

## 家具系数技术文档

本文将介绍三部分内容：家具数量的确定方法、家具热物性和几何参数的选取和家具的热过程模型。

### 一、家具数量的确定方法

目前很难找到讨论房间中家具系数数量的文献。DeST 从文献【1】中间接得到了一些有关家具系数的数据。

文献【1】是一篇讨论房间有效热容的文章，包括外围护、内隔断和家具各自的有效热容，有效热容是反映这些部件蓄热性能的一个参数。作为对比，文章中还给出了这些部件的一些显式热容的数据，所谓某种部件的显式热容，就是这种部件的密度、比热容和体积这三个参数的乘积，从中可以得到家具的显式热容的一些数据。

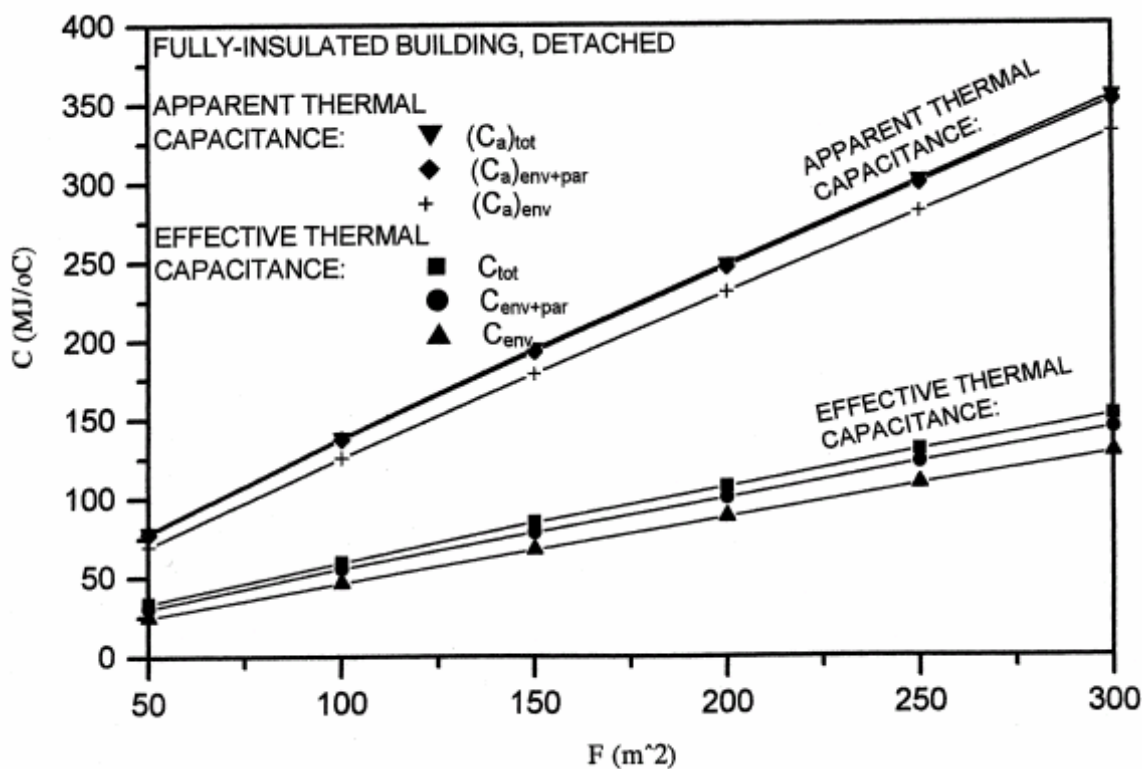


图 1 不同面积的房间中各部件的有效热容和显式热容

在图 1 中，所取建筑样本都是独立式住宅，面积从  $50 \text{ m}^2$  到  $300 \text{ m}^2$  不等。 $(C_a)_{\text{tot}}$  表示房间中总的显式热容，包括外围护、内隔断和家具； $(C_a)_{\text{env+par}}$  表示房间中外围护和内隔断的显式热容之和； $(C_a)_{\text{env}}$  表示房间中外围护的显式热容。

因此家具的显式热容为： $(C_a)_{\text{fur}} = (C_a)_{\text{tot}} - (C_a)_{\text{env+par}}$ ，从图 1 中可以看出，这种建筑中家具所占比例极少。

现在 DeST 中的处理方法是将家具和隔断的显式热容都归为家具的显式热容，即  $(C_a)_{\text{fur}} = (C_a)_{\text{tot}} - (C_a)_{\text{env}}$ 。因为把房间内的隔断也算入了其中，所得到得数值偏大。因此将  $(C_a)_{\text{fur}}$  作为家具数量偏多的房间类型的数据，将  $0.5(C_a)_{\text{fur}}$  作为家具数量居中的房间类型的数据，将  $0.1(C_a)_{\text{fur}}$  作为家具数量比较少的房间类想的数据。

从图 1 中取出  $(C_a)_{\text{fur}}$  的数值列于下表中：

$F(\text{m}^2)$	50	100	150	200	250	300
$(C_a)_{\text{fur}}(\text{MJ}/^\circ\text{C})$	10	12.5	15	17.5	20	25
$n_{\text{fur}}$	44	28	22	18	18	18

$n_{\text{fur}}$  是房间层高取  $3.6\text{m}$  时，家具的显式热容折合的家具系数： $n_{\text{fur}} = \frac{(C_a)_{\text{fur}}}{\rho_{\text{air}} c_{\text{Pair}} Fh}$ 。

这个家具系数可以称为显示家具系数，只是为了对显式热容的数量有个概念，在实际计算中直接使用家具的显式热容，并不使用这个家具系数。

拟合上表中的数据，得到公式如下：

$$(C_a)_{\text{fur}} = 0.0571F + 6.6667 (\text{MJ}/^\circ\text{C}), \text{ 其中 } 50 \leq F \leq 300$$

当  $F > 300$  时，仍然采用了上面的拟合公式； $F < 50$  时，其家具显式热容的计算原则是：保持其显示家具系数与  $F=50$  时的显示家具系数相同，即计算公式为：

$$(C_a)_{\text{fur}} = 44\rho_{\text{air}} c_{\text{Pair}} Fh。$$

现在程序中家具系数输入为 45 时，用的是用上面的方法计算出的显式热容。若家具系数输入为任意大于 1 的数值，则要对上面的数据作修正：

$$(C_a)'_{\text{fur}} = \frac{n_{\text{fur}} - 1}{44} (C_a)_{\text{fur}}。$$

## 二、家具热物性和几何形状的选择

假设家具是一块材料为木材、厚度为  $d=5\text{cm}$  的平板。木材的热物性取下列数值： $\rho_{\text{fur}}=377\text{kg}/\text{m}^3$ ， $c_{p\text{fur}}=1930\text{J}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$ ， $\kappa_{p\text{fur}}=0.11\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。则木材的平面面

积可用以上数据计算出： $F_{\text{fur}} = \frac{(C_a)_{\text{fur}}}{\rho_{\text{fur}} c_{p\text{fur}} d}$ 。

## 三、家具的热过程模型

见参考文献【2】。

参考文献：

1. Antonopoulos K A, Koronaki E. Envelope and indoor thermal capacitance of buildings, *Applied Thermal Engineering* 1999, 19(7): 743-756.
2. 谢晓娜, 燕达. 建筑热环境动态模拟中家具系数的问题. 全国空调模拟分析学组学术交流会论文集, 2004, 83-88.