

上海市公共场所集中空调通风系统卫生状况调查

张莉萍, 倪骏, 陈健, 陈良, 孙广文, 翟清

摘要: [目的] 了解上海市部分新投入使用的大型公共场所集中空调通风系统的卫生状况和污染特征。[方法] 抽取 62 套集中空调通风系统, 依据《公共场所集中空调通风系统卫生规范》对空调系统的卫生指标进行采样检测。[结果] 送风中可吸入颗粒物、细菌总数、真菌总数、 β -溶血性链球菌合格率分别为 95.2%、87.1%、85.5%、100.0%; 风管内表面积尘量、细菌总数、真菌总数合格率分别为 90.3%、90.3%、91.9%; 冷凝水中嗜肺军团菌的合格率为 100.0%, 冷却水中嗜肺军团菌的阳性率为 61.5%, 主要菌型为 1 型。集中空调部分指标卫生状况存在相关性及季节性差异。[结论] 上海市部分新投入使用的公共场所集中空调通风系统卫生状况存在问题。今后应加强各指标之间的相关性研究, 优化评价指标体系, 依据季节差异加强夏季、冬季的卫生管理。

关键词: 集中空调通风系统; 卫生调查; 公共场所

Hygienic Survey of Central Air Conditioning Ventilation Systems in Public Places of Shanghai ZHANG Li-ping, NI Jun, CHEN Jian, CHEN Liang, SUN Guang-wen, ZHAI Qing (Environmental & Occupational Health Evaluation Department, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To understand the hygienic status and contamination characteristics of central air conditioning ventilation systems before commencement of commercial operation in public places of Shanghai. [Methods] The hygienic indices of 62 selected central air conditioning ventilation systems were detected according to the *Hygiene Specification for Central Air Conditioning Ventilation System in Public Buildings*. [Result] The qualified rates of PM₁₀, total bacteria, total fungi, and β -hemolytic streptococcus bacteremia in the supply air samples were 95.2%, 87.1%, 85.5%, and 100.0%, respectively. The qualified rates of accumulated dust mass, total bacteria, and total fungi on the internal surface of ventilation ducts were 90.3%, 90.3%, and 91.9%, respectively. *Legionella pneumophila* was not detected in the condensed water samples, but 61.5% of the cooling water samples were positive for *Legionella pneumophila* and the main type was Lp1. There were correlation variations and seasonal changes among hygienic indices of central air conditioning systems. [Conclusion] Hygienic issues exist in some newly installed public central air conditioning ventilation systems before commercial operation. More efforts should be directed toward future studies on the inter-index correlations to optimize evaluation index systems. Given the seasonal changes, strengthened health supervision in summer and winter would be more appropriate.

Key Words: central air conditioning ventilation systems; hygienic survey; public place

随着我国经济的不断发展, 各地公共场所数量不断增加, 越来越多的公共场所使用集中空调通风系统调节室内微气候, 然而集中空调通风系统在提供舒适的室内环境的同时, 如果安装、运行、管理不当也会带来一些卫生安全隐患, 产生污染问题^[1-11]。本次研究, 旨在了解新投入使用的大型公共场所集中空调通风系统的卫生状况, 并对卫生指标的相关性、季节性进行初步探讨。

1 材料与方法

1.1 研究对象

以某年度本单位承担竣工验收的大型公共场所项目中的

62 套集中空调通风系统为研究对象, 进行卫生学检测, 并对集中空调系统专职管理人员进行问卷调查。

1.2 调查方法

采用问卷调查的方式, 面对面调查空调系统专职管理人员相关管理措施及落实情况, 相关内容包括空调系统的基本情况、投入使用时间、卫生管理制度、清洗消毒记录以及新风口、机房和空调风管系统的设置情况等^[4, 11]。

1.3 采样与检测方法

每套系统选择 5 个送风口和 5 个风管断面进行卫生学检测。风管内表面、送风中的污染物指标及冷凝水、冷却水中的嗜肺军团菌相关指标采样及检测按照《公共场所集中空调通风系统卫生规范》的方法进行。

1.4 评价标准

风管内表面、送风中的污染物指标及冷凝水、冷却水中的嗜肺军团菌相关指标按照《公共场所集中空调通风系统卫

[作者简介] 张莉萍 (1979—), 女, 硕士, 主管技师; 研究方向: 建设项目卫生学检测与评价; E-mail: lpzhang_2@scdc.sh.cn

[作者单位] 上海市疾病预防控制中心环境职业场所卫生评价科, 上海 200336

生物学评价规范》进行评价。检测结果的参考标准值分别为：送风中可吸入颗粒物 $\leq 0.08 \text{ mg/m}^3$ ，送风中细菌总数、真菌总数 $\leq 500 \text{ cfu/m}^3$ ，送风中 β -溶血性链球菌不得检出，风管内表面积尘量 $\leq 20 \text{ g/m}^2$ ，风管内表面细菌总数、真菌总数 $\leq 100 \text{ cfu/cm}^2$ ，冷却水、冷凝水中不得检出嗜肺军团菌。

1.5 统计分析

采用 Excel 2007 录入数据，使用 SPSS 19.0 统计软件进行 Kruskal-Wallis H 秩和检验和 Spearman 等级相关检验。

2 结果

2.1 基本情况

本次研究的 62 套集中空调通风系统涉及公共交通场所 22 套 (35.5%)、医院 9 套 (14.5%)、酒店 10 套 (16.1%)、商场 8 套 (12.9%)、办公场所 11 套 (17.7%)、文化娱乐场所 2 套 (3.2%)，使用空调类型为一次回风全空气系统及空气-水系统，见表 1。11 套集中空调通风系统使用年限为 2~3 年，其余 51 套集中空调通风系统的使用年限为 0~1 年。各项目从开始运营到本次调查前均未对集中空调通风系统的送(回)风管进行过全面清洗。

表 1 研究对象基本情况一览表

场所	数量 (套)	所占比例 (%)	空调类型	冷却塔
公共交通	22	35.5	一次回风全空气系统	设置
医院	9	14.5	空气-水系统	2 套设置、7 套未设置
酒店	10	16.1	空气-水系统	设置
商场	8	12.9	一次回风全空气系统	设置
办公	11	17.7	一次回风全空气系统	设置
文化娱乐	2	3.2	空气-水系统	未设置

表 3 部分公共场所集中空调通风系统检测合格率 (%)

场所	数量(套)	送风				风管内表面			嗜肺军团菌	
		PM ₁₀	细菌总数	真菌总数	β -溶血性链球菌	积尘量	细菌总数	真菌总数	冷凝水	冷却水
公共交通	22	86.4	81.8	86.4	100.0	77.3	86.4	81.8	100.0	36.4
医院	9	100.0	88.9	77.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100($n=1$)*
酒店	10	100.0	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100($n=1$)*
商场	8	100.0	87.5	75.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	—
办公	11	100.0	81.2	90.9	100.0	90.9	72.7	72.7	100.0	0($n=2$)*
文化娱乐	2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	—
合计	62	95.2	87.1	85.5	100.0	90.3	90.3	91.9	100.0	38.5

[注] 因为季节原因部分系统未采集到冷凝水、冷却水，未对嗜肺军团菌做检测；*：采集到的样本数。

表 4 集中空调通风系统检测指标相关性分析

检测指标	送风中可吸入颗粒物	送风中细菌总数	送风中真菌总数	风管内表面积尘量	风管内表面细菌总数	风管内表面真菌总数
送风中可吸入颗粒物	1.000	-0.072	0.068	-0.057	-0.195	-0.169
送风中细菌总数	-0.072	1.000	0.449#	-0.050	0.069	0.045
送风中真菌总数	0.068	0.449#	1.000	0.008	-0.020	-0.047
风管内表面积尘量	-0.057	-0.050	0.008	1.000	0.378#	0.355#
风管内表面细菌总数	-0.195	0.069	-0.020	0.378#	1.000	0.820#
风管内表面真菌总数	-0.169	0.045	-0.047	0.355#	0.820#	1.000

[注] #： $P < 0.05$ 。

2.2 集中空调通风系统的卫生管理状况

抽取的 62 套集中空调通风系统，均未制定预防空气性疾病传播的应急预案及设置净化消毒装置，11.3% 新风口与污染源距离较近，11.3% 送(回)风口表面有灰尘，17.7% 机房堆放杂物，见表 2。

表 2 部分公共场所通集中空调通风系统卫生管理状况

调查项目	符合		不符合	
	n	率(%)	n	率(%)
集中空调通风系统的新风量应当直接来自室外	58	93.5	4	6.5
新风口应远离冷却塔、建筑物的排风口和其他污染源	55	88.7	7	11.3
送(回)风口保持风口表面清洁	55	88.7	7	11.3
空调机房内应保持清洁、干燥，严禁存放无关物品	51	82.3	11	17.7
有管理制度	62	100.0	0	0.0
能定期清洗过滤网、过滤器、冷却塔	62	100.0	0	0.0
有预防空气性疾病传播的应急预案	0	0.0	62	100.0
有净化消毒装置	0	0.0	62	100.0

2.3 集中空调通风系统的污染状况

由表 3 可见，送风中可吸入颗粒物、细菌总数、真菌总数、 β -溶血性链球菌合格率分别为 95.2%、87.1%、85.5%、100.0%，风管内表面积尘量、细菌总数、真菌总数合格率分别为 90.3%、90.3%、91.9%，冷凝水中嗜肺军团菌的合格率为 100.0%，冷却水中嗜肺军团菌的阳性率为 61.5%，主要菌型为 1 型。

2.4 集中空调通风系统污染状况相关性分析

经相关性分析，送风中细菌总数与送风中真菌总数的相关系数为 0.449，呈正相关；风管内表面积尘量与风管内表面细菌总数、真菌总数的相关系数分别为 0.378、0.355，均呈正相关；风管内表面细菌总数与真菌总数的相关系数为 0.820，呈正相关；送风中可吸入颗粒物与其他卫生指标均无相关性，见表 4。

2.5 不同季节的集中空调通风系统送风中的污染状况

在 62 套集中空调通风系统中抽取 4 套, 于春、夏、冬 3 个季节对送风中的污染物指标进行监测, 结果表明送风中可吸入颗粒物、细菌总数、真菌总数在不同季节间的差异具有统计学意义 ($P<0.05$), 送风中 β -溶血性链球菌季节差异无统计学意义, 见表 5。

表 5 不同季节集中空调通风系统送风中污染状况

季节	样本状况	送风中可吸入颗粒物	送风中细菌总数	送风中真菌总数	送风中 β -溶血性链球菌
春季	样本数(个)	20	20	20	20
	合格数(个)	20	19	20	20
	合格率(%)	100	95.0	100	100
	范围	0.023~0.072 ^a	53~699	0~272 ^a	未检出
夏季	样本数(个)	20	20	20	20
	合格数(个)	20	12	8	20
	合格率(%)	100	60	40	100
	范围	0.015~0.059 ^b	102~1423	234~>700	未检出
冬季	样本数(个)	20	20	20	20
	合格数(个)	7	17	9	20
	合格率(%)	35	85	45	100
	范围	0.041~0.162 ^c	87~1409 ^c	290~>700 ^c	未检出

[注] ^a: 与夏季比较, $P<0.05$; ^b: 与冬季比较, $P<0.05$; ^c: 与春季比较, $P<0.05$ 。

3 讨论

目前大型公共场所的密闭化程度越来越高, 主要依靠集中空调通风系统进行通风换气, 同时运营方考虑到运营时的经济因素, 内部各种通风设备只能维持在一定水平, 为了保持良好的室内空气品质, 对集中空调通风系统的卫生管理提出了较高的要求。

本次研究显示, 上海市部分新投入使用的公共场所集中空调通风系统存在不同程度的污染, 送风中可吸入颗粒物、细菌总数、真菌总数、 β -溶血性链球菌合格率分别为 95.2%、87.1%、85.5%、100.0%; 风管内表面积尘量、细菌总数、真菌总数合格率分别为 90.3%、90.3%、91.9%; 冷凝水中嗜肺军团菌的合格率为 100.0%、冷却水中嗜肺军团菌的阳性率为 61.5%, 主要菌型为 1 型。同时现场卫生管理现状也存在一定的问题, 如新风口与污染源距离较近、送(回)风口表面有灰尘、机房堆放杂物、未制定预防空气传播性疾病的应急预案及设置净化消毒装置等。集中空调通风系统的卫生状况与运营管理是否到位紧密联系, 集中空调通风系统的清洗是一项专业性较强的工作, 而运营方清洗只能局限在送(回)风口、过滤器、软链接等易于接触到的部位, 空调送(回)风管道等难以接触部位得不到清洗。本次调查中集中空调通风系统的污染物超标现象, 与从未对送(回)风管系统进行过全面清洗有关。

针对污染物指标的相关性研究发现, 送风中细菌总数与送风中真菌总数呈正相关, 风管内表面积尘量与风管内表面细菌总数、真菌总数呈正相关, 风管内表面细菌总数与真菌总数呈正相关, 以上结果提示, 现有评价指标可能存在重复设置的情

况, 不仅会增加业主的经济负担, 还可能降低标准的可操作性, 今后应加强各指标之间相关性的研究, 优化评价指标体系。

对送风中污染物指标的季节性研究发现, 送风中可吸入颗粒物、细菌总数、真菌总数在不同的季节差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。送风中可吸入颗粒物在冬季污染较严重, 夏季、春季送风中可吸入颗粒物合格率为 100.0%; 而夏季送风中细菌总数、真菌总数的合格率为各季节中的最低。冬季上海地区室外的可吸入颗粒物浓度高于其他季节^[12], 而夏季温度高、湿度大, 运营方采用节能的通风方式造成了污染物浓度的季节性差异。因此, 无论是冬季还是夏季, 运营方都应加强过滤器、送(回)风口、空调机房的清洗频率, 确保新风阀全面开启。

上海市新投入使用的公共场所集中空调通风系统存在一定的污染及管理问题, 运营方今后应加强管理, 请专业清洗机构定期对集中空调通风系统进行全面清洗, 夏季增加对冷却塔、过滤器、空调机组部件及送(回)风口的清洗消毒频率。调查结果提示, 应加强各污染物指标之间的相关性研究, 进一步优化评价指标体系。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

[1] 宋业辉, 于丹, 孟冲, 等. 北京市大型公共场所集中空调通风系统污染调查[J]. 建筑科学, 2010, 26(12): 30-35.

[2] 陈绍运, 覃羽乔, 何林锋, 等. 南宁市星级宾馆集中空调通风系统卫生学调查[J]. 环境与健康杂志, 2008, 25(1): 39-41.

[3] 邓丹心, 陈小嵘, 陈志平, 等. 公共场所集中空调通风系统卫生现状调查[J]. 海峡预防医学杂志, 2007, 12(2): 71-72.

[4] 吴立明, 苏瑾, 葛国良, 等. 上海市公共场所集中空调通风系统污染特征的初步研究[J]. 环境与职业医学, 2007, 24(3): 272-275.

[5] 刘洪亮, 王菲, 薛志明, 等. 天津市部分公共场所集中空调卫生状况基线研究[J]. 中国卫生工程学, 2007, 6(4): 204-206.

[6] 易亮, 陈贵秋, 李世康, 等. 2008—2010 年湖南省公共场所集中空调通风管道内表面积尘量和微生物污染调查[J]. 实用预防医学, 2012, 19(2): 214-215.

[7] 林爱红, 梁焯南, 叶宝英, 等. 深圳市酒店集中空调通风系统微生物污染基线调查[J]. 实用预防医学, 2010, 17(9): 1794-1795.

[8] 侯凤伶, 申志新, 李建国, 等. 河北省公共场所集中空调风管系统污染调查[J]. 环境与健康杂志, 2007, 24(12): 984-986.

[9] 林爱红, 张然, 叶宝英, 等. 深圳市集中空调系统军团菌污染状况分析[J]. 实用预防医学, 2011, 18(9): 1670-1672.

[10] 陈悦, 林海江, 袁东, 等. 上海市部分空调系统微生物污染状况的初步调查[J]. 环境与职业医学, 2004, 21(3): 214-217.

[11] 徐文玺, 刘淮玉, 吴建华. 上海市卢湾区公共场所集中空调通风系统完卫生学预警指标研究[J]. 环境与职业医学, 2012, 29(3): 164-170.

[12] 张莉君, 许慧慧, 施焯闻, 等. 2002—2005 年上海市两监测点大气污染物变化规律[J]. 环境与职业医学, 2012, 29(1): 1-5.

(收稿日期: 2012-11-20)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 张晶; 校对: 葛宏妍)