

纺织工业空气调节

顾民立 李裕辉 糜泉源 任吉云 编著
严立三 史美坎 陈建华 单凤艳



纺织工业出版社

纺织工业空气调节

顾民立 李裕辉 糜泉源 任吉云 编著
严立三 史美坎 陈建华 单风艳

纺织工业出版社

(京)新登字037号

责任编辑 丁桂玉

内 容 简 介

本教材是纺织专业的空气调节、除尘教材。书中系统地论述了空气调节的理论基础和国内外的先进技术。内容包括温湿度对纺织工艺生产的影响、空气的物理性质、空调车间冷热负荷的计算、空气调节基本原理、空气调节设备、冷源、送排风管道、纺织除尘,并对温湿度测定和车间空气含尘浓度的测定,也作了适当的介绍,全书采用国际单位制。

本教材对国内外纺织工业空气调节的先进技术设备作了论述。

本书可作为纺织高等院校、纺织专科学校、职工大学的教学用书,也可作为中等纺织工业学校及有关培训教材,并可供有关工程技术人员参考。

纺织工业空气调节

顾民立 李裕辉 糜泉源 任吉云
严立三 史美坎 陈建华 单凤艳 编著

★

纺织工业出版社出版

(北京东直门南大街4号)

宜兴市第二印刷厂印刷

无锡轻工业学院纺织分院发行

★

787×1092毫米 1/16 印张:25.5 插页:1 字数:640千字

1993年9月第一版第一次印刷

印数:1-3,000 定价:11.90元

ISBN 7-5064-0949-6/TS·0884

前 言

《纺织工业空气调节》是纺织专业的一门专业课。随着科学技术的发展,我国的纺织工业空气调节和除尘技术也很快地发展,从八十年代开始就涌现出大量的新设备。为了适应新设备新技术发展的需要,在江苏省纺织工业厅教育处的主持下,由江苏省纺织院校的有关教师联合编写了《纺织工业空气调节》这一教材。

本教材从纺织工业的具体情况出发,力图系统地阐明空气调节的理论基础和国内外的先进技术,其目的是使学生掌握如何使车间保持一定的均匀的温湿度的必要基础知识,为纺织工业空调、除尘系统设计打一基础。

本教材为了便于学生自学和巩固学习知识,在各章后面,附有习题。为能使理论和实际有机地结合、加强教材中各章节在内容上的内在联系,又在最后一章编入一设计计算实例,作为课程设计和专业设计参考。同时在书后附录中编入了有关技术资料及各种常用设备的技术规格,以供设计时选用。

本教材的绪论、第三章、第五章和第十一章由顾民立编写,第一章由严立三编写,第二章由史美坎和单凤艳编写,第四章、第七章由任吉云编写,第六章由糜泉源编写,第八章、第十章由李裕辉编写,第九章由陈建华编写。

本教材的特邀编委有:徐君耀,任为民,徐冠勤,许文元,钱利新,华永平,缪双大,陶永生,陈惠彪,王亚波,薛炳良。

本教材在编写过程中得到江苏省纺织工业厅教育处的大力支持,得到苏州丝绸工学院吴融如院长的大力支持,并得到有关专业厂的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,加之时间仓卒,书中难免存在缺点和错误,热忱欢迎读者批评指正。

编者

1993年5月

目 录

绪论	(1)
第一章 纺织厂空气调节的重要性	(5)
第一节 空气条件对人体健康的影响	(5)
一、温度的影响	(5)
二、相对湿度的影响	(6)
三、空气流动速度的影响	(6)
四、清洁度和新鲜度的影响	(7)
第二节 温湿度与纺织生产的关系	(8)
一、温湿度与纺织纤维性能的关系	(8)
二、温湿度与纺织工艺的关系	(13)
第二章 湿空气的物理性质及水蒸汽	(27)
第一节 湿空气的组成和状态参数	(27)
一、湿空气的组成	(27)
二、空气的状态参数	(28)
1 压力	(28)
2 温度	(31)
3 湿度	(32)
4 空气的比容和密度	(35)
5 空气的焓	(36)
第二节 湿空气的 <i>i-d</i> 图及应用	(37)
一 湿空气的 <i>i-d</i> 图绘制	(37)
二 湿空气 <i>i-d</i> 图的应用	(42)
第三节 空气状态参数的测量	(48)
一 温度的测量	(48)
二 湿度的测量	(49)
三 微风速的测量	(55)
第四节 水蒸汽	(56)
一 液体的汽化	(56)
二 水蒸汽的定压发生过程	(57)
三 水蒸汽的 <i>p-v</i> 图	(59)
四 水蒸汽图表及其应用	(61)
第三章 车间冷热负荷的计算	(65)
第一节 房屋热损失	(65)

一 围护结构的基本热损失	(65)
二 房屋热损失的附加值	(71)
三 渗入冷空气的热损失	(72)
第二节 车间的得热量和得湿量	(72)
一 夏季围护结构的传热量	(72)
二 机器发热量	(78)
三 照明设备散热量	(79)
四 人体散热量和散湿量	(79)
五 车间其他散湿量	(80)
第三节 车间总冷热负荷的确定	(81)
一 夏季空调车间的冷负荷	(81)
二 冬季空调车间的负荷	(81)
第四章 空气调节的基本原理	(88)
第一节 空气与水直接接触时的热湿交换原理	(88)
一 有限量的空气与无限量的水接触时的状态变化	(88)
二 空气被不同温度的水处理时的状态变化	(91)
三 空气被水处理的实际过程	(92)
第二节 喷水室的热工计算	(93)
一 喷水室的热湿交换效率	(93)
二 影响喷水室热湿交换效率的因素	(94)
三 一级喷水室和二级喷水室	(95)
四 喷水室的热工计算	(96)
第三节 空气调节的基本原理	(98)
一 车间通风量的确定	(98)
二 回风的利用	(99)
三 新风量的确定	(101)
四 冬季系统的热平衡和加热量	(101)
五 送风状态的确定	(101)
第四节 变风量系统空气调节过程的分析与计算	(102)
一 夏季的空气调节过程	(102)
二 冬季的空气调节过程	(103)
第五节 定风量系统空气调节过程的分析与计算	(105)
一 夏季的空气调节过程	(105)
二 冬季的空气调节过程	(106)
第五章 空气调节设备	(110)
第一节 空调室送风系统	(110)
第二节 进风窗和回风窗	(112)
一 进风窗	(112)
二 回风窗	(113)

第三节 喷水室设备	(114)
一 整流器	(114)
二 喷嘴	(114)
三 挡水板	(119)
四 水池及其附属设备	(120)
第四节 喷淋室结构和阻力计算	(124)
一 喷淋室结构	(124)
二 喷淋室的阻力计算	(126)
第五节 喷淋室的水系统及管径计算	(127)
一 喷淋室的水系统	(127)
二、喷淋室水管径计算	(129)
第六节 空气加湿设备	(130)
一 等温加湿	(130)
二 等焓加湿	(132)
第七节 空气加热器	(133)
一 光管加热器	(133)
二 加热器计算	(133)
三 供汽系统及其附属设备	(135)
第八节 空调器	(137)
一 空调箱	(137)
二 小型喷雾风机湿风道系统	(138)
三 大型喷雾风机空调器	(140)
第六章 冷源	(142)
第一节 天然冷源	(142)
一 地下水	(142)
二 深井回灌	(143)
第二节 人工冷源	(149)
一 蒸汽压缩式制冷机	(149)
二 蒸汽喷射制冷机	(160)
三 吸收式制冷机	(162)
第七章 风道设计及气流组织	(171)
第一节 流体的性质及流动方程式	(171)
一 流体的性质	(171)
二 理想流体和实际流体	(173)
三 连续方程式	(173)
四 柏努利方程式	(173)
第二节 管道阻力和管道设计的一般原则	(175)
一 流体的流动状态	(175)
二 流体流动的阻力计算	(176)

第三节 均匀送风管道的分析和计算	(183)
一 孔口出流的基本概念	(183)
二 等截面均匀送风管道的的设计分析	(185)
三 变截面均匀送风管道的近似计算法	(186)
第四节 气流组织	(188)
一 送风射流和吸入流动	(188)
二 送风口和回风口的形式	(191)
三 气流组织	(195)
第五节 管道的均匀吸风	(200)
一 等截面吸风管道均匀吸风的措施	(200)
二 吸风管道的等速设计法	(201)
三 吸风管道的降速梯形设计法	(202)
第六节 风量的测定与调整	(202)
一 管内风压的测定	(203)
二 流体的测量仪表	(204)
三 管内风压的测定方法	(208)
四 送风口及回风口风量的测定	(212)
五 空调系统风量的调整	(212)
第八章 通风机和泵	(216)
第一节 通风机	(216)
一 通风机的构造和工作原理	(216)
二 通风机的性能参数和性能曲线	(222)
三 通风机在管网中的运行	(226)
四 通风机的联合运行	(229)
五 通风机的选择	(232)
第二节 泵	(238)
一 单级悬臂式离心水泵	(238)
二 深井泵	(241)
第九章 温湿度调节和管理	(244)
第一节 我国的气候概况	(244)
第二节 日常调节和全年调节	(245)
一 日常运转调节	(245)
二 全年性调节	(247)
三 特殊情况下的温湿度调节	(251)
第三节 空调系统的自动控制	(252)
一 空调自控概述	(252)
二 自动调节系统的品质指标	(255)
三 执行机构及特性	(256)
四 室温控制	(257)

五 室内相对湿度控制	(258)
第四节 空调管理与节能	(259)
一 纺织厂的空调管理	(259)
二 纺织厂的空调节能	(260)
第十第 纺织厂的除尘	(262)
第一节 概况	(262)
一 除尘的重要意义	(262)
二 我国除尘技术的发展	(262)
三 空气的含尘浓度	(263)
四 除尘方法与方式	(263)
五 滤料	(264)
第二节 除尘设备	(265)
一 布袋除尘器	(265)
二 A171型、A172-AU052型除尘器	(267)
三 Fu系列除尘机组	(269)
四 复合式(XLZ)除尘器	(273)
五 内吸式尘笼除尘器	(274)
六 板式除尘器	(276)
七 间歇吸尘装置	(280)
第三节 除尘系统	(281)
一 气力输送和除尘管道中速度、阻力损失	(281)
二 除尘系统的组合方式	(283)
三 除尘系统的设计	(283)
四 清棉、梳棉除尘系统设备配置计算示例	(290)
第四节 空气含尘浓度的测定	(294)
一 空气总含尘浓度的测定	(294)
二 除尘管道内空气含尘浓度的测定	(297)
第十一章 空气调节设计计算实例	(303)
附录	(348)

绪 论

空气的物理性质,可以用空气的状态参数来描写。在空气调节中,常用的空气状态参数有压力、温度、湿度、比容(或密度)和焓等。这些参数常在不断地变化,如温度,从盛夏的酷暑到隆冬的严寒,如此每年作周而复始的变化;就一天的正常天气而言,从早晨、中午到晚上,24小时在变化。如湿度,一般冬季很干燥,特别在北方冷空气南下时,空气既冷又干燥,往往能使皮肤开裂;而在夏季,特别是在我国的东南沿海一带的霉雨季节,空气很潮湿,能使车间的棉包发霉;就同一天的正常天气而言,一般早晚的空气比较潮湿,以致有薄薄的雾笼罩着大地,随着气温的逐渐升高,雾就逐渐地消失了,到了中午,空气最干燥。由于气温的变化,则空气的压力,比容或密度也会相应地变化,如北方的干冷空气比南方的潮湿空气重,所以北方的冷空气南下时,则当地的大气压力会升高,即空气的密度变大,比容变小;而被海洋上的潮湿空气控制时,则气压会下降,空气密度变小,比容变大。一般上午的气压要高一些;下午的气压要低一些;上半夜的气压要高一些,下半夜的气压要低一些。

在某一时刻,将这些变化着的参数综合起来,便可确定空气在此时刻的状态。由于空气的状态参数是千变万化的,所以空气的状态也是变化无穷的。

这些变化的参数,有时能适合人们生产、工作和生活的要求,有时不能适合人们的要求,这时就要设法改变(或调节)空气的状态参数,使之适合人们的要求。所以空气调节是指车间(或室内)的空气状态参数发生变化时,要维持车间(或室内)工作区(或生活区)的状态参数,不超出预定的波动范围,这一工程技术称为空气调节,简称空调。

由于生产的发展,对空气调节又提出了其他的附属要求。如车间(或室内)空气流速的要求,对纺部而言,工作面上的空气流速一般为 $0.1\sim 0.7\text{m/s}$,对织部而言,工作面上的流速为 $0.4\sim 1.0\text{m/s}$,就舒适空调而言,对生活区空气的流动速度亦有一定的要求;其他如空气的含尘浓度(或洁净度)的要求等。

以上空气的温度、湿度、(流动)速度和洁净度(简称“四度”),是纺织厂各主要车间,对空气环境的要求。

综上所述,本课程的研究对象,首先是研究空气的物理性质,从而找出改变空气状态参数,使之适合人们要求的规律性;其次是研究改变空气状态参数、和除尘的机械设备。

空气调节的任务,就是将车间(或室内)有碍产品质量、人体健康、不符合要求的污染空气排除出去,而将足够数量的、符合要求的新鲜空气送入车间(或室内),以维持车间(或室内)具有良好的空气环境。为了要完成这一任务而修建的一系列的工程构筑物的组合体,称为空调系统。

图1是纺织厂空气调节系统的示意图。空气在空调器内可按不同的要求,进行加热或冷却,加湿或去湿,或多种不同的综合处理后,经风机、送风管道和空气分布器输送到车间。进入车间后的空气与车间的原有空气进行热湿交换和稀释车间空气有害物质的浓度

后，由排风风机将污染的不符合要求的车间空气排至回风过滤器内过滤。过滤后的空气，可排至室外，或可回至空调器继续被处理，如此不断循环下去，便可使车间空气具有一定的状态参数值。

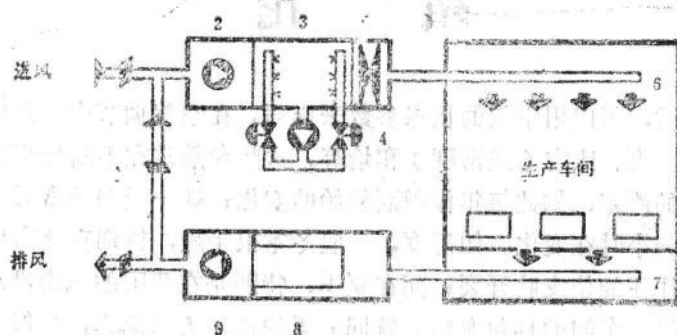


图1 纺织厂空气调节系统示意图

1—调节窗 2—送风风机 3—空气洗涤室 4—调节阀门 5—空气加热器
6—送风管道 7—排风管道 8—回风过滤器 9—排风风机

空气调节在纺织工业中的作用：空气调节是纺织厂生产的一个重要环节。纺织生产有如下的主要特点：纺织纤维材料的性能对空气温湿度敏感性很强，生产中易产生飞花和粉尘，纺织厂机器排列密集，工作人员集中，纺织机械耗用的动力大，因而散发的热量多。因此良好的空调系统，对于稳定车间空气的温湿度，和保持车间空气的清洁度是非常重要的。

纺织材料分天然纤维和化学纤维两大类。无论棉、麻、丝、毛或粘胶纤维、富纤、“六大纶”（涤、腈、锦、维、丙、氯），由于它们多数是属于吸湿性的或易生静电的物质。因此，在不同的空气温湿度条件下，它们的物理特性和机械特性，如回潮率、强力、伸长度、柔软性及导电性等，都将发生不同程度的变化，进而直接影响到纺织工艺生产各道工序的生产状况。生产实践告诉人们，如果车间空气温湿度适宜，生产状况将得到改善。反之，将会使生产状况恶化而影响半成品或成品的质量。此外，纺织厂从原料加工开始到半成品或成品，要经过很多工序，除个别车间有水蒸汽产生外，其余各工序都在不同程度上经常连续不断地向周围环境散发着短纤维或其他有害物质，致使车间空气环境被污染。显然，车间机器排列越密集，有害物质对空气的污染越严重。从劳动保护方面来说，车间工作人员愈多，则对人体健康所需的空气环境越不利。

纺织厂的能耗很大，其中用于加工半成品或成品上的机械能是很少的，而绝大部分能量则消耗于机械零部件之间、纤维之间以及机械与纱线之间的摩擦上，而变成热量散发到车间的空气中，这些热量如不设法及时排除，必将使车间工作区的空气温湿度状况发生变

为了改善劳动条件，保护职工健康，提高劳动生产率，并能适应纺织纤维在加工过程中对温湿度的特殊敏感性，确保各工艺过程的顺利进行，提高产量和质量，因此对纺织厂的主要车间，进行空气调节，是十分重要的技术措施。

空气调节在其他方面的作用：如印刷工业、钟表工业、胶片工业、食品工业、卷烟工

业、地下建筑、水下隧道、粮食仓库、农业温室等均不可缺少空调系统。公共建筑如大堂、展览馆、影剧院、音乐厅、图书馆、博物馆、体育馆、游泳池、医院、妇产生、学校、幼儿园、宾馆、旅馆、餐厅、商场等等，都必须具备前述的四项（或“四度”）要求的空调系统。

再如：电子工业、仪表工业、精密机械工业、化纤工业、以及有关工业生产过程和有关科学研究过程所需的控制室、计量室、检验室、计算机房等，除了上述的四项要求外，还要求温湿度的波动范围不能太大，如要求在 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 、 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，范围，相对湿度的波动幅度在 $\pm 5\%$ 或 $\pm 2\%$ 的范围内等，这就是恒温恒湿的空调系统。

又如：制药工业和医院手术室、烧伤病房等，不但要求室内空气具有一定的温湿度，还要求不超过一定的含尘浓度，以及空气中所含细菌的最大限度。这就是无菌净化的空气系统。

我国空气调节的应用，已日趋广泛，特别在纺织厂中，一般都已设置了良好的空调除尘系统，因此空调、除尘的能耗愈来愈大。几个工业先进国家的空调电耗，包括供暖通风在内，已占全国总耗电量的30%左右，我国的空调电耗也在不断上升，这就要求我们不但要掌握空调用能，而且还要研究空调节能。

纺织空调的发展历史：几千年前，我国的燧人氏就有了钻木取火的实践。从此开创了用木材为燃料来采暖的途径。15世纪20年代，在我国北京的皇宫大殿底下，已经设置了供暖的地道。这是地面辐射采暖技术的创举，到19世纪，欧美供暖技术进展较快，锅炉和放热设备等，则已应用日广。

19世纪后半叶，由于先进国家纺织工业的发展，在《棉纺学》专业书中，已提出用蒸汽管加热水槽中的水，用增加表面蒸发使空气加湿。从那时起，空气调节接受了巨大的挑战，其中空气的加湿和清洁处理又成了主要任务，从此，空调系统就被公认为至少应具备下列功能：

1. 加热或降温，能调节空气的温度；
2. 加湿或减湿，能调节空气的湿度；
3. 车间空气应具一定的流动速度；
4. 车间空气具有一定的洁净度。

那时的克勒谋（*Stuart W. Cramer*）工程师负责设计和安装了美国南部三分之一纺织厂的空调系统，并开始了纺织厂半成品回潮率的控制。*air conditioning* 就是他在1906年定名的

1911年，开利尔（*Willis H. Carrier*）模仿阵雨后的空气非常凉爽，便设计制造了第一套空气喷淋室。他还创建了第一所暖通空调方面的实验研究室，提出了好几个经实践验证的计算方程式。他得出了空气干球、湿球和露点温度之间的关系，以及空气的显热、潜热和焓值间的关系计算公式，绘制了湿空气的焓湿图。这是空调史上的一个重要里程碑。

完整的空调系统，是把具有制冷设备作为一项最基本的要求。在20世纪的50年代，各国的纺织厂还很少有完整的空调系统，个别的用深井水喷淋空气。而我国在此时期内，各纺织厂已较普遍地采用深井水喷淋空气。

1955年前后，我国在细纱机上，全面配上了气流吸棉装置，对降低车间空气含尘量起到一定的作用。以后由于锭速高达每分钟一万几千转，空调负荷成倍上升，随着产品品种的

不断变化,对纺织空调的要求更高了。于是从60年代开始采用冷冻设备。只因冷冻设备费及运转费的昂贵,所以,那时在日本还不能推广使用。后经实践证明,使用冷冻设备后,对提高产质量,改善劳动环境,提高生产效率都大有好处,十分合算。所以在60年末至70年代初,在纺织空调中,普遍使用冷冻设备,从那时起,空调能耗和生产能耗并驾齐驱。

建国后,在党的领导下,我国的纺织空调迅速发展起来,在高等学校设置了纺织空调专业,出版机构出版了纺织空调书籍,设计院有了纺织空调设计组,制造厂生产了纺织空调和除尘设备。目前我国的纺织厂各车间普遍都有良好的空调及除尘设备,各种管理制度在不断地建立和完善,如纺织工业部在1978年的南宁会议上,明确规定了纺织空调、除尘现代化的标准:在长江以南,车间温度控制在 30°C 以下,长江以北,车间温度控制在 28°C 以下;车间空气含尘量控制在 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。1989年11月又颁发了《棉纺织企业除尘系统安全技术管理暂行规定》等。对于不断降低夏季车间空气的温度和空气的含尘量,起了积极的推动作用,这样,不但改善了劳动条件,确保安全生产,而且促进了纺织生产的发展。

目前我国从事纺织空调、除尘的各种工作人员的队伍,正在逐渐壮大,在中国纺织工程学会下,各省市设有纺织空调学术委员会,这支队伍正在为我国的纺织空调、除尘事业作出努力。

空气调节在我国正处在方兴未艾的发展阶段,与工业先进的国家相比,在许多方面还存在着一定的差距。为了实现纺织空调现代化,对于进一步降低夏季车间空气的温度和降低空气含尘量,研制我国的新型空调设备和新型除尘设备,逐步提高空调的自动化程度等应作研究。目前的节能问题,已是一个世界性的问题,节能既包括用能的节约,也包括能源的开发。为此,要挖掘现有的空调设备潜力,改进空调设计和提高空调管理水平,开发废热的利用,争取逐步达到空调现代化的要求。

第一章 纺织厂空气调节的重要性

纺织厂空气调节的目的首先在于改善劳动条件,保护职工健康,提高劳动生产率。同时又要满足纺织工艺生产过程对温湿度的要求,使生产得以正常进行,提高产量和质量。因此,纺织厂空气调节的任务就是要在车间中制造和保持一定要求的空气条件,要使车间内空气的温度、湿度、流动速度、清洁度和新鲜度能满足人体舒适和生产工艺的要求。

在现代化空调技术中,有时还对空气的成分、压力、气味以及环境噪声等提出一定的要求。

第一节 空气条件对人体健康的影响

空气条件是否舒适,不仅影响职工的生理状况和健康,而且影响职工的情绪和生产效率。人们对空气条件的变化十分敏感,空气的冷和热、潮湿和干燥、流动速度的大小及空气的清洁和混浊等,人们很快就能感觉到,并有所反应。现在将空气的温度、湿度、流动速度、清洁度和新鲜度对人体健康的影响分别阐述如下。

一、温度的影响

我们知道,人类机体的活动和一切自然现象一样,都是遵守能量守恒定律的。在人体与周围环境之间保持热平衡,对人的健康与舒适来说是至关重要的。这种热平衡在于保持体内一定的温度(人的正常体温为 $36.5\sim 37^{\circ}\text{C}$),即使在外界条件较大变化的情况下,波动也很小。

人们从食物中获得能量。其中一部分直接用于满足新陈代谢的需要,其余部分则以热量的形式释放出去,使人体保持几乎不变的体温。人们在劳动时,也要产生大量的热量,劳动强度愈大,产生的热量也就愈多。

人体不但经常产生热量,而且还需要不断的,同时等量的把热量散发出去,这样才能使体温正常,保持人们正常的活动。如果高于或低于正常的体温时,人就会感到不舒服,甚至患病,严重时会导致死亡。人体这种调节热量、维持体温正常的机能叫做“体温调节。”

人体的热量是经人体皮肤的表面以传导、对流、辐射和汗液的蒸发以及肺部的呼吸等几种方式散发出去的。散发热量的情况与周围空气的温度、湿度、流动速度有密切关系。如果周围的环境阻碍了人体向周围空气的散热,势必将加剧体温调节机构的紧张活动而使人感到不舒服,甚至会破坏热平衡。

当气温低的时候,人体散失的热量大于产生的热量,人就会感到寒冷,就需要多穿衣服以减少热量的散失,维持正常的体温。如果气温升高,散失的热量将小于体内产生的热量,人就会感到炎热,这时就需要减少衣服以增加热量的散失,使体温正常。当空气温度

接近人体皮肤表面温度（约 33°C ）时，这时主要是依靠汗液的蒸发散热。当周围空气的温度或附近设备温度高于人的正常体温（ 37°C ）时，人体不仅不能依靠辐射和对流散热，而且还会从周围环境吸收热量，使皮肤温度和直肠温度升高，此时如再进行繁重的体力劳动，人体的发热量增加，促使多余的热量蓄积在体内，从而破坏了热平衡，体温就会升高，但是人的体温变化是很有限的，达到一定程度就会发生中暑晕倒的现象。

如果气温降低，又会产生什么情况呢？那时会使人体散发的热量比产生的热量多，这样，一方面使接近皮肤的毛细血管缩小，使血液流量受到限制，血液循环速度降低，减少热量的散发。另一方面由于有意识的肌肉运动（搓手或顿足）和不由自主的发抖以增加热量的产生。如果仍达不到热平衡，人体的温度就会缓慢下降，使温差缩小，以减少散热量。当气温下降到 5°C 以下时，就会引起人体器官细胞机能的呆滞，产生疼痛、麻木的感觉，人就无法正常进行活动。

二、相对湿度的影响

在夏季，相对湿度的高低主要影响人体蒸发散热的强弱。尤其是在高温时，影响更显著。如在同样高温情况下，空气又很潮湿，水分蒸发就困难，因而感到闷热。而当相对湿度较低时，水分容易蒸发，有利于散热，就感到凉爽。在雷雨之前，尽管温度不很高，但人们觉得很不舒服，就是因为此时空气相对湿度太高，使人体汗液不易蒸发的缘故。

在冬季，气温低，如果空气又潮湿，由于潮湿空气的导热性能和吸收辐射热的能力较强，就会感到更加阴冷。所以，冬天人们喜欢干冷而不喜欢湿冷。冬季，南方比北方在同样温度下要冷，原因就在于此。

三、空气流动速度的影响

空气流动速度的大小同样影响人体的散热，温度较高时，空气流速的增大，会使皮肤表面的蒸发散热量增加，汗液容易蒸发，同时，对流散热也增加，人体的热量散发就快，从而使人感觉凉爽。反之，当温度与湿度都比较高，而空气流速却较低时，使人感到闷热。在高温条件下，空气流速的增大反会使人感到更热，这是因为人体从周围环境得到的热量大于汗液蒸发散失的热量。

在低温时，空气流速的增大，会加速皮肤表面的对流散热。这是因为风速大时，对流放热系数大，传湿系数也大，传递散失热量就多。因为在寒冷的冬季，在同样气温条件下，风速大时就觉得冷，天晴而无风则不感到冷。

使人感到舒适的温度与风速的关系如表1-1所示。

表1-1 温度和风速对应表

温 度 $t(^{\circ}\text{C})$	24	25	26	27	28	29	30	31	32
风 速 $v(\text{m/s})$	0.15	0.29	0.41	0.51	0.67	0.80	0.93	1.06	1.19

通过以上分析可知，人感到冷或热绝不单独决定于空气温度的高低，还与空气的相对湿度以及空气流速的大小有关。显然，这些因素的多种不同的组合，可以给人以一种相同的冷或热的感觉，通常把这三种因素对人体舒适感的综合影响称为实感温度。

根据实践，温度在 $16\sim 26^{\circ}\text{C}$ 之间，相对湿度在 $40\%\sim 60\%$ 之间，空气流速为 0.25m/s 时，属于最适宜的卫生条件。为了保证必要的劳动条件，纺织厂各车间在春、秋、冬三季

的温度要求保持在 $18\sim 27^{\circ}\text{C}$ 之间,夏季温度要求在 32°C 以下,炎热地区工作地点的最高温度不得超过 35°C 。在考虑车间内气象条件时,必须同时考虑温度、相对湿度、气流速度的相互配合。

四、清洁度和新鲜度的影响

空气的清洁度是指车间内空气的含尘浓度。而新鲜度则是指有害气体和气味及二氧化碳浓度和空气的负离子浓度。

(一)含尘浓度

在纺织厂里,空气含尘浓度的大小对人体健康有很大影响。纺织厂的各个车间都产生灰尘,这些灰尘主要来自短纤维、碎叶片、籽壳、麻屑、细毛等所构成的植物性或动物性灰尘以及纺织纤维在其生长、收获和运输过程中落入并搀杂的部分微粒所构成的矿物性灰尘。这两类灰尘在原料混合和加工过程中一起散发出来,使空气的含尘量增加。近年来在棉纺厂的清花和梳棉车间的灰尘中还发现含有二氧化硅的成分,这是一种能引起矽肺职业病的毒性粉尘。

灰尘,是指在一定时间内悬浮在空气中的固体小颗粒,灰尘颗粒的大小通常用微米(μm)来表示。

灰尘易沾污皮肤,引起发炎,尤其是夏天多汗时,灰尘易阻塞毛孔,引起毛囊炎等疾病,呼吸器官吸入多量粉尘后,会刺激上呼吸道粘膜,引起鼻炎或咽炎。特别是粒径小于 $5\mu\text{m}$ 的灰尘,人体通过呼吸进入肺泡,并沉积在肺泡里,日久将会引起肺部病变,使人得一种瘫痪无力而又无法治愈的棉屑沉着病。

目前,纺织厂车间的含尘浓度要求为:新建厂小于 $2.5\text{mg}/\text{m}^3$,老厂小于 $3.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(二)有害气体和气味

纺织系统产生有害气体较多的是印染厂、人造丝厂及其他化学纤维厂。有害气体包括有窒息性的气体和一氧化碳,有刺激性的气体如氯、二氧化硫、硫化氢,有麻醉性的气体如二硫化碳以及有毒性的气体如磷、汞等。有害气体对人体的危害极大,严重时甚至会引起死亡。对纺织厂来说,虽然一般生产过程中不产生有害气体,但有些车间(如毛纺织厂的洗毛车间)在生产过程中易散发某种气味,同时由人体皮肤分泌的有机气体和蒸汽也会产生使人感到不适和恶心的气味。

为了清除有害气体和气味,必须加强室内有组织的通风换气,用新鲜空气稀释室内空气,同时将怪味和臭味排出。对有害气体和气味的处理,除采用喷淋室空调系统处理空气外,还可以采用活性炭过滤器。

(三)二氧化碳浓度

室内空气应保持一定的新鲜程度。由于人不断吸入氧气,呼出二氧化碳,使人的机体各部细胞新陈代谢。在新鲜空气中,二氧化碳含量(按容积计)一般约占 0.035% ,而纺织厂车间空气中二氧化碳所占容积百分率要达到 $0.08\sim 0.2$ 。二氧化碳本身并非为有害气体,但由于人的呼吸,空气中氧气不断减少,二氧化碳不断增加,一般成人体力劳动者二氧化碳呼出量为 $45\text{L}/\text{h}$ 或 $68\text{g}/\text{h}$,轻劳动时二氧化碳呼出量为 $23\text{L}/\text{h}$ 或 $35\text{g}/\text{h}$,二氧化碳含量增加到一定程度,就会产生缺氧的后果,人的机体就会因此而受到影响。通常在人们长期停留的地方空气中二氧化碳的允许浓度为 $1\text{L}/\text{m}^3$ 或 $1.5\text{g}/\text{kg}$,为此就需要不断供应新鲜空气以冲淡车间空气中二氧化碳的含量,使其处于允许浓度以下。

车间空气中二氧化碳浓度要求在0.1%以下。

(四) 空气负离子浓度

空气新鲜度的主要标志是其中是否含有一定量的负离子。

人体细胞犹如微型电池,细胞膜内外有 $50\sim 90\mu V$ 的电位差,只有在细胞电池不断充电和放电时,大脑才能收到感觉反应和支配各器官执行任务。由于负离子对此“微型电池”有影响,因而负离子能调节中枢神经系统的兴奋和抑制程度,改善大脑皮层的功能状态,刺激造血机能和增加肺活量,促进机体的代谢作用,减慢组织衰老变化和提 高机体抗病能力。

实践表明,在空气负离子很少的环境中工作的人们普遍会出现头昏、疲倦、胸郁、气闷、血压增高,心神不定及容易患病的现象。一般要求车间空气中负离子数能达到 $400\sim 1000$ 个/ cm^3 。

总之,不仅要注意车间空气的清洁度,而且还要注意车间空气的新鲜度。为此,要求:

- (1) 系统的新风量(新鲜空气量)在冬季必须大于总风量的10%,夏季一般不小于20%;
- (2) 保证各车间每人每小时有 $30m^3$ 的新鲜空气量。

此外,在考虑空气环境对人体健康的影响时,不能忽视噪声对人体健康的危害。纺织厂的噪声主要来自工艺设备及空调系统,噪声对人的听力影响很大,噪声对人体生理机能的危害主要对神经系统的影响最为明显。会使人耳鸣乏力,烦躁易怒和头昏健忘等。

目前我国纺织厂噪声污染环境的情况相当严重,必须采取措施,从工艺设备上加以改进,降低噪声源。对于来自空调系统的噪声可采用低噪声轴流式通风机或在空调系统内装消声设备等。力争使纺织厂的噪声降低到85分贝以下。

第二节 温湿度与纺织生产的关系

纺织厂在生产过程中影响产品产量和质量的因素很多,归纳起来可以分为五个方面,原料、工艺设计、设备状态、运转操作和温湿度管理。称为纺织生产的五大基础。

车间空气的温湿度与纺织纤维的性能之间有密切的关系,温湿度对纺织工艺生产有很大影响。因此,在纺纱、织造等各工序中,对空气温湿度有相当严格的要求。实践证明,合理地调节车间温湿度可以改善车间的生产状况,使生产得以顺利进行。

一、温湿度与纺织纤维性能的关系

温湿度与纺织纤维的性能(如回潮率、强力、伸长度、柔软性和导电性等)之间有着密切的关系。现将空气温湿度与纤维性能的关系叙述如下。

(一) 温湿度与回潮率的关系

纺织工厂使用的天然纤维(棉、毛、丝、麻)或利用自然界的纤维素及蛋白质作原料制成的人造纤维(粘胶纤维、再生蛋白纤维等),一般在其化学分子结构中都含有亲水极性基团,这种亲水极性基团对水分子有相当的亲和力,主要依靠氢键与水分子缔合,使水分子失去热运动的能力,在纤维内部依存下来,形成水合物。水分子本身有极性,又能吸附水分子,这是主要的吸湿原理。又因为纤维具有多孔性,由于毛细管作用,能吸收空气中的水汽并使其凝结为液态水保留在孔隙中和纤维分子的表面,并放出一定数量的热量。这是一种间接的吸湿原因。棉纤维是一种单细胞中空性物质,纺纱时很多根棉纤维聚合在