

# 动态热过程分析用建筑几何模型的构建

丁力行<sup>1</sup>, 何立群<sup>2</sup>, 陈祖铭<sup>3</sup>, 刘仙萍<sup>4</sup>, 季杰<sup>2</sup>

(1. 仲恺农业工程学院人工环境与控制研究所, 广州 510225; 2. 中国科学技术大学热科学和能源工程系, 合肥 230026; 3. 华南理工大学建筑设计研究院, 广州 510640; 4. 中南大学能源动力与工程学院, 长沙 410075)

**[摘要]** 建筑墙体表面的太阳直射辐射投影及辐射强度随时间发生很大变化, 该变化在已有的动态热过程算法框架内很难直接计算。根据建筑传热模型特点和计算机图形学原理, 构建了动态热过程的建筑几何模型, 该模型将建筑空间抽象为由矢量平面围成的空间区域的集合; 提出了建筑几何模型的核心计算方法, 即三维空间内直线与表面的矢量运算。该建筑几何模型能解决建筑动态热过程中直接计算建筑墙体表面之间的太阳直射辐射换热和太阳直射辐射投影等问题, 并对空气流通、楼房之间的相互遮阳和光污染等问题的研究也具有实际意义。

**[关键词]** 建筑热过程; 几何模型; 太阳辐射

**[中图分类号]** TU111.19; TU113.19 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2010)08-0088-06

## 1 前言

目前中国建筑业急速发展, 建筑能耗快速逼近发达国家平均水平(30%), 新的建筑节能措施急需研究出台<sup>[1]</sup>。建筑节能研究的方法之一, 是在新建建筑或改建已有建筑时对建筑能耗进行有效分析计算, 其核心是建立定量分析建筑传热传质过程的计算模型<sup>[2~5]</sup>。目前的建筑能耗计算模型一般把墙体表面太阳辐射设定为已知, 这样在不影响估算建筑年平均能耗条件下, 使计算过程大为简化; 但是该方法回避了建筑复杂几何信息的处理, 当需要优化设计遮阳设备和蓄能材料位置时<sup>[6]</sup>, 建筑表面变化的太阳辐射得热的影响在建筑热过程计算中变得不可缺少, 因此需要在计算中增加建筑复杂几何信息的详细处理。目前, 角系数是建筑热过程计算中唯一包含建筑几何结构信息的参数, 但该参数需要单独计算后再作为已知参数整合到建筑传热模型中。文章根据建筑传热模型特点和计算机图形学原理, 提

出了建筑动态热过程分析用建筑几何模型构建方法及其核心运算, 该建筑几何模型对建筑动态热过程中直接计算建筑墙体表面之间的太阳直射辐射换热和太阳直射辐射投影, 并对空气流通、楼房之间的相互遮阳和光污染等问题的研究也具有实际意义。

## 2 几何模型的构建

### 2.1 小空间

当墙体、天棚以及地板等隔断部件为一维导热时, 从传热角度看, 建筑由这些隔断部件分割成了很多格子, 每个格子内是空气, 称为建筑空间。在建筑内, 热量通过隔断部件从一个空间流入另外一个空间, 建筑外围的墙体、天棚和地板构成建筑的热边界。当将室外或者土壤也视为建筑内的子空间时, 这个热边界也变成了内部隔断。因此, 建筑视作由空间和空间之间的隔断构成, 建筑传热就是计算空间内的空气温度。无论一个隔断的实际尺寸有多大, 只有被两个空间所共有的那一部分是重要的, 它

**[收稿日期]** 2008-07-30

**[基金项目]** 国家自然科学基金(50478023, 50408009); 仲恺农业工程学院引进优秀人才科研启动基金(2006); 中国科学技术大学青年启动基金(2000)

**[作者简介]** 丁力行(1967-), 男, 湖南临湘市人, 教授, 长期从事建筑环境与设备工程学科及相关领域的科研工作; E-mail: lxding@vip.sina.com

的其余部分对于这两个空间没意义。比如建筑的外墙,尽管其外表面面对着同一个子空间,但其内表面却面对着不同的空间。因此,将分隔两个空间的这部分隔断部件作为基本隔断单元,称为隔板,换句话说,每个隔板就仅为室内外两个子空间共有,隔板的每个表面只面向一个空间。这样整个建筑被抽象为一组空间,每个空间由一组平面多边形围成,而每个平面多边形的法线只指向一个空间。在几何上,空间是建筑的几何单元;在传热上,隔板是基本传热单元。

建筑在几何上抽象为一个矢量平面多边形集合后,每个矢量平面多边形的顶点按照法线方向逆时针排列,并且要含有所面对空间的编号、表面的光学性质,以及隔板的材料编号等信息。建筑内空间编号为1开始的整数,而室外空气取0,土壤取-1;表面光学性质是指反射率、吸收率(分为红外和可见光两类)、是镜面还是灰漫表面;隔断部件实际为多层建筑材料组成的,在建筑内其结构统一编号。利用此方法,具体建筑就可以用一组数据来数字化。

## 2.2 大空间

上述集合模型假定空间内空气热均匀且静止,计算时空气温度用一个节点表示;当空间较大时,这个假定难以成立,空间需要再度细分成若干小空间,以保证每个小空间内温度分布近似均匀。采用前面同样的方法,小空间之间设置辅助的虚拟隔板,虚拟隔板的物理参数要保证光学和热辐射透明,两个“表面”温度一致。这样,空间细分为一组热均匀的小空间,而每个小空间按照上面同样的方法量化。

## 3 几何模型的量化

在建筑几何模型简化为一个数据结构后,在此框架内量化建筑模型部件。这个过程需要一个全局坐标:建筑的绝对坐标系( $XYZ$ )。在此坐标系内,平面多边形的顶点表示为  $P_j = \{X_j, Y_j, Z_j\}$ ,而每个平面多边形可定义其局部坐标系( $xyz$ )。其中, $x$ 为表面的法向,底边为 $y$ ,另外一个方向则为 $z$ ,顶点为  $p_j = \{0, y_j, z_j\}$ 。根据解析几何,表面内任一点的绝对坐标( $\vec{P}_j$ )与局部坐标( $\vec{p}_j$ )的关系为  $\vec{P}_j = \vec{P}_1 + \vec{p}_j$ ,或者:

$$P_j = P_{1,j} + p_i \cdot U_{ij} \quad (1)$$

式(1)中, $P_{1,i}$ 为平面多边形的原点,也是第一个顶点; $U_{ij}$ 为局部坐标向绝对坐标的转换矩阵, $i, j = 1, 2, 3$ 。

建筑坐标系为三维(3D),而局部坐标系本质上是二维(2D)。局部坐标的作用之一,就是在多边形所在平面上确定顶点的局部坐标,然后再转换到绝对坐标系,这样比直接在3D空间上确定顶点绝对坐标更方便。因此需要确定绝对坐标系和局部坐标系之间的转换矩阵  $U_{ij}$ 。另外,比如像表面面积等一些计算,在局部坐标系内更方便。

$U_{ij}$ 的确定方法如下:图1中1,2,3是该墙表面逆时针的前3个顶点。3个顶点在绝对坐标系中的分别为  $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3$ ,即

$$\vec{P}_1 = (X_1, Y_1, Z_1)$$

$$\vec{P}_2 = (X_2, Y_2, Z_2)$$

$$\vec{P}_3 = (X_3, Y_3, Z_3)$$

则该表面的法向量为  $\vec{n}$

$$\vec{n} = \frac{(\vec{P}_2 - \vec{P}_1) \times (\vec{P}_3 - \vec{P}_1)}{|(\vec{P}_2 - \vec{P}_1) \times (\vec{P}_3 - \vec{P}_1)|} \quad (2)$$

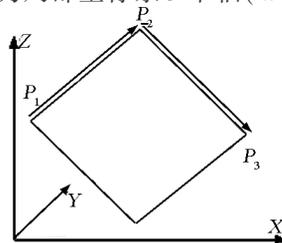
取顶点1为局部坐标的原点,即  $\vec{P}_0 = \vec{P}_1$ ,且取第一条边为局部坐标的 $y$ 轴(单位矢量为  $\vec{i}$ ),则

$$\vec{i} = \frac{\vec{P}_2 - \vec{P}_1}{|\vec{P}_2 - \vec{P}_1|}$$

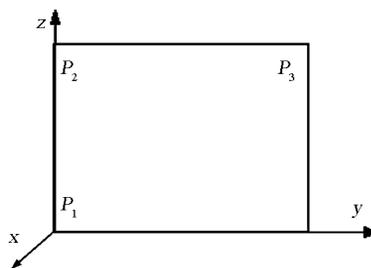
则 $z$ 轴的单位矢量  $\vec{j}$ 为

$$\vec{j} = \vec{n} \times \vec{i} \quad (3)$$

$\vec{n}, \vec{i}, \vec{j}$ 为局部坐标系3个轴( $\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}$ )的单位



(a) 建筑坐标系



(b) 局部坐标系

图1 表面顶点的坐标变换

Fig. 1 The coordinate transformation of surface vertex

矢量,则局部坐标到全局坐标的转换矩阵为

$$U_{ij} = [ \vec{n} \quad \vec{i} \quad \vec{j} ]^T$$

相应地,全局坐标  $P_i$  至局部坐标  $p_i$  的转换为

$$p_i = (P_j - P_{0j}) \cdot U_{ji}^{-1}$$

## 4 几何模型的基本几何参数

用矢量平面多边形量化建筑后,隔板表面面积、区域体积等能够自动确定。

### 4.1 多边形表面面积

在平面的局部坐标系内,  $m$  个顶点的多边形面积为<sup>[7]</sup>

$$A = \sum_j^m \frac{1}{2} \int_{y_j}^{y_{j+1}} y dz - z dy$$

其中  $P_{m+1} = P_1$ 。对于边  $P_j P_{j+1}$ , 有

$$z = \frac{z_{j+1} - z_j}{y_{j+1} - y_j} (y - y_j) + z_j$$

$$dz = \frac{z_{j+1} - z_j}{y_{j+1} - y_j} dy \quad (4)$$

则

$$A_i = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (y_j z_{j+1} - y_{j+1} z_j) \quad (5)$$

### 4.2 房间体积

在绝对坐标系内,由平面多边形所围成空间的体积为

$$V = -\frac{1}{3} \sum \int \vec{P} \cdot d\vec{A} \quad (6)$$

对于多边形平面,第一个原点为  $P_1$ ,则任意一点为

$$\vec{P} = \vec{P}_1 + \Delta\vec{P} \quad (7)$$

微元面积矢量为  $d\vec{A} = \vec{n} \cdot ds$ ,  $\vec{n}$  为表面法矢量,则有

$$\vec{P} \cdot d\vec{A} = (\vec{P}_1 + \Delta\vec{P}) \cdot \vec{n} ds = \vec{P}_1 \cdot \vec{n} ds \quad (8)$$

式(8)中,  $\Delta\vec{P} \cdot \vec{n} ds = 0$ ,故有

$$V = -\frac{1}{3} \sum_{i=1}^{k_j} \{ A_i (\vec{P}_1 \cdot \vec{n}) \} \quad (9)$$

式(9)中,  $k_j$  为空间  $j$  的表面数目;  $A_i$  为多边形表面积,  $m^2$ 。

## 5 几何模型的应用

建筑几何模型确定后,除了能自动完成隔板表面积、区域体积计算外,与几何模型相关的角系数、墙表面的太阳阴影面积等参数,也可以自动确定。其中,角系数是房间内墙体表面之间相互位置关系,建筑模型一经确定,角系数就是唯一的;而太阳直射

辐射计算则还必须随时考虑光线的变化。这些参数是几何模型与传热模型的衔接点,是能由几何模型自动完成的计算。其核心是射线和平面多边形的相交计算。

### 5.1 射线和平面多边形相交

角系数以及太阳辐射计算都需要确定直线与平面多边形的交点。计算分为以下两步:

1) 直线与平面交点。图2中,由点  $\vec{P}_0$  发的射线  $\vec{L}$ ,与表面  $\vec{A}$  相交于  $\vec{P}$ ,表面的原点为  $\vec{P}_1$ 。因为  $\vec{P}_0$  和  $\vec{P}$  共线( $\vec{L}$ ),则  $(\vec{P} - \vec{P}_0) \times \vec{L} = 0$ 。表面的法向为  $\vec{n}$ ,则有:

$$[(\vec{P} - \vec{P}_0) \times \vec{L}] \times \vec{n} = 0 \quad (10)$$

即

$$[\vec{n} \cdot (\vec{P} - \vec{P}_0)] \vec{L} - (\vec{n} \cdot \vec{L}) (\vec{P} - \vec{P}_0) = 0 \quad (11)$$

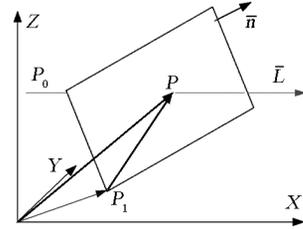


图2 直线与表面的相交图

Fig. 2 The intersection graph of straight

式(11)中,  $[\vec{n} \cdot (\vec{P} - \vec{P}_0)] \vec{L} = [\vec{n} \cdot (\vec{P} - \vec{P}_1 + \vec{P}_1 - \vec{P}_0)] \vec{L}$ ;  $\vec{P}$  和  $\vec{P}_1$  共面,即  $\vec{n} \cdot (\vec{P} - \vec{P}_1) = 0$ ,则由式(13)整理得出交点为

$$\vec{P} = \vec{P}_0 + \frac{\vec{n} \cdot (\vec{P}_1 - \vec{P}_0)}{(\vec{n} \cdot \vec{L})} \vec{L} \quad (12)$$

2) 交点是否为多边形内点。交点  $\vec{P}$  至多边形各顶点  $\vec{P}_j$  的向量为  $\Delta\vec{P}_j$ ,  $j = 1, 2, 3$ 。  $\Delta\vec{P}_j$  与  $\Delta\vec{P}_{j+1}$  夹角为  $\alpha_j$ ,令  $P_{m+1} = P_1$ ,则

$$\cos(\alpha_j) = \frac{|\Delta\vec{P}_j \cdot \Delta\vec{P}_{j+1}|}{|\Delta\vec{P}_j| |\Delta\vec{P}_{j+1}|} \quad (13)$$

式(13)中,  $0 \leq |\alpha_j| \leq \pi$ ,符号与  $\vec{n} \cdot (\Delta\vec{P}_j \times \Delta\vec{P}_{j+1})$  相同。

$\sum_{j=1}^m \alpha_j = 0$ ,则交点落在多边形区域之外;  $\sum_{j=1}^m \alpha_j = 2\pi$ ,则交点落在多边形内或者边界上,直线与平面多边形相交。

### 5.2 角系数计算

根据所建的建筑几何模型,利用数值计算方法,可以计算任意两表面之间角系数。首先,将两个表面按照一定规则分成微小单元(微元);然后计算两个表面微元之间的角系数。两个表面之间的微元角

系数之和为两个表面的角系数。微元之间角系数有如下计算<sup>[8]</sup>

$$f_{ij} = \cos\theta_i \cdot \cos\theta_j \cdot \frac{dA_i \cdot dA_j}{\pi \cdot D^2} \quad (14)$$

发射表面  $j$  对接受表面  $i$  的角系数为

$$F_{ij} = \frac{1}{A_j} \int_{A_i} \int_{A_j} f_{ij} = \frac{1}{A_j} \int_{A_i} \int_{A_j} \cos\theta_i \cos\theta_j \frac{dA_i \cdot dA_j}{\pi \cdot D^2} \quad (15)$$

式(14), (15)中,  $\theta_i, \theta_j$  为  $i, j$  的法线矢量  $k_i, k_j$  与两个微元中心连线的夹角;  $dA_i, dA_j$  为  $i, j$  上微元的面积;  $D$  为两个微元中心连线的长度。

计算微元角系数时, 两个微元中心点连成一条直线, 然后计算此直线与房间内所有表面的交点。如果交点存在, 则  $f_{ij} = 0$ ; 否则计算角系数  $f_{ij}$ 。

### 5.3 墙表面的太阳逐时投影面积

墙体表面分成微元, 每一个微元的中心点引一条指向太阳的射线  $\vec{L}$ , 并且有一个光照强度系数  $I$ 。应用式(14)和(15), 扫描所有其他墙体表面  $\vec{A}_i$  (或  $\vec{n}_i$ )。如果任何一个面与之有交点, 此单元就为阴影, 光照强度系数  $I = 0$ , 否则此单元就是一个太阳光斑,  $I = 1$ 。该表面上所有光斑的总面积, 就是太阳直射辐射在此表面的投影面积。该面积乘以其法线矢量  $\vec{n}$  与  $\vec{L}$  的乘积, 即为此时光线的正投影面积。计算表面太阳直射辐射得热时, 直接乘上  $I$  和太阳当前时刻的直射辐射强度即可。其中, 太阳光线  $\vec{L}$  一定要在建筑坐标系内表示。如果使该单元成为阴影的为窗户, 则  $I =$  窗户的透过率; 如果被多个窗户遮挡, 则  $I =$  所有窗户透过率之积。

## 6 算例

建筑几何模型如图3所示, 尺寸为  $W = 6 \text{ m}, H = 6 \text{ m}, L = 3 \text{ m}, C = 2 \text{ m}, D = 0.8 \text{ m}, E = 2 \text{ m}, F = 1.5 \text{ m},$

$G = 1 \text{ m}$ 。计算地点取合肥: 经度 117.3, 纬度 31.9, 时间是7月6日。

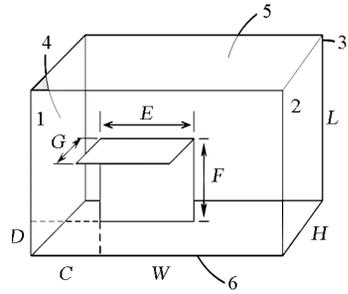


图3 建筑几何模型

Fig. 3 Building model

### 6.1 多边形顶点坐标的确定

以  $D$  点为原点, 以正东方为  $X$  轴正方向, 以正北方为  $Y$  轴正方向, 以正上方为  $Z$  轴的正方向建立坐标系。总共有7个面, 其中1到6面已经标记在图3中, 遮阳板为第7个面, 共有14个顶点, 各顶点的坐标规定如下:

$$\begin{aligned} p1 &= [0 \ 0 \ 0]; p2 = [6 \ 0 \ 0]; p3 = [6 \ 0 \ 3]; p4 = [0 \ 0 \ 3]; \\ p5 &= [0 \ 6 \ 0]; p6 = [6 \ 6 \ 0]; p7 = [6 \ 6 \ 3]; p8 = [0 \ 6 \ 3]; \\ p9 &= [2 \ 0 \ 0.8]; p10 = [4 \ 0 \ 0.8]; p11 = [4 \ 0 \ 2.3]; \\ p12 &= [2 \ 0 \ 2.3]; p13 = [2 \ -1 \ 2.3]; p14 = [4 \ -1 \ 2.3]; \end{aligned}$$

### 6.2 房间表面之间的角系数的确定

考虑到实际要求, 现只给出房间内表面之间的角系数, 并规定第7面的内表面为垂直面朝下。用 Matlab 编程进行数值计算, 首先编写返回值为单元数组的函数用来存放所用到的平面, 再编写函数分别计算有多个遮挡面时给定点对给定面的角系数、有多个遮挡面时给定面对另外一个面的角系数和给定的多个面之间的角系数, 返回值为矩阵。考虑到计算时间的限制, 采用  $10 \times 10$  进行网格划分。房间内表面之间的角系数计算程序运行结果见表1。

表1 房间内表面之间的角系数

Table 1 Angular coefficient between inner surfaces of room

角系数	1	2	3	4	5	6	7	每行和
1	0	0.155 1	0.118 5	0.155 1	0.262 5	0.288 4	0	0.979 6
2	0.129 3	0	0.151 1	0.122 1	0.308 8	0.308 8	0.002 5	1.022 7
3	0.098 8	0.151 1	0	0.151 1	0.308 8	0.308 8	0.001 6	1.020 3
4	0.129 3	0.122 1	0.151 1	0	0.308 8	0.308 8	0.002 5	1.022 7
5	0.109 4	0.154 4	0.154 4	0.154 4	0	0.466 2	0	1.038 9
6	0.120 2	0.154 4	0.154 4	0.154 4	0.466 2	0	0.014 2	1.063 9
7	0	0.022 9	0.014 5	0.022 9	0	0.256 0	0	0.316 4

由表 1 可知,分析面 1 到面 6 对其他面的角系数计算结果之和和基本为 1,这和实际情况相吻合,说明了模型的正确性,面 7 由于在房间外面,与外界环境也有角系数,故与其他 6 个面的角系数之和小于 1,这也是符合实际情况的。

### 6.3 直射辐射投影面积

用 Matlab 编程进行数值计算,首先编写存放所

要用到的平面的函数;再判断给定点是否在给定的平面内,给定点是否被其他多个面遮挡,若无遮挡,说明该点能被太阳照射到,返回值为 1,否则为 0。再编写函数分别用来计算给定多边形上能被太阳照射到的面积和总的面积。表 2 给出了从 6 点到 18 点整点时刻的数据,若要得到其他时刻的数据,只要在主程序里面输入相应的时间数据即可。

表 2 太阳照射到的面积在太阳光线垂直方向上的投影面积  
Table 2 Projective areas on surfaces of perpendicular to the solar rays

时刻	1	2	3	4	5	6	7	投影面积和
6: 00	0	16.554 4	6.508 7	0	5.509 0	0	0.003 1	28.575 2
7: 00	0	16.275 3	4.224 8	0	12.847 7	0	0.356 9	33.704 7
8: 00	0	14.887 0	2.056 8	0	19.813 7	0	0.990 7	37.748 2
9: 00	0	12.484 2	0.132 7	0	25.932 2	0	1.440 7	39.989 9
10: 00	0.953 1	9.230 7	0	0	30.786 4	0	1.710 4	42.680 5
11: 00	1.716 9	5.348 0	0	0	34.045 3	0	1.891 4	43.001 6
12: 00	2.103 4	1.101 0	0	0	35.486 9	0	1.971 5	40.662 7
13: 00	2.022 8	0	0	3.221 2	35.012 9	0	1.945 2	42.202 0
14: 00	1.403 9	0	0	7.323 8	32.655 7	0	1.814 2	43.197 6
15: 00	0.463 0	0	0	10.927 3	28.575 9	0	1.587 6	41.553 7
16: 00	0	0	1.049 1	13.786 1	23.051 6	0	1.280 6	39.167 4
17: 00	0	0	3.100 8	15.705 4	16.459 1	0	0.731 5	35.996 8
18: 00	0	0	5.345 2	16.554 4	9.247 8	0	0.107 9	31.255 2

从表 2 可看出,在太阳光线垂直方向上的投影面积在早上比较小,以后随时间逐渐增大,在 11 点到下午 2 点维持较大值,随后有所减小;并且约 11 点到下午 2 点之间投影面积先稍微减小然后增加,基本符合现实情况,说明了模型和计算程序的正确性。

## 7 结语

在假定建筑墙体表面为平面多边形基础上,根据建筑传热模型特点和计算机图形学原理,提出了动态热过程的建筑几何模型的数字描述方法。根据所建的建筑几何模型,利用数值计算方法,通过线与面的计算,可以有效计算建筑任意两表面之间的角系数,以及太阳直射辐射在墙体表面的投影。另外,由城市建筑群布局而产生的建筑之间相互影响成为当前的研究热点<sup>[9]</sup>,由于建筑是这些问题的几何边界,文章构建的建筑几何模型对空气流通、楼房之间的相互遮阳和光污染等问题的研究具有实际意义。算例的几何模型数值计算结果表明,内表面矢量平

面 1 至 6 对模型中其他面的角系数计算结果之和和基本为 1,面 7 与外界环境也有角系数,故与其他 6 个面的角系数之和小于 1,与实际情况相吻合;并且太阳光线垂直方向上的投影面积变化规律也符合实际情况,验证了模型的有效性。

### 参考文献

- [1] 丁力行,李越铭,包劲松. 建筑节能综合评价指标体系的建立[J]. 建筑,2003,(12):19-22
- [2] 何立群. 建筑动态能耗分析计算与研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨建筑大学,1994
- [3] Crawley DB, Lawrie LK, Winkelmann FC. The most complete solar-energy system modeling and simulation software [J]. Renewable Energy,1994,5(1-4):486-488
- [4] Crawley DB, Lawrie LK, Winkelmann FC. EnergyPlus: Creating a new-generation building energy simulation program [J]. Energy and Buildings,2001,33(4):319-331
- [5] Carriere M, Schoenau GJ, Besant RW. Investigation of some large building energy conservation opportunities using the DOE-2 model [J]. Energy Conversion and Management,1999,40(8):861-872

- [6] Rubin M, Von Rottkay K, Powlers R. Window Optics [J]. Solar Energy, 1998,62(3):149-161
- [7] Wrede Robert C. Schaum's outline of advanced calculus [M]. McGraw-Hill Trade,2002:232-236
- [8] Holman J P. Heat Transfer (Fifth Edition) [M]. McGraw Hill International Book Company,1985
- [9] Bourbia F, Awbi H B. Building Cluster and Shading in Urban Canyon for Hot Dry Climate [J]. Renewable Energy,2004, 2(29):291-301

## Geometry model for dynamic thermal process in building

Ding Lixing<sup>1</sup>, He Liqun<sup>2</sup>, Chen Zuming<sup>3</sup>, Liu Xianping<sup>4</sup>, Ji Jie<sup>2</sup>

(1. Institute of Built Environment and Control, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China; 2. College of Thermal Science and Energy Engineering, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China; 3. Architecture Design Institute, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China; 4. College of Energy Science and Engineering, Central South University, Changsha 410075, China)

[**Abstract**] The projection of sun direct radiation and the solar radiation intensity gained on wall vary with time; the variation can't be calculated directly in present algorithmic framework of dynamic thermal process in buildings. According to the feature of building thermal process model and the theory of computer graphics, a new geometrical model for analysis of building thermal process is advanced in the thesis. Building in the model is simplified into an aggregation of space regions, which are composed of vector planes. Core arithmetic method for the geometric model is presented, which is vector calculation for straight-lines and planes in three-dimensional space. The geometric model can help to realize the direct calculations of solar direct radiant heat exchanges between walls, and the projection of solar direct radiation; it also has practical value on air flow, mutually shading between buildings, light pollution problems and so on.

[**Key words**] thermal process in building; geometrical model; solar radiation