

中等纺织专业学校教材

纺织厂空调与除尘

中国纺织总会教育部组织编写

中国纺织出版社

前 言

为适应我国纺织工业建设事业对专业技术人才的需要,加速纺织中等专业教育的发展,进一步提高教学质量水平,我部自 1995 年以来组织编写了纺织类 10 个专业和财经类 1 个专业的指导性教学计划和教学大纲。《纺织厂空调与除尘》一书是根据纺纱专业教学指导委员会新编的纺织工程教学计划和教学大纲的要求编写的。本书是纺织系统中等专业学校纺织工程(包括棉纺、毛纺、麻纺、机织、针织、丝织等)专业的一门基础课程教材。可供职业中专、职工中专、技工学校选用,也可以作为业务培训教材和广大企业职工自学读物。

《纺织厂空调与除尘》一书由严立三高级讲师主编。参加本书编写的有:南通纺织工业学校严立三(绪论,第一、二、七章),广东省纺织工业学校马兴建(第三章),辽宁省纺织工业学校杨振奎(第四章),常州纺织工业学校陈建华(第五章),河北省纺织工业学校李进良(第六章),河南省纺织工业学校蔡颖玲(第九章),蔡颖玲和杨振奎共同编写第八章。苏州丝绸工学院吴融如教授主审。

该书在编写审稿过程中,承蒙山东省纺织工业学校、沈阳市纺织轻工工业学校、山西省纺织工业学校、安徽省纺织工业学校、陕西省纺织工业学校等单位派员参加审稿会,并提出很多宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者不吝赐教,以便修订,使之日臻完善。

中国纺织总会教育部

1997 年 11 月

目 录

绪论	(1)
第一章 空气条件对人体健康和纺织生产的影响	(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、含尘浓度的影响	(6)
五、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	(12)
第二章 湿空气的物理性质与焓湿图	(23)
第一节 湿空气的组成和状态参数	(23)
一、湿空气的组成	(23)
二、湿空气的状态参数	(24)
第二节 湿空气的 $i-d$ 图及其应用	(32)
一、 $i-d$ 图的组成	(32)
二、 $i-d$ 图的应用	(34)
第三章 空气调节的基本原理	(43)
第一节 空调系统冷热负荷的计算	(43)
一、通过围护结构的传热量	(43)
二、围护结构的热工要求与验算	(46)
三、车间内的发热量和散湿量	(47)
四、冷热负荷的确定	(49)
第二节 空调送风系统	(49)
一、单通风	(49)
二、通风喷雾	(50)
三、空调室送风系统	(51)
四、喷雾轴流风机送风系统	(52)
五、SFT 悬挂式湿风道系统	(56)
第三节 空气与水间的热湿交换原理	(59)
一、空气与水间的热湿交换本质	(59)
二、空气被不同温度的水处理时的状态变化	(60)

第四节 喷水室热工计算	(62)
一、喷水室的热湿交换效率	(62)
二、空气与水接触时的热平衡方程	(63)
三、影响喷水室热湿交换效率的因素	(63)
四、喷水室喷水量计算	(64)
第五节 空调房间送风状态	(66)
一、空调房间送风状态的变化过程	(66)
二、空调送风量的确定	(66)
三、空调精度的要求	(67)
四、回风的使用	(68)
五、过饱和送风车间空气状态的变化	(69)
六、送风状态点的确定	(69)
第六节 变风量系统空调过程的分析与计算	(71)
一、夏季变风量系统空调过程	(71)
二、冬季变风量系统空调过程	(72)
第七节 定风量系统空调过程的分析与计算	(74)
一、夏季定风量系统空调过程	(74)
二、冬季定风量系统空调过程	(75)
第八节 节能空调送风系统的分析与计算	(77)
一、喷雾轴流风机送风系统的设计与计算	(77)
二、悬挂式湿风道系统的设计与计算	(79)
第四章 空气处理设备	(84)
第一节 空调室送风系统	(84)
第二节 进风窗与回风窗	(87)
一、进风窗或进气楼	(87)
二、回风窗及回风滤尘设备	(87)
第三节 喷水室设备	(89)
一、匀流器	(89)
二、喷嘴	(89)
三、挡水板	(92)
四、露点温度计	(94)
五、水池及其附属设备	(94)
第四节 喷水室的结构及水系统管径计算	(96)
一、喷水室的结构	(96)
二、空调室的水系统	(97)
三、管径计算	(98)
第五节 空气的加湿及加热设备	(100)
一、空气加湿设备	(100)

二、空气加热器	(101)
第六节 水泵	(105)
一、离心水泵的结构和工作原理	(105)
二、离心水泵的性能参数	(106)
三、离心水泵的选用	(106)
四、离心水泵的安装及维修	(107)
第七节 空气处理设备的安装及维修	(109)
一、回风过滤设备的安装与维修	(109)
二、喷水排管、喷嘴、溢水排水管及挡水板的安装与维修	(110)
三、回转式水过滤器的安装与维修	(111)
第五章 冷源与热源	(113)
第一节 天然冷源	(113)
一、地下水	(113)
二、深井泵和潜水泵	(113)
三、深井回灌	(114)
第二节 人工冷源	(115)
一、蒸气压缩式制冷机	(116)
二、蒸汽喷射式制冷机	(126)
三、溴化锂吸收式制冷机	(128)
第三节 热源	(134)
一、锅炉	(134)
二、水蒸气	(137)
第六章 空气输送原理与设备	(140)
第一节 流体的性质及流动方程式	(140)
一、流体的基本性质	(140)
二、流体流动方程式	(141)
三、流体的流动方式	(142)
第二节 送风管道的设计与分析	(143)
一、风道面积计算	(143)
二、风道阻力计算	(143)
三、送风管道的设计与分析	(147)
第三节 管道的均匀吸风	(153)
第四节 送排风系统与车间气流组织	(154)
一、送风系统	(154)
二、回风、排风系统	(156)
三、车间气流组织	(157)
第五节 通风机	(157)
一、通风机的构造和工作原理	(158)

二、通风机的性能参数及性能曲线	(161)
三、通风机在管网中的运行	(163)
四、通风机的维修保养	(165)
五、通风机的选择	(167)
第七章 温湿度调节与管理	(171)
第一节 我国的气候概况	(171)
第二节 日常运转调节	(172)
一、相对湿度的调节	(172)
二、温度的调节	(173)
三、温度和相对湿度同时调节	(174)
第三节 全年性调节	(174)
一、室内室外气象区域的划分	(174)
二、按季节的调节方法	(175)
第四节 特殊情况下的温湿度调节	(177)
第五节 湿湿度的自动调节	(179)
第六节 空气幕在纺织厂的使用	(181)
第七节 空调管理	(182)
第八章 纺织厂除尘	(184)
第一节 概述	(184)
一、除尘的重要意义	(184)
二、粉尘的特性及其分布规律	(184)
三、含尘浓度及除尘效率	(185)
四、除尘方式	(186)
第二节 除尘设备	(187)
一、A172—AU052 型两级滤尘器	(187)
二、XLZ 型组合式滤尘器	(189)
三、SFU(JS、JZ)型滤尘器	(191)
四、内吸式尘笼除尘器	(194)
五、SFU015 型纸过滤器	(196)
六、BZX 型布机真空吸尘系统	(197)
七、SFU013 型板式滤尘机组	(198)
八、JYFO 型蜂窝式除尘机组	(201)
九、SZGJ 型鼓式除尘机组	(203)
十、滤料	(205)
第三节 气力输送及除尘管道	(207)
一、气力输送及除尘管道的设计特点	(207)
二、除尘管道设计注意事项	(207)
第九章 空气状态参数的测量及空调系统的测试	(210)

第一节 空气状态参数的测量	(210)
一、温度的测量	(210)
二、湿度的测量	(211)
三、微风速的测量	(217)
第二节 流体的测量和空调系统的测试	(219)
一、流体的测量仪表	(219)
二、管内风压的测量及测量方法	(225)
三、风量的测试	(228)
四、送风状态的测试	(229)
五、室内空气状态的测试	(231)
六、空调系统风量调整的原理和方法	(232)
第三节 除尘系统的测试	(233)
一、车间工作区空气含尘浓度的测试	(234)
二、除尘设备与管道内空气含尘浓度的测试	(238)
附录	(243)
附录表 1 湿空气物理性能表	(243)
附录表 2 温湿度换算表	(244)
附录表 3 建筑材料的物理性能表	(245)
附录表 4 传热系数表	(247)
附录表 5 围护结构外表面的太阳辐射热吸收系数	(248)
附录表 6 北纬 30°太阳总辐射强度	(249)
附录表 7 北纬 30°透过标准玻璃的太阳辐射强度	(250)
附录表 8 PWF40(45)—11 型喷雾轴流通风机技术性能参数	(251)
附录表 9 喷嘴性能	(253)
附录表 10 2000 系列蒸汽双效型溴化锂吸收式冷水机组技术参数表	(254)
附录表 11 局部阻力系数表	(255)
附录表 12 KKF 型离心式通风机性能表	(260)
附录表 13 C6—48 型排尘离心式通风机性能表	(261)
附录表 14 轴流式通风机性能及配套件表	(262)
主要参考文献	(264)

绪 论

一、纺织厂空调与除尘的重要意义

纺织厂空气调节(简称空调)工程是研究在纺织厂车间内创造和保持满足一定要求的空气条件,使其不因室外空气参数和室内各种因素的变化而变化的科学技术。所谓空气条件是指空气的温度、湿度、流动速度、含尘浓度和新鲜度(简称五度)。空气条件与人体健康、纺织工艺有密切的关系。除尘技术分为全面通风除尘和局部除尘,其目的是确保车间空气的含尘浓度降低到一定程度。为了保证人体健康的空气调节称为舒适性空调,而为了满足生产工艺的空气调节称为工艺性空调。多数情况下,舒适性空调和工艺性空调是一致的,但是在有些情况下两者并不完全一致,这时就要求必须保证生产工艺的正常进行。空气调节通过全面送风和全面排风能够解决车间内的全面通风除尘,但不能解决生产主机的局部除尘问题,这就必须专门研究与主机设备配合的局部除尘设备,尽量减少散发到车间空气中的灰尘量。在现代纺织生产中,空调与除尘技术已成为纺织厂的一个不可分割的重要组成部分,与原料、设备、工艺、操作一起成为搞好纺织生产的五大基础之一。

空气调节和除尘技术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起着非常重要的作用。随着我国社会主义建设事业的发展,工业、农业、国防、科研等部门,根据各自工艺生产的特点,对空气条件提出了一定的,甚至是特殊的要求。纺织工业生产有其自身的特点,主要是因为纺织工业使用的原料是纤维(天然纤维与化学纤维)。各种纤维在不同的温湿度条件下,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)都将产生不同程度的变化,直接影响纺织各道工序的生产状况。如果温湿度控制不好,将会使生产状况恶化而直接影响半制品和成品的产量和质量,而在湿度控制上尤其显得重要。另外,在纺织生产过程中还会产生大量飞花和粉尘,严重污染车间内的空气。由于这些灰尘是纤维性的粉尘,因而,纺织厂的空气调节设备、除尘设备与其他部门是有所区别的,这就使纺织厂空调与除尘成为一门学科。

二、纺织厂空调与除尘的基本方法

空气调节的基本方法是采取适当的手段,消除来自外部和内部影响空气条件的主要干扰量,从而达到控制一定空气条件的目的。

影响室内空气条件的因素很多,概括起来有两个方面,一是外界因素,如室外空气的温度、湿度、含尘浓度、太阳照射等的变化,二是室内机器设备、工艺过程、照明设备、人体等所散发的热量、湿量、灰尘、气味、有害气体等。这两方面都会对室内空气的温度、湿度、含尘浓度和新鲜度的稳定性产生干扰。来自外界因素的干扰叫外扰,来自内部因素的干扰叫内扰。对空调车间总的热干扰量称为余热量,总的湿干扰量称为余湿量。余热量为正值(即得热)时室内温度上升,反之则下降;余湿量为正值时室内湿度增加,反之则减少。所谓空气调节装置,就是一种反

干扰的装置。反干扰常用的方法是以空气为介质,在夏季向车间送入清洁的冷风,同时把车间里的余热量、余湿量排出去,并且保证车间里空气的低含尘浓度与新鲜度;在冬季则是向车间里送清洁的热风,以补充车间内损耗的热量,同时把温度较低的空气和余湿量排出车间。这样就可以使车间内空气的热量、湿量总能处于平衡状态,从而保证车间内空气的温度、湿度、含尘浓度和新鲜度基本上处于稳定状态。

为了获得符合车间要求的冷风或热风,消除车间的热湿干扰,必须对空气进行调节。空气调节设备必须根据室外的气候条件和室内的情况,将空气先处理到所需要的状态然后送入车间。空气调节的具体方法是采用空调室送风系统。根据对空气处理的方式不同,一般又分为下列两种方法:

1. 在空调室内设置热交换器,利用冷热媒与空气间存在的温差,通过管壁产生的间接热交换来对空气进行冷却或加热处理。

2. 在空调室内进行喷水,利用水滴与空气直接接触的方法来对空气进行处理。

第一种处理方式具有较大的局限性,仅能对空气进行冷却、加热、去湿处理,如需加湿还必须另外配备加湿设备,且不能使空气清洁。更重要的是由于金属对空气负离子的吸附作用,会减少空气中的负离子,从而影响到空气的新鲜度。第二种处理方式则具有很大的优越性,是既具有加热、冷却、加湿或去湿功能,又能通过水洗使空气清洁的一种比较完善的全能的空调设备。更重要的是它能利用压力水的喷射作用,使水滴在分裂时形成空气负离子,即所谓喷雾电效应,从而提高空气的新鲜度。由于纺织厂主要是在春、秋、冬三个季度对空气进行加湿处理的,因此,目前国内外纺织厂多数都是采用第二种处理方法。采用这类设备可使工厂车间内部具有合理的换气和必须的换气次数,以消除生产过程中不断散发的余热量和余湿量,并稀释某些有害物质的浓度,使车间工作区空气中有有害物质的浓度低于规定的最高允许浓度。

空气调节所用的设备包括三个方面:预先对空气(室外空气及部分室内空气)进行冷却、去湿(一般夏季用)、加热、加湿(一般冬季用)等处理的设备称为空气处理设备;处理后的空气送入车间,需要输送空气和合理均匀分布空气的设备与部件,如风机、风道、送风口、回风口等;此外还需要供冷、供热系统,如冷水管、蒸汽管等管道系统。这三个方面的设备合在一起,就组成空气调节系统。从更广的角度来说,空调冷源(天然冷源如深井水系统及人工制冷装置)和热源(锅炉)也可以包括在空气调节系统中。

在纺织厂空调系统中,通常采用使水与空气直接接触的方法来处理空气。如果水温低于空气的露点温度,空气便能得到冷却、去湿处理;如果水温高于空气的湿球温度,空气则能得到加热和加湿处理。只要改变水温便可以得到各种处理。

由纺织厂空气调节系统示意图(图1)可以看出,空气在空气调节设备内可按不同的要求,先对其进行加热或冷却、加湿或去湿、或多种不同组合的综合处理后经风机、送风管道和管道上的空气分布器输送到车间内;进入车间后的空气在与车间内原有的空气进行热湿交换和稀释车间空气中有有害物质的浓度后,由排风风机将污染的车间空气排至回风过滤器内过滤,过滤后的空气,可根据车间回风的使用情况,部分地回到空调室内继续被处理,或全部排至室外。这样,车间内的空气经过连续不断地新陈代谢就能够达到一定的温度、湿度、含尘浓度和新鲜度的要求。

需要说明的是,不是所有的空气状态变化过程都可以用水和空气直接接触的方法得到。

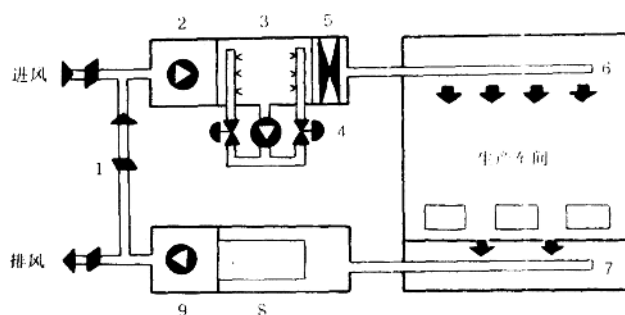


图1 纺织厂空气调节系统示意图

1—调节窗 2—送风风机 3—空气洗涤室 4—调节阀 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

除尘的基本方法分全面除尘和局部除尘。全面除尘是通过向车间送入清洁的空气,同时排出肮脏的空气,不断降低车间空气的含尘浓度。局部除尘是指工艺设备上局部的除尘,如清花机上的吸落棉和梳棉机上的三吸等,是用抽气的方式使含尘空气通过吸尘罩、管道、风机及除尘设备四个主要组成部分,再经过过滤后回用或排至室外。

三、我国纺织空调与除尘技术的发展概况

解放前,我国棉纺织厂的空调与除尘技术基本上近似于零,绝大多数工厂没有空调除尘设备,因而车间中空气条件十分恶劣。夏季车间温度经常高达 39°C 以上,经常发生女工中暑昏倒的情况;车间空气含尘浓度高达 $10\sim 30\text{mg}/\text{m}^3$,致使部分工人患了棉肺病。解放后,由于资金和技术原因,50年代初大部分纺织厂仅搞了一些单通风设备,也有将一些民用的小型冷气设备装进车间,但是不能解决问题。

我国纺织厂空调事业的真正建立是从1954年工厂企业公私合营开始,大致可以分为三个阶段。

第一阶段是1954年~1965年,在纺织厂的主要车间,如细纱和布机车间,建造冷风间(大型空气洗涤室),用深井水作冷源降温。当时在前苏联的纺织空调理论及仿制苏联设备的基础上,初步建立了我国的纺织空调技术。在此过程中一支基本上是由纺织专业改行的空调专业技术队伍迅速形成。这是一个在纺织厂中普及空调的阶段。

第二阶段是1965年~1978年,这是我国纺织空调与除尘事业在自力更生,艰苦奋斗的条件下,逐步提高、发展完善的阶段。在这个阶段中空气洗涤室改造成为全能的空调室,前纺、筒摇、前织等原来没有空调的车间也建造了空调室。一些地区由于没有地下水或地下水水温、水量不能满足要求,开始使用人工冷源,压缩式、吸收式、蒸喷式等各种制冷设备在纺织厂各显神通。同时,在纺织厂的清棉、梳棉车间建立了与主机配合的除尘系统。纺织厂的空气条件有了很大的改善。

第三阶段是1978年党的十一届三中全会实行改革开放政策至今的近二十年。这是我国纺织空调除尘技术及设备在质和量上均产生了很大的、飞跃式提高的阶段。80年代初,我国开始大量从西方各国引进纺织空调除尘技术与设备,并迅速加以消化、吸收、仿制,进而创新。一批从事纺织空调除尘设备和制冷设备研制和生产的大中型专业企业诞生,一批具有国际先进水平

平的纺织空调除尘设备和制冷设备在定型化、系列化的基础上,批量生产并投入使用,对于纺织厂开发新品种、提高产质量、改善劳动条件、节约能源消耗以及安全生产等方面都起了很重要的作用。

改革开放以来,我国的一些高等纺织院校设置了纺织空调专业,培养从事纺织空调除尘事业的技术人才。目前,我国从事纺织空调除尘领域的研究、设计、制造、管理和销售人员的队伍正日益壮大,正在为进一步降低车间内的温度和含尘浓度进行不懈的努力,同时,还在进一步研究如何节约能源,使空调除尘的能耗不断降低。这是摆在每一个从事纺织空调除尘工作人员面前的一项既光荣而又非常艰巨的任务。

第一章 空气条件对人体健康和纺织生产的影响

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创造和保持符合一定要求的空气条件,使车间内空气的温度、湿度、流动速度、含尘浓度与新鲜度能满足人体舒适和生产工艺的要求。

第一节 空气条件对人体健康的影响

空气条件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。现将空气的温度、湿度、流动速度、含尘浓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

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 $36.5 \sim 37^{\circ}\text{C}$),即使在外界条件有较大变化的情况下,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。热量散发的情况与周围空气的温度、湿度、流动速度有密切关系。如果周围的空气条件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。如果气温增高,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。当周围空气温度或附近设备温度高于人的正常体温时,人体不仅不能散热,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,此时如果再进行繁重的体力劳动,人体发热量增加,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,但是人的体温变化范围是很有限的,达到一定程度就会发生中暑晕倒的现象。

如果气温很低时,会使人体散发的热量远多于产生的热量,这样,一方面使接近皮肤的毛细血管收缩,使血液流量受到限制,血液循环速度降低,减少热量的散失。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。如果仍然达不到热平衡,人体的温度就会缓慢下降,使温差缩小,减少散热量。当气温下降到5℃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,人就无法进行正常的活动。

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,则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。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,会促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,而空气流速较低时,使人感到闷热。在高温条件下,空气流速的增大反而会使人感到更热,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。因此,寒冷的冬天,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对应关系见表 1-1。

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 $v/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	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取决于空气温度的高低,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 16~26℃之间,相对湿度在 40%~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 18~27℃之间,夏季温度要求在 32℃以下,炎热地区工作地点的最高温度不得超过 35℃。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、含尘浓度的影响

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掺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。近年来在棉纺厂清棉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,通过呼吸进入人体肺泡,并沉积在肺泡中,日久会引起肺部病变,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在 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。

五、新鲜度的影响

新鲜度是指空气中的有害气体和气味、二氧化碳浓度和空气负离子浓度。

(一)有害气体和气味 纺织系统产生有害气体较多的是印染厂、人造丝厂及其它化学纤维厂。有害气体包括有窒息性的气体如一氧化碳,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,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)在生产过程中会散发某种气味,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。

(二)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,使人的机体各部分细胞新陈代谢。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 $0.08\sim 0.2$ 。二氧化碳本身并不是有害气体,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 $45\text{L}/\text{h}$,轻劳动时二氧化碳呼出量为 $23\text{L}/\text{h}$ 。当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 $1\text{L}/\text{m}^3$,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。

(三)空气负离子浓度 带有负电荷的空气离子称为空气负离子。空气新鲜度的主要标志是其中负离子的浓度。

人体细胞犹如微型电池,细胞膜内外有 $50\sim 90\mu\text{V}$ 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并支配各器官执行任务。负离子进入人体后能放出电荷,对此“微型电池”产生影响。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,故能镇静、催眠和降低血压。脑组织对负离子最为敏感。负离子还能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提高机体抗病能力。研究表明,病毒必

须带负电荷才能攻击活细胞,如果活细胞带负电荷,由于相互斥力,病毒便失去了对活细胞的攻击力。

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、头痛、疲倦、胸郁、气闷、血压升高、心神不定及容易患病的现象。

人工产生空气负离子的方法主要有两种,一种是用高压电场使空气分子在电场内电离;一种是利用压力水的喷射作用,使水滴在分裂时形成空气负离子。

一般要求车间空气中负离子数能达到 $400 \sim 1000$ 个/ cm^3 。

为了保证车间空气的含尘浓度和新鲜度达到要求,必须:

(1)空调系统的新风量(新鲜空气量)在冬季大于总风量的 10%,夏季不小于 20%。

(2)车间内每人每小时有 30m^3 的新鲜空气量。

此外,在考虑空气环境对人体健康影响的同时,也不能忽视空调设备噪声问题。由于目前我国纺织厂噪声污染环境相当严重,因此,空调系统可采用低噪声轴流式通风机,或在空调系统内安装消声设备等,争取使纺织厂的噪声降低到 85dB 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,温湿度就是其中一个。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

(一)温湿度与回潮率的关系 纺织厂使用的天然纤维(棉、毛、丝、麻)或利用自然界的纤维素及蛋白质作原料制成的再生纤维(粘胶纤维、再生蛋白质纤维),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,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,能吸收空气中的水汽(毛细管作用),使其凝结为液态水保留在孔隙中,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一起,互相抱合或捻合,其间形成无数微细孔隙,更增加了吸湿能力,所以棉纱的回潮率比棉纤维要大。再就是附着于纤维、纱线和织物表面的水,属于物理吸附。故这些纤维的吸湿能力较强。而利用煤、石油、天然气等原料经过化学作用,在高压下合成的合成纤维(涤纶、腈纶等),由于它们的化学分子结构中亲水极性基团很少,甚至根本没有,因此,这些纤维的吸湿性能较差或不吸湿。

由于纤维中所含的水分在温度不同和含量不同时,纤维表面具有不同的水蒸气分压力,它与空气中的水蒸气分压力形成一定的压力差,因此,含有水分的纺织材料与空气接触时,纺织材料即从周围空气中吸收水汽,或向周围空气中放出水汽,前一种现象称为吸湿,后一种现象称为放湿。

纤维的吸湿过程或放湿过程一直在进行着,附着在纤维表面的水分子,因分子的热运动而有一些水分子离去,同时又有一些水分子被吸附到纤维上。吸湿和放湿的速度开始快,以后逐

渐减慢,这是因为水分子向纤维内部扩散有一个过程。当吸湿量等于放湿量时,即达到了吸湿平衡状态,也就是说,吸湿平衡时,吸湿和放湿这两种趋势相等。这时,纺织材料的回潮率不再变化,称为“平衡回潮率”。一般棉纤维经过 6~8h 后即可认为达到平衡状态。标准实验时,由于要求得到精确的平衡回潮率,通常要放置 24h。几种主要纺织纤维在标准状态下(温度 20℃,相对湿度 65%)的平衡回潮率见表 1-2。

表 1-2 几种主要纺织纤维的平衡回潮率

纤维名称	丙纶	氯纶	涤纶	腈纶	锦纶 6	锦纶 66	维纶	棉	蚕丝	粘纤	羊毛
回潮率/%	0	0	0.4~0.5	1.5	4.2~4.5	3.5~5.0	4.5~5.0	7	11	13	16

在一定温度下,表示纤维平衡回潮率和空气相对湿度之间关系的曲线称为吸湿等温线。主要纺织纤维的吸湿等温线如图 1-1 所示。

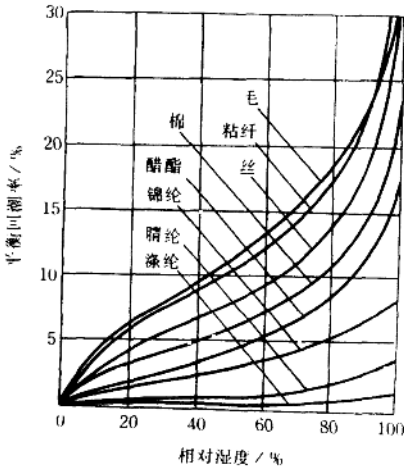


图 1-1 主要纺织纤维的吸湿等温线

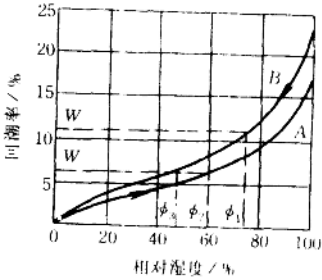


图 1-2 棉纤维的吸湿放湿等温线
(经碱煮的棉纤维)
A--吸湿等温线 B--放湿等温线

在同一温度和同一相对湿度下,纺织材料在吸湿和放湿时,含有水分的数量是不同的,也就是说,放湿过程时棉纤维的回潮率比在吸湿过程时要高些,这个现象称为吸湿保守性。吸湿保守性表明了棉纤维的吸湿等温线和放湿等温线并不重合,而形成“吸湿滞后圈”,如图 1-2 所示。

纤维吸湿保守性的产生原因是由于纤维吸湿后,纤维分子间的距离增大,当空气相对湿度降低时,水分子离开纤维回到空气中,纤维分子间的距离应恢复到吸湿前的位置,但由于吸湿平衡是动平衡,纤维中水分子离去的同时,又有部分水分子从空气中进入纤维,这样,纤维分子间的距离就不能完全恢复到吸湿前的位置,而保持较大的距离,因而使纤维中保留了一部分水分子,从而有较高的回潮率,这样就形成了纤维的吸湿保守性,吸湿保守性也叫做“迟滞效应”。在控制半成品回潮率时,这是一个必须加以考虑的问题。

由图 1-1 可知,空气的相对湿度愈大,纤维的回潮率也增大,相对湿度愈小,纤维的回潮率也就减小。

纤维的吸湿性能随空气温度的增高而降低,随空气温度的降低而增高,这是因为温度升高时纤维里的水分子活动激烈,从纤维内部逸出的动能增加,离开纤维的机会多于吸着在纤维表面的机会。因此,夏天车间里相对湿度偏高一些,对生产不会有太大影响,而冬天,由于温度较低,若相对湿度偏高,则回潮率就高,容易出现绕皮辊、绕皮圈和绕罗拉现象。因此,当温度升高时,可适当提高一些相对湿度,以求得回潮率一样。

在各种纺织纤维中,吸湿能力最大的是羊毛,因为羊毛纤维的亲水极性基团数目最多。其次是粘胶纤维、蚕丝、棉和醋酯纤维。吸湿能力最小的是涤纶。丙纶和氯纶,它们在标准状态下的回潮率都为零。

(二)温湿度与强力的关系 温湿度对纤维强力的影响很大,特别是湿度与纤维强力的关系更为密切。由于各种纤维的化学分子结构不同,长链分子长短不一,因此,湿度对各种纤维强力的影响也各不相同。对棉、麻纤维来说,其长链分子较长,纤维的整列度较好,纤维的吸湿主要发生在无定型区(非结晶区),水分子一般不能进入纤维的结晶区。纤维的结晶度愈高,吸湿能力愈弱。水分子进入纤维的无定型区域后,少数纤维分子的结合点被拆开,使纤维分子易于发生相对位移,起润滑作用,减弱了分子间的作用力;由于天然纤维素纤维分子链特别长,这种分子间作用力的减弱反而有利于纤维无定型区中那些排列较差的大分子在拉伸过程中沿拉力方向重新排列,从而增进了纤维长链分子的整列度,使纤维在拉伸至断裂的过程中有较多的分子较平均地负担所承受的外力,因此强力增加。棉纤维的强力在相对湿度为 60%~70% 时比干燥状态提高约 50% 左右,当相对湿度超过 80% 时则增加很少。

棉、麻和柞蚕丝纤维以外的其它各种纤维则完全相反,相对湿度增大,纤维强力降低。这是因为纤维吸湿后,水分子深入到纤维的内部,减弱了长链分子之间的作用力,促使纤维长链分子间起位移作用,容易产生滑脱,因而湿度增加,强力反而下降。如粘胶纤维,在湿润状态时的强力比标准状态下要低 50% 左右。在不同相对湿度下,几种纤维的强度变化情况如图 1-3 所示。

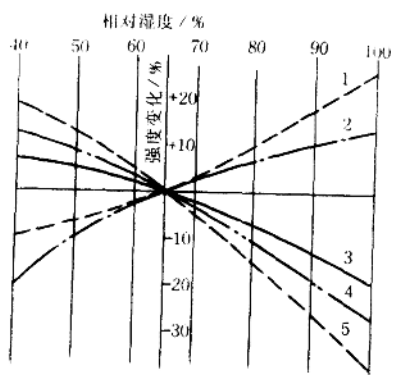


图 1-3 不同相对湿度下的几种纤维的强度变化(标准相对湿度 65%)

1—亚麻 2—棉 3—锦纶 4—羊毛和蚕丝 5—粘胶纤维

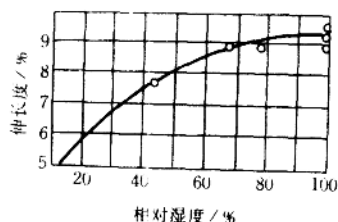


图 1-4 相对湿度对单根棉纤维伸长度的影响