

广州某高校教室冬季热环境现场量测与评估分析

李久芳¹, 吕宁²

(1. 华南理工大学建筑学院 广东广州 510640, 2. 厦门大学建筑与土木工程学院 福建厦门 361005)

摘要:高校教室是广大师生接触最频繁、最密切的室内环境之一,因此研究教室室内的热舒适度、改善教室内空气环境和质量,创造健康舒适的室内环境对提高广大师生的身心健康具有重要意义。本文采用现场测试、问卷调查等方式对广州市华南理工大学某教学楼教室的热舒适度进行研究,得出室内通风状况、人员密度等因素对室内PMV、PPD、温度和湿度等指标的影响规律,对了解和改善南方地区高校教室冬季室内热环境有参考价值。

关键词:热舒适;教室;现场测量

中图分类号:TU113.3+1

文献标识码:A

文章编号:1004-6135(2012)08-0104-03

The surveying and evaluation of the winter classroom thermal comfort of an university in Guangzhou

LI Jiufang, LV Ning

(1. School of Architecture, SCUT, Guangzhou 510640;

2. Xiamen University College of architecture and civil engineering, Xiamen 361005)

Abstract: The college classroom is one the most frequent used place for teachers and students; therefore it is of great necessary for all college staff and students to conduct a study about how to improve the classroom internal environment by analyzing the thermal comfort issue. In this research, methods of field testing, and survey are taken place aiming a specific teaching building of SCUT to analyze how different factors influence the thermal indicators as PMV Indoor the PPD temperature and humidity. This research would be considered an reference for understanding and improving winter indoor thermal comfort of southern colleges and universities classrooms.

Keywords: Thermal comfort; Classroom; Field surveying

E-mail: 494789126@qq.com

社会发展和生活水平不断提高,人们越来越关注室内空气质量。高校教室是广大师生接触最频繁、最密切的室内环境之一,其室内热舒适度的好坏直接影响教学质量。以往教育建筑侧重于研究校园总体形态的构成机理、艺术设计和空间的形态、环境、规划等,往往忽略了建筑室内空气质量、学生热舒适性问题,室内空气品质的好坏直接影响学生的身心健康及学习效率,因此结合南方气候条件对高校教室的室内空气品质进行现场测试、数据模拟、问卷调查,并在此基础上得出客观结论,对了解和改善南方地区高校教室冬季室内热环境有参考价值。

1 热舒适指标

人体舒适度定义为人对热环境表示满意的意识状态,即人体通过自身的热平衡条件和感觉到的环境状况并综合起来获得是否舒适的感觉。舒适度指数是描述气温和湿度对人体的综合影响指标之一,是人们对室内环境(空气温度、空气流速、平均辐射温度、相对湿度、空气品质等)的主观综合反应。由于室内多种因素的影响对于热舒适评价标准,目前应用最广泛的是PMV-PPD指标。该标准基于人体热平衡模型及实验室研究,提供一种客观的热舒适标准及其大部分人可接受的室内热环境指标。

1.1 预测的平均热感觉指标 PMV

PMV指标代表了同一环境下大多数人的热感觉,即用PMV指标可以预测一定变化组合环境下的人体热感觉。该指

标代主要是提供一个热舒适参考之平均值,PMV值可分为7个阶段,当PMV值为+3时代表热舒适性为最热,而PMV值为-3时则代表热舒适性为最冷,PMV值为0时则代表舒适性为适中^[2]。根据ISO 7730 PMV的计算方程式如下所示^[1]:
$$PMV = (0.303e^{-0.036M} + 0.0275)[M(1-\mu) - 3.054(5.765 - q - 0.07H - P_a) - 0.42(H - 58.15) - 0.0173M(5.867 - P_a) - q - 0.014M(34 - t_a) - 3.96 \times 10^{-8} f_{cl}(T_{cl}^n - T_{mrt}^n) - f_{cl}h_c(t_{cl} - t_a)] \dots \dots \dots [1]$$

1.2 预测平均不满意百分数 PPD

PPD指标表示人群对热环境不满意程度,PPD是通过概率分析确定某环境条件下人群不满意的百分数。当PMV为舒适时并不能直接代表环境之舒适性,还是会有少部份的人会对环境表示不满意,因此为了考量不同个体主观上的差异,主要是利用PMV数据作为判断值,经由实验数据而导出PMV与PPD的论方程式如下所示^[2]:

$$PPD = 100 - 95 \exp[-(0.03353PMV^4 + 0.2179PMV^2)] \dots \dots \dots [2]$$

1.3 平均辐射温度 MRT

环境中的平均辐射温度主要是指环境四周表面对人体辐射作用的平均温度。人体与围护结构内表面的辐射热交换取决于各表面的温度及人与表面间的相对位置关系,其数值可由各表面温度及人与表面位置关系的角系数确定或用黑球温度计测。

1.4 人体热舒适感觉 TSS

人体热舒适感觉是指人体对热环境的主观热反应。根据ASHRAE Standard 55建议,人体之热舒适感觉可以分为很热、温暖、微温、适中、微凉、凉爽及很冷,这七项热感觉即代表人员对当时环境的热舒适度^[4]。

表1 人体热舒适感觉

PMV值	-3	-2	-1	0	1	2	3
人体热感觉	很冷	冷	稍冷	舒适	稍热	热	很热

作者简介:李久芳(1986.1—),女。

收稿日期:2012-05-10

2 教室内冬季热环境现场测量与分析

2.1 测试对象与地点

本研究在广州华南理工大学某教室内进行,测试对象为高校学生,时间为2011年12月23日11:00~15:00,选在学生上课和下课状态进行。通过测量教室温、湿度、风速等数据,并结合国家相关规定加以分析,综合计算得出教室的热舒适程度。

2.2 测量仪器

利用测试仪器对室内环境参数进行测量,其中空气温度采用记忆式温湿度计 TES1361 测量,精度为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$;风速测量采用 AM4204 风速表,精度为 $\pm 2\%$;CO、CO₂ 以及相对湿度采用室内热舒适度仪一台。测量高度为1.1 m,测量时间为240 min,计算时取平均值。

2.3 实验方法与步骤

2.3.1 在华南理工大学某自习教室中选取合适的测试点,调试实验设备。

2.3.2 从11:00至13:00两小时内,将门窗紧闭,房间内人员处于静坐学习状态,记录相关数据。从13:00至15:00,将门窗开到最大,使测试房间处于自然通风状态,房间内人员仍然处于静坐学习状态,记录相关数据。最后教室内人员减少,测试房间仍处于自然通风状态,记录数据。

2.3.3 分析相关数据,制成表格,并将数据导入 winIaq 热舒适软件,自动生成其他热舒适评价指标,得出相关分析图。

2.3.4 比较相关数据表格,分析得出结论。

2.3.5 热舒适主观问卷调查与环境参数测量同时进行,让学生填写问卷调查表并对教室环境进行主观评价。

3 研究结果

3.1 平均辐射温度 BG40-AV 变化分析

从(图3)BG40-AV变化曲线图可以看出,在11:00~13:00期间,黑球温度始终在稳步上升,而空气流速处于动态平衡之中,从13:00~15:00期间,原有条件不变的情况下,将教室窗户打开,黑球温度影响不大,基本保持平衡,而空气流速升高,并且在另一高度处于平衡状态,初步判定教室窗户的开启对空气流速影响较大。

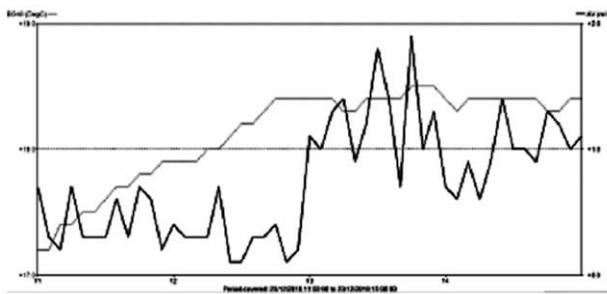


图3 BG40-AV变化曲线图

3.2 教室温、湿度 AT-RH 变化分析

从AT-RH变化曲线图得出从11:00~13:00期间教室空气温度维持在18~19°C之间,处于相对稳定状态,而湿度维持在56%~58%之间,处于动态平衡之中。在13:00到14:00之间,室内温度湿度波动较大,由于这段时间属于下课阶段,教室人员减少,人体作为室内热源向室内散热减少,使温度、湿度逐渐减少;13点之后教室窗户处于开启状态,空气流速增大使得室内湿度减小;14点之后,室内温、湿度上升,室内人员增

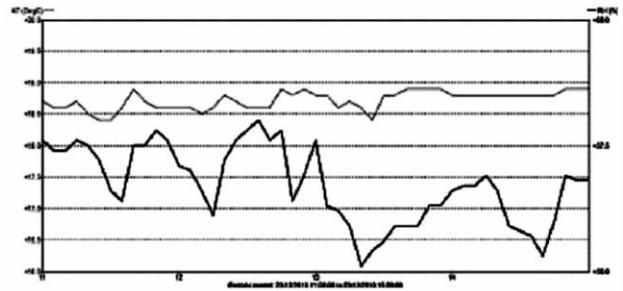


图4 AT-RH变化曲线图

多,温度趋于稳定,湿度由于窗户开启原因有所降低。

从(图4)可以看出所测点教室温度维持在18~19°C之间,满足室内空气质量标准 GB/T18883-2002 所规定的冬季室内温度标准16~24°C,室内湿度在55%~58%之间,基本满足室内空气质量标准 GB/T18883-2002 所规定的冬季室内湿度标准30%~60%。室内人员密度和窗户的开启情况对教室温、湿度均有影响。

3.3 PMV 和 PPD 变化分析

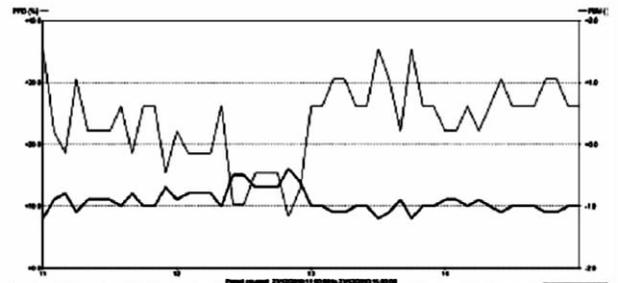


图5 PMV和PPD变化曲线图

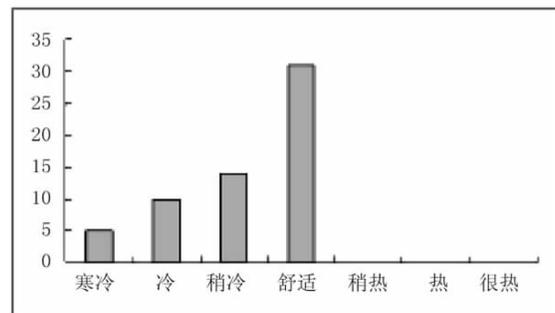


图6(a) 受访者热舒适感觉分布图

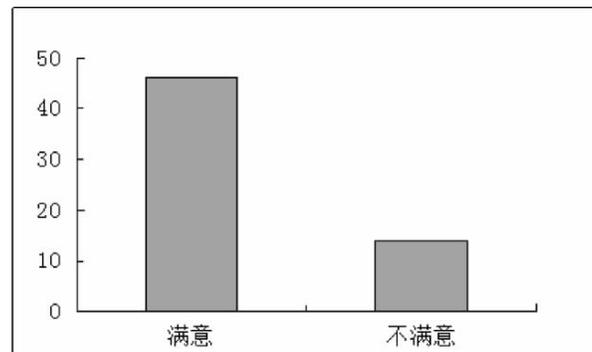


图6(b) 受访者满意度

PPD和PMV是国际标准化组织颁布的室内热环境的评价与测量的新标准化方法(1507726)中用来评价和描述室内热

环境的综合性指标。1507730对PMV,PPD指标的推荐值为:PPD<10%,即PMV值在-0.5~0.5之间。从(图5)PPD-PMV变化曲线图可以看出,所测教室除了12:00~13:00期间PPD维持在10%~15%,其他时间基本维持在20%~30%之间,这表明上课期间20%~30%对室内热舒适度表示不满意。12:00-13:00属于下课时间,PPD基本满足推荐值,说明人员密度对人体的舒适度具有一定的影响。PMV基本处于平衡之中,维持在-1.0~-0.5之间,从数据分析得出该教室的舒适度属于稍冷级别,在测试阶段均没有出现舒适情况,大部分学生感觉室内环境偏冷。

3.4 热舒适问卷调查

问卷调查是所测主体对教室内环境热舒适性进行主观评价。通过现场对60位同学进行问卷调查,在热舒适性调查结果发现有31位同学对教室室内环境的热感觉表示刚好,人数比例占了51.7%;感觉寒冷的有5位同学,占8.3%;觉得冷的有10位,稍冷有14位,各占人数比例占了16.7%和23.3%。而在满意度调查部分如图6(b)所示,有46位对环境的热感觉表示满意,有14位对于环境的热感觉表示不满意,人数比例分别为77%及23%。

4 结论

本文采用现场测试、问卷调查、计算机模拟等方法完成了某高校教室冬季热环境现场测量与评价分析,得出如下结论:

1)通过热舒适满意度问卷调查,得出教室内热舒适环境基本达到要求,但也存在着一些问题。

广州冬季教室内的中性温度为18.6℃,低于ASHRAE推荐舒适区范围内,广州地区冬季室内热环境要改善温度偏低带来的室内热舒适性较差的问题。

(上接第113页)分布如(图2)所示,4层办公楼层两测点的温度变化如(图3)所示。

从图中可以看出,由于展厅空间较大,温度上升较慢,直至火灾发生后5分钟左右才开始有40℃的热烟气产生,并且在之后很长一段时间内展厅的温度并无明显上升趋势。从办公楼层测点的温度时程曲线也可以看出,如果没有设计合理的排烟系统,顶层逃生通道的温度将会不断上升,烟尘浓度也不断增大。因此,针对这一通道需要重点设计喷淋降温系统及相应的排烟装置。

1.5 音乐厅消防系统

椭圆形的音乐厅设置于结构的2楼至4楼之间,面积为1080m²,高度为16.20m,顶部为桁架结构。由于高度大于8m,根据规范该空间仍然无法采用闭式自动喷水灭火系统。在综合考虑后在这一空间选取了雨淋消防系统,如(图4)所示。由于音乐厅舞台灯光等发热源较为集中,并且在舞台上设置有容易使火灾蔓延的幕布,在这些部位和净高较高的观众席位置都设置有大大口径喷头雨淋系统进行保护。

该系统选用喷头额定水压力为0.25MPa,额定流量为4.74L/s,每个喷头的保护半径为4m。考虑音乐厅不同危险等级设计不同的保护面积及喷水强度,舞台“葡萄架”设计有两个保护区,其余保护区的设计如(图4)所示。经校核七个保护区的保护面积和喷水强度均满足要求。

2)室内人员密度对室内气流组织具有一定的影响作用。由于室内人数增加,导致室内气流受到的阻碍增大,因此教室内温度升高,对室内的人体热舒适也有一定的影响。

3)教室内窗户的开启情况,窗户的数量和位置对室内的温、湿度影响较大。既气流组织形式不仅对热舒适有作用,而且可以提供高品质的室内空气,合理的空气流动可以排热除湿,有助于创造舒适的室内环境。

4)必须指出的是,本文只采用现场测量与问卷调查来评估广州某高校教室室内热舒适,其现场测量的参数设定也是有限的,距离现实的多种可能性来说还是远远不能全部覆盖。因此文章的结论还不足以作为建筑设计的依据,其正确性尚有待更多的实证研究。

高校教室是教师传授知识和学生获取知识的主要场所,通过研究教室热舒适度、改善教室内空气环境与质量,对提高教师和学生的身心健康具有重要的意义。建筑设计人员必须掌握一定的建筑技术的相关知识技能,保证建筑空间品质造型的同时也要确保室内环境的舒适宜人,既在不影响人们使用舒适宜人的前提下,进行合理的规划与设计,为使用者营造宜人舒适的建筑室内空间环境。

参考文献

- [1]马仁明.国外非工业建筑室内空气品质研究动态[J].国外技术介绍,1999,29(2):38-41.
- [2]陈威威.北方地区高校教室室内空气品质研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学建筑工程学院,2007:1-2.
- [3]刘欧子,胡欲立,刘训谦.人体热舒适与室内空气品质的研究回顾,现状与展望[J].建筑热能通风空调,2001(2):26-28.
- [4]刘育佳,王辅仁,余诚学,等.医院门诊候诊区之热舒适现场量测与评估分析[J].中华水电冷冻空调月刊,1998.

2 结语

1)大空间建筑消防系统的设计是一个复杂的问题,由于建筑功能的特殊要求将无法参照现有设计规范,因此需要根据建筑物特点对整体方案进行合理设计。

2)烟场分析结果表明由于空间大产生的蓄烟作用,因此这类结构在发生火灾时烟尘对疏散的影响较小,但仍应合理设计排烟系统保证高层人员的及时疏散。

3)对某些危险等级高的特殊部位,应在现行规范的基础上结合该位置的特点选用一种或多种消防措施相结合。

参考文献

- [1]孙文全,梅凯.高大空间场所消防系统设计初探[J].中国给水排水,2009,25(4):42-43,48.
- [2]梁景晖.广州亚运自行车馆的消防设计[J].中国给水排水,2010,26(22):58-60.
- [3]王宝奎,高乃云,汪晶.某高层办公楼消防设计的体会[J].工程建设与设计,2005,4:59-61.
- [4]全怀涛,吴恬,刘超.大空间智能型主动喷水灭火系统设计探讨[J].西南给排水,2005,27(4):32-34.
- [5]郝海娟.浅谈火灾报警及联动的消防系统[J].安全技术与管理,2011,10:37-39.
- [6]罗佳佳.高层建筑消防系统设计探讨[J].廊坊师范学院学报(自然科学版),2011,11(1):75-77.
- [7]罗红.会展建筑中的大空间排烟系统分析[J].建筑科学,2004,6:55-58.