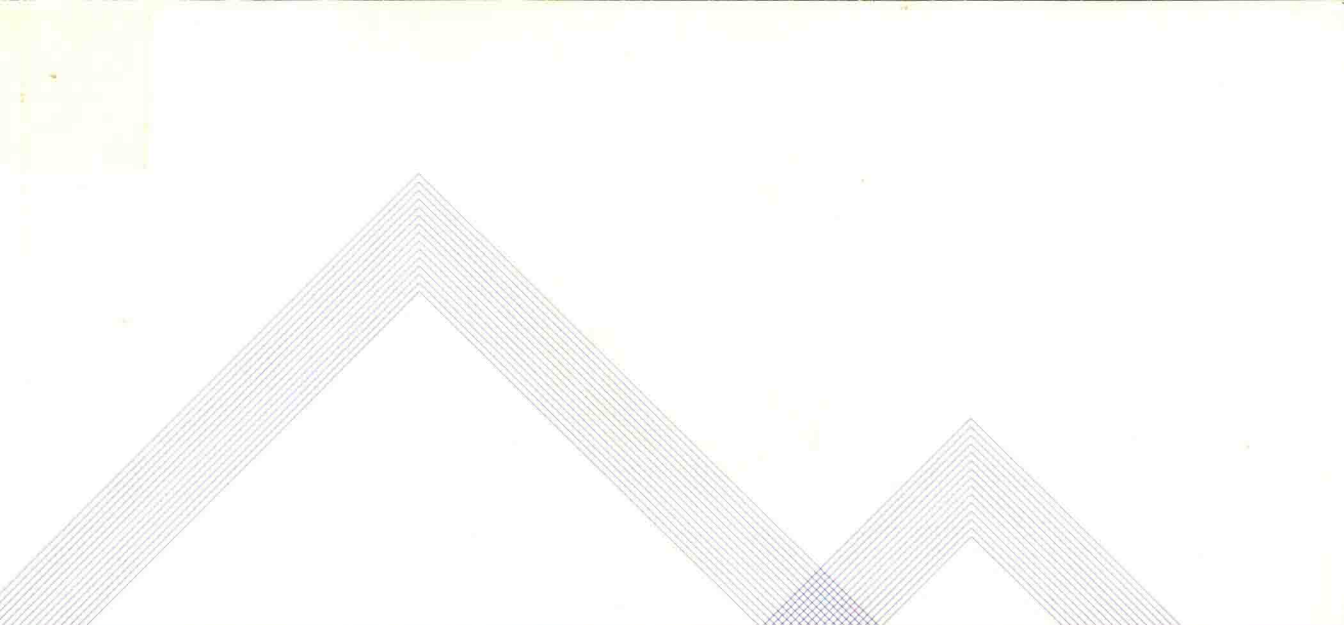




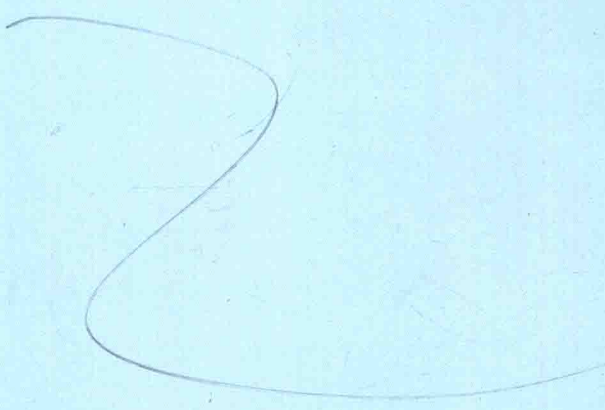
中国住宅与公共建筑 通风进展 2018

重庆海润节能研究院
中国住宅与公共建筑通风研究组

付祥钊 丁艳蕊

组织编写

主编



中国建筑工业出版社

重庆海润节能研究院
中国住宅与公共建筑通风研究组 组织编写

中国住宅与公共建筑 通风进展 2018

付祥钊 丁艳蕊 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国住宅与公共建筑通风进展: 2018/重庆海润节能
研究院, 中国住宅与公共建筑通风研究组组织编
写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 8

ISBN 978-7-112-22136-3

I. ①中… II. ①重… ②中… III. ①住宅-通
风工程-进展-中国-2018②公共建筑-通风工程-进展-中
国-2018 IV. ①TU834

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 084900 号

责任编辑: 杜 洁 张文胜

责任设计: 李志立

责任校对: 李美娜

重 庆 海 润 节 能 研 究 院 组织编写
中国住宅与公共建筑通风研究组
中国住宅与公共建筑通风进展 2018
付祥钊 丁艳蕊 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22 $\frac{1}{4}$ 字数: 551 千字

2018 年 7 月第一版 2018 年 7 月第一次印刷

定价: 68.00 元

ISBN 978-7-112-22136-3
(32036)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编写委员会

主编：

付祥钊	重庆海润节能研究院院长 中国住宅与公共建筑通风研究组召集人
丁艳蕊	重庆海润节能研究院通风所所长 中国住宅与公共建筑通风研究组联络员

编写组成员：

付祥钊	龙恩深	李景广	周孝清	黄翔	刘猛
革非	肖益民	余晓平	陈敏	檀姊静	李丽
杨丽修	田彦法	郭金成	童学江	居发礼	杨勋
邓晓梅	丁艳蕊	祝根原	魏嘉	马瑞华	王兴兴
康雅雄					

前 言

住宅与公共建筑任何时间都需要良好的室内空气质量。然而一直以来人们对通风的关注不是空气质量问题，而是建筑热环境，追求通风的降温功能。卫生通风作为建筑的基本需求，常常被人们忽视。近几年空调的普及以及雾霾的频发，社会各界对住宅与公共建筑通风的关注焦点，由热舒适转向呼吸健康。这一转变正在暖通空调、建筑节能、绿色建筑、健康与卫生等领域；在工程界、科技界及社会大众中产生广泛的影响。本书的目的就是为了在这一转变下，将我国住宅与公共建筑通风的进展多方面地展现出来，让更多的人了解、认识、关心和参与这关系自己身体健康的进步之中。

本书由中国建筑学会暖通空调分会通风专委会住宅与公共建筑通风研究组（以下简称“通风研究组”）和重庆海润节能研究院组织编写。通风研究组成员、特邀专家以及特邀研究人员共同参与编写，参编人员队伍庞大，书稿整体的逻辑性和条理性相比一个人编写的书籍有所不同，各位编委对住宅与公共建筑通风的认识、观点和看法有其个性、特色，他们从不同维度表述了我国民用建筑通风的进展情况，书中内容丰富，视角多样，文风缤纷。不少作者按业内习惯，将“住宅与公共建筑”简称为“民用建筑”，本书未加统一，以示尊重。

本书共有一个综述，八个专篇。八个专篇内容包括民用建筑通风需求，民用建筑通风标准进展，民用建筑通风研究进展，新产生的新风行业，民用建筑通风技术进展，民用建筑通风的调查与交流，民用建筑通风工程实践与案例分析及本书组织编写单位介绍。每个专篇内又有不同的专论。

本书在开展住宅与公共建筑通风设计调查中，得到了中国建筑设计研究院、中建西南建筑设计研究院、北京市建筑设计研究院、广东省建筑设计研究院等单位的大力支持，设计人员充分表达了对住宅与公共建筑通风设计的认识和看法。

四川大学、重庆大学、西安工程大学、广州大学等高校的老师对住宅与公共建筑通风相关科研以及技术进展进行了详细的综述。

在文稿成果中标识出了各位作者的单位信息。

住宅与公共建筑通风对营造健康的室内环境尤为重要，愿本书能为读者提供帮助，并殷切希望读者对书中的不妥之处提出宝贵意见。

目 录

综述 从舒适到健康	1
专篇一 民用建筑通风需求	13
新时代建筑室内空气环境的需求及构建	14
民用建筑通风需求研究进展	19
专篇二 民用建筑通风标准进展	37
民用建筑通风相关标准规范的进展	38
民用建筑通风标准的新特点——团体标准进展	43
研编案例——《住宅通风设计标准》编制述评	45
研编案例——《建筑自然通风设计标准》	50
研编案例——《住宅新风系统技术规程》	54
研编案例——《公共建筑室内空气质量设计标准》	58
现行工程标准中有关民用建筑通风条款讨论	60
国外现行工程标准中的通风条款汇集	72
听陈清焰教授报告的笔记	107
专篇三 民用建筑通风研究进展	111
通风相关的国家重点研发计划课题研究动态	112
建筑通风现有课题研究综述	119
国内外硕博学位论文关于建筑通风研究综述	132
专篇四 新产生的新风行业	155
新风行业的发展	156
新风系统进校园	167
专篇五 民用建筑通风技术进展	185
干热地区通风与新风处理设备	186
湿热地区通风与新风处理设备	211
动力分布式通风系统	225
通风网络系统	247
民用建筑新风采集技术研究	257

专篇六 民用建筑通风的调查与交流	271
我国民用建筑通风设计现状调查	272
设计院调查——湿热地区民用建筑通风设计调查报告	280
建筑通风运行文献调查	286
专篇七 民用建筑通风工程实践与案例分析	297
医院典型区域通风设计分析	298
息烽人民医院住院综合楼智能通风系统简介	308
健身中心 IAQ 优化设计	315
某住宅工程集中通风系统调适与分析	322
专篇八 本书组织编写单位	331
绿色创新型组织文化实践探索——以重庆海润节能研究院为例	332
重庆海润节能研究院在民用建筑通风方面与设计院、用户的交流合作	340
中国住宅与公共建筑通风研究组简介	345

综述 从舒适到健康

付祥钊^{1,2}

1. 重庆海润节能研究院; 2. 通风研究组

1 民用建筑通风工程的失落

1.1 卫生通风常常被忽视

人类初期以岩洞为居，死亡教训了我们的祖先，必须选空气流通的岩洞居住。利用洞内外温差，形成夏季上进下出、冬季上出下进的可靠通风气流。或两个以上的进出洞口，利用洞道空间的起伏，形成冷热不同的段落，保持稳定可靠的卫生通风（见图 1）。



图 1 岩洞图片

人类走出岩洞后，从狩猎到农耕，茅草为屋盖，竹木为墙，门窗洞开，遮风挡雨的同时，透气性好。炊事移入室内后，烟散不出去，刺眼流泪、喉痒咳嗽，先人发明了烟囱，顺畅排烟。从此，傍晚的山坡上，洁白的炊烟从伸出茅草屋盖的烟囱里冒出，上升到天空或下漫到山沟，成为农耕文明的经典景色。

农耕文明没有大气污染，室外空气清新，房屋稀疏，室内污染源少，余热小，建筑自然通风良好。现在还有不少人研究农耕建筑的自然通风，想将其移植到现代建筑中，但是农耕建筑自然通风良好的必要条件在现代建筑上已经不复存在。我们只能像欣赏唐诗宋词

那样欣赏农耕建筑的自然通风。现代人一般都写不出唐诗宋词，现代城市民用建筑也难以推广农耕建筑的自然通风，二者都已成为历史。但有一点没有变，卫生通风仍是民用建筑的基本需求。

呼吸是人类生存的第一需求。对于这一需求，自然界本身提供了充分可靠的资源。但人类创造的建筑和城市，将人体从原生态的自然环境中隔离出来。从散居、聚居到形成城市，人类走过漫长的路程。城市加强了聚居的程度，建筑密度加大，高度增高。建筑之间的空间越来越小，建筑不再处于自然环境中，打开建筑门窗，进来的不再是千百年来孕育和繁衍人类的自然空气。从此，人类从呼吸自然空气，改为呼吸城市空气了。这个变化过程较漫长，建筑周围空气质量恶化，对于我国大众而言，很像“温水煮青蛙”。我们没有欧洲人那样强烈的关于呼吸健康的敏感性，人们一开始对通风的关注不是城市空气质量问题，而是建筑热环境，追求通风的降温功能。

狩猎与采摘时代→农耕文明→工业文明→现代信息文明，随着历史的发展，室内外时间分割发生变化，越来越多的时间在室内，通常长达 80%~100%。不同特点的人群，与民用建筑的关系情境基本为：婴幼儿——住宅+幼儿园，学生——住宅+学校，在职人员——住宅+履职空间，老人——住宅，病人——住宅+医院。不管沧海桑田怎样变化，通风的第一功能是保障建筑内的呼吸安全健康。第二功能才是提供建筑内的热舒适。第二功能不是基本需求。民用建筑任何时间都需要良好的室内空气质量。

在努力发展通风技术之时，容易在基本问题上犯糊涂。北方冬季供暖时，由于风大、室内外温差大，“针大的孔，斗大的风”，冷风渗透大大超过卫生通风需要的风量，为了维持室温，用密封条贴窗缝减少冷风渗透。忽视卫生通风，时有 CO 中毒事故。这是为了温暖丢了性命。南方夏季空调普及后，为了节能，建筑的气密性越来越好，陷入节能误区，忽视卫生通风，不恰当地减少通风量，导致室内空气质量普遍下降，人体健康受损。

SARS 等流行性呼吸系统疾病的爆发，曾引起社会对卫生通风的重视，但随后又消散，未在民用建筑通风工程中留下显著印记。雾霾将人们从空气不佳的供暖房间或空调房间中惊醒。全社会都在呼吁清新空气（新风）以保障人体的呼吸需求。虽然健康呼吸所需要的新风量，工程标准有所规定，例如 $30\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{人})$ 等，这些规定的科学性和合理性还需卫生学进一步研究，更紧迫的是工程上怎样保障这一需求。相关标准规范保障措施并不落实。对设计界的调查发现，很多设计师认为，卫生通风是附属于空调工程的，全空气空调系统通过在送风中加入一定比例的室外空气，实现了卫生通风功能；风机盘管+新风空调系统，所包含的新风系统，即是卫生通风系统。卫生通风沦为舒适空调的附属功能。

很多民用建筑没有冬季卫生通风系统。

1.2 降温通风被舒适空调取代

满足人体的热舒适需求，称为热舒适通风或降温通风。这也涉及人体健康，但远没有呼吸那样关系人的生命。人体热舒适需求有很大的弹性。

历史上，降温通风曾是民用建筑夏季热舒适的基本手段。通风凉爽是对建筑性能的重要要求，这在 20 世纪推动了民用建筑在通风工程学上开展了长期持续不断的系统研究，获得了丰硕的成果。如通风量与建筑热环境的关系，室内流场、风速与人体热舒适感的关系，对通风的自然动力、机械动力的认识与利用，相关的流体力学、热力学理论在建筑围

护结构热工性能、机械通风系统的设计、夜间通风运行等，在一定程度上保障了民用建筑室内热环境方面的可居住性。但降温通风的可行性和效果受室外空气热湿状态制约。在我国大多数地方，夏季许多时间室外空气的热湿状态点本来就落在热舒适区之外，不具备改善室内热环境的能力。通风降温一直是南方的强烈要求。通风不良、室内闷热，一直是人们主要的抱怨。自然通风始终没能为南方社会所满意。直到世纪之交，夏季高温天气里，夜不归宿、睡大街的情况在南方重庆、武汉等各地仍很普遍。所幸的是社会经济的发展，空气调节科学技术与产业的进步，短短十多年时间，舒适空调已在民用建筑中普及。建筑通风已不再是室内热舒适的主要手段，下降为建筑节能、绿色建筑中减少空调能耗的一种节能措施。学界还在进行着降温通风的相关研究，但社会和工程界对其关注越来越少。

舒适空调替代降温通风，使我国尤其是南方，居住条件、工作条件发生了根本性改变，居住质量有了本质性提升，再也不会室内热得汗流浹背、坐立不安，再也不用露宿街头。身体状况、工作学习效率都得到显著改善。关于建筑室内环境的社会调查，被调查对象反映夏季室内热环境恶劣的比例显著下降，除能耗方面还需要进一步分析研究外，舒适空调替代降温通风的后果是良好的，民用建筑热舒适水平提高。这是社会的进步，也是民用建筑通风的解脱。

1.3 通风工程失落的原因

降温通风被舒适空调替代，是社会经济进步、人们生活水平提高、舒适空调技术成熟的必然结果。舒适空调提供了更可靠的服务和更高水平的舒适度，改善了生活质量。不局限于通风空调工程，从绿色环保、经济节能角度，全面综合分析一个工程项目，会发现在我国夏热冬冷、夏热冬暖地区舒适空调替代降温通风是合理的，在严寒地区、高海拔地区则另当别论。整个社会都视舒适空调为“阳春白雪”，降温通风为“下里巴人”，推动了建设方、使用方放弃看似经济节能的降温通风，追求舒适空调；对于设计方，舒适空调设计的经济效益明显高于降温通风，再加上“空调是高技术的，通风是低技术的”的误解，优秀的设计人才流向空调设计，降温通风门庭冷落，没有专门的设计人员，民用建筑已很少作降温通风设计。

卫生通风沦为舒适空调的附属，主要原因是过去大气污染尚不严重，建筑周围的空气质量基本符合卫生标准，新风的采集尚不是难题；建筑体量也较小，2万 m^2 以上就是大型公共建筑了。建筑内部的功能比较单一，空间分割也不太复杂，新鲜空气的输配比较容易，房间基本上都有外窗，在春秋季节，舒适空调关闭时，靠开窗即可满足卫生通风的要求，专门设置卫生通风系统的必要性未显示出来。

民用建筑冬季基本没有卫生通风系统，主要原因是建筑节能开展以前我国民用建筑的气密性差。北方冬季供暖时，由于室外风大、室内外温差大，风压、热压同时作用，“针大的孔，斗大的风”，冷风渗透不但大大超过卫生通风需要的风量，而且造成室内热损失很大，气温不能保持在卫生标准要求的范围内。过去北方民用建筑冬季关注的不是卫生通风，而是减少冷风渗透，不少民用建筑入冬时都要用密封条贴窗缝。南方冬季室外风没有北方大，室内外温差也很小，但建筑气密性比北方更差。居民不但不用密封条贴窗缝，而且冬季仍有开窗的习惯。冬季卫生通风在南方很长时间没有社会需求。

2 民用建筑通风工程失落的后果

2.1 民用建筑卫生通风不良突显

社会调查发现,在对室内热舒适满意率上升的同时,关于“通风不良”、“空气不新鲜”、“气闷”等不满意率也上升了。在没有外窗的内区房间,人员密度大的房间,室内功能、设施比较复杂的房间,新装修的房间等尤为突出。而初入房间的人对卫生通风状况尤为敏感。对于民用建筑卫生通风不良,专业内早有警觉,高校学术界针对建筑节能引发的室内空气质量问题,开展了系统的研究,只是在卫生通风附属于舒适空调的情况下,这些研究成果没能改变工程界对卫生通风的忽视,未能直接在工程实际中发挥作用。近年来,雾霾在我国的蔓延,推动了全社会对民用建筑卫生通风不良的关注。

2.2 民用建筑通风设计水平下降

设计队伍的优秀人员流向空调设计,缺少专人从事通风工程设计,导致了民用建筑通风设计水平下降。这首先表现在工程设计的标准规范上。对比标准规范中关于通风和空调的条文,就会发现,关于通风的条文多是原则性的要求,实现要求的技术措施不清晰,缺少程序化的技术设计过程的规定,必要的技术参数也不完整。即使是原则性要求,很多也是从工业通风标准规范中直接照搬的,没有针对民用建筑通风的特点作相应的调整。而关于空调的条文,原则性要求非常注意民用建筑空调的特点,随后的技术措施清晰明确,可选择性好,并具有程序化的操作过程,必要的技术参数也比较完善。这二者之间的明显差别,根本原因是空调工程的实际工程丰富,设计人员注意经验总结和提升,通风工程则没有这个条件。从设计队伍看,设计人员都熟悉空调设计,而熟练掌握通风设计的设计师不多,不少设计师连通风设计怎样入手都很迷茫,知道风系统需要作水力平衡计算,却不知道门窗关闭的大楼、看似独立的送风系统和排风系统需要作空气平衡分析。

2.3 民用建筑通风运行调节差

民用建筑暖通空调系统的运行水平比设计水平更差是普遍现象。系统的智能化控制往往调试不出来,运行人员不能按照设计要求运行。所幸的是主机自身的智能化性能良好,建筑内热舒适条件基本能保证,但是保障建筑内空气质量的卫生通风系统的智能化水平却达不到要求。从新风量的确定方法看,主要有以人员数定新风量和按换气次数定新风量两种。按人员数定新风量的工程,要求随着室内人员的变动调整向室内提供的新风量。在全空气系统中,这需要通过调整新风比来实现,如果自控系统不能实现,人工调整几乎不可能。对于风机盘管+新风系统,难度稍微小些,但当同一新风系统各房间的人数变化不一致时,运行人员也没有调节好的能力。已推出若干年的动力分布式通风系统,原理上是能适应这种工程要求的,但实际工程中能够运行调节好的不多。按换气次数定新风量,由于房间的空间大小在运行中不发生变化,各房间的新风量也不变,只需要一开始使用时,按设计要求调整好各房间的风量。但实际工程交付使用时往往没做到。接手的运行人员没有能力完成风量调适。若设计时,新风系统的水力平衡较好,问题会有所缓解。但前面已提

到通风设计水平下降,新风系统即使作了水力计算,但水力平衡往往是通过调整设置风阀的开闭度来实现,将难题后推。这就要求竣工后,通过调整风阀来达到要求的新风量。实际工程中,这一工作没有认真扎实地做,只是判断有无风吹出,没有实测新风量。这造成新风量是否满足要求是不确定的,直到室内人员投诉或抱怨。

另外,在“新风系统是空调系统的组成部分”的普遍认识下,总是要在开启整个空调系统的情况下,才开启新风系统。但卫生通风是任何时间都需要的,舒适空调则在室内热环境令人不满意时才开启。二者在运行时间上不同步,房间需要卫生通风的时间比舒适空调多得多。新风系统与舒适空调同时运行,使那些不能通过开启外窗获取新风的房间内空气质量很差。

3 重新认识民用建筑通风工程的基本功能——卫生通风

3.1 社会需要提升了民用建筑通风工程的重要性

我国民用建筑节能的最主要成就,不是节约了多少建筑能耗,而是解决了全社会居住、工作、学习的建筑环境的热舒适问题,显著提高了社会大众的生活水平。

随着社会的进步,大众越来越清楚健康比舒适更重要。呼吸性流行病在建筑中的传染、雾霾的逼压,使原来被热舒适问题掩盖的民用建筑卫生通风不良,现在成为社会关注的热点。

社会从使用侧推动重视卫生通风,不再容许忽视民用建筑内的空气质量问题。继2016年全国政协提案之后,2017年全国人大代表又提出“国家制定强制性教室空气质量标准”的建议。一旦当室内空气质量标准形成追责机制,将逼使工程界进一步担起卫生通风的责任。当然,保障室内空气质量,政府、建设单位、使用单位都各有其责,作为工程界,自然应该首先思考通风工程的责任。

3.2 民用建筑通风工程的背景正在变化

前文中提到的造成通风工程失落的原因正在发生变化。

首先是大气环境的恶化,室外空气已不再保证就是新鲜空气。“开窗通风”这个日常生活中简单的行为,变成了工程界争论的工程难题。在空气污染的城市中,建筑采集新风比获取舒适空调的冷热源更难。

其次,建筑体量急剧膨胀,2万 m^2 的公共建筑很常见了,大型公共建筑已达十几万,甚至几十万平方米,所需的新风总量很大。建筑内部功能多元化,空间分割复杂,使新风的输配成为难题。庞大的与室外空间没有直接联系的内区不可能靠开窗通风,全年都需要通风系统输配新鲜空气。

第三,建筑内人流量变化大,各区域、房间的人员密度不稳定,新鲜空气需求量变化一致性差,无论从室内空气质量还是从节能出发,都需要及时调节风量分配。

第四,建筑节能使民用建筑门窗的气密性增强,百米、几百米的建筑高度,使建筑外围护结构上的风压、热压提高,“针大的孔,斗大的风”的现象更为严重,外区房间的外窗也不能随意开启,冬季供暖中的卫生新风,必须有新风系统输配。

第五，建筑内的人员活动形式多样，内容丰富；设备设施多样；装饰材料种类繁多，使建筑内的空气污染物种类多达数千种。众多微量的空气污染物共同作用下对人体健康的影响，卫生学界、医学界尚无定论，这导致室内空气质量标准和新风量标准很难制定。

第六，大体量建筑的防烟排烟系统庞大，车库等多层地下室的开发利用，对民用建筑事故通风的要求更严。

3.3 重新认识民用建筑通风工程的重要性和难度

在建筑内环境控制的各方面中，空气质量是第一位的，民用建筑卫生通风是第一重要的。低碳节能，对利用降温通风排除建筑余热，维持热舒适的要求比以前更高。大体量的建筑在春秋甚至冬季，利用室外空气降温通风的潜力大大超过通常的民用建筑。

前述民用建筑通风工程的情景变化，使民用建筑通风工程的设计、施工、运行难度已超过舒适空调。

4 民用建筑环境控制技术应通风优先

4.1 民用建筑环境控制思路

现代民用建筑的环境控制需求是全年连续性的。建筑环境控制的各种需求是相互关联的。供暖、通风和空调等分散独立的建筑环境控制，所需要的各种时空资源、空气资源、冷热资源等必须共用。社会环境等各种制约条件错综复杂。另外，建筑节能减排、新能源在建筑中的应用等也要求从通风、供暖和空调诸方面综合考虑。工程中将通风、供暖和空调三者截然分开，已不合时宜。根据室内空气质量和热舒适的相对重要性，根据通风和舒适空调使用的时空特点（通风是全空间、全时间需要使用的，供暖和空调是部分空间、部分时间需要的）和技术难度，民用建筑室内环境综合控制的基本思路应是通风优先，热湿调控配合。

4.2 民用建筑环境控制工程设计应通风优先

通风优先的实质是室内空气质量控制优先。首先考虑热湿环境，顺带解决通风问题的设计思路和流程应该放弃。

民用建筑环境控制应从分析建筑功能和使用特点开始，将民用建筑内厨、卫、洗涤、污染设备等固定的空气污染源控制好，再计算各建筑空间的全年卫生通风需求，设计能保障这一需求的卫生通风系统。然后分析在卫生通风条件下各建筑空间全年的热湿状况，对比需求的热舒适水平，分析各建筑空间的冷、热、湿负荷变化规律，确定热湿处理末端形式和大小，再构建冷热源，设计冷热输配系统。从节能角度，降温通风的利用程度需在设计卫生通风系统时一并考虑，通过针对具体工程的技术经济综合分析，确定是否增强卫生通风的降温功能。增强卫生通风的降温功能，只能缩短热湿处理系统的运行时间，从而节约能源，不能减小热湿处理系统的规模和节约其建造费。相反，会增加卫生通风系统的建造费用。

4.3 通风优先的民用建筑环境控制系统的运行调节

应根据民用建筑内人员状况，优先、独立地运行调节建筑环境控制系统中的卫生通风系统，保障各建筑空间的新风需求。不论是人工运行规程，还是智能化的控制软件，都应首先保障控制室内固定的空气污染源的排风系统正常运行，效果良好。然后调节各新风系统跟踪各建筑空间新风需求的变化，在新风需求得到满足的条件下，启动热湿处理系统，将热湿参数控制在舒适范围内。卫生通风系统的调节控制参数，对于人员密度较大，按人均新风量确定新风总量的空间，宜用空气中 CO₂ 浓度，进行动态控制。对于人员密度小，按换气次数确定新风量的空间，宜按稳定的设计新风量运行。

停机应先停热湿系统，后停卫生通风系统。

4.4 新风质量保障

新风质量是卫生通风效果的基本保证。应按照室外空气质量标准监测新风采集区域的空气质量。应根据当地室外空气质量变化特点、室外空气污染特点，决定是否和怎样设置新风净化处理装置，并能在室外空气良好时旁通运行。“新风净化系统”在室外空气污染时，能发挥重要作用，但它不能替代卫生通风系统。

5 民用建筑通风工程法体系与标准

兵有兵法，工程有工程法。民用建筑通风作为建筑环境调控的基本工程，可用图 2 粗浅地表现其工程法的构成体系。

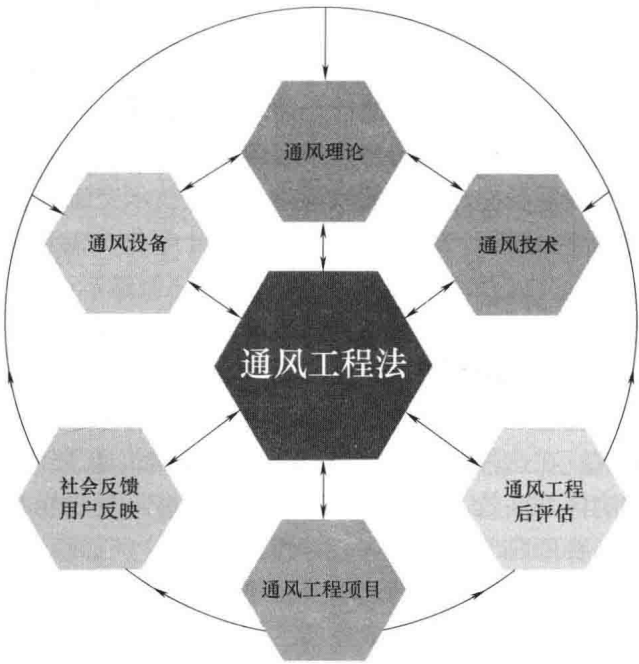


图 2 民用建筑通风工程法构成体系

社会需求是民用建筑通风生存发展的根本。这一需求可追溯几千上万年,现今需求更为旺盛;通风理论、技术、设备都为保障需求而产生、发展、丰富,三者再融溶提炼成工程方法,表现为通风工程的标准法规,直接应用于工程实践(工程项目的策划、设计、建造和运维全过程)。项目建成后,形成使用价值,社会受益,并同时从工程后评估和社会反映获得信息,改进提高,如此构成良性循环发展。对工程的各种正式、非正式的评价,最不足的是对工程的后评估。本书属于后评价类,不是针对一个具体项目,而是对整个中国住宅与公共建筑通风工程进展的一般性评价。

作为一个 13 亿人口的大国,近年来社会经济发展很快,人们生活水平提高也很快,作为四大基本需求之一的居住水平,无论是量还是质的上升都非常显著,前所未有的,使民用建筑通风需求旺盛,推动其工程体系壮大而丰富。

人类建筑通风历史久远,基本的通风原理、形成的机理是完善的、成熟的,学术界、工程界对此的认识是深入而清晰的,把握良好。理论上的进展是对新的社会需求、技术、设备、工程方法及工程后评价等实践层面的提炼与指导。学术界尚未产生那种“横空出世”的涉及民用建筑通风工程的哲学思想或观点。

对通风需求的认识和理解正从笼统的、泛泛的、静态的一概而论,深入到分类(建筑种类)、分区(地理气候区)、分季节(各种通风季节)、分过程(建筑使用过程)的细化层次,认识维度越来越多。

需求推动技术发展,也影响到技术特点,普适性的通风技术正分化为针对性越来越强的专用技术。“一把钥匙开千把锁”式的万能技术被冷落,对专用技术的追求激发起了创造的激情,对专用技术的保护意识正在加强,技术专利化的趋势明显,但软技术的价值尚未得到重视,常成为工商界商务活动中的礼品,免费赠送。设计院没有能力和条件为饱含创造性技术的方案要求合理的价格,只能靠劳动密集型的施工图为生。因而民用建筑通风设计水平的提升步履维艰。

通风设备、材料作为技术的物化体,从市场上获取到了应有的经济效益,使其得到快速发展,品牌产品已达国际水平。旺盛的社会需求是民用建筑通风设备、材料发展的根本动力。设备材料厂商是其表现者,是民用建筑通风工程体系中最主动、最活跃的构成,庞大的营销队伍,加强了体系各构成之间的联系,促成了技术交流。遗憾的是,设备材料厂商也将富含技术的可行性分析、方案比较、作图设计等作为对购买设备的优惠券免费赠送。

从工程学的特性而言,民用建筑通风工程法的体系转运轴心应是工程法,现在是以设备材料为轴心转动,体系成了偏心轮。这在 2016 年、2017 年的抗雾霾通风工程中,新风净化设备成为中心、卫生通风设计受冷落这点上表现得特别明显。不懂通风工程的人,主导了工程的技术决策权。在这种“工程生态”下,民用建筑通风工程法的发展是艰难的。轴心的弱化,必然影响体系高效、高水平转动,造成通风工程效能不理想。

工程方法的发展,要依靠工程界牵头,学界、工商界(厂商)配合。工程界主要是工程咨询公司、设计院、工程公司、调适运维公司等的技术队伍,将通风理论、技术、设备产品三合一地熔炼成通风工程方法,形成通风工程可行性分析、设计、施工、调适运维全过程的标准规范、导则指南、手册等形式供工程使用。2016~2017 年,民用建筑通风标准的工作显著加强,尤其是团体标准,从这些方面的全面性上可以预期我国民用建筑通风

标准不令人满意的方面即将改善，一套先进的、完善的、独立的、成体系的民用建筑通风工程法整体标准很快会投入工程实践。各方面都在积极投入，加强这方面的工作。在这种多方面齐头并进的情况下，需要加强各方的协调、呼应与磨合。

6 民用建筑通风论文近况

通过《暖通空调》杂志 2016~2017 年刊登的民用建筑通风文章分析科研与工程实际的联系状况。《暖通空调》杂志 2016~2017 年涉及民用建筑通风的文章共 76 篇，可分为如下 5 类：

(1) 工程方法类，主要涉及民用建筑通风工程各过程的可行性分析、方案设计与比选、设备选用、工程计算方法、调适运行、工程案例分

(2) 理论类，主要涉及民用建筑通风工程中目标与影响因素之间的关系，各种技术的原理、机理，各种层次的规律性。

(3) 专项技术类（软技术类），涉及各种节能、强化换热、新风处理、气流组织、工程参数、系统性能与效果，即各种不成为设备的软技术。

(4) 设备材料类（硬技术类），主要分析讨论可用于民用建筑通风工程的各种设备材料的工作原理、性能、效果、使用方

(5) 新风净化类，这类文章是这两年全国关注雾霾问题在民用建筑通风方面的直接表现。这个类别，实质上是可分别划归到上述 4 类中，为了讨论这两年民用建筑通风进展的特点，将其单独另聚一类。

以上 5 类的数量和比例见表 1。以上 5 类子集并非两两独立，存在交集，5 子集数量之和大于总集合的 76 篇。

《暖通空调》2016~2017 年刊载的民建通风文章分类表 表 1

类别	合计	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
数量	76	22	24	14	18	18
比例	100%	29%	32%	18%	24%	24%

从表 1 中可见，关于雾霾情况下新风净化的文章占到 24%，体现了民用建筑通风界（设计研究院所、高校、设备厂家）对雾霾挑战的积极响应。再联想到 2016 年全国暖通年会上江亿院士在主会场上“开窗还是关窗”的发言，引起了热烈的会场气氛。民用建筑通风界的担当和实力，足以成为雾霾条件下保障室内空气品质的科技主力或科技支持。可是在社会上无论是轰然而起的“新兴产业”——新风净化行业，还是政协、人大和政府推动的“新风进校园”行动等，民用建筑通风界的影响都不大。新成立的各种新风专委会、新风行业协会等，也和既有通风专委会没有紧密的关联、交流或联合行动。尽管个别暖通空调组织的人员参与了上述某个新风组织，但没有建立起组织上的联系。

表 1 中比例最小的是第（3）类，但不宜下结论确定，专项技术或软技术的研究偏弱。许多专项技术或软技术的研究成果被直接引收、隐埋在硬技术——设备材料之中。其中的原因不

第(2)类占比最大,这些理论性成果,研究手段数值模拟多于实验研究,研究的问题、内容是联系民用建筑通风工程实际、深入工程项目现场的,这是高校,尤其是硕士、博士研究生及其导师们的可嘉之处。

第(1)类是直接推动民用建筑通风工程深化提高的研究。这些文章的特点是非常接工程地气,针对性很强、个性特色鲜明,直接解决工程项目具体问题,为工程单位(设计院、工程公司、工程调适运维公司、工程咨询公司)所欣赏、能借鉴和采用。表2和表3是对22篇第(1)类论文的进一步分析。

《暖通空调》2016~2017年刊载的22篇第(1)类文章内容分析表 表2

内容分类	合计	工程案例	工程方案	工程计算	设备选用
数量	22	11	7	1	3
比例	100%	50%	31.8%	4.5%	13.6%

《暖通空调》2016~2017年刊载的22篇第(1)类文章作者单位分析表 表3

作者单位性质	合计	工程单位	科研单位	技术公司	设备公司
数量	22	16	10	1	0
比例	100%	72.7%	45.5%	4.5%	0

其中有4篇文章是由工程单位和科研单位的作者合作完成的,有1篇是科研单位和技术公司合作的,都分别计入各自的篇数。这22篇论文都是由工程单位、科研单位完成的,技术公司作为合著参与了1篇文章的合作,其他单位没有文章。

表4是2017年全国通风技术学术年会上发表的民建通风论文分类。

2017年全国通风技术学术年会民建通风论文分类表 表4

类别	合计	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
数量	29	8	15	6		
比例	100%	27.6%	51.7%	20.7%		

大量有关民建通风的论文是高校的硕士、博士论文,相关内容本书另有专篇分析。

7 民用建筑通风进展的表述与评价

我国民用建筑通风已进展到分类开展,细化、深入和提高阶段。已将民用建筑分为住宅与公共建筑两大类。并将公共建筑按使用功能进一步细分为教学楼、办公楼、城市综合体、酒店、医院、交通枢纽及其他等各子类;另一方面按地理气候特点的分类,除陆地低海拔的夏热冬冷、夏热冬暖、寒冷、严寒、温和五大气候区外,还分出中海拔地区(1000~3000m)、高海拔地区(3000m以上)、海岛、地下空间等区域。

以地理气候特征为列,以建筑种类为行,可以构建我国民用建筑通风进展评价矩阵 A_{ij} ,并作出评价矩阵表。 A_{ij} 的每个元素, a_{ij} 代表对第*i*类气候区,第*j*类建筑类别的民用建筑通风的进展表述(见表5)。例如 A_{24} ,是对夏热冬暖地区、城市综合体的通风进展的表述。