

文章编号 1000-5013(2004)02-0184-04

# 集散式建筑及社区空气质量监控系统

郑 志

(华侨大学建筑系, 福建 泉州 362011)

**摘要** 将健康建筑 and 智能建筑这两个原本平行的研究思路相互结合,旨在建立一个新的环保概念与可操作系统理论模型——集散式建筑及社区空气质量监控系统.它可以根据当前室内实际空气质量状况,及时做出自我调节,可靠并高效地保持室内环境健康状态.

**关键词** 室内空气质量, 智能技术, 监测与控制, 集散式系统

**中图分类号** TU - 023 TU 83

**文献标识码** A

目前,国际上对健康建筑课题的研究成果,主要是把健康分成“生理健康”和“心理健康”两大类;把居住环境分为“物理环境”和“社会环境”两大类.这些研究主要着眼于健康环境构成、能源资源效益、环保特征,从而发展相应的体系与技术,通过规范生产技术操作来保证居住者的健康.美国在室内环境快速监测产品中走在世界前列,已经拥有甲醛、苯、氨、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、细菌、氧气的快速简易检测产品,标准方法和简易方法同时应用于室内环境检测.我国关于健康住宅的研究,是基于建设方面的规划设计、施工安装、材料设备,以及家庭装修中的不当行为所产生的种种有害居住健康的因素建立起来的.我国台湾学者近年来也就绿色建筑、健康建筑提出了 7 大评估体系.然而,具体到室内空气调节的目的,国内绝大多数建筑在设计上仍停留在一定的空间内,保持具有一定要求的空气温度、湿度、洁净度(微尘含量)和流动速度.以往学术界对系统地解决室内空气品质问题的研究,仍然是一个空白.今年上半年“非典”肆虐,表明疾病的传播与建筑空气环境质量的优劣有密切关系.消灭 SARS 的战役,引起了我国政府及研究机构的高度重视.本项研究正是从该角度出发,运用智能技术,确立对建筑及社区空气环境质量即时监控的理论模型<sup>[1]</sup>.

## 1 监控对象和研究角度的确定

一般室内环境污染大致可以划分为 4 个大类.(1) 化学污染物类.主要包括从装修材料、化妆品、涂料、厨房等地方释放或排放出来,包括氨、氮氧化物、硫氧化物、碳氧化物等无机污染物,以及甲醛、苯、二甲苯等在内的有机污染物类.(2) 放射性污染物类.主要是来自从混凝土中释放出来的氡气及其衰变子体,还有由石材制成品如大理石台面、洁具、地板等释放的镭、钍、钾 3 种放射性元素,在衰变过程中产生的放射性物质类.(3) 物理污染物类.包括室内外噪声、光污染、电磁辐射及石棉污染等.(4) 生物污染物类.主要指由于室内清洁不够、湿度大、通风差、无太阳光照射的情况下,滋生的细菌、病毒或其它微生物,以及植物花粉等.我们未将其中的物理污染的监控研究列入本项研究课题,原因是诸如噪声污染(如交通噪声)、光污染(如玻璃大楼对周围建筑的光反射等)属于另一个研究领域范畴.放射性污染也不在此项研究之列,我们认为从根本上消除放射性污染源,是解决该问题的最行之有效的办法.通俗地说,就是使用合格安全的产品.我们的研究对象,主要锁定在化学污染和生物污染两大方面.对于化学污染和生物污染的研究,目前国内外已经开始做了大量行之有效的研究工作.据我们掌握的资料,国内

收稿日期 2003-10-10

作者简介 郑 志(1966-),女,副教授,在职硕士研究生,主要从事建筑智能技术的研究. E-mail: zzhi @hqu.edu.cn

基金项目 国务院侨务办公室科研基金资助项目(03019);福建省自然科学基金资助项目(59808007)

已经生产并销售空气净化产品. 这些产品具有杀菌、集尘、解毒、除臭、消烟、补氧等作用, 适合于几十平方米以下的人居室内空间使用. 此外, 市场上还出现了室内空气质量监测产品, 它可持续监测室内空气, 当室内有害空气超标时能自动报警<sup>[2]</sup>. 然而, 一个值得关注的问题是, 这些产品在目前国民素质水平, 特别是对自身环境质量状况极度缺乏正确认识与相当重视的前提下, 短时间内大量普及是不可能的. 经济因素的影响, 使该类产品在人居环境中所能产生的积极作用微乎其微. 在增加十分有限的投资情况下, 解决所有建筑环境健康问题, 是本项课题研究的为切入点. 研究一套分散与集控相结合系统, 并将其纳入建筑及社区环境建造过程之中, 从而成为物业管理的一个新的有机组成部分. 该项研究从整体理论思路上的创新之处在于, 将健康建筑 and 智能建筑这两个原本平行的研究思路相互结合. 从研究所要达到的具体目的的特色之处是, 让人居环境的空气质量在以智能技术为强大技术支持的前提下, 整合目前社会上已有的科研成果, 并且整体地纳入到建筑设计的具体操作中去. 这就如同火灾自动报警系统、防盗系统等一样, 成为建筑乃至社区的智能监控大系统的一个有机组成部分.

2 系统模型

集散式建筑及社区空气质量即时监控系统理论模型, 其基本组成如图 1 所示. 信息采集研究首先是

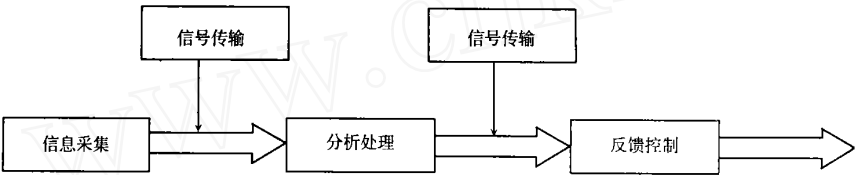


图 1 系统基本组成

从居住建筑入手, 即是对“健康住宅”空气环境质量采集指标的研究. 2003 年 3 月 1 日, 我国第 1 部《GB/T 1883-2002 室内空气质量标准》正式实施<sup>[3]</sup>. 该权威性标准综合了室内环境的控制指标多达 19 项, 涵盖了物理性、化学性、生物性和放射性污染等各个方面. 我们以此标准作为信息种类的设定值, 根据福建地区住宅建筑的普遍特点, 从中选取 TVOC 气体、二氧化碳、花粉等微粒、烟雾等 4 项指标, 作为我们的研究控制对象. 首先, 我们利用已有的各类传感器, 如空气介质超声波传感器、有害气体探测器、空气质量探测器、二氧化碳探测器等, 针对试验住宅空间进行信息采集. 其次, 确定各类传感器在室内设置的最佳位置(包括安装方式、安装高度、监测角度等)、基本数量(指不同种类传感器在同一空间的数量), 以保证所采集的信息的可靠性, 进而能够正确反映空气环境状况. 在此基础上, 我们将探讨能否将各类传感器集成, 并制作成一种适合室内环境监测的装置的可能性. 值得说明的是, 室内生物性污染状况无法直接探测, 这是实时监控的难题所在, 但也正是集散式空气质量监控系统研究的意义所在. 在此, 我们对室内空气生物污染因子做一下初步分析, 如表 1 所示.

表 1 损害健康的室内空气生物污染因子情况分析

主要组成	特 性	适宜环境	能否实时监控	危 害
霉菌	繁殖迅速的微生物	温暖、潮湿	否	哮喘、痢疾等
尘螨	节肢微小生物	温暖、潮湿、多尘	否	哮喘、过敏性皮炎等
军团菌	寄生于天然淡水、人工管道水的细菌	潮湿、温暖的空气中传播	否	军团病(死亡率为 15 % ~ 20 %)
生物活性物质	宠物的皮屑、毛、分泌物、排泄物	室内豢养	否	哮喘、过敏性鼻炎等
可吸入颗粒物	漂浮于空气中并可附着病毒细菌	多尘、潮湿、温暖	能	传染性疾病等

通过表 1 不难发现, 除了室内豢养宠物一项外, 其余各项均与室内环境的温度、湿度、清洁度直接相关, 与空调的不当使用直接或间接相关. 厨房、卫生间是居住建筑中, 滋生霉菌、军团菌等污染的主要场所. 虽然我们不能对大多数的生物性污染进行实时监控, 但是, 可以通过对温度、湿度和洁净度的直接监控, 间接对生物性污染进行监控. 因此, 也可以通过降低湿度、提高清洁度的办法, 破坏上述生物性污染

赖以滋生的环境条件.

分析处理系统的研究,是在整个研究工作中起到承前启后作用的部分<sup>[1]</sup>.采集到的信息能否得到即时处理,对于反馈控制系统来说是十分必要的.目前,信息处理已经拥有成熟的技术及工艺,可以借鉴.本系统的难点在于,如何识别不同种类的采集信息.为了将问题以尽量低的成本得以解决,我们计划采用为信息点配备独有的地址编码的方式.同时,与相应的分析软件相配套,对所有纳入系统的信息点进行间断式(可根据需要进行设定和调整)访问,从而获取信息并把它们分门别类地进行统计、显示、存档.然后,与程序中设定的标准值进行比较,得出评价结论.根据我国现行《室内空气质量标准》,所采用的部分控制指标,如表 2 所示.在这些内容中,温、湿度为常规数据,仅作为环境的背景资料,重点是化学性与生物性的参数采集与分析,这是整个理论模型的关键所在.我们将用实验的方法,论证其可行性.

表 2 本系统控制指标设定参照值

序号	参数类别	参 数	标准值	备 注
1	物理性	温度	22 ~ 28	夏季空调
2	物理性	温度	16 ~ 26	冬季采暖
3	物理性	相对湿度	40 % ~ 80 %	夏季空调
4	物理性	相对湿度	30 % ~ 60 %	冬季采暖
5	化学性	二氧化碳体积分数	0.001	日平均值
6	化学性	可吸入微粒 PM <sub>10</sub> 含量	0.15 mg · m <sup>-3</sup>	日平均值
7	化学性	总挥发性有机物 TVOC 含量	0.60 mg · m <sup>-3</sup>	8 h 平均值
8	化学性	臭氧含量	0.16 mg · m <sup>-3</sup>	1 h 平均值
9	生物性	细菌总数	2 500 cfu · m <sup>-3</sup>	依据仪器定

反馈控制研究是指把信息处理结果与标准值对照,便可以形成反馈机制<sup>[4]</sup>.一方面,系统将发出警报;另一方面,系统将启动联动控制装置,及时恢复空气环境的健康状态.实现检测与控制一体化的互动功能.在外界空气质量很好的情况下,自然通风(即经常室内外空气相互流通)达到提升室内空气质量的目的,是最为简单、方便和经济的做法.福建地区多层居住建筑比较注重自然通风,这是一个通过长期的实践探索确立的,非常成功的生活方式和设计理念.但对于部分北方地区,高层建筑在 30 m 以上的居住空间,室外空气环境恶劣等状况下,自然通风远远不能满足健康要求.特别是在当今城市化急剧发展,楼房越来越高、越来越密集的情况下,采用机械通风增加室内新风量虽然也能起到一定效果,但由于空气质量在以往通风环节中始终是个黑箱,因而有时的通风效果适得其反<sup>[5]</sup>.在这种状况下,杀菌、除尘、解毒、除臭、消烟、补氧(活性氧和负离子)就成为该系统控制完成的内容.

如何对于一栋建筑,甚至是建筑群整体考虑这样的室内运行机制是问题的焦点.对于采用集中式空调的建筑,我们对其新风、送风、回风等空调各环节的空气介质进行监控.然后,根据实际情况调整新风量的大小,集中完成上述的控制执行内容.对于非集中式空调建筑,我们采取以报警为主的技术手段,提醒居住者针对报警内容采取相应的改善措施.预计即使理论性研究达到较为完善的时候,实现工艺学的突破还有相当大的距离.信号传输系统是,将该系统的各个环节有机地组织在一起的桥梁<sup>[5]</sup>.目前,已经具有了相当成熟的技术与工艺,并大量地应用于建筑技术领域,比如建筑中的火灾自动报警与联动系统、楼宇自动化管理系统等.对于信号传输介质而言,仅仅是信号的来源不同,传输原理并无本质区别.我们可以利用模-数转换和数-模转换,以数字化信息的方式,将其纳入到智能建筑的结构化综合布线当中,实现楼宇资源的高度共享.其关键是形成适用于居住建筑的经济可靠的系统,并可以考虑多户联网处理,以实现资源的充分利用.

本研究项目作为阶段性成果,旨在建立一个新的环保概念与可操作系统理论模型,即集散式建筑及社区空气质量监控系统.该系统应根据实际情况及时做出自我调节,可靠并高效地保持室内环境健康状态,而且应具有节能意义.

### 3 应用前景

居住是人类生活的 4 大要素之一,人生的 2/3 时间是在住宅及其周围的居住环境中度过的.根据联合国对世界 70 多个国家的调查表明,一个国家正常的住宅建设指标为:每年住宅建设投资一般为基本

建设投资的30%~50%,约占国民生产总值(GNP)的3%~8%;住宅的建设量约占国家工程建设量的50%~60%。由此可见,住宅建设在社会发展中的重要地位。在此背景下,我国住宅建设也进入到了迅猛发展的时代。我国人口众多,土地特别是耕地很少,居住建筑向高层发展的态势已十分明显。以上海市为例,2004年该市将投资580亿元兴建住宅,计划新开工住宅面积 $1.8 \times 10^7 \text{ m}^2$ ,竣工面积也将达到 $18 \times 10^7 \text{ m}^2$ 。这3项总指标都将比2003年进一步增加。

由此可见,迅速提高居住环境空气质量的问题已经迫在眉睫。集散式建筑及社区空气质量监控系统研究正是以此为契机,它将拥有广阔的经济市场并造福于人类。另外,由于本系统立足于智能技术与系统集成,除了将对室内探测部分和集中设备新增投资外,传输途径、显示、处理等介质与设备都可利用现有的条件,对于社区普及后的成本将大大降低。因此,其经济性也是很有优势的。值得提出的是,目前科技领域对环境的监测已经具有很好的技术基础,这是我们做此项研究的非常有利的先决条件。研究的实用性还表现在,可以用来作为居住建筑设计理论研究的科学依据。它给建筑师提供详实可靠的环境数据,使我们以地域环境特点为背景的新建住宅,在布局与通风等环节上关注到合格的空气品质,真正达到健康住宅的标准。同时,由于目前的建筑智能技术仍主要应用于防灾、防盗、信息通信、设备远程控制,以及节能控制等方面,对空气质量的监控,尚未见专门系统的研究。因而,该项研究对开拓智能技术在建筑中的应用领域,具有非常高的科学价值,有着极为广泛的应用前景。

### 参 考 文 献

- 1 忻尚杰,程宝义,朱培根.影响室内空气品质的VOC特性及定量评估[J].暖通空调,2002,32(3):34~35
- 2 沈晋明.我国目前室内空气品质改善的对策与措施[J].暖通空调,2002,31(2):34~37
- 3 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局编. GB/T 18883-2002 室内空气质量标准[S]. 北京:中国标准出版社,2003. 1~13
- 4 张瑞武. 智能建筑[M]. 北京:清华大学出版社,1996. 38~41
- 5 范存养,林中平.住宅环境设备的现状与发展[J].暖通空调,2002,33(4):34~42

## Collecting-Distributing Air-Quality Supervisory Systems for the Use of a Building and a Community

Zheng Zhi

(Dept. of Arch., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou, China)

**Abstract** A new concept of environmental protection and a theoretical model of operable system are set up by integrating health building with intelligent building which are two parallel thinking of research. The design of collecting-distributing air-quality supervisory systems is capable of timely self-regulating the actual state of indoor air-quality at present. The design keeps reliably and efficiently the healthy state of indoor environment.

**Key words** indoor air-quality, intelligent technology, monitoring and control, collecting-distributing system