

高压浆料 HLMS-1 的研究

唐龙贵 兰锦华 黄柏龄

(西北纺织工学院)

【提要】 HLMS-1 浆料是一种改性淀粉,它具有高浓度、低粘度的特性,能满足高压压浆上浆的工艺要求。高压压浆上浆节约热能达44.4%,且高压浆力对浆纱的强力、伸长及耐磨性等物理机械性能无明显影响,可满足织造的工艺要求。

在纺织生产中,浆纱是个热、湿加工过程,它的热能消耗量约占整个纺织工厂能源耗用量的10~20%。浆液准备(煮浆和浆液保温)耗用的热能 w_1 和烘房蒸发水分耗用热能 w_2 ,可分别用下列公式表达:

$$W_1 = \frac{2.512N_1 \cdot \nu \cdot m \cdot \eta_c \cdot k}{10^4(1+\varepsilon)(1+W_\phi)} (T_2 - T_1) \cdot \left(\frac{S}{S_0} - 0.6S + 0.4 \right) \quad (1)$$

$$W_2 = \frac{1.354 \cdot N_1 \cdot \nu \cdot m(1+S) \cdot \eta_c \cdot k}{10 \times (1+\varepsilon)(1+W_\phi)} \left(\frac{W_u - S}{1+S} - W_\phi \right) \quad (2)$$

式中: N_1 为经纱的特数; ν 为浆纱机车速(米/分); m 为总经根数; S 为上浆率; S_0 为浆液浓度(含固量); W_ϕ 为浆纱回潮率; ε 为浆纱伸长率; η_c 为浆纱机的生产效率; K 为能耗系数; W_u 为浆纱的压浆率(压出加重率); T_1 为淀粉液初始温度; T_2 为浆液温度; W_1 和 W_2 为千焦/小时。

W_1 和 W_2 分别占浆纱总耗热能的20%和80%。因而,对于浆纱工序节能的研究具有重要的现实意义。

由式(1)和(2)可知,浆纱的热能耗用量与上浆率成正比,与浆液浓度成反比,与浆纱的压浆率成正比。因此,提高浆液的浓度和降低浆纱的压浆率会减少湿浆纱进入烘房所带的多余水分,可以显著节约浆纱的耗能。

经纱的上浆率 S 、浆液浓度 S_0 和浆纱的压浆率 W_u 的关系式如下:

$$S = A \cdot S_0 \cdot W_u \quad (3)$$

式中: A 为修正系数。

采用高压压浆上浆,可以在保证上浆率 S 一定的条件下,使压浆率 W_u 降低,浆液浓度 S_0 提高,从而达到节能目的。

目前,使用的淀粉浆,由于浆液浓度 S_0 的提高会恶化浆液的流变性,从而影响浆液的浸透性,使浆纱质量下降,因而它不能满足高压压浆上浆时的高浓度、低粘度的工艺要求。我们对淀粉改性研究的结果表明:淀粉经过 NaBO_3 处理后,能使浆液在增加浓度的条件下,保持其良好的流变特性和粘度的热稳定性,适用于高压压浆上浆。

一、 NaBO_3 对淀粉氧化作用的机理

1. 淀粉的化学结构

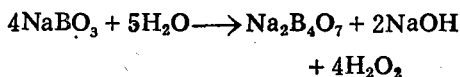
淀粉是由 $\alpha\text{-D}^{(+)}$ 葡萄糖糖基通过甙键联结而成的高分子化合物。淀粉中因甙键位置的不同,而形成两种性能相差较大的直链和支链淀粉。直链淀粉只有 $\alpha\text{-1,4}$ 甙键,它在水溶液中呈螺旋状结构,其规律为每6~8个基环作一次循环,其浆膜的柔韧性好。支链淀粉不仅具有 $\alpha\text{-1,4}$ 甙键,而且还有少量的 $\alpha\text{-1,6}$ 和 $\alpha\text{-1,3}$ 甙键,它在水溶液中呈立体结构。它形成的浆液粘附性好。玉米淀粉颗粒的外观呈多角形,淀粉粒内部具有结晶结构和无定形结构,其结晶度约60%。

红外光谱图表明:淀粉大分子中存在着

O-H 伸缩振动, 六环糖的 C-O-C 反对称伸缩振动和伯、仲醇的伸缩及变形振动 (波数分别为 3411, 1081, 1156) 等。在淀粉的改性处理中, 易在这些部位发生作用, 达到改性的目的。

2. NaBO₃ 对淀粉的氧化作用

氧化剂的种类较多, 根据对淀粉的氧化作用形式, 可分为选择性和非选择性两大类。以前采用过的氯胺 T、漂白粉和次氯酸钠等属于后一类。NaBO₃ 是一种非选择性氧化剂, 它的水溶液呈碱性, 水解作用如下:



水解产物 [O] 为活性氧。它对淀粉起到氧化和分解作用。Na₂B₄O₇ 具有对淀粉的防腐和一定的分解作用, 且能促进成膜, 有助于经纱上浆率的降低。NaOH 有利于淀粉的充分氧化, 起到缩短氧化时间和简化工艺过程的作用。

淀粉经过 NaBO₃ 氧化, 其分子内引入了新的官能团—COOH 和—CHO, 同时发生了分子链的断裂。这样分子间的氢键及运动活性发生了变化, 使浆液的流动性好, 粘度低, 浸透能力强, 不易凝冻, 增大了分子的溶剂化作用, 使浆液的稳定性提高。在高浓度条件下, 具有良好的流动性, 使之在高压压浆上浆中, 有利于降低压浆率, 减少烘房蒸发量而节能。

NaBO₃ 价廉, 与淀粉的作用无毒性, 操作简单, 对调浆设备无特殊要求。

二、HLMS-1 浆料的性能

NaBO₃ 与淀粉作用所得的 HLMS-1 浆料, 其性能受 NaBO₃ 用量, 反应温度, 反应时间等各种因素的影响。通过正交试验及方差分析, 多重比较分析表明: 在确定的条件下, NaBO₃ 与淀粉作用随其用量的增加, 作用程度增大, 如图 1 所示。图中: D. O 为淀

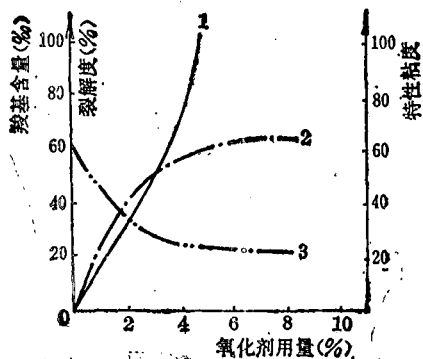


图1 氧化剂用量对淀粉氧化作用程度的影响
1-淀粉氧化后的羧基含量(D.O); 2-淀粉氧化后的裂解度(α); 3-淀粉的特性粘度([η])。

粉经过氧化后羧基的含量; [η]为特性粘度; α为裂解度:

$$\alpha = [([\eta_0] - [\eta]) / [\eta_0]] \times 100\% \quad (4)$$

式中: [η₀]为原淀粉的特性粘度; D.O、[η]、α反映了 HLMS-1 浆料的氧化作用程度。

淀粉经过氧化处理后, 其分子结构发生很大变化, 水溶性增加, 所形成的稀溶液表面张力随其浓度的增大而下降。在温度24°C时, 测定结果如图 2 所示。显然, 浆液表面张力的降低改善了它对经纱的润湿作用。试验表明: HLMS-1 的浆液呈高浓低粘特性。其热稳定性好, 在浓度为12 ± 0.1%, 温度为98 ± 1°C时, 浆液保温8小时后仍保持原有的粘度特性。

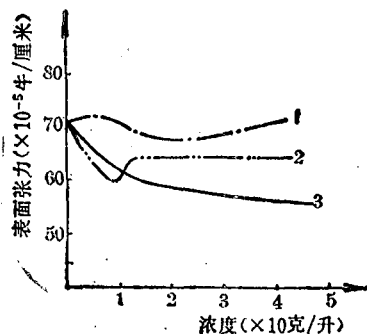


图2 HLMS-1浆料的表面张力与浓度的关系
1-NaBO₃稀溶液; 2-原淀粉液; 3-HLMS-1浆液。

浆液蒸发水分形成浆膜的过程是一个物理过程。当 NaBO₃ 与淀粉起氧化作用时, 产

物 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 能进一步作用生成 H_3BO_3 。

硼酸能与淀粉中的羟基发生反应，形成多分子氢键，促进成膜。另外，氧化作用后，淀粉分子结构的变化，改善了浆膜的物理机械性能，用 INSTRON 电子强力仪测定的结果见表 1。

表1 浆膜特性

氧化剂用量(%)	0	1.0	2.0	4.0
断裂强度 (牛/厘米 ²)	451.68	953.9	506.0	295.7
断裂伸长(%)	4.10	3.26	5.52	5.86
弯曲强度(次)	28.2	29.6	31.1	38.0

氧化淀粉的粘着性随着氧化作用程度的增加而下降(见图 3)。

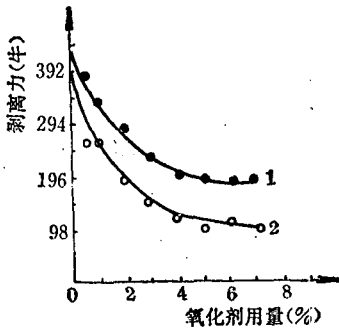


图3 氧化剂用量对浆液粘着性的影响
1-20.1/20.1特平布粘着；2-T/C44.9×2/20.8特涤卡布粘着。

回归分析表明：浆液的浓度 S_0 对其粘度 η 的影响满足正指数关系，在氧化剂用量为 4% 时， $\eta = 0.342e^{(5.44 \times 10^{-3} S_0^2 + 0.166 S_0)}$ ，全相关系数为 0.9974。

三、HLMS-1 浆料的生 产实践与经济效益

1. 压浆辊的压浆力对浆纱性能影响

在自制的小浆纱机上，利用杠杆压浆装置，改变压浆力，选压浆辊表面硬度为 65° (邵氏)，对 27.8 特和 14.5 特两种棉纱进行高压浆力的上浆试验。

试验表明：采用高压压浆上浆，节能效果显著，如图 4 所示。当 HLMS-1 浆料的浆

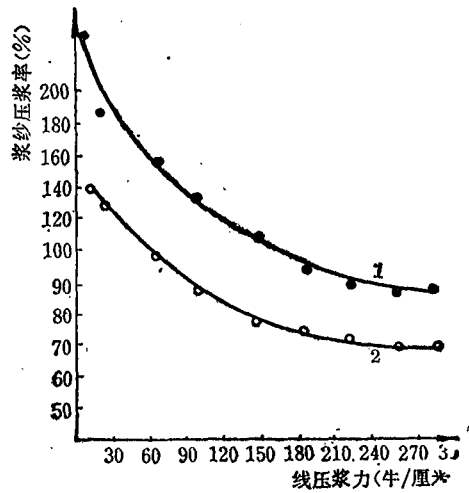


图4 线压浆力与浆纱压浆率的关系
1-浆液浓度25%；2-浆液浓度10%。

液浓度为 25%，压浆力 (线压) 从 19.6 牛/厘米增大到 117.6 牛/厘米时，由式 (2) 计算得：蒸发湿浆纱多余水分所需要的热能节约为 48.5%。压浆力增大，浆液的浸透量增大，而被覆量减少，使经纱的上浆状态发生变化。压浆力大小对经纱圆整度无明显的影响，但在上浆率基本相同的条件下，浆纱的毛羽有减少的趋势，耐磨性有所改善。

压浆力的变化会使经纱的上浆率发生变化，如图 5 所示。浆纱的强力和伸长会有所波动。试验结果表明：在压浆力变化的条件下，若调节浆液的浓度及其流变特性，保持其上浆率基本相同，则压浆力的增大对浆纱的强力和伸长无明显影响。

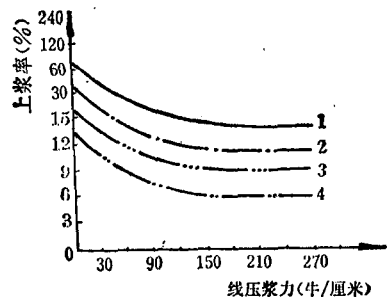


图5 线压浆力对经纱上浆率的影响
1-浆液浓度20%；2-浆液浓度15%；3-浆液浓度12%；4-浆液浓度5%。

表2 浆料配方 单位(%)

项 目	27.8/27.8 纱卡		27.8/27.8 中平	
	HLMS-1 浆料	原处理 淀粉	HLMS-1 浆料	硅酸钠 淀粉
淀粉	—	100	—	100
HLMS-1浆料	100	—	100	—
滑石粉	—	12.0	—	10.0
硅酸钠	—	—	—	8.0
太古油	2.4	1.2	3.0	3.0
2-萘酚	—	0.3	—	0.4
烧碱	—	0.4	—	0.4

2. HLMS-1 浆料应用实践

陕西国棉十厂和西北国棉四厂利用改造的1491型浆纱机,采用杠杆重锤加压装置调节压浆辊的压浆力,对27.8特棉(纱卡和中平布)纱进行较高压浆力上浆,在1511布机上织造。浆料配方见表2,试验结果见表3。

由表3可见,在陕棉十厂生产纱卡时,采用高浓低粘特性的HLMS-1浆料,可使浆液的浓度由5.56%提高到9.68%,在压浆力

表3 经纱上浆及织造结果

项 目	27.8/27.8 纱卡		27.8/27.8 中平	
	HLMS-1 浆料	原处理 淀粉	HLMS-1 浆料	硅酸钠 淀粉
浆液浓度(%)	9.68	5.56	8.6	4.6
闷浆时间(分)	20	45	20	4.5
供应桶 pH 值	9	6	9	10
供应桶流速(秒)	4.5	5.2	5.1	5.2
烘房汽压($\times 10^5$ 帕)	2.45	4.9	2.74	3.92
车速(米/分)	34.22	26.16	36.7	24.0
线压浆力(牛/厘米)	42.14	12.74	31.36	10.78
浆纱压浆率(%)	82.39	139.91	94.76	162.34
浆纱回潮率(%)	5.41	5.76	6.92	6.76
上浆率(%)	8.28	10.18	8.15	8.1
增强率(%)	19.3	24.6	30.55	24.33
浆纱耐磨(次)	—	—	248.2	174.5
布机速度(转/分)	197.5	197.5	215.0	203.5
织造断经(根/台时)	0.29	0.44	0.09	0.19
落物率(%)	0.42	0.68	—	—
经密 \times 纬密 (根/10厘米)	427.7 \times 228	425.5 \times 228	235 \times 227.5	237.5 \times 225.6
温度(°C)	24.5	25.0	22.0	22.0
相对湿度(%)	73	73	70	70
减伸率(%)	22.54	17.19	21.61	26.70

从12.74牛/厘米增加到42.14牛/厘米的条件下,浆纱压出加重率由139.91%减少到82.39%,由式(2)计算得,烘房蒸发水分所需的热能节约41.98%。浆纱机在经纱上浆时,烘房内的蒸汽压从 4.9×10^5 帕减少到 2.45×10^5 帕;同时浆纱机速度由26.15米/分提高到34.22米/分。在经纱的上浆率从10.18%降低到8.28%的同时,织造时的断经由0.4根/台·时减少到0.29根/台时,实现了高效,低消耗的生产。由式(1)计算表明:它可使浆液准备所需的热能节约44.4%。在国棉四厂生产中平布时还表明:采用HLMS-1浆料对经纱进行较高压浆力上浆后,不仅织造时的断经从0.19根/台·时减少到0.09根/台·时,而且布机车速由203.5转/分提高到215转/分,织疵减少,织物质量有所提高。

四、结 论

1. HLMS-1 浆料能适用于高压压浆上浆,节约热能可达44.4%,高的压浆力对浆纱的强力、伸长及耐磨性等物理机械性能基本上无影响,能满足织造工艺要求。

2. 用 NaBO_3 对淀粉进行改性处理具有操作简单,无毒性,对设备制造无特殊要求等特点,便于推广、应用。

3. HLMS-1 浆料简化浆料配方,降低费用。它所形成的浆液具有高浓度、低粘度的特性,且热稳定性、成膜性及防腐性均好。

4. HLMS-1 浆料的浆纱质量好,在降低上浆率的条件下,使织造效率提高,实现了高效,低消耗生产。

本文的试验工作得到了杜若瑜,曾照阳等同志的帮助,特此致谢。

参 考 资 料

- [1] Brauticchte «starch», P.358~398, 1953.
- [2] «Melliond Textilberichte»1980, No.10, P.1308~1310.
- [3] «Textile Industries», 1982, No.10, P.51~53.