

# 蚕茧干燥时空气温湿度与茧质的关系

陈时若 程洪伟 金励征 张治禾 叶炳水

(浙江丝绸工学院)

**【提要】** 桑蚕鲜茧在干燥过程中,热空气的温湿度配置对茧质关系甚为密切。在自行设计制造的设备中试验表明,在我国当前沿用的二次干工艺中,对解舒率的影响,以头冲的温度占首位,其次是二冲的湿度,第三是头冲的湿度,二冲的温度占末位。温湿度对出丝率的影响较小。如适当提高二冲温度,减低二冲湿度,解舒率不会明显恶化,却能提高出丝率。作者认为,根据我国的制丝技术现状,采用头冲温度 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度 $\leq 10\%$ ,二冲温度 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度 $10\sim 20\%$ 是适宜的。

## 一、前 言

以热空气作为介质干燥桑蚕鲜茧时,热空气的温湿度应如何配置,过去有多人发表过研究结果,但差异较大。例如,过去主张温度不超过 $100^{\circ}\text{C}$ ,近年来,有逐渐提高的倾向。在日本,最高温度一般采用 $100^{\circ}\text{C}$ 或 $127^{\circ}\text{C}$ 。我省目前一般采用 $100\sim 105^{\circ}\text{C}$ 。我国也有主张将最高温度在不损伤茧质的条件下提到 $120^{\circ}\text{C}$ 甚至 $128^{\circ}\text{C}$ <sup>[1]</sup>。空气的相对湿度,日本在恒率期一般采用 $4\sim 6\%$ ,第一减率期 $8\sim 12\%$ ,第二减率期 $20\sim 25\%$ <sup>[2]</sup>。我国由于在蚕茧干燥设备中普遍未装湿度计,而采用“湿多多排,湿少少排”的操作方针。在苏联有主张采用高湿高温空气来干燥蚕茧的(温度为 $125^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 $20\sim 25\%$ )<sup>[3]</sup>,且已在ПКС-10型烘茧机中应用(前阶段温度为 $125^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 $25\%$ ,后阶段温度为 $95^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 $30\sim 40\%$ )<sup>[4]</sup>。

为寻找适合我国原料茧性状及制丝方针的蚕茧干燥工艺条件,我们对蚕茧干燥时的空气温湿度与茧质的关系进行了初步探索。

## 二、试验设备和试验方法

### 1. 试验设备

我们自行设计制造了试验设备,主要由空气流通系统,空气加热、加湿系统,蚕茧干燥室主体和电气控制系统等四部分组成(如

图1所示)。

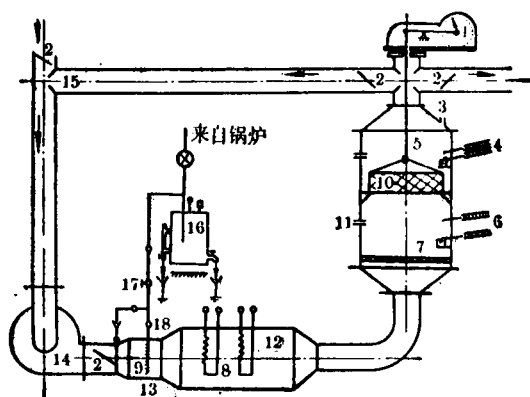


图1 试验设备示意图

1—秤量装置；2—风道挡板；3—湿球温度计连续加水孔；4—监察用干球温度计(同一水平)；5—干燥箱体；6—控制用干球温度计；7—导流板；8—电热丝；9—加湿孔管；10—茧篮；11—风速风压测定孔；12—加热器；13—加湿器；14—风机；15—风道；16—贮汽器；17—电磁阀；18—球阀。

设备全部为钢铁结构,外面覆有保温层。空气流通系统由引风机、吸排风风道及风道挡板等组成,用来供应或排除干燥时所用的空气。为了节省热能,部分热空气可循环回用。空气的加热及加湿系统,由电热加热器及蒸汽加湿装置等组成。蚕茧干燥室主体包括内径为800毫米的干燥箱体、铁丝网制成的茧篮和秤量装置等,可定时秤量,以查明蚕茧干燥情况。箱门上装有窥视窗,用以观察蚕茧干燥过程中的外观动态。此外,在箱体上设有测试空气温湿度的仪表和测定流速的小

孔，并装有测定和记录茧层及蛹体温度的仪表。用电气控制系统自动控制本设备的空气温度和相对湿度。风机的启闭和秤量装置的自动升降及湿度高限报警等电器也一并设在控制箱内。

### 2. 试验方法

取同一品种及相同饲养条件的样茧，打官堆后，一次秤准每只试样茧的重量(1979年为3500克,1980年为4000克,1982年为4500克)后，在低温通风处(1979年)或冰箱中(先装于塑料袋内,1980、1982年)待试。

试验时先调整好风速(0.5米/秒)和预定的温湿度，然后把内装待试鲜茧的茧篮放入干燥箱内，开始试验。试验中，每隔15分钟秤量一次，接近适干时则根据情况确定秤重间隔时间。秤时风机停止运行约1.5分钟。适干标准按 $((68.75 \times \text{鲜茧茧层率}) + 26.25) \%$ 计算，并按含水率加以增减。头冲以六成五干计。试验后的样茧委托缫丝厂进行茧质测试。

## 三、试验结果与分析

### 1. 试验结果

我们从1978年晚秋茧到1982年春茧为止，共进行了七期试验。1978年晚秋茧，我们系采用小土灶与73—1型灶进行对比试验。通过试验，主要解决了热空气相对湿度的测量问题<sup>[5]</sup>。1979年自行设计制造了蚕茧干燥试验设备后，进行了春、夏和中秋三期蚕茧试验。1980年对春、中秋两期蚕茧和1982年对春茧进行了试验。先后请杭州缫丝厂、杭州丝绸印染联合厂、湖州菱湖丝厂协助测试。结果如图2~9所示。

### 2. 试验结果的分析

(1)根据1979年的试验资料，在几乎相同的湿度条件下，头冲温度对解舒率的影响较为明显。头冲温度采用100℃与110℃时，其解舒率相差不多，用120℃时解舒率要低得多。二冲的湿度对解舒率的影响不如头冲

温度明显，且时高时低；二冲的温度对解舒率的影响不大，在大多数情况下，80℃优于90℃(对夏、中秋茧较明显；在同样湿度下，春茧也以80℃为佳)。就出丝率来说，变化不大，但在大多数情况下，二冲温度80℃时的出丝率稍高于90℃时，如图2~5所示。

(2)根据1980年春茧试验资料，也表明头冲温度对解舒率的影响较为明显。平温直干时，解舒率随着温度的增高而递减。无论是以同样湿度不同温度或同一温度不同湿度的平均值加以对比，都是如此。出丝率除90℃时反而比100℃时低外，从100℃到130℃，也随着温度的增高而递减。其关系如图6所示。

(3)考虑到头、二冲温湿度的不同配置，将会导致不同的解舒率和出丝率，我们将1980年春、中秋两期蚕茧以正交法设计了试验。1982年又以春茧在同样干燥条件下进行试验(扩大了组数)，并以 $L_9(3^4)$ 表列值进行分析。从计算结果看，在蚕茧干燥中，对解舒率的影响均以头冲温度为主要因素(极差最大)，第二是二冲的湿度，第三是头冲湿度，第四是二冲温度。对出丝率以二冲温、湿度为主要影响因素，但影响不甚明显。如图7~9所示。

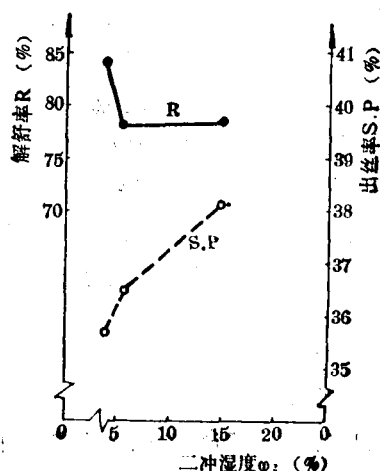


图2 1978年晚秋茧的出丝率和解舒率与二冲湿度的关系

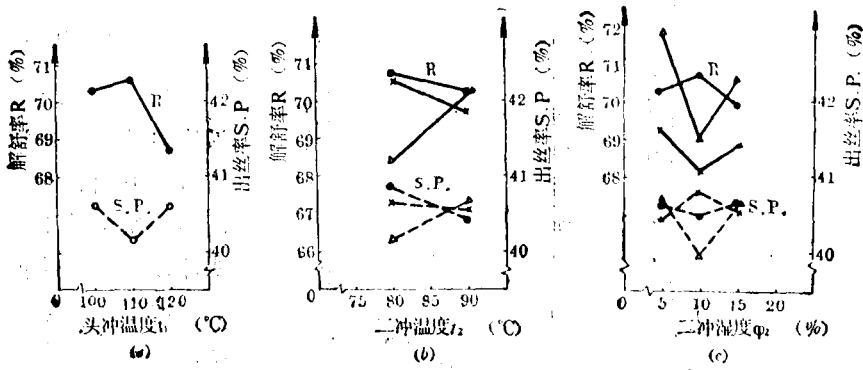


图3 1979年春茧的出丝率和解舒率与头、二冲温度及二冲湿度的关系(头冲湿度  $\phi_1=5\%$ )  
 ●— $t_1=100^\circ\text{C}$      $\Delta$ — $t_1=110^\circ\text{C}$      $\times$ — $t_1=120^\circ\text{C}$

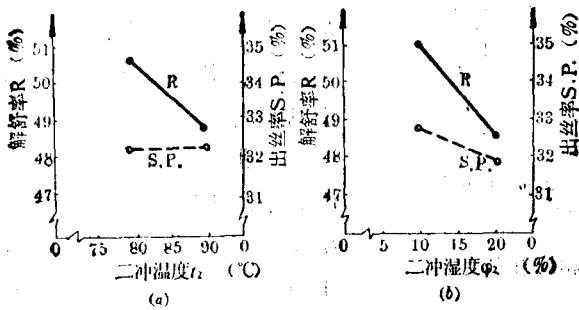


图4 1979年夏茧的出丝率和解舒率与二冲温湿度的关系( $t_1=110^\circ\text{C}$ ,  $\phi_1=4.3\sim 7\%$ )

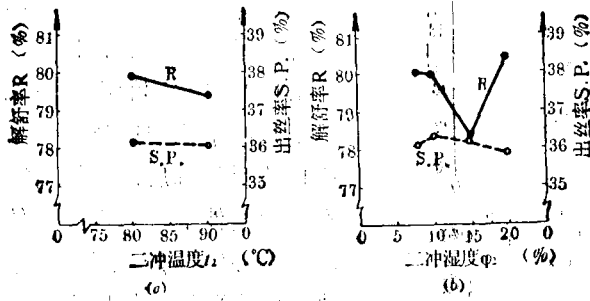


图5 1979年中秋茧的出丝率和解舒率与二冲温湿度的关系( $t_1=110^\circ\text{C}$ ,  $\phi_1=4\%$ )

(4) 从1980、1982年春茧的正交试验结果看, 在我们的试验条件下, 出丝率变化较小, 故以对缫丝厂制丝工艺的产、质量紧密有关的解舒率来选择最佳的干燥条件, 则头冲温度为 $100^\circ\text{C}$ , 相对湿度为 $10\%$ ; 二冲温度为 $80^\circ\text{C}$ 或 $90^\circ\text{C}$ , 相对湿度为 $10\%$ 。但考虑到 $100^\circ\text{C}$ 与 $110^\circ\text{C}$ 的极差较小, 认为头冲温

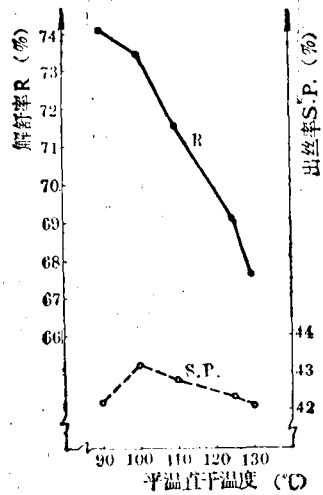


图6 1980年春茧的出丝率和解舒率与平温直干温度的关系

度可采用 $100^\circ\text{C}$ 或 $110^\circ\text{C}$ ; 二冲温度所产生的极差在四项极差中为最小, 可认为采用 $90^\circ\text{C}$ 为宜; 从极差看, 二冲的湿度以 $30\%$ 稍佳, 但因为与 $10\%$ 的极差相差不多, 故认为可采用 $10\%$ 或稍高为宜。这样, 将可使干燥时间缩短。

(5) 根据1980年中秋茧试验资料, 头冲温度以 $110^\circ\text{C}$ 为最佳, 需作进一步试验。

(6) 根据初步试验, 按苏联烘茧机的干燥条件<sup>[4]</sup>, 会使茧质恶化。但因试验次数不多, 尚不能作出结论。

(7) 在试验结果中, 干燥蚕茧的温湿度对洁净的影响不显著, 故不作分析。

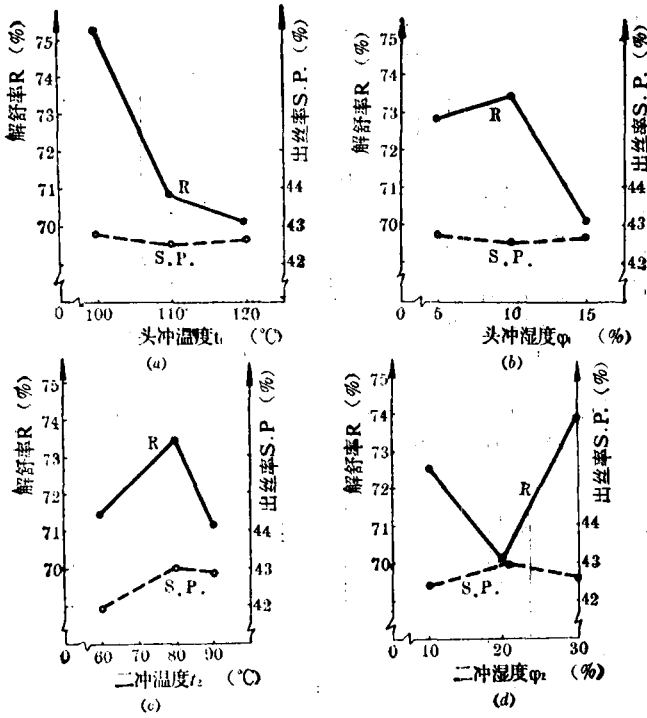


图7 1980年春茧(正交试验)的出丝率和解舒率与头、二冲温湿度的关系

#### 四、几点讨论

1. 蚕茧干燥时,空气的湿度对茧质的影响主要表现在解舒率方面。在我国当前广泛沿用二次干的工艺中,其中以头冲温度的影响占首位,其次是二冲湿度,第三是头冲的湿度,二冲的温度居末位。

2. 一般认为,在蚕茧干燥过程中,应使茧层的丝胶适当变性,使其溶解性减小,俾煮茧时有适当抵抗力,以减少丝条故障,提高出丝率,但如过度,则将使索绪效率降低,解舒严重恶化。蚕茧干燥的头冲温度如采用120°C或以上,解舒率将明显下降,因为在此情况下茧层的温度将超过100°C(约比空气温度低10°C左右),将使丝胶产生过度的变性。但是蚕茧干燥的最高温度,是与原料茧的性状、烘茧设备及制丝方针等紧密有关的。日本目前采用120~127°C的高温空气,主要是由于他们广泛采用了高速自动缫丝机后,在接绪能力有盈余的条件下,为提高出丝率而有意抑制丝胶溶失率的缘故。而我国目前仍以立缫机为主,煮茧技术上对解舒率低下的原料茧采用补正手段还不多,为避免蚕茧干燥时解舒恶化,以采用温度为100~110°C的空气为宜。

3. 日本现行的蚕茧干燥理论认为,蚕茧干燥后阶段,特别是临近干燥结束一小时左右,此时由于蛹体蒸发的水分

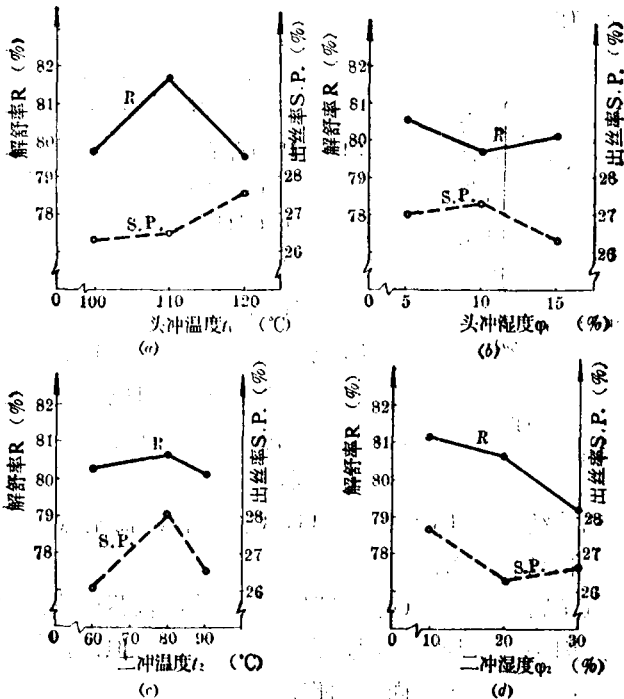


图8 1980年中秋茧(正交试验)的出丝率和解舒率与头、二冲温湿度的关系

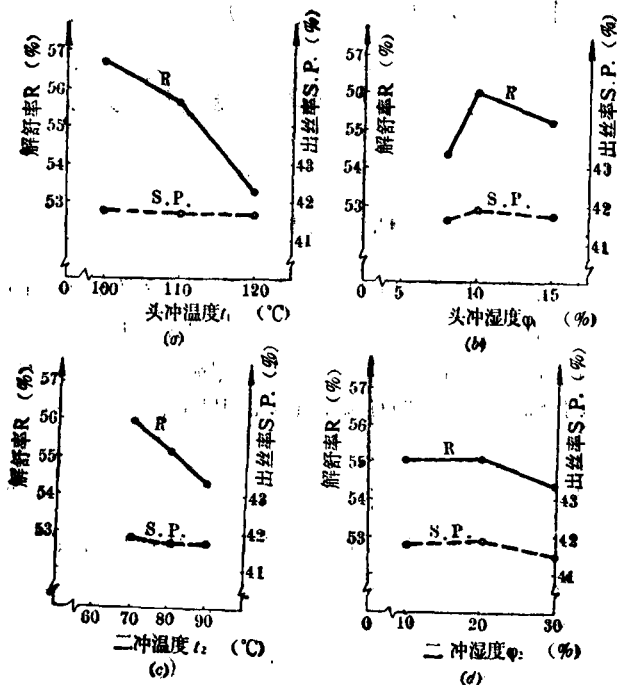


图9 1982年春茧(正交试验)的出丝率和解舒率与头、二冲温湿度的关系

已很少,且蒸发速度缓慢,如此时空气的温度较高,湿度较低,则茧层的回潮率过低,将使丝胶发生第二次变性。为此,日本一般将后阶段温度控制在 $60^{\circ}\text{C}$ 以下,相对湿度在 $20\sim 25\%$ 。但根据我们在这几年的试验结果看来,后阶段温度 $60、70、80$ 或 $90^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度 $10、20$ 或 $30\%$ ,对解舒的影响并不明显。

4. 空气温湿度对出丝率也有影响,在我们的试验条件下,头冲温湿度的影响小于二冲温湿度。适当提高二冲温度,降低二冲湿度,不会使解舒率明显恶化(有时反而提高),却能提高出丝率。在此条件下,烘力也大为提高。因此,我们认为,在当前情况下,我国

采用下列蚕茧干燥条件是适宜的:头冲温度 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度 $\leq 10\%$ ;二冲温度 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度 $10\sim 20\%$ 。

本试验先后承杭州缫丝厂、杭州丝绸印染联合厂、菱湖丝厂协助茧质鉴定,本院制丝教研室部分同志及电工教研室宋鸿亮同志参加过部分工作,在此一并致谢。

### 参考资料

- [1] 王天子:《我输日干茧的日检成绩剖析》,1979。
- [2] 沈达仁摘译,《鲜茧干燥》,1979年。
- [3] «Текстильная Промышленность», 1959, No.10, P.25。
- [4] М. Д. Черный: «Кокономотание и Шелководство», 1963。
- [5] «浙丝科技», 1979年, No.2, “关于蚕茧干燥时热空气相对湿度的测定”。