

浅析泵与液流染色机的关系

厉 德 山

(苏州纺织机械厂)

【摘要】 本文着重介绍染液循环泵的自吸性能与液流染色机的关系及判断泵自吸性能的方法, 从而进一步探讨高温高压液流染色机用于常温常压染色的可能性。

在各种液流染色机中, 如被染物静置的筒子染色机、经轴染色机和被染物运动的溢流、溢喷、喷射染色机等, 染液循环泵是最关键的部件, 因其作用是使染液循环流动并强制向被染物内部渗透。泵的性能直接影响着染色质量。

一、染色工艺对泵的要求

匀染是染色质量的主要指标之一。随着小浴比和快速染色的发展, 液流染色机所用泵的流量越来越大。大流量泵除可增加单位时间内通过单位重量被染物的染液量外, 并能使染液较均匀地通过被染物。同时大流量泵使热交换器的热量能较快地传给染液与被染物, 非但提高了染液的升温速度、缩短了整个染色过程所需时间, 而且有助于染液温度均匀。例如国外有的染色机其染槽内的温差能保持在 1°C 之内, 从而有利于被染物匀染。一般来说, 这类染色机的浴比越小、染液升温速度越快、则需要泵的流量越大。常见的这类染色机, 其被染物所需的染液量如表 1 所示。

不同类型的液流染色机所需泵的扬程不尽相同(见表 1)。若扬程太低, 染液将无法穿透被染物而容易造成色花, 但扬程太高则又会损伤被染物, 使其手感变差。

对于涤纶纤维及其混纺织物等是在高温高压下染色的, 泵抽吸的染液温度可高达 130°C 左右。而常温常压染色, 有时染液温度也接近 100°C (在高原地带, 由于气压下降, 水的沸点下降, 故常温常压染色机的应用将受到限制, 除非采取低温染色工艺)。通常泵的吸水高度随被吸液体温度的升高而下降, 因此必须十分重视染色机用泵的自吸性能。在高温高压染色机中由于容器内压力高于大气压, 所以对泵的自吸性能无特殊要求。而在常温常压染色机中, 如果泵的自吸能力较差, 当染液温度超过 90°C 后, 泵将发生汽蚀现象,

表 1 织物在各类染色机中所需染液量及泵扬程

染色机种类	浴 比	染液量 [l/min· kg]	扬 程 [m]	备 注
筒 子	1:6~1:10	40~70	12左右	小浴比所需染液量大
经 轴	1:15	40~50	12左右	
溢 流	1:6~1:12 1:16	15~20、 40左右	10左右	大浴比大染液量用于真丝绸
溢流喷射	1:5, 1:15	20、50 左右	25左右	大浴比大染液量用于真丝绸
轮胎式喷射 (无提布辊)	1:8	20左右	40左右	
其它喷射 (有提布辊)	1:5~1:12	12~20	25左右	小浴比所需染液量大

使泵的流量、扬程明显下跌而达不到正常染色的要求。例如有的常温常压染色机当染液温度接近 100°C 时, 喷口处容易产生堵布现象。这是由于泵的流量下跌而使喷口处染液流速与提布辊线速度不再同步所造成的。这不但影响染色质量, 而且泵本身也会受到严重的侵蚀(又称汽蚀), 根据笔者的经验, 在各类常温常压液流染色机中, 泵的吸水高度最好能大于 6m 水柱。

二、泵的选用方法

选取液流染色机的染液循环泵, 主要是根据所需要的流量、扬程以及吸水高度, 而不是根据泵的进出口直径等外形尺寸。

有些进口染色机上的铭牌标有泵的流量、扬程和转速等主要参数, 这就便于借以选取国产泵, 以保证泵的比转数不变。泵的比转数, $n_s = 3.65(n_s \sqrt{Q}/H^{3/4})$ 。式中, n 为泵的转速; Q 为流量; H 为扬程。因为只有当泵的比转数相同时, 所选用泵的性能才比较接近样机所配泵的性能。对于常温常压染色机则必须对其泵

的自吸能力进行估算。一般来说，铭牌上并不标出泵的吸水高度，但我们可以根据公式(1)、(2)、(3)估算出进口泵的吸水高度，从而对国产泵提出相应的要求。

$$H_{最大} = (P_a - P_s)/\rho - h_{c0} - (C_1^2/2g) - \Delta H \quad (1)$$

式中： (P_a/ρ) 为大气压水头； (P_s/ρ) 为液体的饱和蒸汽压力水头(取20°C时饱和蒸汽压力水头为0.24m)； h_{c0} 为吸水管中的水头损失(估算泵吸水高度时可不计)； $(C_1^2/2g)$ 为泵吸口处液体速度水头；(流速 C_1 可根据泵流量和吸水口内径截面积求得， g 为重力加速度)； ΔH 为避免汽蚀发生的安全系数。

$$\Delta H = \sigma \cdot H \quad (2)$$

式中： H 为泵的扬程，单位为m。

$$\sigma = 0.001218(n^4/3 \cdot Q^2/H) \quad (3)$$

式中： n 为泵转速r/min， Q 为泵流量m³/min， H 为泵扬程。

如果进口样机上不标明泵的流量和扬程，则可将泵送到水泵厂实测泵的性能。这种选泵方法显然要比第一种方法更可靠。我们知道，泵铭牌上所标的流量和扬程只是泵在最高效率点时的性能。所以具有(名义上)相同流量和扬程的泵，它们的扬程、流量特性曲线并不一定完全相同，更不用说其它性能曲线会完全一致。不同品种的被染物所需的染液量是不同的。例如在筒子染色中，各种不同纤维所需染液量如表2所示。

表2 各类纤维在筒子染色中所需染液量

纤维种类	所需染液量 [l/min·kg]	
	松式	紧式
棉	24	48
羊毛	24	36
涤棉	30	42
锦纶	30	42
腈纶	30	48

示是不同的。在同一台染色机中，只要改变流量控制阀的开度就可以改变染色所需的染液量。在实际使用中，泵的工作点A是染液循环系统的阻尼曲线与泵性能曲线的交点(见图1)，A点并不是固定不变的。可见相似的流量扬程性能曲线可使泵的动态性能更接近于样机。而选用泵时，如果设计者对泵的各种性能并非十分了解，则在研制染色机的过程中很可能会达不到预期的设计要求。例如国产的MD211型常温常压溢喷染色机，由于设计者忽视了对泵自吸性能的要求

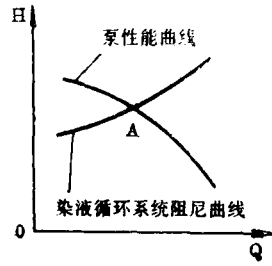


图1 泵性能曲线与染液循环系统阻尼曲线图

以致失败。笔者曾根据以上介绍的公式估算得MD211染色机的100F-23型泵的吸水高度仅仅为5m左右显然其自吸能力稍微差了点。

三、泵在染色机中的安装要求

泵的安装，主要应考虑如何避免在染色过程中发生汽蚀现象(即自吸能力变差)。对此可采取如下措施。

1. 染色机用泵抽吸的是高于常温的染液，当染液温度较高时，公式(1)中的 P_s 值将增大，而使泵的实际吸水高度下降。通常当泵抽吸70°C以上的热水时，就应采取倒灌的安装方式。因此为了保证泵在染色过程中正常工作，应该将泵安装在染槽底下，只要结构允许，这个位置显然低些为好。

2. 尽量减小公式(1)中 h_{c0} 值，即尽量减小吸水系统中的水头损失。其具体方法有：(1)缩短吸水管长度，以便减小阻力损失。(2)增大吸水管直径，这样不但可以减小吸水管中的阻力损失，而且还可使吸水管中的染液流速降低，使 $(C_1^2/2g)$ 减小，有利于提高泵的实际吸水高度。(3)应避免在泵的吸水管路上开孔，也不允许吸水管路存在渗漏现象，以免混入空气造成汽蚀，影响自吸性能。(4)吸水管应由钢管制成而不要用钢板卷制，(5)染液流经热交换器(特别是过滤器)时，受到的阻力较大，因此决不要将热交换器和过滤器安装在泵的吸水管路中，而是应将它们安装在泵的出水管路中。对于这一点，染色机设计者们应特别引起重视。笔者曾经看到香港某公司制造的一种喷射染色机，将热交换器和过滤器安装在泵的吸水系统中，结果在江西某厂调试时果然遇到了麻烦。

(6) 如果吸水管直径大于泵吸口直径，则可采取图2所示的偏心锥管连接法，并使倾斜的母线在上方。

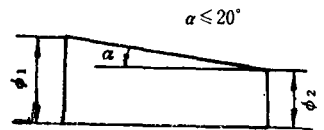


图2 泵吸口过渡段结构示意图

(7) 在泵的吸口处决不要直接安装平置的

弯头，而应在弯头与吸水口之间加接一段直管，其长度至少为管径的2倍。

四、结 语

根据以上介绍，我们已经知道高温高压液流染色机和常温常压液流染色机相比较，其主要区别在于对泵的吸水高度要求有所不同。常温常压液流染色机所用的泵要求其吸水性能较好。因此如果某种高温高压液流染色机所选用的泵吸水性能很好(吸水高度大于6m水柱)，而且泵的安装又符合上述要求，笔者认为只要将其染槽门盖敞开，使之成为常温常压状态，就可用作常温常压染色。对于各纺机厂来说，选用吸水

性能好的泵可使高温高压液流染色机也适用于常温常压染色，能实现一机多用，扩大使用范围。另一方面对已有的高温高压液流染色机所用的泵按上述公式验算其吸水高度：如果其吸水高度超过6m水柱，那么使用厂是可以将其兼作常温常压染色的。特别是一些高原地带的使用厂，则可采取关闭高温高压液流染色机染槽门盖的方法，使机内压力达到标准大气压，换言之即将染液温度控制在接近100℃，即可进行常温常压染色，如能成功，其经济效益也是相当可观的。