

高职高专“十五”规划教材

GAOZHI
GAOZHUAN
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

工业通风空气调节

赵淑敏 主编 郭卫琳 刘丽莘 副主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

X962
Z324:1

“十五”规划教材

GAOZHI
GAOZHUAN
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

工业通风空气调节

主 编 赵淑敏
副主编 郭卫琳 刘丽莘
主 审 李永安
参 编 柳成文 苏德权



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《工业通风空气调节》是高职高专“十五”规划教材之一。内容包括工业通风和空气调节两大部分,全书共有十八章。

本书较全面地叙述了通风、空调系统的特点、分类、组成,设备的构造及工作原理,通风、空调系统的测试与管理,以及空调系统的运行调节、消声减振和防火排烟等。

本书是供热通风与空调工程专业的高职高专教材,也可作为空调行业的培训用书,以及相关专业的师生、技术人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

工业通风空气调节/赵淑敏主编. —北京:中国电力出版社, 2004

高职高专“十五”规划教材

ISBN 7-5083-2097-2

I.工... II.赵... III.①工业生产-通风-高等学校:技术学校-教材 ②工业生产-空气调节系统-高等学校:技术学校-教材 IV.X962

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 015000 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

2004 年 5 月第一版 2004 年 5 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.25 印张 509 千字
印数 0001—3000 册 定价 29.80 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

序

随着新世纪的到来,我国进入全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。新世纪新阶段的新任务,对我国高等职业教育提出了新要求。我国加入世界贸易组织和经济全球化迅速发展的新形势,也要求高等职业教育必须开创新局面。

高职高专教材建设是高等职业教育的重要组成部分,是一项极具重要意义的基础性工作,对高等职业教育培养目标的实现起着举足轻重的作用。为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》精神,进一步推动高等职业教育的发展,加强高职高专教材建设,根据教育部关于通过多层次的教材建设,逐步建立起多学科、多类型、多层次、多品种系列配套的教材体系的精神,中国电力教育协会会同中国高等职业技术教育研究会和中国电力出版社,组织有关专家对高职高专“十五”教材规划工作进行研究,在广泛征求各方面意见的基础上,制订了体现高等职业教育特色的高职高专“十五”教材规划。

高职高专“十五”规划教材紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才开展编写工作。基础课程教材注重体现以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为教学重点;专业课程教材着重加强针对性和实用性。同时,“十五”规划教材不仅注重内容和体系的改革,还注重方法和手段的改革,以满足科技发展和生产实际的需求。此外,高职高专“十五”规划教材还着力推动高等职业教育人才培养模式改革,促进高等职业教育协调发展。相信通过我们的不断努力,一批内容新、体系新、方法新、手段新,在内容质量上和出版质量上有突破的高水平高职高专教材,很快就能陆续推出,力争尽快形成一纲多本、优化配套,适用于不同地区、不同学校、特色鲜明的高职高专教育教材体系。

在高职高专“十五”教材规划的组织实施过程中,得到了教育部、国家电力公司、中国电力企业联合会、中国高等职业技术教育研究会、中国电力出版社、有关院校和广大教师的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

教材建设是一项长期而艰巨的任务,不可能一蹴而就,需要不断完善。因此,在教材的使用过程中,请大家随时提出宝贵的意见和建议,以便今后修订或增补。(联系方式:100761 北京市宣武区白广路二条1号综合楼9层 中国电力教育协会教材建设办公室 010-63416222)

中国电力教育协会

二〇〇二年十二月

前言

“工业通风空气调节”是供热通风与空调工程专业的一门主要专业课，本书是根据高职高专“十五”规划教材的编写要求进行编写的。

本教材以实践能力和创新能力为重点，以培养在生产、建设、服务、经营、管理第一线的高素质实用人才为目标。教材的内容具有职业教育特色，并尽量反映本学科的新知识、新技术、新工艺和新方法。使学生通过学习，具有综合职业能力和适应职业变化的能力。

本教材由山东建筑工程学院赵淑敏（绪论、第一、二、十、十二、十四、十五、十八章）、长春工程学院刘丽莘（第五、六、七、九章）、浙江建设职业技术学院郭卫琳（第十三、十七章）、太原市电力高等专科学校柳成文（第四、八、十一章）、黑龙江省建筑职业技术学院苏德权（第三、十六章）共同编写。全书由赵淑敏主编，由山东建筑工程学院李永安教授主审。

本教材是高职高专“十五”规划教材，可供供热通风与空调工程专业的高职高专学生使用，也可作为空调行业的干部、职工专业培训用书，以及有关专业的师生、技术人员参考。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，调查研究不足，书中难免有疏漏之处，诚恳欢迎广大读者予以批评、指正。

目 录

序	1
前言	1
绪论	1
第一篇 工业通风	
第一章 工业有害物	3
第一节 工业有害物的来源及危害	3
第二节 有害物浓度、卫生标准和排放标准	5
第三节 防治工业有害物的综合措施	7
小结	7
习题	8
第二章 通风方式	9
第一节 通风方式的分类	9
第二节 通风系统的组成	12
小结	15
习题	15
第三章 局部排风	16
第一节 局部排风罩的分类	16
第二节 密闭罩	18
第三节 通风柜	20
第四节 接受式排风罩	21
第五节 外部吸气罩	24
第六节 槽边排风罩	28
第七节 吹吸式排风罩	31
小结	32
习题	32

第四章 全面通风	33
第一节 全面通风量的计算	33
第二节 工业有害物量的计算	37
第三节 全面通风的气流组织	39
第四节 空气平衡与热平衡	45
小结	48
习题	48
第五章 工业有害物的净化	50
第一节 粉尘的特性	50
第二节 除尘器的分类及性能指标	51
第三节 重力沉降室	53
第四节 惯性及旋风除尘器	54
第五节 过滤式除尘器	58
第六节 静电除尘器	62
第七节 湿式除尘器	66
第八节 除尘器的选择	67
第九节 有害气体及蒸气的净化	69
小结	71
习题	71
第六章 自然通风	73
第一节 自然通风的作用原理	73
第二节 自然通风的计算	78
第三节 避风天窗、屋顶通风器及风帽	79
小结	80
习题	80
第七章 局部送风与隔热降温	81
第一节 普通风扇和喷雾风扇	81
第二节 系统式局部送风	81
第三节 空气幕	84
第四节 隔热降温	88
小结	91
习题	91

第八章 通风系统管道的设计计算	92
第一节 风道内的压力损失	92
第二节 管道的设计计算	98
第三节 风道中空气的压力分布	105
第四节 均匀送风管道	108
第五节 风道设计中的若干问题	110
第六节 通风工程施工图	116
小结	121
习题	121

第九章 通风系统的测试与维护管理	123
第一节 风管内风压、风速和风量的测定	123
第二节 空气中粉尘含量的测定	125
第三节 除尘器性能的测定	128
第四节 通风系统的运行维护	130
小结	133
习题	133

第二篇 空气调节

第十章 湿空气的物理性质及 $h-d$ 图的应用	134
第一节 湿空气的物理性质及 $h-d$ 图	134
第二节 湿空气 $h-d$ 图的应用	138
小结	141
习题	142

第十一章 空调房间负荷计算及送风量	143
第一节 室内外空气计算参数	143
第二节 空调房间冷(热)、湿负荷的计算	146
第三节 空调房间送风状态及送风量的确定	155
小结	159
习题	159

第十二章 空气热湿处理过程及设备	160
第一节 空气热湿处理的过程	160

第二节 喷水室	162
第三节 空气加热设备	167
第四节 表面式空气冷却器	171
第五节 空气加湿设备	175
第六节 空气减湿设备	179
第七节 空气净化设备	181
第八节 热回收装置	187
小结	192
习题	192
第十三章 空气调节系统	193
第一节 空气调节系统的分类	193
第二节 新风量的确定和风量平衡	194
第三节 集中式空气调节系统	197
第四节 半集中式空气调节系统	204
第五节 分散式空气调节系统	208
第六节 其他空调系统	209
第七节 空调工程施工图	212
小结	215
习题	215
第十四章 空调水系统	217
第一节 空调冷冻水系统的分类	217
第二节 空调冷冻水系统的设计计算	220
第三节 空调冷却水系统	224
小结	229
习题	229
第十五章 空调房间的气流组织	230
第一节 送、回风口的空气流动规律	230
第二节 送、回风口的型式	234
第三节 气流组织的基本形式	238
第四节 气流组织的计算	240
小结	244
习题	245

第十六章 空调系统的消声与防火	246
第一节 空调系统噪声的产生和传播	246
第二节 噪声的评价和室内噪声标准	246
第三节 空调系统的消声	248
第四节 空调装置的减振	251
第五节 空调系统的防火排烟	253
小结	256
习题	257
第十七章 空调系统的运行调节与控制	258
第一节 室内热、湿负荷变化时的运行调节	258
第二节 室外空气状态变化时的运行调节	260
第三节 变风量、变露点的运行调节	261
第四节 半集中式空调系统的运行调节	263
第五节 空调系统的自动控制	265
小结	270
习题	270
第十八章 空调系统的调试与运行管理	271
第一节 概述	271
第二节 空调系统风量和送风参数的测定与调整	273
第三节 空调设备的试运转及调试	275
第四节 空气处理设备能力与空调效果的检验	276
第五节 空调系统的日常维护及运行管理	279
小结	285
习题	285
附录	286
附录 1-1 居住区大气中有害物质的最高容许浓度 (摘录)	286
附录 1-2 车间空气中有害物质的最高容许浓度 (摘录)	286
附录 1-3 大气污染物综合排放标准 (GB 16297—1996)	288
附录 1-4 环境空气质量标准 (GB 3095—1996)	291
附录 1-5 锅炉大气污染物排放标准 (GWPB3—1999)	292
附录 3-1 通风柜的控制风速	293
附录 3-2 镀槽边缘控制点的吸入速度 v_x (m/s)	294
附录 8-1 通风管道单位长度摩擦阻力线算图	295

附录 8-2 (a) 钢板圆形风管计算表	296
附录 8-2 (b) 钢板矩形风管计算表	297
附录 8-2 (c) 钢板非标准矩形风管计算表	299
附录 8-3 部分局部构件的局部阻力系数	301
附录 8-4 通风管道统一规格	304
附录 8-5 通风工程图例	306
附录 10-1 湿空气的密度、水蒸气压力、含湿量和焓	312
附录 10-2 湿空气焓湿图	314
附录 11-1 部分城市室外气象参数	315
附录 11-2 外墙、屋面瞬变传热引起冷负荷计算的有关数据	316
附录 11-2 (1) 外墙夏季热工指标及结构类型	316
附录 11-2 (2) 屋面夏季热工指标及构造类型	317
附录 11-2 (3) 外墙冷负荷计算温度 t_{wl} ($^{\circ}\text{C}$)	318
附录 11-2 (4) 屋面冷负荷计算温度 t_{wl} ($^{\circ}\text{C}$)	318
附录 11-2 (5) 部分城市 I ~ IV 型结构地点修正值 t_d ($^{\circ}\text{C}$)	319
附录 11-2 (6) 外表面放热系数修正值 K_a	319
附录 11-2 (7) 吸收系数修正值 k_p	319
附录 11-3 玻璃窗瞬变传热引起冷负荷计算的有关数据	320
附录 11-3 (1) 单层窗玻璃的 K 值 [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]	320
附录 11-3 (2) 双层窗玻璃的 K 值 [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]	320
附录 11-3 (3) 玻璃窗冷负荷计算温度 t_{wl} ($^{\circ}\text{C}$)	321
附录 11-3 (4) 玻璃窗传热系数的修正值	321
附录 11-3 (5) 玻璃窗的地点修正值 t_d ($^{\circ}\text{C}$)	321
附录 11-4 透过玻璃窗日射得热形成冷负荷计算的有关数据	322
附录 11-4 (1) 夏季各纬度带的日射得热因数最大值 $D_{J,\max}$ (W/m^2)	322
附录 11-4 (2) 窗玻璃的 C_s 值	322
附录 11-4 (3) 窗内遮阳设施的遮阳系数 C_n 值	322
附录 11-4 (4) 窗的有效面积系数 C_a 值	322
附录 11-4 (5) 北区无内遮阳窗玻璃冷负荷系数	323
附录 11-4 (6) 北区有内遮阳窗玻璃冷负荷系数	323
附录 11-4 (7) 南区无内遮阳窗玻璃冷负荷系数	324
附录 11-4 (8) 南区有内遮阳窗玻璃冷负荷系数	324
附录 11-5 照明、人体、设备和用具散热冷负荷系数及成年男子散热散湿量	325
附录 11-5 (1) 照明散热冷负荷系数	325
附录 11-5 (2) 成年男子散热散湿量	325
附录 11-5 (3) 人体显热散热冷负荷系数 C_{CL}	326

附录 12-1 喷水室热交换效率实验公式的系数和指数·····	327
附录 12-2 SRZ 型空气加热器技术数据 ·····	328
附录 12-3 部分空气加热器的传热系数和阻力计算公式 ·····	329
附录 12-4 水冷式表面冷却器的 E_0 值 ·····	329
附录 12-5 部分水冷式表面冷却器的传热系数和阻力试验公式 ·····	330
附录 12-6 冷冻除湿机主要技术性能表 ·····	331
附录 14-1 水管摩擦阻力计算表·····	332
附录 14-2 水管路计算图 ·····	334
附录 14-3 阀门及管件的局部阻力系数 ζ ·····	335
附录 14-4 三通的局部阻力系数 ζ ·····	336
附录 15-1 盘式散流器性能表·····	337
附录 15-2 圆形直片式散流器性能表 ·····	339
附录 16 空调系统不同噪声标准的气流速度允许值 ·····	341

参考文献·····	342
-----------	-----

绪 论

一、通风空气调节的任务与意义

人类生活在空气的海洋之中,空气的成分和性质如何,将直接影响到人们的身体健康。

无论是在工业建筑中为保证工人的身体健康和提高产品质量,还是在公共建筑中为了满足各种人的活动和舒适的需要,都要求维持一定的空气环境标准。采用人工的方法创造和保持满足一定要求的空气环境,就是通风空气调节的任务。工业通风的任务主要在于消除工业生产过程中产生的粉尘、有害气体和蒸气、余热和余湿的危害;空气调节的任务是在任何自然环境下,将室内空气维持一定的温度、湿度、气流速度以及一定的洁净度等。

工程上将只实现空气的洁净度处理和保持有害物浓度在一定的卫生要求范围内的技术称为工业通风。所谓通风就是把室外的新鲜空气适当处理(如过滤、加热或冷却)后送进室内,把室内的污浊气体经消毒、除害后排至室外,从而保持室内空气的新鲜程度,使排放废气符合标准。

为了满足人们生活和生产科研活动对室内空气环境的要求,就需要对空气进行各种处理(如加热、加湿、冷却、减湿和过滤等),使室内空气的温度、湿度、洁净度、气流速度和压力等诸项参数能保持在一定的范围内,这种制造人工室内空气环境的技术,称为空气调节,简称空调。空调不仅要研究并解决对空气的各种处理方法,而且要研究并解决室内、外干扰量(即空调负荷)的计算,空气的输送和分配,为处理空气所需的冷、热源以及在干扰变化情况下的运行调节问题。空气调节应用于工业及科学实验过程一般称为“工艺性空调”,而应用于以人为主的空气环境调节则称为“舒适性空调”。

工业通风空气调节对国民经济各部门的发展和对人民物质文化生活水平的提高具有重要的意义。显示通风重要作用的部门有,冶炼、铸造、锻压、蒸煮、洗染和热处理等生产车间,这些车间在生产过程中,会产生大量的余热、余湿和有害气体等,工人在这种环境中工作会感到不适、疲倦、甚至晕倒;选矿、烧结和耐火材料等生产车间,在生产过程中会产生大量的粉尘,工人长期在这种环境中工作容易出现严重的肺病。

显示工艺性空调重要作用的典型部门有,以高精度恒温、恒湿为特征的精密机械及仪器制造业,为避免元器件由于温度变化及湿度过大引起胀缩和表面锈蚀,对空气的温度和湿度有严格规定,如 $20 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, $50 \pm 5\%$;对空气洁净度有高度要求的电子工业,如对超大规模集成电路的某些工艺过程,规定每升空气中等于和大于 $0.5\mu\text{m}$ 的悬浮粒子总数不得超过一定的数量,如3粒、30粒等;在纺织、印刷等工业部门,对空气的相对湿度要求较高,如在合成纤维工业中,锦纶长丝的多数工艺过程要求相对湿度的控制精确度在 $\pm 2\%$ 。此外,作为工业中常用的计量室、控制室及计算机房等,均要求有比较严格的空气调节。药品、食品工业以及生物实验室、医院病房及手术室等,不仅要求一定的空气温湿度,而且要求控制空气

中的含尘浓度及细菌数量。同时在公共与民用建筑中,装有空调的大会堂、图书馆、商店、展览馆、音乐厅、影剧院、办公楼、宾馆、酒店及民用住宅到处可见,通信、航天飞机的座舱、飞机、轮船等均需采用空气调节。总之,随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,空调的应用将更加广泛。

二、通风空气调节工程的发展概况

通风空气调节技术的形成是在 20 世纪初,它随着工业发展和科学技术水平的提高而日趋完善。

19 世纪后半叶,随着发达国家纺织业的发展,促进了空调技术的发展。在空调系统方面,首先是全空气系统,随后又发展了空气—水系统。在空气—水系统方面,先是诱导器系统,这是 Carrier 在 1937 年发明的。在 60 年代,出现了风机盘管,由于其消除了诱导器噪声大和不易调节等主要缺点,使空气—水系统更加具有生命力,直至今天,世界各国仍然盛行。全空气系统的进一步发展则是变风量的应用,变风量起到了节能的作用。近 20 年来,各国采用变风量的全空气系统日渐增多。

在 20 世纪 20 年代末期出现了整体式的空调机组。它是将制冷机、通风机和空气处理装置等组合在一起的成套空调设备。60 多年来,空调机组发展迅速,现在通用的已有窗式、柜式和壁挂式等不同类型的机组,并发展了采用制冷剂的逆向循环在冬季供热的热泵型机组。

在我国,舒适性空调和工艺性空调几乎同时起步。1931 年,首先在上海纺织厂安装了带喷水室的空气调节系统,其冷源为深井水。随后,在一些电影院、银行和高层建筑的大旅馆也先后设置了全空气空调系统。当时,高层建筑装有空调,上海是居亚洲之冠的。但在 1937 年,由于日本侵略者的破坏,我国空调技术的发展被迫中断。

新中国成立后,随着国民经济的发展,通风空调事业逐步发展壮大。1966 年,我国研制出第一台风机盘管机组,组合式空调机组在 50 年代已应用于纺织工业。现在,我们已能独立设计、制造和装配数以万计的空调系统。在全国范围内,从事暖通空调专业的设计、研究和施工管理队伍,已具有相当大的规模。

通风空调的广泛应用,也带来了一些新问题。首先是通风空调的能耗很大,在节能方面所采取的措施:一是热量的回收利用;二是节约热源和改善冷源。在空调系统方面,由定风量系统发展到变风量系统,将逐渐在国内推广。其次是长期在空调环境中生活会使人产生“空调病”,如出现皮肤汗腺和皮脂腺收缩,腺口闭塞,导致血流不畅、神经功能紊乱等症状。2002 年冬~2003 年春,SARS 疫情的出现给空调系统提出了新的课题。为了创造更有利于健康、适合人类工作和生活的内部空间环境,通风空调技术正在由解决空气环境的调节和控制,向内部空间环境质量的全面调节与控制发展。总之,通风空调技术的发展前景十分广阔。

第一篇 工业通风

第一章

工业有害物

第一节 工业有害物的来源及危害

工业有害物主要是指工业生产中散发的粉尘、有害气体、有害蒸气、余热和余湿等五种。

一、粉尘的来源及危害

1. 粉尘的来源

粉尘是指粒径大小不等，能悬浮在空气中的固体小颗粒。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方面：

- (1) 固体物料的机械破碎和研磨，如选矿、建材车间原材料的破碎和各种研磨加工过程；
- (2) 粉状物料的混合、筛分、包装及运输，如水泥、面粉等的生产和运输过程；
- (3) 物质的燃烧过程，如木材、煤的燃烧；
- (4) 物质被加热时产生的蒸气在空气中的氧化和凝结，如金属冶炼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

粉尘对人体的危害程度取决于粉尘的性质、粒径大小、浓度、与人体持续接触的时间、车间的气象条件以及人的劳动强度、年龄、性别和体质情况等。

- (1) 无机、有机粉尘，人体长期接触会引起慢性支气管炎；
- (2) 游离硅石、石棉、炭黑等粉尘，被人体吸入会引起“矽肺”、“石棉肺”、“碳肺”等肺病，并可能并发肺癌；
- (3) 铅使人贫血，损害大脑；镉、锰损坏人的神经、肾脏；镍可以致癌等；
- (4) 沥青、焦油，人体长期接触会引起皮肤病。

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。

粉尘对生产的影响主要有以下几个方面：

- (1) 降低产品质量、降低机器工作精度和使用年限。粉尘沉降在感光胶片、集成电路、化学试剂上，会影响产品质量，甚至使产品报废；降落在仪器、设备的运转部件上，会使运转部件磨损，从而降低工作精度，并缩短使用年限。

(2) 降低光照度和能见度；影响室内外作业的视野。

(3) 某些粉尘达到一定浓度时，遇到明火等会燃烧引起爆炸，如煤粉、面粉等。

粉尘对环境的危害表现在以下两方面：

(1) 粉尘对大气的污染。当空气中的粉尘超过一定浓度时，就会形成大气污染。大气污染对建筑物、自然景观、生态等都造成危害，进而影响人类的生存，如“煤烟型”污染及沙尘暴。

(2) 粉尘对水和土壤的污染。粉尘进入水中必将破坏水的品质，被人饮用会引起疾病，用于生产会降低产品质量。粉尘进入土壤将破坏土壤性质，从而影响植物的生长。如水泥厂附近的农作物干枯、树叶发黄等。

二、有害气体和蒸气的来源及危害

在工业生产过程中，有害气体和蒸气的来源主要有以下几个方面：

(1) 化学反应过程，如燃料的燃烧；

(2) 有害物表面的蒸发，如电镀槽表面；

(3) 产品的加工处理过程，如石油加工、皮革制造等；

(4) 管道及设备的渗漏，如炉子缝隙的渗漏和煤气管道的渗漏等。

有害气体和蒸气对人体健康的危害也取决于有害物的性质、浓度、与人体持续接触的时间、车间的气象条件以及人的劳动强度、年龄、性别和体质情况等。下面介绍几种常见的有害气体和蒸气对人体产生的危害。

(1) 一氧化碳：其是一种无色无味气体。由于人体内红血球中所含血色素对一氧化碳的亲合力远大于对氧的亲合力，所以吸入一氧化碳后会阻止血色素与氧的亲合，使人体发生缺氧现象，引起窒息性中毒。

(2) 二氧化硫：是一种无色有硫酸味的强刺激性气体，是一种活性毒物，在空气中可以氧化成三氧化硫，形成硫酸烟雾，其毒性比二氧化硫大 10 倍。危害人体的皮肤，特别是对呼吸器官有强烈的腐蚀作用，造成鼻、咽喉和支气管发炎。

(3) 氮氧化物：如 NO_2 是棕红色气体，对呼吸器官有强烈刺激，能引起急性哮喘病。实验证明， NO_2 会迅速破坏肺细胞，疑是肺气肿和肺癌的病因之一。

(4) 汞蒸气：汞在常温下即能大量蒸发，是一种剧毒物质，对人体的消化器官、肾脏和神经系统等造成危害。

(5) 苯蒸气：苯是一种挥发性极强的液体，苯蒸气是具有芳香味、易燃和麻醉性的气体。人体吸入苯蒸气，能危及血液和造血器官，对妇女影响较大。

(6) 铅蒸气：人体通过呼吸道吸入铅蒸气后，会损害人体的消化道、造血器官和神经系统等。

有害气体和蒸气对生产的影响主要表现在以下两个方面：

(1) 降低产品质量和机器使用年限。如二氧化硫、三氧化硫、氯化氢等气体，遇到水蒸气形成酸雾时，对金属材料 and 机器产生腐蚀破坏，从而降低产品质量及机器使用年限。

(2) 某些有害气体和蒸气浓度超过一定数量时遇到明火也易发生爆炸。如甲烷、煤气等。

有害气体和蒸气对环境的危害有以下两个方面：

(1) 对大气的污染。有些有害气体和大气中的水雾结合在一起，形成酸雾，对生物、植物和建筑物等都将造成危害，影响人类的生存。如英国伦敦在 1952 年 12 月形成的硫酸雾，两星期内造成 4000 人死亡。

(2) 对水、土的污染。各种气体在水中均有一定的溶解度，有害气体进入水中将破坏水质，有害气体溶于雨水中被带入土壤，从而对土壤造成危害。

三、余热和余湿的来源及对人体生理的影响

在工业生产中的许多车间，如冶金工业的轧钢、冶炼，机械制造工业的铸造、锻压等车间，生产中都散发出大量热量，这是车间内余热的主要来源。而车间内的余湿主要是由浸泡、蒸煮设备等散发大量水蒸气造成的。余热和余湿直接影响到室内空气的温度和湿度。

前面阐述了粉尘、有害气体和蒸气对人体的影响，下面分析与余热和余湿有关的气象条件（即空气的温度、相对湿度和流速）以及周围物体表面温度对人体生理的影响。

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、辐射和表面汗液蒸发三种形式进行的。

对流换热取决于温度和空气的流速，辐射散热只取决于周围物体表面的温度，而蒸发散热主要取决于空气的相对湿度和流速。当周围的空气温度和物体表面的温度低于体温时，温差愈大，人体散失的对流热和辐射热愈多，而流速的增大会加快对流换热程度。相反，人体将得到对流热和辐射热。

当空气的温度和周围物体表面的温度高于体温时，人体的散热主要依靠汗液蒸发。相对湿度愈低，空气流速愈大，则汗液愈容易蒸发。相反，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。

因此，为了人的舒适感，在生产车间内必须防止和排除生产中大量产生的热和水蒸气，以降低空气的温度和相对湿度，并使室内空气具有适当的流动速度。

第二节 有害物浓度、卫生标准和排放标准

一、有害物浓度

工业有害物对人体、生产和环境等的危害，不仅取决于它的性质、与人接触的时间，而且与有害物浓度有关。单位体积空气中有害物的含量称为有害物浓度。一般地说，浓度愈大，危害也愈大。

粉尘的浓度有两种表示方法。一种是质量浓度，即每立方米空气中所含粉尘的质量。单位是 mg/m^3 或 g/m^3 。另一种是计数浓度，即每立方米空气中所含粉尘的颗粒数。单位是个/ m^3 。通风工程中一般采用质量浓度，在洁净空调工程中常用计数浓度。

有害气体和蒸气的浓度也有两种表示方法。一种是质量浓度，用 Y 表示；另一种是体积浓度，即每立方米空气中所含有害气体和蒸气的毫升数，单位是 mL/m^3 ，用 C 表示。因为 $1\text{mL} = 10^{-6}\text{m}^3$ ，所以 $1\text{mL}/\text{m}^3 = 1\text{ppm}$ （百万分之一）。

在物理标准状态下，有害气体和蒸气的质量浓度和体积浓度之间的关系是：