



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业教育技能型紧缺人才教学用书

通风与空调系统安装

(建筑设备专业)

本教材编审委员会组织编写

主编 余宁

中国建筑工业出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业教育技能型紧缺人才教学用书

通风与空调系统安装

(建筑设备专业)

本教材编审委员会组织编写

主编 余 宁

主审 杜 渐 王志伟

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

通风与空调系统安装/本教材编审委员会组织编写,
余宁主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006
教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 中等职业教
育技能型紧缺人才教学用书 (建筑设备专业)

ISBN 7-112-08604-3

I. 通... II. ①本...②余... III. ①通风设
备-建筑安装工程-专业学校-教材②空气调节设备-建筑
安装工程-专业学校-教材 IV. TU83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 111412 号

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业教育技能型紧缺人才教学用书

通风与空调系统安装
(建筑设备专业)

本教材编审委员会组织编写

主编 余 宁

主审 杜 渐 王志伟

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9½ 字数: 230 千字

2006 年 10 月第一版 2006 年 10 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 17.00 元

ISBN 7-112-08604-3

(15268)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是教育部职业教育与成人教育司推荐教材。

全书共分三个单元：单元1 通风与空调系统，主要讲述通风与空调系统的类型、组成设备及工作过程、特点与适用范围，通风与空调施工图的组成、图例及看图要点；单元2 通风与空调系统的安装，主要讲述通风与空调系统的常用材料，风管加工与连接技术，通风与空调系统加工安装草图的绘制，通风管道的安装，通风与空调设备的安装；单元3 通风与空调系统调试、验收与运行管理，主要讲述通风与空调系统单机试运转，系统的测定和调试，系统的运行调节，系统调试常见问题的分析及其解决方法，系统的竣工验收、工程回访与保修。

本书具有中等职业教育特色，单元课题式讲解突出了专业的实用性与针对性，使得编写能删繁就简，突出专业需要，较快切入主题；各单元各课题前写有单元或课题的知识点与教学目标，单元后有相应的实用案例、习题与思考题，能够突出学习重点，加深内容理解，巩固知识，培养人们分析问题、解决问题的能力；各课题在内容安排上既考虑相对的独立性，又考虑知识的先后照应关系。

本书除可作为中等职业学校供热通风与空调工程专业和建筑设备专业的教材使用外，也可作为从事通风与空调工作的中等技术人员的培训用书或参考书。

* * *

责任编辑：齐庆梅

责任设计：董建平

责任校对：张树梅 张虹

本教材编审委员会名单

主 任：汤万龙

副主任：杜 渐 张建成

委 员：（按拼音排序）

陈光德	范松康	范维浩	高绍远	侯晓云	李静彬
李 莲	梁嘉强	刘复欣	刘 君	邱海霞	孙志杰
唐学华	王根虎	王光遐	王林根	王志伟	文桂萍
邢国清	邢玉林	薛树平	杨其富	余 宁	张 清
张毅敏	张忠旭				

出版说明

为深入贯彻落实《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》精神，2004年10月，教育部、建设部联合印发了《关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》，确定在建筑（市政）施工、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化四个专业领域实施中等职业学校技能型紧缺人才培养培训工程，全国有94所中等职业学校、702个主要合作企业被列为示范性培养培训基地，通过构建校企合作培养培训人才的机制，优化教学与实训过程，探索新的办学模式。这项培养培训工程的实施，充分体现了教育部、建设部大力推进职业教育改革和发展的办学理念，有利于职业学校从建设行业人才市场的实际需要出发，以素质为基础，以能力为本位，以就业为导向，加快培养建设行业一线迫切需要的技能型人才。

为配合技能型紧缺人才培养培训工程的实施，满足教学急需，中国建筑工业出版社在跟踪“中等职业教育建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案”（以下简称“方案”）的编审过程中，广泛征求有关专家对配套教材建设的意见，并与方案起草人以及建设部中等职业学校专业指导委员会共同组织编写了中等职业教育建筑（市政）施工、建筑装饰、建筑设备、建筑智能化四个专业的技能型紧缺人才教学用书。

在组织编写过程中我们始终坚持优质、适用的原则。首先强调编审人员的工程背景，在组织编审力量时不仅要求学校的编写人员要有工程经历，而且为每本教材选定的两位审稿专家中有一位来自企业，从而使得教材内容更为符合职业教育的要求。编写内容是按照“方案”要求，弱化理论阐述，重点介绍工程一线所需要的知识和技能，内容精炼，符合建筑行业标准及职业技能的要求。同时采用项目教学法的编写形式，强化实训内容，以提高学生的技能水平。

我们希望这四个专业的教学用书对有关院校实施技能型紧缺人才的培养具有一定的指导作用。同时，也希望各校在使用本套书的过程中，有何意见及建议及时反馈给我们，联系方式：中国建筑工业出版社教材中心（E-mail: jiaocai@cabp.com.cn）。

中国建筑工业出版社
2006年6月

前 言

《通风与空调系统安装》是建筑类中等职业学校建筑设备技术专业通风与空调安装方向的核心教学与训练课程（项目），是从事通风空调设备施工安装和管理技术人员必须掌握的专业知识。其任务是通过本教材的学习，使学习者具备从事通风空调工程施工安装、施工验收、调试和运行管理工作所必需的基本知识、基本技能，成为建筑设备专业的高素质劳动者和中、初级专门人才。

本教材是根据 2005 年 3 月建设部中等职业学校供热通风与空调专业指导委员会第四届三次会议讨论制定的“《建筑设备技术》专业技能型紧缺人才培养培训指导方案”的指导思想、培养目标与规格，以建筑设备施工岗位群设置的核心教学与训练项目，按照专业知识和专业技能的纵向条块结构要求和《通风与空调系统安装》课程指导性教学大纲来编写的。

《通风与空调系统安装》计划教学 96 学时，其中课堂教学 60 学时左右，实践性教学环节约 30 学时左右，并留有 6 学时的机动时间，各学校可根据生产技术新发展或不同地区的实际情况，调整或加强、更新、补充教学内容。全书共分三个单元：单元 1 通风与空调系统，主要讲述通风与空调系统的类型、组成设备及工作过程、特点与适用范围，通风空调施工图的组成、图例及看图要点；单元 2 通风空调系统的安装，主要讲述通风空调系统的常用材料，风管加工与连接技术，通风空调系统加工安装草图的绘制，通风管道的安装，通风空调设备的安装；单元 3 通风空调系统调试、验收与运行管理，主要讲述通风空调系统单机试运转，系统的测定和调试，系统的运行调节，系统调试常见问题的分析及其解决方法，系统的竣工验收、工程回访与保修。

本教材在满足专业培养方案及课程指导性教学大纲要求的知识点、能力点的条件下，具有职业教育的特色。单元课题式讲解突出了专业的实用性与针对性，使得编写能删繁就简，突出专业需要，较快地切入主题；各单元各课题前都写有单元或课题的知识点与教学目标，单元后有相应的实用案例、习题与思考题，能够帮助学生突出学习重点，加深内容理解，巩固知识，培养学生分析问题、解决问题的能力；各课题在内容安排上既考虑相对的独立性，又考虑知识的先后照应关系；论述上考虑适当的深度，做到层次分明，重点突出，使知识易于学习掌握；文字上力求简练、准确、通畅，便于学习；所用名词、符号和计量单位符合国家技术标准规定。

本教材由江苏广播电视大学建筑工程学院副教授余宁担任主编，南京职业教育中心高级讲师杜渐和北京城建安装公司高级工程师王志伟担任主审。江苏广播电视大学建筑工程学院余宁编写了绪论、单元 2 的课题 3、单元 3 的课题 1、课题 2、课题 3 和课题 4；山东省城市建设学校吴昊编写了单元 1 的课题 1、课题 2 和课题 3；江苏广播电视大学建筑工程学院顾红军编写了单元 2 的课题 1、课题 2、课题 4 和课题 5。

限于编者水平，教材中难免有不妥或错误之处，恳请读者提出宝贵意见和指正。

目 录

绪论	1
单元 1 通风与空调系统	4
课题 1 工业通风系统	4
课题 2 空气调节系统	11
课题 3 通风与空调施工图	25
复习思考题	36
单元 2 通风与空调系统的安装	37
课题 1 通风与空调工程常用的材料与机具	37
课题 2 风管、管件的加工制作与连接	40
课题 3 通风与空调系统加工安装草图的绘制	60
课题 4 通风与空调管道的安装	69
课题 5 通风与空调设备的布置与安装	80
复习思考题	103
单元 3 通风与空调系统调试、验收与运行管理	104
课题 1 通风与空调系统的调试运行	104
课题 2 空调系统的运行调节	116
课题 3 通风与空调系统调试常见问题的分析及其解决方法	120
课题 4 通风与空调系统竣工验收、工程回访与保修	123
复习思考题	127
附录	129
附表 2-1 热轧钢板的尺寸	129
附表 2-2 冷轧薄钢板	129
附表 2-3 镀锌薄钢板的规格尺寸	130
附表 2-4 铝合金板规格	130
附表 2-5 硬聚氯乙烯板的规格	130
附表 2-6 热轧等边角钢的规格及截面特征	131
附表 2-7 热轧槽钢的规格及截面特征	133
附表 2-8 热轧工字钢的规格及截面特征	134
附表 2-9 热轧扁钢的尺寸及每米长度的理论质量	135
附表 2-10 普通低碳钢热轧圆盘条的规格及理论质量	137
附表 2-11 热轧圆钢的规格及理论质量	137
附表 2-12 圆形通风管道统一规格	138
附表 2-13 矩形通风管道统一规格	139
附表 2-14 圆形风管法兰尺寸	140
附表 2-15 矩形风管法兰尺寸	141
参考文献	143

绪 论

1. 课程的性质与内容

《通风与空调系统安装》是中等职业学校建筑设备技术专业通风与空调安装方向的一门核心教学与训练课程（项目），是从事通风与空调设备施工安装和管理的技术人员必须掌握的专业知识。

本书共有三个单元 12 个课题。单元 1 通风与空调系统主要讲述通风与空调系统的类型、组成设备及工作过程、特点与适用范围，通风与空调施工图的组成、图例及看图要点；单元 2 通风与空调系统的安装主要讲述通风与空调系统的常用材料，风管加工与连接技术，通风与空调系统加工安装草图的绘制，通风管道的安装，通风与空调设备的安装；单元 3 通风与空调系统调试、验收与运行管理主要讲述通风与空调系统单机试运转，系统的测定和调试，系统的运行调节，系统调试常见问题的分析及其解决方法，系统的竣工验收、工程回访与保修。

2. 学习本课程的目的与任务

本课程的主要任务是通过课程的学习，使学生掌握通风与空调系统施工安装所需的基本知识和基本技能，为毕业后从事通风与空调设备的施工安装、施工调试与验收及通风与空调系统的运行维护管理打下基础。通过本课程的教学，应达到下面的基本学习目标：

- （1）了解通风与空调系统的基本类型、基本组成，并理解其工作过程、特点与适用范围；
- （2）了解常用通风与空调系统的设备、附件与材料类型，并能掌握其合理选用的要点；
- （3）具有查阅和使用通风与空调系统相关标准、规范、手册、图集、产品样本等资料的能力，并能识读通风与空调系统施工图；
- （4）能根据通风与空调系统施工图和安装程序进行设备、附件与管道的安装，并能自我检查与控制安装工程质量；
- （5）掌握通风与空调系统的试运行及有关调试、验收的程序、方法与要求，并能解决通风与空调系统调试运行管理中常见的问题。

3. 通风与空调技术发展的概况和方向

通风与空调技术作为人类改造客观环境的一种能力是与社会科学技术的发展水平密切相关的，其发展的历史是人类改造自然的历史的一个组成部分。

古代人类，面对自然气候的变化和恶劣天气的侵袭，只能采用简单的防御手段来抗争。我国古代燧人氏的钻木取火，开始了供暖的雏形；古代皇宫中奴婢替皇帝、大臣摇摆的挂扇，古埃及奴隶用棕榈枝编的扇子替奴隶主的扇风可看成是通风的雏形。合理设置建筑物的气窗及门窗，依靠室内外空气温差所造成的热压，或者利用室外风力作用在建筑物上所形成的风压进行的自然通风，以及利用专门的火炉、火墙、火炕等设施进行的供暖则是至今仍在使用的简单的空气调节方法。15 世纪末，意大利著名科学家利奥纳多·达·

芬奇 (Leonardo da Vinci) 利用水轮机驱动的风机, 开创了机械通风的先导。1851 年美国佛罗里达州某海军医院院长约翰·戈里 (John Gorrie) 发明制造了世界上第一台商用制冷空调机。20 世纪初, 被美国人称为“空调之父”的维里斯·赫·开利 (Willis H. Carrier) 在一家彩色印刷厂设计和建成了能够实现全年运行并带有喷水室的空气调节系统, 为空气调节技术发展 to 实际应用的阶段作出了卓越的贡献。

1930 年后, 我国上海、天津、哈尔滨等较发达的大、中城市中, 陆续有一些纺织厂、电影院、银行和高档宾馆开始安装了空气调节装置, 但那时的通风空调技术大多掌握在外国人手中, 较大的暖通工程也是由外国的“洋行”和买办承包商所经营。我国那时的通风与空调安装技术停留在手工业、作坊式的安装与维修水平上。旧中国, 通风与空调工程没有形成专门的学科, 建筑设备安装也不成行业, 通风与空调设施主要是一些旧式的传统装置, 附属于土木建筑工程之中。

新中国诞生后, 我国的国民经济快速发展, 通风与空调技术也得到了很快的发展。自 1952 年起开设了建筑设备这个新的学科, 建立了供热空调工程设备器材制造厂, 在建筑企业中组成了“卫生设备安装公司”, 之后又成立了各省、各部门的“工业设备安装公司”。经过第一个、第二个五年计划 (1953~1962 年) 的 10 年基本建设, 国家形成了较完善的基础工业体系, 建筑设备安装队伍也初具规模, 暖通空调的理论和技术有了很大发展。1959 年完成的首都十大建筑之一的人民大会堂, 建筑面积达 17 万 m^2 , 仅用 10 个月建成。全部建筑中, 有完善的采暖通风与空调设施。其中通风管道总长度达 260km 之多。该工程设计、施工、材料供应均自力更生, 工期短, 速度快, 设备复杂, 多工种交错施工, 其工程技术与质量代表了我国 20 世纪 60 年代初的建筑安装技术水平。

20 世纪 80 年代, 随着我国经济体制的改革, 对外的开放, 开创了我国经济建设的新纪元, 通风与空调技术也迅猛发展, 大量从国外引进的先进技术, 不仅被安装企业吸收、消化、掌握和推广, 而且有的技术还有了新的发展。现在, 全国各省及大、中城市的安装公司, 不仅能承担本地区和其他地区的安装任务, 而且还能走出国门承揽国际安装业务, 成为跨地区、跨行业的集团公司或跨国企业。这些企业和集团公司, 除承担安装工程外, 还附有加工厂或预制厂, 通风与空调产品销往世界各地。目前能够承担国家重点工程、引进工程、城镇安装工程以及国外安装工程的大型企业, 建筑设备工程安装公司已达五百多家, 有数百万技术专业职工队伍。我国的通风与空调科学技术已走向世界。

现代建筑设备工程技术发展的特点是:

(1) 新材料、新产品、新工艺快速发展, 在通风与空调工程中引起了许多技术改革。例如采用铝塑管和铜塑管取代镀锌钢管作为空调冷、热水供应管, 具有重量轻, 耐腐蚀、易施工, 好布置的优点; 采用全塑并带保温结构的预制风管, 使风管耐腐蚀且施工更便捷。

(2) 朝节能、使用新能源方向发展。在空调设备上采用变频调速技术, 使空调运行更省电; 国外开始采用的被动式太阳能采暖及降温装置, 为空调技术提供了新型冷源和热源; 地热采暖与空调不仅节省能源、运行效率高, 而且使采暖更贴近自然、卫生、不占空间、不影响室内美化。

(3) 暖通管道设备安装工艺朝工厂化、装配化方向发展, 不仅提高、保证了施工质量, 而且大大加快了施工速度, 能获得良好的经济效益。例如, 通风空调管道工厂化施

工,是把管道施工分成预制组装和现场安装两个相互独立的过程来完成。在预制加工厂中,按车间、工段集中、大量地对各种管件、风管、阀件进行加工组装,以实现生产过程的机械化和自动化。在这方面,国外已使用电子计算机控制管道、管件、阀件自动加工预制的系统,使管道的预制加工实现全盘自动化。加工预制完毕后,对预制组装的管道、管件及阀件进行编号、分批运往施工现场,吊装就位连接后,再进行调试,测定后即可进行运行。

(4) 自动控制技术及计算机管理的广泛应用,已使空调系统的运行调节和管理逐步走向智能化。例如使用程序控制装置调节建筑物通风空调系统,使建筑物通风量能随气象参数自动调节;使用自动温度调节器,可以保证室内空调的温度,利用电子控制设备或敏感器件,并采用计算机控制,可以获得最佳的运行管理效果。

为了与通风空调工程技术的发展要求相适应,通风与空调设计、施工、安装的技术标准、规范也得到多次修订和逐步完善。国家从1955年起,建筑工程部先后制定出我国各种建筑工程、材料、设备产品等的质量标准、通用规格、设计规范和施工安装验收规范。20世纪70年代,随着基本建设迅速发展,各产业部根据本系统工程建设实践的需要,分别制定出适应本系统工程建设需要的技术标准和规范,如“GB”代表的国家标准、“YB”代表的冶金部部颁标准、“JB”代表的原机械工业部部颁标准等,极大丰富和完善了我国基本建设工作的技术政策,并促进了基建战线的发展和技术进步。20世纪80年代,随着我国经济体制改革带来的计划经济向市场经济的转变,建筑市场已打破了过去按地区按行业承建工程的封闭机制,使原有适用于各特定部门或系统的技术标准和规范不能完全适应新的发展形势需要。为此建设部在20世纪80年代以来又重新修订了各个专业的技术标准和施工规范,如《采暖通风与空气调节设计规范》(GB 50019—2003)、《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB 50243—2002)、《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50302—2001)等。这些“规范”和“标准”是法令性文件,所有安装企业和其他企事业单位、工程技术人员和工人都必须严格遵守。

4. 本课程的特点与学习方法

“通风与空调系统安装”是一门专业性与实践性很强的课程,内容多,范围广。它不仅介绍了通风与空调系统的基本类型、组成设备及工作过程、特点与适用场合,而且还讲述了系统设备的常用材料,施工安装技术,运行调试与调节及系统的竣工验收、运行管理与维护等方面的知识。为此,在教与学的过程中,可注意如下的学习方法与要求:

(1) 书本知识与实践、实际的紧密结合

(2) 在学好本教材的基础上,还应多看一些参考书

在学习本课程时,除尽量学好本教材的内容外,还应看一些相关的参考书(如本书后面所列的一些参考文献),这样才能见多识广,对问题有更细、更深、更宽的了解。

(3) 注意专业技术标准和施工规范等的学习与熟悉

通风与空调工程方面的专业技术标准和规范在工程建设中的贯彻应用,构成了具有我国特色、符合我国国情的通风与空调工程应用技术体系。学习并掌握这一技术体系是从事通风与空调工程事业的科技人员必备的基本知识之一。同时,应看到对外开放,加入WTO,已使我国的通风与空调工程技术市场与国际市场相接轨,并将融为一体。抓住机遇,开创国际通风与空调技术市场,已是我们的光荣使命。为此,学习和熟悉我国和相关国家的技术标准和规范也是我们的重要任务。

单元 1 通风与空调系统

知识点：主要讲述通风与空调工程系统的类型、组成设备及工作过程、特点与适用范围，通风空调施工图的组成、图例及看图要点。

教学目标：1. 了解通风与空调系统的基本类型、基本组成，并理解其工作过程、特点与适用范围；

2. 了解常用通风与空调系统的设备、附件与材料类型，并能掌握其合理选用的要点；

3. 具有查阅和使用通风与空调系统相关标准、规范、手册、图集、产品样本等资料的能力，并能识读通风与空调系统施工图。

课题 1 工业通风系统

1.1 工业有害物及其危害

1.1.1 粉尘的来源及其对人体的危害

(1) 粉尘的来源

粉尘是指能在空气中浮游的固体微粒。在冶金、机械、建材、轻工、电力等许多工业部门的生产中均产生大量粉尘。粉尘的来源主要有以下几个方面：

1) 固体物料的机械粉碎和研磨，例如选矿、耐火材料车间的矿石破碎过程和各种研磨加工过程；

2) 粉状物料的混合、筛分、包装及运输，例如水泥、面粉等的生产和运输过程；

3) 物质的燃烧，例如煤燃烧时产生的烟尘量，占燃煤量的 10% 以上；

4) 物质被加热时产生的蒸气在空气中的氧化和凝结，例如矿石烧结、金属冶炼等过程中产生的锌蒸气，在空气中冷却时，会凝结、氧化成氧化锌固体微粒。

(2) 粉尘的危害

工业有害物危害人体的途径有三个。在生产过程中最主要的途径是经呼吸道进入人体，其次是经皮肤进入人体，通过消化道进入人体的情况较少。

粉尘对人体健康的危害同粉尘的性质、粒径大小和进入人体的粉尘量有关。

粉尘的化学性质是危害人体的主要因素。因为化学性质决定它在体内参与和干扰生化过程的程度和速度，从而决定危害的性质和大小。有些毒性强的金属粉尘进入人体后，会引起中毒以至死亡。

一般粉尘进入人体肺部后，可能引起各种尘肺病。

粉尘粒径的大小是危害人体的另一个因素。它主要表现在以下两个方面：

粉尘粒径小，粒子在空气中不易沉降，也难于被捕集，造成空气长期污染，同时易于随空气进入人的呼吸道深部。

粉尘粒径小，其化学活性增大，表面活性也增大，加剧了人体生理效应的发生与发展。

再有，粉尘的表面可以吸附空气中的有害气体、液体以及细菌和病毒等微生物，它还是污染物质的媒介物和空气中的二氧化硫联合作用，加剧对人体的危害。

粉尘还能大量吸收太阳紫外线短波部分，严重影响儿童的生长发育。

1.1.2 有害蒸气和气体的来源以及对人体的危害

在化工、造纸、纺织物漂白、金属冶炼、浇铸、电镀、酸洗、喷漆等过程中，均产生大量的有害蒸气和气体。

有害蒸气和气体既能通过人的呼吸进入人体内部危害人体，又能通过人体外部器官的接触伤害人体，对人体健康有极大的危害和影响。常见的有害蒸气和气体有汞蒸气、铅、苯、一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等。

根据有害蒸气和气体对人体危害的性质，可将它们概括为麻醉性的、窒息性的、刺激性的和腐蚀性的几类。

综上所述，工业有害物对人体的危害程度取决于下列因素：

- 1) 有害物本身的物理、化学性质对人体产生有害作用的程度，即毒性的大小。
- 2) 有害物在空气中的含量，即浓度的大小。
- 3) 有害物与人体持续接触的时间。
- 4) 车间的环境条件以及人的劳动强度、年龄、性别和体质情况等。

1.1.3 余热、余湿对人体的影响

人的冷热感觉与空气的温度、相对湿度、流速和周围物体表面温度等因素有关。人体散热主要通过皮肤与外界的对流、辐射和表面汗分蒸发三种形式进行，呼吸和排泄只排出少部分热量。

对流换热取决于空气的温度和流速。空气温度低于体温时，温差愈大人体对流散热愈多，空气流速增大对流散热也增大；空气温度等于体温时，对流换热完全停止；空气温度高于体温时，人体不仅不能散热，反而得热。空气流速愈大，得热愈多。

发射散热与空气的温度无关，只取决于周围物体（墙壁、炉子、机器等）表面的温度。当物体表面温度高于人体表面温度时，人体得到辐射热；相反，则人体散失辐射热。

蒸发散热主要取决于空气的相对湿度和流速。当空气温度高于体温，又有辐射热源时，人体已不能通过对流和辐射散出热量，但是只要空气的相对湿度较低（水蒸气分压力较小），气流速度较大，可以依靠汗液的蒸发散热；如果空气的相对湿度较高，气流速度较小，则蒸发散热很少，人体会感到闷热。相对湿度愈低，空气流速愈大，则汗分愈容易蒸发。

由此可见，对人体最适宜的空气环境，除了要求一定的清洁度外，还要求空气具有一定的温度、相对湿度和流动速度，人体的舒适感是三者综合影响的结果。因此，在生产车间内必须防治和排除生产中大量热和水蒸气，并使室内空气具有适当的流动速度。

1.1.4 卫生标准与排放标准

(1) 卫生标准

为了使工业企业的设计符合卫生要求，保护工人、居民的安全和健康，我国于1962年颁布了《工业企业设计卫生标准》。后来又作了修订，颁发《工业企业设计卫生标准》

(TJ 36—79) 作为全国通用设计卫生标准, 从 1979 年 11 月 1 日起实行。卫生标准对车间空气中有害物质的最高容许浓度、空气的温度、相对湿度和流速, 对居住区大气中有害物质的最高容许浓度等都作了规定, 它是工业通风设计和检查其效果的重要依据。例如卫生标准规定, 车间空气中一般粉尘的最高容许浓度为 $10\text{mg}/\text{m}^3$, 含有 10% 以上游离二氧化硅的粉尘则为 $2\text{mg}/\text{m}^3$, 危害性大的物质其容许浓度低; 在车间空气中一氧化碳的最高容许浓度为 $30\text{mg}/\text{m}^3$, 而居住区大气中则为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ (日平均), 居住区的卫生要求比生产车间高。

卫生标准中规定的车间空气中有害物质的最高容许浓度, 是以工人在此浓度下长期进行生产劳动而不会引起急性或慢性职业病为基础制定的。居住区大气中有害物质的一次最高容许浓度, 一般是根据不引起黏膜刺激和恶臭而制定的; 日平均最高容许浓度, 主要是根据防治有害物质的慢性中毒而制定的。制定最高容许浓度还考虑了国家的经济和技术水平。

(2) 排放标准

1973 年我国颁发了《工业“三废”排放试行标准》(GBJ 4—73), 规定从 1974 年起试行。这是为了保护环境, 防止工业废水、废气、废渣 (简称“三废”) 对大气、水源和土壤的污染, 保障人民身体健康, 促进工农业生产的发展而制定的。排放标准是在卫生标准的基础上制定的, 对十三类有害物质的排放量或排放浓度作了规定。工业通风排入大气的有害物量 (或浓度) 应该符合排放标准的规定。

随着我国环境保护事业的发展, 1982 年制定了《大气环境质量标准》(GB 3095—82)。同时不同行业还根据自身的行业特点, 制定了相应的标准, 如《水泥工业污染物排放标准》(GB 4915—85)、《钢铁工业污染物排放标准》(GB 4911—85) 等。在《水泥工业污染物排放标准》中规定, 含游离二氧化硅小于 10% 的粉尘, 其允许的排放浓度为 $100\text{g}/\text{m}^3$; 含游离二氧化硅大于 10% 的粉尘, 其允许的排放浓度为 $50\text{g}/\text{m}^3$ 。上述要求比《工业“三废”排放试行标准》中的规定更为严格。因此, 对已制定行业标准的生产部门, 应以行业标准为准。

1.2 通风方式及其分类

按通风的动力不同分为自然通风和机械通风。

1.2.1 自然通风

自然通风是依靠室外“风压”, 以及室内外空气温差造成的“热压”来实现空气流动的。

风压作用下的自然通风如图 1-1 (a) 所示。当有风吹过建筑物时, 在迎风面上空气流动受到阻挡, 室外空气把自身的部分动压转换为静压, 使该处的压力高于大气压力; 在背风面形成局部涡流, 使该处压力低于大气压力。由于这个压力差存在, 室外空气从迎风面上压力高的窗孔流入室内, 再由背风面上压力低的窗孔流出, 造成了室内空气的流动。

热压是由于室内外空气温度不同, 在外围结构的不同高度上所造成室内外压力差。当室内空气温度高于室外气温时, 室外空气密度大, 从下部窗孔流入室内, 室内密度小的热空气上升, 从上部窗孔流出。室内外温差大, 上下窗孔高差大, 热压也愈大, 通风量就增大。图 1-1 (b) 是利用热压进行自然通风的示意图。它是高温车间在夏季应用的一种全面自然通风方式。

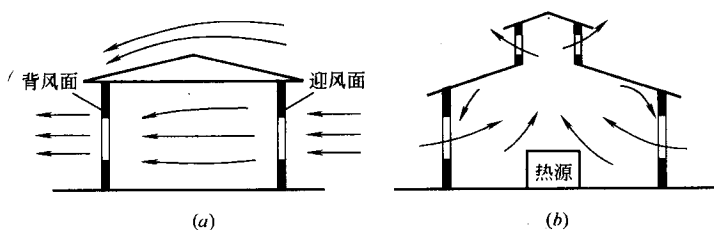


图 1-1 自然通风原理示意图

(a) 风压作用下的自然通风；(b) 热压作用下的自然通风

自然通风是一种经济的通风方式，它不消耗能源，能得到较大的通风量，但由于通风量会随气候而变化，因此通风效果不稳定。

1.2.2 机械通风

机械通风由风机提供动力造成室内空气流动。它不受自然条件的限制，可以通过风机把空气送至室内任何指定地点，也可以从室内任何指定地点把空气排出。

1.3 通风系统的主要组成设备及部件

自然通风只需要进、排风窗等简单的设备装置，而其他的通风方式，则是由较多的构件和设备来组成，主要有风道、阀门、进排风装置、风机、空气净化与过滤装置和空气加热器等。

1.3.1 风道

一般的风道材料应该满足下列要求：价格低廉，尽量能就地取材；防火性能好；便于加工制作；内表面光滑、阻力小；部分风管材料应能满足防腐性能好、保温性能强等特殊要求。

目前我国常用的风道材料有薄钢板、硬聚氯乙烯塑料板、胶合板、纤维板、矿渣石膏板、砖及混凝土等。

一般的通风系统多用薄钢板，输送腐蚀性气体的系统用涂刷防腐漆的钢板或硬聚氯乙烯塑料板。需要与建筑结构配合的场合也多用以砖和混凝土等材料制作的风道。一般情况下，通风管道以圆形或矩形为主。

在居住和公共建筑中，垂直的砖风道最好砌筑在墙内，但为避免结露和影响自然通风的作用压力，一般不允许设在外墙中，而应设在间壁墙里；相邻两个排风或进风的竖风道间距不能小于 $1/2$ 砖，排风与进风的竖风道间距不小于 1 砖。

如果墙壁较薄，可在墙外设置贴附风道（图 1-2）。当贴附风道沿外墙设置时，需在风道壁与墙壁之间留 40mm 宽的空气保温层。

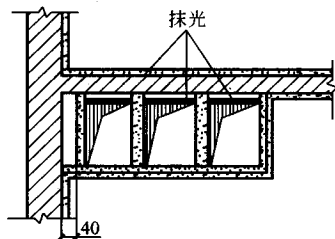


图 1-2 贴附风道

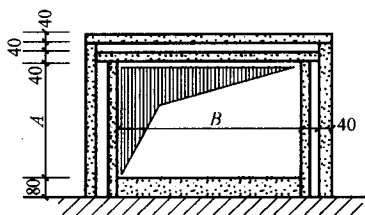


图 1-3 水平风道

设在阁楼里和不供暖房间里的水平排风道可用下列材料制作：如果排风的湿度正常，用40mm厚的双层矿渣石膏板（图1-3）；排风的湿度较大，用40mm厚的双层矿渣混凝土板；排风的湿度很大，可用镀锌薄钢板或涂漆良好的普通薄钢板，外面加设保温层。

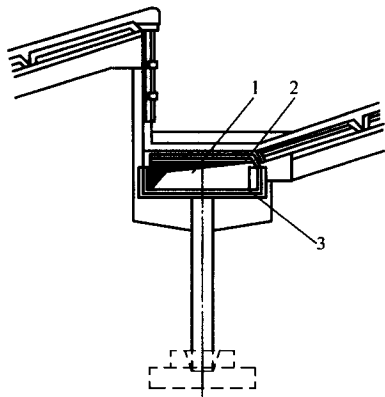


图 1-4 与建筑结构结合的钢筋混凝土风道
1—风道；2—钢筋混凝土风道壁；
3—风道底板

各楼层内性质相同的一些房间的竖排风道，可以在顶部（阁楼里或最上层的走廊及房间顶棚上）汇合在一起，对于高层建筑尚需符合防火规范的规定。

工业通风系统在地面以上的风道通常采用明装，风道用支架支承沿墙壁及柱子敷设，或者用吊架吊在楼板或桁架的下面（风道距墙较远时），布置时应尽量缩短风道的长度，但应以不影响生产过程和与各种工艺设备不相冲突为前提。此外，对于大型风道还应尽量避免影响采光。

在有些情况下，可以把风道和建筑结构密切地结合在一起，例如对采用锯齿形屋顶结构的纺织厂，便可很方便地将风道与屋顶结构合为一体，如图1-4所示。这样布置的风道，既不影响工艺和采光，又整齐美观。

敷设在地下的风道，应避免与工艺设备及建筑物的基础相冲突，也应与其他各种地下管道和电缆的敷设相配合，此外尚需设置必要检查口。

1.3.2 阀门

调节阀门一般安装在风道或风口上，用于调节风量，关闭风道、风口及分割风道系统的各个部分，还可用于启动风机和平衡风道系统的阻力。常用的风阀有插板阀、蝶阀和多叶调节阀三种，图1-5所示为插板阀和蝶阀的外形结构。

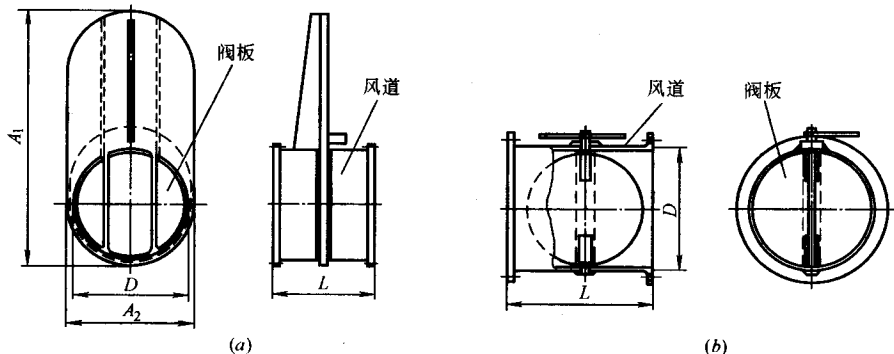


图 1-5 风阀的外形结构
(a) 圆形插板阀；(b) 圆形蝶阀

插板阀也称作闸板阀。拉动手柄改变闸板位置，即可调节通过风道的风量，并且关闭时严密性好。多设置在风机入口或主干风道上，体积较大。

蝶阀只有一块阀板，转动阀板即可达到调节风量的目的。多设置在分支管上或送风口前，用于调节送风量。由于严密性较差，不宜作关断用。

对开多叶调节阀外形类似活动百叶风口，可通过调节叶片的角度来调节风量。多用于风机出口或主干风道上。

1.3.3 进排风装置

(1) 进风装置

进风装置可以是单独的进风塔，也可以是设在外墙上的进风窗口，如图 1-6 所示。进风装置有时也可以设在屋顶上，为保证进风的洁净度，进风装置应选择在空气比较新鲜、尘土比较少、离废气排除口较远的地方。进风口的位置一般应高出地面 2.5m，设于屋顶上的进风口应高出屋面 1m 以上。进风口上一般都装有百叶风格，防止雨、雪、树叶、纸片和砂土被吸入，在百叶格里面还装有保温门，作为冬季关闭进风口之用，进风口的尺寸由通过百叶格的风速为 2~5m/s 来确定。

(2) 排风装置

排风装置即排风道的出口，经常做成风塔形式装在屋顶上。这时要求排风口高出屋面 1m 以上，以免污染附近空气环境，如图 1-7 所示。同样，为防止雨、雪或风沙等倒灌到排风口中，在出口处应设有百叶格或风帽。机械排风时，可直接在外墙上开口作为风口，如图 1-8 所示。

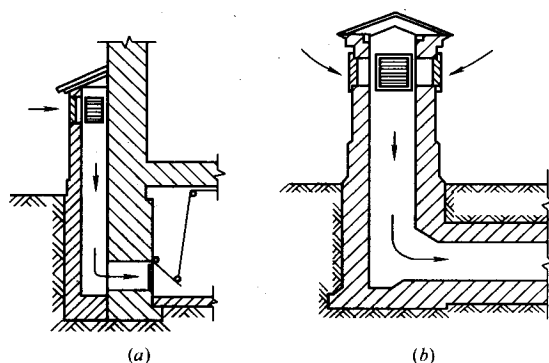


图 1-6 室外进风装置

(a) 设在外墙上的进风窗口；(b) 单独设置的进风塔

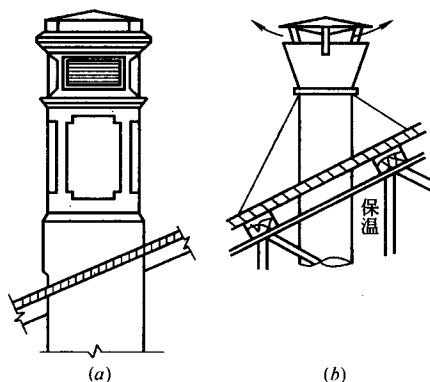


图 1-7 设在屋顶上的排风装置

当进、排风塔都设在屋顶上时，为了避免进气口吸入污浊空气，它们之间的距离应尽可能远些，并且进风口应低于排风口，通常进排风塔的水平距离应大于 10m。在特殊情况下，如果排风污染程度较轻时，则水平距离可以小些，此时排风塔出口应高于进风塔 2.5m 以上，如图 1-9 所示。

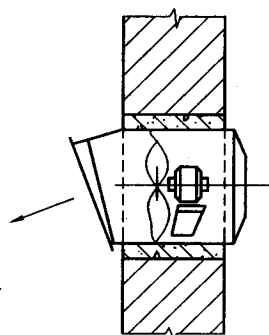


图 1-8 外墙上的排风口

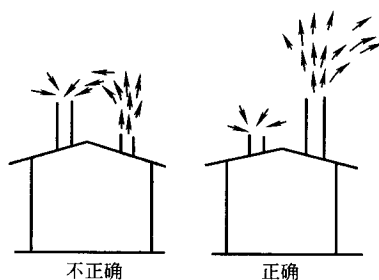


图 1-9 屋顶上的进、排风塔位置