

某直通客车冬夏季车内微小气候及空气质量监测分析

孙玥, 陈昭君, 吴嘉平, 厉文华, 许昱

摘要: [目的] 了解上海—九龙直通旅客列车(以下称“沪九直通客车”)车内空气质量状况, 分析不同季节行车时间对车内空气环境的影响, 为做好列车卫生监督提供依据。[方法] 2013年4月至2014年4月, 对沪九直通客车内微小气候(温度、湿度、风速)、空气质量[CO₂、CO、可吸入颗粒物(PM₁₀)、甲醛、细菌总数]、噪声等9个项目进行监测分析。[结果] 沪九直通客车内各卫生学项目监测结果合格率不高, 冬季时只有CO合格, 夏季时CO、PM₁₀及甲醛(行车中和到站前)均合格, 温度合格率最低。根据统计学分析, 不同季节和行车时间各项目差异有统计学意义($P < 0.05$)。[结论] 沪九直通客车空气质量有待提高, 行车时间的增加和季节的不同对车内微小气候及空气质量具有一定影响。

关键词: 沪九直通客车; 空气质量; 微小气候; 冬季; 夏季

Assessment of Microclimate and Air Quality Monitoring of a Through Train in Winter and Summer
SUN Yue, CHEN Zhao-jun, WU Jia-ping, LI Wen-hua, XU Yu (Shanghai Railway Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shanghai 200070, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To obtain the status of the Shanghai-Kowloon Through Train interior air quality, analyse the influence of different seasons and running time on in-car air environment, provide reference for better train hygiene supervision. [Methods] Nine items, including microclimate (temperature, humidity, wind speed), air quality [carbon dioxide (CO₂), carbon monoxide (CO), inhalable particulate matter (PM₁₀), formaldehyde, total bacteria count] and noise of the Shanghai-Kowloon Through Train were detected from April 2013 to April 2014. [Results] The yields of qualified items were low, including winter CO and summer CO, inhalable particulate matter and formaldehyde (running and before stops). Specifically, the yields of qualified temperature were found to be the lowest. Statistical differences in selected items occurred among seasons and running time. [Conclusion] The air quality of the Shanghai-Kowloon Through Train remains to be improved. Longer travel time and seasonal variations could influence the microclimate and air quality of the train.

Key Words: Shanghai-Kowloon Through Train; air quality; microclimate; winter; summer

公共交通工具因流动范围大、涉及人员复杂等特点易成为传播疾病的载体^[1], 其空气质量状况直接影响广大乘客的身体健康, 是公共卫生关注的焦点。上海—九龙直通旅客列车(以下称“沪九直通客车”)(T99/T100)为行驶于上海火车站与香港九龙火车站间的全封闭空调旅客列车, 全程行驶距离1991 km, 耗时约19 h, 列车共有12节车厢, 其中第1节为行李车厢, 2~7节为硬卧车厢, 8~10节为软卧车厢, 第11节为高级软卧车厢, 第12节为餐车。行驶途中, 列车车窗和车门封闭, 长时间的旅途中, 旅客的生活起居

对车内的微小气候及空气质量会产生一定的影响。为了解沪九直通客车在运行中的空气环境变化情况, 分析行车时间对车内空气质量的影响, 本研究拟对沪九直通客车车内微小气候及空气质量进行监测。

1 对象与方法

1.1 监测时间

于2013年4月至2014年4月进行监测。沪九直通客车(T99次)隔天18:20时由上海火车站发往香港九龙火车站, 分别选取上客前(17:20时左右)、行车中(发车当天21:00时左右)、到站前(次日10:00时左右)为监测时间, 每趟车共监测3次。

1.2 监测对象

选取第5、6、7节作为硬卧车厢代表, 分别于走廊前、中、后位置布点, 共9个监测点; 选取第10节和第11节作为软卧车厢和高级软卧车厢代表, 除

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.14354

[基金项目] 沪九直通客车车内微小气候及空气质量全程监测研究(编号: HK052-2013)

[作者简介] 孙玥(1979—), 女, 硕士, 主任科员; 研究方向: 卫生检疫;

E-mail: sunyue@shciq.gov.cn

[作者单位] 上海铁路出入境检验检疫局, 上海 200070

分别在走廊前、中、后位置布3个点外,并分别选取2个包厢各2个监测点,共10个监测点;于餐车就餐位置前、后布点,共2个监测点;以上监测点共21个。

1.3 监测项目

微小气候(温度、湿度、风速)、空气质量[二氧化碳(CO₂)、一氧化碳(CO)、可吸入颗粒物(PM₁₀)、噪声、细菌总数]、甲醛等9个项目。

1.4 监测方法和仪器

根据GB/T 17220—1998《公共场所卫生监测技术规范》和《口岸内环境微小气候及空气质量监测工作手册》中相关规定开展,细菌总数采用自然沉降法。温度和相对湿度以310型数位温湿度表(台湾CENTER公司);噪声以815型声级计(德国TESTO AG公司);CO以435型空气质量检测仪(德国TESTO AG公司);CO₂以7001型二氧化碳测定仪(美国TELAIRE公司);PM₁₀以LD-5C型粉尘测定仪(北京绿林创新公司);甲醛以400ST型甲醛测定仪(英国PPM公司);风速以QDF-2B型热球风速计(北京检测仪器有限公司)。另培养皿购自上海科玛嘉微生物技

术有限公司。

1.5 评价方法

根据GB 9673—1996《公共交通工具卫生标准》对列车车厢空气质量进行评价(甲醛根据GB 9672—1996《公共交通等候室卫生标准》进行),监测结果符合上述标准的记为合格,各项目的合格率计算方法:

某监测项目的合格率(%)=
$$\frac{\text{该监测项目合格的样本量}}{\text{该监测项目总样本量}} \times 100$$

1.6 统计学分析

使用SPSS 19.0进行统计分析。因数据量较小,且不符合正态分布,选用统计学方法中的秩和检验Mann-Whitney U两两比较进行分析。

2 结果

2.1 不同季节的车内空气环境状况

鉴于旅客及乘务人员反映冬季与夏季的车内空气环境有很大不同,将各卫生学项目的检测结果根据不同季节分别统计。由表1可见,夏季温度、相对湿度、风速、CO₂、PM₁₀、噪声、细菌总数与冬季比较,差异有统计学意义($P<0.01$)。

表1 不同季节各项目的差异性分析

检测项目	冬季				夏季			
	标准值	样本量	检测值($\bar{x} \pm s$)	合格率(%)	标准值	样本量	检测值($\bar{x} \pm s$)	合格率(%)
温度(℃)	18-20	504	19.99 ± 2.34	23.21	24-28	252	24.84 ± 2.31 [△]	57.14
相对湿度(%)	40-70	504	58.02 ± 7.75	93.25	40-70	252	64.55 ± 9.64 [△]	68.25
风速(m/s)	≤ 0.5	504	0.18 ± 0.15	91.67	≤ 0.5	252	0.16 ± 0.12 [△]	97.22
CO ₂ (%)	≤ 0.15	504	0.14 ± 0.06	61.90	≤ 0.15	252	0.12 ± 0.04 [△]	83.73
CO(mg/m ³)*	≤ 10	504	0	100.00	≤ 10	252	0	100.00
PM ₁₀ (mg/m ³)*	≤ 0.25	504	0.15	85.32	≤ 0.25	252	0.04 [△]	100.00
噪声(dB)	≤ 65	504	55.66 ± 10.06	84.13	≤ 65	252	59.56 ± 7.70 [△]	69.44
甲醛(mg/m ³)*	≤ 0.12	504	0.02	98.61	≤ 0.12	189	0.02	97.35
细菌总数(个/皿)*	≤ 40	168	3	99.40	≤ 40	72	5 [△]	100.00

[注]*: 检测值的均数≤标准差,用中位数表示。△: 与冬季比较, $P<0.01$ 。细菌总数在列车由香港返回上海后监测。

2.2 冬季行车过程中车厢内的空气质量

冬季共开展监测8次,得到4200个监测数据。除CO全部合格外,其他项目均出现超标情况,其中温度合格率最低。对各项目检测值进行Mann-Whitney U两两比较^[2],将上客前作为控制组,行车中和到站前分别与上客前比较,发现行车中与到站前的温度、风速、CO₂、PM₁₀、噪声、甲醛与上客前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$ 或 $P<0.01$);而行车中的相对湿度与上客前比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。在冬季,行车时间对沪九直通客车车内微小气候及空气质量具有一定影响,见表2。

2.3 夏季行车过程中车厢内的空气质量

夏季共开展监测4次,得到2106个监测数据。CO、PM₁₀、细菌总数均合格,对各项目检测值进行Mann-Whitney U两两比较^[2],发现行车中与到站前的CO₂、噪声与上客前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$ 或 $P<0.01$);到站前的温度和甲醛、行车中的PM₁₀与上客前比较,差异有统计学意义($P<0.01$ 或 $P<0.05$)。在夏季,行车时间对沪九直通客车车厢相对湿度、风速的影响不显著,而对温度、CO₂、PM₁₀、噪声、甲醛具有一定影响,见表3。

表2 冬季车厢空气中各项目监测情况

监测项目	上客前			行车中			到站前		
	样本量	检测值($\bar{x} \pm s$)	合格率(%)	样本量	检测值($\bar{x} \pm s$)	合格率(%)	样本量	检测值($\bar{x} \pm s$)	合格率(%)
温度(℃)	168	18.51 ± 2.47	4.17	168	20.20 ± 2.10 ^{##}	51.79	168	21.26 ± 1.48 ^{##}	13.69
相对湿度(%)	168	57.45 ± 4.38	98.81	168	57.98 ± 10.66 [#]	83.93	168	58.63 ± 6.88	97.02
风速(m/s)	168	0.14 ± 0.06	100.00	168	0.22 ± 0.18 ^{##}	87.50	168	0.19 ± 0.17 [#]	87.50
CO ₂ (%)	168	0.08 ± 0.02	99.40	168	0.15 ± 0.05 ^{##}	55.36	168	0.19 ± 0.06 ^{##}	26.19
CO(mg/m ³)*	168	0	100.00	168	0	100.00	168	0	100.00
PM ₁₀ (mg/m ³)	168	0.11 ± 0.05	98.21	168	0.20 ± 0.12 ^{##}	81.55	168	0.22 ± 0.13 ^{##}	76.19
噪声(dB)	168	47.25 ± 8.90	94.05	168	58.54 ± 6.31 ^{##}	85.71	168	61.18 ± 8.70 ^{##}	72.62
甲醛(mg/m ³)*	168	0.02	99.40	168	0.01 ^{##}	100.00	168	0.01 [#]	96.43
细菌总数(个/皿)*	—	—	—	—	—	—	168	3	99.40

[注]*: 检测值的均数≤标准差, 用中位数表示。与上客前比较, #: $P < 0.05$; ##: $P < 0.01$ 。细菌总数在列车由香港返回上海后检测。

表3 夏季车厢空气中各项目监测情况

监测项目	上客前			行车中			到站前		
	样本量	检测值($\bar{x} \pm s$)	合格率(%)	样本量	检测值($\bar{x} \pm s$)	合格率(%)	样本量	检测值($\bar{x} \pm s$)	合格率(%)
温度(℃)	84	25.20 ± 2.21	60.71	84	24.74 ± 2.48	50.00	84	24.58 ± 2.22 [#]	60.71
相对湿度(%)	84	64.34 ± 12.67	58.33	84	64.83 ± 8.92	64.29	84	64.49 ± 6.41	82.14
风速(m/s)	84	0.17 ± 0.13	95.24	84	0.17 ± 0.10	98.81	84	0.15 ± 0.13	97.62
CO ₂ (%)	84	0.10 ± 0.03	88.10	84	0.12 ± 0.04 ^{##}	86.90	84	0.13 ± 0.06 ^{##}	72.62
CO(mg/m ³)*	84	0	100.00	84	0	100.00	84	0	100.00
PM ₁₀ (mg/m ³)	84	0.07 ± 0.06	100.00	84	0.03 ± 0.02 ^{##}	100.00	84	0.07 ± 0.05	100.00
噪声(dB)	84	57.33 ± 8.89	79.76	84	61.23 ± 6.58 ^{##}	60.71	84	60.12 ± 6.98 [#]	67.86
甲醛(mg/m ³)*	63	0.02	92.06	63	0.02	100.00	63	0.01 ^{##}	100.00
细菌总数(个/皿)	—	—	—	—	—	—	63	6.01 ± 4.57	100.00

[注]*: 检测值的均数≤标准差, 用中位数表示。与上客前比较, #: $P < 0.05$; ##: $P < 0.01$ 。细菌总数在列车由香港返回上海后检测, 甲醛和细菌总数共检测3次。

3 讨论

沪九直通客车车厢内微小气候及空气质量各卫生学项目监测合格率总体不高, 冬季时只有CO全部合格, 夏季时CO、PM₁₀、甲醛(行车中和到站前)、细菌总数均合格。冬季温度的合格率尤其低, 上客前合格率仅为4.17%, 可能是由于列车停靠在站台上有一段时间无法供电, 导致冬季车厢温度短时低于国家标准, 而通常, 冬季列车的行车中及到站前的温度常略高于国家标准, 而夏季列车行车中和到站前温度常略低于国家标准, 说明车厢空调的调节力度较大, 可适当降低。

甲醛对人体健康的影响主要表现在嗅觉异常、刺激、过敏、肺功能异常、免疫功能异常等方面。长期低浓度接触甲醛气体, 可出现头痛、头晕、乏力、两侧不对称感觉障碍和排汗过剩以及视力障碍, 且能抑制汗腺分泌, 导致皮肤干燥皲裂, 国际癌症研究所(IARC)已将甲醛列为确定的人类致癌物(I类)^[3]。本次监测(上客前、行车中、到站前)甲醛合格率冬季分别为99.4%、100%、96.43%, 夏季分别为92.06%、100%、100%, 有超标现象。

空气中的灰尘微粒和飞沫是空气微生物致病的主要媒介, 室内空气中细菌量与人员流动有一定的关系, CO₂在高浓度时对呼吸中枢产生抑制甚至麻痹作用, 使人产生不适^[4]。此次监测(上客前、行车中、到站前)中, 冬季CO₂合格率分别为99.40%、55.36%、26.19%, PM₁₀合格率分别为98.21%、81.55%、76.19%, 均呈明显下降趋势; 而夏季的PM₁₀检测值随着行车时间的延长呈现先增后减的变化趋势, 说明空调列车车厢内旅客活动对车厢空气质量具有一定影响。同时PM₁₀和细菌总数的超标是引起传染病孳生和传播的重要原因, 建议定期使用空气清洁剂进行消毒, 控制车厢空气中细菌和颗粒物的污染^[5]。

车厢的微小气候及空气质量受季节的影响较大, 差异显著。与上客前相比, 冬季行车中及到站前车厢的温度、风速、CO₂、PM₁₀、噪声、甲醛6个监测项目均值较高; 夏季行车中与到站前的CO₂、噪声与上客前相比, 差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。冬季车内空气质量随着乘坐时间的推移变化较夏季更为明显。

在空气质量不佳的车厢内停留较长时间, 会影响
(下转第346页)

- Rheumatol, 2012, 24(2): 127-131.
- [4] Nakaya I, Namikoshi T, Tsuruta Y, et al. Management of asymptomatic hyperuricemia in patients with chronic kidney disease by Japanese nephrologists: a questionnaire survey[J]. Nephrology, 2011, 16(5): 518-521.
- [5] Kanbay M, Solak Y, Dogan E, et al. Uric acid in hypertension and renal disease: the chicken or the egg? [J]. Blood Purif, 2010, 30(4): 288-295.
- [6] 中国医师协会心血管内科医师分会, 中国医师协会循证医学专业委员会. 无症状高尿酸血症合并心血管疾病诊治建议中国专家共识[J]. 中国当代医药, 2009, 16(24): 4-8.
- [7] Heinig M, Johnson R J. Role of uric acid in hypertension, renal disease, and metabolic syndrome[J]. Cleve Clin J Med, 2006, 73(12): 1059-1064.
- [8] 邱明才, 马中书. 痛风与X综合征[J]. 医师进修杂志, 1998, 21(6): 287-289.
- [9] 刘军莲, 高建义, 李勇枝, 等. 飞行员疾病谱研究进展[J]. 航天医学与医学工程, 2011, 24(2): 151-156.
- [10] 刘晶, 王露今, 付兆君, 等. 425例飞行人员高尿酸血症的患病调查及分析[J]. 华南国防医学杂志, 2009, 23(6): 18-20.
- [11] 李海龙, 刘阳. 飞行人员高尿酸血症的认知情况调查及分析[J]. 航空航天医学杂志, 2011, 22(3): 276-277.
- [12] 潘晓玲, 王天华. 空军飞行员与普通人群尿酸值的比较观察[J]. 中国疗养医学, 2011, 20(8): 760.
- [13] 陈喜林, 李惠荣, 李惠香. 疗养飞行人员高尿酸血症发病状况调查[J]. 临床军医杂志, 2010, 38(5): 880; 882.
- [14] Grobner W. How to treat hyperuricemia and gout attacks in compensated kidney failure? [J]. Dtsch Med Wochenschr, 2002, 127(11): 576.
- [15] Han H J, Lim M J, Lee Y J, et al. Uric acid inhibits renal proximal tubule cell proliferation via at least two signaling pathways involving PKC, MAPK, cPLA2, and NF-kappaB [J]. Am J Physiol Renal Physiol, 2007, 292(1): F373-381.
- [16] 何清. 高尿酸血症和痛风的诊断与治疗[J]. 中国临床医生, 2009, 37(1): 11-13.
- [17] 王海燕. 肾脏病学(第3版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [18] Avram Z, Krishnan E. Hyperuricaemia: where nephrology meets rheumatology [J]. Rheumatology (Oxford), 2008, 47(7): 960-964.
- [19] Feig D I, Rodriguez-Iturbe B, Nakagawa T, et al. Nephron number, uric acid, and renal microvascular disease in the pathogenesis of essential hypertension [J]. Hypertension, 2006, 48(1): 25-26.
- [20] Johnson R J, Kang D H, Feig D, et al. Is there a pathogenetic role for uric acid in hypertension and cardiovascular and renal disease? [J]. Hypertension, 2003, 41(6): 1183-1190.

(收稿日期: 2014-05-19)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 张晶; 校对: 汪源)

(上接第342页)

乘客的舒适感觉并可能出现身体不适^[6], 此次研究结果显示, 沪九直通客车车内微小气候及空气质量有待改善, 行车时间的增加和季节的不同对车内微小气候及空气质量具有一定影响, 建议加强新风量的补充, 定期清洗空调送风口等, 为旅客及乘务人员创造一个更加舒适的乘车环境。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1] 曹进, 费晓洁, 蔡建平. 对旅客列车空气质量监督管理的思考[J]. 中国卫生监督, 2006, 13(6): 453-455.
- [2] 张文彤. SPSS 11 统计分析教程(基础篇)[M]. 北京: 北京

希望电子出版社, 2002: 251-253.

- [3] 胡国能, 王海亮, 张澍. 国际航行客轮微小气候及空气质量分析[J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2006, 29(4): 222-224.
- [4] 袁静, 陶明锐, 李培超, 等. 济南铁路局部分旅客空调列车空气质量检测结果分析[J]. 预防医学论坛, 2011, 17(4): 352-354.
- [5] 张志特, 宣晓刚. 某局旅客空调列车空气质量现状调查[J]. 铁路节能环保与安全卫生, 2012, 2(4): 202-203.
- [6] 杨裕祯, 于莹莹, 王育珩, 等. 广藏列车空气质量及乘客主观舒适度的分析[J]. 华南预防医学, 2011, 37(4): 14-18.

(收稿日期: 2014-05-14)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 张晶; 校对: 张晶)