

[英] D. J. 克鲁姆 著
B. M. 罗伯茨

建筑物空气调节 与通风

中国建筑工业出版社

TU83
1

建筑物空气调节与通风

[英] D.J. 克鲁姆 著
B.M. 罗伯茨

陈在康 尹业良 陆龙文 李淑芬 张正举 译

中国建筑工业出版社

本书为N. S. 比林顿及E. 奥尔主编的“采暖、通风及制冷”国际丛书中的第十卷。丛书中的各卷互相配合，相辅相成，但在内容上各保持其一定的完整性和独立性。本书包括建筑物空气调节和通风的基本原理以及设计和运行实践中的主要问题。本书重点在实用方面，但对基本原理作了必要的论述，并对各种系统的发展趋势进行了分析和展望。各章均附有详细的参考书目。本书可供高等工业院校供热与通风专业师生以及从事空气调节与通风方面工作的工程技术人员参考。

Derek J. Croome-Gale

Brian M. Roberts

Airconditioning and Ventilation of Buildings

Pergamon Press, 1975

* * *

建筑物空气调节与通风

陈在康 尹业良 陆龙文 译
李淑芬 张正举

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 22½ 字数: 546 千字

1982年8月第一版 1982年8月第一次印刷

印数: 1— 10,700册 定价: 2.30元

统一书号: 15040·4204

译 者 的 话

本书为N.S.比林顿和E.奥尔主编的“采暖、通风及制冷”国际丛书的第十卷。丛书的各卷互相配合，相辅相成，但各卷在内容上仍保持其独立性和完整性。本书论述建筑物的空气调节与通风的基本原理和设计与运行中的各种问题，重点在实用，但对基本原理进行了必要的论述。本书不仅反映了目前工业发达国家空气调节与通风的现状，并对今后的发展进行了分析。

本书中的外国人名均译成中文，译文和原文对照表列于书末附录I中，本书全部采用国际单位制，译文中仍保持用字母符号表示单位，符号的涵义列在书末附录II中，以供查考。本书所用专业术语，很多缺乏正式定名，译文尽量做到与现行规范和常用手册一致。本书各章均附有详细的参考书目作为该章的最后一节，为了查找原文的方便，仍保留原文书名，没有译成中文。至于原书中的明显错误，译文中作了更正，并加“译注”。

最后，我们还要说明的就是，这本书的翻译工作主要是在业余时间完成的，所以时间比较仓促。尽管我们作了很大的努力，但由于水平所限，存在的错误和缺点尚希读者指正。

序

本书的主要目的是为有人居留的建筑物的舒适性空气调节的设计及施工运行提供参考。然而，这意味着不仅是局限于描述传统观念的现状，而且要展望未来的前景。主要希望它成为学生的教材，同时也可作为从事实际工作的工程技术人员的基本参考书。因此，很多来源于自然科学以及工程中的基本原理都必须进行讨论。现在有一些大学开设了环境工程方面的相当于大学程度的课程，所以进入工业部门的未来的技术人员将会很好地熟悉生理的、心理的以及社会方面的问题，如同传统的工程问题一样。在部分章节中试图说明心理物理学和人类工程学的用途，仅仅在这一方面环境能够和工作场所中的人的活动有关。

作者深深感到，采暖和空气调节工业要取得卓有成效的进步只有在下述情况下才有可能：所有专业设计组成员同业主、承包商和制造厂商的紧密合作；工业组织认识到研究和资助采暖通风研究机构从事这方面的研究和发展工作的必要性；教育工作者向进入工业部门的技术人员灌输实际的观点，使之对人文科学有一个合理的观念，如同对我们工业在技术上的要求一样；最后，在各种机构中，如英国皇家建筑学会、照明工程学会、采暖通风工程师协会、公共卫生工程师协会、英国声学学会、建筑施工协会等等，通过活页情报、联席会议以及论文作者的联系等方法广泛交流情报。

因为本书还有九本姐妹篇，有些方面的内容包括在其他作者的书中。它们是：

W. C. 奥斯本：**通风机**（第一卷）

T. C. 安格斯：**室内气候控制**（第四卷）

P. G. 唐：**冷、热负荷计算**（第五卷）

V. V. 巴杜林：**工业通风原理**（第八卷）

R. G. 多尔曼：**灰尘与空气净化**（第九卷）

本书论述的问题有舒适感基础、通风、心理学及其在空气调节系统中的应用、空气在管道中的流动以及在室内空间的流动。本书还从实用的角度介绍了空气调节设备、系统及应用。对于空气调节工程师来说日益重要的课题——自动控制系统以及室内气流组织设计设有专门的章节加以介绍。在每一章后面都附有范围较广的参考文献，有助于读者了解什么地方可以找到更详细的和专门的资料。声响和振动在环境工程中的作用包括在另一单行本《噪声、建筑物和人》中。

全书单位采用国际制（SI），在考虑有所帮助的地方，注上相应的英制单位。为了保持和《英国采暖通风工程师协会指南（1970）》一致，采用英国采暖通风工程师协会出版的《米制换算——参考手册（1968）》推荐的资料。

作者衷心感谢各出版商和制造商以及同意我们引用数据和图表的人士。特别是以下各位给了我们很大的帮助：P. 阿诺德小姐（建筑研究所）；巴科公司（Bahco Ltd）；B. 巴恩斯（T. 沃尔-桑斯公司，格洛斯特）（T. Wall & Sons Ltd, Gloucester）；R. E. 布莱克韦尔（费尔里特工程公司）（Fairitt Engineering Ltd）；科尔特国际公

司 (Colt International Ltd), E.R. 康斯坦斯 (哈罗德公司总工程师) (Harrods Ltd), M.H. 库克-亚巴勒 (建筑股份公司), 科珀勒德公司 (Copperad Ltd), R. 伊夫斯 (采暖通风研究协会) (Heating and Ventilating Research Association), A.G. 恩格尔巴赫 (采暖空调系统公司) (Heat and Air Systems Ltd), J.S. 埃文斯 (格拉斯哥公司消防队) (Glasgow Corporation Fire Department), G. 尤尔特博士 (斯德哥尔摩皇家卡罗琳医院) (Royal Caroline Hospital, Stockholm), A.A. 菲尔德, E. 格兰京教授 (苏黎世联邦高等工科学学校) (Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich), E. 范·冈斯特 (荷兰德弗特公共卫生研究所) (Instituut voor Gezondheidstechniek T.N.O., Delft), B. A. 霍奇斯 (英国采暖通风工程师协会秘书), A.J. 霍奇金森 (英国采暖通风工程师协会) (Institution of Heating and Ventilating Engineers), S. 康佐教授 (伊利诺斯大学) (University of Illinois), W. 林克教授 (亚琛莱茵省立威斯特伐利亚高等工科学学校) (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen), 鲁道夫·奥托·迈尔 (汉堡), H. 马莱琼斯博士 (司图加特市曼弗雷德-贝尔冷却器厂) (Kuhlerfabrik Manfred Behr, Stuttgart), 皮尔·卢吉·奈维教授, J. 皮奇 (英国采暖通风工程师协会), C. O. 佩德森教授 (伊利诺斯大学), 塑料结构公司, 威廉·派伊, W. 雷兹教授 (柏林技术大学亨利·莱舍采暖通风研究所) (Heinrich Rietschel Institut für Heizung und Lüftung, Technische Universität, Berlin), B. 里根斯克特 (亚琛 H. 克兰茨通风技术研究所) (H. Krantz Lufttechnik, Aachen), 施奈德博士 (柏林材料实验研究所) (Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin), A.W.K. 斯图尔特 (斯特拉思克莱德大学) (University of Strathclyde), 约翰·辛格 (雷德芬-加勒里) (Redfern Gallery), W. L. 泰勒 (汤姆森报业公司) (Thomson Newspapers Ltd), P.R. 沃伦 (建筑研究所), J.C. 怀特黑德 (建筑师), R. T. 威尔金森博士 (剑桥 MRC 应用心理学研究室) (MRC Applied Psychology Unit, Cambridge), D. 怀恩博士 (瑞典高等工科学学校)。

我们也要感谢下列各位的合作: M. 伯克拟订第四章第 6 道例题, 彼得·罗伯茨 (拉夫巴勒大学, 工科研究生院) (Loughborough university of Technology graduate) 绘制第十二章的漫画, I.M. 沃尔若卜夫人, B. 罗伯茨夫人, 以及格拉迪斯·马格斯夫人进行翻译、打字和手稿的准备工作; 以及主编 N. 比林顿和 E. 奥尔给予工作中的具体指导。

D. J. 克鲁姆

B. M. 罗伯茨

主 编 序

现代工业文明的存在，依赖于人对其环境的控制。单纯舒适的目的要求世界上大多数地方的建筑物在每年的某些季节必须人为地进行加热或冷却。随着生活标准的提高，人们会不满意过去工厂、机关和住宅的条件，而且生产过程本身也日益迫切要求控制环境。今日的空中旅行，飞机不进行空气调节是不可能的。

采暖和空气调节对于每一个人的生活作出了重要的贡献——无论居住、工作、旅行还是娱乐。这种工程设施随复杂及高级的程度不同要占到建筑总造价的十分之一至一半。它们需要专门的设计，而这方面的熟练人才几乎到处都感到太少。

这就是要编一套关于采暖和空气调节设备设计方面教材的原因。这套丛书计划包括以下内容：

- 采暖通风的基本原理
- 冷、热负荷计算
- 采暖和热水供应
- 建筑物空气调节与通风
- 工业通风
- 燃料和锅炉房实践
- 传热与传质
- 通风机
- 灰尘及空气净化
- 制冷技术

丛书的每一卷就其有关的主题而言，在技术和工程实践应用上是完整的和独立的。但对于某些次要内容的基本原理的更详细讨论以及公式的推导则必须参考其它各卷。例如，传热公式必须在不只一本书中引用，但它们的推导和全部必要的细节则在专门的一卷“传热”中给出。同样，冷、热负荷计算不只和通风及采暖有关，也和制冷有关。这种处理，和既要篇幅适当又要包罗万象的书比较起来，能够容许对主题有更详细的讨论。

还有一本书，在要求更详细了解时应当参考的就是奥尔和潘克赫斯特的《空气气流测量》（珀盖蒙出版社，1966年版）。这本书没有列入本丛书是因为它涉及了更广泛的范畴。

作者们是以学生在头几年能获得一般工程的基础训练为出发点。在此基础上进行专业训练，并提高到一个新的水平。本丛书对希望了解这一领域的理工科毕业生也是很有用的，因为它介绍了新的学科（例如人体生理学或气候学）以及有关他们基础知识的新的应用，而且其大学课程的某些部分被引向更加深入。整个丛书的重点是实际应用。

这些书并不包括设计中能遇到的所有的问题，然而一个学生掌握了其中的基本原理，应当能成为会处理他将遇到的大多数问题的工程师。至于其它问题，除了依靠继续学习更高深的文献之外，实践经验也是不可缺少的。

N. S. 比林顿

E. 奥 尔

目 录

第一章 空气调节与通风在环境控制中

的作用	1
1-1 现代空气调节的地位	1
1-2 空气调节与通风的区别	4
1-3 舒适	5
1-4 人与环境	5
1-4-1 知觉	5
1-4-2 对舒适的理解	9
1-5 舒适的因素	12
1-5-1 供氧	12
1-5-2 温度	12
1-5-3 相对湿度	20
1-5-4 空气运动	23
1-5-5 电离作用	24
1-5-6 其它因素	26
1-5-7 标准人	29
1-6 未来的空气调节	31
1-7 工业空气调节	32
1-8 参考文献	32
第二章 通风	35
2-1 为什么要通风?	35
2-2 新鲜空气最低需要量	35
2-3 空气的稀释作用	37
2-3-1 二氧化碳问题	37
2-3-2 气味	37
2-4 通风量的计算	38
2-5 通风方法	41
2-5-1 自然通风	41
2-5-2 机械通风	47
2-6 通风和空气调节系统设计的 几个基本原则	47
2-6-1 送风温度	48
2-6-2 送风含湿量	48
2-6-3 设计风量	49
2-6-4 室内气压	49
2-7 通风在一些特殊情况下的应用	49

2-7-1 防火通风	49
2-7-2 医院	50
2-7-3 游泳馆	51
2-7-4 暖风幕	52
2-7-5 公路隧道	55
2-7-6 地下停车场和车库	56
2-7-7 洁净室	56
2-8 通风与空气调节系统中的 防火措施	57
2-8-1 风道的隔热材料	57
2-8-2 防火风门	57
2-8-3 柔性接头和连接	57
2-9 例题	58
2-10 参考文献	60

第三章 空气的性质和主要状态

参数	61
3-1 空气的组成	61
3-2 气体定律及其在空气调节中 的应用	61
3-3 物质的连续性	64
3-4 湿空气的性质	65
3-4-1 分子量	65
3-4-2 气体常数	65
3-4-3 水蒸汽分压力	66
3-4-4 露点	66
3-4-5 含湿量	66
3-4-6 相对湿度和饱和百分数	67
3-4-7 湿空气比容	67
3-4-8 湿球温降	67
3-4-9 焓	69
3-4-10 热力学湿球温度	70
3-5 干湿参数的表示方法	70
3-5-1 干湿表	70
3-5-2 焓湿图和莫里尔图	70
3-6 例题	73
3-7 参考文献	77

第四章 空气调节过程	78	5-4-5 室内压力的影响	132
4-1 概述	78	5-5 管道尺寸选择	132
4-2 混合状态	78	5-5-1 圆形和矩形管道的当量直径	132
4-3 显加热和显冷却	79	5-5-2 管道尺寸的选择方法	134
4-4 加湿和去湿过程原理	80	5-5-3 高速系统	137
4-5 去湿	81	5-5-4 关于管道尺寸选择方法 的建议	138
4-5-1 显冷却与去湿	82	5-5-5 用数字计算机进行管道设计	138
4-5-2 化学法去湿	82	5-6 管道制作和安装的若干注意事项	140
4-6 加湿	84	5-7 参考文献	140
4-6-1 加湿加热	84	第六章 空气调节设备	142
4-6-2 加湿冷却	85	6-1 概述	142
4-7 实际空气调节循环	88	6-2 空气加热与冷却盘管	142
4-7-1 焓湿图的应用	88	6-2-1 盘管设计与盘管结构	142
4-7-2 室内送风过程线与显热比	88	6-2-2 蒸汽盘管	143
4-7-3 室内状态控制	90	6-2-3 水盘管	143
4-7-4 冬季循环	91	6-2-4 直接蒸发盘管	143
4-7-5 夏季循环	93	6-2-5 盘管选择	144
4-8 喷水室和冷却盘管比较	94	6-2-6 加热盘管	144
4-9 焓湿图在实际空调系统中 的应用	94	6-2-7 冷却盘管	145
4-10 例题	94	6-2-8 盘管安装	146
第五章 空气在管道系统中的流动	111	6-3 电加热器、煤气加热器 和油加热器	146
5-1 空间的能流	111	6-3-1 电加热器	146
5-2 流体动力学的基本概念	112	6-3-2 煤气加热器和油加热器	148
5-2-1 流体的分析	112	6-4 喷水室和蒸发式空气冷却器	148
5-2-2 流函数	112	6-4-1 普通喷水室	148
5-2-3 连续性	113	6-4-2 高速喷淋式喷水室	150
5-2-4 全能量的方程式	113	6-4-3 盒式(或毛细管式)喷水室	151
5-2-5 旋度	115	6-4-4 蒸发式空气冷却器	152
5-2-6 无旋流	115	6-4-5 喷水盘管	152
5-2-7 动量定律	117	6-5 加湿器	153
5-2-8 流体摩擦	118	6-5-1 盘式加湿器	153
5-2-9 摩擦损失的计算	119	6-5-2 蒸汽加湿器	153
5-3 伯努利定理的应用	121	6-5-3 机械加湿器	154
5-3-1 孔口出流	121	6-5-4 分离式加湿器	155
5-3-2 绕流	121	6-6 蒸发式水冷却设备	155
5-3-3 文丘里流量计及孔板	122	6-6-1 机力通风冷却塔	156
5-4 在空气调节系统中的能量转换	123	6-6-2 冷却塔的选择	157
5-4-1 基本依据	123	6-6-3 冷却塔安装	157
5-4-2 动压力	124	6-7 化学法去湿器与热回收设备	158
5-4-3 压力损失	125	6-7-1 固体吸湿过程	158
5-4-4 系统阻力	130		

6-7-2 液体吸湿过程.....	159	7-7 双空气系统.....	190
6-7-3 热回收装置.....	159	7-8 诱导系统.....	191
6-8 风机.....	159	7-9 风机盘管系统.....	194
6-8-1 离心风机.....	159	7-10 三管和四管系统.....	195
6-8-2 轴流风机.....	161	7-11 辐射板空气系统.....	196
6-8-3 其他类型风机.....	161	7-12 直接蒸发系统.....	197
6-8-4 系统中的风机性能.....	162	7-13 整体室内热泵系统.....	199
6-8-5 风机的选择与安装.....	162	7-14 组合式通风照明系统.....	200
6-9 空气过滤设备.....	163	7-15 通风顶棚系统.....	202
6-9-1 过滤器的性能.....	164	7-16 热回收(内源热泵)系统.....	203
6-9-2 空气过滤器的种类.....	164	7-17 总能量系统.....	203
6-10 制冷, 冷凝设备与热泵.....	166	7-18 区域冷水系统.....	204
6-10-1 制冷方法.....	166	7-19 制冷剂蒸发式供热-供冷系统.....	205
6-10-2 制冷压缩机.....	167	7-20 热电系统.....	206
6-10-3 蒸发器.....	168	7-21 参考文献.....	206
6-10-4 冷凝器.....	169	第八章 空气调节的应用.....	208
6-10-5 制冷机组.....	170	8-1 概述.....	208
6-10-6 热泵.....	170	8-2 问题.....	208
6-11 组合设备.....	171	8-3 设计因素.....	209
6-12 室内装置.....	172	8-3-1 室内负荷.....	210
6-12-1 双风道和单风道装置.....	172	8-4 设备和设施.....	211
6-12-2 诱导器.....	174	8-5 办公楼.....	213
6-12-3 室内风机-盘管机组.....	176	8-6 公寓和住宅.....	214
6-12-4 室内空调器.....	177	8-7 旅馆和餐馆.....	215
6-12-5 室内去湿机.....	177	8-8 医院和手术室.....	216
6-13 电动机-起动机.....	178	8-9 商店与百货大楼.....	217
6-13-1 选择.....	178	8-10 剧院和会堂.....	217
6-13-2 负载-转矩性能.....	178	8-11 图书馆和博物馆.....	218
6-13-3 电动机.....	179	8-12 学校.....	219
6-13-4 电动机起动机.....	179	8-13 实验室.....	219
6-14 参考文献.....	180	8-14 计算机房.....	221
第七章 空气调节系统.....	183	8-15 无线电和电视演播室.....	222
7-1 概述.....	183	8-16 滚球场.....	223
7-2 一般系统.....	183	8-17 运输工具.....	224
7-2-1 定风量, 变温度系统.....	183	8-17-1 陆运车辆.....	224
7-2-2 冷量控制.....	184	8-17-2 飞机.....	224
7-2-3 冷却盘管控制.....	184	8-17-3 船舶空调.....	225
7-2-4 变风量, 定温度系统.....	185	8-18 生产过程和产品的空气调节.....	226
7-3 末端再热系统.....	186	8-19 工业通风.....	227
7-4 多区系统.....	187	8-20 负荷对照表.....	228
7-5 双风道系统.....	188	8-21 参考文献.....	229
7-6 变风量系统.....	189	补充读物.....	230

第九章 自动控制系统	231	9-16 冷却控制	256
9-1 基本概念	231	9-17 去湿控制	259
9-2 控制系统的型式	233	9-18 空气调节控制	260
9-3 控制动作的种类	233	9-19 建筑物辅助设施的集中管理	262
9-4 敏感元件	234	9-20 新型控制技术的发展	262
9-4-1 温度敏感元件的类型	234	9-20-1 射流技术	262
9-4-2 湿度敏感元件的类型	234	9-20-2 固态控制器(或半导体装置)	263
9-4-3 压力敏感元件	235	9-21 参考文献	264
9-4-4 特殊的敏感元件	235	补充读物	264
9-5 控制元件	235	第十章 调整、试验与保养	266
9-6 调节器的类型	237	10-1 概述	266
9-6-1 温度调节器	237	10-2 调整	266
9-6-2 湿度调节器	239	10-2-1 空气分布系统	266
9-6-3 压力或静压调节器	239	10-2-2 水分布系统	267
9-7 调节机构	239	10-2-3 制冷系统	268
9-7-1 自动控制阀门	239	10-2-4 控制系统	269
9-7-2 阀门零件	239	10-3 试验	270
9-7-3 阀门流量特性	240	10-4 保养	270
9-7-4 阀门类型	241	10-4-1 故障的检修	271
9-7-5 阀门执行机构	242	10-4-2 事先的计划保养	271
9-7-6 自动控制调节风门	243	10-4-3 空气处理系统	272
9-7-7 调节风门执行机构	244	10-4-4 水管系统	272
9-8 流量控制	244	10-4-5 制冷系统	273
9-8-1 蒸汽流量控制	244	10-4-6 热交换设备	273
9-8-2 水量控制	245	10-4-7 控制装置	273
9-8-3 风量控制	246	10-5 参考文献	273
9-9 辅助控制设备	247	补充读物	273
9-9-1 电动辅助控制装置	247	第十一章 室内空气运动	274
9-9-2 气动系统	247	11-1 概述	274
9-10 控制系统	248	11-2 空气射流原理	274
9-10-1 区域控制	249	11-2-1 自由等温射流	274
9-10-2 单独的室内控制	249	11-2-2 边界面的影响	278
9-10-3 对于适合控制的系统要求	249	11-2-3 非等温射流	278
9-11 控制的应用	250	11-2-4 阿基米德数的作用	282
9-12 送风控制	251	11-3 射流在室内的状态	286
9-13 加热控制	253	11-3-1 在实验室内测量的空气运动	
9-14 预热盘管控制	253	流型	286
9-15 加湿控制	254	11-3-2 在建筑物内实测的空气运动	
9-15-1 盘式加湿器	254	流型	295
9-15-2 喷射加湿器	255	11-4 侧墙格栅风口尺寸的设计程序	311
9-15-3 雾化水喷淋加湿器	255	11-4-1 设计参数	311
9-15-4 喷水室加湿	255	11-4-2 设计程序	312

11-4-3 设计例题	312	12-4 应用于建筑设计过程的反馈原理	325
11-4-4 经济性	315	12-4-1 评价建筑物与用户关系的必 要性	326
11-5 空气分布器	315	12-4-2 语言尺度的功用	327
11-5-1 格栅	315	12-4-3 多尺度测定法	328
11-5-2 散流器	318	12-4-4 调查表的设计以及对用户的间接 观察	329
11-5-3 附件	319	12-4-5 测定项目	329
11-5-4 装饰	319	12-4-6 评价研究的实例	331
11-5-5 特殊空气分布器	319	12-5 建筑设计心理学	339
11-5-6 选择	319	12-6 参考文献	340
11-6 参考文献	320		
第十二章 附录：环境工程	321	附录	
12-1 有关建筑物的环境工程的意义	321	I 人名表	341
12-2 环境工程师的作用	322	II 本书单位符号表	347
12-3 美学	323		

第一章 空气调节与通风在环境控制中的作用

1-1 现代空气调节的地位

今天生活标准要求更高了。用轻质材料和装有大面积玻璃窗的建筑物现在是常见的。图 1-1 就是一例。为了使室内人员与室外噪声隔绝，以及防止灰尘和烟气进入室内，通常窗户是不打开的。1967 年在第十八届英国电力会议上估计，从 1975 年以后，在英国私人住宅的发展上，将会把空气调节作为一项设计标准包括进去。但这是一种过于乐观的估计。

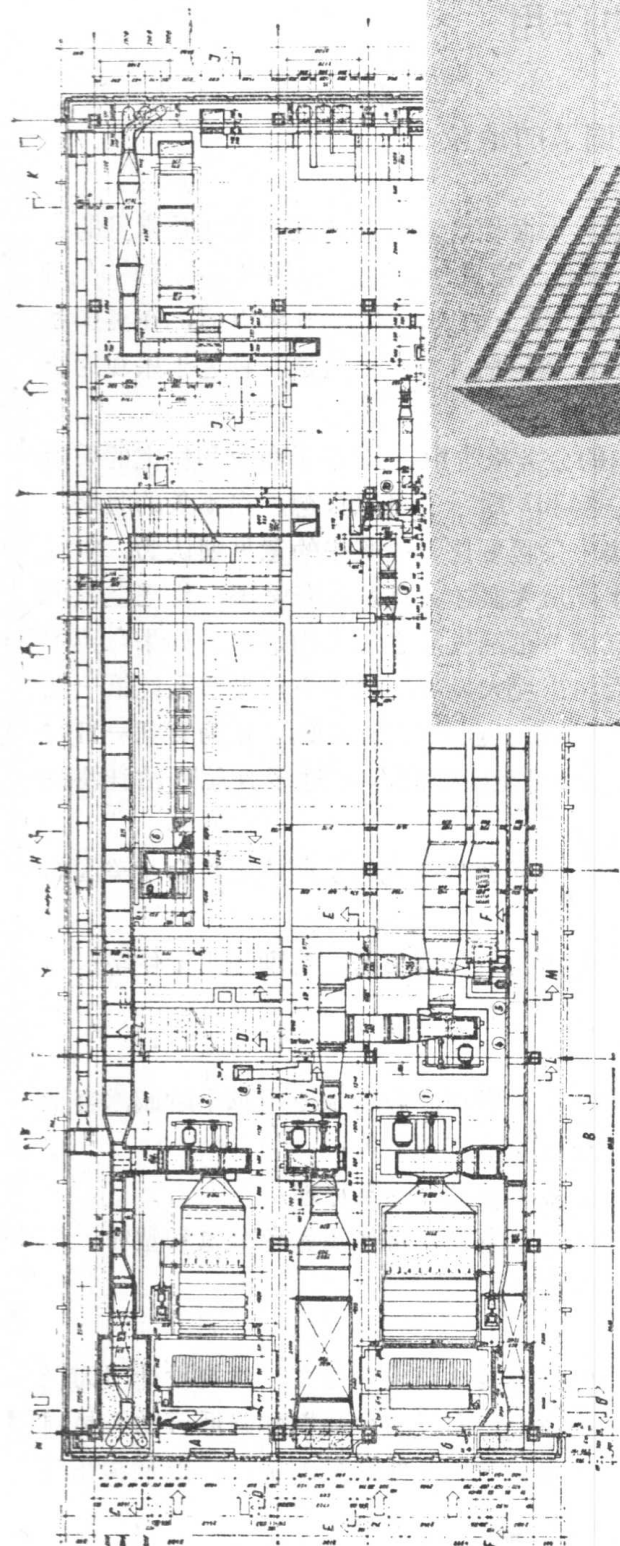
比林顿^[1]在他向采暖通风工程师协会所作的会务报告中，对用于商业和住宅的采暖空调设备销售额的增长趋势进行过比较，如图 1-2a 和 b 所示。可以设想，在不久的将来，技术的发展将使空气调节设备的增长速度会比集中采暖更快。收集来的意见则认为：空气调节普及程度将低于采暖，并且要到公元 2010 年以后大概才会普及。在美国，住宅空气调节开始迅速发展是在 1964 年以后，即在商业空气调节迅速发展之后大约 10 年。如果在英国也出现类似的发展趋势，则在 1990~2000 年左右将出现大发展，住宅空气调节系统第一批安装工程也会马上开始。比林顿征求过从事空气调节工业人员的意见，认为有朝一日空气调节将会成为家庭生活所必需。他们的看法是很可能实现的，不过多数意见估计将在 1975~1990 才会出现（见图 1-2b）。

这些意见的实质是认为英国在下一个五年内，空气调节技术的发展情况将会步美国的后尘。1975 年以前下面列举的一些项目将要发展起来。

- (1) 更普遍地使用体积小、价格便宜、无噪声的空气调节器，特别是用于住宅；
- (2) 广泛使用溴化锂吸收式制冷装置；
- (3) 发展燃气吸收式空气调节装置；
- (4) 考虑到设有单独冷气系统的大型建筑物大量增加，应增加使用每小时制冰容量达 60 吨的设备，而不用每小时制冰容量只 2 吨的分散的空气调节器；
- (5) 运用总能量原理和热量回收系统，广泛应用逆循环热泵原理；
- (6) 基于成本低、抗腐蚀力强、易于维修而且重量轻，常使用有色金属和塑料；
- (7) 发展分区控制，尤其是用于分散的整体设备；
- (8) 利用区域制冷系统。

空气调节的增长速度取决于：工作和休息时对舒适条件要求的提高；建筑设计师为提供完善环境所作的努力；充分认识到空气调节对提高生产率、减少缺勤和降低劳动人员周转的经济意义；有些新兴工业，例如制药、电子、需要微型元件装配的工厂，建筑物在其生产过程中需要空气调节。

空气调节在建筑公共设施工程中销售额发展是最快的。主要增长范围是在商业部门，



顶层空气调节设备间

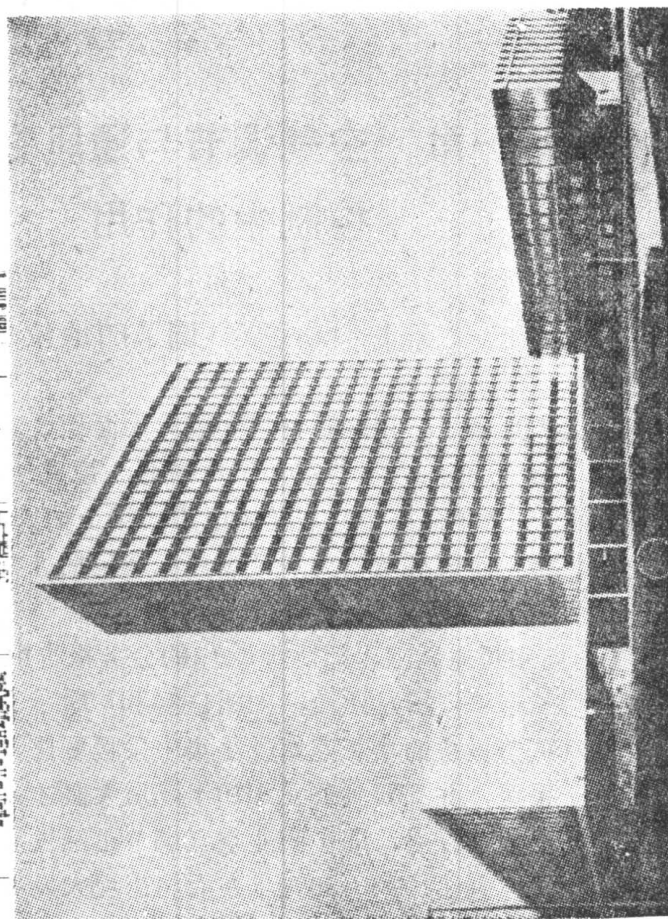


图 1-1 建筑物与公共设施
(汉堡, 鲁道夫·奥托·迈尔供稿)

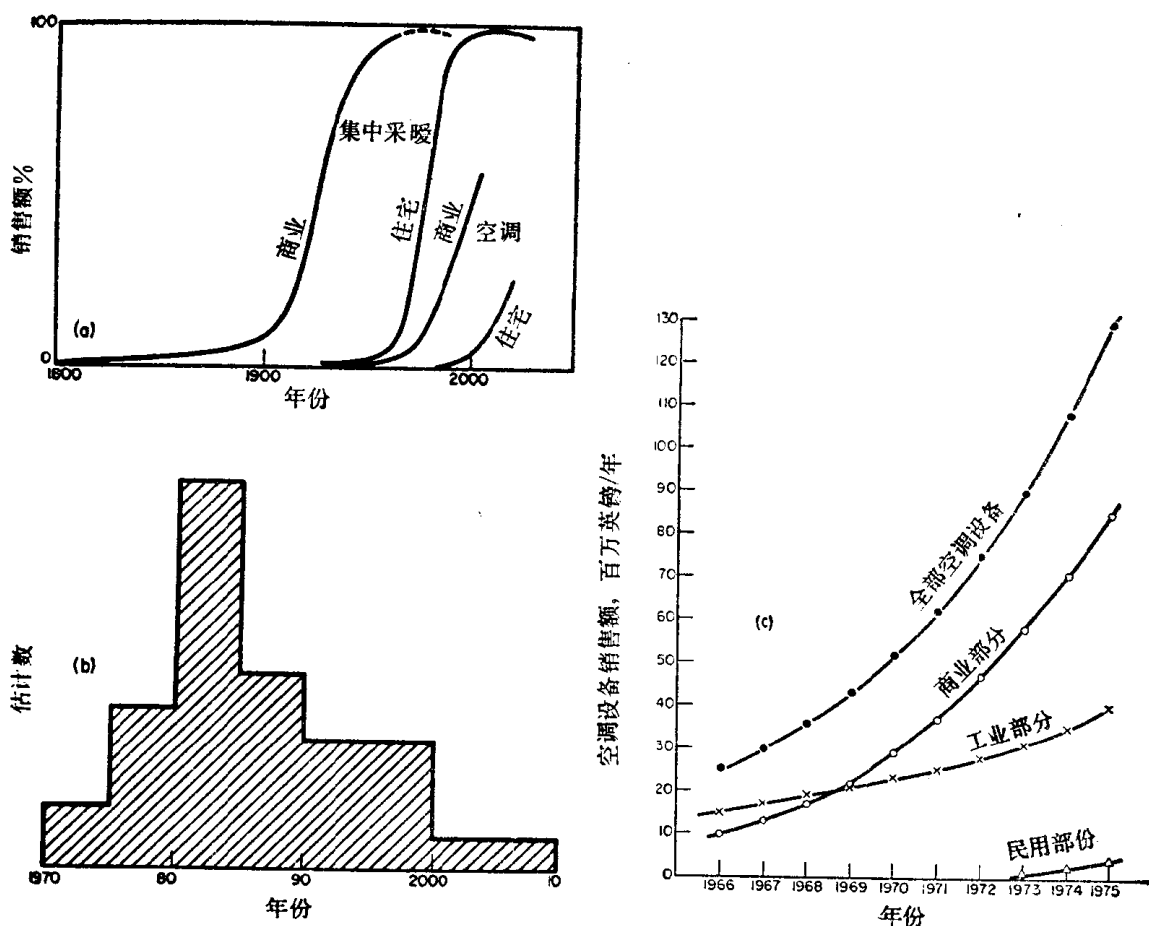


图 1-2 (a) 集中采暖和空气调节设备的销售额 (示意图)^[1];
(b) 将来住宅空气调节的估计^[1];
(c) 英国空气调节系统 (即设备、管道和控制设备) 的销售额, 其中包括工人工资和利润^[2]

占目前销售额的60%, 而且每年增长26%。与此相比, 现在工业建筑空气调节每年增长率为15%。(见图 1-2c)。霍夫^[2]、卡迪欧格斯^[3]、佩奇^[4]展望未来在欧洲对空气调节的要求迟早会涉及整个建筑业。他们所得出的结论着重指出, 在我国工业中应用市场预测趋势是很有价值的。制造商、承包商、顾问和顾主都会得到更多的好处, 因此, 劳动力更大的国际流动性会更普遍, 市场竞争会更急剧。

表1-1列出的是帕夫路克辛^[119]统计的空调在工业上的价值的数值。

虽然苏联在1968年制订远景规划时, 在这方面进行了研究并得出了结论, 但对估计采用空气调节在一定时期内所得的社会经济效益, 还未进行系统的研究。表 1-1 所反映的情况, 是从几个国家综合来的。然而, 这些情况在找到有效的定量的系统方法之前, 还不能互相进行对比, 尽管如此, 这些情况还是有很大参考价值的。

值得注意的是在东欧、苏联集团空气调节的发展开始于工业部门如纺织业、金属加工、化工和电子工业, 而西方的发展则大量的商业上和住宅建筑方面。企业主很想知道, 在空气调节上给予投资是否在短期内就会受益。在美国, 当商业和住宅市场的增长趋于饱和时, 这些问题就会找到答案。

在一些工业部门空气调节的社会经济价值 (摘自帕夫路克辛^[119])

表 1-1

工业建筑类型和工种	参 考 资 料	劳动生产率的增长 (%)	备 注
无线电操作室	美国原始资料	—	误差数减少 7 倍
煤 矿	贝德福德 ^[111]	41	—
冶金厂钢板轧制车间	} 沃思 ^[112]	10	—
小型电力企业		20	—
香烟制造车间	普罗科洛夫 ^[113]	—	废品减少 1.3 倍
棉纺车间	戈伯诺娃 ^[114]	4	纱线断头减少 14.5%
行政大楼中的雇员	美国原始资料	达到 9.5	病假减少 2.5%
某些机器部件制造厂	} 巴卡洛夫 ^[115]	51	—
某些化工厂		35	—
尼龙制品厂		29	—
打 字		24	—
美国南部各州工厂		8.5	劳动周转减少三倍; 废品减少 68%
芝加哥一家电气行	} 希伦 ^[116]	3.8	—
电力工程企业		5	病假减少 20%
下水道企业		10	劳动周转率急剧下降
测试仪器和调节器制造厂		达到 4.5	—
牵引动力厂	苏联原始资料	10~12	—
在纽约州和新泽西州的 75 个企业	} 美国原始资料	2	—
计时生产		25	病假减少 25~30%
电气工程企业	} 莫诺克罗维奇 ^[117]	54	工伤减少 35%
轻 工 业		25~30	—
纽约州 50 个不同企业	} 莫诺克罗维奇 ^[117]	2~9	废品减少 2~25%
纺织工业		20	—
屠 猪 场	方丹 ^[118]	400	—
养 鸡 场	苏联原始资料	20~25	—

1-2 空气调节与通风的区别

温度、含湿量和空气洁净度每一项都和改善空气条件有关。空气调节意味着对含湿量有一定的控制并提供必要的冷却, 这种含义在设计工程师中已被广泛采用。严格地说, 通风只限于使某一地方空气流通, 但是实际上通风的含义已扩大到包括送入清洁的和经过加热的空气至室内的系统, 以满足舒适的要求和工业上的需要。

采暖和通风工程师协会下的定义如下 (参考采暖和通风工程师协会 (IHVE) 杂志第 38 卷, 1971 年第一期, A21 页):

通风 用自然通风或者机械通风的方法, 为某一房间或空间提供室外新鲜空气以满足室内人员和生产过程的需要。

空气调节 提供空气处理的手段和方法, 净化或纯化空气; 通过加热或冷却, 加湿或去湿来控制其温度和湿度, 并提供足够的室外新鲜空气进行通风。不要使用“空气调节”这个术语来描述任何不包括所有这些要求的过程或系统。

1-3 舒 适

舒适的环境令人精神愉快、精力集中，从而确保人们在体力或者脑力两方面都能顺利地进行工作，并能完成任务。日常经验告诉我们，涉及上述概念的因素很多。不仅与空气和墙壁表面温度、湿度、空气运动和空气纯度有关，而且社会心理学因素也起了重要作用。我们周围人员的态度、空间的合理组织、颜色的调配和其他许多因素，都会影响我们的心情和工作效率。由于所有这些因素互相影响，这个问题还要错综复杂得多。其中一个物理因素不协调，都会破坏环境的平衡。同样地，破坏正常的社会心理的周围环境也将使人感到不舒服。

虽然人类生存有很大适应性。适应能力的本身，可能是在精神上对环境的接受能力比单纯的对他的生理作用要强些。环境条件可能一直是对人体有害的，虽然人们可能并没有注意到这一点。一个众所周知的例子，就是针织品和纺织业的工人的情况。他们在90~110dB(A)的极大的噪声条件下工作，以致他们30岁时的听力就衰退到和在正常音响中，也就是在35~60dB(A)的环境中工作的某些70多岁的老人差不多了。比生理上和病理上的损害更难估量的是：由于环境不好使人烦躁不安而强加于神经系统的紧张。要经过很长的时期，只有当人们很有意见，而且只有当一定的代表向当局如实地反映他们的感觉时，才认为有必要采取对策。麦肯尼尔^[5]在其评论中说，在他的经验中，只有很小一部分受害者表示不满，同样不满的大部分人却保持沉默。

建筑设计师的工作是复杂的，因为他必须把环境作为一个整体来加以考虑，并听取环境科学家、人类工程学家、社会学家和心理学家们的意见。本书仅限于研究控制工作区中空气的物理性质和分布情况的环境系统，因此它是不完整的，所以对环境工程的学生要深入了解整个环境的概念，则应更广泛地阅读其他著作。在讨论某些关于舒适环境的物理因素之前，介绍一下有关知觉的概念。

1-4 人 与 环 境

1-4-1 知 觉

人通过感官获得知识，而知觉比感觉更深一层。詹姆斯^[6]认为，我们所接受的知识，一部分来自于周围环境对感官的作用，另一部分常常来自于我们自己的思维。直接从外界接受的知识与自己以往积累在头脑中的知识之间是互相影响着的。试问我们是怎样理解语言的？在学习过程中，在我们的记忆里已积累了许多已组织好的句型。如果我们把听到的句型与我们记忆的句型相比较，两者是一致的话，那么我们就听懂这种语言；否则，就要在记忆中补充新的资料，不然就不能理解。

如果处于一个物理环境中，人的感觉系统有机会对作用于它的许多刺激进行选择。有许多因素决定这种或然率，任何特殊的刺激，都通过感官的渠道而传送出去——这些因素是：刺激的本质、作用于感觉系统的客观外界发生的事情、个人敏感程度和个人对同类刺激所积累的经验。“敏感程度”的含义由连续区表示如下：