

# 建筑环境模拟方法在建筑热湿环境教学中的应用

许光映,刘春花,刘平波

(浙江海洋学院 船舶与建筑工程学院,浙江 舟山 316004)

**摘要:**建筑热湿环境是由众多扰量随机作用的结果,在课堂教学中,侧重于介绍建筑围护结构特点及根据这些特点建立相应的微分方程组,分析各扰量与室内热湿环境的联系,缺乏对各个因素对建筑热湿环境整体影响的直观认识,文章介绍了在课堂理论教学中引入辅助 DeST 实验教学法,既培养了学生独立分析问题的能力,为以后空调工程学习建筑负荷打下良好的基础,也培养了学生对建筑节能的分析基础。

**关键词:**建筑环境;动态模拟;热湿环境

中图分类号:TU8-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2009)01-0131-03

## 一、课题意义

1998年教育部颁布大新专业目录,将供热通风与空调工程专业和燃气供应专业合并,调整为建筑环境与设备工程专业。建筑环境学是建筑环境与设备工程专业的一门主干专业基础课。课程目的主要包括:使学生了解和掌握人和生产过程中需要的室内物理环境;各种外部和内部的因素如何影响建筑环境;改变或控制建筑环境的基本方法及原理。建筑环境学涉及的建筑环境是指建筑物理环境,即建筑热环境、空气环境、光环境与声环境,通过该课程的学习,将为今后学习各门专业课程及研究生课程打下一定理论基础。其中建筑热湿环境是其中最主要内容,影响建筑热湿环境主要有外扰和内扰,外扰主要包括室外气候如室外空气温度、太阳辐射、风速、风向变化及邻室的空气温度,它们均通过围护结构的传热、传湿、空气渗透使热量和湿量进入到室内,对室内热湿环境产生影响。内扰主要包括室内设备、照明、人员等室内热湿源。因此建筑环境控制系统的运行状况也必须随着建筑环境状况的变化而不断进行相应的调节,以实现满足舒适及其他要求的建筑环境。

建筑热湿环境在课堂教学中,一方面介绍建筑围护结构特点及外扰通过时所遵循的物理规律,根据物理特点怎样建立相应的微分方程组,根据方程分析各外扰与室内热湿环境的联系。教师在教学中尽量做到讲解概念清晰。传统教学中,学生在学习建筑热湿环境及其影响因素时,只是停留在书本公式方程理解上,缺乏各个因素对建筑热湿环境影响的直观认识。建筑物是一复杂系统,其能

收稿日期:2009-01-10

基金项目:浙江海洋学院新世纪建筑环境与设备工程专业课程教学改革基金项目

作者简介:许光映(1967-),男,浙江海洋学院船舶与建筑工程学院副教授,主要从事建筑环境与建筑节能

耗及热性能很难简单地根据建筑尺寸及窗墙形式与材料估算。影响建筑热性能的因素很多,这些因素与气象参数的变化情况,当地纬度,各个季节主导风向相关,如此复杂的系统全部通过现场实测,很难在短期内获得有效数据,测量成本也很高。通过简单的计算很难得到准确、客观的结论。因此可操作的现实的方法是通过计算机动态模拟计算方法,有效地预测建筑环境在各种控制条件下可能出现的状况,例如室内温湿度随时间的变化、采暖空调系统的逐时能耗、以及建筑物全年环境控制所需要的能耗。

## 二、DeST 软件结构和模块介绍

DeST 是由清华大学建筑学院建筑技术科学系建筑环境与设备研究所综合 10 余年科研成果的结晶,开发出了用于建筑热环境设计模拟分析的软件平台——建筑热环境设计模拟工具包(Designer's Simulation Toolkit,简称 DeST)。在 DeST 的基础上,针对住宅建筑开发了 DeST-h 这样专用的能耗模拟分析软件。DeST-h 充分考虑了人的创造性和计算机强大的计算能力,并将两者有机地结合起来,在整个软件中贯穿了“全工况分析”和“分阶段模拟”的概念。“全工况分析”指对建筑的热环境、设备的性能等进行全年逐时的动态模拟分析;“分阶段模拟”指将空调系统的设计过程分为如下几个阶段:建筑设计阶段、系统方案设计阶段、设备选择阶段、输配系统设计阶段,在每一阶段,设计者通过对不同方案的模拟校核计算,可以比较选择出较为理想的设计方案。

DeST 的几个基本功能模块分别是:气象数据模块(Medpha),计算机辅助建筑描述模块(CABD),建筑分析模块(BAS)和建筑环境控制系统分析模块。

DeST-h 各模块之间的关系如图 1 所示。

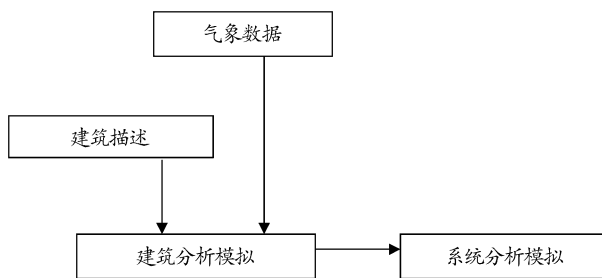


图 1 软件模块结构图

## 三、实施过程

### (一)课堂教学

课堂教学中引入 DeST 软件,结合理论教学,有

利于学生后期学习空气调节,不会出现在计算空调及采暖负荷时仅仅停留在简单套用公式及图表计算,缺乏分析建筑能耗的意识,不明白公式的涵义,不理解引起房间热湿负荷的因素有哪些。通过计算机模拟分析,可以随时改变建筑朝向、围护结构形式以及改变内热源等参数,通过结果对比分析,发现各种因素对建筑负荷影响的变化规律,使同学们对建筑节能有一个清醒的认识,对于将来学习空调系统节能、建筑节能打下一定基础。

### (二)实验教学

实验教学主要就是介绍用 DeST 分析虚拟建筑在各个影响因素作用下的模拟结果。我们考虑一个孤立单层房间,房间平面呈正方形,边长为 10 米,楼地是混凝土结构,楼顶是加气混凝土保温层面,对于单个房间而言,其热过程主要包括 4 个方面:各种外扰通过围护结构的热传递过程、各种内扰的热传递过程、室内外通风和空调投入热量。外扰包括外气象条件和环境热状况,它们通过围护结构热传递影响房间内表面温度,并通过对流、辐射影响室内空气温度。但是太阳辐射还可透过窗户直接影响房间内表面温度。内扰对房间的热作用,包括显热和潜热两方面。在本文所给例子不予考虑;空调热量本文也没有考虑。

#### 1. 墙体对热湿情况影响模拟结果

情况 1:在 240 砖墙,单层窗户情况模拟结果。

情况 2:240 粘土多孔砖加聚苯颗粒保温浆料,单层窗户结果。

表 1 室外温度及自然温度分布

温度区间	≤16	16~22	22~29	29~35	>35
室外温度时间(h)	3890	2100	2315	455	0
房间温度时间(h)(情况1)	2902	2713	2699	446	0
房间温度时间(h)(情况2)	2867	2716	2755	377	0

模拟选择地点是浙江舟山定海,属于夏热冬冷地区,本例子模拟保温墙体对室内热湿环境的影响,从表 1 可以看出,自然室温低于 16 摄氏度时间段少了 35 小时,自然室温处于 29~35 摄氏度的少了近 70 小时,自然室温处于 16~22 摄氏度的几乎一致;自然室温处于 22~29 摄氏度的多了近 56 小时;显然保温墙体有利于改善室内热湿环境。

从表2可以看出,采用保温墙体后最大热负荷和最大冷负荷均下降并不多,但全年累计热负荷和全年累计冷负荷均下降很多,因此保温墙体对改善室内热湿环境非常有利,采用模拟方法全年模拟结果比书本只是介绍墙体热惯性大小对室外温度具有时间上延迟和幅度上衰减更加深刻理解墙体热惯性对室内热湿环境的影响。

表2 负荷统计值

统计项目	单位	统计值(情况1)	统计值(情况2)
建筑空调面积	m <sup>2</sup>	100.00	100.00
建筑负荷统计			
全年最大热负荷	kW	16.44	14.44
全年最大冷负荷	kW	11.63	11.07
全年累计热负荷	kW·h	5719.57	4896.26
全年累计冷负荷	kW·h	378.37	285.83
建筑负荷面积指标			
全年最大热负荷指标	W/m <sup>2</sup>	164.35	144.41
全年最大冷负荷指标	W/m <sup>2</sup>	116.30	110.72
全年累计热负荷指标	kW·h/m <sup>2</sup>	57.20	48.96
全年累计冷负荷指标	kW·h/m <sup>2</sup>	3.78	2.86

## 2. 单双层玻璃对热湿环境影响模拟结果

从表3可以看出,自然室温低于16摄氏度时间段多了51小时,自然室温处于29~35摄氏度的少了近175小时,自然室温处于16~22摄氏度的多了51小时;自然室温处于22~29摄氏度的多了73小时;双层窗户显然有利于改善室内热湿环境。比较表1中采用保温墙体可能比双层窗户更有利。

从表4可以看出,采用双层玻璃窗后最大热负荷和最大冷负荷均下降并不多,但全年累计热负荷和全年累计冷负荷均下降很多,与表2对比,双层窗户在改善热负荷方面效果劣于保温墙体,而冷负荷改善效果相当。

## 四、结语

在课堂教学中引入模拟方法,学生在学习课本纯理论知识基础上,通过模拟软件模拟内、外扰及结构对建筑热湿环境整体影响,培养了学生独立分析问题的能力,为以后空调工程学习建筑负荷打下良好的基础,同时也培养了对建筑节能的分析基础。

表3 室外温度及自然温度分布

温度区间	≤16	16~22	22~29	29~35	>35
室外温度时间(h)	3890	2100	2315	455	0
房间温度时间(h)(双)	2953	2764	272	271	0
房间温度时间(h)(单)	2902	2713	2699	446	0

表4 负荷统计值

统计项目	单位	统计值(双层)	统计值(单层)
建筑空调面积	m <sup>2</sup>	100.00	100.00
建筑负荷统计			
全年最大热负荷	kW	15.53	16.44
全年最大冷负荷	kW	11.07	11.63
全年累计热负荷	kW·h	5449.91	5719.57
全年累计冷负荷	kW·h	251.60	378.37
建筑负荷面积指标			
全年最大热负荷指标	W/m <sup>2</sup>	155.29	164.35
全年最大冷负荷指标	W/m <sup>2</sup>	110.65	116.30
全年累计热负荷指标	kW·h/m <sup>2</sup>	54.50	57.20
全年累计冷负荷指标	kW·h/m <sup>2</sup>	2.52	3.78

## 参考文献:

- [1]朱颖新.建筑环境学(第2版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [2]江亿.建筑环境系统模拟分析方法[M].北京:中国建筑工业出版社,2006.

## Application DeST Software of Building Thermal Humidity Environment Teaching Course

XU Guang-ying, LIU Chun-hua, LIU Ping-bo

(College of ship and Architecture Engineering, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316004, China)

**Abstract:** Building thermal-humidity are results of many disturbance, traditional teaching efforts focus on introduction of surrounding construction physical properties and building differential equation groups. This teaching method emphasizes individual disturbance relationship with thermal humidity environments, can not explore integration efforts of many disturbance common actions. The paper introduces numerical simulation experiments methods. The computer simulation method not only cultivate students ability of independent analysis problems, but also train how to conserve building energy consumption

**Key words:** building environment; numerical simulations; thermal humidity environment

(编辑 周虹冰)