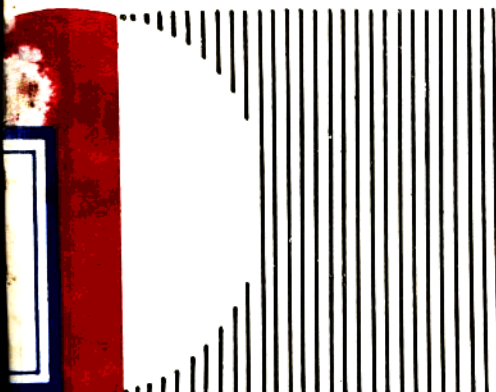


安装工人技术等级培训教材

通风工

● (初级工)

本培训教材编委会 组织编写



中国建筑工业出版社

出版说明

为贯彻落实建设部教育工作会议精神，认真搞好建设系统职工的培训工作，尽快提高建设系统职工队伍的技术素质，我司在中国安装协会的协助下，在注意吸收国内外先进培训经验的基础上，组织编写了本套“安装工人技术等级培训教材”。

该套教材覆盖了建筑安装十个主要工种。每个工种的教材按初级工、中级工和高级工三个等级编写，并附有一本《安装工人技术等级培训计划与培训大纲》与之配套，全套教材共计31种。

本套教材在编写时以《安装工人技术等级标准》(JGJ43-88)为依据，针对目前建设系统职工技术素质的实际情况和职工培训的实际需要，力求做到应知应会相结合。全套教材突出实用性，即侧重于全面提高职工的操作技能，辅以工人必须掌握的基本技术知识和管理知识，并较详细地介绍了成熟的、并已推广应用的~~新材料~~新材料、新设备、新技术、新工艺。初、中、高三个等级的教材内容既不重复，又相互衔接，逐步深化。培训计划与培训大纲在编写时力求做到实用、具体，并列出了考核项目，供各地参照执行。

本套教材及培训计划与培训大纲已通过全国各地有关方面专家审定，现由中国建筑工业出版社出版，可供建筑安装工人培训、自学及技术竞赛之用。在使用过程中如发现问题，请及时函告我们，以便修正。

建设部教育司

“安装工人技术等级培训教材”

编委会

主任委员：杨筱悌 强十渤 吴小莎

委员（以姓氏笔画为序）：王 旭 卢建英

刘克峻 李 忠 杨同起 张 峰

张文祥 林汉丁 孟宪明 赵恒忱

钱大治 蔡耀信

目 录

一、通风空调工程概述	1
(一) 基本概念	1
(二) 通风系统的分类	8
(三) 空气调节系统的分类	11
(四) 通风空调系统的部件	13
复习题	17
二、识图知识	18
(一) 投影知识	18
(二) 剖视图与剖面图	31
(三) 通风轴测图	38
(四) 建筑施工图	42
(五) 通风施工图	51
复习题	59
三、常用材料及附件	65
(一) 常用金属材料	65
(二) 常用非金属材料	69
(三) 其它常用材料	73
(四) 附件	75
复习题	81
四、常用加工机具	82
(一) 常用加工机具	82
(二) 小型电动工具	89
(三) 常用焊制工具	93
复习题	98
五、展开放样方法	99

(一) 划线工具	99
(二) 基本几何作图方法	101
(三) 展开放样方法概述	107
(四) 平行线展开法	119
(五) 放射线展开法	124
(六) 三角形展开法	127
(七) 直角梯形法	136
(八) 展开放样计算方法简介	136
复习题	138
六、通风空调管道及部件的制作	139
(一) 加工制作草图的绘制	139
(二) 钢材的矫正	145
(三) 板材的剪切与连接	149
(四) 风管制作	158
(五) 其它部件的制作	169
(六) 管道与部件的组配	179
(七) 塑料风管及部件的制作	184
复习题	200
七、通风系统的安装	202
(一) 起重吊装知识	202
(二) 脚手架的搭拆知识	209
(三) 通风空调系统的安装	212
(四) 通风管道的防腐	226
(五) 通风管道的保温	229
复习题	233
八、施工规范及质量验评标准	234
(一) 概述	234
(二) 施工及验收规范	235
(三) 质量验评标准	237
(四) 工程质量的检查	240

复习题	244
九、安全技术操作规程	245
(一) 基本概念	245
(二) 安全技术操作规程	246
(三) 用电安全知识	248
复习题	256
附录一 单位换算表	257
附录二 通风、空调工程常用名称及说明	258
附录三 通风工初级工技术标准	260

一、通风空调工程概述

(一) 基本概念

1. 空气的组成：由于地球表面大部分是海洋、江河和湖泊，总是有大量的水分蒸发为水蒸汽进入大气中，所以，自然界中的空气都是“干空气”和水蒸汽的混合物，叫做“湿空气”。通风空调中提到的空气，都是指的湿空气，简称为“空气”。绝对干燥的空气在自然界中是不存在的。

干空气主要是由氮、氧、二氧化碳和少量稀有气体(氦、氖、氩)组成，重量比例如下：

氮 (N_2)	75.55%
氧 (O_2)	23.10%
二氧化碳 (CO_2)	0.05%
稀有气体	1.30%

此外，大气中还夹杂着少量的灰尘、烟雾和细菌。一般情况下，干空气的组成比例基本不变。

湿空气中的水蒸汽含量很少，没有固定的比例，它是随天气的变化和水汽的来源情况而经常改变的。

2. 空气的状态参数：空气的物理性质不仅取决于它的组成成分，而且也与它所处的状态有关。空气的状态可用一些物理量来表示，例如压力、温度和湿度等，这些物理量称为空气的状态参数。

空气调节中常用的空气状态参数叙述如下：

(1) 压力——在空调工程中，一般所说的压力是指单位面积上承受的压力而言。用来衡量湿空气中物理性质的状态参数是水蒸汽分压力 (P_{qi})，单位是帕斯卡，符号是Pa。压力单位换算参见附录一。(2) 温度——衡量物质冷热程度的指标。目前，国际上使用的有摄氏温标 ($^{\circ}\text{C}$)。华氏温标 ($^{\circ}\text{F}$) 和绝对温标 (K) 等。在我国工程上多用摄氏温标，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。温度换算参见附录一。(3) 湿度——空气中水蒸汽的含量。表示方法有：绝对湿度是指在一立方米空气中含有水蒸汽的重量称为空气的绝对湿度，用符号 γ_{qi} 表示，单位是 g/m^3 。含湿量是指在湿空气中与一千克干空气混合在一起的水蒸汽重量，用符号 d 表示，单位是 g 水气/ kg 干空气。相对湿度是指空气实际绝对湿度接近饱和绝对湿度的程度。即：相对湿度 (用 ϕ 表示)，为空气的绝对湿度 (γ_{qi}) 与绝对饱和湿度 (用 γ_{bo} 表示) 比值的百分数。可写成公式：

$$\phi = \frac{\gamma_{qi}}{\gamma_{bo}} \times 100\%$$

(4) 焓——指单位重量空气中所含有的总热量。用符号 i 表示，单位是 J/kg (焦耳/千克)。(5) 湿球温度——当我们用干湿球温度计去观测空调房间空气状态时，待两支温度计指示值稳定以后，则可读出干球温度和湿球温度，湿球温度用符号 t_{so} 表示，单位是 $^{\circ}\text{C}$ 。

3. 粉尘的来源及其危害：在选矿、烧结、耐火材料、铸造、水泥、玻璃等车间的生产过程中，都散发出大量的粉尘。

粉尘的来源有：固体物料的机械粉碎过程，粉末物料的混合、筛分、包装及运输等过程，物质的燃烧过程，固体表面加工过程，物质加热时产生的蒸汽在空气中凝结或被氧化的过程。

粉尘对人体的最大危害是进入人体肺部后可能引起各种尘肺病。其中以矽肺病最为普遍，危害极大。由于含游离二氧化硅的粉尘进入人体肺部，使海绵性的肺组织纤维化，日久变硬，以致不能呼吸。

粉尘对人体危害的大小取决于空气中所含粉尘的性质、浓度和粒度。粉尘中的游离二氧化硅含量愈高，矽肺病的发病率就愈高。此外，粉尘颗粒的大小不同，进入人体的深度也不同。5 μ m 以下的粉尘能经毛细支气管直接进入肺泡，故危害极大。硅粉尘对人体的危害还取决于进入肺泡的粉尘量。粉尘量的多少一般以空气中所含的粉尘浓度（即单位体积空气中的粉尘含量）作为衡量标准。表1-1为《工业企业设计卫生标准》规定的有关作业地点空气中生产性粉尘的最高允许浓度，不同作业地点空气中对生产性粉尘的最高允许浓度要求是不相同的。

一般作业地点空气中生产性粉尘的最高允许浓度 表 1-1

序 号	物 质 名 称	最高容许浓度(mg/m ³)
1	含有80%以上游离二氧化硅的粉尘	1
2	含有10%以上游离二氧化硅的粉尘	2
3	石棉粉尘及含有10%以上石棉的粉尘	2
4	烟草及茶叶粉尘	3
5	含有10%以下游离二氧化硅的滑石粉尘	4
6	钨、氧化铝、铝合金粉尘	4
7	玻璃棉和矿渣棉粉尘	5
8	含有10%以下游离二氧化硅的水泥粉尘	6
9	含有10%以下游离二氧化硅的粉尘	10
10	其他各种粉尘	10

粉尘除了对人体有害以外，还能加速机器的磨损，影响生产设备的寿命。粉尘落入电气设备，有可能破坏绝缘，因

而发生事故。半导体、电容器等电气设备产品的生产过程中，只要混进微量尘粒就会影响产品质量，甚至报废。有些粉尘超过一定浓度还容易引起爆炸，危及人身安全和财产安全。粉尘排至室外会污染厂区及城市的大气，不仅危害居民健康，而且还会损害树木和农作物的生长。表1-2《工业企业设计卫生标准》规定的居住区大气中烟尘、飘尘最高允许浓度。

居住区大气中烟尘、飘尘最高允许浓度

表 1-2

物 质 名 称	最高允许浓度 (mg/m ³)	
	一 次	日平均
煤 烟	0.15	0.05
飘 尘	0.50	0.15
粉尘自然沉降量	3吨/平方公里/月	

除此以外，在某些生产过程中所散发出的粉尘往往是很宝贵的原料和成品，如不加以回收，可造成很大的损失。

4. 有害气体的来源及危害：在很多生产过程中，如有色金属冶炼，电镀、酸洗、橡胶、化工等生产过程中，以及如煤矿等特殊生产环境中都要产生大量的有害气体和蒸汽。有害气体的种类很多，对人体造成的危害也各不相同。轻者可引起头痛、疲劳、头昏等病症。较严重者能引起神志昏迷、痉挛、丧失知觉甚至死亡。

表1-3列出了各种有害气体及蒸汽对人体的影响。有害气体不仅损坏人的身体健康，某些有害气体达到一定浓度还容易引起爆炸，危及人民的生命和财产安全，造成极为严重的损失。如煤矿井下瓦斯爆炸等。

各种有害气体及蒸气对人体的影响

续1-3

气体及蒸气 的名称	有毒气体和蒸气的各种浓度 (mg/l) 对人体的影响					
	立 死	即 亡	承受0.5至1 小时致死	承受0.5至1 小时有得病危险	承受0.5至1 小时可以忍受 而无明显影响	承受许多小时 能起作用的浓度
氯	2.5		0.1~0.15	0.04~0.06	0.01	0.001
溴	2.5		0.22	0.04~0.06	0.022	0.001
氟	2.5		1.8~2.6	1.5~2.0	0.06~0.13	0.01
氯化氢	1.2~2.8		0.6~0.84	0.5~0.7	0.24~0.36	0.1~0.15
硫化氢	—		1.4~1.7	0.4~0.5	0.17~0.64	0.02~0.03
亚硫酸	—		1.5~2.7	2.5~4.5	0.18	0.1
砷化氢	—		0.6~1.0	—	0.2~0.4	—
磷化氢	—		0.56~0.84	0.4~0.6	0.14~0.26	浓度为0.1经过6 小时将要死亡
磷化氢	5.0		0.05	0.02	0.02	0.01
一氧化碳	360		2~3	2~3	0.5~1.0	0.1
二氧化碳	—		90~120	60~80	60~70	10
二硫化碳	—		0.02~0.1	0.05	—	—
汽油	—		30~40	25~30	10~20	10
苯	—		20~30	—	10	5~10
甲苯	—		200	—	30~40	20~30
三氯甲烷	—		400~500	150~200	60~80	—
四氯化碳	—		15	10~12	3~5	—
溴化碳	—		0.12~0.15	0.12~0.15	0.05~0.06	1~1.2
氢氰酸	0.3		—	—	1.0~1.5	0.02~(0.04)
硝基苯	—		—	—	0.5	0.3~0.5
胺	—		—	—	—	0.15~0.2

5. 高温与辐射热对人体生理的影响：在工业生产的许多车间，如冶金工业的轧钢、冶炼，机械制造工业的铸造，锻造车间，生产过程中都散发出大量热量。通常热强度（每立方米车间体积每小时散出的热量）大于 $83800\text{J}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ 者称为热车间。热车间一般都是气温高、辐射热强度大、湿度低。

根据实测资料，炎热地区的热车间。夏季在没有采取降温措施的情况下，车间内工作区温度都在 35°C 以上。辐射强度一般在 $4.19 \sim 8.38\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$ 左右，当车间内堆放大量热工件和炉门开启时，工作区的辐射强度可高达 $25.14 \sim 41.9\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$ 以上。

人体为了保持正常的新陈代谢，要向外散发一定的热量。人体散热是通过皮肤与外界的对流、辐射，汗的蒸发以及肺表面水分蒸发等方式来实现的。在常温下，人体的对流，辐射散热约占热量总和的75%，汗液蒸发为25%。这种散热量的大小，随着工作和劳动强度的不同而异。同时人体的散热量也要受外界因素的影响。如空气温度，相对湿度、空气流速和周围物体表面温度等，都会影响人体散热。当人体由于新陈代谢所需的散热量受到外界因素的影响不能顺利散出或散出过多时，人就会感到不适。根据高温车间的气象特征，搞好防暑降温工作，对保护工人身体健康和提高劳动生产率有着重大的意义。

6. 通风：人类生活在空气环境中，空气的成分和性质如果不符合一定条件，将会影响人们身体健康。在工业生产过程中，随着某些工艺过程的进行，会产生大量的有害物：蒸汽、灰尘、余热和余湿。这些有害物会污染空气，使工作环境恶化，危害生产者的健康和降低劳动生产率。为了保证人体的健康，提高经济效益，创造良好的空气环境具有重要的

意义。

通风是改善室内空气环境的有效措施之一。所谓通风，就是把充满有害物质的污浊空气从室内排出去，将符合卫生要求的新鲜空气送进来，以保持适于人们生产和生活的空气环境。通风的任务除了创造良好的室内空气环境外，还要对室内排出的有害物进行必要的处理，使其符合排放标准，以避免或减少对大气的污染。在净化处理的过程中，还要把有害物回收利用。我们把污浊的空气从室内排出，称为排风，把新鲜空气或经净化的空气向室内补充，称为送风或进风。有些车间，为了改善工作条件，可向局部地点进行送风，例如直接向人员操作处送风的岗位吹风。

实践证明，单纯依靠通风的方法是不能彻底解决防尘防毒问题的。彻底解决这一问题的有效途径则是采取综合措施。即一方面改进工艺设备，改进工艺流程和操作方法，建立严格的管理，检查制度等等。另一方面是正确合理的采取通风措施。

7. 空气调节：随着我国社会主义建设的发展，愈来愈多的生产，科研项目以及人们居住、娱乐、办公均对空气环境提出了一系列特殊的要求。

例如纺织厂要求空气具有一定的温度、湿度。空气太热影响工人劳动条件；空气不够潮湿会使纱变得粗而脆，加工时产生静电，从而容易造成飞花和断头；空气太潮湿又会使纱粘结在一起不好加工，这都会影响生产效率和产品质量。

一些公共建筑，如能容纳一万八千观众的首都体育馆，除了要求保持一定温度、湿度和清洁度外，在进行乒乓球比赛时，还要求空气流动的方向和流速不影响乒乓球的运动方向和落点。

人对生产过程、科学试验、居住、娱乐、办公等所要求的空气环境，是指某一特定空间的空气温度、湿度、清洁度和空气流动速度能满足工艺和舒适要求。在现代技术发展中，有时还对空气的压力、成分和气味等提出一定的要求。采用人工的方法，创造和保持满足一定要求的空气环境，就是空气调节，简称空调。空气调节就是更高一级的通风。

在旧中国，通风和空气调节技术，由于国民经济极端落后，完全是一个空白。技术和设备全靠外国进口。解放后，劳动人民当家做了主人。1956年国务院作出了“关于防止厂矿企业中矽肺危害的决定”。在党和政府的重视下，我国的通风和空气调节事业从无到有，获得了很大发展，一支朝气蓬勃的通风和空气调节技术队伍已迅速成长起来。我国的很多工厂在除尘、排毒方面。基本上达到了国家卫生标准。在民用建筑中，许多新建的大型公共建筑都有空气调节设备。

随着科学技术的迅速发展，对通风与空气调节工程提出了许多新的要求，这必将促进通风和空气调节工程迅速发展。

(二) 通风系统的分类

通风系统按不同方式有如下分类：

1. 按通风系统的动力方式分类：按通风系统的动力方式不同，可将通风系统分为自然通风和机械通风两类。

(1) 自然通风 自然通风主要靠风压和热压使室内外的空气进行交换，从而改变室内空气环境。风压是由空气流动所造成的压力，也称为风力。图 1-1 为利用风压在房间内造成的自然通风。房屋在迎风面形成正压区（大于室内压力），从而风可以从门窗吹入，同时在背风面形成负压，室

内空气可以从背面的门窗压出。热压是由于室内空气温度高，空气容重小，因此产生一种上升的力量，使房间内的空气上升后从上部窗排出，这时室外的冷空气就从下边的门窗或缝隙进入室内，见图1-2。

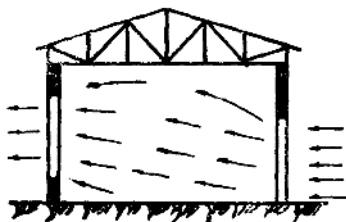


图 1-1 风压作用下的自然通风



图 1-2 热压作用下的自然通风

利用热压和风压进行换气的自然通风，对于产生大量余热的生产车间是一种经济有效的通风降温的方法。例如冶炼、轧钢、铸造、锻压及热处理车间，利用自然通风就是一种效果好又经济的通风方法。

(2) 机械通风 机械通风依靠风机产生的动力，迫使空气流通，进行室内外空气交换。机械通风的特点是动力强，能控制风量，能使空气进行加热，冷却，加湿、干燥、净化等处理过程的设备用风管联接起来，组成一个机械通风系统，把经过处理达到一定质量的空气送到一定地点。

2.按通风系统应用范围分类：按通风系统应用范围的不同，通风可分为局部通风和全面通风。

(1) 局部通风 通风的范围限制在有害物比较集中的地方，或是工作人员经常活动的局部地区的自然通风或机械通风，称为局部通风。

a.局部送风：对于车间面积很大，工作地点比较固定的

厂房，要改善整个车间的空气环境是既困难又不经济的。在这种情况下，可向局部工作地点送风，造成对工作人员温度、清洁度的局部空气环境。直接向人体送风的方法又叫岗位吹风或空气淋浴，见图1-3。

b.局部排风：其目的是为了尽量减少工艺设备的有害物对室内空气环境的直接影响。它用各种局部排气罩（或柜），在有害物产生时就立即将其吸入罩内，然后经排风帽排至室外。见图1-4。

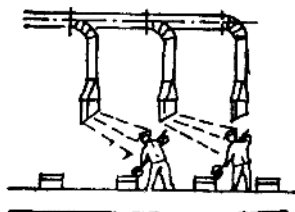


图 1-3 空气淋浴

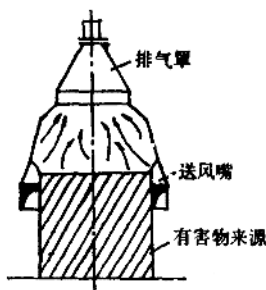


图 1-4 局部排风

c.局部送排风 既有送风又有排风的局部装置。

(2) 全面通风 全面通风是在房间内全面地进行通风换气。

全面通风可以是自然的或机械的，图1-5是机械全面排风。机械全面通风又分为：

a.全面排风：在有害物集中产生的区域或房间采用全面排风。

b.全面送风：将送入的空气经简单处理用以冲淡室内有害物。

c.全面送排风：用于门窗密闭、自行排风或进风比较困

难的地方。根据送风量和排风量的不同，可以使房间保持正压或负压，不足的风量则经过围护结构的缝隙渗入和挤出。

空气调节系统是一种全面通风系统。如图1-6所示。

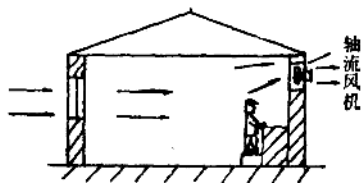


图 1-5 全面机械排风

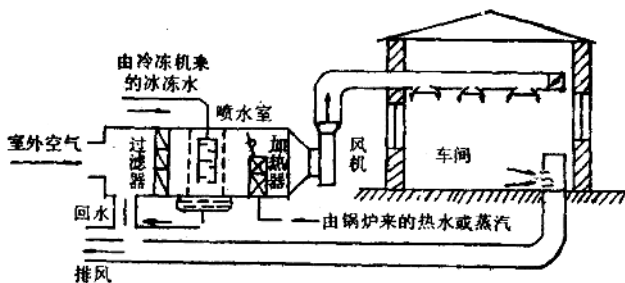


图 1-6 空气调节系统

3. 进气式通风和排气式通风：根据通风系统的特征，还可将其分为进气式通风和排气式通风。（1）进气式通风是向房间送入新鲜空气，它可以是全面的也可以是局部的。

（2）排气式通风是将房间内的污浊空气排出，它可以是局部的也可以是全面的。

（三）空气调节系统的分类

1. 按空气处理设备的情况分：