



纺织高职高专教育教材

FANGZHIGAOZHIGAOZHUANJIAOYUJIAOCAI

纺织厂空调与除尘

(第2版)

FANGZHICHANGKONGTIAOYUCHUCHEN

严立三◎主 编

陈建华◎副主编



中国纺织出版社

 纺织高职高专教育教材

纺织厂空调与除尘

(第2版)

严立三 主 编

陈建华 副主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书比较系统地叙述了纺织厂空气调节和除尘的重要意义,空气调节与除尘的基础理论,国内外空调除尘的先进技术等。内容包括空气条件对人体健康和纺织生产的影响、湿空气的物理性质与焓湿图、空气调节的基本原理、空气处理设备、冷源与热源、空气输送原理与设备、温湿度调节与管理、纺织厂除尘、空调除尘测量测试技术。每章后均附有习题。

本书供纺织高职高专院校作为教材,也可供中等纺织专业学校、纺织技工学校及有关培训班使用,并可供纺织厂有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

纺织厂空调与除尘/严立三主编. —2版. —北京:中国纺织出版社,2009.3

纺织高职高专教育教材

ISBN 978-7-5064-5494-0

I. 纺… II. 严… III. ①纺织厂-空气调节-高等学校:技术学校-教材②纺织厂-除尘-高等学校:技术学校-教材
IV. TS108.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第014555号

策划编辑:江海华 责任编辑:王雷鸣 王军锋
责任校对:楼旭红 责任设计:李 然 责任印制:何 艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010-64168110 传真:010-64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: faxing@c-textilep.com

三河市世纪兴源印刷有限公司印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

1998年12月第1版 2009年3月第2版

2009年3月第7次印刷

开本:787×1092 印张:16.5

字数:338千字 定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

第2版前言

《纺织厂空调与除尘》初版于1998年12月,是由中国纺织总会教育部组织编写的中等纺织专业学校教学用书。为了适应新的形势需要,为纺织高等职业教育提供合适教材,中国纺织出版社于2008年1月组织有关人员召开了《纺织厂空调与除尘》修订工作会议,开始了修订工作。

修订的指导思想是贯彻落实科学发展观,以人为本,走可持续发展的道路,不唯书,不求全,面向生产实际,面向未来,进一步更新教材内容,全面提高教学质量。基于以上原则,本次修订,在基本理论和实践技能方面总体保留,而对其他内容则做了较多的增补和删除。凡是纺织厂现在很少使用,或者虽仍在用但发展前途不大的设备和技术,不在书中介绍;而对于许多当前尚未在纺织空调方面广泛应用,但已相当成熟、有望推广的新设备和新技术,例如蓄冷技术,热泵技术,空调自动调节以及空气负离子浓度测量等,则进行了必要的补充和介绍,以便学生在适应当前生产实际需要的同时,掌握纺织空调除尘专业发展的动态和趋势,放眼未来,与时俱进。

参加修订工作的人员为:南通纺织职业技术学院退休高级讲师严立三(前言、绪论、第一章、第二章)、常州纺织服装职业技术学院陈建华副教授(第三章、第五章、第九章)、山东科技职业学院纺织学院韩文泉副教授(第七章、第八章)、南通纺织职业技术学院董小飞副教授(第四章、第六章)。本书由严立三任主编并负责统稿,陈建华任副主编。

参加本书第一版编写的多位同仁,由于工作调动、升迁等种种原因,未能参加修订工作,但他们早就对本书升格事宜表示了关心。当他们愿望实现的时候,谨向他们致意。

在本书修订过程中,得到业内专家王建华、任伟民等的帮助,在此表示衷心感谢。

由于修订者水平有限,书中缺点和错误在所难免,欢迎广大师生在使用过程中提出宝贵意见。敬请有关技术人员和读者赐教指正。

编者

2009.1

第1版前言

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、第一章、第二章、第七章),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	4
第一节 空气条件对人体健康的影响 /	4
第二节 温湿度与纺织生产的关系 /	7
习题 /	23
第二章 湿空气的物理性质与焓湿图	24
第一节 湿空气的组成和状态参数 /	24
第二节 湿空气的 $i-d$ 图及其应用 /	33
习题 /	43
第三章 空气调节的基本原理	45
第一节 空调系统冷热负荷的计算 /	45
第二节 空调送风系统 /	53
第三节 空气与水间的热湿交换原理 /	61
第四节 喷水室热工计算 /	64
第五节 空调房间送风状态 /	68
第六节 变风量系统空调过程的分析与计算 /	73
第七节 定风量系统空调过程的分析与计算 /	77
第八节 喷雾轴流风机送风系统的设计与计算 /	81
习题 /	83
第四章 空气处理设备	85
第一节 空调室送风系统 /	85
第二节 进风窗与回风窗 /	87
第三节 喷水室设备 /	89
第四节 喷水室的结构及空调室的水系统 /	94
第五节 空气的加湿及加热设备 /	97

第六节	水泵 / 102	
第七节	空气处理设备的安装及维修 / 104	
习题	/ 109	
第五章	冷源与热源	110
第一节	天然冷源及其设备 / 110	
第二节	人工冷源及其设备 / 112	
第三节	热泵技术 / 139	
第四节	热源 / 142	
习题	/ 147	
第六章	空气输送原理与设备	148
第一节	流体的性质及流动方程式 / 148	
第二节	送风管道的设计与分析 / 151	
第三节	送排风系统与车间气流组织 / 163	
第四节	通风机 / 167	
习题	/ 180	
第七章	温湿度调节与管理	181
第一节	温湿度常规性调节 / 181	
第二节	湿湿度的自动调节 / 189	
第三节	空调节能 / 194	
第四节	空调管理 / 196	
习题	/ 197	
第八章	纺织厂除尘	198
第一节	粉尘的特性及除尘机理 / 198	
第二节	除尘设备 / 201	
第三节	气力输送及除尘管道 / 210	
习题	/ 213	
第九章	空调除尘测量测试技术	214
第一节	空气状态参数的测量 / 214	
第二节	流体的测量和空调系统的测试 / 225	
第三节	除尘系统的测试 / 239	

习题 / 248

参考文献 249

附录 250

附表1 湿空气物理性能表 / 250

附表2 温湿度换算表 / 251

附表3 PWF40(45)—11 型喷雾轴流通风机技术性能参数 / 252

附表4 局部阻力系数表 / 254

绪 论

一、纺织厂空调与除尘的重要意义

纺织厂空气调节(简称为空调)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。

空调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,所以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,因而纺织厂的空调设备、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。所谓空调装置,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。空调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后,再送入车间。空调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,一般又分为下面两种方法。

(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。

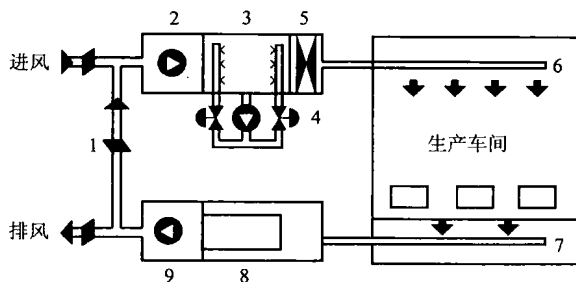
(2)在空调室内进行喷水,利用水滴与空气直接接触的方法来对空气进行处理。

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且全能的空调设备。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害物质的浓度低于规定的最高允许浓度。

空调系统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。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)也可以包括在空调系统中。

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。

由纺织厂空调系统示意图(见下页图)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,



纺织厂空调系统示意图

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

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。

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,采用抽气的方式,使含尘空气通过吸尘罩、管道、风机及除尘设备等,再经过过滤后回用或排至室外。

第一章

空气条件对人体健康和纺织生产的影响

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,使体温升高,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。这时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°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,因而人会感到闷热。而当相对湿度较低时,水分容易蒸发,有利于散热,人就感到凉爽。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,人就会感到更加阴冷。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,对流传热系数大,传湿系数也大,传导散失热量就多。因此,寒冷的冬天,在同样气温条件下,风速大时就觉得更冷,无风则冷感较弱。

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 $v(\text{m/s})$	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,温度为 $16 \sim 26^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $40\% \sim 60\%$,空气流速为 0.25m/s 时,属于最适宜的劳动条件。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 $18 \sim 27^{\circ}\text{C}$,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 。在考虑车间内劳动条件时,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,呼吸器官吸入大量粉尘后,会刺激上呼吸道黏膜,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,使人得一种难以治愈的棉屑沉着病。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

新鲜度是指空气中较低的有害气体和气味、二氧化碳浓度和较高的空气负离子浓度。

(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、人造丝厂及其他化学纤维厂。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,严重时甚至会导致死亡。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,但其浓度增加到一定程度,人就会产生缺氧,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调节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。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,必须要做到以下两点。

(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的噪声问题。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,争取使其噪声降低到 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制成的再生纤维(粘胶纤维、再生蛋白质纤维),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理。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,因分子的热运动而使一些水分子离去,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,在一定的温湿度条件下吸湿平衡时,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,即可以认为达到平衡状态。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(温度为 20°C , 相对湿度为 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	粘胶纤维	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。

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。

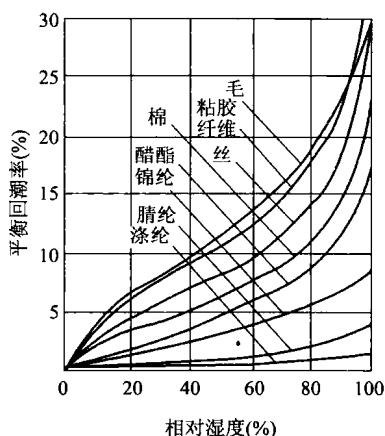


图 1-1 主要纺织纤维的吸湿等温线

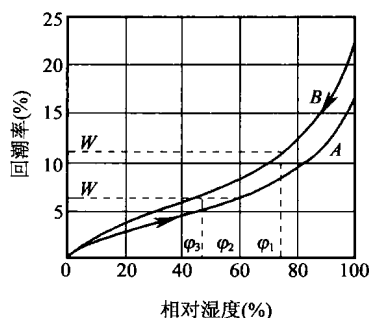


图 1-2 棉纤维(经碱煮)的吸湿放湿等温线

A—吸湿等温线 B—放湿等温线

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”。在控制半制品回潮率时,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,而在冬天,由于温度较低,若相对湿度偏高,则回潮率就高,容易出现绕胶辊、绕胶圈和绕罗拉现象。因此,当温度升高时,可适当提高一些相对湿度,以使求得回潮率一样。

在各种纺织纤维中,吸湿能力最大的是羊毛,因为羊毛的亲水极性基团数目最多。其次是粘胶纤维、蚕丝、棉和醋酸纤维。吸湿能力最小的是涤纶,而丙纶和氯纶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滑移,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%;当相对湿度超过 80% 时,则增加很少。

棉、麻和柞蚕丝以外的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滑移作用,容易产生滑脱。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。

温度对纤维强力的影响较小,一般来说,温度高时,纤维分子的运动能量增大,减弱了某些区域纤维分子间的引力,因而拉伸强度降低。实验结果表明,在 10 ~ 30℃ 内温度每升高 1℃,棉纤维强力降低 0.3% ~ 0.8%。

(三) 温湿度与伸长度的关系

温湿度与伸长度的关系,主要是指湿度与纤维伸长度的关系。吸湿后的纤维由于分子间的距离增大,在外力作用下极易产生相对位移,所以纤维的伸长度也随相对湿度的升高而增加。其中羊毛、丝、粘胶纤维在吸湿后比棉、麻等植物性纤维更容易伸长,至于合成纤维(如涤纶),则由于不易吸湿,故湿度对伸长度影响较小。相对湿度对单根棉纤维伸长度的影响如图 1-4 所示。

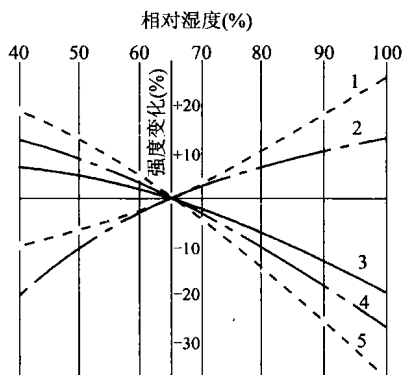


图 1-3 不同相对湿度下的几种纤维的强度变化(标准相对湿度为 65%)

1—亚麻 2—棉 3—锦纶 4—羊毛和蚕丝 5—粘胶纤维

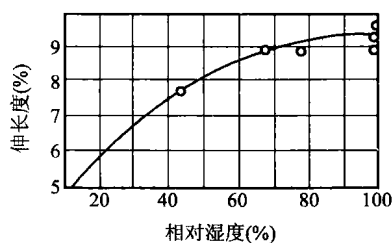


图 1-4 相对湿度对单根棉纤维伸长度的影响