

新疆某高校宿舍空气质量变化规律及影响因素

朱玲慧,董一帆,阿依谢姆古丽·阿力马斯,鲁英,张杰

新疆医科大学公共卫生学院,乌鲁木齐 830011

【摘要】 目的 研究某高校不同朝向宿舍 1 年内小气候、CO₂、挥发性有机物(VOCs)、粉尘的变化规律及影响因素,为高校改善学生居住环境提供参考依据。**方法** 采用直读式检测仪每天早、中、晚 3 次检测新疆某高校不同朝向宿舍 1 年内的各小气候指标及 CO₂、VOCs、粉尘浓度的变化,进行单因素分析并做室内小气候指标与污染物的相关性分析。**结果** 不同朝向的宿舍 VOCs 质量体积浓度差异有统计学意义($F=23.65, P<0.05$)。在 1 d 内,宿舍不同时间的湿度、CO₂、VOCs 差异有统计学意义(F 值分别为 6.42, 3.14, 3.94, P 值均 <0.05)。CO₂ 体积百分比浓度与温度正相关($r=0.07$),与湿度负相关($r=-0.07$);WBGT 指数与 VOCs 质量体积浓度呈正相关($r=0.23$);VOCs 质量体积浓度与湿度($r=0.06$)、WBGT 指数($r=0.23$)正相关,与温度($r=-0.06$)负相关;粉尘质量体积浓度与湿度($r=0.07$)、VOCs 质量体积浓度($r=0.22$)、WBGT 指数($r=0.24$)正相关,与温度($r=-0.06$)负相关(P 值均 <0.05)。**结论** 高校宿舍 1 年内的空气质量受宿舍朝向和一天内不同时间的影响,应采取相应措施改善宿舍环境及提高空气质量。

【关键词】 空气污染;室内;环境监测;组织管理;方差分析;学生保健服务

【中图分类号】 G 647.8 R 122 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2020)08-1264-03

高校宿舍是大学生学习和生活的重要场所,学生身体的健康与否在很大程度上和宿舍空气质量有着密切关系^[1]。潮湿与不良气体会增加学生感冒的概率,引起呼吸道疾病症状^[2]。长期生活在空气质量差的宿舍环境容易出现心烦意乱、压抑、焦躁、易怒等心理问题,甚至犯罪^[3]。本研究监测高校不同朝向的宿舍 1 年中各季度的空气质量变化情况,讨论宿舍朝向对室内环境的影响,为高校学生创造良好的学习生活环境提供参考依据和改善措施。

1 对象与方法

1.1 对象 根据新疆某高校学生宿舍楼为“U”字形,朝向分别为南、西、北,随机选取不同朝向的 3 楼各 1 间宿舍为研究宿舍。研究宿舍所涉及的全部人员均知情同意。

1.2 方法 于 2018 年 1—12 月每日北京时间早晨 9:00,中午 14:30,晚上 23:00,检测不同朝向宿舍小气候指标、CO₂、挥发性有机物(Volatile Organic Compound, VOCs)、粉尘并记录数据。

1.2.1 CO₂ 水平测定 利用 CO₂ 分析仪(TEC-CAIRE7001 美国)检测 CO₂ 体积百分比浓度,仪器接通电源后,进入 1 min 预热模式,预热结束后,仪器稳定,进入检测模式,显示当前的 CO₂ 体积百分比浓

度值。

1.2.2 粉尘和宿舍 VOCs 质量体积浓度测定 使用微电脑激光粉尘仪(LD-3C 北京绿林创新公司)检测室内粉尘质量体积浓度。利用 VOCs 测定仪 ppbRAE3000(PGM-7340,美国)检测挥发性有机物质量体积浓度。测量灵敏度均为 0.001 mg/m³。测量时将相应仪器放置在宿舍中心高 1.5 m 处,测量时间为 15 min,记录平均质量体积浓度。

1.2.3 室内小气候指标的测定 使用温湿度计(JG 205—2005《机械式温湿度计》),检测干球、黑球、湿球温度、湿度及湿球黑球温度(wet bulb globe temperature WBGT);CO₂ 分析仪自带的温度检测器(TEC-CAIRE7001 美国)测室内温度。(1)气温以干球温度表示,气温对体温调节起主导作用,人可以耐受的室内温度,冬季下限为 8~10℃;夏季上限为 28~30℃。(2)气湿即空气中含水量,一般以相对湿度表示;气湿主要影响人体蒸发散热。可以用湿球—黑球温度指数仪同时测试空气温度、自然湿球温度、辐射温度、相对湿度。(3)检测室内小气候指标,记录数据。

1.3 质量控制 研究开始前和现场调查过程中,由课题指导老师强化研究者对于研究目的、内容、方法的认识,研究对象需严格遵守现场测试要求及相关操作规范,掌握数据的录入及处理。在正式实验前先进行小范围的预实验,及时发现问题,保证现场测试结果的可信性和准确性。

1.4 统计学分析 运用 Excel 2017 录入监测原始数据,整理数据中的异常值及缺失值,删除无效数据。采用 SPSS 21.0 软件进行单因素方差分析,比较不同方位、不同时间点、宿舍中各测量指标的差异,并计算

【基金项目】 新疆医科大学大学生创新实验计划项目(CX2018103)。

【作者简介】 朱玲慧(1994—),女,湖北襄阳人,在读硕士,主要研究方向为环境流行病学。

【通讯作者】 鲁英, E-mail: 316139862@qq.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2020.08.040

室内小气候指标与污染物的相关系数,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 不同朝向宿舍空气质量单因素分析 结果显示,不同朝向宿舍的气温、湿球温度、干球温度、黑球温度、WBGT 指数、湿度、CO₂ 体积百分比浓度、粉尘质量体积浓度的差异均无统计学意义 (F 值分别为 1.96, 0.02, 0.02, 0.05, 0.00, 0.74, 1.81, 1.86, P 值均 >0.05)。不同朝向宿舍的平均 VOCs 质量体积浓度差异有统计学意义 ($F=23.65, P<0.05$), 且 VOCs 的质量体积浓度南向 (294.21 ± 6.91) mg/m^3 $>$ 西向 (252.20 ± 6.73) mg/m^3 $>$ 北向 (232.32 ± 5.80) mg/m^3 。1 年中各朝向宿舍的 VOCs 质量体积浓度均表现为春秋高、夏冬低的波浪形变化趋势, 见图 1。不同朝向宿舍的粉尘质量体积浓度差异无统计学意义 ($F=1.86, P>0.05$)。见图 2。

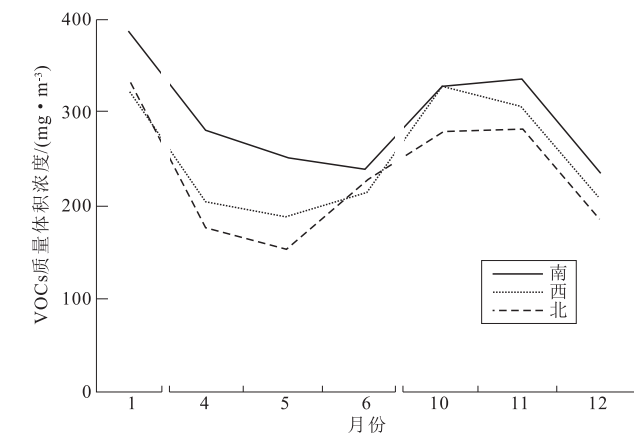


图 1 不同朝向宿舍 VOCs 质量体积浓度 1 年中变化

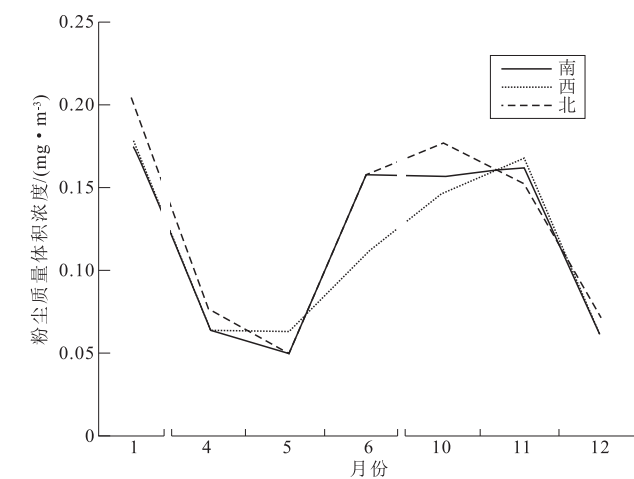


图 2 不同朝向宿舍粉尘质量体积浓度 1 年中变化

2.2 不同时间宿舍空气质量单因素分析 结果显示,宿舍在 1 d 内不同时间的气温、湿球温度、干球温度、黑球温度、WBGT 指数、粉尘质量体积浓度的差异均无统计学意义 (F 值分别为 0.18, 0.01, 0.06, 0.00, 0.03, 0.25, P 值均 >0.05)。宿舍在 1 d 内不同时间的湿度、

CO₂ 体积百分比浓度、VOCs 质量体积浓度差异均有统计学意义 (F 值分别为 6.42, 3.14, 3.94, P 值均 <0.05)。1 天内,宿舍中晚上的湿度 (46.39 ± 0.44) % 表现为全天最高;早上 VOCs 质量体积浓度 (267.51 ± 6.24) mg/m^3 和 CO₂ 体积百分比浓度 (0.23 ± 0.01) % 表现为全天最高;1 年中,夏季 CO₂ 的体积浓度表现为全年最高,春季、冬季较低。见图 3~4。

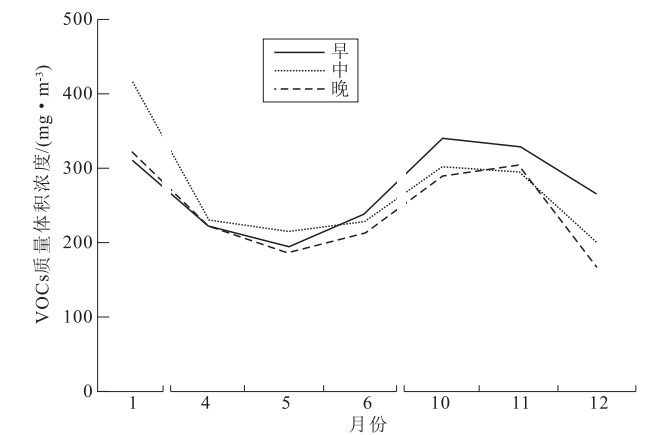


图 3 不同时间宿舍 VOCs 质量体积浓度 1 年中变化

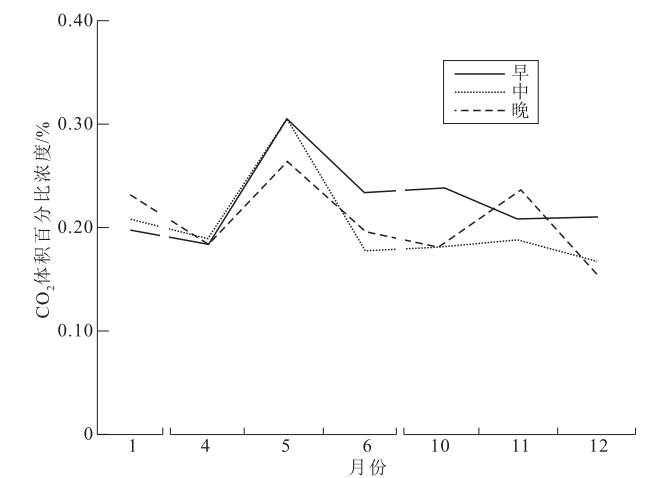


图 4 不同时间宿舍 CO₂ 体积百分比浓度 1 年中变化

2.3 室内小气候指标与空气污染物相关性分析显示,CO₂ 体积百分比浓度与温度呈正相关 ($r=0.07$),与湿度呈负相关 ($r=-0.07$);WBGT 指数与 VOCs 质量体积浓度 ($r=0.23$) 正相关;VOCs 质量体积浓度与湿度 ($r=0.06$)、WBGT 指数 ($r=0.23$) 正相关,与温度 ($r=-0.06$) 负相关;粉尘质量体积浓度与湿度 ($r=0.07$)、VOCs 浓度 ($r=0.22$)、WBGT 指数 ($r=0.24$) 正相关,与温度 ($r=-0.06$) 负相关 (P 值均 <0.05)。

3 讨论

本研究发现,1 年内不同朝向宿舍的小气候差异无统计学意义。在不同朝向的宿舍均表现为秋冬高、春夏低的变化趋势。新疆地处西北地区,秋冬季供

暖,故 1 年中室内气温季节性变化不大,且西北地区常年干燥,故 1 年内的室内气湿也相对稳定,部分空气污染物指标,如 CO_2 体积百分比浓度、VOCs 质量体积浓度差异有统计学意义,可能与秋冬季气候转冷室内供暖,学生减少开窗通风有关。

在不同朝向宿舍内 VOCs 的质量体积浓度差异有统计学意义。室内空气中的 VOCs 主要来源于住宅家庭使用的油漆、涂料、胶类、人造板材、地毯、沙发等装修建材和日用消费品。VOCs 可影响人体免疫系统和中枢神经系统功能,轻者使人出现食欲不振、胸闷、恶心、呕吐等消化道症状,重者可损伤肝脏等器官,使人体造血系统出现变态反应^[4-5]。VOCs 中的甲醛、苯系物等被公认为是高毒性、致病、致癌的有毒化合物,长期高浓度吸入可引起急性或慢性中毒。在本研究中,VOCs 在朝向为南的宿舍含量较高,可能是因为朝向为南的宿舍受阳光照射较多,温度较高,使有机物更易挥发,因此,建议朝向为南的宿舍适当增加通风、减少阳光直射时间。研究表明,1 d 中各时段 VOCs 平均质量体积浓度呈现上午>晚上>中午的特征,与夜间温度低,大气边界层低,污染物不易扩散,造成累积有关^[6]。在 1 d 内,宿舍晚间 VOCs 的质量体积浓度表现为全天最低,考虑与晚间气温下降,有机物挥发速率减慢,晚间学生活动减少有关;早晨 VOCs 的水平偏高,还可能与学生的晨起洗漱时使用日化用品有关,化妆品中所使用的溶剂、防腐剂很多都是 VOCs,会导致不同程度的污染,因此建议宿舍晨起时加强通风。

研究表明,VOCs 作为光化学烟雾的关键前体物,在细颗粒物和臭氧的二次生成中扮演着重要角色。总的 VOCs 质量体积分数秋季最高,其次为夏季,春季最低,主要与污染物的源强和气象条件有关^[7]。本研究中 1 年内,VOCs 和粉尘质量体积浓度均表现为春秋高、夏冬低的波浪形变化趋势,且粉尘浓度与 VOCs 质量体积浓度具有正相关,考虑与此相关。

国内外研究表明,过高的 CO_2 体积百分比浓度对人体健康会造成负面的影响^[8-12]。依据 GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》, CO_2 日平均标准值 0.1%^[13],在本研究中,宿舍 CO_2 的超标率为 100%,早上 CO_2 的体积浓度表现为全天最高,考虑与宿舍人口密度过大、夜间通风不足有关,建议适当降低宿舍居住人口数和加长通风时间。通过对下载自美国宇航局(NASA)网站的对流层中层 CO_2 体积百分比浓度数据研究表明,我国区域 CO_2 体积浓度有明显的季节变化特征,最高值出现在春季,冬夏季次之,秋季最低,其季节变化特点与东亚地区风场的输送、我国降水量的清除和植被的吸收等有密切的联系^[14]。本研究 1 年中,夏季 CO_2 的体积浓度表现为全年最高,春季、冬季浓度较低,原因可能为室内 CO_2 的体积浓度

受人类活动影响较大,由于寒假的原因,每年 1 月中下旬至 2 月宿舍没有学生住宿,因此,在这几个月内宿舍中 CO_2 的体积浓度保持在较低水平,且每年 4—6 月学生的生活学习已形成稳定规律,导致室内的 CO_2 比前几个月有明显上升,造成夏季室内 CO_2 的体积浓度明显高于其他季节,与气象数据存在差异,因此,学生在校期间多通风尤为重要。

总之,宿舍环境对学生的身心健康发育至关重要,创造良好的宿舍环境不仅需要学校规范相关制度、老师加强健康教育,更加需要学生的主动维护和自我管理,如勤开窗、勤打扫宿舍卫生、多种植绿植等,都会对宿舍环境带来较大程度的改善。

4 参考文献

- [1] 马丽,王立鑫,汪丹丹,等.秦皇岛市冬季某高校宿舍空气质量调查研究[J].建筑节能,2016,44(9):81-83.
- [2] 胡弯,解晓健,廖梅,等.南京某高校宿舍环境与学生呼吸道疾病及其症状的关系[J].中国学校卫生,2014,35(8):1269-1271.
- [3] 黄文燕.高校不良宿舍环境对大学生违法犯罪的影响及对策[J].南方职业教育学刊,2016,6(4):54-59.
- [4] WANG F, LIU F, LIU H, et al. Effects of immunological and hematological parameter in mice exposed to mixture of volatile organic compounds[J]. Inhal Toxicol, 2016, 28(4): 164-169.
- [5] JUMPPONEN M, ROENKKOEMAELI H, PASANEN P, et al. Occupational exposure to gases, polycyclic aromatic hydrocarbons and volatile organic compounds in biomass-fired power plants[J]. Chemosphere, 2013, 90(3): 1289-1293.
- [6] 丘万鹏.福州市主城区大气 VOCs 污染特征及来源特征[J].中国环保产业,2019(9):44-46.
- [7] 沈龙娇,梁胜文,吴玉婷,等.武汉市居民区大气 VOCs 的污染特征和来源解析[J].南京信息工程大学学报,2018,10(5):527-535.
- [8] MYERS S S, WESSELLS K R, KLOOG I, et al. Effect of increased concentrations of atmospheric carbon dioxide on the global threat of zinc deficiency: a modelling study[J]. Lancet Global Health, 2015, 3(10): 639-645.
- [9] POON C S, TIN C, SON G G. Submissive Hypercapnia: why COPD patients are more prone to CO_2 retention than heart failure patients[J]. Res Piratory Physiol Neurobiol, 2015, 216(9): 86-93.
- [10] SCHAUER J J. Design criteria for future fuels and related power systems addressing the impacts of non- CO_2 pollutants on human health and climate change[J]. Ann Rev Chem Biomol Eng, 2015, 6(1): 1-20.
- [11] 杨晓彬,陈志龙,郭德豪,等.地下交通废气排放对人体健康的影响[J].解放军理工大学学报(自然科学版),2014,15(3):225-226.
- [12] 张咏琴,彭蕾,马莉,等.腹腔镜手术室 CO_2 浓度对医护人员健康的影响[J].昆明医科大学学报,2015,36(2):167-170.
- [13] 卫生部卫生法制与监督司. GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》实施指南[M]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [14] 符传博,丹利,冯锦明,等.我国对流层二氧化碳非均匀动态分布特征及其成因[J].地球物理学报,2018,61(11):4373-4382.

收稿日期:2020-01-28;修回日期:2020-04-11