

# 印染工业的实用节能和回收方法

王 沂 南

(全国印染工业科技情报站)

**【提要】** 印染工业的能耗大部分用于织物干燥、水洗及热处理，以及排气、排水及散热损失等。作者针对印染厂的特点，从实际应用出发进行介绍和评论。

印染工业的能源使用情况，根据联邦德国经济部调查表明，织物在染整加工过程中所消耗的热平均为 14.5 千瓦时/千克织物，粗略地估算是纺织工业全部能耗的 70%，其中用于湿处理有 9.4 千瓦时/千克织物，约占 65%，用于干处理有 5 千瓦时/千克织物，约占 35%。

美国在染整加工过程中，每小时耗能 1,455,000 千卡，其中用于水份蒸发占 48%，空气加热占 28%，电机传动占 12%，织物加

热占 10%，热量损耗占 2%。前两项占总能耗的 76%，因此降低能耗最有效的办法是降低织物上的水分来减少蒸发所需的能量。

日本中小型印染厂耗能情况：织物加热占总能耗的 16.6%，织物干燥占 17.2%，排液损失占 24.9%，此三项已占全部能耗的 58.7%。因此，应将减少织物上的含水量，减少干燥用蒸汽和回收排液中热量作为节能重点。

我国印染工业有不少老企业，能耗高、浪费大，与先进企业相比，相距较大。从单

位产值的能耗来比,甚至相差3~4倍,即使是新厂新设备,由于设备不够先进等因素,其能耗也较大,迫切要求改进提高。

一个完整的能源利用过程,包括能源的转换、传输、使用和回收四个环节。本文重点以印染工业能源的使用和回收等方面,从实用角度出发加以论述。

## 一、加工工艺和设备的节能

### 1. 脱水及低给液节能

在印整工艺中,有些织物需经过4~8次的干燥工序,而干燥的能耗和费用主要取决于织物含水量的多少,用干燥方法脱水比轧辊脱水的费用要高50~225倍。因此,我们应尽量采用机械的方法多去除一些织物上的水分,剩余少量的水分可用干燥方法来完成。去除水分的方法大致有下列五种方法:

(1) 机械挤压水分:最简单的方法是用轧辊挤压除水。轧水效率的优劣取决于轧辊的材料、硬度、压力、织物组织和纤维材料等。

通常轧辊的包覆层约15毫米厚,当硬度为肖氏80度(A),它将使纯棉织物的轧余率达到70~75%,不同硬度的轧辊压轧织物,其轧余率也不同。

自从有了聚氨酯轧辊,其包覆层仅8毫米厚,硬度为90度(A),它既有狭的轧点,又对织物表面结构有允许的弹性,织物不致损伤。实践证明,轧余率能从75%降至55%,但此辊只能在60°C以下使用,且价格比普通轧辊高60~70%。

(2) 气体流动除水:气体脱水方法分减压抽吸和加压吹散两种。用作脱水时,此两种方法都可采用,但用作给液时,为了便于收集多余液体,则以减压法为有利。

提高气体的脱水效果,重要的是控制空气的流速和流量,而不是真空度。最近,减压脱水机也有用大型鼓风机来取得高脱水率的倾向,如F-Vac公司的MVS型自动密封真空狭缝吸水装置。

狭缝式真空吸水是利用气流的抽吸达到脱水的目的,它不会损伤织物,但不适用于紧密或疏松织物,又布边两端的狭缝不能随织物移动很好地遮盖,往往造成脱水效果不够理想。由于吸力的影响,织物经向张力较大。为了改善织物的张力,产生了圆筒型吸水方式,即织物包覆于转动的有孔圆网辊上,辊筒内有一固定真空吸水狭缝,它适用于易变形或不宜压轧的织物(如针织品、绒类等),适用于疏水的合成纤维,而不适用于亲水性的天然纤维。

(3) 毛细管脱水:最早有Messik法,它是利用一层干布和一层湿布同时进入J形箱,两层布紧密接触后干布吸收湿布上的水分,每通过一次可减少一半水分,但干湿程度不易控制,所以没有大量推广应用。

联邦德国Klenewefers公司的Hydrofuga是用两条吸水性良好的环状无纺布,它背面粘合棉织物,织物夹在两条环状布之间进行毛细管脱水,与传统的高效轧车比,轧余率可降低一半左右,车速低时脱水效果好,这对毛细管吸水和受压后恢复有利。车速与织物纤维种类有关,棉织物亲水性好,比涤纶织物受车速的影响较大。

英国的Roberto轧辊系利用无纺布与乳胶制成的高弹性微孔轧水辊,压轧时织物表面一部分水分被轧辊表面微孔吸附,此轧辊有发展前途,尤适宜于老厂改造,

通过上述三种脱水方法的比较,结合我国国情和结合老厂改造,以采用挤压水分的方法为宜。可从轧辊包覆材料,如微孔轧辊、贝纶轧辊或聚氨酯轧辊等进行研究、改进和推广应用。

(4) 低给液方法:用少量的给液量供给织物,可以降低干燥能耗。近年来较感兴趣的是泡沫给液法,利用空气来稀释液体形成稳定的泡沫,降低织物含水量来达到节能的目的。目前有三种设备:① UMM公司泡沫给液装置;② Gaston County公司的FFT法

的泡沫给液机, ③ Küsters 公司的泡沫给液机, 后两种设备国内已有, 正在推广应用中。

(5) 湿-湿工艺: 湿布丝光较易推广实现, 要求浸碱前织物含水量尽量少, 便于控制碱浓和减少蒸碱负荷; 轧碱槽分格且容积大些, 对控制碱浓有利。湿-湿工艺常用于前处理及整理方面。该工艺已引起染整工作者的重视, 因在整个染整过程中可减少烘燥次数。

## 2. 烘燥节能

接触式烘筒烘燥机与热风式烘燥机相比, 热效率一般是72%比45~50%, 由于节约了未被热风带走的热量, 至今仍被广泛应用。

热风烘燥机所耗能量可分成: (1) 加热织物上水分所需热量; (2) 蒸发织物上水分的热量; (3) 加热蒸发水分升到排气温度的热量; (4) 新鲜空气升到排气温度的热量; (5) 织物升温至接近热风温度的热量; (6) 设备散热量。以前面三项所耗热量最多, 超过60%左右, 其次是加热新鲜空气的热量, 约占30%。因此, 要提高烘燥效率必须减少烘前织物上的水分。影响热风烘燥的主要因素是热风喷出的速度、热风温度、热风湿度和喷嘴的形式。现从控制烘燥机的排气量和提高烘燥温度两方面来讨论。

(1) 烘燥机的排气量: 织物在烘燥或热处理中, 当循环热风中湿度达到一定限度时, 将被连续排出一定量的湿热空气, 同时也有等量的新鲜空气通过进风管或进出布口的缝隙中补充进来, 因此必须知道排气中湿度的含量, 以便控制排气量在合理的技术和经济水平上。

通过烘燥排气中湿度的测量, 可在排气管道中改变调节阀的开启位置或改变排气风机的电动机转速。由于简单排气调节阀不是线性的, 故不宜使用。从能量利用方面来看, 通过阀门来控制风量也是不够满意的, 比较实用的方法是控制排气风机的转速, 因风机

的转速与排气量成正比。控制排气达到节能的目的, 取决于最佳的排气量和机台上排气量两者之间的差异, 随着织物重量、纤维种类、织物宽度和加工工艺的不同等因素, 在生产时经常发生变化。经测定, 每千克排气量中湿度低于50克, 其成本急剧升高, 而烘燥能力提高甚微。

(2) 提高烘燥温度: 烘燥的热风温度常在140~150°C之间。经调查表明, 要降低烘燥成本取决于循环热风中湿度和热风温度的提高。例如, 温度为140°C、湿度为70克/千克的热风, 其烘燥成本为100%; 当温度为180°C、湿度为200克/千克的热风时, 其费用仅80%。因此只要不影响织物质量, 应在尽可能高的温度和最合适的湿度条件下烘燥。

## 3. 小浴比节能

在染色加工过程中, 加热液体所耗能源约占总能源消耗的35~65%, 固着和焙烘所耗能源约占25~60%, 而液体循环仅占10%左右。因此, 将热水消耗量减少至最低限度, 对节能有利。

浴比降低后, 对染色的要求就提高, 只有在保证染色质量的前提下, 减少浴比才算取得成功。降低浴比不仅节约用水及能耗, 且有效地充分利用染料和助剂, 也节约了染化料。要降低染色的能耗, 首先是减少染液量, 其次是降低染色温度, 三是利用回收热量, 四是减少染色机的散热。

小浴比开始作为缩短染色时间的手段, 后来因节能效果大, 才成为节能的染色方法。在相同的管径、泵和热交换器的情况下, 可加快供、排液及缩短升、降液温的时间, 还可增加染液的循环次数来达到快速染色的目的。

## 4. 水洗节能

过去平洗机多为直导辊式, 近年来出现了横导辊式, 据介绍后者具有良好的洗涤效果和节约用水等优点。有人进行对比试验认

为：除织物运行方向不一样外，其它在完全可比条件下进行，得出洗涤效果与单位耗水量对织物的运行方向无关，但与温度、容量和洗液的流动方向有关。

### 5. 缩短工序的节能

除前面谈到的湿-湿工艺外，缩短工艺还有退浆和煮练一步法工艺、转移印花工艺等。后者系利用转移纸来转移花型，它具有图案质量高和翻改花型方便，比常规印花可省去蒸化、洗烘工序，又无污水产生等优点。但我国限于纸张供应等问题，它的推广应用将受到限制。涂料印花也能节省蒸汽和水，但粘合剂的质量等问题有待于改进提高。

## 二、热的回收利用

在染整加工过程中，可从拉幅干燥机、定形机、染色机、水洗机排出的热气或热水中回收利用热量，通过热交换器将热量转换给新鲜空气或水。热交换器回收热量有两种型式：

### 1. 蓄热式(再生式)热交换器

蓄热式热交换器被广泛用在气/气热交换中，实践证明热轮热交换器是一种最经济实用的装置。它是一个旋转轮子，用不锈钢制成波纹带和平面带叠合而成，将此两层带同时卷绕于轮子轴上，轮的直径为1.2~2.0米，轮厚30厘米，以每分钟10转的速度旋转。烘房排出热空气与进入的新鲜空气分别从轮的上、下两部分，以相反方向进入热轮。排出气的热量在短暂时间内贮存于热轮中，转动后传递给另一管道的新鲜空气。

### 2. 同流式热交换器

这是气/水热交换器中热回收效率最高的一种，操作和维修方便。青岛第四印染厂的热熔染色机上已引进应用。

## 三、其他节能措施

### 1. 热轧

热轧的脱水效果比冷轧要高，因水的粘度随温度升高而急剧下降，就有更多的水分从织物中压轧出来。例如，水从20°C升高至100°C，水的动粘滞度从1.0降至0.3( $\times 10^6$ 米<sup>2</sup>/秒)。经试验表明，轧水时95°C比20°C脱水效果可提高8~20%。

### 2. 微机的应用

Babcock公司在拉幅干燥机、定形机、热熔染色机上装有微机调速装置，以达到最佳工艺条件、节能和最低的生产成本。试验表明，定形时织物内部达到规定的定形温度比表面温度迟2.0~2.5秒，用微机控制在达到织物表面温度后3.0秒钟即可。这样可提高劳动生产率25%，降低成本16%，织物的能耗也相应降低。

### 3. 控制蒸汽流量

蒸发机或汽蒸反应箱加工织物时，往往有大量蒸汽被浪费。有一种蒸汽流量自动控制系统，不受织物的重量、温度、湿度、蒸汽压力及热量损失的影响，可自动调整蒸汽量以适应工艺条件的变化。经试用此装置后可节能达20%。

### 4. 印花固色用热空气代替蒸汽

在悬挂式蒸发机中，蒸汽作为热载体和带出易挥发物的介质。如用高温空气代替蒸汽来固色，可达到同样的效果，这已由BASF和Sandoz所证明，而且成本要降低很多。但应用时，应注意印花乳化浆料中，如含有碳水化合物如石油溶剂时，由于空气量的增加会有爆炸危险。

## 参 考 资 料

瑞士《国际纺织通报——染印整》，1983, No. 3, p. 69~86.