

办公楼的室内空气品质与通风

潘毅群

(同济大学 上海 200092)

【摘要】 本文介绍了办公楼的室内空气污染途径及控制方法:从设计、安装、运行、维护几个方面讨论办公楼的通风系统对室内空气品质的影响和解决方法:最后叙述了世界通风标准的发展。

【关键词】 室内空气品质 通风

Indoor Air Quality and Ventilation of Office Building

【Abstract】 This paper introduced the ways of contamination of indoor air for office building and method of its control. The influences of design, installation, operation and maintenance of air conditioning system to the indoor air quality for office building are discussed. In conclusion, the development of ventilation standard is described.

【Key Words】 Indoor air quality, Ventilation

1. 引言

现代办公楼大量地采用新型的建筑装饰材料、办公设备和家具,结构也越来越趋于密闭。这些材料、设备和家具等散发的有机污染物、臭氧会同人散发出的二氧化碳、由室外空气(新风)带入的二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、灰尘、细菌等就构成了室内空气品质,对人体有影响。现代办公楼大多采用中央空调系统,其中包括机械通风系统。通风就是送风和排风过程的综合。具体包括引入室外新风、对室外新风进行处理并使之与部分室内空气混合、将部分室内空气排到室外。以上这些过程中只要有一个进行得不充分,室内空气品质就会恶化。室内空气中的很多污染物,单独或共同对人体健康产生不利的影 响。而通风系统的合理设计、运行和维护对于减少室内有害的污染物是非常关键的。

2. 室内空气污染途径

室内污染物可以在室内产生,也可以由室外进入。室外的污染源包括:(1)被污染的室外空气,含有花粉、灰尘、真菌孢子、工业废气、汽车废气等;(2)建筑附近的污染物排放,如附近马路上汽车排放的废气、垃圾堆释放的气体、建筑本身或邻近建筑排放的废气的回灌、室外新风进口附近的垃圾等;(3)土壤释放的气体,如氨、地下燃料管道的泄漏、以前这块场地使用产生的污染物(如以前是垃圾山)、杀虫剂等;(4)潮湿和滞留的水促使微生物的过度繁殖,如大雨之后

的屋顶比较容易积水。室内的污染源可分为设备、人体活动、建筑部件和家具。设备可分为 HVAC 设备和非 HVAC 设备。HVAC 设备内的污染源包括:管道和部件内的灰尘;凝结水盘、加湿器、管道和盘管上的微生物繁殖;杀虫剂、密封剂和清洁剂的不恰当使用;燃烧产物的不恰当的通风;制冷剂的泄漏等。非 HVAC 设备的污染源包括:办公设备释放的挥发性有机化合物(VOC)和臭氧;储备品(溶剂、调色剂、氨水);商店、实验室、清洁过程释放的污染物;电梯电机和气体机械设备等。人体活动包括:(1)个人活动,如吸烟、烹调、体味、化妆品气味;(2)整理清洁活动,如清洁材料和过程、储备品或垃圾的释放物、去臭剂和芳香剂的使用、因打扫和吸尘产生的灰尘;(3)维护活动,维护得不好的冷却塔产生的微生物、因使用油漆、黏合剂等产生的挥发性有机化合物、维护活动产生的灰尘、杀虫剂的使用、储存品的释放物。建筑部件和家具包括(1)产生和聚集灰尘和纤维的位置,如地毯、窗帘和气体的织物表面、敞开的书架、旧家具、含有石棉的材料;(2)不卫生的条件和水患;(3)建筑部件和家具释放的化学物质,如 VOC 和无机化合物。除了以上的污染源外,特殊用途的空间如实验室、印刷室、美容室、厨房等也是污染源,另外,建筑的重新装修、修缮工程会产生灰尘、纤维、气味、有机物和无机物等,形成污染。

3. 室内污染物的控制

控制室内污染物的最有效的方法就是控制其污染源。但是这种方法往往不可行。而机械或自然通风就是仅次于最有效的控制污染物的方法。在以前,大部分的建筑的窗户都是敞开的,而现在新建的办公楼的窗户大多数无法调节。因此,机械通风就成了主要的控制污染物的方法。但是如果通风系统的设计、安装、运行、维护的不当,会使其非但不能起到控制污染的作用,而且会造成更严重的污染。反之,经过正确设计、安装运行和维护的通风系统能够起到改善室内空气品质的作用。当然要想获得良好的室内空气品质,需要三种方法结合才能做到:即除去或控制污染源,过滤和通风。

4. 通风系统对室内空气品质的影响

(1) 通风系统设计

① 新风量

室内新风量不足,会使室内空气品质无法满足卫生要求。ASHRAE 标准 62-89 规定办公室的最小新风量为 10L/s 人(20cfm);我国规定办公室每人最小新风量为 25m³/h,比 ASHRAE 标准稍小。在设计时应使新风量大于最小新风量,并且保证其实际运行的效果。有些设计人员为了方便,或者是空间限制和施工验收的一些原因,把新风送入吊顶,回风也回到吊顶,新回风混合之后,经风机盘管处理之后再送入室内。这样吊顶也就成了一个巨大的静压箱。象这样的设计,即使总新风量满足最小新风量的要求,送入每个房间的新风量却无法均匀。离新风空调箱越远的位置越容易出现新风量不足的情况。而且,吊顶上的灰尘也会对新风造成污染。对于风机盘管系统来说,将新风直接送入室内是首选方案。

办公楼中比较合适的空调系统应是全空气系统,而非风机盘管系统,因为后者的水患问题很难解决。现在我国一些大城市(如上海、深圳、北京)的新建甲级办公楼中越来越多的用变风量空调系统(VAV)。VAV 系统也属于全空气系统,但是相对于定风量系统来说,节能效果显著。但是 VAV 系统的送风量是变化的,如果新风量与总送风量的比不变,新风量就会随着送风量的降低而降低,直至降低到低于最小新风量。此时,室内空气品质就会受到不良的影响。在设计时采用一些简单的方法就可以避免这个问题。比如,单独设置一个定风量的新风系统,恒定地送入新风;用 CO₂ 传感器感知室内空气品质,对新风量进行控制等等。

② 送排风口和新风进口位置

送风口与排风口的位置不能太近,否则送风会将排风重新诱导回室内,造成污染。可以在局部污染物浓度较高的位置设置局部的独立排风系统,如打印机和复印机上部、吸烟室等。新风进口要尽可能远离可能有污染的地方,如卸货场、停车场、交通流量大处、烟囱、垃圾存放处等。

(2) 安装与改建

目前我国的建筑设备安装人员素质普遍不高,不文明施工的现象非常多。有些安装人员不能正确地理解设计人员的意图,随意更改设计或不按照图纸施工,产生问题。有些安装人员在安装时把一些边角料及杂物扔在风管中,安装完成之后又不进行清扫,在系统运行时就会成为污染源。

办公楼因为其人员的流动性,室内布置改建的几率非常高。每个公司进入之前都要按照自己的风格和习惯重新装修,比如将一个大大空间隔成很多个小间。这些公司在装修时很容易忽略主要是送风口位置。很有可能在一些小间内,没有新风口或回风口。有些公司为了隔声,还把原来没有隔断的吊顶进行了隔断,如果吊顶是作为回风静压箱的,就会严重影响对整个区域的回风乃至空调效果。

(3) 运行

经过合理设计和安装的通风系统必须正确地运行,才能体现设计的意图。有些运行操作人员为了节能或其他一些原因,在实际运行当中把新风量降低,甚至关死新风阀门,就会使室内空气品质恶化。反之,运行操作人员如果能够根据气候或天气的变化调节新风量,在负荷较低的过渡季采用全新风,不但能改善室内空气品质,还能够节能。在设计工况,新风量也应该保证不少于设计的最小新风量。

办公楼的通风系统如果在人们进入用户之后开启,人们离开建筑之前就停机,室内的由建筑和人体所产生的污染物浓度就会在夜间和周末逐渐上升;如果通风系统在人们离开建筑之后停机,建筑所产生的污染物浓度也会上升。因此,通风系统应该在人们进入建筑几小时前开启,并在人们离开建筑之后停机,这样可以保证在人们进入建筑之前污染物浓度降低到标准之下。

(4) 维护

维护得不好的通风系统不仅会成为污染源和污染途径,而且会阻塞气流。风管及部件中的灰尘要经常清扫;加湿和去湿装置以及风机盘管等要保持清洁,以防止细菌和真菌的繁殖;系统中任一部位的水

的聚集都会使细菌繁殖,并传播到建筑的各个部分。新风过滤器和回风过滤器的清洗和更换非常重要,尤其在室外空气质量不佳,污染物浓度超标的地方,过滤器的更换频率应该相应增加。

(5) 过滤器

过滤器是通风系统的一个非常重要的部件,但它不能够充分地消除空气中的所有的污染物,因此只能看作是污染源控制和通风的辅助方法。能够处理大量的空气的过滤效率高的过滤器较适用于办公楼。

过滤器可分为机械过滤器、静电过滤器及其他。板式或折叠式的机械过滤器对去除灰尘颗粒比较有效;其中板式机械过滤器比较容易去除大粒径的颗粒,而折叠式机械过滤器比如高效颗粒空气过滤器(HEPA)能够过滤粒径较小的可吸入尘。静电除尘器和负离子发生器利用电场去除空气中的粒子。无论采用哪种过滤器,都要进行定期清洗与更换,保证其维持正常功能。

有些空气过滤器除了能够过滤粒子外,还能够吸附气体污染物。如活性炭就能够去除一些有害的气体。但是活性炭也只是对一般有气味的气体分子吸附作用,如对香烟烟雾效果明显,但对一氧化碳、二氧化碳等气体吸附效果不大。而且活性炭的价格相对比较贵,过滤介质也需要经常进行更换。

5. 世界通风标准的发展

(1) ASHRAE 的通风标准

ASHRAE 的第一个通风标准是在 1973 年 1 月 28 日制定并通过的标准 62-73“自然通风和机械通风的标准”,该标准为各种不同的室内空间提供一种常规方法,即规定可接受的室内空气品质的最小及建议室外空气量。例如,建议一般的办公室最小新风量为 7.1L/s(15cfm),最大为 12L/s(25cfm)。该标准刚刚通过,1973 年 3 月美国的石油禁运就开始了。按照 ANSI 的规定,ASHRAE 标准需要每 5 年经过一次修订,最长修订周期不得超过 10 年。经过修订的新标准:标准 62-81:“可接受的室内空气品质的通风”分别为允许吸烟的区域和禁止吸烟的区域分别通过了建议新风量。对于办公室,如果允许吸烟,最小新风量为 9.5L/s 人(20cfm),如果不允许吸烟,为 2.4L/s 人(5cfm)。1981 年的标准还引入一种空气品质设计法,允许采用先进的节能通风方法。这种设计方法允许设计人员采用他认为能够将室内空气污染水平控制在建议范围以内的任何新风量。这样做的主要原因是因为石油禁运,人们开始意识到节能的必要

性。然而,人们在节能的道路上不断前进的时候,开始出现新的问题,即室内空气质量(IAQ)问题。而且人们在使用标准 62-81 时,也感觉吸烟和无烟区的不同新风量标准容易混淆。正因为这些原因,ASHRAE 于 1983 年开始对标准 62-81 进行修订。经过修订的标准,也就是现在仍在用的标准:标准 62-89 及附录 62A-1990 于 1990 年 11 月被 ANSI 认可。标准 62-89 沿用标准 62-81 的两种通风设计方法:通风量法和空气品质法,试图在获得可接受的室内空气品质和降低能耗之间达成平衡。通风量法是指为空间提供一定质量和数量的通风空气以获得可接受的空气品质。室内空气品质法是指通过控制空间内已知和可确定的污染物获得可接受的空气品质。设计者可以用两种方法中的一种。室内空气品质法得出的通风量可能会低于通风量法,但空间中的某一特定的污染源也可能使通风量升高。标准 62-89 规定办公室的最小新风量为 10L/s(20cfm)。最小新风量的提高有很多原因,建筑结构越来越紧密,很多人工制造的家具和装饰所用的黏合剂、油漆及其本身都会释放出挥发性有机物(VOC),这样就出现越来越多的建筑病综合症。有些病态建筑的问题非常严重,人们几乎无法居住,只能搬出。10L/s 人的新风量不仅考虑到了人体的需要、气味的控制,还考虑到了 VOC 的稀释。标准对节能仍有考虑,但考虑得更多的是室内空气质量。

ASHRAE 标准制定委员会对 ASHRAE62-89 进行了大约 6 年的修订,于二年前公布标准修订案(ASHRAE62-89R)。修订案与原标准最主要地差别是确定新风量不仅考虑稀释人员污染所需的新风,称为人员部分(people component),而且考虑稀释建筑污染所需的新风,称为建筑部分(building component),并考虑到污染物危害作用具有叠加效应(“显效性”),将人员部分和建筑部分加在一起。另外,修订案涉及的面更广,不局限于设计,对施工、调试、运行与维护都有要求。即使在设计方面也比原标准的涉及面更广,增加了对设备维修通道的要求、进气口和排气口分开以及最大可能地减少空气输配系统内微生物滋生的措施(如:湿度控制)等内容,并且第一次对最小过滤效率(60%, 3 μ m)提出要求。ASHRAE62-89 除吸烟室之外,不区分吸烟和不吸烟。而修订案中的通风量是假定不吸烟得出的,这主要是考虑到越来越多的商业和公共建筑中严格限制或禁止吸烟。修订案还在附录中提供了维持可接受

的可感室内空气品质所需额外通风量的方法,因此可以针对吸烟场所灵活设计。ASHRAE62-89以未适应者或来访者进行设计。修订案不再以CO₂为所关注的污染物,也不再参照1000ppm这一指标。对于人员密集空间,修订案要求的最小新风量远远低于原标准的推荐值。

ASHRAE62-89R的修订引发了世界范围的大讨论。有些意见认为修订案太过复杂,范围太广,反倒让人无所适从。有些意见认为,修订案更为宽松,尤其是对吸烟和不吸烟没有做区分,会对烟商有利。还有些专家认为,修订案过份考虑节能,而违背了空调的宗旨,即以人为本,为人服务。面对这些反对意见,ASHRAE决定不对标准进行全面的修改,而将用连续的“维护”代替阶段性的“维护”。也就是经常性地对标准进行一些小的修改。另外,标准62将被分成两部分,标准62.1和标准62.2。标准62.1是针对商业和公共建筑,标准62.2是针对住宅。因此,最终的结果就是以ASHRAE62-1989R被取消,而以ASHRAE62-1989为基准进行修改。目前已公布附录62.1B-K,接受公众的审查。在ASHRAE董事会未通过之前,ASHRAE62-1989的所有条款仍有效。今后每年都会公布一次附录。标准本身则与建筑规范相似每三年公布一次。也就是说,每年都会进行新附录的审查,而整个标准则每三年出版一次。

(2) 世界上其他通风标准的发展

在ASHRAE对其通风标准进行修订的同时,其他国家的制定标准的组织也在制定新的或修订原有的建筑物通风标准或指南。欧洲标准化组织CEN的负责建筑物通风的技术委员会于1996年起草了prENV1752“建筑物通风:室内环境的设计标准”。CEN成员国将决定该标准包括修订是否作为一个完整地标准被采用,如果采用,那么所有的欧洲国家必须将它作为国家标准。欧洲标准具有与ANSI标准相当的地位。

德国、英国和斯堪的那维亚等国家的组织也都制定了建筑物通风的国家标准和指南。在英国,CIBSE(特许屋宇设备工程师学会)于1993年对指南A第二部分“设计的环境标准”制定了修订草案;德国标准组织DIN于1994年出版了DIN1946第二部分“通风和空调:技术的健康要求的修订案。这些标准的范围不尽相同,但也有可比的地方,即最小新风量。总的来说,这些标准和指南在修订时都将建筑本身的污染考虑在内,有的是将人员污染和建筑污染各自所需的新风加起来(ASHRAE62-1989R),有则是取两者中的大值。另外,ASHRAE62-1989R中的最小新风量是基于已适应者,而其他标准则基于未适应者。

6. 结论

办公楼内的通风系统是用来改善室内环境的,但是如果设计、安装、运行、维持不当,非但起不到这个作用,还会成为室内空气的污染途径。ASHRAE62-1989R不仅对设计人员提出要求,还对施工、调试、运行、维护人员都有要求。现代办公楼中的装饰材料、家具和办公设备等释放的污染物日益得到重视,世界上的通风标准和指南在修订时基本上都考虑到了建筑本身和人员的污染。

参考文献

- [1] ANSI/ASRAE62-1989, "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality", 1990
- [2] Steven T. Taylor, "Determining Ventilation Rates: Revisions to Standard 62-1989, ASHRAE Journal, 1996, 2
- [3] Richard A. Charles, "Indoor Air Quality, Simple Solutions to Complex Concerns", Proceedings of One-day Symposium on Indoor Environmental Quality", 1998, 9
- [4] EPA, "Ventilation and air quality in offices", <http://www.epa.gov/gov/iaq/pubs/ventilat.html>, 1990, 7
- [5] EPA, "Building air quality, a guide for building owners and facility managers", 1996

保留生产 CFC 的企业

我国至1999年年底,已拆除了23家生产厂30条CFC生产线,经审查核准目前保留生产CFC的企业有如下10家:浙江衢化氟化学有限公司、浙江东阳化工厂、浙江临海市利民化工厂、浙江省化工研究院、江苏常熟三爱富氟化公司、江苏常熟虞东化工厂、江

苏新业化工有限公司、江苏梅兰电化厂、福建邵武市氧化厂、广东增城市祥升化工有限公司。上述生产企业,政府将通过招标方式逐年关闭,至2010年全部停产。

(刘)