

上海市某区部分公共建筑集中空调卫生管理及污染调查

崔志婷¹, 石群益¹, 李琳¹, 陈雪珠¹, 蒋才庆¹, 陈刚²

摘要: [目的] 了解上海市某区部分公共建筑集中空调卫生管理及污染状况, 为制订监管对策及相关法规宣传提供依据。[方法] 分层随机抽取 18 座公共建筑集中空调通风系统的 72 套空调机组。通过现场资料查阅, 采用调查表的方式对空调系统清洗、消毒、检测及管理工作进行调查, 对空调系统卫生学指标进行现场检测。根据 DB 31/405—2012《集中空调通风系统卫生管理规范》对管理行为和卫生学指标进行合格判定。[结果] 持空调系统设计说明书合格率 33.33%, 从业人员定期开展培训合格率 22.22%, 定期开展空调卫生检测合格率 38.89%, 能提供开业至今卫生学评价报告的单位为 5.55%, 风口过滤网清洗或更换合格率 11.11%; 风管内表面积尘量中位数 0.87 g/m^2 , 细菌总数中位数 2.0 cfu/cm^2 , 真菌总数中位数 4.0 cfu/cm^2 , 二氧化碳 1h 平均浓度 0.06%。[结论] 部分公共建筑集中空调管理中存在档案管理不善, 设施清洗、评价不规范状况, 建筑物集中空调系统存在不同程度卫生隐患。建议卫生监督部门要加强对集中空调卫生评价及检测的管理和指导, 完善空调清洗消毒工作示范机制, 加强对重点场所集中空调的监督监测, 加加大对不合格的处罚力度。

关键词: 集中空调; 清洗消毒; 卫生评价; 卫生监督; 卫生管理

Survey on Hygienic Management and Pollution in Central Air Conditioning Systems of Public Buildings in a District of Shanghai CUI Zhi-ting¹, SHI Qun-yi¹, LI Lin¹, CHEN Xue-zhu¹, JIANG Cai-qing¹, CHEN Gang² (1. Public Places Health Supervision Department, Agency for Public Health Inspection, Xuhui District Health Bureau, Shanghai 200037, China; 2. School of Public Health, Fudan University, Shanghai, 200032, China). Address correspondence to JIANG Cai-qing, E-mail: jiangcaiqing2@sohu.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To investigate the hygienic management and pollution levels of central air conditioning systems (CACS) in selected public buildings and to provide basis to design related supervision strategies and promotion activities. [Methods] Using stratified random sampling, 72 sets of CACS in 18 companies were selected. Hygienic management lots were obtained on-site. Survey forms were designed to collect information on cleaning, disinfection, testing, and management of CACS. A field investigation was conducted to evaluate hygienic indicators. Results were judged according to the *Hygienic Specification for the Management of Central Ventilation and Air Conditioning System* (DB 31/405—2012). [Results] Of all the companies investigated, 33.33% companies presented required manuals on CACS design specifications, 22.22% delivered regular related trainings to their employees, 38.89% conducted regular hygiene tests, 5.55% conducted hygiene evaluations, and 11.11% cleaned or replaced vent filters regularly. The median of amount of dust on inner surface of exhaust pipe was 0.87 g/m^2 , the median of total number of bacteria was 2.0 cfu/cm^2 , and the total number of fungi was 4.0 cfu/cm^2 . The one-hour average concentration of carbon dioxide was 0.06%. [Conclusion] A part of the CACSs in the public buildings pose hygienic threats by disqualified records management, equipment cleaning, and hygienic evaluations. It requires strengthened supervision and penalties.

Key Words: central air conditioning; cleaning and disinfection; hygienic evaluation; hygienic supervision; hygienic management

集中空调通风系统(又称“中央空调”)是目前公共建筑中常见的通风设施。不少研究表明, 空调系统污染能增加人对致病微生物的室内暴露, 引起传染性呼吸道疾病、不良建筑综合

征、呼吸道过敏和哮喘、SARS 军团病等^[1-4]。而各地对公共建筑集中空调通风系统的检测结果显示, 目前正在运行中的冷却水系统及空气过滤器、输送管道、过滤网均存在不同程度积尘及致病微生物的污染^[5]。上海市于 2011 年颁布了《上海市集中空调通风系统卫生管理办法》^[6], 该办法是上海市首部地方性空调卫生规章。以往卫生监督部门主要依据卫生部 2006 年颁布实施的《公共场所集中空调通风系统卫生管理办法》, 仅对实施公共场所许可的单位进行空调卫生监督管理。而写字楼、医疗机构等建筑属规章新纳入的监管对象, 缺少对其集中空调管理、清洗、检测及污染程度等较全面的调查。为了解不同

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2014.0068

[基金项目] 上海市卫生监督科研基金项目(编号: 2011001)

[作者简介] 崔志婷(1982—), 女, 硕士, 医师; 研究方向: 环境卫生监督; E-mail: xking1982@163.com

[通信作者] 蒋才庆, E-mail: jiangcaiqing2@sohu.com

[作者单位] 1. 徐汇区卫生局卫生监督所卫生监督科, 上海 200237;
2. 复旦大学公共卫生学院, 上海 200032

建筑集中空调卫生管理状况及特点,给制定监管对策及相关规章宣传提供依据,同时也为评估规章实施后,卫生监督部门对集中空调的监管成效提供基线数据,本研究项目拟对上海市某区部分公共建筑的集中空调系统进行调查。本文报道该项调查结果。

1 材料与方法

1.1 资料来源

2011年上海市某区卫生监督平台信息系统集中空调建筑数据库。

1.2 研究方法

研究对象选取。根据数据库内集中空调的建筑类别分为3层:公共场所、医疗机构、写字楼,每层随机抽取6座建筑,共18座建筑,每座建筑随机抽取4套集中空调通风系统(共72套)进行调查。采用现场资料查阅和调查表方法对18座公共建筑的集中空调卫生管理状况进行调查。调查内容为一年内的空调档案管理、空调清洗和检测,以及建筑内空调投入运营以来主风管道的清洗情况等。对72套集中空调通风系统的空调风管内表面和送风区采样并检测。

1.3 质量控制

集中空调现场卫生管理状况,依据《上海市集中空调通风系统卫生管理办法》^[6]和DB31/405—2012《集中空调通风系统卫生管理规范》^[7]对检测结果及卫生管理档案进行合格判断。现场调查及采样的检测人员均为某区卫生局卫生监督所公共场所卫生监督员,均具有通过计量认证公共场所项目检测资质考核的人员。现场对集中空调根据DB31/405—2012《集中空调通风系统卫生管理规范》^[7]中附录A、B的要求进行选点和采样。

1.4 采样方法

采样时,建筑单位均在营业状态中,现场随机抽取建筑内空调机组末端送风口内部风管,对风管口水平风管内表面进行采样。

1.4.1 积尘量 用100cm²的规格板固定采样面积,使用已事先称重的无纺布,将采样面积内的风管内壁上的残留灰尘全部取出,将积尘样品放回密封袋中保管编号,由该区疾病预防控制中心实验室称质量记录。

1.4.2 微生物 用无菌棉签蘸取适量生理盐水,在50cm²采样框内擦拭风管内表面,检测细菌总数和真菌总数。对送风口所在的密闭室内二氧化碳1h平均浓度进行现场检测,检测数据当场予以记录,积尘量及微生物检测结果,由该区疾病预防控制中心出具报告。

1.5 统计学分析

使用SPSS 11.0统计软件进行数据分析,统计学方法为

Kruskal-Wallis H检验。

2 结果

2.1 集中空调卫生管理现状

对集中空调管理单位卫生管理档案资料的调查显示:空调系统设计说明书持有率为33.33%,竣工验收空调图纸持有率为11.11%,开展定期从业人员培训合格率为22.22%。

根据《集中空调通风系统卫生管理规范》查阅空调清洗及检测档案,能提供1年以内空调系统卫生学检测报告的单位仅为38.89%,能提供开业至今空调卫生学评价报告的单位仅为5.55%(表1)。不合格项的主要原因是空调系统过滤网、过滤器以及风机盘管清洗或更换记录不全,或者无法提供相应的清洗管理书面记录。对集中空调管理单位开业至今主风管道清洗状况的调查结果显示,能提供(主风管道/新风管道)清洗记录者仅为44.4%。

表1 上海市某区部分建筑物不同空调部件的清洗及检测结果(n=18)

| 项目 | 要求 | 合格数 | 合格率(%) |
|----------------|----------|-----|--------|
| 定期空调卫生学检测 | 每年不少于1次 | 7 | 38.89 |
| 空调卫生学评价 | 报告存档至少4年 | 1 | 5.55 |
| 定期空调风口过滤网清洗或更换 | 定期 | 2 | 11.11 |
| 定期空调过滤器清洗或更换 | 每半年至少1次 | 5 | 27.78 |
| 定期空调冷却(加热)盘管清洗 | 每年至少1次 | 7 | 38.89 |
| 定期空调冷凝水接水盘清洗 | 每年至少1次 | 9 | 50.00 |

2.2 集中空调卫生检测现状

2.2.1 风管内表面积尘量 根据地方性标准,集中空调通风系统风管内表面积尘量合格标准为≤20g/m²。本次调查公共场所、写字楼、医疗机构集中空调通风系统风管内表面积尘量检测值均合格(表2)。经Kruskal-Wallis H检验,不同场所间差异有统计学意义($\chi^2=24.249$, $P<0.000$)。

表2 上海市某区部分建筑物风管内表面积尘量检测结果

| 场所类别 | 样本数 | 合格数 | 合格率(%) | 中位数(g/m ²) | $P_{25} \sim P_{75}$ (g/m ²) |
|------|-----|-----|--------|------------------------|--|
| 公共场所 | 24 | 24 | 100 | 0.23 | 0.19~0.83 |
| 写字楼 | 24 | 24 | 100 | 1.05 | 0.87~1.25 |
| 医疗机构 | 24 | 24 | 100 | 0.97 | 0.75~1.20 |
| 合计 | 72 | 72 | 100 | 0.87 | 0.31~1.10 |

2.2.2 风管内表面微生物 根据地方性标准,集中空调通风系统风管内表面细菌总数的合格标准为≤100cfu/cm²,真菌总数的合格标准为≤100cfu/cm²,本次调查公共场所、写字楼、医疗机构集中空调通风系统风管内表面细菌总数和真菌总数检测值均合格(表3)。经Kruskal-Wallis H检验,三类场所的细菌总数和真菌总数均未显示差异有统计学意义($\chi^2=0.677$, $P=0.713$; $\chi^2=1.102$, $P=0.576$)。

表3 上海市某区部分建筑物风管内表面微生物检测结果

| 场所类别 | 细菌总数 | | | | | 真菌总数 | | | | |
|------|------|-----|--------|---------------------------|---|------|-----|--------|---------------------------|---|
| | 样本数 | 合格数 | 合格率(%) | 中位数(cfu/cm ²) | $P_{25} \sim P_{75}$ (cfu/cm ²) | 样本数 | 合格数 | 合格率(%) | 中位数(cfu/cm ²) | $P_{25} \sim P_{75}$ (cfu/cm ²) |
| 公共场所 | 24 | 24 | 100 | 1.00 | 0.00~5.50 | 24 | 24 | 100 | 4.50 | 2.00~12.00 |
| 写字楼 | 24 | 24 | 100 | 1.00 | 0.00~6.00 | 24 | 24 | 100 | 3.00 | 1.50~13.00 |
| 医疗机构 | 24 | 24 | 100 | 3.00 | 0.00~6.00 | 24 | 24 | 100 | 6.50 | 1.00~52.00 |
| 合计 | 72 | 72 | 100 | 2.00 | 0.00~6.00 | 72 | 72 | 100 | 4.00 | 2.00~16.00 |

2.2.3 送风区二氧化碳浓度 公共场所、写字楼、医疗机构集中空调通风系统送风区二氧化碳1 h平均浓度检测显示,总体合格率为93.1% (表4)。经 Kruskal-Wallis H检验,未显示差异有统计学意义 ($\chi^2=1.822$, $P=0.402$)。

表4 上海市某区部分建筑物送风区二氧化碳浓度检测结果

| 场所类别 | 样本数 | 合格数 | 合格率(%) | 中位数(%) | $P_{25\sim P_{75}}(\%)$ |
|------|-----|-----|--------|--------|-------------------------|
| 公共场所 | 24 | 24 | 100 | 0.06 | 0.05~0.06 |
| 写字楼 | 24 | 24 | 100 | 0.07 | 0.05~0.08 |
| 医疗机构 | 24 | 19 | 79.2 | 0.06 | 0.05~0.09 |
| 合计 | 72 | 67 | 93.1 | 0.06 | 0.05~0.08 |

3 讨论

空调基本档案是空调运行管理的重要参数依据,空气传播性疾病流行期间或空调受到了污染,需要了解空调构造和设计参数方能较好地对空调设备采取临时控制措施。而88.89%和66.67%的单位无法提供空调投入使用之初的图纸和设计说明书。对档案缺失的原因分析表明,一方面,公共建筑物空调系统投入时间较早,由于历届管理者或物业部门的更替,相关资料在保存和移交过程中,发生遗失现象;另一方面,空调档案管理者可能由于疏忽和不在意,没有及时向有关部门或前任部门申领交接保存相关资料。无论何种原因,空调管理单位都需要及时加以弥补和完善,主动健全空调档案,以利于实施规范的管理。

现场查阅空调管理单位的相关记录(基线调查结果)显示,极少开展集中空调卫生学评价者占5.55%,这与徐文玺等^[8]的调查结果基本一致。定期开展空调卫生学检测者的合格率也仅为38.89%。此次调查的18座建筑集中空调通风系统投入使用时间均早于上海市地方规章及地方标准出台时间,因缺乏强制评价及检测的法律条款约束,故经营者几乎很少自行开展空调卫生学自检工作。

此次调查显示的空调设施清洗资料不合格,主要反映在清洗记录缺失。一方面,可能是空调管理人员清洗记录欠规范。如过滤器及盘管类部件定期保养维护的频次较低,但由于需要外请第三方机构清洗,涉及较大费用,故其相关清洗记录较为清晰;而风口、过滤网的清洗往往由非专业人员或者其他保洁部门兼职完成,故可能存在记录缺失不规范,导致无法认定其清洗行为。另一方面,可能是空调管理人员法律意识淡薄,对空调设施卫生清洗工作不够重视。新地方性标准中对空调设施管理状况的调查,也包括了文献查阅法^[7],因此,空调卫生清洗记录的规范化管理也是考核空调设施日常清洗消毒工作的一个重要手段。

空调风管清洗不规范,可能存在以下原因:清洗费用高昂;清洗条件不利;法制约束不强。在地方性规章实施之前,上海市空调管道清洗频次标准仍以卫生部管理办法为主要依据,而该办法配套的规范、条例均缺乏强制性约束力。因此,诸多空调卫生管理研究者呼吁调整和完善空调管理处罚的法律体系^[9~13]。本次调查显示,写字楼、医疗机构集中空调主风管道清洗率也较低,说明仅仅靠自律对经营者的约束力是十分有限的。

风管清洗与否是影响积尘量最主要的原因^[14]。分析写字

楼和医疗机构空调风管积尘量均值高于公共场所的原因:一方面,可能由于这两类场所均为新纳入的法定监管机构,新规章实施之前对其风管清洗未有强制性要求,主要依靠企业自律行为。而公共场所已纳入监管多年,对风管清洗工作执行可能较好。另一方面,医院人流密度大、病原物较多、且大多座落中心城区主要街市附近,其新风及回风的污染源可能较一般场所会更复杂一些。而写字楼由于租赁单位流动性大,空调改造及室内装修较频繁,可能局部管道受到建筑垃圾及室内粉尘的污染,造成积尘量较多。因此,不容忽视对上述场所集中空调风管管道积尘的监督监测。

对18座公共建筑物集中空调风管内表面微生物污染指标作基线调查,尚未发现污染情况,这与张之幸等人2011年对长宁区公共场所、写字楼风管的检测结果基本一致^[15]。尽管本次调查显示空调管理存在不规范行为,但风管内表面微生物检测合格率均为100%。一方面可能与现行的风管评价合格标准较为宽松有关,另一方面也可能与采样部位的选择有关,末端送风口附近的风管管道易于日常清洗,因此检测结果可能要好于空调机组主风管道。

除医疗机构室内二氧化碳浓度部分检测值超标外,其余各场所二氧化碳浓度均合格。室内二氧化碳浓度主要反应室内新风指标,而集中空调建筑室内新风量与多种因素有关,包括新风管道的设计以及管理操作等^[16]。在对相关单位负责人的访谈中了解到,由于空调设计投入使用较早,大部分空调场所的新风系统并未设置温度调节装置,故单纯引入新风进入空调系统并调节温度将增大空调能耗,有违企业节能目标。因此,为降低室外热(冷)空气对室内温度的影响,减少制冷制热负担,存在空调管理者在工作(营业)时间故意减少新风量或关闭新风机现象。大型医疗机构日均门诊量均几千甚至上万人次,门诊候诊区局部人流密度往往超出空调系统额定设计负荷,而且医疗机构为避免交叉感染,也可能采用负压和内循环形式通风,这些都可能导致局部的新风量不足以及二氧化碳浓度升高。新风不足可能导致室内污染物无法稀释,尤其在一些全封闭场所,是引起不良建筑综合征(sick building syndrome, SBS)的主要诱因^[14]。在综合病因中,通风系统新风不足和空气中污染物的作用占66%。多地空调检测报告也显示,医疗机构污染程度可能高于同地区公共场所^[17~18]。因此,有必要加强对医疗机构和写字楼空调卫生的监测强度。

4 建议

由于本次调查的公共建筑集中空调卫生状况早于集中空调地方性标准及规章的实施时间,对调查中发现不符合规章或地方性标准的现象或行为,均不作为行政处罚依据。此次仅对部分建筑空调管理单位在规章标准实施前的卫生管理状况进行摸底抽样调查,以便将来与实施后的监管成效进行对比。

调查结果表明,空调系统卫生管理状况仍与规范要求存在差距,政府部门必须采用多种手段尽可能指导和帮助企业规范空调管理行为。建议:(1)加强对企业卫生评价及检测的管理和指导。搭建政府平台,提供更多有资质的检测机构或卫生评价机构供空调管理者选择,同时积极探索以各种方式指导空

调管理单位控制空调污染物水平,消除卫生隐患。(2)完善空调清洗消毒工作示范机制。卫生监督部门或行业协会积极探索制定示范性空调管理工作台账,引导企业清洗消毒行为符合标准和规范。(3)加强重点场所监督监测。对医疗机构、写字楼等新纳入监管的空调管理单位,加强抽检频次和强度,尤其是对容易存在污染物的医疗机构,要引起相关主管部门的重视。(4)加大违法惩治处罚力度。以上海市出台地方性规章为契机,卫生监督部门必须做到执法必严、违法必究,以维护卫生法律的严肃性,保障公众获得室内洁净安全空气的健康权益。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] BATTERMAN S A, BURGE H. HVAC systems as emission sources affecting indoor air quality: a critical review [J]. HVAC & Research, 1995, 1(1): 61-78.
- [2] SEPPÄNEN O, FISK W J. Association of ventilation system type with SBS symptoms in office workers [J]. Indoor Air, 2002(12): 98-112.
- [3] FRASER D W, TSAI T R, ORENSTEIN W, et al. Legionnaires' disease, description of an epidemic of pneumonia [J]. N Engl J Med, 1977, 297(22): 1189-1197.
- [4] 康晓明, 汤忠群, 夏锡荣, 等. 嗜肺军团菌感染 1 例报告 [J]. 解放军医学杂志, 1982, 7(4): 240.
- [5] 朱佩云, 陈悦, 沈健民, 等. 上海市部分地铁站空调冷却塔水军团菌污染状况调查 [J]. 环境与职业医学, 2002, 19(5): 313-314.
- [6] 上海市政府. 上海市集中空调通风系统卫生管理办法 [EB/OL]. [2011-08-30]. <http://www.shanghai.gov.cn/shanghai/node2314/node2319/node2407/node25451/u26ai28483.html>.
- [7] 上海市质量技术监督局. DB 31/405—2012 集中空调通风系统卫
生管理规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [8] 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卫生学预警指标研究 [J]. 环境与职业医学, 2012, 29(3): 164-166, 170.
- [9] 邹梅, 侯君, 姜敏, 等. 大连市公共场所集中空调通风管道系统污染调查 [J]. 预防医学情报杂志, 2005, 21(1): 113-114.
- [10] 何欣荣. 安徽省集中空调通风系统专项调查报告 [J]. 安徽预防医学杂志, 2006, 12(1): 52, 54.
- [11] 李四海, 黄涛, 吴传业, 等. 湖南省大型公共场所集中空调通风系统污染情况调查分析 [J]. 实用预防医学, 2006, 13(1): 151-152.
- [12] 崔志婷, 石群益. 上海市徐汇区大型公共场所集中空调通风系统卫生管理调查 [J]. 上海预防医学, 2009, 21(5): 224-226.
- [13] 郑朝军, 王晓东, 王频, 等. 上海市集中空调卫生管理地方立法的可行性及监管策略研究 [J]. 中国卫生法制, 2009, 17(5): 23-25.
- [14] 盛大膺, 刘淮玉, 吴伟民, 等. 不良建筑综合征的防制 [J]. 环境与职业医学, 2007, 24(6): 640-642.
- [15] 张之幸, 邬颖麒, 沈隽, 等. 2007—2011 年上海市某区公共场所集中空调通风系统监测结果分析 [J]. 职业与健康, 2012, 28(7): 872-874.
- [16] 王晓东, 周世忠, 郑朝军, 等. 空调通风系统设计卫生审查中新风问题的探讨 [J]. 上海预防医学, 2006, 18(8): 416-417.
- [17] 吴浩生, 林奕嘉, 余伟欣, 等. 深圳市罗湖区医院、宾馆集中式空调系统卫生学评价 [J]. 中国社会医学杂志, 2012, 29(3): 219-221.
- [18] 何学军, 潘国绍, 李国新. 集中空调通风系统及微小气候监测结果 [J]. 浙江预防医学, 2012, 24(8): 52-54.

(收稿日期: 2013-09-06)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 何蓉; 校对: 张晶)

【精彩预告】

苯并(a)芘诱发细胞恶性转化过程中基因组总体 DNA 甲基化改变

陶功华, 庄志雄, 杨淋清, 龚春梅, 刘庆成, 刘建军, 肖萍

为观察苯并(a)芘诱导人支气管上皮细胞恶性转化过程中基因组 DNA 总体甲基化水平的改变,采用 40.0 μmol/L B(a)P 长期诱导人支气管上皮细胞 16HBE,构建恶性转化细胞模型,分别采用 5-甲基胞嘧啶免疫荧光和高效毛细管电泳技术从定性和定量的角度动态检测细胞全基因组 DNA 总体甲基化水平的变化趋势,同时监测 DNA 甲基转移酶的活性改变。结果显示,在苯并(a)芘诱导 16HBE 细胞 3、6、9、12、15 及 18 w 过程中,细胞基因组 DNA 总体甲基化水平呈时间依赖性降低;定量分析结果显示,正常 16HBE 细胞基因组 DNA 总体甲基化百分比(mCpG)为 (4.78 ± 0.58)% ,各诱导阶段细胞的 mCpG 值分别为 (4.62 ± 0.39)%、(3.82 ± 0.39)%、(4.07 ± 0.40)%、(3.27 ± 0.31)%、(2.63 ± 0.21)% 和 (2.48 ± 0.15)%。随着诱导时间的延长,16HBE 细胞中总体甲基转移酶活性也呈逐渐降低的趋势。本研究结果提示,基因组 DNA 总体甲基化水平进行性降低是苯并(a)芘诱导 16HBE 细胞恶性转化过程中的重要特征,DNA 甲基转移酶活性的降低是导致细胞基因组 DNA 总体甲基化水平降低的主要原因。

此文将于近期刊出,敬请关注!