

文章编号: 1671-6612 (2025) 05-704-07

四川高校宿舍 供暖热环境与学生热偏好行为实测研究

王 博 胡茜雨 李欣颖 蔡 蝶 杨烁冉 李彦儒

(四川农业大学建筑与城乡规划学院 成都 611830)

【摘 要】 高校宿舍作为集学习、娱乐与休息功能于一体的三维空间, 不同区域存在使用功能与热舒适需求的显著差异。研究以四川高校宿舍为对象, 探讨供暖室内热环境特征。通过问卷调查和现场实测, 分析宿舍热环境的空间分异及对学生的热行为影响。结果表明: (1) 学生冬季在宿舍内活动时空调设置温度偏好为 23~24℃; 睡眠时温度偏好为 24℃ 以上。80% 受访学生习惯完全拉上床帘, 其中 64.5% 的学生感知到床帘内外温差; 54.5% 的受访学生感知上下铺温差。(2) 宿舍热环境存在三维空间分异, 受热空气浮升及空调送风影响, 上下铺最大温差可达 2.74℃, 水平方向距空调出风口最远点温度最高; 受床帘隔热影响, 床帘内外温差最高可达 2.65℃。优化空调布局 and 安装床帘可有效提升宿舍内热舒适性。

【关键词】 高校宿舍; 空调供暖; 热环境; 空间分异; 学生行为

中图分类号 TU83 文献标志码 A

Field Study on Thermal Environment and Occupants Thermal Adaptive Behavior in University Dormitories in Sichuan

Wang Bo Hu Qianyu Li Xinying Cai Die Yang Shuoran Li Yanru

(College of Architecture and Urban-Rural Planning, Sichuan Agricultural University, Chengdu, 611830)

【Abstract】 This study investigates the indoor thermal environment of university dormitories in Sichuan during the heating season. Through a combination of questionnaire surveys and on-site field measurements, it analyzes the spatial differentiation of the thermal environment and the impact of student behaviors. The results indicate that: (1) According to the survey, the preferred temperature for students during daily activities is 23-24℃, and for sleeping, it is above 24℃. Regarding behaviors, 80% of respondents who use bed curtains are accustomed to closing them completely, and 64.5% of students perceived a temperature difference between the inside and outside of the curtain. It was also noted that 55.74% of respondents had not installed bed curtains, and 54.5% perceived a temperature difference between upper and lower bunks. (2) Field measurements confirmed a three-dimensional spatial differentiation in the dormitory's thermal environment. Influenced by the buoyancy of warm air and the airflow from the air conditioner, The maximum temperature difference between the upper and lower bunks can reach 2.74℃. Horizontally, the point farthest from the air conditioner's outlet registered the highest temperature. Furthermore, The temperature difference between the inside and outside of the bed curtain can reach up to 2.65℃. This study demonstrates that optimizing air conditioning layouts and promoting the installation and use of bed curtains can significantly improve thermal comfort and energy efficiency.

基金项目: 雅安市科技计划 (23CGZH0002)

作者简介: 王 博 (2003.10-), 男, 在读本科生, E-mail: 2475389803@qq.com

通讯作者: 李彦儒 (1991.06-), 女, 博士, 讲师, E-mail: li_yanru@163.com

收稿日期: 2025-06-28

【Keywords】 University dormitory; Air conditioning heating; Thermal environment; Spatial differentiation; Student behavior

0 引言

随着我国教育事业的发展,高校的连年扩招使得学生在校人数增加。截至 2025 年,全国高校在校学生人数已达 3167 万人^[1],导致高校耗能逐年增加。中国高校能耗占全国社会总能耗的 8%,其中高校建筑能耗占高校总能耗的 83.2%^[2]。为了给学生提供一个良好的学习、生活环境,多数高校开始为学生宿舍配备空调,而空调用能行为对宿舍建筑能耗有着重要影响^[3]。通过调节空调使用工况,可以在保证室内人员舒适性的同时减少能耗。

近年来,高校学生宿舍热环境的研究正逐渐受到关注。大量研究关注于高校宿舍夏季热环境和人员热舒适。Draganova 等^[4]研究发现日本中部地区大学宿舍中学生的夏季热中性温度范围为 24~26.5℃。Mmereki 等^[5]对重庆市典型大学宿舍热环境进行实地调查后发现,学生宿舍的热环境条件较差,室内相对湿度较高。但夏热冬冷地区空调制冷使用时间与高校学生暑假高度重叠,宿舍空调实际使用频率低;而冬季 12 月至 1 月上旬,学生仍处于在校阶段,采暖需求大^[6]。徐樱宸^[7]以上海某高校宿舍为例,结合问卷调查、现场实测和模拟分析发现学生冬季对空调依赖度高于夏季。Corgnati 等^[8]研究意大利地区的高校建筑室内热舒适性,通过调查发现供暖时段居住者更喜爱偏热环境,而不是中性热环境。因此,冬季学生在大学宿舍内的热适应需求不同,研究供暖时段宿舍的热环境有利于探讨学生宿舍的热舒适提升。

现有研究多通过现场实测对宿舍的热环境进行分析。Pereira 等^[9]实地测试了巴西热带气候下的自然通风大学宿舍,结果表明宿舍的热舒适性主要受温度、湿度和气流速度的影响。严舸飞等^[10]对西安市的某高校学生宿舍进行热环境测试,分析了停暖前后的空气温度、相对湿度、操作温度等因素的变化趋势及原因。万勇等^[11]以四川绵阳地区高校学生宿舍为例,通过现场实测对比发现冬季不同楼层中,中间层宿舍室内干球温度最高,顶层最低。尽管已有大量针对高校宿舍热环境的实测研究,但多集中于对宿舍冬季供暖的整体热环境进行测试,缺少对于宿舍内部的空间差异化分析。我国高校宿舍作为学生学习、娱乐及休息的主要场所,多为上下

铺+书桌或上床下桌的布局形式,室内使用空间进一步细分。在空调供暖工况下,热空气会上浮导致宿舍垂直温度梯度增大,室内热环境的空间非均匀性问题突出,因此更需对热环境分布进行研究。

另一方面宿舍的热环境和能耗还会受到学生行为模式的影响。徐樱宸^[7]通过评估冬夏两季宿舍热湿环境及能耗情况,发现学生的节能意识较弱。梁晶晶^[12]以广州某高校学生为研究对象,通过问卷详细调研了学生的宿舍行为方式与宿舍空调季与非空调季的能耗情况,并利用 DeST 软件对空调能耗进行了计算。结果表明设定温度提高 1℃,空调能耗降低 12.5%。目前研究多关注学生节能意识、设定温度等行为模式,缺少对学生宿舍内容观物理分割使用空间热环境的研究,特别是安装床帘对冬季供暖热环境的影响。

本研究在问卷调研的基础上,对高校宿舍空间按照上床下桌的空间布局形式进行竖向区分,研究了学生宿舍床铺安装窗帘的热环境和室内人员的热舒适性。通过对四川某高校的典型宿舍热环境进行现场实测,比较宿舍热环境的空间差异与学生行为模式带来的影响。研究结果可为宿舍的空间布局及节能改造提供数据支撑。

1 研究方法

1.1 问卷调查

为探究空调供暖模式下高校宿舍热环境分层差异及其对学生热舒适的影响,本文对四川省成都市的高校学生进行了问卷调查。调查于 2024 年 12 月至 2025 年 2 月开展。此时间窗口有利于提高问卷的回收效率与覆盖面,并能够及时获取学生对于 12 月在校期间宿舍热环境的主观感受与行为记忆。调查对象覆盖成都市范围内 26 所高校的学生宿舍(见图 1),调查内容主要包括:(1)室内床铺布局;(2)床帘使用的普遍程度;(3)热环境主观感受;(4)空调使用行为;(5)宿舍能耗现状。采用分层随机抽样,按宿舍楼层(低层、中层、高层)分配问卷;所有受试者都已在成都市生活 1 年以上,已适应当地气候环境。共发放问卷 300 份,回收问卷 255 份,其中有效问卷 234 份,有效率达 88.3%。表 1 给出了问卷的发布情况。

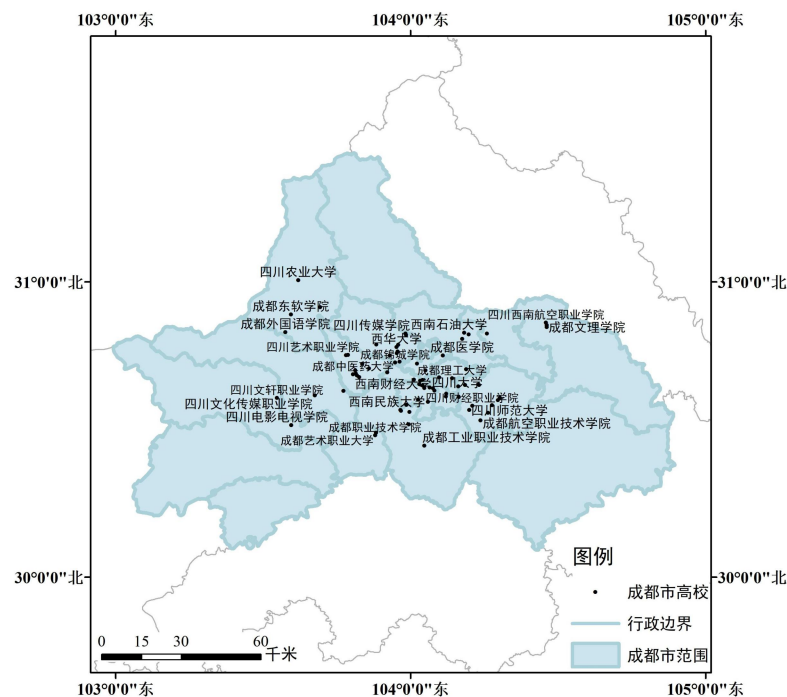


图 1 研究对象点位

Fig.1 Study locations

表 1 问卷发布情况

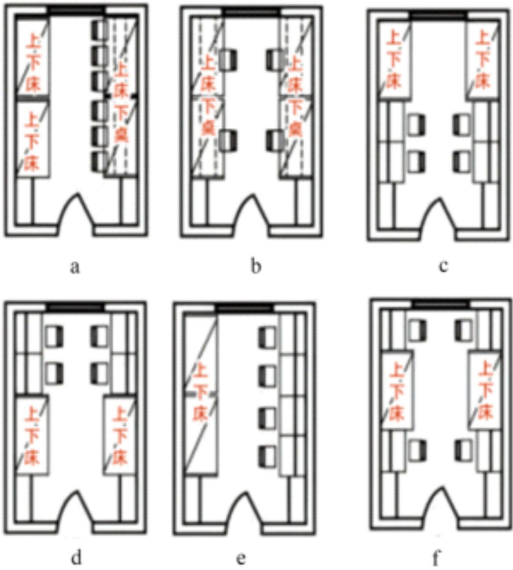
Table 1 Questionnaire release information

测量参数		比例/数值	
性别比例	男:女	男 122 人,	
	=1:1.1	女 133 人	
年级覆盖范围	18~25 岁		
宿舍布局类型	纵向分隔型	8.63%	
	横向分隔型	30.97%	包括 c、e、d 三种
	上下分隔型	28.63%	
	六人上下分隔型	31.76%	
空调使用率	79.2%		

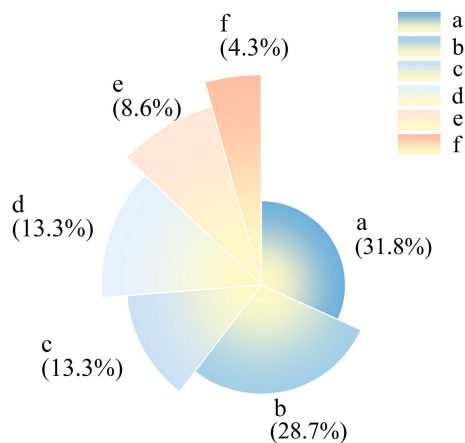
1.2 室内热环境测试

图 2 高校宿舍布局情况,其中图 2 (a) 的 6 种布局由预调研得到。问卷调研发现 a 类型的床铺在调研人群当中占比最多,如图 2 (b) 所示,为 31.8%。因此,在后期实测阶段,选择成都市代表性高校的一间典型 a 类宿舍作为实测对象。图 3 给出了测试宿舍的基本情况。宿舍为 6 人间,采取上床下桌和上床下铺的布局形式,实际居住人数为 4 人。测试期间,宿舍内 4 人均正常在校活动,能有效反映该空间布局下的典型热环境状况。为测量宿舍内温度空间分布,布置了 8 个温度测点,分别测试工作空间水平方向(XOY 平面)、竖直方向(XOZ

平面)和床帘内外的温度变化;同步测试了室内外空气温度和室外太阳辐射,所有参数的采样频率为 10min/次。测试设备的测试精度和范围如表 2 所示。现场测试时间为 2025 年 3 月 6 日至 8 日,测试期间宿舍入住率恢复正常,学生使用空调行为回归正常。测试中,根据调研所得的学生宿舍空调使用习惯,供暖时间为 21:00 至次日 13:00,空调设定温度为 24℃。选取测试稳定后的 3 月 7 日至 3 月 8 日数据进行分析。



(a) 六种宿舍平面图



(b) 调查宿舍占比

图 2 宿舍布局平面图

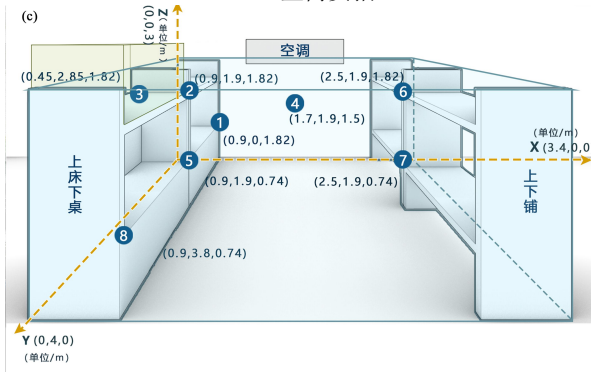
Fig.2 Dormitory layout plan



(a) 宿舍外部环境



(b) 室内实拍



(c) 测点布置

图 3 测试宿舍

Fig.3 Test dormitory

表 2 物理环境参数测试仪器基本信息
Table 2 Measuring instruments and measured parameters

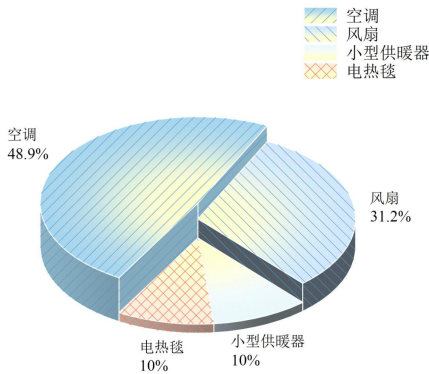
测量参数	仪器型号	测试量程	测试精度
温度	TES1316 多点温度采集器	0~60℃	±0.5℃ (各通道)
室外太阳辐射	JTR05 太阳辐射记录仪	0~2000 W/m ²	±2%

2 结果与讨论

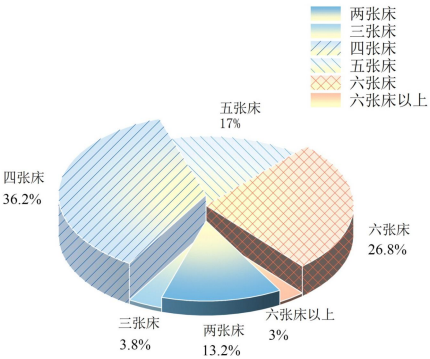
2.1 问卷结果与分析

2.1.1 基本信息

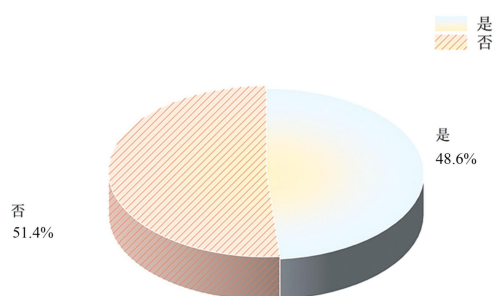
问卷调研主要体现了成都市高校学生在宿舍的居住情况,结果如图 4 所示。接近 50%的宿舍配备空调进行室内温度控制,如图 4 (a) 所示。宿舍内常住学生为 4~6 人,如图 4 (b) 所示。宿舍朝向为南、北向,宿舍类型基本属于内长廊式。问卷结果显示,51.4%的受访学生表示未安装床帘,如图 4 (c) 所示,可能与宿舍管理规定、个人隐私需求或空间利用习惯相关。同时,超过 80%的调查对象选择完全拉上床帘,如图 4 (d) 所示,表明这一行为在目标群体中具有高度普遍性。



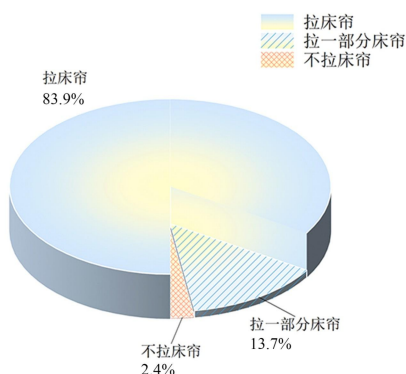
(a) 宿舍控温设备



(b) 床铺数



(c) 安装床帘比例



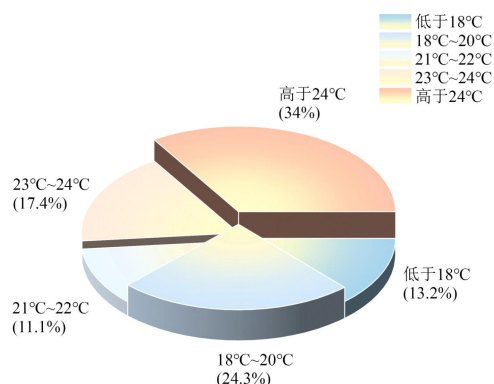
(d) 睡觉使用床帘比例

图4 学生宿舍使用情况

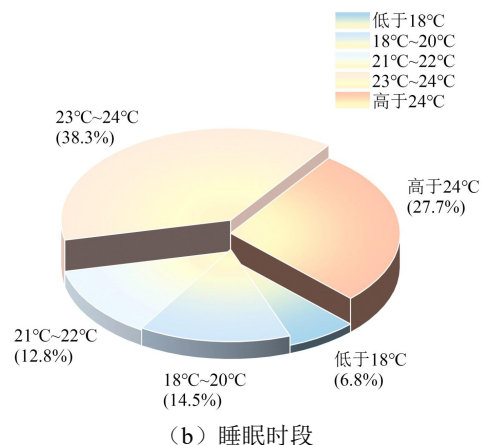
Fig.4 Usage habitats of students in the dormitory

2.1.2 冬季空调使用情况

图5为高校学生宿舍供暖温度设置偏好。受访者空调设定偏好集中在23℃及以上,其中活动时段,38.3%的受访者将空调温度设定为23~24℃,而在睡眠阶段该温度主要设定为24℃以上。宿舍空调温度设定较高的原因可能是实际供暖能力不足或分布不均,可能导致部分区域温度偏离预期。常见的4~6人宿舍的热负荷较高^[13],空调需长时间高功率运行,可能加剧能耗与噪音问题,同时影响温度稳定性。



(a) 活动时段

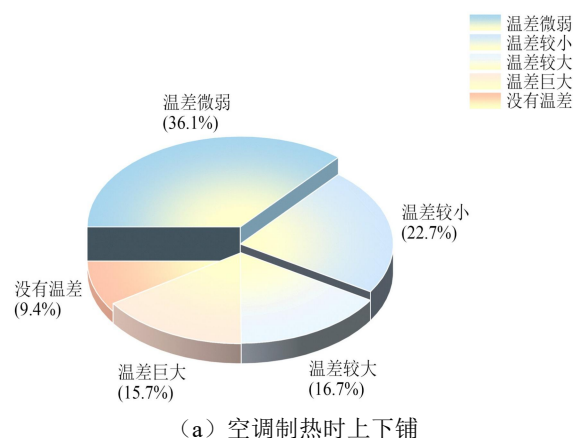


(b) 睡眠时段

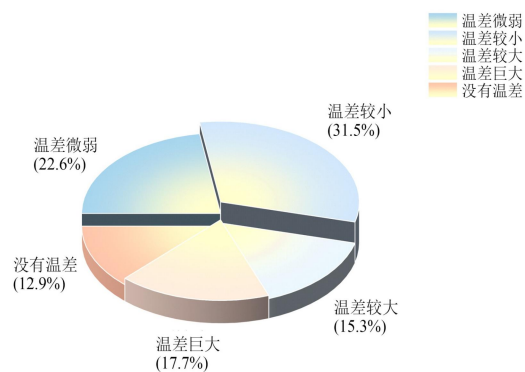
图5 空调供暖温度设置偏好

Fig.5 Air conditioning setting temperature preferences

2.1.3 空调环境热感受



(a) 空调制热时上下铺



(b) 空调制热时床帘内外

图6 不同空间温差感受情况

Fig.6 Perception of temperature differences feelings in different spaces during heating

图6为不同空间温差感受情况。超过90%的受访者能够感受到空调制热时上下铺的温差,其中54.5%能明显感受温差,如图6(a)所示。该差异

与空调出风方向与铺位位置有关,上铺靠近空调出风口或顶部热空气积聚,温度较高;下铺因冷空气下沉或人员活动频繁,体感温度较低。此外,部分上铺床铺周围有床围或护栏等结构,在一定程度上起到了保温和阻挡冷空气的作用,使得上铺区域的热量更易保持,从而加大了与下铺的温差。对于床帘内外的温度差异,64.5%的受访者人群能明显感受到温差,如图6(b)所示。这与床帘的隔热性能有关,床帘材质为涤纶(聚酯纤维),具有一定的吸音隔热性能,但透气性差,从而阻碍了热量交

换。当冬季空调运行时,床帘内形成了一个相对封闭的空间,热量不易散失,导致床帘内温度较高,而床帘外温度相对较低。

2.2 实测结果分析与讨论

图7为测试期间室内外热环境变化。实测期间天气为多云,室外最高温度14.1℃,最低温3℃,平均温度8.5℃;室内最高23.8℃,最低18.5℃,平均温度为21.2℃。实测宿舍3月7日01:00-11:00、19:00-次日13:00空调开启时,室内外温差最大为13.6℃,相比未开空调时增加6℃。

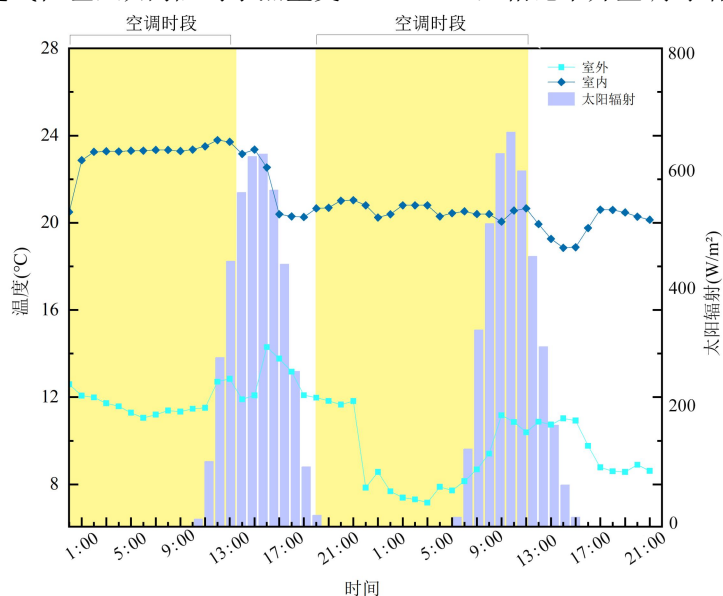


图7 室内外温度差异及太阳辐射

Fig.7 Temperature differences between indoors and outdoors and solar radiation

图8给出了宿舍室内各个测点(测点布置见图3(c))温度变化情况。其中XOY平面代表工作空间水平方向,如图8(a)所示,XOZ平面代表竖直方向,如图8(b)所示。对于XOY平面, T_1 (19.6℃)< T_5 (22.1℃)< T_8 (24.56℃)。距空调越远的测点温度越高,表明空调的送风方向对于宿舍的活动空间的热环境有较大影响。由于空调送风方向朝向进门一侧,随着热空气的扩散,距离空调出风口最远的 T_8 温度最高。 T_1 靠近空调回风口,由于送回风气流短路,故温度较低。对于XOZ平面,上铺 T_2 温度高于下桌 T_3 ;上铺 T_6 温度高于下铺 T_7 ,垂直温差最高达2.74℃。由于壁挂式空调上送风及热浮升力作用,垂直方向温差较大,垂直温差高于万勇等^[11]在绵阳测得的1.8℃。图8(c)为宿舍床帘内外的温度变化,床帘内温度 T_3 高于床帘外 T_4 ,温差最高可达2.65℃。空调供暖使用时段,

床帘内的热量被有效阻挡,形成了一个相对温暖的小环境,提升了学生在睡眠时的热舒适性。同时,学生的行为习惯也影响了床帘内外的温差。许多学生在冬季会拉上床帘以增加保暖性和隐私性,这一行为进一步加强了床帘内的热环境独立性。床帘内的热量不易与外界空气交换,导致内外温差明显。

高校学生对空调供暖的依赖度高于夏季空调制冷^[7]。问卷调查中受访学生在睡眠时段将空调温度设定为24℃以上的比例达34%,说明冬季室内人员更偏好“偏暖”的室内环境^[8]。由于床帘可有效提升睡眠空间的空气温度2.65℃,因此使用床帘可以满足学生睡眠热舒适偏好温度的同时降低空调供暖设定温度,从而降低空调能耗^[12]。然而,床帘同时降低了通风换气效率,可能带来CO₂及湿负荷累积风险,其长期室内空气品质影响仍需进一步验证。

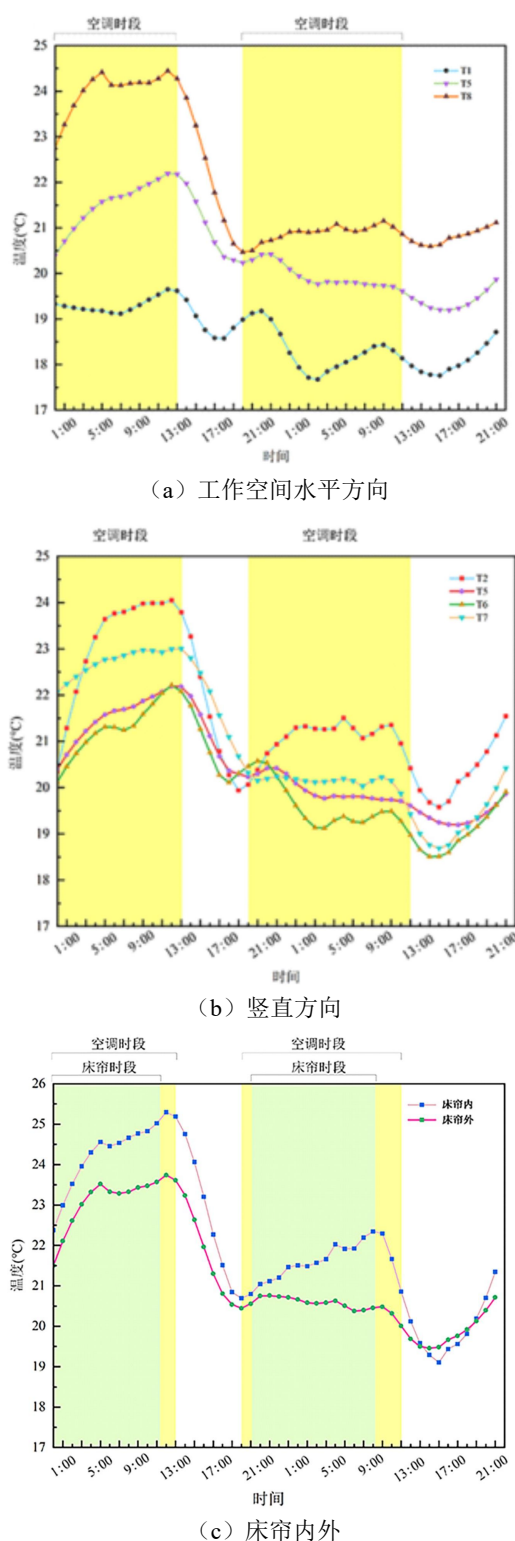


图 8 不同点位温度差异

Fig.8 Temperature differences at different points

3 结论

本研究以四川某高校典型宿舍为例,通过问卷

调查和现场测量相结合的方法,对宿舍热环境的空间分布特征进行了研究。研究得出以下结论:

(1) 用户行为是热舒适的关键变量。38.3%的学生活动期倾向 23~24℃ 空调温度, 34%睡眠期设定 $\geq 24^\circ\text{C}$, 显著高于节能推荐值 18~20℃。使用中, 80%学生完全拉拢床帘, 64.5%感知到内外温差, 证实床帘兼具隐私保护与局部保温功能。54.5%学生明确感知上下铺温差, 空调布局及送风角度需进一步优化以满足室内不同空间位置的热需求。

(2) 宿舍热环境存在显著三维空间分异。受热空气浮升效应及空调上送风模式影响, 上铺区域温度普遍高于下铺, 实测最大温差达 2.74℃。空调送风路径导致水平方向温度梯度明显, 距出风口最远点温度最高, 为 24.56℃; 近回风口点温度最低, 为 19.6℃, 反映气流组织存在短路问题。床帘形成封闭热缓冲区, 床帘内温度比外部温度高 2.65℃, 可显著提升局部睡眠热舒适性。

本文针对四川高校典型宿舍的供暖工况室内温度分布进行了实测, 结合问卷调查揭示了室内温度热分层特征及床帘对局部热舒适的提升作用, 为夏热冬冷地区高校宿舍的节能与人性化设计提供了数据支撑。然而, 实测仅在单一宿舍布局中进行, 且未研究具体室内人员行为与热环境的相互影响。未来将进一步开展宿舍人员行为对空调供暖热环境的影响研究。

参考文献:

- [1] 中国教育部.《2024 年全国教育事业发展统计公报》[EB/OL].(2025-06-11)[2025-06-18]. <http://www.moe.gov.cn>.
- [2] Wang J, Yi F, Zhong Z, et al. Diversity and causality of university students' energy-conservation behavior: Evidence in hot summer and warm winter area of China[J]. Journal of Cleaner Production, 2021,326: 129352.
- [3] 李承静.大学生用能行为对宿舍建筑能耗影响研究[D]. 无锡:江南大学,2023.
- [4] Draganova V Y, Yokose H, Tsuzuki K, et al. Field study on nationality differences in adaptive thermal comfort of university students in dormitories during summer in Japan[J]. Atmosphere, 2021,12(5):566.

(下转第 730 页)