

紡織廠

降低車間高溫的方法

李洪福 編



紡織工業出版社

內 容 簡 介

本書內容分为两个部分，第一部分主要是从高溫对人体生理和生产工艺的影响，來說明降低車間高溫的重要性；第二部分主要是介紹一些目前国内外行之有效的降溫措施和它的計算方法，而且还具体地說明了它們的实际效果。

紡織厂降低車間高溫的方法

李 洪 福 編

*

紡織工业出版社出版

(北京东长安街紡織工业部內)

北京市書刊出版业營業許可証出字第16号
紡織工业出版社印刷厂印刷·新华書店發行

*

787×1092¹/₃₂开本·3印張·59千字

1960年7月初版

1960年7月北京第1次印刷·印数1~2400

定价(8) 0.29元

紡織厂降低車間高溫的方法

李洪福 編

紡織工業出版社

目 錄

第一章	为什么要降低夏季車間的高温.....	(3)
第一节	高温对人体生理的影响.....	(3)
第二节	实感温度.....	(7)
第二章	怎样降低夏季車間的高温.....	(9)
第一节	空气淋浴.....	(9)
第二节	局部抽气.....	(41)
第三节	自然通风.....	(50)
第四节	隔热.....	(61)
第五节	深井滤水管的酸处理.....	(66)
第六节	增加送风机的风量.....	(79)
第七节	天然冰的利用.....	(82)
第八节	冷冻机.....	(86)

第一章 为什么要降低夏季车间的高温

第一节 高温对人体生理的影响

我們大家都知道，人的身体像一个爐子，也是一个发热的物体。人体由食物而得到热量。劳动的工人，由于肌肉的运动也能产生大量的热量。根据测定資料：从事普通体力劳动或是休息着的人，每晝夜要产生2400~2700千卡的热量。而从事比較繁重体力劳动的人，每晝夜要产生5000~6000千卡的热量。

人体不但經常产生热量，而且还需要不断地把热量散发出去，这样才能使人体的体温正常，保持在36~37°C左右。人体機構的各部分，只有在体温正常时才能进行正常的活动。人体这种調节热量，維持体温正常的机能叫做体温調节。

表1 在不同作业情况下人体的散热量

情 况	散 热 量 千卡/小时 (环境温度——摄氏15~30度)
睡覺	60
沒有从事劳动	90
輕作业 (如紡織厂的細紗工、織布工等)	180

(續前表)

情 况	散 热 量 千卡/小时 (环境温度——摄氏15~30度)
中度作业 (如机器制造厂的工人等)	270
重作业 (如鍛工、鑄工、軋鋼工人等)	420
極重劳动 (如矿工、石工、搬运工人等)	540
剧烈运动	750~1000

人体的热量是經由人体皮肤的表面，以辐射、对流和蒸发的方式散发的。人体的辐射散热是由于人体温度与周围环境温度的差异，也就是人体温度比周围空气温度或靠近物体的表面温度低而引起的。人体的对流散热也是由于空气的温度低于人体的温度，人体首先把靠近的空气加热，产生了空气的对流而把热量散发出去。人体的蒸发散热則是由于人体出汗而产生的，因为汗液蒸发时需要热量，因此就吸收了人体皮肤表面散发出来的热量。人体中每克汗液的蒸发，約可失去0.6千卡的热量。当人在温度为15~18°C的环境中休息时，人体的辐射散热量占44%，对流散热量占31%，由于皮肤表面和肺部的水分蒸发而散发出的热量占21%，其余5%的热量是用以加热消化的食物及吸入的空气。

高温对人体健康的危害，就在于它能使人体丧失保持体温不变的能力，因为人体不論是經由辐射或对流散热，都只有在周围空气的温度与靠近设备表面的温度低于人体的温度时才有可能。当車間温度超过30°C时，辐射和对流散热就要减少，人体的大部分热量只能通过汗液的蒸发散发出去。

但在高温的情况下，人体大量出汗，汗水往往汇集成大粒的水滴，从人体皮肤的表面上流下，从而不容易蒸发。当周围空气的温度和靠近设备表面的温度高于 37°C （即人体的正常温度）时，人体不仅不能依靠辐射和对流散热，而且还会吸收热量。如再加上繁重的体力劳动，人体的发热量增加，这时就会因为多余的热量散发不掉，而破坏了人体的热平衡，发生中暑、晕倒的现象，或者是由于人体出汗过多，缺乏水分和盐分，引起脉搏及呼吸加速，体温上升，甚至抽筋的现象。另外，在高温环境中，由于人体大量出汗，不得不喝大量的水来补充它，因而胃及肠里的消化液被冲淡，胃酸过少，造成消化不良。所以，在高温车间里劳动之后，往往食欲不振，不大爱吃东西。

高温对人体健康的危害还不仅上述这些。我们大家都知道，在有些高温车间（如像纺织厂的浆纱车间等），发热体（如像浆纱机烘房的墙壁和蒸汽管道等）的表面还产生大量的辐射热（辐射热就是这些发热体的表面以辐射的方法向四周发出的热射线）。这些辐射热照射在人体皮肤的表面上，能使人体产生烧灼的感觉。它还能提高皮肤的温度，并且使流经皮肤的血液温度提高，从而导致人体温度上升。辐射热作用于人体中枢神经能使人体的生理受到影响。例如头部、颈部及胸部长时间受到辐射热的作用，就会常常感到头昏、疲劳。这种现象，在辐射热停止作用后也能产生。强烈的辐射热作用于头部，能使人立即昏迷，患日射病，严重的甚至还会死亡。这是因为辐射热作用于大脑皮层而引起的。辐射热

作用的部位，对人体危害的大小有着密切的关系。胸部及背部因为大量血液流过，如有辐射热作用于该处，危害性特别大。颈部有血液流向大脑，因此，辐射热作用于颈部也对人体不利。辐射热作用于手足等处，除引起烧灼的感觉外，对人体的危害不大。

根据苏联莫斯科劳动保护研究所著的“高温辐射对人体生理的影响”一书中所介绍，人体对各种不同强度的辐射热能够忍受的时间如下表：

表 2 人体对辐射热的忍受时间

辐 射 强 度		辐 射 性 质	人体能忍受辐射热的時間
卡/厘米 ² /分鐘	千卡/米 ² /小时		
0.4~0.8	240~480	最 弱	不 限
0.8~1.5	480~900	弱	3~5分鐘
1.5~2.3	900~1500	中 等	40~60秒
2.3~3.0	1500~1800	高	20~30秒
3.0~4.0	1800~2400	次 强	12~20秒
4.0~5.0	2400~3000	强	7~10秒
5.0以上	3000以上	最 强	2~5 秒

高温除了对人体健康有严重的危害之外，在紡織厂里，它对生产也有一定的影响。因为車間温度过高，包在棉纖維外面的一層棉蜡就会溶化，从而使纖維表面发粘，影响牽伸的正常进行，甚至还会发生纏皮輾的現象。其次温度还会影响纖維的强力，温度升高以后，一般的紡織材料的强力都要

有所减少。以上这就是我們为什么要降低車間高温的道理。

第二节 实感温度（即有效温度）

决定人体舒适感和工作效率的空气条件是三种因素的綜合，即温度、相对湿度和风速。实感温度就是人体对这三种因素所感觉到的冷热程度。

温度对人体的影响，是大家所熟習的。空气温度升高以后，会使人的体温升高；从而使人体内器官的活动加快。这样，一方面容易引起人的疲劳；另一方面更增加了热量的产生。相反的，空气的温度降低以后，会使人体所散发的热量比产生的热量要多。这样，一方面皮肤的血管收缩血液循环速度降低，减少散发的热量；另一方面由于有意识的肌肉运动和不自主的发抖，又增加了热量的产生。如空气温度再繼續降低，人的体温降低到一定限度时，则会引起人体器官、細胞机能的呆滯，引起疼痛、麻木的感觉。

相对湿度在高温时，对人体的影响也很显著，如在同样的温度情况下，相对湿度較低时，就会觉得凉爽；相对湿度較高时，則会觉得悶热。在夏天下雨的前夕，空气温度虽然不很高，但是人們却感到不舒服，这就是因为空气的相对湿度太高，使人体的汗液不容易散发的緣故。

空气流动速度对人体热量的散发也有密切的关系。当空气流动速度較高时，汗液就容易蒸发，人体的热量散发的就快，从而使人体感觉凉爽；反之，在高温高湿，而空气流动速度又較低时，則使人感觉悶热。

从以上我們知道，决定人体舒适感的是温度、相对湿度和风速等三种因素的綜合指标。因此，为了給工人創造良好的劳动条件，在降低夏季車間高温的同时，还必须使車間的空气保持一定的相对湿度和流动速度。根据苏联莫斯科劳动保护研究所著的“高温輻射对人体生理影响”一書所介紹，在不同的劳动强度时人体感到舒适的气象条件如下表：

表3 在輕劳动时人体感到舒适的气象条件

空气温度 (°C)	相对湿度 (%)	空气流动速度 (米/秒)	备 注
18	40~50	—	工作一小时，吹一下风
20	40~50	0.15~0.25	
22	40~50	0.35~0.50	
24	40~50	0.85~1.00	
26	60	1.30~1.50	
28	40~50	1.70	感到舒服、无汗
30~32	40~50	1.70	

表4 在重劳动时人体感到舒适的气象条件

空气温度 (°C)	相对湿度 (%)	空气流动速度 (米/秒)	备 注
13~14	40~50	—	不用吹风 开始工作时风速为 0.25~0.35米/秒
18~19	40~50	0.60~0.70	
20	40~50	1.00~1.15	
22	40~50	1.15~1.30	
24	40~50	1.30~1.50	
26	40~50	2.00~2.15	
28	40~50	2.15~2.35	

第二章 怎样降低夏季車間的高温

降低車間高温的方法归納起来，不外乎如下两个方面：

1. 設法减少車間的发热量，如在发热物体的表面安裝隔热装置，馬达通风，屋頂噴水，局部抽气等。
2. 利用人工的方法創造車間内所需要的气象条件，如自然通风、机械通风、空气淋浴以及送风机等。

以下我們就簡要地介紹关于这些方面的几种降温方法。

第一节 空气淋浴

空气淋浴是一种局部吸入式的机械通风設備，它能使車間中局部工作地区的空气保持正常的气象条件。它适宜安裝在热源比較集中，工作地区产生有害物質（如过剩的对流热、輻射热、蒸汽等）而工人操作位置又比較固定的高温車間，如像棉紡織厂的漿紗車間，印染厂的烘燥車間、鍋爐車間等。

設計和安裝空气淋浴时必须注意下列各点：

1. 气流的方向必須使气流吹向人体受到輻射热作用的部位。
2. 工作区域内应受到空气淋浴的作用。
3. 气流的温度与速度，必須保証工人能够充分散热。

一、空气淋浴的分类

空气淋浴如按气流分布的特点可分为：

1. 分散送风式空气淋浴，即每一工作地区用单一的气流，风速为600~3000立方米/小时。这种型式适用在工人有严格固定的工作位置（移动的范围不超过1.0~1.5米）的地点或是离車間牆壁的距离为6~8米以上的工作地点。

2. 集中送风式空气淋浴，即使用单一的集中气流，把空气吹向有数人工作的地帶上，风量为10000~40000立方米/小时。这种型式适用在工人在較大的工作面上进行操作的地点或者是离車間牆壁的距离不超过6~8米，同时流量較大和流速很高的气流对工艺过程并无影响的地点。

空气淋浴如按空气处理的过程，則可分为：

1. 使用室外空气的空气淋浴装置，其中包括室外空气經過处理（加热或冷却）和不經過处理等两种型式。

2. 使用車間空气的空气淋浴装置，其中也包括車間空气經過处理（加热或冷却）和不經過处理等两种型式。

以上这些型式的選擇，主要是根据工艺过程，工作地点的大小，工作地点至車間內牆壁的距离，輻射强度，車間温度，空气含尘量和有害物質的濃度等条件来决定。

二、空气淋浴的計算

空气淋浴的計算，主要是通过計算确定如下数值：

1. 风量（立方米/小时）；
2. 风量（米/秒）及送风口的大小；
3. 整个装置各部分的大小。

由于安装空气淋浴的目的可能是为了防止生产設備上发

热的表面或物体所产生的辐射热，也可能是为了降低工作地点的高温或含尘量和有害物质的浓度，所以计算的基础和方法也有所区别。

因为空气淋浴的计算涉及到空气动力学中的自由射流问题，所以先简要地介绍一下关于这方面的知识。

1. 自由射流及其特性

所谓自由射流，就是从送风口送入到车间中的、逐渐扩散的气流（见图1）。如果我们仔细地观测带有烟雾的自由射流，可以发现有如以下几个特性：

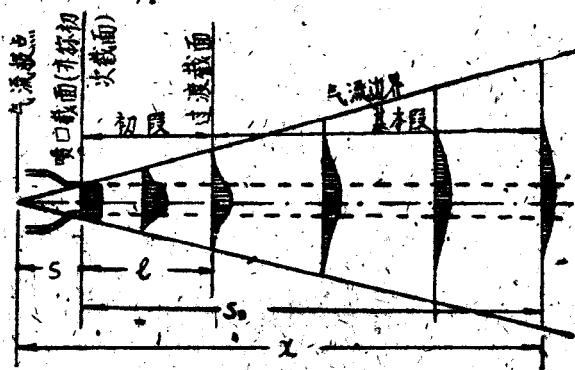


图1 圆形（对称轴心）自由射流的结构

(1) 气流自出风口流出后体积逐渐扩大，气流的宽度与至出风口的距离成正比。就是距离出风口越远，气流的宽度越大，反之则越小。

(2) 气流自出风口流出后，速度逐渐降低。

(3) 气流的比重与周围空气的比重相同时，则气流轴心

成直線。如比重不同，則气流軸心弯曲，气流的比重大于空气的比重（即冷气流在热空气中），气流軸心向下弯曲。反之，向上弯曲。

(4) 气流的靜压是不变的，并且与周围空气的靜压相等。因此，气流中所損耗的能量只是动能，即气流自出风口流出后，速度逐渐降低一直到最后消失。因为靜压不变，外力衡量为零，整个气流的流量不变。气流的速度所以降低主要是由于气流在流动时，其中逐渐渗入了周围的靜止空气。

2. 射流各个截面上速度分佈的情况

如果研究距出风口不同距离处的气流的各个截面的速度場，我們可以发现：

(1) 气流在流动中，随着湍流質量的运动而成为混合性气流。气流中的湍流質量是由于气流在流动中，逐渐渗入了周围的靜止空气而引起的。气流扩散部分渗入了周围空气，从而組成了气流的边界層。这样，气流的質量是增加了，但气流外围的流速逐渐降低。

(2) 气流外围混有周围空气所形成的湍流層的厚度是沿着气流的流动方向逐渐增加的。如在出风口处气流的截面，速度分布均匀，則上述的湍流層的厚度就等于零。气流的軸心为等速运动。但气流自出风口出来后，外围層厚度增加，軸心上等速的現象就縮小范围。最后，在气流全部截面邊緣都逐渐混有周围空气时，不但增多了湍流層，增长了气流的闊度，而且軸心速度也降低了。

(3) 在气流前进和流出的条件相同时，气流的扩张角与

气流的初速无关。

(4) 由于在不同的初速下, 气流的扩张角相同, 因此自直径不同的出风口流出的气流的速度场是一致的。而且, 如果我们用各个截面气流速度 v 与轴心速度 v_x 之比 ($\frac{v}{v_x}$) 作为纵坐标, 以纵向距离 Y 与当气流速度为轴心速度一半时的纵向垂直距离 Y_H 之比 ($\frac{Y}{Y_H}$) 作为横坐标, 所画出的任何截面的速度场曲线几乎都是相同的 (见图 2)。

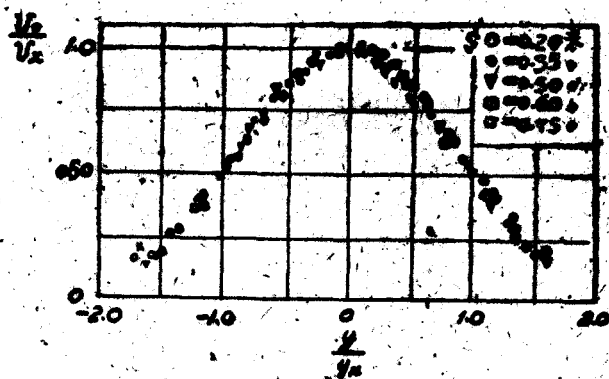


图 2 扁平射流的速度场

(5) 气流中湍流渗入越多, 则气流的初段越短, 轴心速度降低越快, 扩张角越大。关于气流初段的长度, 可根据下式计算:

$$\bar{l} = \frac{Kd_0}{\alpha}, \text{ 米}$$

式中: K ——实验系数, 对于圆形出风口的射流为0.355, 扁平型出风口的射流为0.515;

α ——扩散系数, 可根据出风口的型式由表5查知;

d_0 ——出风口的直径, 米。

所以, 当为圆形出风口时, 上式可改写为:

$$\frac{l}{d_0} = \frac{0.355}{\alpha}$$

3. 沿射流轴线上的速度变化

当射流扩散时, 它的边层和射流的轴心线成一定的角度。气流离出风口愈远, 它的宽度也就愈大。这个关系可以下式来表示:

$$\varepsilon = \frac{R}{\alpha X} \dots\dots\dots (1)$$

式中: ε ——气流宽度与气流至出风口距离的比值;

α ——气流的扩散系数, 其数值随出风口的型式而异, 详见表5;

X ——自极点至某一截面的距离, 米;

R ——射流内某一截面的射流半径, 米。

根据理论计算, 一般圆型出风口射流的 ε 值为3.4, 因此

$$R = 3.4 \alpha X \dots\dots\dots (2)$$

如将(2)式的左右两边各除以 X , 则

$$\frac{R}{X} = 3.4 \alpha = \tan \alpha \dots\dots\dots (3)$$

所以圓型出风口的气流扩张角的正切为

$$\tan \alpha = 3.4 \alpha \dots\dots\dots (4)$$

(5) 射流里面的压力等于周围空气的压力，因此在射流所有的各个截面上，气流的总动量应该相等。关于气流的轴心速度与气流中各截面的气流半径的关系，根据实验得出以下关系式：

$$\frac{R}{R_0} = 3.3 \frac{v_0}{v_x} \dots\dots\dots (5)$$

式中： R_x ——出风口的半径（即出风口处气流的半径），米；

v_0 ——出风口处气流的速度，米/秒；

v_x ——气流的轴心速度，米/秒。

如将(2)式中的 R 值代入(5)式中则：

$$3.3 \frac{v_0}{v_x} = \frac{3.4 \alpha X}{R_0},$$

$$\frac{v_x}{v_0} = \frac{3.3}{3.4} \frac{R_0}{\alpha X} = 0.96 \frac{R_0}{\alpha X} \dots\dots\dots (6)$$

因为射流中每个截面的气流半径与该截面至极点的距离成比例，即：

$$\frac{R}{X} = \frac{R_0}{S_0} \dots\dots\dots (7)$$

式中： S_0 ——某截面至极点的距离，米。

将(7)式代入(4)式，则