

上海市轨道交通地下车站集中式空调风管清洗效果

郑懿¹, 杨军², 汪萃萃³, 傅懿²

摘要: [目的] 了解上海市轨道交通地下车站集中式空调风管内表面微生物和积尘量污染状况, 以及清洗前后的效果改善情况, 为疾病预防、卫生监督等工作的开展提供科学依据。[方法] 选取上海市轨道交通具有代表性的地下车站, 依据 DB 31/405—2012《公共场所空调通风系统运行卫生要求》进行细菌总数、真菌总数和积尘量的检测。[结果] 共选择代表性车站 30 个, 风管内表面的细菌总数由清洗前的 14.33 cfu/cm² 减少到清洗后的 1.49 cfu/cm², 真菌总数由清洗前的 3.51 cfu/cm² 减少到清洗后的 1.25 cfu/cm², 积尘量由清洗前的 10.08 g/m² 减少到清洗后的 0.45 g/m², 此 3 项指标在清洗前后差异均有统计学意义 ($P < 0.01$)。[结论] 清洗是改善轨道交通地下车站集中式空调通风系统风管内表面污染状况的有效措施。

关键词: 轨道交通; 地下车站; 通风系统; 清洗效果

Effects of Cleansing on Centralized HVAC System Airducts in Underground Stations of Shanghai Rail Transit ZHENG Yi¹, YANG Jun², WANG Cui-cui³, FU Yi² (1. Technology Center of Shanghai Shen-tong Metro Group Co., Shanghai 201103, China; 2. Anhe Environmental Monitoring Technology Co., Shanghai 201613, China; 3. School of Public Health, Fudan University, Shanghai 200032, China). Address correspondence to YANG Jun, E-mail: yangjun5618@126.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To evaluate the contamination with microbes and dust in internal surface of heating, ventilating, and air conditioning (HVAC) airducts in underground stations of Shanghai Rail Transit and the improvement after cleansing; and to provide scientific basis and suggestions for disease prevention and hygiene supervision. [Methods] Representative underground rail stations were selected in Shanghai. The total counts of bacteria, fungi, and the total weight of dust were evaluated according to the *Air conditioning and ventilation system operating health requirements in public places* (DB 31/405—2012). [Results] We chose a total of 30 representative stations. The total counts of bacteria and fungi in the internal surface of airducts decreased from 14.33 cfu/cm² to 1.49 cfu/cm² and 3.51 cfu/cm² to 1.25 cfu/cm² after cleaning respectively. The total weight of dust decreased from 10.08 g/m² to 0.45 g/m² after cleansing. The differences in the three indicators were all statistically significant before and after cleansing ($P < 0.01$). [Conclusion] Airduct cleansing could effectively reduce the HVAC inner surface contamination in underground rail stations.

Key Words: rail transit; underground station; ventilation system; cleansing effect

轨道交通作为一种安全、快捷、大容量的公共交通方式, 对改善人们的出行条件、减少汽车尾气污染, 有着不可替代的作用, 因此地铁已成为上海市居民日常出行的重要交通工具。轨道交通车站大多位于地下一层或二层, 环境相对密闭, 列车和各种机电

设备的运行会产生大量的废热, 使轨道交通系统内的温、湿度更适宜微生物生长繁殖。且集中式空调通风系统通过空调箱向车站公共区内送入冷风, 难免使各类微生物通过空调送风系统进入轨道交通公共区域的空气环境中。相关研究表明, 轨道交通车站空气存在一定程度的生物性污染和挥发性有机物污染^[1-2], 其空气质量及相关影响因素越来越受到人们关注。

本研究拟对上海市轨道交通地下车站集中空调系统风管内表面清洗前后的微生物和积尘量进行监测对比, 评价清洗前后轨道交通地下车站通风空调系统风管内表面的空气质量的改善情况, 为今后上海轨道交通地下车站的环境监测和相关卫生学标准的制定提供依据。

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2015.14121

[基金项目] 申通地铁集团《上海轨道交通地下车站环境质量标准研究科研项目》(编号: JS-KY12R027)

[作者简介] 郑懿 (1985—), 男, 硕士, 工程师; 研究方向: 暖通环控相关研究; E-mail: fydy0210@sina.com

[通信作者] 杨军, E-mail: yangjun5618@126.com

[作者单位] 1. 上海申通地铁集团有限公司技术中心, 上海 201103; 2. 上海安合环境检测技术有限公司, 上海 201613; 3. 复旦大学公共卫生学院, 上海 200032

1 材料与方法

1.1 采样方法

按照客流量、运行方式及使用年限等特征,本课题组选择上海市轨道交通网络6条线路(1、2、4、6、7和9号线)共30个地下车站作为检测对象,其中换乘枢纽站3个(≥ 3 条换乘车站);一般换乘站7个(2条换乘车站);非换乘站20个。采样点均依据DB 31/405—2012《公共场所空调通风系统运行卫生要求》进行选择,选择合适的风管送风口附近风管底壁进行采样。于2013年2月至5月间,在每个车站的公共区通风空调系统和设备管理用房通风空调系统清洗前后,分别对送风口风管内表面进行微生物和积尘量的采样,采样后均对采样点现场加以标注并摄像。清洗过程严格按照WS/T 396—2012《公共场所集中空调通风系统清洗消毒规范》进行。采样布点按照GB/T 17220—1998《公共场所卫生监测技术规范》的要求,采用平行布点法。

1.2 检测指标

主要检测指标为风管内表面的细菌总数、真菌总数和积尘量。具体检测方法及结果评价均依据DB

31/405—2012《公共场所空调通风系统运行卫生要求》执行。

1.3 统计学分析

使用SPSS 11.0统计软件包进行统计分析。对于检测指标在风管内表面清洗前后的变化使用配对 t 检验。

2 结果

2.1 清洗前后细菌总数、真菌总数及积尘量污染状况

检测结果显示,所检测的30个地下车站集中通风空调系统风管内表面的细菌总数、真菌总数在清洗前分别为14.33 cfu/cm²和3.51 cfu/cm²,积尘量在清洗前为10.08 g/m²。除个别车站的细菌总数超标外,所抽检的上海轨道交通地下车站的风管内环节卫生状况在清洗前均符合相关卫生限值的要求。风管内环节的细菌总数由清洗前的14.33 cfu/cm²减少到清洗后的1.49 cfu/cm²;真菌总数由清洗前的3.51 cfu/cm²减少到清洗后的1.25 cfu/cm²,积尘量由清洗前的10.08 g/m²减少到清洗后的0.45 g/m²,此3项指标清洗前后差异均有统计学意义(表1)。

表1 上海轨道交通地下车站空调风管内表面微生物及积尘量污染状况

项目	清洗前($n=347$)			清洗后($n=337$)			t	P
	均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)	最小值	最大值	均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)	最小值	最大值		
细菌总数(cfu/m ²)	14.33 $\pm$ 66.78	0.00	1160.00	1.49 $\pm$ 2.67	0.00	24.00	3.53	0.000
真菌总数(cfu/m ²)	3.51 $\pm$ 10.57	1.00	180.00	1.25 $\pm$ 1.00	1.00	13.00	3.89	0.000
积尘量(g/m ²)	10.08 $\pm$ 6.01	0.40	35.40	0.45 $\pm$ 0.21	0.00	0.90	29.99	0.000

2.2 清洗前后不同采样点微生物和积尘量污染状况

本研究根据采样点的不同对此30个车站的细菌总数、真菌总数和积尘量污染的清洗前后情况进行分析。结果显示,对站台和站厅而言,清洗后细菌总数、

真菌总数和积尘量都得到了显著改善($P<0.01$)。但就设备用房而言,只有积尘量在清洗后有明显改善($P<0.01$),细菌总数和真菌总数清洗前后差异均无统计学意义($P>0.05$)(表2)。

表2 上海轨道交通不同采样点风管内清洗前后微生物和积尘量的比较

采样点	细菌总数(cfu/m ³)						真菌总数(cfu/m ³)						积尘量(g/m ²)					
	清洗前		清洗后		t	P	清洗前		清洗后		t	P	清洗前		清洗后		t	P
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$			n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$			n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$		
站台	171	12.80 $\pm$ 30.46	162	1.59 $\pm$ 1.48	4.668	0.000	171	3.37 $\pm$ 5.50	162	1.28 $\pm$ 1.20	4.661	0.000	171	11.12 $\pm$ 5.81	162	0.48 $\pm$ 0.20	24.115	0.000
站厅	136	9.82 $\pm$ 13.39	136	2.47 $\pm$ 3.33	6.073	0.000	135	2.58 $\pm$ 2.69	135	1.19 $\pm$ 0.71	5.701	0.000	136	8.84 $\pm$ 5.22	135	0.44 $\pm$ 0.21	19.457	0.000
设备用房	32	46.44 $\pm$ 203.68	32	1.59 $\pm$ 2.03	1.245	0.223	32	8.50 $\pm$ 31.50	32	1.38 $\pm$ 1.10	1.275	0.212	32	11.95 $\pm$ 8.03	32	0.31 $\pm$ 0.22	8.265	0.000

2.3 清洗前后不同客流量车站微生物和积尘量污染状况

本研究根据是否为换乘站分别对其风管内环节的细菌总数、真菌总数和积尘量的污染情况进行比较。结果显示,换乘枢纽站和非换乘站风管内表面

细菌总数、真菌总数和积尘量清洗后的卫生状况显著优于清洗前(均 $P<0.05$);但一般换乘站真菌污染情况清洗前后差异无统计学意义($P>0.05$),细菌和积尘量清洗后有明显改善($P<0.01$),见表3。

表3 上海轨道交通不同客流量车站空调风管内表面微生物和积尘量状况

车站类别	细菌总数(cfu/m ³)						真菌总数(cfu/m ³)						积尘量(g/m ²)					
	清洗前		清洗后		t	P	清洗前		清洗后		t	P	清洗前		清洗后		t	P
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$			n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$			n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$		
换乘枢纽站	50	25.30 ± 56.54	40	2.65 ± 4.54	2.511	0.016	50	3.18 ± 2.66	40	1.22 ± 0.89	4.253	0.000	50	14.09 ± 6.05	40	0.48 ± 0.22	14.735	0.000
一般换乘站	207	10.16 ± 14.80	207	2.27 ± 2.84	4.889	0.000	207	4.39 ± 18.81	207	1.29 ± 0.82	1.559	0.122	207	9.32 ± 5.21	207	0.47 ± 0.18	16.682	0.000
非换乘站	90	8.82 ± 11.61	90	1.61 ± 1.51	8.704	0.000	90	3.19 ± 5.26	90	1.24 ± 1.10	5.167	0.000	90	10.03 ± 5.95	90	0.44 ± 0.22	24.062	0.000

3 讨论

本次研究结果表明,上海轨道交通地下车站集中式空调系统风管内环节的细菌总数由清洗前的14.33 cfu/m²下降到清洗后的1.49 cfu/m²($P<0.01$),真菌总数由清洗前的3.51 cfu/m²下降到清洗后的1.25 cfu/m²($P<0.01$)。积尘量由清洗前的10.08 g/m²下降到清洗后的0.45 cfu/m²($P<0.01$),说明清洗是改善轨道交通地下车站空调风管卫生状况的有效手段。进一步的分层分析发现,按不同采样点分类时,清洗后站台站厅细菌总数、真菌总数和积尘量均有显著改善。而设备用房仅积尘量清洗后改善效果明显,细菌总数和真菌总数清洗前后的差异无统计学意义,这可能与设备用房内温度较高,为微生物滋生提供了良好的外在条件,有关部门应采取进一步的清洁措施。按不同车站类别分类时,换乘枢纽站和非换乘站清洗后的细菌总数、真菌总数和积尘量均得到了显著改善,而一般换乘站仅细菌总数和积尘量改善明显,这可能是因为一般换乘站的微生物清洁工作没有像换乘枢纽站一样得到足够的重视,建议加强相关管理。

目前,国内有关地铁车站集中式空调通风系统卫生状况的报道较少,王芳等^[3]对广州市三条地铁线路的车站公共场所集中空调通风系统进行调查与检测,发现广州地铁车站公共场所集中空调通风系统送风空气质量存在一定卫生问题;而刘国红等^[4]对深圳地铁67个地下车站的空气卫生质量进行检测发

现,深圳地铁1-5号线地下车站运营前的空气卫生质量良好。

综上所述,尽管地下车站相对密闭,主要通过集中空调通风系统通风换气,易受到空调系统微生物污染,但总体而言,上海地铁地下车站的细菌总数和真菌总数及积尘量的卫生状况良好,且通风管清洗后的轨道交通环境可得到更大改善,为上海市民的出行增添一份安全保障。下一步应针对性的加强设备用房和一般换乘站微生物的清洁工作。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

[1]李丽,钱春燕,张海云,等.上海市轨道交通系统车站空气质量状况调查[J].环境与职业医学,2011,28(5): 277-280.

[2]张海云,李丽,蒋荣芳,等.上海市地铁车站空气污染监测分析[J].环境与职业医学,2011,28(9): 564-570.

[3]王芳,于莹莹,王育珩,等.地铁车站公共场所集中空调通风系统卫生状况研究[J].铁路节能环保与安全卫生,2013,3(4): 195-198.

[4]刘国红,慈捷元,余淑苑,等.深圳地铁1-5号线地下车站运营前空气卫生质量调查[J].环境与健康杂志,2013,30(12): 1094-1095.

(收稿日期:2014-01-09)

(英文编辑:汪源;编辑:洪琪;校对:葛宏妍)