

集中空调污染与 健康危害控制

卫生部卫生监督局 编
中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所



 中国标准出版社

集中空调污染与 健康危害控制

卫生部卫生监督局 编
中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所

中国标准出版社

图书在版编目(CIP)数据

集中空调污染与健康危害控制/中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所等编. —北京:中国标准出版社,2006

ISBN 7-5066-4070-8

I. 集… II. 中… III. 集中式空气调节器 污染控制 IV. X799

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 027424 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 19.75 字数 432 千字

2006 年 6 月第一版 2006 年 6 月第一次印刷

*

定价 43.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

编委会名单

主 审 赵同刚 王雪凝

主 编 金银龙

副主编 刘 凡 苏 志

编 委 (按姓氏笔画排列)

丁国际 王雪凝 王俊起 刘 凡

刘 江 苏 志 陈 锐 杨 霞

张流波 金银龙 赵同刚 赵月朝

贺青华 姚孝元 郭文宏 程义斌

戴自祝

序

近年来,非典型肺炎、流感、禽流感等空气传播性疾病在中国和世界各地时有暴发流行,预防和控制空气传播性疾病的发生与流行一直是我国政府有关部门的一项重要任务。现代建筑物特别是公共场所集中空调通风系统传播疾病的危险性越来越受到广泛关注,世界卫生组织(WHO)报道,截止到2000年,世界各地因集中空调系统造成的“军团病”暴发已有30余起,感染2000多人,死亡率5%~30%。根据不完全统计,仅2005年在西班牙、挪威、加拿大、香港等国家和地区就发生了多起军团病暴发流行,特别是2005年9月、10月在加拿大多伦多市和维多利亚市连续发生2起老人院军团病暴发流行事件,导致100多人感染,20人死亡。

随着我国社会和经济的快速发展,我国公共场所的数量和种类不断增加。目前全国实施卫生监督管理的公共场所总数近八十余万户,公共场所人员密集、流动性大,场所内集中空调系统的卫生状况与公众健康密切相关。2004年,卫生部对全国31个省近千家公共场所集中空调系统卫生状况进行监督检查的结果表明,50%的集中空调系统严重污染,合格率不足7%。

集中空调系统的卫生监督管理是预防和控制公共场所疾病传播、保障公众健康的重要环节,卫生部历来予以高度重视。2003年8月,卫生部颁布实施了《公共场所集中空调通风系统卫生规范》,2006年卫生部又颁布了《公共场所集中空

调通风系统卫生管理办法》及配套的卫生规范。管理办法及规范的颁布实施在提高公共场所集中空调系统的卫生管理水平,增强公共场所卫生质量,保障人民群众身体健康方面必将产生重大影响。

为了更好地贯彻实施《公共场所集中空调通风系统卫生管理办法》,卫生部卫生监督局和中国疾病预防控制中心组织有关专家编写了《集中空调污染与健康危害控制》一书。该书系统地介绍了公共场所集中空调系统实施卫生管理的必要性、存在的主要卫生问题、健康危害、卫生监督和卫生管理、卫生检验方法、空调系统基本知识以及控制空调污染和健康危害的策略,具有很强的针对性、实用性和操作性,值得一读。

卫生部副部长

陈啸宏

2006年4月5日

前 言

随着社会的进步、经济的发展、人民生活水平的提高,城市建筑物特别是公共场所越来越多地采用了全封闭式集中空调系统,因此空调通风系统的卫生问题备受关注。特别是2003年春季我国部分城市暴发流行“传染性非典型性肺炎”期间,因为不能排除集中空调通风系统传播“非典”的可能而停止运行使用。为预防和控制公共场所集中空调通风系统传播传染病,卫生部于2006年2月颁布了《公共场所集中空调通风系统卫生管理办法》,同时颁布了《公共场所集中空调通风系统卫生规范》、《公共场所集中空调通风系统卫生学评价规范》和《公共场所集中空调通风系统清洗规范》3个配套卫生规范。

为使人们正确理解和实施公共场所集中空调通风系统系列卫生规范,卫生部卫生监督局、中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所组织有关专家编写了《集中空调污染与健康危害控制》一书。该书上册主要介绍了卫生规范制修订的背景、原则,卫生要求制定的依据,集中空调通风系统及空调通风识图的基本知识,空调系统存在的卫生问题及健康危害。下篇主要介绍了卫生检测、清洗、消毒与评价方法,附录中汇集了部分与公共场所集中空调系统卫生规范实施有关的法律、规章、标准、规范(节录)等。

参加本书编写的有中国疾病预防控制中心金银龙研究员(第一章),刘凡研究员(第五章,第七章,第九章),丁国际研究员(第四章),戴自祝研究员(第二章,第十章),姚孝元研究员(第一章,第八

章),郭文宏研究员(第三章),刘江主任技师(第五章,第七章),王俊起副主任技师(第四章,第五章),张流波副研究员(第五章,第六章,第七章),程义斌副研究员(第一章,第四章)。

目 录

上 篇

集中空调系统基本知识和污染状况

第一章 总论

- 第一节 集中空调系统的卫生学问题 3
- 第二节 公共场所集中空调系统卫生规范制定目的和起草过程 11
- 第三节 卫生规范介绍 13

第二章 集中空调系统基本知识

- 第一节 创造良好的室内微小气候 24
- 第二节 空气调节的意义 27
- 第三节 空气的焓湿图及应用 32
- 第四节 空气调节负荷估算 38
- 第五节 空调系统的运行原理 40
- 第六节 空调系统的分类 42
- 第七节 空调系统的主要设备与部件 47
- 第八节 空调系统的图纸资料 52
- 第九节 与空调系统有关的标准规范 53

第三章 通风空调工程识图基础

- 第一节 识图基本知识 56
- 第二节 通风工程图识图基础 58
- 第三节 空调系统工程图识图 63

第四章 空调系统污染及健康危害

- 第一节 空调系统的污染 72

第二节 室内空气环境的生物性污染

81

第三节 空调系统污染对人体健康的影响

85

下 篇

集中空调系统卫生检测、消毒与评价方法

第五章 空调系统卫生指标的检验检测方法

第一节 空调系统新风量

103

第二节 冷却水、冷凝水中的嗜肺军团菌

112

第三节 空调送风中可吸入颗粒物(PM₁₀)

117

第四节 空调送风中细菌总数、真菌总数

123

第五节 空调送风中 β -溶血性链球菌

125

第六节 空调风管积尘量检测

126

第七节 空调风管微生物检测

128

第六章 传染病流行期间卫生要求的实施方法

第一节 消毒的基本知识

131

第二节 空调系统的消毒

148

第三节 应急预案的制定原则

152

第七章 空调系统净化消毒装置的检测方法

第一节 颗粒物一次通过净化效率的实验室检测方法

153

第二节 装置阻力的实验室检测方法

157

第三节 装置连续运行条件下颗粒物净化效率的实验室检测方法

158

第四节 装置微生物净化消毒效果检验方法

159

第八章 空调通风系统卫生学评价

第一节 空调通风系统预防性卫生学评价

160

第二节 空调通风系统经常性卫生学评价

164

第三节 空调通风系统卫生学评价技术要点

165

第四节	空调通风系统经常性卫生学评价报告	169
第五节	空调通风系统卫生学评价机构	170
第九章	空调系统清洗设备与清洗方法技术要点	
第一节	空调系统专用清洗设备和工具	172
第二节	空调风管定量采样机器人	177
第三节	空调系统清洗技术要求	178
第十章	空调系统的运行管理	
第一节	空调室内环境与人体健康	182
第二节	空调室内环境污染	184
第三节	空调室内空气质量控制策略	186
第四节	空调通风系统运行的卫生要求	188
第五节	空调通风系统与室内空气污染控制	192

附 录

中华人民共和国传染病防治法	207
卫生部关于印发《公共场所集中空调通风系统卫生管理办法》的通知	225
公共场所集中空调通风系统卫生管理办法	226
卫生部关于印发《公共场所集中空调通风系统卫生规范》等三个规范的通知	230
公共场所集中空调通风系统卫生规范	231
公共场所集中空调通风系统卫生学评价规范	250
公共场所集中空调通风系统清洗规范	257
室内空气质量标准(GB/T 18883—2002)	266
公共场所空气微生物检验方法 细菌总数测定(GB/T 18204.1—2000)	284
空调通风系统清洗规范(GB 19210—2003)	287
采暖通风与空气调节设计规范(节选)(GB 50019—2003)	301

上 篇

集中空调系统基本知识和污染状况

第一节 集中空调系统的卫生学问题

随着经济的发展和人民生活水平的提高,集中空调越来越广泛地被应用于宾馆、商场、医院、大型超市和写字楼等公共场所调节室内空气的温度、湿度、风速等微小气候。同时,许多公共场所往往通过提高建筑物的密闭性来节约能源,从而造成了室内新风量的不足,因此,室内空气质量在很大程度上依赖于集中空调的送风质量。然而,由于集中空调系统的长期运行、没有清洁消毒或者清洁消毒不彻底,往往造成通风系统内部污染,在集中空调开启时,污染物被带入室内,从而使集中空调系统成为污染物传播和扩散的媒介。因此,集中空调系统在为人们创造了节能、高效、舒适的工作和生活环境的同时,其造成的室内空气污染问题也逐渐引起人们的高度关注。

一、集中空调系统污染状况

集中空调系统以其制冷/热快速、使用方便、无噪声等优点被广泛使用,它以机械的方式创建了适宜的人工环境,满足了人们对室内环境的舒适性需求。但其卫生问题日益引起人们的关注。美国、欧洲等许多国家对集中空调系统造成的室内污染进行了大量的调查研究,美国在 90 年代对 450 座办公楼进行调查,结果发现,50%的集中空调房间室内空气质量恶化,且来自集中空调通风系统的污染占室内空气总污染程度的一半以上;1992 年欧洲国家对室内空气质量调查结果显示,在有集中空调的环境中,有 42%的污染来自集中空调系统^[1]。

我国集中空调的卫生安全问题不容乐观,2003 年 SARS 的暴发流行,引起政府和社会公众对集中空调的卫生和安全的广泛关注,2003 年 8 月卫生部紧急

制订并颁布了《公共场所集中空调通风系统卫生规范》^[2]。2004 年卫生部组织开展了全国公共场所集中空调通风系统卫生状况监督检查,对 30 个省、自治区、直辖市的 60 个城市 937 家公共场所的集中空调进行积尘检测,通风管道内最高积尘量达到 486 g/m^2 。微生物污染此次共检测样品 5 600 份,属于严重污染的就有 441 家,占抽检总数的 47.1%。中等污染的占 46.7%,合格率仅为 6.2%。其中,河北、山东、广西三省区抽检的集中空调通风系统全部属于严重污染。2004 年北京对 32 家大型商场、宾馆和饭店的集中空调通风系统的通风管道内积尘进行检测,发现污染较为严重的是饭店、酒店,其次是办公写字楼和商场,积尘最大值高达 499.8 g/m^2 。按照卫生规范对空调机组和通风管道污染程度进行判定,所有被抽查集中空调全部超过国家标准。由此可见,我国集中空调的污染已经十分严重。

二、集中空调系统造成室内空气污染的原因

集中空调系统包括送回风口、送回风管、空气滤清箱、盘管组件、冷凝排水槽、加湿和除湿器、新风管、风机、过滤器等。集中空调系统一方面通过过滤器等的过滤、吸附作用截留和去除来自室内外空气中的部分污染物,或者通过吸入的新风稀释来自室内的污染物,起到净化空气的作用。另一方面,集中空调系统可能引入污染物,当一些来自室内和室外空气中的污染物通过集中空调系统时,能被集中空调系统全部或部分截留。这些污染物,主要分布在过滤器、通风管道、冷却盘管、冷却塔及进排风口等部件。主要污染物有微生物、颗粒物、纤维、挥发性有机物及藻类等。另外,还有集中空调系统外部污染物,主要是纤维、颗粒物、微生物、 CO 、 CO_2 、氨、放射物、挥发性有机物、甲醛和石棉等。集中空调系统收集室内的空气,经处理后又把空气送回到室内,在这个过程中有可能把个别房间及集中空调系统内部的污染物迅速地扩散到其他房间,从而使集中空调系统成为传播、扩散污染物和微生物的媒介^[3,4]。

三、集中空调系统污染对人体健康的影响

随着集中空调被日益广泛地使用,人们学习、生活和工作的室内空气质量在更大程度上依赖于集中空调通风系统的送风质量。但集中空调通风系统在给人们带来舒适环境的同时,由于空调通风系统的污染及其不合理的使用,已经成为建筑物室内空气污染的主要来源之一。中国每年因室内空气污染所致的超额死亡已达 11.1 万人,因室内空气污染所致的呼吸系统疾病入院人数已达



22 万人,据世界银行估计,中国每年因室内空气污染所致健康危害的经济损失高达约 32 亿美元。因此空调通风系统的污染严重影响了公众的身体健康,降低了人们学习、生活和工作的质量。

集中空调系统内污染物是指在集中空调系统内部生成或积聚的污染物,集中空调系统内污染物按性质可分为物理、化学和生物性的污染物。集中空调通风系统所引起的人体健康损害和疾病种类达几十种,但主要有三类疾病:传染性疾病(如军团菌病)、过敏性疾病(过敏性鼻炎等)和不良建筑综合征。

(一) 集中空调引起室内微小气候等物理因素的变化从而影响人体健康

集中空调引起室内微小气候、采光、电磁辐射、正负离子和冷、热环境等物理因素的变化,对健康有直接的影响。在一些全封闭的集中空调大楼内,由于通风不良,室外新鲜空气得不到补充,致使室内空气污浊,长期在这种环境下活动的人群会感到恶心和不适感。据报道,集中空调控制的室内相对湿度高于 70%,会产生胸闷感,而相对湿度低于 30%会引起皮肤粘膜干燥,出现口干舌燥的症状。一般认为,室内温度控制在 20~30℃,相对湿度控制在 30%~70%对健康有利^[5]。

集中空调环境中的负离子浓度是人们关注的另一个问题,目前国内外尚无评价标准,通常在清洁的空气中负离子和正离子平均浓度为(500~600)个/cm³。研究发现负离子有利于健康,有些人接触高浓度负离子后,会产生放松效应,能减缓紧张和头痛,并能提高警觉性和反应力;相反,空气负离子浓度降低,会使部分人产生不适感,出现失眠、头痛、烦躁等不良反应。部分调查结果显示集中空调房间内负离子浓度相对较低,可能是因为负离子被空调过滤器和空气中的灰尘捕获或被吸附到带有正电荷的表面上而减少,因此长时间呆在集中空调室内的人群常常产生头昏脑胀、易疲劳等自觉症状^[6,7]。

由于人们对冷、热环境的耐受力有一定的限度,当集中空调房间的室内外温差达到 10℃左右时,人体的适应能力下降,易患感冒等上呼吸道疾病,尤其是老年人和婴幼儿等脆弱人群,由于自身的体温调节能力较差,他们对冷、热环境的耐受力也较差。一些调查显示空调列车车厢内外温差易使老人、儿童等旅客产生不适或诱发疾病,尤其在夏季易诱发感冒等上呼吸道疾病^[5,8]。因此,长时间生活在集中空调环境中的老年人和婴幼儿的心脑血管受到的危害更大。



(二) 集中空调的生物性污染对健康的影响

1. 军团菌病

集中空调通风系统的生物性污染物对健康危害极大。它不仅能积聚在集中空调系统内部,而且能在适宜生长的某些部位大量繁殖,其中最典型的是军团菌。集中空调系统的冷却塔很适宜军团菌的生长,冷却塔的循环水(含无机盐、有机物和微生物)不仅能为军团菌提供理想的生存环境,而且还能提供传播的重要载体—气溶胶。冷却塔的循环水被军团菌污染后,通过集中空调进风口、门窗和通风管被抽入室内或在冷却塔周围一定范围(200 m 内)形成气溶胶,人群因吸入含军团菌的气溶胶而感染军团菌病^[9,10]。

1976 年 7 月在美国费城的退伍军人会议期间,182 名军人突然出现发热、咳嗽、胸痛及呼吸困难等,附近 39 例居民也有类似症状,共计 221 例,其中死亡 34 例(15.4%),此病即为“退伍军人病”或“军团菌病”(Legionnaires Diseases, LD)。这是一种以肺炎为主的急性呼吸系统传染病,表现为高烧、寒颤、咳嗽、胸痛、呼吸困难和腹泻等,一旦暴发流行对人群危害极大,死亡率高达 5%~30%。集中空调系统是军团菌的理想的居住和繁殖场所,空调冷却塔水中该菌的检出率最高,阳性率可达到 50%左右。世界多个国家和地区报道了军团菌病暴发与空调系统冷却塔有关^[11]。20 世纪 80 年代,英国和日本调查集中空调冷却塔军团菌污染状况,阳性率分别为 52.0%、44.1%。2005 年 9 月 25 日,加拿大的赛文奥克斯养老院里暴发了军团菌病,该养老院内 127 人发生军团菌病,有 20 人死亡。开始有人怀疑是禽流感,也有人怀疑是 SARS,2005 年 10 月 6 日,加拿大卫生官员宣布确定此病为军团菌病^[12]。我国自 1982 年在南京发现首例病人以来,已有多起军团菌病的散发和暴发流行报道。1998 年北京首次报道因集中空调系统受军团菌污染所致军团菌病暴发^[13]。1997 年至 1999 年 6~9 月间,北京市抽检 14 家四星及五星级饭店的冷却塔水中军团菌,其中 12 家饭店的冷却塔水检出军团菌,检出率为 85.7%,阳性率为 55.3%^[14];上海检测 10 家公共场所的空调冷却塔水军团菌,检出率为 49.9%,其中地铁车站军团菌检出率 69.4%^[15]。武汉、青岛、深圳、广州对冷却水的检测,检出率为 44.1%~57.0%^[16,17]。

北京市检测 828 人份血清中嗜肺军团菌 1~14 型抗体滴度,发现空调暴露人群的阳性率(9.9%)显著高于对照人群的阳性率(3.5%)($\chi^2 = 14.2$, $P < 0.01$)^[18]。湖北省荆门市的研究结果显示空调组(280 人)的抗体阳性率