

# 广州地区居住建筑自然通风 节能量评价导则



广州市建筑节能与墙材革新管理办公室

2019年

## 前 言

作为传统的地域性建筑设计方法，自然通风在促进室内空气流动和降温、改善人体舒适性、增加自然冷源利用时间、减少空调能耗等方面发挥重要作用，是夏热冬暖地区被动式建筑设计的主要内容，是确保建筑节能和绿色可持续发展的重要途径。本导则可为广州及夏热冬暖地区居住建筑的自然通风节能评价提供指导性文件，为建筑节能和绿色建筑的性能保障和水平提升提供有效方法。

夏热冬暖地区现行建筑节能和绿色建筑标准十分重视自然通风，在群体、单体和细部等方面作出规定。但目前的规定多为定性而非定量，无法量化自然通风节能量，无法有力指导自然通风设计。编制组从自然通风环境设计计算指标、建筑表面风压、建筑开口流量系数等方面充分调研最新学术研究成果，在此基础上，紧密围绕广州地区的建设与发展实际，结合现行节能标准规定制定本导则。

本导则的主要内容是：1.总则；2.术语；3.节能量计算；4.节能评价。

仅限阅读

仅限阅读

仅限阅读

仅限阅读

仅限阅读

仅限阅读

## 目次

1 总则.....	1
2 术语.....	1
3 节能量计算.....	3
3.1 设计计算指标.....	4
3.2 建筑表面风压.....	4
3.3 建筑开口流量系数.....	6
3.4 建筑热工参数.....	6
3.5 空调参数.....	6
3.6 室内热扰参数.....	7
3.7 能量计算.....	9
4 节能评价.....	9
1 案例概况.....	11
2 分析目的.....	11
3 分析方法.....	11
3.1 建立模型.....	11
3.2 气象参数设置.....	12

3.3 参数设置.....	12
4 结果分析.....	16
1 案例概况.....	19
2 分析目的.....	19
3 分析方法.....	19
3.1 建立模型.....	20
3.2 气象参数设置.....	20
3.3 参数设置.....	21
4 结果分析.....	24
引用文献.....	27
参考文献.....	27

## 1 总则

1.1.1 为贯彻执行国家建筑节能政策，促进建筑自然通风设计，规范建筑自然通风节能量计算与评价，制定本导则。

1.1.2 本导则适用于广州地区居住建筑自然通风节能量的计算与评价。

1.1.3 本导则规定的计算是通过通风网络模型和动态能耗模拟方法进行的计算。

## 2 术语

2.1.1 自然通风环境 naturally ventilated environment

由开窗自然通风调节的环境，风扇和空调设备系统不开启或未配备。

2.1.2 通风遮挡指数 wind sheltering index

遮挡面积比与分离距离之比。

术语解释：

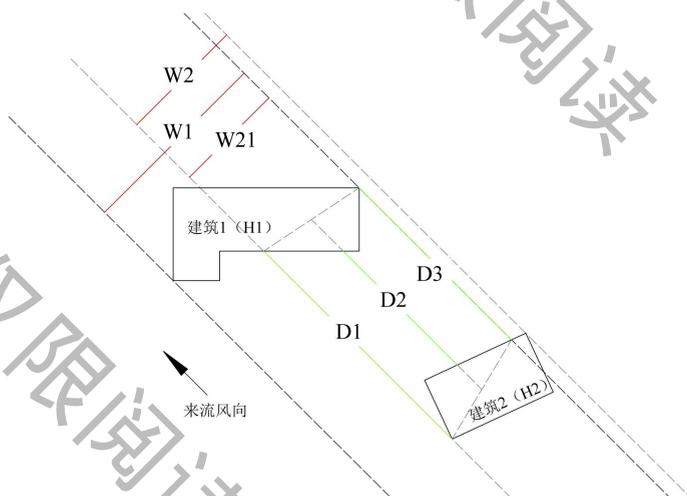


图 1 通风遮挡指数示意图

(建筑 1 为目标建筑 (高度  $H_1$ ), 建筑 2 为遮挡建筑 (高度  $H_2$ ),  $W_1$  为建筑 1 的迎风面宽度,  $W_2$  为建筑 2 的迎风面宽度,  $W_{21}$  为建筑 1 迎风面被建筑 2 遮挡的宽度,  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  分别为建筑 2 与建筑 1 在边界线和中线上的遮挡间距)

参照示意图, 通风遮挡指数的计算示例如下:

建筑 2 对建筑 1 的遮挡面积比= $(W_{21} \cdot H_2) / (W_1 \cdot H_1)$

建筑 2 与建筑 1 的遮挡间距= $1/3 \cdot (D_1 + D_2 + D_3)$

建筑 2 的特征长度= $\min(W_2, H_2)^{2/3} \cdot \max(W_2, H_2)^{1/3}$

建筑 2 对建筑 1 的分离距离

= $(1/3 \cdot (D_1 + D_2 + D_3)) / (\min(W_2, H_2)^{2/3} \cdot \max(W_2, H_2)^{1/3})$

建筑 2 对建筑 1 的通风遮挡指数

= $(W_{21} \cdot H_2) / (W_1 \cdot H_1) / ((1/3 \cdot (D_1 + D_2 + D_3)) / (\min(W_2, H_2)^{2/3} \cdot \max(W_2, H_2)^{1/3}))$

当存在 2 栋及以上遮挡建筑时, 通风遮挡指数为各遮挡建筑的数值之和。

### 2.1.3 开口流量系数 opening discharge coefficient

表征开口空气流动阻力的系数。

### 2.1.4 当量通风换气次数 equivalent ventilation air change rate

在过渡季、夏季典型风速和风向条件下, 可开启外窗 (门) 及户门全部开启时的通风换气次数。

### 2.1.5 自然通风节能量 energy saving by natural ventilation

为自然通风产生的节能量, 指在满足建筑节能要求和保证室

内环境舒适的前提下，无自然通风建筑的空调能耗与自然通风建筑的空调能耗之差。

### 2.1.6 自然通风等效节能率 equivalent energy saving rate by natural ventilation

自然通风节能量占无自然通风建筑空调能耗的百分比。

### 2.1.7 自然通风节能率 energy saving rate by natural ventilation

自然通风节能量占现行建筑节能标准约定的基准建筑空调能耗的百分比，可与现行建筑节能标准的节能率累加计算。

术语解释：

《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75)的参照建筑为“采用本地区一个‘基准’的多层建筑，按其达到节能 50%而计算得到的”，也即，参照建筑空调能耗 $E_{\text{ref}}$ 与基准建筑空调能耗 $E_{\text{base}}$ 的关系为： $E_{\text{ref}} = (1 - R) * E_{\text{base}}$ ，其中 $R$ 为参照建筑节能率，取 50%。

《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75)规定，在所设计建筑和参照建筑之间进行建筑节能设计综合评价时，空调换气次数取 1.0 次/h，也即在没有自然通风的情况下进行。按第 2.1.5 条约定，参照建筑即为满足建筑节能要求和保证室内环境舒适前提的无自然通风建筑。据此，可推知自然通风节能率 $R_{\text{nv}}$ 与自然通风等效节能率 $R_{\text{env}}$ 的关系为： $R_{\text{nv}} = R_{\text{nve}}(1 - R)$ 。

## 3 节能量计算

节能量计算的步骤为：确定室内外设计计算指标，计算建筑

表面风压和建筑开口流量系数，设置建筑热工、空调和室内热扰参数，采用动态模拟方法开展空调能耗和节能量计算，具体规定如下。

### 3.1 设计计算指标

**3.1.1** 按广州等湿热地区居民热适应特征，自然通风环境的室内风速与舒适空气温度上限组合为：0.3m/s 和 26℃，0.5m/s 和 27℃，0.6m/s 和 28℃，0.8m/s 和 29℃。

条文说明：风能有效促进人体散热，风速越大，散热越快，人体感觉舒适的温度越高。由于设计的多样化，自然通风建筑的室内风速各有不同，相应的舒适空气温度也随之而变。本条文的参数基于 3849 份现场测试数据和 192 人时实验数据分析得到。

**3.1.2** 空调室内设计计算温度为 26℃，计算换气次数为 1 次/h。

**3.1.3** 室外计算气象参数采用广州典型气象年。

### 3.2 建筑表面风压

**3.2.1** 独栋无遮挡建筑的迎背风面表面风压差按下式计算：

$$\Delta P = (1.445(H + W)^{-1} + 0.004) \cdot R_b \cdot 0.5\rho_a U_{ref}^2 \quad (1)$$

式中  $\Delta P$ —独栋无遮挡建筑的迎背风面表面风压差 (Pa)；

$H$ —建筑迎风面高度 (m)；

$W$ —建筑迎风面宽度 (m)；

$R_b$ —建筑特征长度 (m)， $R_b = D_S^{2/3} D_L^{1/3}$ ， $D_S$ 、 $D_L$  分别为建筑迎风面高宽中的较小者和较大者 (m)；

$\rho_a$ —空气密度 ( $\text{kg/m}^3$ )；

$U_{ref}$ —建筑檐口高度处来流风速 (m/s)，可按附近城市气象站风速和大气边界层风廓线计算。

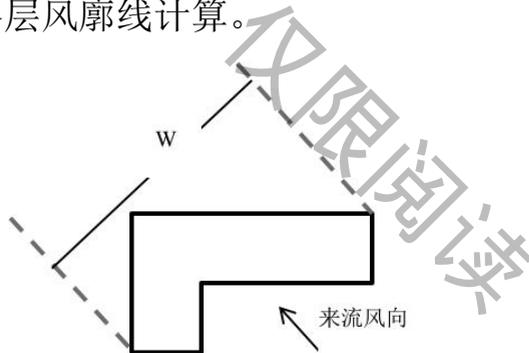


图 2 建筑迎风面宽度示意图

**3.2.2** 并列式住区的建筑迎背风面表面风压差按下式计算：

$$\Delta P_s = (-0.39SI^3 + 1.53SI^2 - 2.03SI + 1.00) \cdot \Delta P \quad (2)$$

式中  $\Delta P_s$ —住区建筑的迎背风面表面风压差 (Pa)；

$SI$ —通风遮挡指数。

**3.2.3** 错列式住区的建筑迎背风面表面风压差按下式计算：

$$\Delta P_s = (-1.12SI^3 + 3.13SI^2 - 2.83SI + 1.00) \cdot \Delta P \quad (3)$$

**3.2.4** 口型周边式住区的建筑迎背风面表面风压差按下式计算：

$$\Delta P_s = (-1.29SI^3 + 3.59SI^2 - 3.14SI + 1.00) \cdot \Delta P \quad (4)$$

**3.2.5** C型周边式住区的建筑迎背风面表面风压差按下式计算：

$$\Delta P_s = (-0.50SI^3 + 1.11SI^2 - 1.07SI + 0.85) \cdot \Delta P \quad (5)$$

**3.2.6** 其他情况建筑的迎背风面表面风压差取独栋无遮挡建筑的迎背风面表面风压差与表面风压修正系数的乘积，修正系数取值如下：

表 1 遮挡情况与表面风压修正系数

遮挡情况	表面风压修正系数	说明
无遮挡	1.00	在 5 倍建筑高度范围内的多数方向上无建筑遮挡
遮挡较少	0.77	仅少量树木或构筑物遮挡
遮挡中等	0.55	在 2 倍建筑高度范围内的部分方向上有建筑遮挡
遮挡较多	0.32	在 5 倍建筑高度范围内的多数方向上有建筑遮挡
遮挡非常多	0.10	在 2 倍建筑高度范围内的多数方向上有建筑遮挡

**3.2.7** 建筑的迎侧风面表面风压差近似取建筑的迎背风面表面风压差。

### 3.3 建筑开口流量系数

**3.3.1** 建筑可开启门窗等洞口的流量系数取 0.65。

### 3.4 建筑热工参数

**3.4.1** 建筑外墙、屋顶和外窗的热工性能指标按实际设计的参数取值，当实际设计取值缺失时，按《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75) 的参照建筑热工参数取值。

### 3.5 空调参数

**3.5.1** 空调额定能效比按实际选型的空调额定参数取值，当实际选型取值缺失时取 3.0。

**3.5.2** 空调运行时间与人员作息保持一致。

### 3.6 室内热扰参数

3.6.1 不同房间的人员密度、人均发热量、照明功率密度和设备功率密度按下表取值。

表 2 广州地区居住建筑室内热扰计算值

房间类型	人员密度 (人)	人均发热量 (W)	照明功率密度 (W/m <sup>2</sup> )	设备功率密度 (W/m <sup>2</sup> )
起居室	3	93	6	9.3
主卧	2	93	6	12.7
次卧	1	93	6	12.7
书房	1	93	9	12.7
厨房	1	130	6	48.2

3.6.2 人员作息模式按下表设置。

表 3 广州地区居住建筑房间人员逐时在室率（工作日）

房间类型	下列计算时刻 (h) 房间人员逐时在室率 (%)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
起居室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
卧室	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
房间类型	下列计算时刻 (h) 房间人员逐时在室率 (%)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
起居室	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	0
卧室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
书房	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0

表 4 广州地区居住建筑房间人员逐时在室率（节假日）

房间类型	下列计算时刻（h）房间人员逐时在室率（%）											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
起居室	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
卧室	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	100	0
房间类型	下列计算时刻（h）房间人员逐时在室率（%）											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
起居室	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0
卧室	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
书房	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0

3.6.3 照明设备作息按下表设置。

表 5 广州地区居住建筑房间照明设备开启率

房间类型	下列计算时刻（h）房间照明设备开启率（%）											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
起居室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
房间类型	下列计算时刻（h）房间照明设备开启率（%）											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
起居室	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0

### 3.7 能量计算

3.7.1 计算无自然通风的建筑空调能耗时，所有可开启外窗（门）关闭，室内换气次数取 1 次/h。

3.7.2 计算自然通风的建筑空调能耗时，所有可开启外窗（门）及户门依据自然通风环境的室内风速及相应舒适空气温度上限判断开启或关闭。

3.7.3 当所有可开启外窗（门）及户门开启时，通风换气次数采用通风网络模型逐时计算，或取当量通风换气次数，室内风速按下式计算：

$$v = nH/3600R_V \quad (6)$$

式中  $v$ —室内风速 (m/s)；

$n$ —通风换气次数 (次/h)；

$H$ —房间净高 (m)；

$R_V$ —通风开口面积与房间地面面积比。

3.7.4 建筑空调能耗采用动态模拟方法计算。

## 4 节能评价

4.1.1 按下表评价自然通风节能性能。

表 6 广州地区居住建筑自然通风节能率评价

评价等级	当量通风换气次数 $n$	自然通风等效节能率 $R_{nve}$	自然通风节能率 $R_{nv}$
优	$n \geq 60$ 次/h	$R_{nve} \geq 50\%$	$R_{nv} \geq 25\%$
良	$20$ 次/h $\leq n < 60$ 次/h	$40\% \leq R_{nve} < 50\%$	$20\% \leq R_{nv} < 25\%$
中	$2$ 次/h $\leq n < 20$ 次/h	$0 < R_{nve} < 40\%$	$0 < R_{nv} < 20\%$
差	$n < 2$ 次/h	0	0

## 附录 A

# 广州地区板式居住建筑 自然通风节能量计算分析

## 1 案例概况

本案例所在地点在广州，夏热冬暖地区南区，为典型的单栋板式居住建筑，平面如图 1 所示。

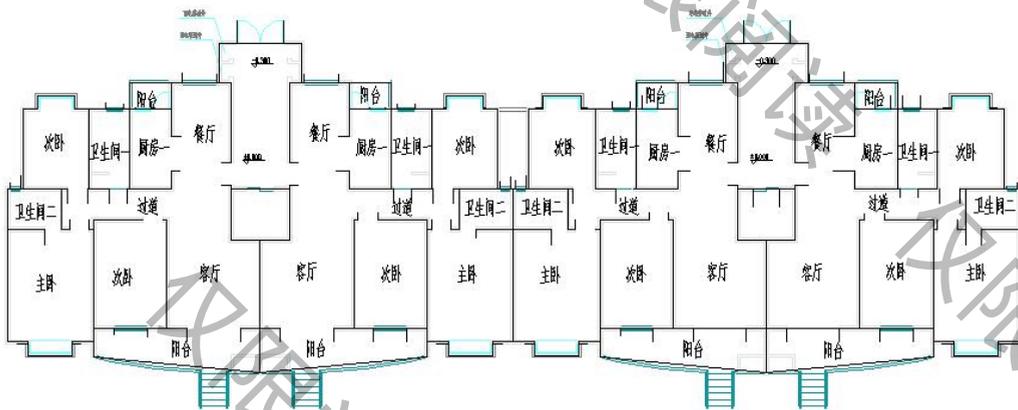


图 1 建筑平面图

## 2 分析目的

通过软件模拟，分析不同室内风速和通风量下广州地区典型板式居住建筑的自然通风节能量及节能率。

## 3 分析方法

采用动态能耗计算软件 DeST 模拟。

### 3.1 建立模型

建筑模型共 12 层，建筑面积 5467m<sup>2</sup>，建筑高度 36m。根据建筑施工图和门窗表等建立建筑模型，确保影响建筑空调能耗的因素与案例完全一致，具体包括建筑造型及尺寸、门窗洞口等位置和大小等。模型对遮阳构件进行了一定的简化过程，将外窗阳

台遮阳构件的遮阳系数直接赋值给外窗，从而保证建筑能耗计算的合理性。建筑模型如图 2 所示。

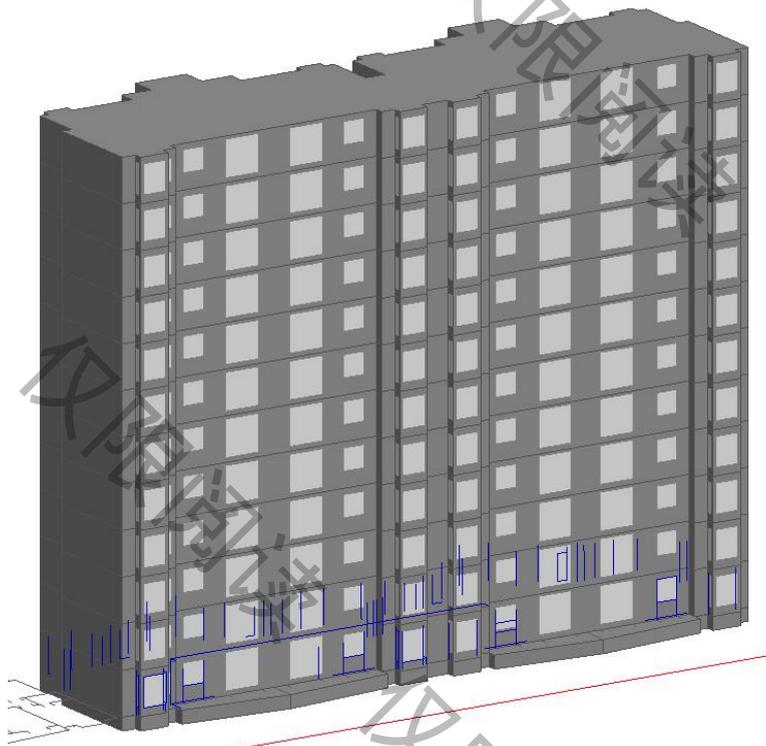


图 2 建筑模型构建

### 3.2 气象参数设置

气象参数选择 DeST 气象数据库中的广州典型气象年参数，包括室外逐时干球温度、湿球温度、相对湿度、大气压力、风速、风向、天空温度、太阳直射辐射照度、太阳散射辐射照度。

### 3.3 参数设置

#### 1、围护结构热工参数设置

建筑围护结构热工参数根据《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2012 中 4.0.8 条和 5.0.2 条设置，具体如表 1 和表 2 所示。

表 1 围护结构平均传热系数 ( $W/(m^2 \cdot K)$ )

围护结构部位		平均传热系数
屋面		0.900
外墙		1.500
外窗	东向	4.000
外窗	南向	4.000
外窗	西向	4.000
外窗	北向	4.000

表 2 外窗综合遮阳系数

围护结构部位		窗墙面积比	综合遮阳系数
外窗	东向	0	—
外窗	南向	0.349	0.600
外窗	西向	0	—
外窗	北向	0.293	0.700

## 2、室内人员、照明及电器设置

不同房间的人员密度、人均发热量、照明功率密度和设备功率密度按表 3 取值。

表 3 广州地区居住建筑室内热扰计算值

房间类型	人员密度 (人)	人均发热量 (W)	照明功率密度 ( $W/m^2$ )	设备功率密度 ( $W/m^2$ )
起居室	3	93	6	9.3
主卧	2	93	6	12.7
次卧	1	93	6	12.7
书房	1	93	9	12.7
厨房	1	130	6	48.2

### 3、人员作息模式设置

不同房间的人员作息按表 4 定义。

表 4 广州地区居住建筑房间人员逐时在室率

房间类型	下列计算时刻 (h) 房间人员逐时在室率 (%)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
起居室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
卧室	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
房间类型	下列计算时刻 (h) 房间人员逐时在室率 (%)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
起居室	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	0
卧室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
书房	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0

### 4、照明设备作息按下图设置

照明（设备）作息按表 5 定义。

表 5 广州地区居住建筑房间照明设备开启率

房间类型	下列计算时刻 (h) 房间照明设备开启率 (%)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
起居室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
房间类型	下列计算时刻 (h) 房间照明设备开启率 (%)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
起居室	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0

## 5、暖通空调系统设置

根据《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2012 中 5.0.3 第 3 条和第 4 条，空调换气次数取 1.0 次/h，空调额定能效比取 3.0。房间的空调设定温度为 26℃。空调运行时间与人员作息保持一致。

## 6、自然通风参数设置

按广州等湿热地区居民热适应特征，自然通风环境的室内风速与室内舒适空气温度上限组合为：0.3m/s 和 26℃，0.5m/s 和 27℃，0.6m/s 和 28℃，0.8m/s 和 29℃。为进一步认识提高室内舒适空气温度上限的节能贡献，设定固定舒适空气温度 26℃为对比工况。

在 DeST 软件中按房间类型设定空调启动的温度上限，即室内舒适空气温度上限（26℃、27℃、28℃、29℃）。在通风模块中通风范围定义选项设定不满足自然通风条件的最小换气次数和满足自然通风条件的室内自然通风换气次数，前者取 1.0 次/h，后者根据窗的可开启面积和室内风速计算房间通风量，再除以房间体积得到。

计算无自然通风的建筑空调能耗时，所有可开启外窗（门）关闭，室内换气次数恒定，取 1 次/h。计算自然通风的建筑空调能耗时，自然通风与空调系统联合运行，不同时开启：当室外气温和计算得到的自然通风房间空气温度均低于室内舒适空气温度上限时，开启自然通风关闭空调；反之关闭自然通风开启空调。

## 4 结果分析

计算全年空调制冷能耗，可得表 6 和 7：

表 6 空调制冷能耗对比（固定舒适空气温度）

风速 m/s	换气次数 次/h	室内舒适空气温度上限 ℃	制冷能耗 kWh	单位建筑面积制冷能耗 kWh/m <sup>2</sup>	自然通风节能率 %
-	1	26	114570	21	0
0.1	16	26	59286	11	48
0.2	31	26	49936	9	56
0.3	47	26	46059	8	60
0.4	63	26	43972	8	62
0.5	78	26	42832	8	63
0.6	94	26	41987	8	63
0.7	110	26	41399	8	64
0.8	125	26	40950	7	64
0.9	140	26	40615	7	65
1	156	26	40320	7	65

表 7 空调制冷能耗对比（变化舒适空气温度）

风速 m/s	换气次数 次/h	室内舒适空气温度上限 ℃	制冷能耗 kWh	单位建筑面积制冷能耗 kWh/m <sup>2</sup>	自然通风节能率 %
0.5	78	27	39613	7	65
0.6	94	28	31046	6	73
0.7	110	28	30486	6	73
0.8	125	29	21210	4	81
0.9	140	29	21049	4	82
1	156	29	20864	4	82

由表 6 可知，室内舒适空气温度上限不变时，自然通风节能

率随自然通风换气次数增大而增大，起初自然通风节能率随自然通风换气次数增大显著增大，当换气次数达到一定限值后节能率变化速率明显减弱。由表 7 可知，提高室内舒适空气温度上限可明显提高自然通风节能率。

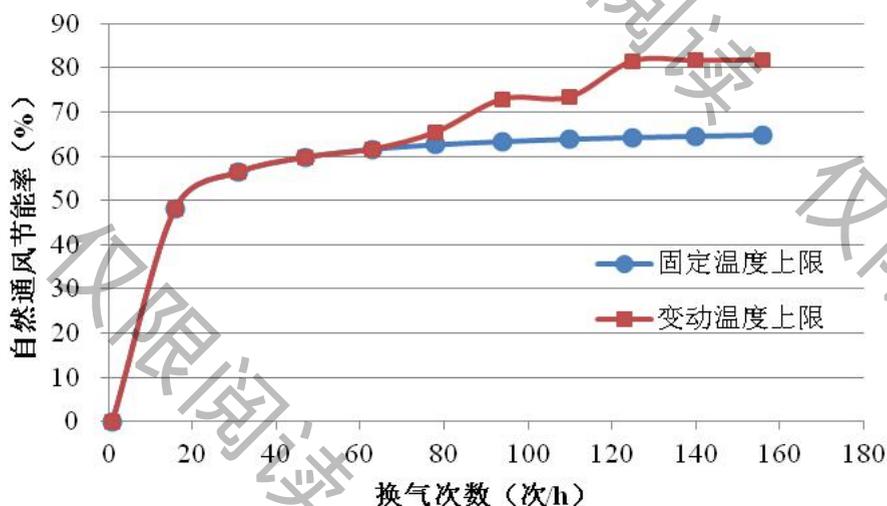


图 3 自然通风节能率

由图 3 可知，当通风换气次数从 0 增至 20 次/h 时，自然通风节能率随通风换气次数快速增大，从 0% 增至 50%；当通风换气次数从 20 次/h 增至 60 次/h 时，自然通风节能率缓慢增大，从 50% 增至 60%；当通风换气次数继续增大，自然通风节能率因舒适温度提升而快速增大，从 60% 增至 80%。

## 附录 B

# 广州地区塔式居住建筑 自然通风节能量计算分析

## 1 案例概况

本案例所在地点在广州，夏热冬暖地区南区，为典型的单栋塔式居住建筑，平面如图 1 所示。

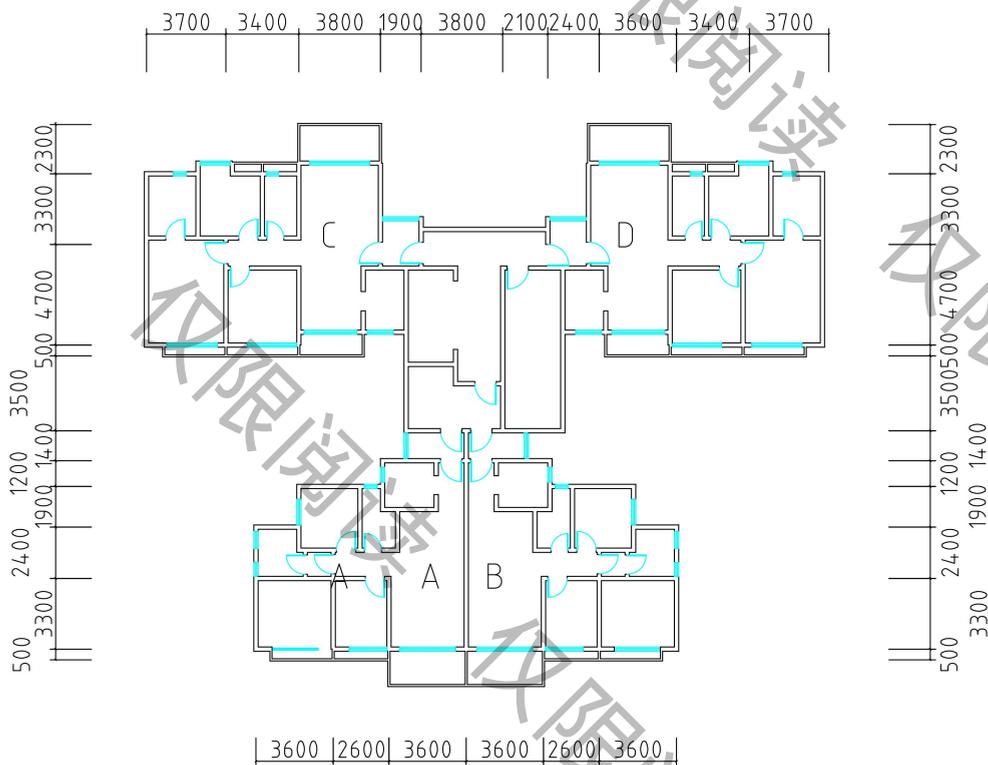


图 1 建筑平面图

## 2 分析目的

通过软件模拟，分析不同室内风速和通风量下广州地区典型板式居住建筑的自然通风节能量及节能率。

## 3 分析方法

采用动态能耗计算软件 DeST 模拟。

### 3.1 建立模型

建筑模型共 33 层，建筑面积  $14561\text{m}^2$ ，建筑高度 99m。根据建筑施工图和门窗表等建立建筑模型，确保影响建筑空调能耗的因素与案例完全一致，具体包括建筑造型及尺寸、门窗洞口等位置和大小等。模型对遮阳构件进行了一定的简化过程，将外窗阳台遮阳构件的遮阳系数直接赋值给外窗，从而保证建筑能耗计算的合理性。建筑模型如图 2 所示。



图 2 建筑模型构建

### 3.2 气象参数设置

气象参数选择 DeST 气象数据库中的广州典型气象年参数，

包括室外逐时干球温度、湿球温度、相对湿度、大气压力、风速、风向、天空温度、太阳直射辐射照度、太阳散射辐射照度。

### 3.3 参数设置

#### 1、围护结构热工参数设置

建筑围护结构热工参数根据《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2012 中 4.0.8 条和 5.0.2 条设置，具体如表 1 和表 2 所示。

表 1 围护结构平均传热系数 (W/(m<sup>2</sup>·K))

围护结构部位		平均传热系数
屋面		0.900
外墙		1.500
外窗	东向	4.000
外窗	南向	4.000
外窗	西向	4.000
外窗	北向	4.000

表 2 外窗综合遮阳系数

围护结构部位		窗墙面积比	综合遮阳系数
外窗	东向	0	—
外窗	南向	0.349	0.600
外窗	西向	0	—
外窗	北向	0.293	0.700

#### 2、室内人员、照明及电器设置

不同房间的人员密度、人均发热量、照明功率密度和设备功率密度按表 3 取值。

表 3 广州地区居住建筑室内热扰计算值

房间类型	人员密度 (人)	人均发热量 (W)	照明功率密度 (W/m <sup>2</sup> )	设备功率密度 (W/m <sup>2</sup> )
起居室	3	93	6	9.3
主卧	2	93	6	12.7
次卧	1	93	6	12.7
书房	1	93	9	12.7
厨房	1	130	6	48.2

### 3、人员作息模式设置

不同房间的人员作息按表 4 定义。

表 4 广州地区居住建筑房间人员逐时在室率

房间类型	下列计算时刻 (h) 房间人员逐时在室率 (%)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
起居室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
卧室	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
房间类型	下列计算时刻 (h) 房间人员逐时在室率 (%)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
起居室	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	0
卧室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
书房	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0

#### 4、照明设备作息按下图设置

照明（设备）作息按表 5 定义。

表 5 广州地区居住建筑房间照明设备开启率

房间类型	下列计算时刻 (h) 房间照明设备开启率 (%)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
起居室	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
房间类型	下列计算时刻 (h) 房间照明设备开启率 (%)											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
起居室	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	0
书房	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0
厨房	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0

#### 5、暖通空调系统设置

根据《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ75-2012 中 5.0.3 第 3 条和第 4 条，空调换气次数取 1.0 次/h，空调额定能效比取 3.0。房间的空调设定温度为 26℃。空调运行时间与人员作息保持一致。

#### 6、自然通风参数设置

按广州等湿热地区居民热适应特征，自然通风环境的室内风速与室内舒适空气温度上限组合为：0.3m/s 和 26℃，0.5m/s 和 27℃，0.6m/s 和 28℃，0.8m/s 和 29℃。为进一步认识提高室内舒适空气温度上限的节能贡献，设定固定舒适空气温度 26℃为对比工况。

在 DeST 软件中按房间类型设定空调启动的温度上限，即室

内舒适空气温度上限（26℃、27℃、28℃、29℃）。在通风模块中通风范围定义选项设定不满足自然通风条件的最小换气次数和满足自然通风条件的室内自然通风换气次数，前者取 1.0 次/h，后者根据窗的可开启面积和室内风速计算房间通风量，再除以房间体积得到。

计算无自然通风的建筑空调能耗时，所有可开启外窗（门）关闭，室内换气次数恒定，取 1 次/h。计算自然通风的建筑空调能耗时，自然通风与空调系统联合运行，不同时开启：当室外气温和计算得到的自然通风房间空气温度均低于室内舒适空气温度上限时，开启自然通风关闭空调；反之关闭自然通风开启空调。

#### 4 结果分析

计算全年空调制冷能耗，可得表 6 和 7：

表 6 空调制冷能耗对比（固定舒适空气温度）

风速	换气次	室内舒适空气温	制冷能耗	单位建筑面积制冷	自然通风节能
m/s	次/h	℃	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	%
-	1	26	198302	14	0
0.1	16	26	124906	9	37
0.2	31	26	105371	7	47
0.3	47	26	97029	7	51
0.4	63	26	92673	6	53
0.5	78	26	90064	6	55
0.6	94	26	88158	6	56
0.7	110	26	86865	6	56
0.8	125	26	86037	6	57
0.9	140	26	85383	6	57
1	156	26	84822	6	57

表 7 空调制冷能耗对比（变化舒适空气温度）

风速 m/s	换气次数 次/h	室内舒适空气温度上限 ℃	制冷能耗 kWh	单位建筑面积制冷能耗 kWh/m <sup>2</sup>	自然通风节能率 %
0.5	78	27	83669	6	58
0.6	94	28	62234	4	69
0.7	110	28	60335	4	70
0.8	125	29	42068	3	79
0.9	140	29	41166	3	79
1	156	29	40969	3	79

由表 6 可知，室内舒适空气温度上限不变时，自然通风节能率随自然通风换气次数增大而增大，起初自然通风节能率随自然通风换气次数增大显著增大，当换气次数达到一定限值后节能率变化速率明显减弱。由表 7 可知，提高室内舒适空气温度上限可明显提高自然通风节能率。

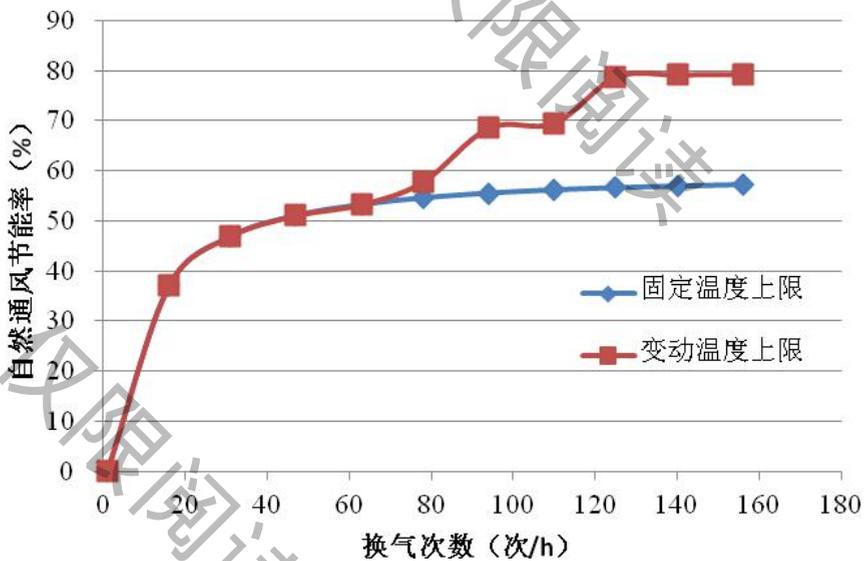


图 3 自然通风节能率

由图 3 可知，当通风换气次数从 0 增至 20 次/h 时，自然通风节能率随通风换气次数快速增大，从 0% 增至 40%；当通风换气次数从 20 次/h 增至 60 次/h 时，自然通风节能率缓慢增大，从 40% 增至 50%；当通风换气次数继续增大，自然通风节能率因舒适温度提升而快速增大，从 50% 增至 80%。

## 引用文献

1. 中国建筑科学研究院等. 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准[M]. 中国建筑工业出版社, 2001.
2. Swami MV, Chandra S. Procedures for calculating natural ventilation airflow rates in buildings[R]. Florida, US: Florida Solar Energy Center, 1987.

## 参考文献

1. 张宇峰. 夏热冬暖地区代表性城市与农村居住建筑热环境设计与计算指标[J]. 建筑科学, 2014, 30(6):10-18.
2. 翟永超, 张宇峰, 孟庆林, 等. 湿热环境下空气流动对人体热舒适的影响(2):可控气流[J]. 暖通空调, 2014(1):47-51.
3. 中国建筑科学研究院等. 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[M]. 中国建筑工业出版社, 2012.
4. 梅凌云. 南方高层住区建筑风压差参数化模型研究[D]. 华南理工大学, 2018.
5. 吴杰, 张宇峰. 遮挡效应对行列式住区建筑风压差的影响[J]. 建筑科学, 2016, 32(8):13-19.
6. 张宇峰. 自然通风计算基础—表面风压系数和开口流量系数[J]. 建筑科学, 2016, 32(12):22-29.
7. 中国建筑科学研究院. 建筑照明设计标准[M]. 中国建筑工业出版社, 2013.
8. 吴智辉. 广州地区住宅建筑空调能耗与节能技术研究[D]. 华南理工大学, 2010.

