

夏热冬冷地区高校宿舍建筑学生用能行为分析

罗莺兰¹, 徐露婷^{1*}, 刘磊¹, 向佳¹, 郑英戈¹

(1.成都大学, 四川省成都市, 610000; * 通讯作者, xuluting@cdu.edu)

摘 要: 高校作为人员密集的大型公共机构, 建筑能耗问题不容忽视, 尤其是对于能耗总量较大的宿舍建筑。本研究聚焦于气候特点鲜明的夏热冬冷地区, 以成都某高校为例, 利用实地调研、当面访谈及问卷分发等研究方法, 深入分析不同性别学生在采暖、制冷以及照明等方面的用能模式与习惯, 揭示该地区高校宿舍学生用能行为特征、影响因素及其内在规律。通过分析高校宿舍学生用能行为, 可为该地区高校宿舍建筑节能优化设计提供参考, 从而推动可持续发展, 促进资源节约型校园建设。

关键词: 高校宿舍; 建筑能耗; 用能行为; 性别差异

引言

在全球能源紧张和环境问题日益严峻的当下, 建筑能耗问题已成为世界各国关注的焦点。据国际能源研究中心报告, 建筑行业占全球能源消耗总量的 40%, 占全球温室气体排放总量的 36%, 且无论是一次能源消耗总量还是能源消耗所产生的温室气体排放量均呈现出持续增长的态势[1]。由此可见, 提高建筑能源利用率对于改善人类居住环境、促进可持续发展至关重要。

建筑能耗受多种因素影响, 其中建筑类型是影响建筑能耗的一个重要因素。由于不同类型建筑的使用者用能行为不同, 其能耗特征和节能标准均具有较大差异。教育建筑作为公共建筑中的重要组成部分, 是知识传播和学术研究的场所, 其能耗在全球建筑能耗中占比较高。Mohd Shukri[2]研究发现, 马来西亚敦胡先翁大学(简称 UTHM)的校园建筑能耗在总能耗的占比高达 36%, 且其二氧化碳排放达到了总排放的 30%。因此, 深入分析教育类建筑能耗问题, 对于推动可持续发展具有重要意义。

高校建筑作为一种重要的教育类建筑, 其能耗问题不容忽视。统计发现, 高校建筑能耗在教育建筑总能耗中的占比高达 83.2%[3]。何宇航[4]通过统计浙江省 19 所高校建筑能耗, 发现高校建筑能耗占高校总能耗的 70% 左右。高校建筑与其它教育类建筑相似, 大部分建筑能耗都用于学习方面的活动, 但高校建筑规模大、用户多且住宿人员数量较大, 其能耗占比远高于其他类型教育建筑。此外, 高校内的建筑类型多样, 包括教学楼、图书馆、实验楼、体育馆以及学生宿舍等, 不同类型的建筑面积占比不同, 能源消耗也有差异。其中, 教学楼建筑由于面积占比大、使用需求高, 其能耗在高校建筑中占据主要部分。周胜[5]通过分析广东某高校的教学楼、图书馆、学生宿舍楼的用电量, 发现教学楼的能耗远高于校园中其它建筑能耗。另外, Ntsaluba[6]通过分析南非大学的能源使用情况, 发现学生宿舍在校园总能耗中的占比为 33%。Isiaka Adeyemi[7]通过分析马来西亚理科大学(UTM) 12 个学术学院不同功能区域的能耗情况, 发现宿舍住宿占大学总电力能源使用量的 30%。可见, 宿舍建筑能耗在高校建筑总能耗中的占比也不容忽视。

宿舍作为学生日常生活的重要空间, 其能耗情况直接影响到学生居住环境的舒适度和能源的合理利用。同样, 高校宿舍建筑能耗也受到宿舍朝向、开窗设计、学生用能行为等多种因素的影响[8]。李敏[9]以深圳大学为例, 通过分析学生宿舍能耗管理仿真模型, 发现学生的用能行为是影响宿舍能耗的关键因素。学生的空调使用习惯、照明设备开启频率以及电器使用情况等都会对宿舍能耗产生影响[10]。当前已有一些关于用能行为的研究。例如, 梁晶晶[11]以广州某高校学生为对象, 详细调研了夏热冬暖地区高校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, 发现不同的行为对宿舍的能耗影响程度从大到小依次为学生在室时间、空调使用时间、空调开启温度等, 且男生宿舍空调季和非空调季的电耗比女生高。李承静[12]以江南大学为例, 通过

问卷调查和聚类分析方法,分析了使用者用能行为特征及差异表现,揭示了空调的设定温度变化及使用时长变化对建筑能耗的影响最明显。胡升凯[13]以陕西省某高校为例,分析了高校公共建筑用电行为规律及挖掘电耗影响因素,发现了教学楼夏季用电特点显著,空调使用率及空调温度设定值对电耗影响最大。此外,谢洋春^[3]通过实地调研、控制单一变量、图表对比以及线性回归等方法对高校代表建筑的能耗特点及其影响因素进行研究发现,宿舍是高校建筑节能的核心,学生性别是影响宿舍能耗的重要因素。因此,深入分析不同性别学生用能行为差异对减少高校宿舍建筑能耗具有重要意义。

学生用能行为是影响宿舍建筑能耗的重要因素。李家德[14]针对我国东北地区吉林省吉林市某高校宿舍建筑,使用 DeST-h 软件建立了严寒地区高校宿舍建筑参考模型,为严寒地区高校宿舍建筑节能规划和建筑节能改造提供依据,且指出目前对高校宿舍建筑能耗预测方法及模型尚缺乏系统研究。黄玲玲[15]以长沙某高校教学楼为研究对象,通过 SketchUp 建立模型,利用 EnergyPlus 能耗模拟软件模拟建筑能耗,探讨影响夏热冬冷地区建筑能耗的因素。尽管当前已有部分研究分析了高校宿舍建筑能耗,但关于用能行为对宿舍建筑能耗影响的相关研究还相对较少。此外,由于文化、气候和经济条件的差异,国外的研究成果并不完全适用于我国。因此,针对我国夏热冬冷地区的实际情况,开展宿舍用能行为与能耗影响的研究显得尤为重要。

基于上述背景,本文以位于夏热冬冷地区的成都某高校宿舍建筑为例,通过实地调研和问卷调查,统计分析宿舍建筑全年能耗的变化规律,深入分析高校宿舍不同性别学生的用能行为特征对建筑能耗的影响。在此基础上,结合当地的气候条件和建筑特点,提出具有针对性和可操作性的节能设计策略,旨在保证学生居住舒适度的前提下,为降低高校宿舍建筑能耗、推动绿色校园建设提供有益的参考和借鉴。

1 研究方法

本文采用实地调研、当面访谈以及问卷调查三种方法,旨在提高研究结果的准确性和全面性。首先,通过实地考察成都某高校宿舍,直观地了解其建筑设计特点(如建筑朝向、开窗特点等)及用能设备的使用情况,并观察学生的日常用能行为。

通过与高校宿舍的相关工作人员以及部分学生进行面对面的访谈,获取更详细、更深入的信息,特别是关于宿舍用能管理的政策、措施以及学生的用能意识、行为、意见等。这种方法不仅有助于我们更准确地把握宿舍用能行为和性别差异的特征和规律,同时也为后续问卷的设计提供了思路。

最后,设计问卷,通过线上发放进行调查,获取大量样本数据,进行统计分析和量化研究。问卷将涵盖学生的基本信息(包括学历、性别等)、宿舍用能设备的使用情况、用能习惯、节能意识以及对节能措施的态度和建议等方面。问卷分析结果可为高校宿舍建筑能耗模拟分析提供相关数据支撑,从而为后续宿舍建筑节能设计提供参考。

2 结果与分析

针对成都某大学宿舍建筑进行实地调研和当面访谈。调研发现该校宿舍建筑照明设施及制冷采暖设施基本齐全,窗户开启性尚可;但部分宿舍由于朝向不佳,导致采光不足;通风情况一般,通风口设置较少;空间布局上,每楼层的房间分布基本一致,公共区域包括走廊、楼梯间较为宽敞,设有洗衣房等公共空间。图 1 为成都市某高校宿舍建筑室内外实景图片。



图 1 宿舍建筑室内外实景图

通过当面访谈发现，学生宿舍用能管理方面，男女生宿舍皆实施“定点开放、关闭”的政策；在节能意识方面，大多数女生都认为节能很重要，并愿意从自身做起，例如随手关灯等。男生虽也认可节能的必要性，但在实际行动上相对被动；在对节能措施的意见方面，大部分同学表示可以优化宿舍的设备设施等。

问卷针对制冷、采暖、照明设备使用情况以及节能意见 4 种类别进行了调研统计（如图 2），每个类别皆有几个小问题，总计 30 个问题。此问卷针对的是成都某高校大一到大四的学生宿舍用能行为情况，历时 20 天，总共收获问卷 2902 份，筛选后获取有效问卷 762 份，其中男生作答问卷为 425 份（56%）；女生作答问卷为 337 份（44%）。下文将对调查问卷的结果进行深入分析。

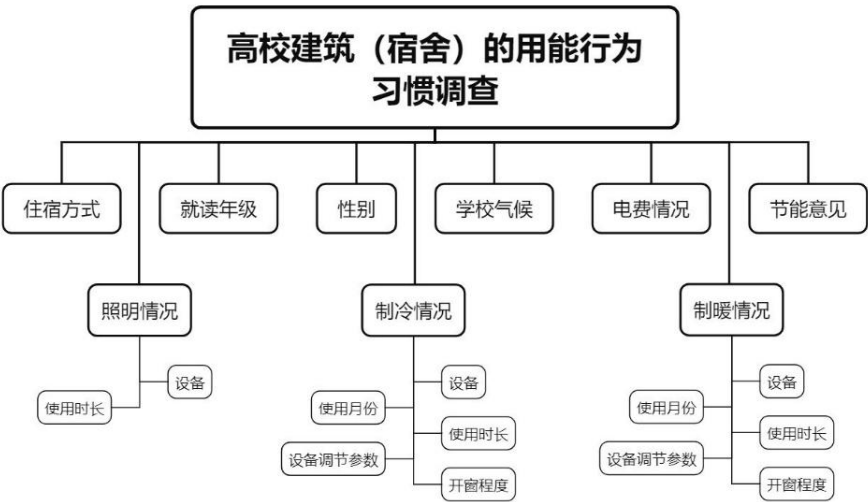


图 2 问卷内容示意图

2.1 制冷行为习惯分析

所得数据显示，在制冷季节，男女生选择制冷设备的情况相似，大部分人都选择了空调、风扇两种制冷工具。女生中选择空调的人数占 91.4%，选择风扇的人数占 8.6%；男生中选择空调的人数占 92.94%，选择风扇的人数占 7.06%。可见，在同等气候条件下，女生选择能耗低的制冷设备的人数占比较男生更高。

由于空调是夏热冬冷地区宿舍建筑最主要的制冷设备，因此下文将重点分析空调制冷的使用时间、使用时长、度数设置以及开窗程度。

2.1.1 空调制冷起止月份

宿舍使用空调制冷的起止月份的数据分析结果如图3所示。由于受夏热冬冷地区的气候特征影响，男女生使用空调制冷的起止月份大致相同。男女生使用空调制冷的起始月份在4-6月的居多，分别为92%和94.7%，终止月份在9-10月的居多，分别为70.2%和74.5%，且使用空调制冷的起始月份峰值皆出现在5月，终止月份峰值皆出现在10月。可见，宿舍使用空调制冷的起止月份受性别因素影响较小，受夏热冬冷地区的气候条件的影响较大。

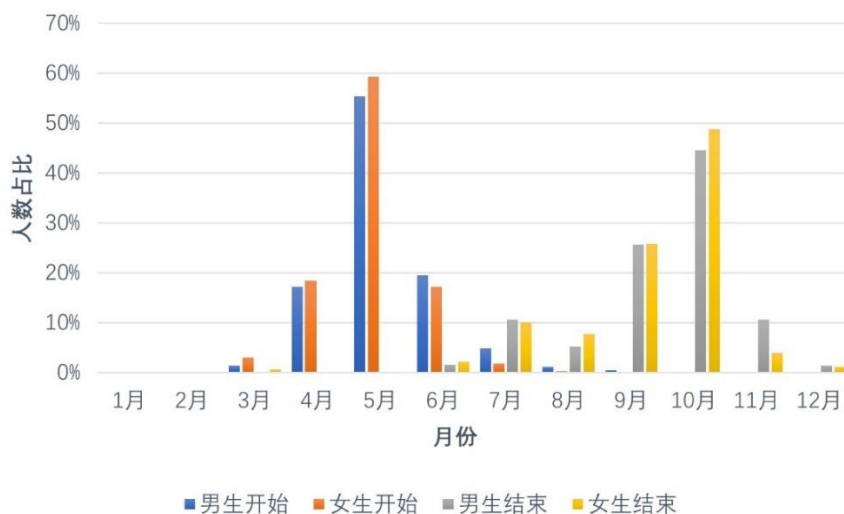


图3 使用空调制冷的起止月份对比图

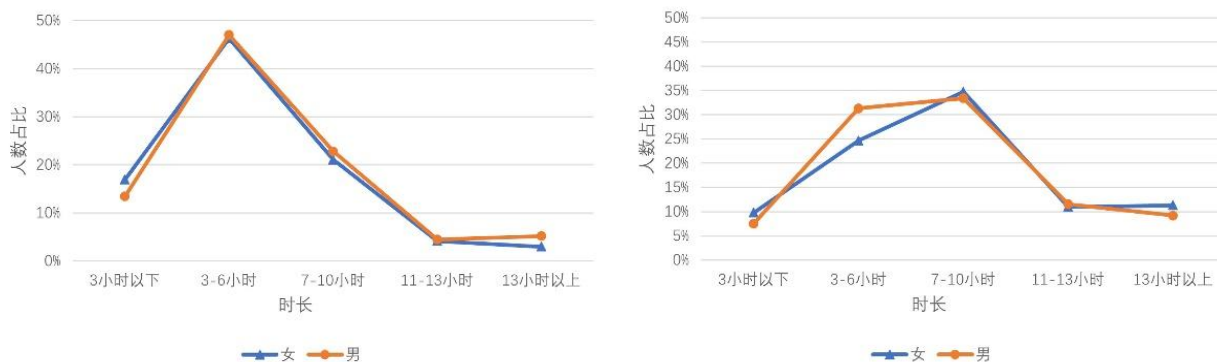
2.1.2 空调制冷的单日时长

（1）工作日时长

工作日宿舍使用空调制冷时长的数据分析结果如图4(a)所示。由于受工作日学生工作、学习等的影响，男女生在工作日使用空调制冷的时长情况大致相同。男女生在工作日使用空调制冷的时长在3-10h内的居多，分别为70%和67%，且都在3-6h时到达峰值。可见，在制冷季，由于受到学生作息规律、课程安排等的影响因素制约，工作日空调制冷的使用时长受性别因素的影响较小。

（2）周末时长

周末宿舍使用空调制冷时长的数据分析结果如图4(b)所示。对比工作日使用空调制冷的时长情况可以明显看到，无论男女生，周末使用空调制冷的时长都比工作日长。由于男女生周末学习和休息习惯存在差异，男女生在周末使用空调制冷的时长情况略有不同。男女生在周末使用空调制冷的时长都是在3-10h内的居多，分别为64%和60%，在7-10h时到达峰值，但男生周末使用空调制冷的时长在3-6h时与峰值相差不大。可见，在制冷季，周末使用空调制冷的时长受到一定的性别因素影响。



(a) 工作日

(b) 周末

图 4 使用空调制冷的单日时长示意图 (a) 工作日 (b) 周末

2.1.3 空调制冷度数设置

宿舍使用空调制冷时设置的度数的数据分析结果如图 5 所示。由于受个人偏好以及生理结构的影响, 男女生对空调制冷温度的设置偏好存在差异。女生使用空调制冷时设置的度数在 22-26 度的居多, 为 63%, 在 22-24 度时达到峰值。男生使用空调制冷时设置的度数在 20-24 度的居多, 为 68%, 在 20-22 度时达到峰值。可见, 在制冷季, 宿舍使用空调制冷时设置的度数不仅受到个人对温度的敏感度、生活习惯等因素影响, 还受到性别因素的影响。

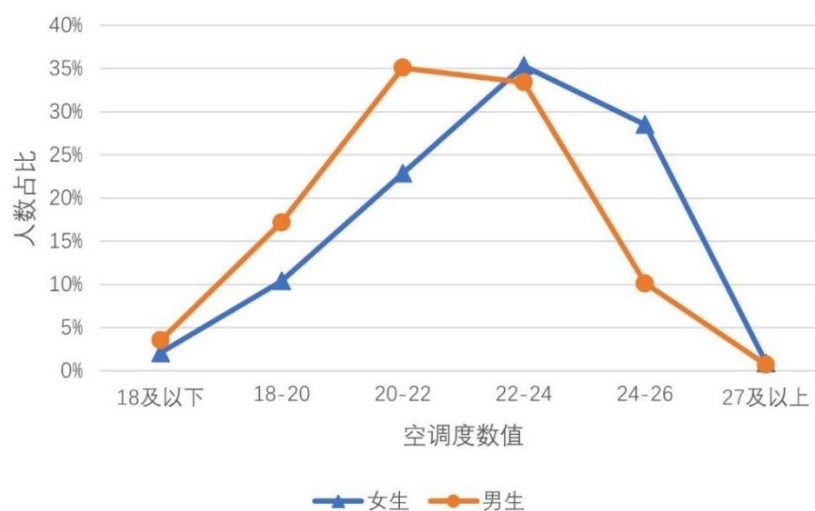


图 5 空调制冷度数设置对比图

2.1.4 制冷过程的开窗情况

宿舍使用空调制冷时的开窗程度的数据分析结果如图 6 所示。使用空调制冷时的开窗程度即为在制冷季节使用空调调节室内温度时, 窗户开启的角度的比例。由于受夏热冬冷地区的气候特征影响, 男女生使用空调制冷时的开窗程度大致相同, 都是在 0-25% 的居多, 分别为 81% 和 85%, 且峰值皆在 0-25% 区间内。但女生开窗程度在 50% 以上的占比比男生更少。可见, 在制冷季, 使用空调制冷时的开窗程度除受夏热冬冷地区的气候条件的影响外, 还会受到一定的性别因素的影响。

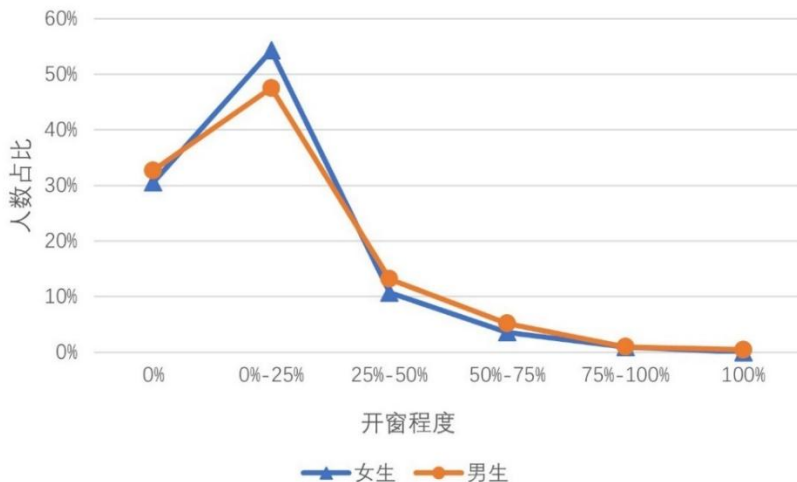


图6 制冷过程开窗程度对比

2.2 采暖行为习惯分析

所得数据显示，在采暖季节，男女生选择采暖设备的情况相似，大部分人都选择了通过空调、衣物和棉被取暖。女生中选择空调的人数占86.05%，男生中选择空调的人数占82.12%。结合男女生有效问卷的份数可得，在同等气候条件下，男生选择能耗低的采暖设备的比例比女生高。由于选用的采暖设备主要为空调，因此下文将主要分析空调采暖的使用时间、使用时长、度数设置以及开窗程度。

2.2.1 空调采暖起止月份

宿舍使用空调采暖的起止月份的数据分析结果如图7所示。由于受夏热冬冷地区的气候特征影响，男女生使用空调采暖的起止月份大致相同。男女生使用空调采暖的起始月份在11-12月的居多，分别为78%和85.7%，终止月份在1-3月的居多，分别为89.8%和92.3%，且使用空调采暖的起始月份峰值皆出现在12月，终止月份峰值皆出现在2月。可见，宿舍使用空调采暖的起止月份受性别因素影响较小，受夏热冬冷地区的气候条件的影响较大。

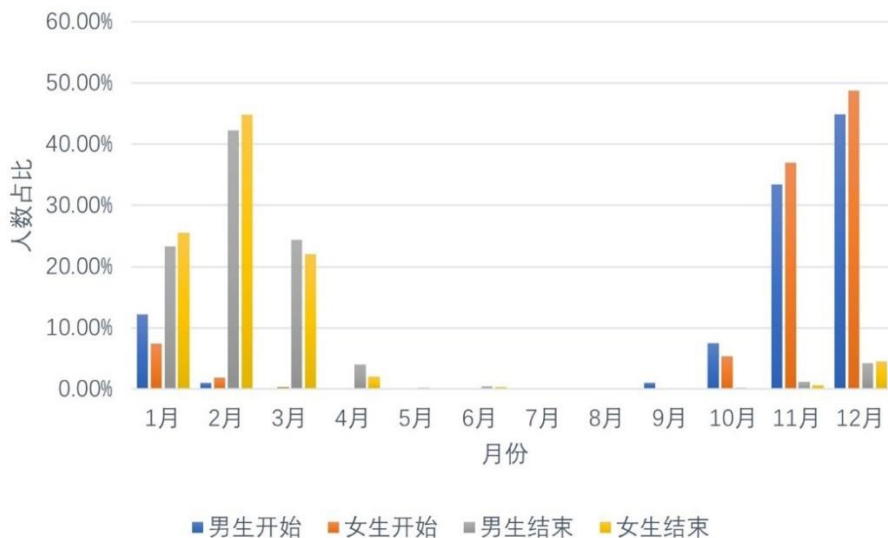


图7 使用空调采暖的起止月份对比图

2.2.2 空调采暖的单日时长

(1) 工作日时长

工作日宿舍使用空调采暖时长的数据分析结果如图 8 (a) 所示。由于受当地气候及工作日学生工作、学习等的影响，男女生在工作日使用空调采暖的时长情况略有差异。男女生在工作日使用空调采暖的使用时长都是在 0-6h 的居多，分别为 76.8%和 86.2%，但男生使用空调采暖时长的峰值在 3 小时以下，女生使用空调采暖时长的峰值在 3-6h 区间内。可见，在采暖季，工作日空调采暖的使用时长除受到当地气候的影响外，受性别因素的影响也较大。

(2) 周末时长

周末宿舍使用空调采暖时长的数据分析结果如图 8 (b) 所示。由于受夏热冬冷地区气候特征的影响，男女生在周末使用空调采暖的时长情况大致相同。男女生周末使用空调采暖的时长都是在 0-10h 的居多，分别为 88.9%和 91%，且峰值皆在 3-6h 区间内。可见，在采暖季，周末空调采暖的使用时长主要受到当地气候条件的影响，与学生性别的差异、周末作息的变化、活动类型的差异以及衣物穿着厚度等因素关系不大。

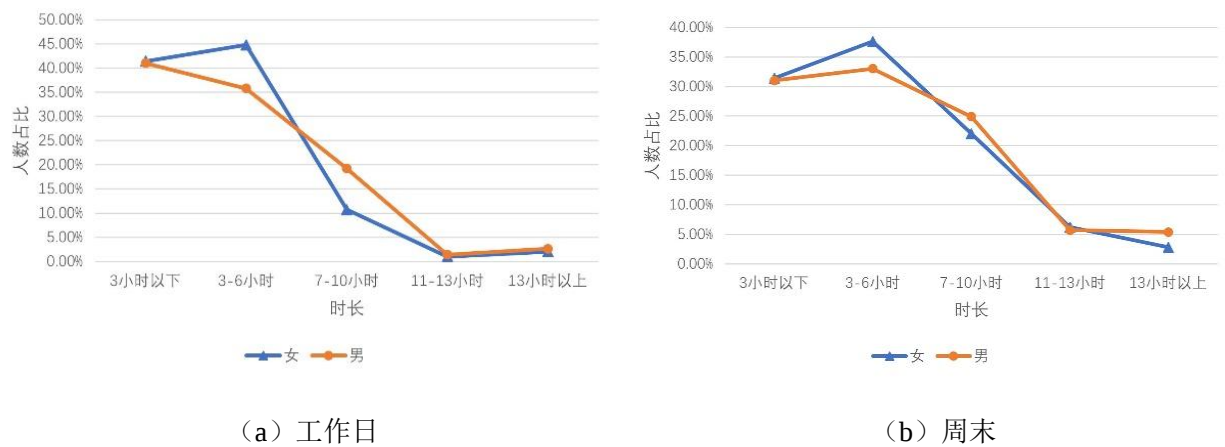


图 8 周末使用空调采暖的单日时长示意图 (a) 工作日 (b) 周末

2.2.3 空调采暖度数设置

宿舍使用空调采暖时设置的度数的数据分析结果如图 9 所示。由于受个人偏好以及性别差异等因素的影响，男女生对空调采暖温度的设置偏好存在差异。女生使用空调采暖时设置的度数在 24-30 度的居多，占比为 82%，在 26-28 度时达到峰值。男生使用空调采暖时设置的度数在 22-28 度的居多，占比为 84%，在 24-26 度时达到峰值。可见，在采暖季，宿舍使用空调采暖时设置的度数受到个人对温度的敏感度、生活习惯、性别差异等多因素影响。

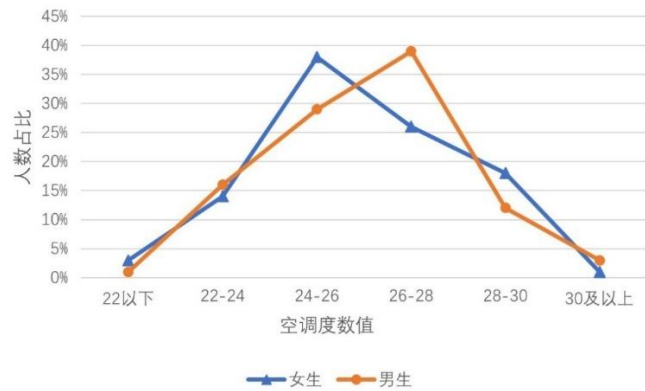


图 9 空调采暖度数设置对比图

2.2.4 采暖过程的开窗情况

宿舍使用空调采暖时的开窗程度的数据分析结果如图 10 所示。使用空调采暖时的开窗程度即为在采暖季节使用空调调节室内温度时，窗户开启的角度的比例。由于受夏热冬冷地区的气候特征影响，男女生使用空调采暖时的开窗程度略有差异，都是在 0-25% 的居多，分别为 75% 和 80%，但在峰值 0-25% 区间内，女生人数占比明显高于男生，且女生开窗程度在 50% 以上的占比比男生更少。可见，在采暖季，使用空调采暖时的开窗程度会受到一定的性别因素的影响。

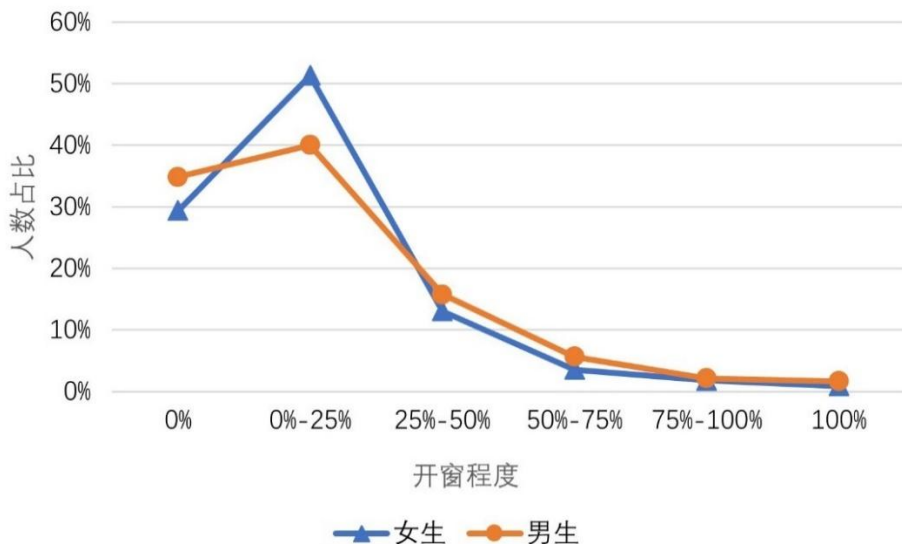


图 10 采暖过程开窗程度对比

2.3 照明设备

所得数据显示，男女生在宿舍生活中选择的照明设备大致相同。在同等条件下，男生选择能耗更高的照明设备的比例比女生高，男生中选择照明灯的人数占比为 84%，选择台灯的人数占比为 14%，而女生中选择照明灯的人数占比为 77%，选择台灯的人数占比为 21%。

（1）工作日时长

工作日宿舍使用照明设备时长的数据分析结果如图 11（a）所示。由于受学生工作、学习等的影响，工作日男女生宿舍使用照明设备的时长情况略有不同。统计发现，有 79% 的男生宿舍和 82% 的女生宿舍在工作日使用照明设备的时长达 3-9h，但男生宿舍使用照明时长为 3-6h 的占比高于女生宿舍。可见，工作日男女生宿舍使用照明设备时长除受到学生作息规律、课程安排等的影响外，还受性别因素的影响。

（2）周末时长

周末宿舍使用照明设备时长的数据分析结果如图 11（b）所示。由于受学生工作、学习等的影响，周末男女生宿舍使用照明设备的时长情况略有差异。男女生宿舍周末使用照明设备的时长都主要在 3h 以上，占比分别为 88% 和 89%，但男生使用照明设备时长的峰值出现在 3-6h 区间内，而女生使用照明设备时长的峰值出现在 7-9h 区间内。可见，周末男女生宿舍使用照明设备时长同工作日一样，也受性别因素的影响。

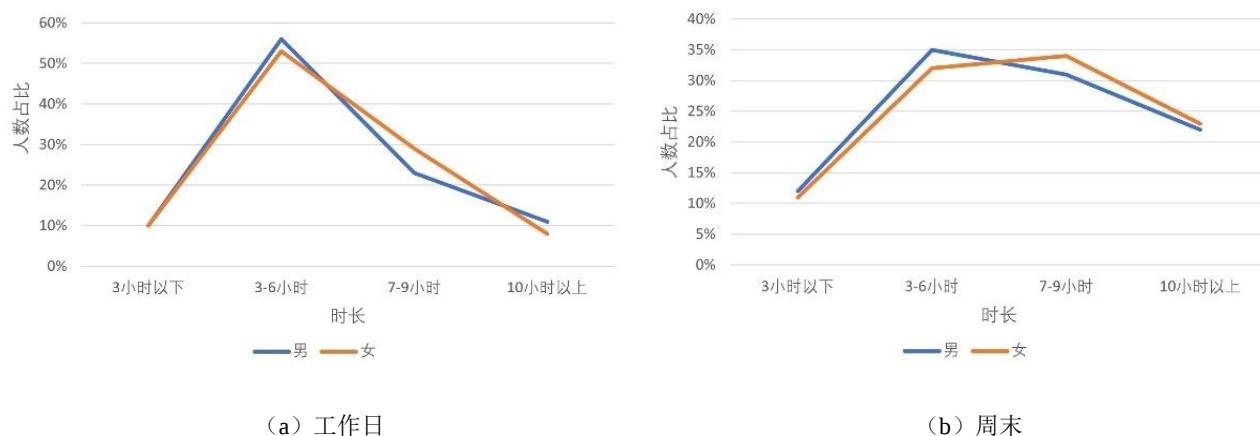


图 11 照明设备使用的时长对比图 (a) 工作日 (b) 周末

2.4 节能意见

本次调研也对学生在“节能与个人的关系”和“校内节能的看法”方面的意见进行了分析（见图 12）。对于节约能源、保护环境与个人行为关系的看法的数据，分析结果显示：80%的女生和 73%的男生都认为节约能源、保护环境与个人的行为关系非常密切；17%的女生和 23%的男生认为节约能源、保护环境与个人的行为关系一般；仅有 3%的女生和 4%的男生认为节约能源、保护环境与个人的行为没有关系。可见，无论男生还是女生，都普遍认识到节约能源、保护环境与个人行为有密切关系。

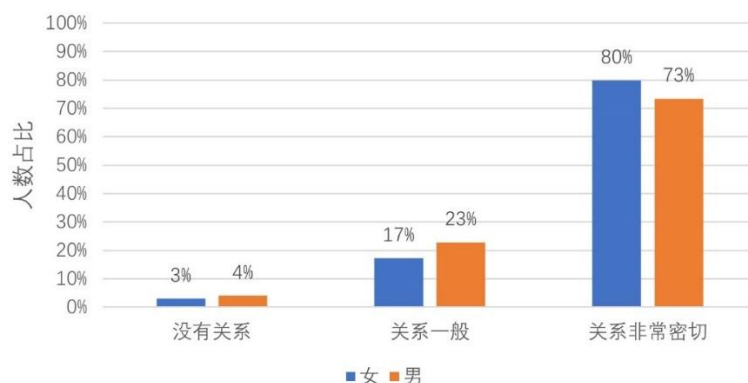


图 12 节能与个人的关系

针对校内倡导节能行为这项举措，学生的看法的统计分析结果显示：63%的女生和 68%的男生都支持校内倡导节能行为的看法；32%的女生和 29%的男生对此持中立的态度；仅有 5%的女生和 3%的男生对此表示不支持（见图 13）。可见，无论是男生还是女生，大多数人都普遍认同校内倡导节能行为的重要性。

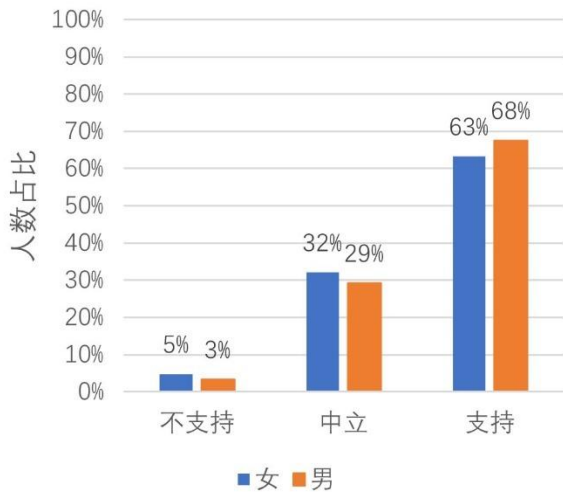


图 13 校内节能的看法

3 讨论与建议

3.1 分析与讨论

在夏热冬冷地区，高校宿舍建筑的能耗问题受到多种因素的影响，比如，生活习惯、性别差异等。本篇论文的重点探讨了不同性别学生对高校宿舍建筑能耗的影响，并在此基础上提出具有针对性和可操作性的节能设计策略。

根据整理的数据可知，在制冷季节，由于学生在工作日作息规律且学习和工作安排固定，通常有较多外出需求，因此宿舍的能耗模式较为稳定。而在周末，由于作息和活动模式的变化，女生使用制冷设备的时间通常比男生更长。在采暖季节，女生在工作日使用采暖设备的时间通常比男生更长，这可能是因为男女生的生理差异导致女生在冬季对采暖的需求更大。而在周末，男女生使用采暖设备的时长并无较大差异，这可能是因为周末宿舍整体的活动和休息模式较为相似，学生在宿舍的时间分布相对均衡，且室外温度较低，使得大家对采暖的需求都较为稳定，不因性别而产生较大的时长差异。此外，在设置温度上，女生倾向于设置较高的制冷温度，而男生倾向于设置较高的采暖温度，这反映了男女生温度偏好和节能意识的不同。在使用制冷、采暖设备时的开窗行为上，男生比女生更倾向于较大开窗，这可能是因为女生在这方面的节能意识比男生更强。

学生照明行为习惯也表现出一定程度的性别差异。分析发现，周末时段男女生使用照明设备的时间均较工作日有所增加，这可能是因为周末课业压力减轻，学生在宿舍进行更多休闲娱乐活动。但无论是工作日还是周末，女生使用照明设备的时长通常都比男生更长，这可能与男女的学习场所、睡眠时间 & 活动类型的差异有关。由此可见，不同性别学生的用能行为习惯的差异对高校宿舍建筑能耗具有较大影响。

此外，在节能意见的数据中可以发现，无论是男生还是女生，都普遍认为节约能源和保护环境与个人行为密切相关，并且大多数学生支持学校倡导的节能行为。然而，仍有近 40% 的学生对此持中立或不支持的态度，这表明学生对节能环保的重要性及个人责任的认识尚需加强。学校对于那些认为节约能源、保护环境与个人行为关系不大或没有关系的少部分学生，需要加强相关教育和引导，帮助他们充分认识到节能环保的重要性和个人的责任，促进全体学生形成更加积极主动的节能环保意识和行动自觉。

另外，根据整理的问卷数据可知，大多数学生认为学校存在能源浪费现象的原因包括：个人不支付电费、不清楚具体用电量，节约还是浪费较难衡量、集中控制供暖或制冷的房间没有调温装置，节约较难实现等；同时，大部分学生更倾向于通过举办讲座、张贴宣传海报以及醒目的节能提示等方式来倡导节能行为。

3.2 节能建议

通过对气候特点鲜明的夏热冬冷地区高校宿舍建筑不同性别学生用能行为习惯分析，本文提出以下节能策略。

（1）空调使用

在制冷季节，女生设置的温度比男生高，多数设置在 22-24℃，男生多数设置在 20-22℃；采暖季节，男生设置的温度比女生高，多数设置在 26-28℃，女生多数设置在 24-26℃。出于节约能源、减少能耗的目的，考虑男女生生理构造的差异，建议在制冷季节女生的空调设置温度为 24-26℃，男生的空调设置温度为 22-24℃；在采暖季节女生的空调设置温度为 22-24℃，男生的空调设置温度为 24-26℃。同时鼓励使用自然通风和遮阳措施来降低室内温度，减少空调使用时间，以便达到节能的效果。

（2）照明方面的节能措施

根据研究内容：男女生周末的照明时长皆比工作日长；女生工作日和周末的照明时长皆比男生更长。出于节约能源、减少能耗的目的，考虑男女生工作、学习安排的差异，在照明设备的使用方面，建议学生在白天光线较好时，尽量使用自然光照，减少照明灯在白天的能耗；对于照明能耗更高的女生宿舍，建议同宿舍的女生将学习、工作的时间安排在一起，尽量在同一时间段使用照明灯，增加照明灯的使用效率。在宿舍建筑的朝向设计方面，根据男女生对阳光的不同需求以及当地的气候特点，合理设计男女生宿舍建筑的朝向，以达到自然条件的最大利用率；建议将女生宿舍放置在更为朝阳的位置，以减少女生宿舍因照明产生的能耗。

（3）节能意识和行为

通常情况下，女生在节能行为上具有更强的意向。对于节能意向更弱的男生，可以通过举办各种节能活动，如节能知识竞赛、节能创意大赛等，调动男生学习节能知识的积极性，从而增强学生的节能意识。

（4）个性化用能智能管理

不同性别、不同年级的学生用能行为具有差异，其宿舍能耗也存在差异，可以通过开发智能用电管理系统，时刻监测宿舍的用能情况，根据学生不同的用能习惯，自动调整用电设备的工作状态，实现个性化智能管理。

（5）建立能耗监测系统

在宿舍内建立能耗监测系统，实时监测宿舍内的能源消耗情况，当能耗较高时采取强制断电或发短信提醒等方法，以纠正学生的高能耗行为。

4 结论

本篇论文通过对位于夏热冬冷地区的成都高校宿舍建筑的能耗行为进行深入分析，特别关注了不同性别在宿舍建筑能耗问题上的影响，并通过问卷调查等方法获取数据，研究得到了一系列结论。研究结果表明，性别差异确实在宿舍建筑的能耗行为中起到了一定的作用，尤其是在制冷、采暖设备和照明设备的使用上。

基于这些发现，本论文提出了一系列节能策略，旨在减少高校宿舍建筑的能耗，提高能源使用效率。这些策略包括不同性别的节能建议、建筑布局和朝向的优化、用能管理的智能化以及节能意识的教育和宣传等。通过实施这些策略，不仅可以有效降低高校宿舍建筑的能耗，还能提升学生的节能意识，促进可持续发展的校园环境建设。

总之，本论文的研究为夏热冬冷地区高校宿舍建筑的节能设计提供了一定的理论依据。通过综合考虑性别差异、气候条件和建筑特点，提出具有较强的理论依据和实践价值的节能策略，为其他类似地区的高校宿舍建筑提供参考，有助于推动高校宿舍建筑向更加节能、环保和可持续发展的方向发展。在未来的研究中，我们应继续关注性别差异对能耗的影响，并探索更多创新的节能策略，以促进高校宿舍建筑的可持续发展。

基金项目

本研究得到国家自然科学基金（52208006）的资助，特此致谢。

参考文献

- [1] 曲国华. 超低能耗建筑设计实践与探索——以南京江北现代产业创新中心项目为例 [J]. 中国勘察设计, 2023 (5): 86-87. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9607.2023.05.024.
- [2] MOHD SHUKRI M A, JAILANI J, HAUASHDH A. Benchmarking the energy efficiency of higher educational buildings: A case study approach [J]. International Journal of Energy Economics and Policy, 2022, 12 (2): 491-496.
- [3] 谢阳春. X 高校建筑能耗及其影响因素分析 [D]. 江西财经大学, 2019.
- [4] 何宇航. 浙江省高校用能定额及节能策略研究 [D]. 浙江: 浙江理工大学, 2022.
- [5] 周胜. 广东某高校建筑运行能耗与节能措施的研究 [D]. 广东: 广东工业大学, 2020.
- [6] NTSALUBA S B K, MUKADI P M. Comparative campus energy usage study for a South African university [C] //2019 International Conference on the Domestic Use of Energy (DUE). 2019: 206-212.
- [7] JI W, SUN J, WANG H, et al. Research on the design of recessed balconies in university dormitories in cold regions based on multi-objective optimization [J]. Buildings, 2024, 14: 1446. DOI: 10.3390/buildings14051446.
- [8] 郭增瑞, 杨佳乐, 张永志, 等. 基于人员行为影响的高校学生公寓采暖能耗分析 [J]. 节能, 2023, 42 (8): 6-10. DOI: 10.3969/j.issn.1004-7948.2023.08.002.
- [9] 李敏. 基于 ABM 的学生宿舍能耗管理仿真模型研究 [D]. 深圳大学, 2019.
- [10] 陈淑琴, 杜博文, 刘世杰, 等. 高校宿舍建筑内使用者用能行为特征的统计学分析 [J]. 建筑科学, 2015, 31 (8): 133-139. DOI: 10.13614/j.cnki.11-1962/tu.2015.08.021.
- [11] 梁晶晶. 夏热冬暖地区高校宿舍居住者行为对建筑能耗的影响研究 [D]. 广东工业大学, 2022. DOI: 10.27029/d.cnki.ggdgu.2022.001244.
- [12] 李承静. 大学生用能行为对宿舍建筑能耗影响研究 [D]. 江南大学, 2023. DOI: 10.27169/d.cnki.gwqgu.2023.001339.
- [13] 胡升凯. 基于用电行为规律的高校公共建筑电耗特征研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2020. DOI: 10.27393/d.cnki.gxazu.2020.000086.
- [14] 李家德. 严寒地区高校宿舍建筑能耗预测方法研究 [D]. 东北电力大学, 2022. DOI: 10.27008/d.cnki.gdbdc.2022.000273.
- [15] 黄玲玲. 夏热冬冷地区既有建筑节能改造研究——以长沙某高校教学楼为例 [D]. 湖南: 南华大学, 2020.