

9112/70

45567

周永元
编著

浆料化学与物理



纺织工业出版社

浆料化学与物理

周永元 编著

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书应用高分子化学与高分子物理的基本知识,结合上浆工艺实践,系统地分析与论述了纱线的上浆机理,各种浆料及辅助料的性能,浆料的配合与调制,以及适用于各种纱线的浆料配方。对浆料的鉴别与剖析也作了相应的论述。

本书可作为高等纺织院校织造专业选修课教材,亦可供从事纺织、造纸、浆料生产的技术人员,以及所有使用粘着剂的技术人员参考。

浆料化学与物理

周永元 编著

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

北京纺织印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张:12 24/32 字数:283千字

1985年2月 第一版第一次印刷

印数:1—15,000 定价:2.60元

统一书号:15041·1343

前 言

经纱上浆的重要性久已为纺织界所公认。欲使经纱上浆达到预期的目的，必须了解上浆机理，熟悉浆料性能。近三十年来，变性浆料及合成浆料品种日益增多，调浆技术及上浆工艺也有了迅速发展。特别是随着化学纤维和各种新型织机的推广应用，对上浆工艺的要求越来越复杂，从而推动了对浆料性能的研究以及新浆料的试制，丰富了这门学科的内容。笔者在六十年代曾编过一本《机织浆料学》，但其内容已不能适应当前纺织工业的要求。本书以华东纺织工学院经过数年试用并经工程技术人员讲习班多次使用的选修课教材《浆料化学》为基础，并征集了浆料研究及生产工作者的意见，重新进行了修订。

本书在编写和修订过程中，承纺织工业部机织专业教材编审委员会进行指导和华东纺织工学院机织教研组给予大力帮助，并承赵坚副教授惠予审阅，提出了宝贵意见，谨此致谢。

由于作者的水平和经验有限，书中缺点和错误之处在所难免，希望读者批评指正。

编 者

1983年6月

目 录

绪论	(1)
第一章 流变学基础	(6)
一、流变学的基本概念	(6)
二、浆液流变特性	(11)
三、流体的粘度单位	(18)
四、各种粘度计的工作原理及适用范围	(20)
五、影响浆液流变性的因素	(27)
六、粘度法测定浆料分子量的原理	(32)
第二章 高分子物理化学基础	(35)
一、高聚物的基本概念	(35)
二、高聚物分子量及其分布	(41)
三、分子间作用力	(44)
四、分子链的柔顺性	(47)
五、玻璃化温度	(50)
六、浆料的高分子特征	(54)
七、高聚物溶液	(58)
第三章 粘附性与粘附机理	(70)
一、粘附的基本原理	(70)
二、粘附机理	(72)
三、影响粘附强度的因素	(77)
四、上浆工艺中的粘附过程	(81)
五、粘附性试验法	(84)
第四章 成膜机理及浆膜性能	(86)
一、成膜机理及成膜过程	(86)

二、浆膜主要性能及其在织造中的作用·····	(91)
三、影响浆膜性能的因素·····	(95)
第五章 淀粉 ·····	(99)
一、概述·····	(99)
二、淀粉的化学结构·····	(103)
三、淀粉的物理性质·····	(109)
四、淀粉的化学性质及变性处理·····	(113)
五、淀粉在水中的变化·····	(132)
六、淀粉浆的性质·····	(138)
第六章 聚乙烯醇 ·····	(142)
一、制法与化学结构·····	(143)
二、规格与色泽·····	(149)
三、化学性质·····	(149)
四、物理性质·····	(160)
五、薄膜性能·····	(174)
六、纱吸浆特性·····	(180)
七、与其它浆料的混溶性·····	(182)
八、聚乙烯醇的选用原则·····	(187)
九、聚乙烯醇的变性·····	(189)
第七章 丙烯酸类浆料 ·····	(195)
一、单体·····	(197)
二、聚合反应·····	(198)
三、基本理化性能·····	(201)
四、上浆性能·····	(204)
五、几种常用的丙烯酸类浆料·····	(213)
第八章 共聚浆料与特种浆料 ·····	(224)
一、共聚浆料·····	(224)

二、特种浆料.....	(229)
第九章 纤维素衍生物.....	(241)
一、概述.....	(241)
二、甲基纤维素.....	(244)
三、乙基纤维素.....	(248)
四、羟乙基纤维素.....	(250)
五、羧甲基纤维素.....	(252)
六、羧甲基羟乙基纤维素.....	(256)
第十章 海藻胶.....	(259)
一、褐藻酸钠.....	(259)
二、红藻胶.....	(269)
第十一章 动物胶及其他天然浆料.....	(271)
一、动物胶.....	(271)
二、植物胶.....	(280)
三、树脂.....	(284)
第十二章 辅助材料.....	(287)
一、上浆过程中的表面现象与表面活性剂.....	(288)
(一) 表面现象的基本概念.....	(288)
(二) 浆液表面性能与特点.....	(296)
(三) 表面活性剂的结构与分类.....	(297)
(四) 表面活性剂在上浆工程中的应用.....	(307)
二、油脂.....	(314)
(一) 油脂在上浆工程中的作用原理.....	(314)
(二) 油脂的结构与种类.....	(318)
(三) 上浆用油脂的主要性能.....	(319)
三、后上蜡与蜡.....	(320)
四、防腐剂.....	(324)

第十三章 浆料的配合与调制	(328)
一、浆料的选择与配合.....	(328)
二、浆料配合实例.....	(337)
三、浆液调制.....	(344)
四、浆液质量控制.....	(350)
第十四章 浆用材料的鉴别与剖析	(354)
一、物理鉴别法.....	(355)
二、化学分析法.....	(357)
三、仪器分析法.....	(374)
参考书目	(384)
附录 I 常用表面活性剂简介	(386)
附录 II 常用浆料中外文名称对照表	(394)

绪 论

众所周知，经纱在织机上织造时，要经受停经片、综丝和钢筘等机件的反复摩擦；还要经受由于各种机构运动而产生的反复拉伸、曲折及冲击。为了降低经纱断头率，提高经纱的可织性及产品质量，必须赋予经纱以更高的耐磨性，粘附突出在纱条表面的毛羽，适当增加经纱强度，并尽可能地保持经纱原有的弹性。因此，经纱上浆是织造前经纱准备工程中的一个关键环节。在生产中，除了一些股线、强捻丝及某些类型的变形丝（例如，网络丝）外，大多数经纱都需要上浆。

一、浆纱历史

用上浆方式使经纱满足织造要求的做法，早在力织机还未出现之前就已采用了。据历史记载，我国唐代（公元600~900年）已采用整经后“过糊”，以减少经纱断头的方法；元代（公元1300年前后）已采用小麦粉作浆料。本世纪二十年代，英国开始用糊精作为机械上浆的浆料。到本世纪四十年代，国内外大多采用淀粉，主要是各种天然淀粉（如：小麦、玉蜀黍、马铃薯等）及其简单变性物（如：酸化粉、氧化淀粉等）作为棉纱上浆的浆料；长丝上浆则主要采用各种动物胶。本世纪五十年代后，由于各种化学纤维陆续问世，以及各种新型织机的发展，开始使用变性天然高聚物浆料（如：变性淀粉、纤维素衍生物等）及合成浆料（如：聚乙烯醇、聚丙烯酸等）。

二、浆料的种类及其使用情况

经纱上浆所用浆料，可分为天然浆料、变性浆料及合成浆料三类。各类又按其化学组成与结构的不同而分成许多种。如下表所示：

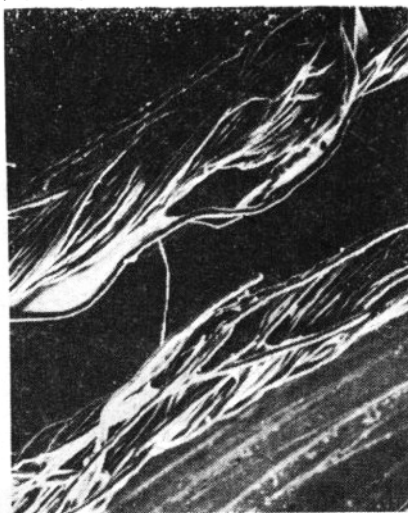
浆料	天然浆料	各种淀粉：小麦、玉蜀黍、米、甘薯、马铃薯、木薯、橡子等淀粉 海藻类：褐藻酸钠、红藻胶 树脂：阿拉伯树脂、黄耆胶、刺槐树脂 其它多糖：白芨粉、田仁粉、槐豆粉 动物性浆料：明胶、鱼胶、骨胶、皮胶
	变性浆料	变性淀粉：糊精、可溶性淀粉、氧化淀粉、酸化粉 淀粉衍生物：羧甲基淀粉、羟乙基淀粉、淀粉醋酸酯、淀粉磷酸酯、阳离子淀粉、接枝淀粉、交联淀粉 纤维素衍生物：甲基纤维素、乙基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维素
	合成浆料	聚乙烯醇、变性聚乙烯醇 丙烯酸类：聚丙烯酸、聚丙烯酰胺、各种丙烯酸酯 共聚类：醋酸乙烯-丙烯酰胺共聚物、苯乙烯-顺丁烯二酸酐共聚物 特种浆料：聚乙烯吡咯烷酮、聚氧乙烯、聚乙烯甲基醚

经纱上浆工程每年耗用的浆料量是很可观的。据多次国际浆纱学术讨论会对七十年代全世界（未包括我国）浆料耗用量所作的估算，每年达50万吨左右。各种浆料的耗用比例估计为：天然淀粉 59%；变性淀粉 15%；羧甲基纤维素（CMC）及聚乙烯醇（PVA） 11%；丙烯酸类浆料 12%；其它（动物胶、树脂等） 3%。近几年来，我国每年浆料耗用量达10万吨左右。1954年以前，使用生物发酵法及氯化锌浸渍分解的淀粉浆，采用重浆工艺路线；1954年后采用轻浆工作法，使用硅酸钠（也有使用氯胺T的）分解淀粉的方法，

使上浆工艺大大地前进了一步。六十年代初，为了减少工业用粮，开始使用褐藻酸钠、羧甲基纤维素及聚乙烯醇等浆料。随着涤纶等合成纤维纱线用量的增加，聚乙烯醇合成浆料的使用量迅速增长。七十年代前后，开始使用丙烯酸类聚合物作为合成纤维纱线的浆料。但是，各种淀粉类浆料在总耗用量中仍占绝对优势。

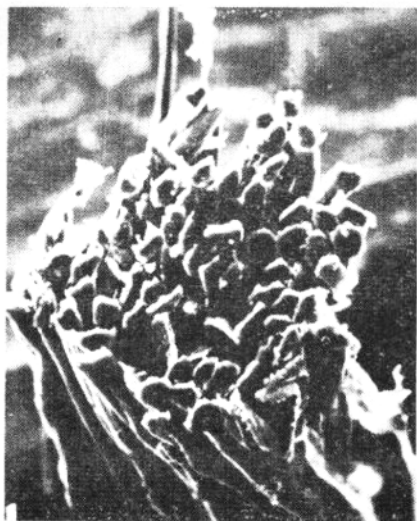
三、浆料科学的发展概况

在浆纱机上，经纱通过浸浆、挤压、烘干后，设想在浆纱外表面应包覆一层均匀的、富有弹性的、光滑的浆膜；并有一定量的浆液渗入纱线内部，使纤维之间粘附在一起。实际上并不如此。如附图所示，纱线外层的浆膜很不完整；渗入纱线的浆液量不多也不深。为使上浆后的经纱有优良的可织性，了解纤维结构及特性，以及纤维与浆液的“相容”性是非常必要的。



(a) 纵表面

附图 浆纱的扫描电子显微镜照片



(b) 横断面

附图 浆纱的扫描电子显微镜照片

由于上浆工艺要求的多样性，单纯一种或两种粘附性物质，有时还不能完美地满足要求，因此，常在浆液中混用少量辅助材料以补主浆料的不足。常用的辅助材料有增塑剂、防腐剂、浸透剂、吸湿剂、防静电剂、消泡剂及淀粉分解剂等。对这些物质的化学结构、性质及作用机理的研究，也是上浆工艺的重要问题。

近年来，新浆料探索及上浆技术的研究发展得很快，出现了各种“现成浆料”（或叫“即用浆料”）。“现成浆料”是浆料与辅助材料的混合物，纺织厂购进后即可使用，从而简化了调浆工艺，稳定了上浆质量。在上浆工艺中，以节能为主要目的的溶剂上浆及热熔上浆已进入中间性试验，

高压上浆已趋于实用，所用设备也已有正式商品供应市场。浆料的回收与再用，各种上浆工艺参数的自动监测与控制等上浆新技术的出现，又反过来要求我们对浆料的理化性能作更深入的了解。

总之，随着纺织原料的开发和纺织设备的更新，要求浆纱工作者不仅要了解浆料的性能，还要了解浆料性能与其结构的关系，以及相应的上浆机理。并能根据经纱的结构及性能特点，选择、探索新浆料及确定适宜的浆液配方。

第一章 流变学基础

一、流变学的基本概念

流变学是研究物质变形和流动的科学。虽然“万物皆流”的思想在很早以前就已提出，但是流变学作为一门独立学科出现，还是近五十年的事。1920年，美国物理化学家宾海姆(Bingham)对油漆、糊状粘土、印刷墨汁等的流动感到兴趣，认为物质的变形和流动在科学上具有重要意义，并作了系统的试验与研究。

流动与变形都是物体中质点相对运动的结果。物理学中研究实体运动的分支称为“力学”，一般力学研究“质点”、“质点系”、“刚体”以及“刚体系”受力后的行为。在这些学科中，物体材料本身的流变性质是不相干的。因为一般力学把物体看作一个整体而运动，物体中各质点的行为相同。如果考虑到物体各部分相互之间的相对运动，则物体各质点的行为因材料流变性质而大不相同。在外力的作用下，物体都要变形。或是弹性变形，即在确定的外力作用下，变形达到一个确定的状态，当外力移去后变形消失；或是塑性变形，即外力移去后，变形永远保留；或是材料流动，即在有限的外力作用下，变形连续地无限增加。所以，研究流变问题是着眼于组成物体的各质点相互之间的相对运动。

上浆工程所用的浆液属高聚物分散液或高聚物溶液。经纱以一定速度通过浆液，由于表面吸附效应及粘附特性，使浆液吸附到纱上，通过压浆辊的挤压，一部分浆液浸入纱线

内部，另一部分被挤掉。从生产实践得知，若欲通过上述过程而得到均匀良好的上浆效果，必须深入研究浆液的流变性。

浆液流变性，实质是浆液受剪切应力时所表现的特性。为讨论方便起见，取一“体积元”作为分析的参考系统，如图1-1所示。

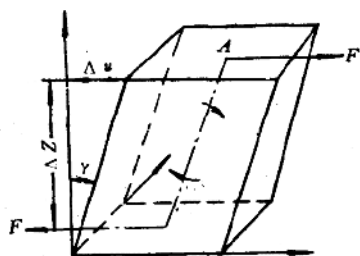


图1-1 弹性体的剪切

对于理想的弹性材料，剪切应变和剪切应力成正比，其变形是可回复的，具有如下的关系：

$$\tau = \frac{F}{A} = G\gamma \quad (1-1)$$

式中：F——剪切作用力 (dyn)；

τ ——剪切应力 (dyn/cm²)；

A——剪切作用面积 (cm²)；

γ ——剪切形变；

G——剪切模量 (dyn/cm²)。

$$\gamma = \tan \gamma = \frac{\Delta u_x}{\Delta Z}$$

$$\gamma = \frac{\partial u_x}{\partial Z} \quad (1-2)$$

对粘滞流体的浆液来说，当上层浆液受到剪切应力 τ 作用时，使浆液发生流动，出现一种不可回复的剪切形变。流体中剪切应力的传递如图 1-2 所示。两块平行板之间的液体在相对静止时，上、下两层液体之间只有相互垂直的力。当受到剪切力作用时，剪切应力一层接一层传递到最下面一层，使浆液发生流动。由于切向力的存在，使流动快的一层给流动慢的一层以拉力，慢的一层给快的一层以阻力，这种力称为内摩擦力或粘滞力。流体的这种性质称为粘滞性。由于液层之间内摩擦力的层层牵制，各层流速不同，形成一个“速度梯度”。单位高度内速度变化率 D ，称为横向速度梯度。

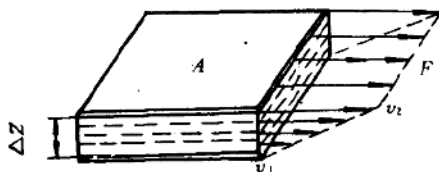


图1-2 流体的剪切

$$D = \lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{\Delta V_x}{\Delta Z} = \frac{\partial V_x}{\partial Z} \quad (1-3)$$

式中： $\Delta V_x = v_2 - v_1$

沿 x 轴方向的流速 V_{x1} 是位移 u_x 对时间 t 的导数。故有：

$$D = \frac{\partial V_x}{\partial Z} = \frac{\partial}{\partial Z} \left(\frac{\partial u_x}{\partial t} \right) \quad (1-4)$$

将式 (1-2) 代入得:

$$D = \frac{\partial \dot{\gamma}}{\partial t} = \dot{\gamma} \quad (1-5)$$

式中: $\dot{\gamma}$ ——剪切应变速率 (或称切变速率)。

按牛顿粘流定律, 液体受简单剪切应力作用发生层流时, 具有如下的流变状态方程式:

$$\tau = \eta \dot{\gamma} = \eta D \quad (1-6)$$

即流体的剪切应力与切变速率 $\dot{\gamma}$ (或速度梯度 D) 成正比。这种流体称为牛顿流体或理想粘滞液体。式中 η 表征流体流动时粘滞阻力的大小, 叫剪切粘度, 简称粘度。水的流动性能属于这一类, 它的切变速率与剪切应力有一个恒定的关系, η 是一个常数。因此粘度也作为这类物质的物理常数之一。

流体的流动行为, 通常用 τ - D 或 η - D 曲线图描述 (图 1-3)。对于牛顿流体, 它在 τ - D 图中的“流动曲线”是一根通过原点的直线, 较高粘度的流体是一条斜率较大的直线。牛顿流体的流动曲线在 η - D 图中, 是平行于 D 轴的直线。

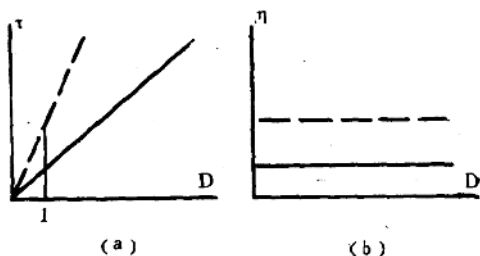


图1-3 牛顿流体的流动曲线