

# 重庆某双层皮外围护结构 通风效果实测及分析\*

重庆大学三峡库区生态环境教育部重点实验室 丁 勇<sup>☆</sup> 李百战 刘 红

**摘要** 对某改造建筑的双层皮外围护结构间层通道内的冬、夏季空气温度和速度及内侧墙体壁面温度进行了实测,分析了该双层皮外围护结构在冬、夏季的通风效果,结合室内工作者在外围护结构改造前后对室内空气环境的舒适性感受,分析了该双层皮外围护结构设计上的一些问题,指出了该结构体系设计中的注意事项。

**关键词** 双层皮外围护结构 通风效果 温度 速度 实测

## Field measurement and analysis of ventilation effects of a double-skin facade in Chongqing

By Ding Yong<sup>★</sup>, Li Baizhan and Liu Hong

**Abstract** Analyses the ventilation effect in the double-skin facade of a refurbished building in summer and winter through the field measurement data including air temperature and velocity in the passage and temperature of inside surface of the wall. Questionnaires of thermal comfort for the staff in the building are used to survey the difference between the original envelope and the double-skin facade. Analyses the problems in design of the double-skin facade and points out matters needing attention in the structural design.

**Keywords** double-skin facade, ventilation effect, temperature, velocity, field measurement

<sup>★</sup> Key Laboratory of the Three Gorges Reservoir Region's Eco-environment, Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing, China

①

### 0 引言

随着人们对建筑围护结构在视觉感观上的要求越来越高,很多建筑都采用大面积的透明外表面来提高建筑内部的“透明性”。然而,随着建筑节能的要求越来越高,这种大面积透明玻璃材料外围护结构的能耗也成为建筑节能工作的主要控制对象之一。这给建筑设计者提出了是倡导建筑美观还是保证建筑能效的问题。

从 20 世纪中后期到 21 世纪初期,随着上述矛盾的日益突出,建筑工作者提出了一种双层结构的围护结构体系,俗称双层皮围护结构,其外层一般采用玻璃,而内层可以是一般的建筑围护结构,也

可以是玻璃窗户等。这种结构的围护结构体系可以根据季节的不同,对气候资源采取不同的利用措施,从而实现冬季被动供暖、夏季增强通风的作用,这不仅有效降低了建筑围护结构的能耗,而且充分满足了视觉的需求<sup>[1-5]</sup>。近年来这种围护结构体系得到了大量应用,国内外对于该结构体系的研究也逐步深入<sup>[6-11]</sup>,在这个过程中,渐渐地发现了一些应用中存在的问题。笔者也是基于此因素对重庆大学建筑设计研究院改造后的双层皮外围护结构体系在 2006 年夏季和冬季进行了测试,以分析此

①<sup>☆</sup> 丁勇,男,1975 年 9 月生,博士研究生,讲师  
400045 重庆大学城市建设与环境工程学院  
(023) 66820522

E-mail:dingyongqq@163.com

收稿日期:2007-05-31

修回日期:2007-07-04

\* 国家科技支撑计划重大项目课题(编号:2006BAJ02A09),重庆市小城镇建设科技重大项目(编号:CSTC,2004A7008)

种结构体系的应用注意事项。

### 1 建筑结构简介

该建筑的双层皮外围护结构是在建筑整体改造后新增加的,是在原有建筑外墙的外部增设一层玻璃幕墙,从而形成双层结构,使幕墙与原外墙间形成一个通道。夏季利用该通道实现强化通风,带走通道内热量,从而达到降低外墙传热的目的;而在冬季则可以使通道内的空气处于相对静止状态,在一定程度上起到减少外墙热损失的作用。

图 1 为该建筑的外立面及局部放大图,图 2 为建筑其中一层的平面图。

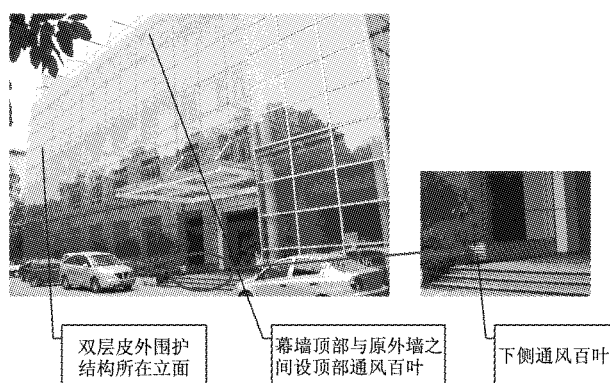


图 1 建筑外立面及局部放大图

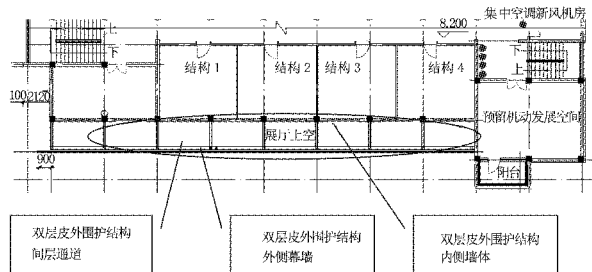


图 2 某层建筑平面图

该建筑共 5 层,玻璃幕墙与原建筑外墙的间距在 1~3 层为 2 200 mm,从第 4 层开始,由于建筑外挑一部分,因而间距减少为 720 mm,因此整个间层通道为阶梯形。在 1 层底部幕墙靠室外侧设置了通风百叶,在 4~5 层的中间顶部设置了通风百叶,由此可形成气流通道。1 层底部侧面百叶宽度为 900 mm,垂直安装;4~5 层间的顶部百叶宽度为 720 mm,水平设置。

### 2 测试实验介绍

实验测试了间层通道内的气流速度和温度分布,以及内侧墙体通道侧的温度分布。测试分夏季和冬季两个阶段完成。采用热球风速仪测试各层

对应的间层通道内的气流速度,采用数字式热电偶测温仪和温湿度自动记录仪测量和记录各层通道内的气流温度,并在各层的对应位置布置了热电偶,采用数字巡检仪记录内侧墙体通道侧的温度分布。

作为基本比较参数,对室外温度同样采用自动记录仪进行记录,根据所记录数据整理得到在夏季测试周期内,10:00,12:00,15:00,17:00 的室外温度平均值分别为 36.53,38.69,39.06,36.04 °C,平均为 37.58 °C;在冬季测试周期内,10:00,12:00,15:00,17:00 的室外温度平均值分别为 9.21,9.98,10.82,10.58 °C,平均为 10.15 °C。

图 3 为实验测点的分布图,图 4 是测试布点、测试现场的图片。夏季测试从 2006 年 7 月 26 日到 8 月 26 日,总共进行了 32 天,冬季测试从 2007 年 1 月 20 日到 1 月 25 日,共进行了 6 天,每天均进行 4 次测试,分别选在 10:00,12:00,15:00 和 17:00 左右,每一层测试两个点,每层的两侧点在水平方向高度相同,根据其平均值进行分析。对应通道内的测点,在建筑的内侧墙体上也分别设置了温度测点 1~4。

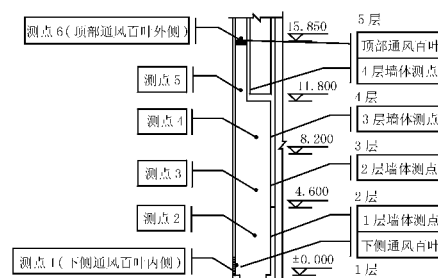


图 3 实验测点的分布

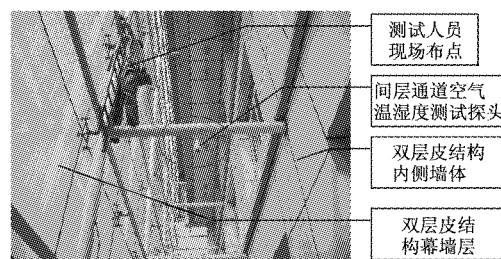


图 4 测试布点、测试现场

### 3 数据分析

图 5 显示了冬季内侧墙体壁面和间层通道内的温度分布。从图 5 可以看出,在冬季,由于双层皮间层通道内的空气通过外侧玻璃幕墙形成的温

室效应而吸收了热量,因而其总体温度高于室外空气温度和内侧墙体壁面温度。间层通道内的空气平均温度为 13.78℃,内侧墙体壁面平均温度为 11.33℃,通道内的空气平均温度比室外空气温度高约 3.63℃,比内侧墙体壁面平均温度高约 2.45℃。间层通道内的空气温度和内侧墙体壁面温度均为逐层升高,这一变化趋势符合上部热下部凉的基本原则,同时也显示了双层皮围护结构在冬季可以起到一定程度的减少热损失的作用。

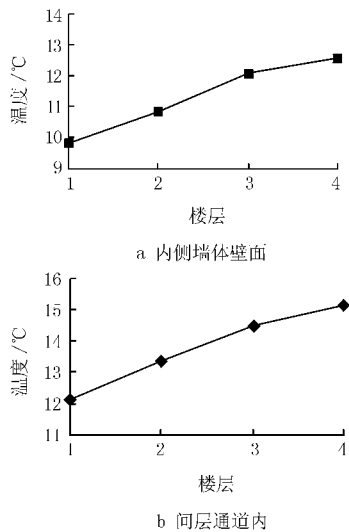


图 5 冬季内侧墙体壁面和间层通道内的温度分布

图 6 显示了夏季内侧墙体壁面和间层通道内的温度分布。从图 6 可以看出,在夏季,间层通道内的空气平均温度约为 37.04℃,比室外空气平均温度低约 0.5℃,比内侧墙体壁面平均温度高约

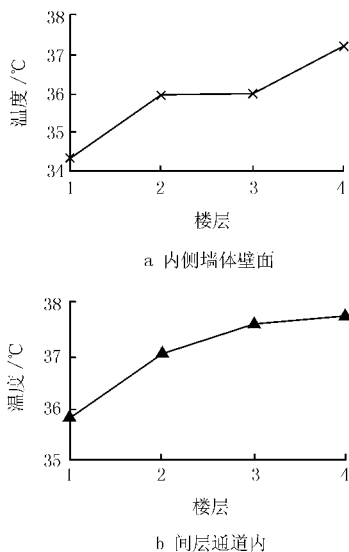


图 6 夏季内侧墙体壁面和间层通道内的温度分布

1.2℃;而且两部分的温度分布整体趋势均是随楼层的增高而升高。因此,这种温度分布显示了由于采用了双层皮结构体系,从而使得建筑各房间与外界之间多了一个间层通道的缓冲区,使得各房间受外界气候的影响有所减弱。从其随楼层增高温度升高的分布来看,由于通道内上下通风口的存在,在夏季强烈的太阳辐射作用下,上下热压差将导致空气产生由下至上的气流流动,从而可以起到带走部分得热,减少传向内侧墙体的热量的作用,因此,在一定程度上减少了内侧墙体表面的得热。这一点可以从图 7 通道内气流速度分布看出,在整个通道内均存在一定的气流流动。

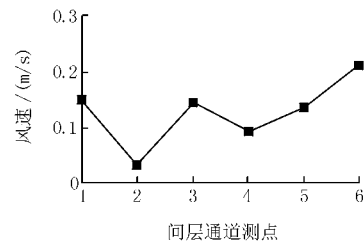


图 7 夏季间层通道内的气流速度分布

但是,从图 7 可以看出,通道内的气流速度分布规律性不强,虽然从下向上整体呈逐步升高趋势,但升高幅度很小,且绝对风速也很小,从点 2 到点 5 平均风速仅为 0.1 m/s,就算是加上点 1 和点 6,平均风速也仅仅是 0.13 m/s,且从每日的风速测定值来看,其值的波动性很强,也就是说,该通道内虽然存在一定的气流流速,但由于该流速绝对值较小,易受到其他因素干扰,因此其带走通道内的热量的作用并未完全实现。

从国内外关于双层皮外围护结构的特点及功能介绍<sup>[1-11]</sup>可以知道,这种围护结构既可以满足冬季形成温室效应的被动式供暖功能的需求,又可以在夏季使双层结构间层中形成空气流动,并利用该空气流动有效带走聚积在间层中的热量,从而减少建筑室内侧的得热,同时还可以通过内侧结构上的开启窗户等对室内空气起到一定的诱导作用,从而促进室内空气的流动,强化自然通风。然而对重庆大学建筑设计研究院改造后的双层皮外围护结构间层内的温度、风速分布的测试结果显示,该建筑的双层皮外围护结构间层内的气流速度较小,分布规律性不强,因而很难实现上述功能。

