

2017 年广东省东莞市地铁列车车厢环境卫生状况调查

杜济民, 赵建军, 黄岸仲, 欧建辉

东莞市疾病预防控制中心, 广东 东莞 523000

摘要: **目的** 了解东莞市地铁列车车厢环境卫生状况, 为预防疾病传播提供科学依据。 **方法** 2017 年对东莞市正在运营的地铁列车车厢内环境空气质量、列车把手表面微生物开展监测, 分析空调制冷季与空调非制冷季、列车高峰期与非高峰期、车站外环境与列车车厢之间的差异。 **结果** 除部分列车温度、噪声、列车扶手表面细菌总数指标出现超标外, 大部分监测指标符合相关卫生标准要求。空调非制冷季一氧化碳、二氧化碳、空气细菌总数高于空调制冷季, 而空调非制冷季扶手表面细菌总数低于空调制冷季, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。高峰期扶手表面细菌总数高于非高峰期, 而列车空气细菌总数低于非高峰期, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。车站外环境温度、风速高于列车车厢, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。 **结论** 噪声过高、温度不达标、列车扶手表面细菌总数超标等问题对地铁列车车厢环境卫生状况产生影响, 要针对监测中发现的问题加强列车日常卫生管理工作。

关键词: 列车车厢; 卫生状况; 调查

中图分类号: R126.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-3110(2019)03-0357-03 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2019.03.030

广东省东莞市首条地铁线于 2016 年 5 月开通运营, 大大方便了该市市民的出行。地铁作为特殊公共场所, 具有密闭性、自然通风不足的特点, 不利于环境污染物的稀释, 特别是列车车厢, 相对更为封闭, 对乘客的健康有较大影响^[1]。因此, 地铁这个较封闭的公共场所应给予高度重视, 地铁管理部门应加强地铁日常管理, 避免大规模公共卫生突发事件的发生^[2]。为掌握东莞市地铁列车车厢的环境卫生状况, 了解主要危害因素, 并提出控制措施, 保障市民身体健康, 在 2017 年对该地铁线的列车车厢内环境空气质量、列车扶手表面微生物开展监测工作。

1 对象与方法

1.1 监测对象 按照地铁线站内集中空调通风系统制冷工况是否开启, 分空调制冷季或空调非制冷季, 其中空调制冷季选择 6 月、8 月, 空调非制冷季选择 10 月、12 月, 对东莞市正在运营的地铁的列车车厢和车站外环境开展四次监测。每次分高客流 (7:30-9:30 及 17:30-19:30) 和低客流 (除高客流的另外时段) 二个时段对北往西南、西南往北二个方向的列车车厢前、中、后三段进行监测, 同时对车站出入口等外环境进行监测。

1.2 监测项目 列车车厢监测项目: 温度、风速、可吸入颗粒 (inhalable particles, PM_{10})、噪声、电磁辐射、

放射性氡及其子体, 总有机污染物 (total volatile organic compounds, TVOC)、一氧化碳 (carbon monoxide, CO)、二氧化碳 (carbon dioxide, CO_2)、二氧化硫 (sulfur dioxide, SO_2)、二氧化氮 (nitrogen dioxide, NO_2)、空气细菌总数、列车扶手表面菌落总数及大肠菌群。车站外环境监测项目: 温度、风速、可吸入颗粒 (PM_{10})、电磁辐射。

1.3 监测仪器 温度: CENTER315 型数字温湿度计; 风速: KANOMAX 6004 型数字风速仪; 可吸入颗粒物: LD-5C (B) 型微电脑激光粉尘仪; 噪声: AWA6218C 型噪声统计分析仪; 一氧化碳和二氧化碳: GXH-3010/3011AE 型 CO 、 CO_2 红外线分析仪; 电磁辐射: SMP600 电磁辐射分析仪; 总有机污染物: 美国华瑞 PGM-7300VOC 总有机污染物监测仪; 放射性氡及其子体: 美国 SUNNUCLEAR 1027 测氡仪; 二氧化硫: 美国 ESC Z-1300 SO_2 监测仪; 氮氧化物: 美国 ESC Z-1400 NO_2 监测仪。

1.4 采样方法 按照 GB/T 18204.6-2013《公共场所卫生检验方法第 6 部分: 卫生监测技术规范》的要求采样。

1.5 评价标准 列车车厢的一般监测指标参照 GB 9673-1996《公共交通工具卫生标准》评价; 放射性氡及其子体、总有机污染物、二氧化硫、二氧化氮等项目参照 GB/T 18883-2002《室内空气质量标准》; 电磁辐射参照 GB 8702-2014《电磁环境控制限值》。列车扶手表面菌落总数及大肠菌群参照 GB 9663-1996《旅店业卫生标准》中的“公共用品清洗消毒判定标准”。

作者简介: 杜济民 (1981-), 男, 本科学历, 主管医师, 主要从事公共卫生监测工作。

1.6 统计分析 利用 Epi Data 3.1 建立数据库,运用 Excel 2003 对数据进行统计分析。计量资料采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$) (正态分布)或 $M(P_{25},P_{75})$ (非正态分布)进行统计描述,计数资料采用构成比进行统计描述,两组数据的组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

2 结 果

2.1 基本情况 该地铁线路是一条由北部至西南方向的市域轨道交通快速干线,该线覆盖 7 个市辖区,运营里程 37.8 km,共设车站 15 座,其中地下二层岛式站台车站 14 座,高架站 1 座。运输选择轨道交通 B 型车,每车每侧 3 个车门,最高运行速度 120 km/h,设计最大输送能力可以达到 2.74 万人次/h。2017 年早高峰平均客流量 846 人次/h,晚高峰平均客流量 1 017

人次/h,参照设计运输能力,目前该线路客流负荷处于低水平。

2.2 各指标总体监测情况 所监测的部分列车温度、噪声不符合 GB 9673-1996《公共交通工具卫生标准》的要求,列车扶手表面细菌总数不符合 GB 9663-1996《旅店业卫生标准》中的“公共用品清洗消毒判定标准”要求。其余风速、可吸入颗粒、一氧化碳、二氧化碳、电磁辐射、放射性氡及其子体、总有机污染物、二氧化硫、二氧化氮、空气细菌总数、列车扶手表面大肠菌群等指标符合相关标准要求。

经秩和检验,空调非制冷季一氧化碳、二氧化碳、空气细菌总数高于空调制冷季,差异有统计学意义 ($P<0.05$);空调非制冷季扶手表面细菌总数低于空调制冷季,差异有统计学意义 ($P<0.05$)。其余指标差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表 1。

表 1 空调制冷季与空调非制冷季车厢空气质量检测结果 (n=96)

项目	卫生限值	空调制冷季		空调非制冷季		Z 值	P 值
		$M(P_{25}\sim P_{75})$	合格率 (%)	$M(P_{25}\sim P_{75})$	合格率 (%)		
温度(℃)	24~28	24.15(23.50~24.50)	75.00	23.80(22.65~24.30)	50.00	-1.53	0.127
风速(m/s)	≤0.5	0.20(0.15~0.39)	100.00	0.21(0.15~0.38)	100.00	-0.29	0.775
一氧化碳(mg/m ³)	≤10	0.44(0.33~0.52)	100.00	0.44(0.33~0.55)	100.00	-2.06	0.039
二氧化碳(%)	≤0.15	0.05(0.05~0.06)	100.00	0.06(0.05~0.07)	100.00	-3.31	0.001
噪声(dB)*	≤70	82.40(82.40±3.16)	0.00	82.35(82.35±2.66)	0.00	-0.81	0.420
可吸入颗粒物(mg/m ³)	≤0.25	0.05(0.05~0.07)	100.00	0.06(0.05~0.07)	100.00	-1.20	0.230
二氧化硫(mg/m ³)	≤0.50	0.01(0.01~0.02)	100.00	0.01(0.01~0.03)	100.00	-0.25	0.805
二氧化氮(mg/m ³)	≤0.24	0.04(0.03~0.05)	100.00	0.05(0.03~0.08)	100.00	-0.22	0.830
电磁辐射 E(V/m)	≤4 000	0.66(0.49~1.10)	100.00	0.62(0.50~1.23)	100.00	-0.25	0.806
总有机污染物(mg/m ³)	≤0.60	0.23(0.17~0.26)	100.00	0.19(0.14~0.27)	100.00	-0.64	0.526
放射性氡及其子体(Bq/m ³)	≤400	42.60(41.05~44.03)	100.00	42.30(41.43~43.78)	100.00	-0.04	0.971
空气细菌总数(cfu/皿)	≤75	1.50(1.00~3.00)	100.00	2.50(1.25~4.00)	100.00	-3.22	<0.001
扶手表面细菌总数(cfu/25cm ³)	<200	15.00(5.00~47.50)	81.25	5.00(5.00~20.00)	100.00	-2.89	<0.001
扶手表面大肠菌群(50cm ³)	不得检出	未检出	100.00	未检出	100.00	-	-

注:* 噪声指标符合正态分布采用($\bar{x}\pm s$)描述,两两比较采用两随机样本的 t 检验。

2.3 列车高峰期与非高峰期的空气质量状况比较 经秩和检验,高峰期扶手表面细菌总数高于非高峰期,差异有统计学意义 ($P<0.05$);高峰期列车空气细菌总

数低于非高峰期,差异有统计学意义 ($P<0.05$)。其余指标差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表 2。

表 2 列车高峰期与非高峰期的空气质量状况 (n=96)

项目	卫生限值	高峰期		非高峰期		Z 值	P 值
		$M(P_{25}\sim P_{75})$	合格率 (%)	$M(P_{25}\sim P_{75})$	合格率 (%)		
温度(℃)	24~28	24.05(23.13~24.38)	62.50	24.05(22.68~24.45)	58.33	-0.15	0.883
风速(m/s)	≤0.5	0.21(0.15~0.38)	100.00	0.20(0.15~0.39)	100.00	-0.25	0.800
一氧化碳(mg/m ³)	≤10	0.44(0.36~0.55)	100.00	0.44(0.33~0.55)	100.00	-1.72	0.085
二氧化碳(%)	≤0.15	0.05(0.05~0.06)	100.00	0.05(0.05~0.06)	100.00	-1.89	0.058
噪声(dB)*	≤70	82.25(80.50~84.25)	0.00	82.35(79.78~83.88)	0.00	-0.54	0.590
可吸入颗粒物(mg/m ³)	≤0.25	0.58(0.05~0.07)	100.00	0.05(0.05~0.07)	100.00	-0.81	0.420
二氧化硫(mg/m ³)	≤0.50	0.01(0.01~0.03)	100.00	0.69(0.48~1.23)	100.00	-0.25	0.805
二氧化氮(mg/m ³)	≤0.24	0.04(0.03~0.09)	100.00	0.01(0.01~0.02)	100.00	-0.07	0.944
电磁辐射 E(V/m)	≤4 000	0.64(0.50~1.27)	100.00	0.04(0.03~0.10)	100.00	-0.24	0.812
总有机污染物(mg/m ³)	≤0.60	0.21(0.14~1.27)	100.00	0.22(0.18~0.26)	100.00	-0.65	0.516
放射性氡及其子体(Bq/m ³)	≤400	42.40(41.33~44.03)	100.00	42.65(41.20~43.80)	100.00	-0.22	0.829
空气细菌总数(cfu/皿)	≤75	2.50(1.25~3.75)	100.00	1.50(1.00~3.00)	100.00	-3.17	0.002
扶手表面细菌总数(cfu/25cm ³)	<200	15.00(5.00~40.00)	81.25	5.00(5.00~27.50)	100.00	-1.98	0.008
扶手表面大肠菌群(50cm ³)	不得检出	未检出	100.00	未检出	100.00	-	-

2.4 车站外环境与列车车厢空气质量状况比较 经秩和检验,车站外环境温度、风速高于列车车厢,差异有统计学意义($P<0.05$)。其余指标差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3。

表 3 车站外环境与列车车厢空气质量状况

监测指标	车站外环境		列车车厢		Z 值	P 值
	卫生限值	$M(P_{25} \sim P_{75})$	卫生限值	$M(P_{25} \sim P_{75})$		
温度(℃)	-	27.30(19.80~28.20)	24~28	24.05(23.13~24.38)	-4.37	<0.001
风速(m/s)	-	0.45(0.21~1.00)	≤0.5	0.21(0.15~0.38)	-3.92	<0.001
可吸入颗粒物(mg/m ³)	-	0.06(0.04~0.80)	≤0.25	0.05(0.05~0.07)	-0.37	0.715
电磁辐射 E(V/m)	-	0.54(0.50~0.71)	≤4 000	0.67(0.49~1.25)	-0.70	0.483

3 讨 论

目前针对城市地铁的环境卫生状况研究集中于地铁站厅、站台、集中空调通风系统等方面,而对地铁列车车厢的环境卫生状况研究国内报道较少。本次调查发现该城市地铁列车车厢环境卫生状况良好,除部分温度、噪声、列车扶手表面细菌总数出现超标外,其余大部分监测指标符合相关要求。其中列车运行时产生的电磁辐射强度符合标准,大气污染物二氧化硫、二氧化氮符合标准,列车建造、装修等材料产生的总有机污染物、放射性氡及其子体等符合标准,均未对人员造成健康影响。

本次监测噪声指标超标率为 100%,高于刘慧等^[1]报道的广州地铁五号线噪声超标率(81.74%)。噪声是影响车厢环境的重要物理因素,较高的噪声会对乘客产生不适感,甚至对敏感人群产生健康危害。分析其来源,考虑与车厢内广播、车轮和钢轨冲击以及车身周围空气动力产生噪声有关。不同月份的 4 次监测中,温度出现不同程度超标,这可能由于没有合理调节列车空调系统所导致,乘客舒适度因此而降低^[3]。目前地铁列车扶手尚无相应的国家卫生标准,暂时参考 GB 9663-1996《旅店业卫生标准》中的“公共用品清洗消毒判定标准”来判定。公共场所是人群相对集中的活动区域,公共场所的设备及物品易被污染^[4]。在空调制冷季的监测中列车扶手表面细菌总数出现超标,空调非制冷季未见超标,而且空调非制冷季扶手表面细菌总数低于空调制冷季,差异有统计学意义($P<0.05$),这可能由于空调制冷季(6 月和 8 月)天气较炎热,细菌容易繁殖,加之对列车扶手清洁消毒不彻底导致。空调非制冷季一氧化碳、二氧化碳、空气细菌总数高于空调制冷季,差异有统计学意义($P<0.05$),这可能由于空调非制冷季仅使用低流量全新风系统,气体

交换不足且未对新风进行前处理所致。

列车空气细菌总数、扶手表面细菌总数高峰期的监测数值高于非高峰期,而且二者差异有统计学意义。室内空气细菌主要来源于人体呼吸咳嗽以及人群身体与站内设施车厢等的接触^[5]。客流高峰期,人员较为密集,导致细菌总数监测值相对较高。车站外环境与列车车厢中温度、风速差异有统计学意义($P<0.05$),虽然可吸入颗粒物的差异不明显,但列车的监测数值比外环境也有所降低。说明经过车站及列车的集中空调通风系统空气调节后,空气质量有所改善,提高了人体舒适感。

针对本次调查发现的问题,提出以下几点建议:①对于列车上噪声过高的问题,列车管理方可以组织研究各种可行的减噪办法,包括降低列车广播音量、采用无缝钢轨、各种降噪声设备、提高车辆密闭性能等等;②加强列车集中空调通风系统日常管理,可以根据不同季节和客流量对系统进行合理调节,避免温度等微小气候出现不合格情况;③加强对列车上的易污染区域,特别是乘客易于接触的扶手、把手等位置进行清洁消毒,减少微生物交叉污染,预防各类疾病的传播。

参考文献

[1] 刘慧,石同幸,冯文如,等. 广州地铁五号线车站空气质量状况调查与分析[J]. 环境卫生学杂志,2014,41(2):107-110.
[2] 江思力,石同幸,吕嘉韵,等. 广州市地铁站集中空调通风系统微生物污染状况[J]. 实用预防医学,2016,23(9):1113-1115.
[3] 黄锦叙,张建鹏,潘尚霞,等. 客流量和室外环境对地铁空气质量的影响[J]. 环境卫生学杂志,2015,42(3):252-256.
[4] 丘懿洋,林立新,钟桂红,等. 梅州市 2014-2015 年公共场所公用物品卫生状况调查[J]. 实用预防医学,2017,24(2):221-222.
[5] 刘慧,钟巍,郭重山,等. 广州地铁三号线室内空气卫生状况调查[J]. 现代预防医学,2013,40(7):1233-1235.

收稿日期:2018-06-06