

潘大绅 汪之江 费瑞林 著
张定国 杨聿修

棉纺织厂空气调节

纺织工业出版社

1977年4月16日

棉纺织厂空气调节

潘大绅 汪之江 费瑞林 编 著
张定国 杨聿修
郁履方 审校

纺织工业出版社

内 容 简 介

本书阐述了空气调节与棉纺织工业生产的关系，论述了空气调节系统中温湿度调节和除尘等重点问题，介绍了棉纺织厂空气调节系统的设计、设备的性能和运行管理，并附有设计举例。

本书主要供空气调节专业人员阅读和应用，也可供纺织厂技术人员、管理人员及纺织院校师生参考。

责任编辑：张永康

棉纺织厂空气调节

潘大绅 汪之江 费瑞林 张定国 杨幸修 编著

郁履方 审校

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32 印张：19 12/32 插页：4 字数：499千字

1966年12月 第一版第一次印刷

印数：1—6,000 定价：4.80元

统一书号：15041·1402

前 言

棉纺织厂的空气调节工作，随着我国纺织工业的不断发展而有了较大的进展。空调战线上的广大职工，通过生产实践，积累了不少宝贵的经验和有益的资料。总结和汇总这方面的经验与资料，使其条理化、系统化和科学化，对纺织空调工作人员学习专业知识、提高专业技术水平，以进一步改善空调工作，必将起到有益的作用。为此我们在上海市棉纺织工业公司、上海市纺织工业设计院的支持与领导下，进行了本书的编写工作。

本书内容以棉纺织厂实用空调知识为主，对于其他空调文献中谈得较少，而棉纺织厂的空调工作者又必须掌握的知识，本书亦作了比较详细的阐述。此外，对空调中的某些问题，提出了粗浅的分析和比较，以期对读者在空调实际工作中和开展空调研究时，起到微薄的帮助。

本书承中国纺织大学郁履方副教授在百忙之中给予审校和指正。在编写过程中又得到王兰序、王锡章、许鹤年、李景田、刘锦章、徐孝纯、赵汉权等专家对本书内容提供了宝贵意见；薛汉麟、尉迟斌、李鹏飞、王季卿、赵国庆、沈志相、李盈泰、吴湘德、邹耀梁和上海纺织工业设计院的周永怀、陆廷玮、盛国深等师友对一些章节提出了修改意见。在此，谨致以衷心的感谢。

本书的绪言、第一、二、三、六和第十章由潘大绅编写；第四章由费瑞林编写；第五章由汪之江编写；第七、八章由张定国编写；第九章由杨幸修编写。由于作者的水平所限，书中必然还有许多错误和不足之处，热忱欢迎读者批评指正。

目 录

绪言	(1)
第一章 空气调节与棉纺织生产	(3)
第一节 空气的主要参数.....	(3)
第二节 空气条件与人体健康的关系.....	(4)
一、温度和湿度影响.....	(4)
二、人体实感温度.....	(5)
三、“工业企业设计卫生标准”中的温度规定.....	(6)
四、空气中的二氧化碳量.....	(7)
五、棉尘的危害性.....	(7)
六、噪声的危害性.....	(11)
七、离子与人体健康的关系.....	(16)
第三节 温湿度与棉纺织生产的关系.....	(17)
一、纤维的吸湿特性.....	(17)
二、温湿度对纤维纺织性能的影响.....	(20)
三、温湿度与棉纺织工艺.....	(22)
四、车间温湿度控制提要.....	(27)
第四节 静电与棉纺织生产的关系.....	(29)
一、摩擦生电.....	(29)
二、电荷特性和影响.....	(29)
三、减轻静电影响的方法.....	(31)
第二章 负荷计算与热湿交换	(34)
第一节 负荷计算.....	(34)
一、室外气象参数和太阳辐射热量.....	(34)
二、建筑物传热计算和热工要求.....	(36)

三、车间发热量和散湿量·····	(44)
四、风量和冷量计算·····	(46)
第二节 $i-h$ 图应用于热湿交换过程·····	(47)
第三节 喷水室主要部件·····	(53)
第四节 喷水室计算·····	(70)
第五节 车间直接给湿·····	(75)
第三章 送排风系统 ·····	(81)
第一节 车间气流组织·····	(81)
一、气流的形成·····	(81)
二、气流对纺织生产的影响·····	(83)
三、送排风布置方式·····	(88)
第二节 管道阻力·····	(90)
第三节 管道部件·····	(112)
第四节 管道系统噪声计算·····	(117)
第四章 除尘系统 ·····	(122)
第一节 一般概念·····	(122)
一、棉尘粒径特点·····	(122)
二、车间空气含尘浓度标准·····	(122)
三、除尘方法·····	(123)
四、气力输送中的速度概念·····	(123)
五、过滤材料·····	(124)
第二节 棉纺织厂除尘设备性能简介·····	(129)
一、大布袋除尘器·····	(129)
二、A171型和A172-AU052型除尘器·····	(131)
三、旋风除尘器·····	(133)
四、静电除尘器·····	(135)
五、板式滤网·····	(139)
六、新型除尘器·····	(140)
第三节 棉纺织厂除尘实况·····	(147)

一、清棉除尘·····	(147)
二、梳棉除尘·····	(156)
三、精梳吸落棉除尘·····	(170)
四、引进除尘系统的应用·····	(173)
第四节 煤灰纱问题·····	(176)
第五章 自动控制 ·····	(181)
第一节 自动控制仪表的选用·····	(181)
第二节 自动调节系统·····	(196)
第三节 自动控制设计方案举例·····	(217)
一、清棉车间送排风量平衡自动控制系统·····	(217)
二、梳棉除尘间歇吸尘自动控制系统·····	(219)
三、细纱空调混风和混水自动控制系统·····	(221)
四、织布空调变风量自动控制系统·····	(223)
五、天窗排管采暖自动控制系统·····	(225)
第六章 风机和水泵 ·····	(228)
第一节 风机·····	(228)
第二节 水泵·····	(259)
第七章 冷源 ·····	(271)
第一节 天然冷源·····	(271)
第二节 气体压缩式制冷装置·····	(274)
第三节 蒸汽喷射制冷装置·····	(283)
第四节 溴化锂吸收式制冷装置·····	(290)
第五节 深井冬灌·····	(298)
第六节 地道风降温·····	(309)
第七节 冷却塔·····	(324)
第八节 制冷设计提要·····	(328)
第八章 采暖 ·····	(339)
第一节 概述·····	(339)
第二节 设备·····	(341)

第三节 计算	(342)
第四节 采暖系统设计提要	(372)
第九章 温湿度调节和空调设备管理	(376)
第一节 调节管理总则	(376)
一、目的和任务	(376)
二、运转管理要点	(376)
三、常用仪表配备	(377)
第二节 温湿度调节	(378)
一、控制回潮率	(378)
二、车间温湿度调节方法	(379)
三、节能措施	(386)
第三节 设备的运行和保养	(386)
第四节 设备故障分析和处理方法	(397)
第五节 设备性能测试	(413)
第十章 五万纱锭一千五百台布机棉纺织厂的空调	
设计方案举例	(439)
一、机台设备	(439)
二、当地室外气象条件	(440)
三、厂房布置	(440)
四、车间温湿度和空气含尘浓度要求	(443)
五、本空调设计的几项原则	(445)
六、设备的计算和布置	(446)
七、清棉除尘设备的计算和布置	(477)
八、梳棉吸尘设备的计算和布置	(477)
九、织布车间天窗防滴水计算	(478)
十、自动控制	(479)
附录	(479)
一、附图	(479)
二、附表	(486)

绪 言

建国初期，只有少数棉纺织厂配置大型送风设备和酸性白土去湿装置；绝大多数的棉纺织厂采用罗氏鼓风机供气的低压喷雾装置、本生喷雾机和排气风扇来调节车间相对湿度，用尘塔和滤棉箱来处理清花落棉。由于设备简陋，调湿和降温能力很差，所以车间温湿度常随室外气候条件而变化，生产波动很大。炎夏季节，车间温度有时超过39℃，严重地影响工人身体健康。于是“降温”成为当时的紧急问题。

1953年，国家拨出专款，在纺织厂试装了低温水送风设备。当年秋天在总结试点经验的基础上，订立了1954年纺织厂降温工作规划。1954年仅上海棉纺织厂新添空调设备的送风量，就超过原有设备总能量二十倍以上。此后，每年都安排较大金额的新空调设备基建投资和老空调设备改造费用。空调设备逐渐从夏季降温发展成为全年控制车间温湿度的必要手段。车间温度从五十年代的高于36℃，下降至今日的30℃左右，消灭了高温逼人现象；相对湿度则从大幅度波动缩小到差异不超过 $\pm 5\%$ ，摆脱了黄霉天前纺开不出车，影响全厂减产的困境。棉纺千锭时折合单产，五十年代不到20公斤，今已超过40公斤。单产的大幅度增长与新增空调设备稳定车间温湿度的作用是分不开的。新增的除尘设备，包括布袋滤尘器、机台吸尘和断头吸棉等装置，不仅根本改变了尘塔附近棉尘弥漫、厂区飞花飘扬和环境被污染等恶劣状况，而且改善了出下脚条件，使棉尘肺发病率有所下降。上海棉纺织厂突破了深井回灌技术关，为缓和上海地面下沉作出了贡献。发展中的深井冬灌复用技术，提高了深井的利用价值。在人工制冷方面，各地区棉纺织厂都有所创新，采用了气体压缩制冷机和其他

类型制冷设备。

三十年来的棉纺织厂空气调节工作，无论从空调工程设计和技术水平，或是从设备经济运行和挖潜工作而言，都在不断地前进着。

现在，纺织工业正在进行技术改造，并以提高产品质量、增加花色品种、降低消耗和成本、降低工人劳动强度和提高劳动生产率为中心内容。提高纱布产质量和发展新产品都对车间温湿度有更高的要求；棉纺织厂的空调用电占全厂用电量15~25%，是节能工作的重点对象；降低车间空气含尘量不仅能改善劳动条件，而且能减少产品的纱织疵；降低空调设备噪声问题已列入议事日程。上述四方面的工作都很繁重和艰巨，所以棉纺织厂的空调工作确实前途广阔和大有可为。

第一章 空气调节与 棉纺织生产

第一节 空气的主要参数

1. 温度 t 包括干球温度 $t(^{\circ}\text{C})$ ，湿球温度 $t'(^{\circ}\text{C})$ ，露点温度 $t_d(^{\circ}\text{C})$ 和机器露点温度 $t_{d,1} (^{\circ}\text{C})$ 。气温下降到空气中的水气开始凝结时的温度称为露点温度，这个露点温度与空气调节技术中常用的机器露点 $t_{d,1}$ 的涵义不同。机器露点温度指送风温度，这时空气中的相对湿度不一定达到饱和。

2. 含湿量 d 是指每公斤干空气中含有水蒸气的重量(克/公斤)。

$$d = 622 \times \frac{P}{P_s - P} \quad (1-1)$$

式中： P ——空气中的水汽分压力(毫米汞柱)

P_s ——大气压力(毫米汞柱)

3. 相对湿度 ϕ 是空气中现有水汽分压力与相同干球温度下的饱和水汽分压力之比(%)。

$$\phi = \frac{P}{P_s} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中： P ——空气中现有水汽分压力(毫米汞柱)

P_s ——干球温度下的饱和水汽分压力(毫米汞柱)

$$P = P'_s - A P_s (t - t') \quad (1-3)$$

式中: P_s ——湿球温度下的饱和水汽分压力 (毫米汞柱)

A ——空气流速系数 $= 0.00001 \left(65 + \frac{6.75}{v} \right)$, 其中 v 为湿

球附近的空气流速 (米/秒)

相对湿度可以用计算法求出。但通常多从温湿度换算表 (附表1-1) 查得。

4. 含热量 (焓) i 是指内含1公斤干空气的湿空气所含有的热量 (千卡/公斤)。

$$i = 0.24t + d \times (0.597 + 0.00045t) \quad (1-4)$$

5. 比容 v 是1公斤空气占据的容积 (米³/公斤)。

6. 重度 γ 是1米³空气的重量 (公斤/米³)。

7. 热湿比 ε 是空气处理过程中热湿变化值之比 (千卡/公斤)。

$$\varepsilon = \frac{\Delta i}{0.001 \times \Delta d} \quad (1-5)$$

第二节 空气条件与人体健康的关系

一、温度和湿度影响

食物在人体中消化时产生热量, 通过皮肤把热量传递给环境空气。另外, 通过呼吸和出汗散湿, 也可以把热量传给环境空气。在环境气温低、相对湿度小和气流速度快的条件下, 热量容易散发; 条件相反时, 热量不容易散发, 于是体温会升高, 出汗量将增加。体温升高和出汗过多是夏天中暑的一种起因。

人体的寒冷感觉转折点在10℃左右。常认为环境气温低于10℃时感觉寒冷, 低于5℃开始感觉四肢疼痛。因此发热量不大的车间需要采暖, 维持恰当的室温。

相对湿度对于人体健康和器官的舒适感也有一定影响。大多

数呼吸系统病症发生在需要湿度管理的冬季。病毒侵入人体时，首先接触上呼吸道，相对湿度降低时呼吸道粘液的流动性能降低，抵抗病毒传染能力下降，使人容易患病。但是长期处于低温高湿环境下，会加重阴湿（或寒冷）感觉，也非人体健康所宜。

二、人体实感温度

实感温度反映空气的干球温度、湿球温度和气流速度给人的综合温度感觉。四者的关系如图1-1所示。

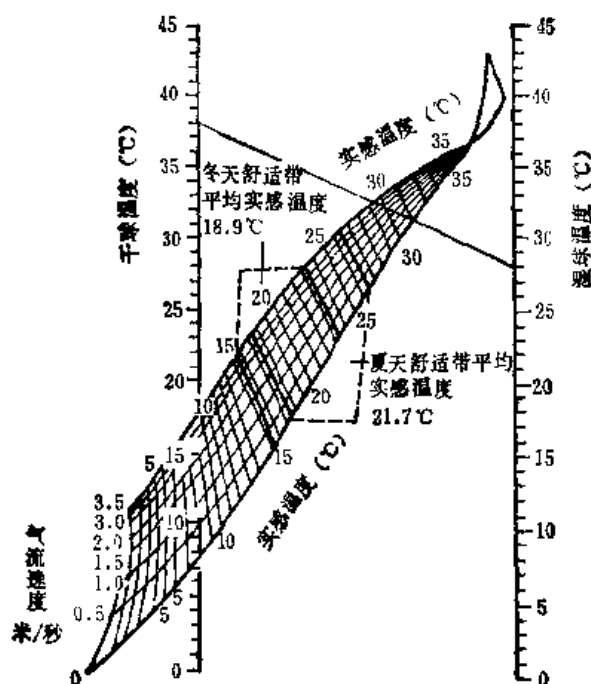


图1-1

例如：干球温度38℃，湿球温度28℃和空气流速0.5米/秒的对应实感温度是30.8℃。

干球和湿球温度均不变，空气流速加快至2.5米/秒时，实感温度下降为29.8℃。即空气流速加快后人体的温度感觉下降了 $30.8 - 29.8 = 1^{\circ}\text{C}$ 。

实感温度与人们的生活习惯和环境条件有关。各地居民生活习惯不同，常反映不同的冷热感觉。比如北方居民不习惯南方的潮湿天气，常有阴凉感觉；高海拔地带的室外温度较低，车间温度比室外略高时就有闷热难受的感觉。因此，在制订车间的温湿度控制范围时，应考虑地区特点。

三、“工业企业设计卫生标准”中的温度规定

1. 夏天的车间内外温差限度，应根据当地夏季通风室外计算温度（附表2-1）确定。其最高温度见表1-1。

表1-1

当地夏季通风室外计算温度 (°C)	22以下	23	24	25	26	27	28	29~32	33及以上
工作地点与室外气温差限度 (°C)	10	9	8	7	6	5	4	3	2

当采取一般降温措施后，工作地点的温度仍达不到表列要求时，允许提高温差，但以2°C为限。例如，北京和天津地区的夏季通风设计计算温度为30°C，按表1-1要求工作地点温度应不超过 $30 + 3 = 33^{\circ}\text{C}$ 。当采取措施后仍达不到这样的要求时，允许温度提高2°C，以 $33 + 2 = 35^{\circ}\text{C}$ 为限。

2. 以湿度为主的空气调节车间，当室外实际出现的温度等于夏季空调室外计算温度（附表2-1）时，车间温度不得超过表1-2规定。但夏季通风室外计算温度高于31°C的地区，可按规定温度加1°C计算。

表1-2

相 对 湿 度 (%)	车 间 空 气 温 度 (°C)
50以下	不超过33
50~60	不超过32
60~70	不超过31
70~80	不超过30

3. 轻作业（人体发热量小于120千卡/时）的工作地点的气温应不低于15℃。占用较大面积（50~100米²/人）时，温度应不低于10℃，占用面积超过100米²/人时，仅要求在工作（或休息）地点装设局部采暖设备。

集中采暖地区的辅房温度（℃）应不低于表1-3数值。

表1-3

厕所 冲洗室	食堂	办公室 休息室	技术资料室 存衣室	哺乳室	淋浴室	淋浴室的 更衣室	女工 卫生室
12	14	16~18	16	20	25	23	23

四、空气中的二氧化碳量

新鲜空气中的氧气的重量百分率为23.10%，二氧化碳的重量百分率仅0.05%。人们在生活或劳动时，呼出较多的二氧化碳气，使空气中的二氧化碳浓度渐渐增大，二氧化碳呼出量与劳动强度有关。二氧化碳浓度对人体健康有影响，是检查空气污染程度的一种指标。

我国的“工业企业设计卫生标准”中载有最低新鲜空气量标准，可供估算换气量参考，见表1-4。

表1-4

每人平均车间容积（米 ³ ）	<20	20~40	>40
每人最少新鲜空气量（米 ³ /时）	30	20	可用门窗自然换气

五、棉尘的危害性

1. 棉尘的产生和车间空气含尘浓度实况 棉花加工过程中散发棉尘^①，使车间空气的含尘浓度逐渐升高。棉尘中含有短纤维、萼片、棉铃皮、细菌、真菌和灰尘……等，它们的粒度范围甚广，从毫米级至微米级的都有。大于100微米的棉尘容易沉

降，易被人的鼻腔阻留，不影响人体健康；小于100微米的粒子往往悬浮在空气之中，其中小于15微米者被称为“吸入性棉尘”。“吸入性棉尘”中的较大者常沉积在上呼吸道处，能在咳嗽时排出人体，小于7微米的棉尘能够深入肺囊，危害人体健康。

我国棉纺织厂的除尘设备在不断地改进着，车间空气含尘浓度比过去已大大下降，今以不同地区8个棉纺织厂的实测空气含尘浓度（毫克/米³）资料列表1-5比较如下。

表1-5

测试厂 编 号	清 棉	梳 棉	并 粗	细 纱	棉纱支数 (英支)
1	1.12~4.62	1.95~5.8	2.1~5	2.3~4.5	—
2	0.6~4.0	1.8~3.2	0.8~4.8	0.6~2.4	21~42
3	4.33~5.0	8.16~7.7	4~5.7	2.4~7.33	21~32
4	—	3~4.5	3.5~5.5	2~4.5	20~21
6	0.4~1.4	2~2.6	2~5.3	2~6.6	10~22
6	0.2~4.0	1.6~4.8	0.6~3.6	2.2~3	21~42
7	1.8~3.5	2.5~3.8	2.5~6	1.3~5.2	21
8	3.33~4.5	1.63~4.5	1.6~3.86	0.6~4	32

注 改用立式淘析器测试时含尘量要低一些。

表1-5数据反映了以下情况：

(1)许多棉纺织厂的实际车间空气含尘浓度在3毫克/米³左右；

(2)清棉和梳棉车间自从改进了除尘设备后，实际含尘量比五十年代时显著下降；

(3)条粗和细纱车间没有合适的除尘措施，实测含尘量尚有超过7毫克/米³者。

2.棉尘肺及其致病原因 棉尘肺是棉尘造成的特有病史，是一种独立的职业病，可按病情程度分为C_{1/2}、C₁、C₂和C₃级病

症。各级症状见表1-6。

表1-6

级 别	症 状
C _{1/2}	星期一（厂休后的第一天）工作后偶尔感觉胸闷气急
C ₁	星期一（厂休后的第一天）工作后总是感觉胸闷气急，并可能伴随疲乏和咳嗽症状，但周一当天能复原
C ₂	整个工作周内天天有不同程度的胸闷气急感觉，可能伴有咳嗽症状，但离开尘场后，症状减轻或消除
C ₃	总是觉得胸闷气急。离开尘场后，症状不能完全恢复，呼吸器官已受到永久性伤残

对棉尘的化学组成分析表明，梳棉尘的灰分含量平均为12.5%，蛋白质含量为2.16%；织布车间的尘杂性质不同，约有50%是浆料。氮或蛋白质的含量与棉尘肺病有关，组织胺、氨基糖……都能引起疾病。

应当指出，并非所有接触棉尘的工人都患棉尘肺病。棉尘肺

表1-7

比 较	单纯棉尘肺	棉尘性慢性支气管炎	棉尘性支气管哮喘
1.主要症状	工作后胸闷气急	咳嗽多痰，咳出后胸闷气急减轻	哮喘
2.与工龄关系	密切	密切	无关
3.发病情况	当天发病，后来减轻	接触后就发生，日久变重	接触棉尘后几分钟就发病
4.与气候关系	不大	冬天较重	无关
5.与带口罩关系	症状加重	症状减轻	无影响
6.脱离尘源后	1~2级可以痊愈	只能减轻	早期能完全恢复
7.听诊	一般无异常	干湿罗音	哮喘音
8.通气量检查	一次性显著减少	长期性轻度减少	暂时性明显减少
9.X线胸部透视	1~2期无异常	第二期的中下期肺纹理阴影增深，重者并发肺气肿	早期无异常，后期可见到肺气肿
10.注射支气管扩张剂反应	有效	无效或效果不大	有效