铁路	夏季	全时段	$t_i$												
	冬季	全时段	$t_i$												
交通 航空	夏季	全时段	$t_i$												
	冬季	全时段	$t_i$												
体育	夏季	全时段	$t_i$	28	37	37									
	冬季	全时段	$t_i$	15	12	12									
观演	夏季	全时段	$t_i$	28	37										
	冬季	全时段	$t_i$	15	12										
展览	夏季	全时段	$t_i$	28	37	37									
	冬季	全时段	$t_i$	15	12	12									

注： $t_i$ —不同类型公共建筑室内夏季或冬季设定温度。

## 附录 B

(规范性)

## 建筑室内人员数量及散热量设定

B.1 建筑室内人员密度及散热量应按表 B.1 确定；建筑室内人员逐时在室率应按表 B.2 设定。

表 B.1 建筑室内人员密度及散热量

建筑类型	人员密度 (m <sup>2</sup> /人)	人员散热量 (W/人)
居住	40	134
办公	10	134
商业	8	181
宾馆	25	108
教育	6	134
医疗—门诊	8	134
医疗—住院	5	108
交通—公路、铁路客运站, 机场	10	134
体育	4	134
观演	4	108
展览	4	134

表 B.2 建筑室内人员逐时在室率 (%)

类型		时间											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
居住	工作日	100	100	100	100	100	100	100	70	30	30	30	30
	节假日	100	100	100	100	100	100	100	100	100	70	50	50
办公	工作日	0	0	0	0	0	0	10	50	100	100	100	30
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
商业	全年	0	0	0	0	0	0	0	20	50	80	80	80
宾馆	全年	70	70	70	70	70	70	70	70	50	50	50	50
教育	工作日	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
医疗—门诊	全年	0	0	0	0	0	0	0	20	50	95	80	40
医疗—住院	全年	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
交通—公路	全年	0	0	0	0	0	0	10	90	90	90	90	90
交通—铁路	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
交通—航空	全年	10	0	0	0	10	90	90	90	90	90	90	90

表 B.2 建筑室内人员逐时在室率 (%) (续)

		时间											
类型		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
体育	全年	0	0	0	0	0	0	0	10	90	90	90	90
观演	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	10	90	90	90
展览	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	10	90	90	90
		时间											
类型		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
居住	工作日	30	30	30	30	30	70	100	100	100	100	100	100
	节假日	40	40	40	40	40	60	70	100	100	100	100	100
办公	工作日	100	100	100	100	50	20	10	0	0	0	0	0
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
商业	全年	80	80	80	80	80	80	80	70	50	0	0	0
宾馆	全年	50	50	50	50	50	50	70	70	70	70	70	70
教育	工作日	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
医疗—门诊	全年	20	50	60	60	20	20	0	0	0	0	0	0
医疗—住院	全年	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
交通—公路	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	10	0
交通—铁路	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
交通—航空	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
体育	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	10	0	0
观演	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	10	0
展览	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	10	0	0

## 附录 C

(规范性)

## 生活热水系统运行参数设定

C.1 生活热水单位面积日用量应按表 C.1 确定；建筑全年实际运行天数应按表 C.2 确定。

表 C.1 生活热水单位面积日用量

建筑类型	生活热水单位面积日用量[L/(m <sup>2</sup> ·d)]
居住	1
办公	0.6
商业	0.75
宾馆	5
教育	1
医疗—门诊	5
医疗—住院	20
交通—公路、铁路客运站，机场	0.6
体育	4.5
观演	1.5
展览	1.5

表 C.2 建筑全年实际运行天数

建筑类型	建筑全年实际运行天数(d)
居住、商业、宾馆、医疗—住院、交通	365
医疗—门诊	313
办公、教育	261
体育、观演、展览	104

附录 D  
(规范性)  
照明系统运行参数设定

D.1 建筑照明系统的照明功率密度应按表 D.1 确定；照明逐时使用率应按表 D.2 设定。

表 D.1 照明功率密度

建筑类型	照明功率密度 (W/m <sup>2</sup> )
居住	7
办公	9
商业	10
宾馆	7
教育	9
医疗—门诊	9
医疗—住院	7
交通—公路、铁路客运站，机场	9
体育	7
观演	9
展览	10

表 D.2 照明逐时使用率 (%)

类型		时间											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
居住	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
办公	工作日	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
商业	全年	10	10	10	10	10	10	10	50	60	60	60	60
宾馆	全年	10	10	10	10	10	10	30	30	30	30	30	30
教育	工作日	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	80
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
医疗—门诊	全年	10	10	10	10	10	10	10	50	60	60	60	60
医疗—住院	全年	10	10	10	10	10	10	30	30	30	30	30	30
交通—公路	全年	10	10	10	10	10	10	20	90	90	90	90	90
交通—铁路	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
交通—航空	全年	20	10	10	10	20	90	90	90	90	90	90	90
体育	全年	10	10	10	10	10	10	10	20	90	90	90	90

表 D.2 照明逐时使用率 (%) (续)

类型		时间											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
观演	全年	10	10	10	10	10	10	10	10	20	90	90	90
展览	全年	10	10	10	10	10	10	10	10	20	90	90	90
类型		时间											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
居住	全年	0	0	0	0	0	0	75	75	75	100	100	75
办公	工作日	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
商业	全年	60	60	60	60	80	90	100	100	100	10	10	10
宾馆	全年	30	30	50	50	60	90	90	90	90	80	10	10
教育	工作日	80	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
医疗—门诊	全年	60	60	60	60	80	90	100	100	100	10	10	10
医疗—住院	全年	30	30	50	50	60	90	90	90	90	80	10	10
交通—公路	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	20	10
交通—铁路	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
交通—航空	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
体育	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	20	10	10
观演	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	20	10
展览	全年	90	90	90	90	90	90	90	90	90	20	10	10

## 附录 E

(规范性)

## 电器设备系统运行参数设定

E.1 建筑电器设备系统的设备功率密度应按表 E.1 确定；电器设备逐时使用率应按表 E.2 设定。

表 E.1 电器设备功率密度

建筑类型	电器设备功率密度 (W/m <sup>2</sup> )
居住	4
办公	15
商业	13
宾馆	15
教育	5
医疗—门诊	20
医疗—住院	20
交通—公路、铁路客运站，机场	10
体育	10
观演	10
展览	10

表 E.2 电器设备逐时使用率 (%)

类型		时间											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
居住	全年	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
办公	工作日	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
商业	全年	0	0	0	0	0	0	0	30	50	80	80	80
宾馆	全年	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
教育	工作日	0	0	0	0	0	0	10	50	95	95	95	50
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
医疗—门诊	全年	0	0	0	0	0	0	0	30	50	80	80	80
医疗—住院	全年	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
交通—公路	全年	0	0	0	0	0	0	10	85	85	85	85	85
交通—铁路	全年	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
交通—航空	全年	10	0	0	0	10	85	85	85	85	85	85	85
体育	全年	0	0	0	0	0	0	0	10	85	85	85	85

表 E.2 电器设备逐时使用率 (%) (续)

类型		时间											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
观演	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	10	85	85	85
展览	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	10	85	85	85
类型		时间											
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
居住	全年	35	35	12	12	12	12	12	85	100	100	100	85
办公	工作日	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
商业	全年	80	80	80	80	80	80	80	70	50	0	0	0
宾馆	全年	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
教育	工作日	50	95	95	95	95	30	30	0	0	0	0	0
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
医疗—门诊	全年	80	80	80	80	80	80	80	70	50	0	0	0
医疗—住院	全年	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
交通—公路	全年	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	10	0
交通—铁路	全年	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
交通—航空	全年	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
体育	全年	85	85	85	85	85	85	85	85	85	10	0	0
观演	全年	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	10	0
展览	全年	85	85	85	85	85	85	85	85	85	10	0	0

## 附录 F

(规范性)

## 电梯系统运行参数设定

F.1 建筑电梯系统的电梯运行、待机能耗应分别依据表 F.1、F.2 中的需求等级确定；如果需求等级未知，可取等级 D 中的数值进行估算。

表 F.1 电梯运行能耗

需求等级	A	B	C	D	E	F	G
运行能耗 [mWh/(kg·m)]	≤0.56	(0.56, 0.84]	(0.84, 1.26]	(1.26, 1.89]	(1.89, 2.80]	(2.80, 4.20]	>4.20

表 F.2 电梯待机能耗

需求等级	A	B	C	D	E	F	G
待机能耗 (W)	≤50	(50, 100]	(100, 200]	(200, 400]	(400, 800]	(800, 1600]	>1600

F.2 建筑电梯系统的电梯速度、额定载重量及数量应依据表 F.3 确定。

表 F.3 电梯速度、额定载重量及数量

建筑层数	额定载重量 (kg)	电梯速度 (m/s)	电梯数量
1-9	900	1	1
10-18	900	1.5	2
19-34	900	1.75	2
35-45	1050	2.5	2
45-60	1050	3	2
>60	1050	4	2

F.3 建筑电梯系统的电梯运行、待机时间应依据表 F.4 确定；如果对于电梯使用情况不了解，可取中等使用频率对应的数值。

表 F.4 电梯运行、待机时间

使用频率	典型情形	日均运行时间 (h)	日均待机时间 (h)
极低	1) 单元住户低于 6 人的住宅 2) 很少运行的小型办公楼或行政楼	0.2	23.8

表 F.4 电梯运行、待机时间（续）

使用频率	典型情形	日均运行时间 (h)	日均待机时间 (h)
低	1) 单元住户低于 20 人的住宅 2) 2~5 层的小型办公楼或行政楼 3) 小型旅馆 4) 很少运转的货运电梯	0.5	23.5
中等	1) 单元住户低于 50 人的住宅 2) 6~10 层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	1.5	22.5
高	1) 单元住户高于 50 人的住宅 2) 高于 10 层的小型办公或行政楼 3) 大型酒店 4) 小中型医院 5) 只有一半的生产过程用货运电梯	3	21
极高	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	6	18

## 附录 G

(规范性)

## 建筑室内外空气交换量参数设定

G.1 建筑新风量应按表 G.1 确定；新风运行情况应按表 G.2 设定。

表 G.1 人均新风量

建筑类型	新风量[m <sup>3</sup> /(h·人)]
居住	30
办公	30
商业	30
宾馆	30
教育	30
医疗—门诊	30
医疗—住院	30
交通—公路、铁路客运站，机场	20
体育	20
观演	14
展览	20

表 G.2 新风运行情况

类型		时间											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
居住	全年	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
办公	工作日	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
商业	全年	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
宾馆	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
教育	工作日	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
医疗—门诊	全年	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
医疗—住院	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
交通—公路	全年	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
交通—铁路	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
交通—航空	全年	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
体育	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

表 G.2 新风运行情况 (续)

		时间											
类型		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
观演	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
展览	全年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
		时间											
类型		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
居住	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
办公	工作日	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
商业	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
宾馆	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
教育	工作日	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	节假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
医疗—门诊	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
医疗—住院	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
交通—公路	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
交通—铁路	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
交通—航空	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
体育	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
观演	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
展览	全年	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

注：新风运行情况中，1表示新风开启，0表示新风关闭。

附录 H  
(规范性)  
植被模型参数设定

H.1 植被模型太阳辐射吸收系数，太阳辐射透射比，对流得热比应按表 H.1 选取。植被模型平均蒸发量应按表 H.2 选取。

表 H.1 植被模型太阳辐射吸收系数、太阳辐射透射比、对流得热比

植被类型	太阳辐射吸收系数	太阳辐射透射比	对流得热比
乔木	0.78	0.10/0.40/0.70	0.70
灌木	0.78	/	/
草地	0.80	/	/

注：乔木的太阳辐射透射比可依据其真实茂密程度选择合适的数值：0.1（茂密），0.4（正常），0.7（稀疏）。

表 H.2 植被模型平均蒸发量[kg/(m<sup>2</sup>·h)]

时刻	严寒、寒冷地区			夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区		
	春、秋季	夏季	冬季	春、秋季	夏季	冬季
0	0.22	0.28	0	0.22	0.24	0.11
1	0.16	0.20	0	0.17	0.19	0.09
2	0.15	0.19	0	0.14	0.15	0.07
3	0.14	0.18	0	0.13	0.14	0.06
4	0.17	0.21	0	0.12	0.13	0.06
5	0.21	0.26	0	0.14	0.16	0.07
6	0.28	0.35	0	0.20	0.22	0.10
7	0.35	0.44	0	0.30	0.33	0.15
8	0.45	0.56	0	0.39	0.43	0.19
9	0.52	0.65	0	0.48	0.53	0.24
10	0.55	0.69	0	0.50	0.55	0.25
11	0.52	0.65	0	0.49	0.54	0.24
12	0.47	0.59	0	0.45	0.50	0.23
13	0.42	0.52	0	0.39	0.43	0.19
14	0.32	0.40	0	0.31	0.34	0.15
15	0.28	0.35	0	0.26	0.29	0.13
16	0.20	0.25	0	0.20	0.22	0.10
17	0.17	0.21	0	0.14	0.16	0.07
18	0.14	0.17	0	0.11	0.12	0.05

表 H.2 植被模型平均蒸发量 $[\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})]$  (续)

时刻	严寒、寒冷地区			夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区		
	春、秋季	夏季	冬季	春、秋季	夏季	冬季
19	0.11	0.14	0	0.09	0.10	0.05
20	0.10	0.12	0	0.06	0.07	0.03
21	0.09	0.11	0	0.06	0.07	0.03
22	0.06	0.08	0	0.06	0.07	0.03
23	0.08	0.10	0	0.05	0.05	0.02

征求意见稿

附 录 I  
(规范性)  
水体模型参数设定

I.1 水体模型平均蒸发量应按表 I.1 选取；太阳辐射吸收系数应取 0.96。

表 I.1 水体模型平均蒸发量[kg/(m<sup>2</sup>·h)]

时刻	严寒、寒冷地区	夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区
0	0.14	0.09
1	0.12	0.10
2	0.12	0.08
3	0.10	0.08
4	0.11	0.09
5	0.16	0.07
6	0.28	0.18
7	0.45	0.34
8	0.65	0.52
9	0.86	0.75
10	1.02	0.89
11	1.15	1.05
12	1.18	1.11
13	1.15	1.03
14	1.05	0.92
15	0.93	0.78
16	0.75	0.60
17	0.60	0.39
18	0.51	0.28
19	0.33	0.20
20	0.29	0.15
21	0.22	0.14
22	0.18	0.11
23	0.15	0.11

附 录 J  
(规范性)  
燃气量计算参数设定

J.1 居民生活年用气量定额应按表 J.1 选取；对于表中不包含的城市应参照相似城市的用气量指标或根据当地实际调研的居民生活年用气量指标确定。

表 J.1 居民生活年用气量定额 [MJ/(人·a)]

城镇地区	有集中采暖的用户	无集中采暖的用户
东北地区	2303~2721	1884~2303
华东、中南地区	/	2093~2303
北京	2721~3140	2512~2913
成都	/	2512~2913
上海	/	2302~2512
南京	/	2050~2180
大连	1790~2090	1550~1670
沈阳	2010~2180	1590~1720
哈尔滨	2430~2510	1670~1800
重庆	/	2300~2720

注：采暖系指非燃气采暖。

J.2 公共建筑日用气量定额应按表 J.2 选取。

表 J.2 公共建筑日用气量定额 [MJ/(m<sup>2</sup>·d)]

类别	用气量定额	备注
有餐饮	0.502	有餐饮指有小型办公餐厅或食堂
无餐饮	0.335	

## 附录 K

(规范性)

## 可再生能源利用量计算参数设定

K.1 城市建筑屋顶安装太阳能光伏发电系统的有效面积比例应按表 K.1 选取。

表 K.1 不同建筑类型建筑屋顶总面积可安装光伏发电比例

建筑类型	比例
办公	50%
学校、医疗	40%
居住	20%
其他*	/

注：其他类型根据建筑屋顶实际安装光伏条件进行合理取值。

K.2 城市建筑屋顶安装太阳能生活热水系统的有效面积比例应按下式计算：

$$A_{PT} = \frac{A_c}{A_{roof}}$$

$$A_c = \frac{\sum_{i=1}^n C_r q_{r,i} A_{6/8,i} (t_r - t_l) \rho_r f}{J_T \times K_{PT}}$$

式中：

$A_{PT}$  ——城市建筑屋顶安装太阳能生活热水系统的有效面积比例；

$A_c$  ——满足居住建筑顶部 6 层或 8 层居民生活热水供应所需太阳能集热器总面积 ( $m^2$ )；

$A_{roof}$  ——计算范围内所有居住建筑屋顶总面积 ( $m^2$ )；

$C_r$  ——水的比热容 [ $kJ/(kg \cdot ^\circ C)$ ]，取  $4.187 kJ/(kg \cdot ^\circ C)$ ；

$q_{r,i}$  ——居住建筑  $i$  的生活热水单位面积日用量 [ $L/(m^2 \cdot d)$ ]，取值应符合附录 C 的规定；

$A_{6/8,i}$  ——居住建筑  $i$  顶部 6 层或 8 层的建筑面积 ( $m^2$ )；

$t_r$  ——热水温度 ( $^\circ C$ )，取  $60^\circ C$ ；

$t_l$  ——冷水温度 ( $^\circ C$ )，应根据《建筑给水排水设计标准》GB 50015 确定；

$\rho_r$  ——热水密度 ( $kg/L$ )，取  $0.983 kg/L$ ；

$f$  ——太阳能保证率，太阳能热水系统在不同太阳能资源区的太阳能保证率，可依据表 K.2 选取；

$J_T$  ——当地集热器采光面上的年平均日太阳辐照量 [ $kJ/(m^2 \cdot d)$ ]，依据表 K.3 选取；

$K_{PT}$  ——太阳能生活热水系统综合考虑集热效率和热损失后的光热转化效率，依据 K.0.5 计算。

表 K.2 不同太阳能资源区的太阳能保证率

太阳能资源区划分	水平面年太阳辐照量[MJ/(m <sup>2</sup> ·a)]	太阳能保证率
资源极富区	≥6700	60%~80%
资源丰富区	5400~6700	50%~60%
资源较富区	4200~5400	40%~50%
资源一般区	≤4200	30%~40%

表 K.3 年平均日太阳辐照量

城市	纬度	年平均日太阳辐照量（水平面） [kJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	年平均日太阳辐照量（倾斜面） [kJ/(m <sup>2</sup> ·d)]
北京	39° 57'	15261.14	18035.01
天津	39° 08'	14356.01	16722.05
石家庄	38° 02'	14174.24	17360.00
哈尔滨	45° 45'	12702.97	15838.03
沈阳	41° 46'	13793.03	16563.06
长春	43° 53'	13572.00	17127.02
呼和浩特	40° 49'	16574.01	20074.98
太原	37° 51'	15061.02	17394.02
乌鲁木齐	43° 47'	14464.01	16594.03
西宁	36° 35'	16777.08	19617.04
兰州	36° 01'	14966.04	15842.07
银川	38° 25'	16553.00	19164.97
西安	34° 15'	12780.99	12952.01
上海	31° 12'	12759.98	13691.05
南京	32° 04'	13098.97	14206.98
合肥	31° 53'	12525.04	13298.99
杭州	30° 15'	11668.04	12371.97
南昌	28° 40'	13094.04	13714.03
福州	26° 05'	12001.02	12450.97
济南	36° 42'	14043.06	15994.06
郑州	34° 43'	13332.03	14558.01
武汉	30° 38'	13200.95	13707.02
长沙	28° 11'	11377.08	11589.04
广州	23° 00'	12110.01	12701.98
海口	20° 02'	13835.05	13509.96
南宁	22° 48'	12514.98	12374.04
重庆	29° 36'	8684.08	8401.71

表 K.3 年平均日太阳辐照量 (续)

城市	纬度	年平均日太阳辐照量 (水平面) [kJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	年平均日太阳辐照量 (倾斜面) [kJ/(m <sup>2</sup> ·d)]
成都	30° 40′	10391.97	10303.99
贵阳	26° 34′	10327.07	10235.05
昆明	25° 02′	14194.06	15333.04
拉萨	29° 43′	21300.95	24150.97

K.3 太阳能光伏发电系统的光电转化效率应按表 K.4 选取。

表 K.4 太阳能光伏发电系统的光电转化效率

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%

K.4 太阳能光伏发电系统的损失效率应按表 K.5 选取。

表 K.5 太阳能光伏发电系统损失效率

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%

K.5 太阳能生活热水系统综合考虑集热效率和热损失后的光热转化效率计算方法如下：

$$K_{PT} = K_{cd} \times (1 - K_L)$$

式中：

$K_{PT}$  ——太阳能生活热水系统综合考虑集热效率和热损失后的光热转化效率；

$K_{cd}$  ——太阳能集热器平均集热效率，取 30%~45%；

$K_L$  ——蓄能水箱以及管路热损失率，取 20%~30%。

征求意见稿

附 录 L  
(规范性)  
碳排放因子参数设定

L.1 主要能源碳排放因子包括：电力、热力、化石能源、其他能源的碳排放因子。

L.2 电力碳排放因子应按表 L.1 选取；电网边界包括的地理范围应按表 L.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 L.1 中国区域电网平均碳排放因子

电网名称	碳排放因子 [kgCO <sub>2</sub> eq/kWh]
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 L.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

L.3 热力碳排放因子应取 0.11 kgCO<sub>2</sub> eq/MJ。

L.4 化石能源碳排放因子应按表 L.3 选取。

表 L.3 化石燃料碳排放因子

分类	燃料类型	碳排放因子 [kgCO <sub>2</sub> eq/GJ]
固体燃料	无烟煤	94.44
	烟煤	89.00
	褐煤	98.56
	炼焦煤	91.27
	型煤	110.88
	焦炭	100.60
	其他焦化产品	100.60
液体燃料	原油	72.23
	燃料油	75.82
	汽油	67.91
	柴油	72.59
	喷气煤油	70.07
	一般煤油	70.43
	NGL 天然气凝液	61.81
	LPG 液化石油气	61.81
	炼厂干气	65.40
	石脑油	71.87
	沥青	79.05
	润滑油	71.87
	液体燃料	石油焦
石化原料油		71.87
其他油品		71.87
气体燃料	天然气	55.54

L.5 其他能源碳排放因子应按表 L.4 选取。

表 L.4 其他能源碳排放因子

能源类型	碳排放因子 [kgCO <sub>2</sub> eq/GJ]
城市废弃物（非生物量比例）	91.7
工业废弃物	143.0
废油	73.3

表 L.4 其他能源碳排放因子（续）

能源类型	碳排放因子 [kgCO <sub>2</sub> eq/GJ]
泥炭	106.0
木材/木材废弃物	112.0
亚硫酸盐废液（黑液）	95.3
木炭	112.0
其他主要固体生物燃料	100.0
生物汽油	70.8
生物柴油	70.8
其他液体生物燃料	79.6
填埋气体	54.6
污泥气体	54.6
其他生物气体	54.6
城市废弃物（生物量比例）	100.0

附 录 M  
(规范性)  
城市碳汇系统参数设定

M.1 不同气候区绿地系统固碳量修正因子应按表 M.1 选取；不同绿地类型对应的年固碳量应按表 M.2 选取。

表 M.1 不同气候区绿地系统固碳量修正因子

气候区	修正因子
严寒地区	0.3
寒冷地区	0.6
夏热冬冷地区	1
夏热冬暖地区	1.2
温和地区	1

表 M.2 不同绿地类型对应的年固碳量

绿地系统类型	年固碳量[kgCO <sub>2</sub> eq/(m <sup>2</sup> ·a)]
大小乔木、灌木、花草密植混种区	30.0
乔木	15.0
灌木	7.5
草地	0.5

# 城市建筑能耗及运行碳排放计算方法导则

T/UPSC XXXX-XXXX

条文说明

# 目 次

1	范围 .....	44
3	术语和定义 .....	44
5	总体原则 .....	45
6	城市建筑能耗计算 .....	45
6.1	一般规定 .....	45
6.2	城市建筑能耗计算的几何模型 .....	46
6.3	城市建筑能耗计算的非几何信息 .....	48
6.4	城市建筑能耗计算的气象参数 .....	49
6.5	城市建筑暖通空调系统能耗计算 .....	50
6.6	城市建筑生活热水系统能耗计算 .....	51
6.7	城市建筑照明系统能耗计算 .....	51
6.8	城市建筑电器设备系统能耗计算 .....	51
6.9	城市建筑电梯系统能耗计算 .....	51
6.10	城市建筑燃气量计算 .....	52
6.11	城市建筑可再生能源利用量计算 .....	52
7	城市建筑运行碳排放计算 .....	53
7.1	一般规定 .....	53
7.2	城市建筑运行碳排放计算 .....	54
7.3	城市碳汇计算 .....	54
8	城市建筑能耗及运行碳排放计算软件 .....	54

## 1 范围

从所处状态来说，城市建筑可分为三类，分别是将被建造的新建建筑、处于运行状态的既有建筑、将被改建或扩建的既有建筑，本导则规定的能耗和运行碳排放计算方法适用于这三类建筑。

## 3 术语和定义

### 3.1

#### **城市建筑能耗 urban building energy consumption**

城市建筑在全生命周期里都会产生能耗。本导则使用“城市建筑能耗”代表在运行阶段的能耗，省略“运行”二字符合城市与建筑行业和专业人员的习惯。

### 3.2

#### **城市建筑运行碳排放 urban building carbon emission in the operation stage**

城市建筑在全生命周期里都会产生碳排放，使用的建筑材料、建筑部品部件等也蕴含碳排放。由于本导则仅考虑城市建筑在运行阶段产生的碳排放，因此使用“城市建筑运行碳排放”一词，清晰地规定碳排放计算的范围和边界。

### 3.3

#### **城市微气候 urban micro-climate**

城市建筑能耗和运行碳排放计算和单体建筑相比，最大的区别之一就在于众多城市建筑和计算范围内的其它要素一起形成了复杂的建成环境，产生了特定的城市微气候。城市微气候是城市建筑能耗和运行碳排放产生的边界条件，在计算时应该考虑。如果仅采用标准气象参数或一般性气候数据进行计算，可能会造成误差。

### 3.4

#### **碳排放因子 carbon emission factor**

本导则规定的计算方法是先计算城市建筑能耗，在此基础上再计算运行碳排放。因此，通过规定不同类型能源的碳排放因子，能够较为简便地实现从能耗到碳排放的转换计算，这也是目前国内外普遍采用的计算方法。

### 3.5

#### **建筑热区 building thermal zone**

将建筑划分为建筑热区后，能够更准确地模拟每个热区的热负荷和冷负荷，从而提高建筑能耗计算的精度。不同热区的室内温度控制水平和变化规律不同，其能耗特性也有很大差异。通过分别计算每个热区的能耗，再汇总得到整个建筑的能耗，能够更真实地反映建筑的实际能耗情况。

### 3.6

#### 城市碳汇 urban carbon sink

城市建筑能耗和碳排放的计算通常覆盖较大的范围，在计算范围内往往存在城市绿地、植被等能够吸收并储存二氧化碳的碳汇。这些碳汇能够部分抵消计算范围内城市建筑产生的碳排放，因此在计算时应该予以考虑。

## 5 总体原则

5.1 本导则适用于对大量城市建筑的能耗和运行碳排放进行计算。当计算单体建筑的能耗和运行碳排放时，可参考其它相关标准。计算大量城市建筑的能耗和运行碳排放与计算单体建筑的能耗和运行碳排放不同，在基础数据的可获得性、适用的理论模型、计算效率等方面都有明显的区别。本导则适用于同一区域里的大量城市建筑，规定的单体建筑数量下限为50。当单体建筑数量小于50时，可将其视为建筑群，采用《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366进行计算。

5.2 不论是在规划设计阶段，还是在既有城市建筑的运行阶段，都需要对城市建筑的能耗和运行碳排放进行计算，以实现低碳、节能、环保的目标，本导则适用于这两种场景。当能够获得城市建筑能耗和运行碳排放的实测或监测数据时，应该与计算结果进行比较，以更好地评估分析城市建筑在低碳和节能方面的表现，诊断存在的问题并提出解决办法。

5.3 城市建筑在建造和拆除阶段会产生能耗和碳排放，使用的建筑材料和部品部件等蕴含碳排放，这些能耗和碳排放不在本导则规定的计算边界内。

5.4 本导则规定先计算城市建筑能耗，再通过碳排放因子将其换算为运行碳排放。这种方法简便易行，符合国内外的通行办法。

5.5 为保证城市建筑能耗和运行碳排放计算的科学性和一致性，应按本导则提供的方法和规定的要求进行计算。由于城市建筑能耗和运行碳排放计算较为复杂，涉及大量建模和计算工作，为提高计算效率，可使用基于本导则规定的方法和提供的数据开发的工具进行计算。为保证结果的时效性，在计算时可使用更新的数据。

## 6 城市建筑能耗计算

### 6.1 一般规定

6.1.1 城市建筑能耗指民用建筑在运行阶段产生的能耗，包括：暖通空调系统、生活热水系统、照明系统、电器设备系统、电梯系统能源消耗量。对于建筑机械通风系统能耗，包括用于车库通风、厨房通风、设备间通风的能耗量，这部分能耗占总能耗比例不大，不影响对城市设计阶段建筑方案能耗强度的判断，因此本导则不予考虑。

6.1.2 目前城市建筑能耗计算方法主要分为自上而下法和自下而上法，自上而下法是采用宏观统计数据对城市能耗进行估计，但此方法无法与城市物质空间形态结合，精确度较低，本导则不推荐采用此方法。自下而上法是通过统计学模型或物理模型对城市建筑进行能耗模拟的方法。而基于建筑传热和能量平衡的物理模型能反映物质空间形态对能耗的影响，可用于反映不同城市设计方案对能耗的影

响，因此本导则指出应采用基于建筑传热和能量平衡物理模型的自下而上法作为城市建筑能耗计算内核。

6.1.3 目前单体建筑能耗计算均采用典型气象年数据作为边界条件，而在城市尺度下采用典型气象年数据作为边界条件对建筑能耗计算将会产生误差，比如：城市热岛的影响被忽略等。因此应采用建筑周围局部微气候包括局部温度、风速、相对湿度和风向等作为边界条件。

6.1.4 城市建筑能耗计算的主要步骤应包括建立几何模型、设定非几何参数、设定气象参数。首先应对计算范围内的所有建筑进行几何模型的建立；然后对非几何参数进行设定；最后进行微气候计算并作为城市建筑能耗计算的边界条件。

## 6.2 城市建筑能耗计算的几何模型

6.2.1 城市是一个有机的整体。在计算城市建筑能耗时，不应只考虑建筑自身的影响，而应考虑建筑内部与外部的共同影响。因此，在构建城市建筑能耗计算所需的几何模型时，既应建立城市建筑几何模型，还应建立城市建筑外部条件几何模型。

6.2.2 建筑基底、建筑高度、建筑窗墙比、建筑朝向是构建城市建筑几何模型最直接的要素。此外，建筑几何模型还应包括建筑层数，用于划分建筑热区；以及建筑面积，作为计算建筑能耗的依据之一。

6.2.3 为了更精确地计算城市建筑能耗，在构建城市建筑几何模型时，相关几何参数的设定，包括：建筑基底、建筑高度、建筑窗墙比、建筑朝向、建筑层数，应符合规划设计方案或城市建筑真实情况。

6.2.4 在已建成城区中，城市建筑三维模型应根据建筑真实情况建模，建筑面积依据建立的几何模型统计；在未建成城区中，城市建筑三维模型应根据设计图纸进行建模，且应满足控规要求；若不满足要求，则需对几何模型进行修正。

6.2.5 在进行城市建筑能耗模拟时，需对城市建筑的几何模型进行简化，尤其是形体复杂的建筑，以减少建模工作量、提高模拟速度。在对城市建筑几何模型进行简化时，易出现简化缺乏标准、过于随意，甚至过分简化的问题，导致能耗模拟结果的偏差。因此，本条文针对城市建筑几何模型中的建筑基底简化进行了明确规定。

6.2.6 本条文对多屋顶建筑的高度问题进行了相关规定。针对具有裙房和塔楼的建筑，其裙房及塔楼的屋顶高度都应分别确定。针对具有多屋顶，但某一屋顶所对应的建筑体量占总体量 90%以上的建筑，可将该屋顶高度作为整个建筑的高度；针对具有多屋顶，但屋顶所对应的建筑体量都不足总体量 90%的建筑，应分别确定各自屋顶高度。

6.2.7 建筑坡屋顶在城市中十分常见，精确的坡屋顶建模可以提高城市建筑几何模型的精度，但也会大大增加工作量；因此，本条文允许将坡屋顶简化为平屋顶，并规定了其高度计算原则。

6.2.8 本条文针对城市建筑几何模型中的女儿墙简化进行了明确规定。

6.2.9 建筑窗墙比的确定应优先参照设计方案或建筑真实情况。在无法获得相应信息时，可根据其所在地区、建筑功能，参照表 1 及 2 进行设定。其中，表 1 中各窗墙比值参考《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 及《温和地区居住建筑节能设计标准》JGJ 475 设定；表 2 中各窗墙比值依据《公共建筑节能设计标准》GB 50189 中的最大限值与统计值综合考量。

6.2.10 本条文规定了建筑立面外窗布置的原则。其中，“符合真实情况”指依据设计方案或建筑真实

情况建立外窗；“按照窗墙比在立面上均匀布置，每扇窗均为矩形且大小相等，面积符合该类型建筑外窗的常见情况”是对“真实情况”的简化，旨在将复杂造型的外窗简化为矩形外窗，但保持其整体布局与总面积不变；“按照窗墙比和建筑层数在立面上均匀布置，每层布置一扇矩形窗，各扇窗的面积相等”是对“真实情况”的再次简化，旨在将每一层的所有窗户合并为一扇窗户，并保持外窗总面积不变；“按照窗墙比在立面的中间位置布置一扇矩形大窗”是对“真实情况”的最终简化，其仅保持外窗总面积不变。

6.2.11 建筑层数可依据建筑高度与层高，按照四舍五入的原则求出。反之，亦可通过建筑层数与层高，求出建筑高度。而建筑层高的取值，可参照表3。

6.2.12 建筑面积的计算应依托建立的建筑几何模型，该模型须符合条文5.2.4中的规定，并分三种情形讨论：

- a) 对于立方体建筑，其建筑面积为基底面积与建筑层数之积；
- b) 对于裙房和塔楼区分明显的建筑，其建筑面积为各裙房建筑面积与各塔楼面积之和；而裙房建筑面积与塔楼面积的计算需参照立方体建筑，为基底面积与建筑层数之积；
- c) 对于需要单独确定各自屋顶高度的建筑，其建筑面积为各屋顶对应的建筑部分的面积之和；而各屋顶高度对应的建筑部分的面积需参照立方体建筑计算，为基底面积与建筑层数之积。

6.2.13 在完成城市建筑几何模型的建立后，应对建筑内部空间进行热区划分。城市建筑的热区划分不必像单体建筑一样精细，其精细度上限为以每层作为一个热区，下限为以整幢建筑作为一个热区。对于具有标准层的建筑，可将中间标准层合并为一个热区，并将顶层、底层分别作为一个热区。此外，还有部分研究对每层进行内外区分析（一个内区、四个外区）；该方法实施较为繁琐，本条文对其不进行明确规定，使用者可自行决定。

6.2.14 城市外部条件主要考虑城市微气候对建筑能耗的影响。城市微气候会受到地形、绿地及水体的影响；因此，需分别建立地形几何模型、植被几何模型及水体几何模型。此外，城市构造物也会对建筑能耗产生一定影响；但考虑到其数量多、分布零散，且一些构造物造型独特，不易构建其几何模型。因此，本条文对构造物几何模型不做强制要求。

6.2.15 对于计算范围，区分三种情形：小于  $1\text{km}^2$ ， $1\sim 10\text{km}^2$ ，大于  $10\text{km}^2$ 。依据不同的计算范围情形，建立不同的地形几何模型，并控制其水平网格单元尺寸及高程误差，相关值参照《城市三维建模技术规范》CJJ/T 157 最低要求设定。

6.2.16 在现实中，不存在绝对意义上的平地；对于一些微小的地形起伏应予以忽略，以减少建模工作量。国际地理学联合会将  $0^\circ \sim 0.5^\circ$  视为平原， $0.5^\circ \sim 2^\circ$  视为微斜坡， $2^\circ \sim 5^\circ$  视为缓斜坡， $5^\circ \sim 15^\circ$  视为斜坡， $15^\circ \sim 35^\circ$  视为陡坡， $35^\circ \sim 55^\circ$  视为峭坡， $55^\circ \sim 90^\circ$  视为垂直壁。中国农业区划委员会颁发的《土地利用现状调查技术规程》将耕地面倾角划分为五级，即  $0^\circ \sim 2^\circ$ ， $2^\circ \sim 6^\circ$ ， $6^\circ \sim 15^\circ$ ， $15^\circ \sim 25^\circ$ ， $> 25^\circ$ ，且地面倾角  $0^\circ \sim 2^\circ$  视为平地。综上，选择地面倾角  $2^\circ$  作为地形简化的阈值。

6.2.17 植被的几何模型类型取决于微气候模拟所使用的方法。城市冠层模型或建筑群热时间常数模型等集总参数模型使用植被二维几何信息模拟微气候参数；计算流体力学模型使用三维植被几何模型可以更精确的模拟植被对城市微气候的影响。但是考虑到大规模获取植被三维模型的难度，导则建议模拟城市微气候至少需要植被的二维几何信息，不对三维信息做硬性要求。

6.2.18 本条文规定了植被几何模型的建模方法。植被几何模型可依据规划设计方案，建立表征植被

范围的多边形面。也可依据真实情况，以公路或道路旁成行栽种的乔木、城市中的草地在俯视图中所包含的区域作为植被几何模型。

6.2.19 水体几何模型不似植被模型复杂，考虑其平面二维模型即可。

6.2.20 本条文规定了水体几何模型的建模方法。水体几何模型可依据规划设计方案，建立表征水体范围的多边形面。也可依据真实情况，以湖泊、河流在俯视图中所包含的区域作为水体几何模型。

### 6.3 城市建筑能耗计算的非几何信息

6.3.1 在条文 5.2.1 中已经提及：在计算城市建筑能耗时，不应只考虑建筑自身的影响，而应考虑建筑内部与外部的共同影响。因此，在获取城市建筑能耗计算所需的非几何信息时，既应获取建筑的非几何信息，还应获取建筑外部的非几何信息，包括：植被与水体的非几何信息。

6.3.2 建筑功能是建筑重要的语义信息；在设定诸多非几何信息时，都需要区分建筑类型进行讨论。而建筑围护结构热工参数、建筑室内温度控制水平、建筑室内人员数量及其散热量、建筑室内外空气交换量、建筑暖通空调系统参数、建筑生活热水系统参数、建筑照明参数、建筑电气设备参数及电梯系统参数是与建筑能耗直接相关的非几何信息。

6.3.3 建筑包括民用建筑与工业建筑，但本导则仅讨论民用建筑。民用建筑可以分为居住建筑与公共建筑；其中，公共建筑又可细分为办公建筑、商业建筑、宾馆建筑、教育建筑、医疗建筑、交通建筑、体育建筑、观演建筑、展览建筑等。在后续的非几何信息设定中，会出现进一步细分的情况，包括：将医疗建筑细分为门诊与住院部，将交通建筑细分为公路客运站、铁路客运站及机场。

6.3.4 对于具有混合功能的建筑，如：商住混合、商办混合等，应分区域确定其功能类型。需要注意，区域不宜区分过多；原则上，仅区分重要建筑功能区域。

6.3.5 对于不同的建筑功能区域，应设定不同的建筑围护结构热工参数、建筑室内温度控制水平、建筑室内人员数量及其散热量、建筑暖通空调系统参数、建筑生活热水系统参数、建筑照明系统参数、建筑电气设备系统参数、建筑电梯系统参数、建筑室内外空气交换量。

6.3.6 不透明围护结构包括：屋顶、外墙、楼板、地面等；透明围护机构包括：外窗、幕墙等。在设置建筑围护结构的热工性能参数时，本条文规定的两种方法均可。其中，根据围护结构的真实情况计算热工参数，需知晓围护结构各层材料及厚度，并参照国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 中的相关计算公式。根据建筑所在地区、功能和其它条件设定建筑围护结构的热工参数，需参考适用的建筑热工设计规范或建筑节能设计标准，不超过相应的限值。

6.3.7 建筑室内温度控制水平的设定对暖通空调能耗有重要影响，本条文对如何设置建筑室内温度控制水平进行了规定。

6.3.8 建筑室内人员数量及其散热量的设定对建筑得热有重要影响，本条文对如何设置建筑室内人员数量及其散热量进行了规定。

6.3.9 系统综合能效比是考虑冷热源、输配系统及末端设备的综合效率。其中，冷热源既可以为电力设备（如：多联机、冷水机组、地源热泵等），也可以为非电力系统（如：市政热力、锅炉等）。在无法准确计算系统综合能效比时，可参照表 4.5 执行，其取自《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449，并假定在严寒、寒冷地区，居住建筑夏季采用空调器，冬季采用市政热力；公共建筑夏季采用冷水机组，冬季采用锅炉；在夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区，居住建筑夏季冬季皆采用空调器；公共建筑夏季采用冷水机组，冬季采用锅炉。

- 6.3.10 生活热水系统能耗占建筑总能耗的相当比例；其能耗值应参照条文 5.6.1 计算。对于计算所需参数“生活热水单位面积日用量  $q_r$ ”及“建筑全年实际运行天数  $D$ ”，应参照附录 C 选取。
- 6.3.11 照明系统能耗占建筑总能耗的相当比例；其能耗值应参照条文 5.7.1 计算。对于计算所需参数“照明功率密度  $P_{\text{igt}}$ ”及“照明逐时使用率  $t_{\text{igt}}$ ”，应参照附录 D 选取。
- 6.3.12 电器设备系统能耗占建筑总能耗的相当比例；其能耗值应参照条文 5.8.1 计算。对于计算所需参数“电器设备功率密度  $P_{\text{equip}}$ ”及“电器设备逐时使用率  $t_{\text{equip}}$ ”，应参照附录 E 选取。
- 6.3.13 电梯系统能耗占建筑总能耗的相当比例；其能耗值应参照条文 5.9.1 计算。对于计算所需参数“电梯运行能耗  $P_e$ ”，“电梯年平均运行小时数  $t_a$ ”，“电梯速度  $V$ ”，“电梯额定载重量  $W$ ”，“电梯待机能耗  $E_s$ ”，“电梯年平均待机时间  $T_s$ ”及“电梯数量  $n$ ”，应参照附录 F 选取。
- 6.3.14 室内外空气交换会使建筑承担更多的制冷或制热能耗。本条文对建筑室内外空气交换量进行了相关规定，包括新风量和通过围护结构的空气渗透量。
- 6.3.15 新风量及新风运行情况的设定对建筑新风系统能耗有重要影响，本条文对如何设置新风量及新风运行情况进行了规定。
- 6.3.16 由于国内规范尚无对围护结构空气渗透量的明确规定，本条文中的空气渗透量取值参照 ASHRAE 140，取 0.5ach。
- 6.3.17 植被会对城市微气候造成重要影响。本条文对如何设定植被的太阳辐射吸收系数，太阳辐射透射比，对流得热比，平均蒸发量进行了规定。
- 6.3.18 水体会对城市微气候造成重要影响。本条文对如何设定水体的平均蒸发量与太阳辐射吸收系数进行了规定。

#### 6.4 城市建筑能耗计算的气象参数

- 6.4.1 “全年的逐时气象数据”为所在城市 1 月 1 日 0 时至 12 月 31 日 24 小时内每小时的气象数据，以满足全年建筑逐时能耗计算的需求。
- 6.4.2 法向直接辐照度 (Direct Normal Irradiance) 为地表垂直于太阳辐射方向的单位面积上的直接辐射功率，水平散射辐照度 (Diffuse Horizontal Irradiance) 为大气中到达单位水平地面上散射辐射的辐射功率，二者使用标准气象参数。
- 在城市中，小尺度的建筑群、植被等因素对温度、风速有着显著的影响，使建筑群内部形成有别于外部郊区的室外风热环境，即城市微气候。因此，城市建筑能耗计算的室外空气干球温度与风速应为建筑周边的微气候参数，不宜直接采用标准气象参数。城市中风向受障碍物的影响也会产生变化，但是考虑到在城市尺度上获取局部风向对实测与计算的要求较高，城市建筑能耗计算的风向可以使用标准气象参数。
- 6.4.3 实测方法是在城市建筑能耗计算的区域中通过实地观测的方法获取能耗计算所需的微气候参数。使用实测方法时，应保证各测点测得参数的代表性，测点位置的选择可参考世界气象组织 (WMO) 的《气象仪器与观测方法指南》。

建筑群热时间常数 (Cluster Thermal Time Constant) 模型属于集总参数模型，以热平衡为基础，使用建筑群热时间常数表征建筑群外部环境产生扰动时其热环境受影响的程度。模型以建筑群为计算单元，假设建筑群内部的微气候是均质的，可输出计算单元中的平均空气干球温度与平均风速。平均空气干球温度的计算考虑了太阳辐射、长波辐射与蒸发换热的影响，平均风速的计算考虑了建筑群形

态的影响。使用建筑群热时间常数模型获取微气候参数可参考《城市居住区热环境设计标准》JGJ 286。

城市冠层模型 (Urban Canopy Model) 属于集总参数模型, 基于城市街谷内部的能量平衡, 考虑城市表面与周边空气之间的能量交换, 城市建筑被简化为几何参数, 因此使用城市冠层模型计算微气候参数时宜使用单层冠层模型或多层冠层模型。模型以建筑群为计算单元, 假设建筑群内部的微气候是均质的, 可输出计算单元中的空气干球温度与风速。空气干球温度根据城市冠层形态与能量平衡方程计算, 风速计算包括城市冠层影响下风速的水平平均分量与垂直湍流分量。城市冠层模型的应用可参考相关文献《Comparing urban canopy models for microclimate simulations in Weather Research and Forecasting Models》和《Evaluation of uWRF performance and modeling guidance based on WUDAPT and NUDAPT UCP datasets for Hong Kong》。

计算流体力学 (Computational fluid dynamics) 模型基于有限体积法对三维城市几何模型中的温度、辐射、风速与风向等变量耦合求解, 并考虑了网格间能量与动量的传输。模型可以小于 10m 的空间分辨率输出空气温度、风速与风向数据。使用计算流体力学模型获取微气候参数可参考《The COST 732 Best Practice Guideline for CFD simulation of flows in the urban environment: A summary》或《AIJ guidelines for practical applications of CFD to pedestrian wind environment around buildings》。

6.4.4 一般情况下小于 500 m 半径范围内的微气候差异相对较小, 可视为均匀, 因此当城市建筑能耗计算范围小于 1 km<sup>2</sup>时可采用统一的干球空气温度、风速与风向计算各建筑的能耗。

6.4.5 城市中城市形态的异质性导致微气候的异质性, 因此微气候参数输入的空间分辨率不可过大。当城市建筑能耗计算范围大于 1 km<sup>2</sup>时, 将计算域划分为若干小于 1 km<sup>2</sup>的计算单元, 分别获取各单元的微气候参数并用于单元内的建筑能耗计算, 可以减小模拟工况与真实工况之间的差异。当使用实测方法获取微气候参数时, 可使用代表性测点的空气干球温度、风速与风向计算其周边不超过 500 m 半径范围内各建筑的能耗。当使用建筑群热时间常数模型或城市冠层模型获取微气候参数时, 模型的计算单元内包含多栋建筑, 因此各单元内建筑能耗的计算可使用计算单元输出的空气干球温度、风速与标准气象参数的风向。当使用计算流体力学模型获取微气候参数时, 各建筑的能耗计算可直接使用邻近网格的空气干球温度、风速与风向; 也可将计算域划分为若干单元, 使用各单元内的平均空气干球温度、平均风速与主导风向计算其内部建筑的能耗。

6.4.6 城市建筑能耗与微气候计算使用的标准气象参数为典型气象年的气象参数。典型气象年是由 12 个逐月的典型气象月构成的一个假想年。典型气象月是在累年的时间跨度内, 依据气象观测数据的月平均值而选取的某年的某个月, 该年该月气象观测数据的月平均值与累年对应月份气象观测数据的平均值最接近。典型气象年的气象数据取自于 12 个典型气象月, 并对月间的逐时气象参数进行平滑处理得到典型气象年的逐时气象参数。典型气象年参数可使用《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 或《中国建筑热环境分析专用气象数据集》中提供的统计数据, 或参考《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定自行统计。

## 6.5 城市建筑暖通空调系统能耗计算

6.5.1 城市建筑暖通空调系统能耗由冷热源、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。由于在设计初期以及在城市这一大尺度上, 很难也没有必要对每一栋建筑暖通空调系统的冷热源、风机和水泵等进行详细的设备选型和部分负荷运行

效率设定，因此这里建议采用按照气候区以及建筑类型对所计算出的建筑全年耗冷耗热量除以对应的供冷供热系统综合效率折算权重值来进行简化计算。在设计方案详细情况下，也可按照暖通空调系统的冷热源、输配系统及末端空气处理设备类型或市政热力综合性能详细计算。对于全年累计耗冷耗热量采用模拟方法计算得到，模拟软件应按照本导则第7章节规定的软件进行选择。

## 6.6 城市建筑生活热水系统能耗计算

6.6.1 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大的影响。实际使用中，生活热水也有很多供给方式，包括集中式生活热水供应和分散式生活热水供应。使用的热源类型也很多，包括燃煤锅炉、燃气锅炉、空气源热泵、电热水器等。因此，对生活热水的计算宜采用准静态计算方法来计算建筑中生活热水的能量消耗。此外，这里不考虑热水系统类型对效率的影响，考虑了热水系统蓄能水箱以及管路热损失率的影响。准确计算生活热水在存储、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系统的蓄能水箱以及管路热损失率综合考虑。需注意的是，燃气热水器消耗的燃气量在本导则 5.10 说明，对于使用燃气热水器的建筑这里不再进行生活热水系统能耗计算。

6.6.2 考虑到太阳能系统在生活热水中的广泛使用，需扣除太阳能系统对生活热水热量的贡献，太阳能热水系统年供热量计算方法见条文 5.11.3。

## 6.7 城市建筑照明系统能耗计算

6.7.1 城市建筑照明系统应按面积计算能量消耗。照明系统单位面积照明功率密度确定应按照现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 执行。此外，应考虑照明逐时使用率以及建筑年实际运行天数的影响。

## 6.8 城市建筑电气设备系统能耗计算

6.8.1 城市建筑电气设备系统应按面积计算能量消耗，也应考虑电气设备逐时使用率以及建筑年实际运行天数的影响。

## 6.9 城市建筑电梯系统能耗计算

6.9.1 随着社会经济的快速发展，电梯使用量急剧增长，电梯的能耗强度大，是城市建筑用能系统中不可忽略的一部分。但城市建筑内电梯数量、类型和布局等受诸多因素影响，准确计算需通过建立电梯能耗仿真模型等方式来计算电梯能耗量。而对于城市成百上千栋建筑，仿真模拟很显然大大降低计算效率，不适用于对城市建筑电梯能耗进行快速评估。电梯在使用过程中，能量消耗主要分为运行能耗和待机能耗两部分，本导则建议参照德国标准 Lifts energy efficiency VDI 4707.1 进行电梯待机时和运行时额定能耗量取值，此标准是国际上较为通用的电梯能效标识系统。若了解电梯具体设计参数或铭牌信息时也可按照相关额定值进行设定。电梯速度、电梯额定载重量和每栋建筑应配的电梯数量应符合《住宅设计规范》和《高层民用建筑设计防火规范》对电梯的规定，本导则所给出的根据建筑层数对应的电梯数量为最低电梯数量值，宜根据建筑功能和基底面积对电梯数量值进行相应的调整。

## 6.10 城市建筑燃气量计算

6.10.1 本导则中对城市建筑燃气量的计算仅考虑居民生活用气量和公共建筑用气量，仅包括炊事和生活热水用气量。对于采暖、空调用气量、工业企业用气量以及汽车用气量，不在本导则计算范围内。

6.10.2 在计算居民生活用气量时，需要确定用气人数。居民用气人数取决于计算范围内城市居民人数和气化率。城市居民人数应根据计算范围内居住建筑的人员密度进行估算；气化率即计算范围内城市居民使用燃气的人占总城市人数量的百分比，应按照实际情况比如燃气设备安装条件或居民点离管网距离等因素进行合理取值，或者按照实际专项规划进行取值。居民生活用气量等额与生活水平、生活习惯、地区的气象条件、燃气用具的配置情况、有无集中采暖及热水供应、城市居民人数、燃气价格等因素有关，本导则给出了我国几个主要城市的居民生活用气定额，对于未给出用气定额的城市可选用相似城市用气定额值或者根据当地实际调研的居民用气指标进行计算。

在进行公共建筑用气量时，这里仅仅根据有无餐饮分成了两类用气量定额。实际上公共建筑尤其是像餐饮、旅馆等建筑类型用气量相比于其他公共建筑类型差别较大。但一般对于城市设计方案，建筑类型不会精细到餐饮和旅馆这些颗粒度层级上，且计算范围内，类似建筑类型数量较少，因此城市尺度上对公共建筑进行用气量计算时，可只分为两类用气定额指标来进行估算。

## 6.11 城市建筑可再生能源利用量计算

6.11.1 可再生能源系统应包括计算范围内的分布式太阳能光伏发电系统、太阳能热水系统和风力发电系统。由于城市用地属性，地源热泵系统相比于以上三种可再生能源系统所提供的能量较少，并且由于计算复杂，故本导则在进行可再生能源计算时不包含地源热泵系统。

6.11.2 对于城市建筑可再生能源利用量计算，可按照计算范围内实际利用的太阳能光伏发电量、太阳能生活热水量以及风力发电量进行详细计算，计算方法可参照《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366；对于有专项规划的规划项目应按照专项规划进行详细计算；若对于设计初期，既不了解可再生能源系统实际使用情况也没有专项规划，可按照 5.11.3 规定的方法进行估算。

6.11.3 城市范围内一般不含有风力发电系统，风力发电一般作为外调电力输入电网，这一部分发电量应在外调电力中直接扣减掉。

APV 和 APT 的取值较难确定，受很多因素影响，包括：城市形态（高层高密度的形态由于遮挡效应明显，有较多的屋顶面积不适合安装太阳能，因此这两个值应该较小）、住宅和公建比例（住宅屋顶适合安装太阳能热水系统，如果住宅多，那么 APT 应该大）、所在地区关于应用太阳能的政策（鼓励措施力度大，或有强制利用的规定，这两个值就应该大）、所在地区的太阳能资源禀赋（日照时间长、干燥的地区，例如我国西北地区，太阳能资源禀赋好，这两个值应该大，反之亦然）。考虑到这些复杂的因素，并结合我国国家层面的建筑太阳能利用的政策和规划，本导则给出 APV 和 APT 的计算方法，详见附录 K。

KPV 值应根据太阳能光伏发电系统类型选用对应的光电转化效率。当前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。其中晶体硅电池又分为单晶硅电池、多晶硅电池和无定形硅薄膜电池等。所采用的光电转化效率应为实际应用中的效率，为附录 K 所提供的缺省值，而非实验室研发的太阳能电池所提供的效率值。除了光电转化效率，还应考虑光伏发电系统在光电转换和输配过程中存在的能量损失率，附录 K 列出了常见环节的损失效率。

KPT 值应参照《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 进行取值，其应是综合考虑集热效率和热损失后的光热转化效率。

由于城市建筑中主要以分布式能源系统即屋顶光伏和屋顶太阳能系统为主，因此在计算城市建筑中太阳能光电系统提供的可再生能源利用量时仅考虑屋顶光伏，在计算城市建筑中太阳能生活热水系统提供的可再生能源利用量时仅考虑屋顶太阳能系统。

在计算所有城市建筑屋顶接受的年累积太阳辐射量时，应考虑建筑间相互遮挡造成的屋顶阴影，也应考虑遮挡下建筑屋顶接收的天空散射辐射。

城市建筑屋顶安装太阳能光伏发电系统的有效面积比例首先应按照计算范围内专项规划或者政策中屋顶光伏比例值来进行设定，若没有具体政策和专项规划，可按照附录 K 进行缺省值设定，取值依据国家能源局发布的《关于公布整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点名单的通知》中最低建筑屋顶总面积可安装光伏发电比例。对于计算范围内包括不同建筑类型的应采用加权平均的方式求出城市建筑屋顶安装太阳能光伏发电系统的有效面积比例。可根据计算范围内当地太阳能资源禀赋情况和实际安装条件进行比例的调整，调整范围在±10%内。

在计算城市建筑屋顶安装太阳能生活热水系统的有效面积比例时，由于太阳能生活热水系统主要使用建筑类型为居住建筑，因此仅考虑居住建筑上热水系统可再生能源利用量。再根据居住建筑太阳能热水系统设计规范中应满足的供热水层数做简单的集热器面积估算即可，详见附录 K。

## 7 城市建筑运行碳排放计算

### 7.1 一般规定

7.1.1 城市建筑运行碳排放计算应为《2006 年 IPCC 国家-温室气体清单指南》中列出的各类温室气体的总和。

7.1.2 对于非二氧化碳温室气体排放量，应转为二氧化碳当量排放量进行汇总计算。二氧化碳当量排放量等于非二氧化碳温室气体排放量乘以对应非二氧化碳气体的 GWP 值。对于暖通空调系统中由于制冷剂使用而产生的温室气体排放，其造成的二氧化碳当量排放量应按下式计算。假定制冷设备达到寿命后，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 最新评估报告。建筑使用第  $r$  类制冷剂的年消耗总量可按照一匹空调制冷剂冲注量 0.7~1kg 来进行估算，且应除以制冷剂使用寿命。

$$C_r = \sum_{r=1}^n (m_r \times GWP_r)$$

式中：

$C_r$  ——建筑使用制冷剂产生的碳排放量（ $\text{kgCO}_2 \text{ eq/a}$ ）；

$r$  ——制冷剂类型；

$m_r$  ——建筑使用第  $r$  类制冷剂的年消耗总量（ $\text{kg/a}$ ）；

$GWP_r$  ——建筑使用第  $r$  类制冷剂的全球变暖潜能值。

7.1.3 城市建筑运行碳排放计算边界应包括暖通空调系统、生活热水系统、照明系统、电器设备系统、电梯系统在运行阶段产生的碳排放，还应包括可再生能源系统在运行阶段产生的碳抵消和计算范围内的城市碳汇。

7.1.4 城市建筑运行阶段中电力碳排放因子应采用国家相关机构公布的最新区域电网平均碳排放因子，一般由中华人民共和国生态环境部发布。

## 7.2 城市建筑运行碳排放计算

7.2.1 城市中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。

7.2.2 在计算城市建筑运行碳排放时，计算结果为建筑运行年碳排放总量和年单位面积碳排放量两个指标维度。

7.2.3 对于 CDM、CCER、VCS 等减排项目，应采用生态环境部发布的最新中国区域电网基准线排放因子进行计算。对于电网所采用的集中式可再生能源发电量和 CDM、CCER、VCS 等减排项目，应在外调电力中扣除掉。

7.2.4 建筑运行碳排放强度作为衡量建筑碳排放水平高低的重要指标，是评价建筑绿色性能的重要参数，因此除了计算碳排放总量外还应计算碳排放强度。

## 7.3 城市碳汇计算

7.3.1 城市建筑计算范围内绿地系统碳汇产生的减碳量应在建筑碳排放量中进行核减。

7.3.2 绿地碳汇核算方法主要有生物量扩展因子法、生物量异速生长方程法、种植类型一面积法、叶面积一光合速率法和湿地面积一碳汇速率法。对于城市这一尺度，尤其是对于城市设计和规划方案，一般仅绿地类型和对应面积信息可知，宜采用种植类型一面积法进行估算。中国台湾学者林宪德在其编著的《绿建筑解说评估手册》中总结了城市中绿化常见的 7 种类型并估算出其年固碳量。在城市绿化规划基础上确定不同种类绿地系统的面积，便可估算得到城市绿地碳汇量。本导则仅规定了大小乔木、灌木、花草密植混种区、乔木、灌木和草地四种常见城市绿地系统及其对应的固碳量。此外，由于不同气候区绿地碳汇能力是不同的，因此对于中国五大气候区进行了固碳量修正。

## 8 城市建筑能耗及运行碳排放计算软件

8.1 目前单体建筑能耗及碳排放计算软件已较为成熟，但对于城市建筑能耗及碳排放计算软件还处于发展初期，国内还不具备能够进行城市建筑能耗及碳排放计算较为权威的软件。由单体建筑能耗模拟及碳排放计算扩展到城市建筑群能耗模拟及碳排放计算，由于建筑之间以及建筑与环境之间的相互作用，导致建筑热平衡机理发生变化。因此目前一些较为成熟的单体建筑能耗及碳排放计算软件不再适用，城市建筑能耗及碳排放计算应选用符合 7.0.2 规定的软件进行。

8.2 为了保证能耗计算结果的精度，反映逐时动态变化的建筑运行状态对建筑能耗的影响，城市建筑能耗计算软件应该能够按照时间步长一个小时来进行全年建筑能耗计算。

不同于单体建筑能耗计算，城市建筑之间会存在相互作用，导致建筑表面接收和交换的辐射量发生变化。包括建筑间相互遮挡造成的建筑外表面阴影、长波辐射交换、太阳反射辐射等。此外，应能

考虑遮挡下（包括建筑相互遮挡、自遮挡和遮阳遮挡等）建筑外表面接收的天空散射辐射以及与天空长波辐射交换量。其中，宜考虑各表面间多次反射辐射以及除相邻建筑表面外包括水体、绿地和植被等对建筑表面接收和交换的辐射量的影响。由于在城市规划和设计阶段，水体、绿地和植被等一般仅有二维信息，且面对真实城市，水体、绿地和植被等垂直高度信息较难获取，所以本导则中，水体、绿地和植被等当作二维来处理，适用于城市尺度上的能耗以及碳排放的估算。当然，二维建模导致植被高度对建筑所接收辐射量的影响被忽略了，有条件的情况下可对植被进行三维建模来详细考虑其对建筑遮阳等的影响，但面对城市这一尺度，是否有必要对植被进行一颗一颗的三维建模，从数据获取难度以及运算成本上，宜待进一步考量。

目前单体建筑能耗计算均采用典型气象年数据作为边界条件，而在城市尺度下采用典型气象年数据作为边界条件对建筑能耗计算将会产生误差，比如城市热岛的影响被忽略等。因此应采用本导则第 5.4 节规定的微气候计算数据包括局部温度、风速、相对湿度和风向等作为边界条件。微气候计算模块可包含于城市建筑能耗计算软件中，也可独立于城市建筑能耗软件之外，然后将计算结果导入到城市建筑能耗软件中作为边界条件输入即可。宜考虑建筑能耗与建筑周边微气候之间的耦合作用，包括建筑排放到周围空气中的热量引起的局部微气候变化以及局部微气候变化包括温度、风速和风向等对建筑能耗的影响。

城市建筑能耗计算软件应将建筑划分为不少于 10 个热区并计算。这里并不是强制要求必须将每栋建筑划分为不少于 10 个热区来进行能耗计算，而是对软件所具备热区划分能力的最低要求。由于此标准面对的使用对象既有城市设计/规划师，也有一些专门从事城市建筑能耗模拟的科研人员，也有政策制定者和决策者等，因此他们对城市建筑能耗模拟结果的精度要求是不一致的。当追求计算效率时，使用者可仅将建筑划分为一个单热区进行能耗计算；当追求计算精度时，使用者可对建筑进行更细致的热区划分。

围护结构热工性能是影响建筑能耗最重要的因素，因此不管采用精细的物理模型还是降阶的等效电路法模型，都应能反映外围护结构热工性能对负荷的影响。

为了反映逐时动态变化的建筑运行状态对建筑能耗的影响，应能设定动态变化的建筑运行状态，包括室内人员密度、照明功率密度、设备功率密度、室内设定温度、室内外空气交换量、各用能系统使用率等参数，设定的最小时间步长应能达到 1 小时。

室内温度是计算负荷必要的参数，应能逐时输出。建筑内外表面温度是计算建筑表面与周围表面长波辐射交换以及与周围环境换热的必要参数，也应能逐时输出。

为了后面能够按照各类能源消耗类型来进行碳排放计算，应能输出逐时负荷计算结果以及按能源类型输出系统能耗计算结果。能源类型包括电力、市政热力和燃气等。

由于城市建筑运行碳排放计算应根据不同类型能源消耗量和不同类型能源的碳排放因子确定，因此碳排放计算软件应满足此基本要求。

由于城市建筑运行碳排放计算应以年度为单位分别计算碳排放总量和碳排放强度，因此碳排放计算软件应满足此基本要求。

**8.3** 所使用的城市建筑能耗及运行碳排放计算软件应经过验证和案例试用，且验证和案例试用结果应经过同行评审、专家评议或权威第三方机构认证。