

中等专业学校教材

化学纤维工艺学

下 册

林求德 姚庭熙
李德深 刘华成 编

中国财政经济出版社

中等专业学校教材

化学纤维工艺学

下 册

林求德 姚庭熙 编
李德深 刘华成

中国财政经济出版社

1965年·北京

中等专业学校教材
化学纖維工艺学
下 册

林求德 姚庭熙 编
李德深 刘华成

*

中国财政经济出版社出版
(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第111号

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1156毫米¹/₃₂•7¹/₃₂印张•1插頁•179千字

1965年9月第1版

1965年9月北京第1次印刷

印数: 1~1,500 定价: (科四)0.85元

統一书号: K15166•274

目 录

第 十 章 銅 鉍 纖 維	(9)
第一节 紡絲溶液的制备	(9)
第二节 銅鉍纖維的紡制	(16)
第三节 銅鉍纖維的品质	(24)
第 十 一 章 醋 酯 纖 維	(26)
第一节 醋酸纖維素的制备	(26)
一、原材料	(26)
二、生产流程	(28)
三、纖維素的活化	(28)
四、纖維素的乙酰化	(28)
五、三醋酸纖維素的水解	(32)
六、二型醋酸纖維素的沉淀及穩定化处理	(34)
七、二型醋酸纖維素的品质	(35)
第二节 醋酯纖維的成型	(37)
一、二型醋酸纖維素紡絲溶液的制备	(37)
二、二型醋酯纖維的成型	(38)
三、干法成型的工艺参数	(41)
四、二型醋酯短纖維的成型	(43)
五、三醋酯纖維的成型	(43)
六、由醋酯纖維制取高强力水化纖維素纖維	(44)
七、醋酯纖維的品质	(45)
八、醋酸纖維素和其它聚合体混合共纺	(46)
第三节 丙酮的回收	(47)
第 十 二 章 蛋 白 質 纖 維	(49)
第一节 蛋白质的性质	(49)

第二节 蛋白质纖維的制造	(51)
一、酪素蛋白质纖維	(51)
二、玉蜀黍蛋白质纖維	(53)
三、花生蛋白质纖維	(54)
四、大豆蛋白质纖維	(55)
第十三章 聚酰胺纖維	(56)
第一节 聚己内酰胺纖維	(56)
一、己内酰胺的制备	(57)
二、己内酰胺的品质	(60)
三、己内酰胺的间歇聚合	(61)
四、己内酰胺的连续聚合	(69)
五、己内酰胺聚合的工艺参数	(73)
六、己内酰胺聚合体的品质	(76)
七、聚己内酰胺纖維的成型	(77)
八、聚己内酰胺纖維的纺织整理和后处理	(85)
九、聚己内酰胺短纖維	(89)
第二节 耐纶66	(90)
一、己二酸和己二胺的制备	(90)
二、耐纶66聚合体的制备	(92)
三、耐纶66的纺制	(93)
第三节 其它聚酰胺纖維	(94)
一、耐纶610	(94)
二、耐纶7	(95)
三、耐纶11	(97)
第四节 弹力聚酰胺纖維	(98)
一、在巨分子上引入侧链	(99)
二、用物理方法处理	(100)
第五节 聚酰胺纖維的品质及应用	(101)
第十四章 聚酯纖維	(105)

第一节 聚酯原料的制备	(106)
一、对苯二甲酸	(106)
二、对苯二甲酸二甲酯	(108)
三、乙二醇	(110)
第二节 聚酯的制备和它的品质	(111)
一、聚酯的制备	(111)
二、聚酯的品质	(115)
第三节 聚酯纤维的成型及纺织整理	(116)
一、聚酯纤维的成型	(116)
二、聚酯纤维的纺织整理	(117)
三、聚酯短纤维	(118)
第四节 聚酯纤维的品质及应用	(119)
第十五章 聚乙烯醇纤维	(122)
第一节 醋酸乙烯酯的制备	(122)
一、乙炔的发生及净化	(122)
二、醋酸乙烯酯的合成	(123)
第二节 聚乙烯醇的制备	(126)
一、醋酸乙烯酯的聚合	(126)
二、聚醋酸乙烯酯的醇解	(129)
三、聚乙烯醇的水洗和脱水	(130)
四、聚乙烯醇的品质	(130)
五、醋酸和甲醇的回收	(133)
第三节 聚乙烯醇纤维的成型	(135)
一、纺丝溶液的制备	(135)
二、纺丝	(137)
第四节 聚乙烯醇纤维的后处理	(140)
一、水洗和烘干	(140)
二、热抽伸	(141)
三、热定型	(143)

四、缩醛化	(146)
第五节 维尼纶的品质及应用	(149)
第十六章 聚丙烯腈纖維	(151)
第一节 丙烯腈的制备和它的品质	(151)
第二节 聚丙烯腈的制备	(154)
一、聚合方法	(154)
二、聚合工艺条件	(155)
三、聚丙烯腈的净化	(156)
四、聚丙烯腈的品质	(157)
第三节 聚丙烯腈纖維的成型	(157)
一、纺絲溶液的制备	(157)
二、干法纺絲	(161)
三、湿法纺絲	(162)
第四节 聚丙烯腈纖維的后处理	(164)
一、洗滌和抽伸	(164)
二、漂白	(165)
三、上油	(165)
四、烘干和热定型	(165)
五、卷曲处理	(166)
第五节 溶剂的回收	(167)
第六节 聚丙烯腈纖維的品质及应用	(168)
第七节 聚丙烯腈纖維的变性	(169)
第十七章 高氯素纖維	(172)
第一节 聚氯乙炔的制备	(172)
一、氯乙炔的制备	(172)
二、聚氯乙炔的制备和它的品质	(175)
第二节 聚氯乙炔的补充氯化	(176)
一、补充氯化的方法	(177)
二、氯化聚氯乙炔的品质	(178)

第三节	高氯素纖維的成型	(179)
一、	紡絲溶液的制备	(179)
二、	高氯素长纖維的紡制	(181)
三、	高氯素短纖維的紡制	(183)
四、	丙酮的回收	(185)
第四节	高氯素纖維的品质及应用	(185)
第五节	文央纖維	(186)
第六节	沙纶纖維	(188)
第十八章	含氟纖維	(190)
第一节	泰氟纶纖維	(190)
第二节	氟他纶纖維	(192)
第十九章	等規聚合体纖維	(193)
第一节	等規聚合体纖維的特性	(193)
第二节	等規聚丙烯纖維	(195)
第二十章	化学纖維的性質及应用	(199)
第一节	物理性質	(199)
第二节	机械性質	(208)
第三节	化学性質	(217)
第四节	化学纖維的染色	(219)
第五节	化学纖維的应用	(226)

第十章 銅銨纖維

纖維素能直接溶解在氫氧化銅銨溶液中，用這種溶液可以紡制成纖維，制得的纖維稱為銅銨纖維。銅銨纖維早在1899年就已開始生產，在工業上用作燈泡絲。以後，由於發明了在漏斗內成型的方法，銅銨纖維的品質大有改進，用途也就擴大。但是，由於銅銨纖維的生產條件不如粘膠纖維簡便，因此沒有得到廣泛的發展。只是近年來由於成型—後處理—加拈連續生產工藝的改進，才在工業生產上被重視起來。

銅銨纖維的生產，包括紡絲溶液製備、成型和後處理三個主要過程。所用原料主要是棉絨，也可以應用高度精制的木漿（ α -纖維素在95~98%以上）。木漿所以必須精制，是因為在紡絲溶液製備過程中，木漿所含雜質沒有分離的機會，在成型以後仍有可能留在纖維上。在工業生產中，大都採用松散的棉絨漿。

第一節 紡絲溶液的製備

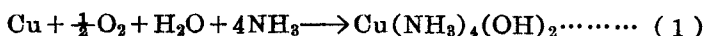
一、紡絲溶液製備的方法

銅銨纖維紡絲溶液，即纖維素氫氧化銅銨溶液。在製備這種溶液前，先要製備氫氧化銅銨溶液。

（一）氫氧化銅銨溶液的製備

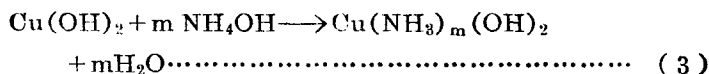
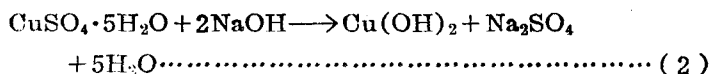
製備氫氧化銅銨溶液的方法有三種。

1. 直接法 將金屬銅片在4°C下浸入20%的氨水中，再通入空氣氧化，即得氫氧化四銨銅：



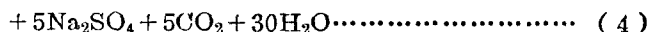
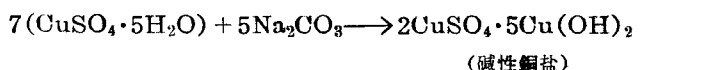
但是，反應同時還生成少量亞硝酸銨，它會使纖維素在溶液中的溶解度下降，所以此法已很少應用。

2. 从氢氧化铜开始 先把硫酸铜转化成氢氧化铜，然后溶解在浓氨溶液中，使生成氢氧化铜铵：

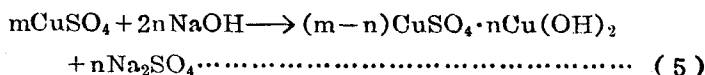


此法应用较广。

3. 从碱性铜盐开始 碱性铜盐可由铜矾和碳酸钠作用而得：

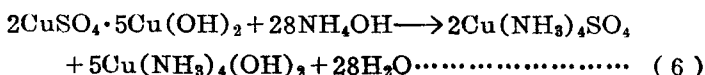


碱性铜盐也可由硫酸铜和氢氧化钠作用而得：

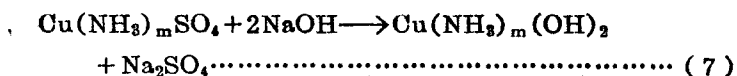


所加的氢氧化钠量必须少于制成氢氧化铜所需的理论量。

把碱性铜盐溶解在浓氨溶液中，即得氢氧化四铵铜：



反应生成的非活性物质硫酸铵铜 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_m\text{SO}_4]$ ，可以加入氢氧化钠使其转化成氢氧化铜铵化合物：



(二) 纖維素氢氧化铜铵溶液的制备

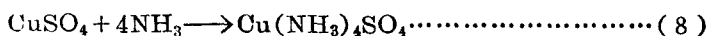
在工业生产中，是用氢氧化铜或碱性铜盐来制备的。兹以碱性铜盐制备为例，说明它的过程如下：

1. 把纖維素加入碱性铜盐的浓氨溶液中，纖維素就在浓氨溶液内膨胀，更确切地说，就是纖維素先和氢氧化铜铵生成化合物。纖維素在此过程中不能发生完全的溶解作用，因为溶液内有硫酸铵铜存在（它不溶解纖維素）。

2. 加入10%的氢氧化钠, 使所有的碱性铜盐全部转化成氢氧化铜, 并使纤维素全部溶解。制成的纺丝溶液中纤维素含量达12~18%。

3. 加入适当量的水, 使纺丝溶液浓度稀释到6~10%。

用碱性铜盐制备纺丝溶液时, 去除铁质是很重要的。因为铁盐在氢氧化钠或碳酸钠作用下容易生成氢氧化铁, 使纺丝溶液过滤困难, 并使它的稳定性降低。去除铁质的方法通常有两种。一种是硫酸铜与氨作用, 得硫酸四铵铜:



这一化合物能溶解于水和过量的氨水中, 但铁或亚铁氢氧化物在氨水中就不溶解, 可以通过过滤而除去。

另一种是采用氧化剂使溶液中的亚铁盐转化成高铁盐, 常用的氧化剂是酸性的硝酸钠。因为高铁盐的溶解度较亚铁盐低, 可以从溶液中分离出来, 使溶液中的含量降到0.05~0.06%。

采用从氢氧化铜开始的方法制备纺丝溶液, 则是直接把纤维素投入氢氧化铜的氨水溶液中溶解, 然后用水把溶液稀释到一定的浓度。

二、纺丝溶液制备的工艺参数

(一) 溶解时间

溶解时间和纺丝溶液的制备方法有关。采用从碱性铜盐开始的方法制备纺丝溶液, 纤维素的溶解比采用从氢氧化铜开始的方法慢, 溶解时间就要长些。溶液中氨的浓度高, 有利于提高溶解度, 缩短溶解时间。不同的纤维素因反应性能不同, 溶解度不同, 溶解时间也就不同。棉纤维素的溶解要比木材纤维素慢。

采用从碱性铜盐开始的方法, 溶解时间为12~14小时; 采用从氢氧化铜开始的方法, 只需6~10小时。

(二) 溶解温度

溶解开始阶段的温度不宜超过6~10°C, 目的在于减小纤维

素的裂解作用，提高纖維素的膨脹度，以求有利于溶解。溶解終了溫度，根据紡絲溶液的粘度和纖維素的聚合度而定。采用水浴法成型的紡絲溶液的粘度较高，因此溶解終了溫度不宜超过 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。采用碱浴法成型的紡絲溶液的粘度较低，溶解終了溫度可以提高到 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

纖維素在溶解过程中由于有化学反应以及受机械搅拌作用，以致体系的溫度升高，因此溶解设备夹套必须采用盐水进行冷却。

（三）紡絲溶液的組成

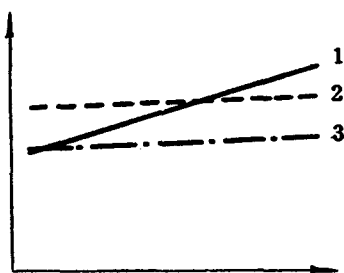
紡絲溶液的组成为纖維素、铜和氨。从技术经济观点来看，以增加溶液內的纖維素含量、降低铜含量较为合理。但和纖維素结合的铜愈少，则溶液的稳定性愈低，所以成型应在更溫和的条件下进行。溶解所需要的铜含量，根据纖維素的聚合度和反应性能、溶液的氨含量以及溶解的溫度等而定。溶解聚合度为 $800\sim 1000$ 的纖維素时，铜含量（金属铜）为 0.4 公斤/公斤纖維素；聚合度为 $600\sim 700$ 时，铜含量为 0.38 公斤/公斤纖維素。当氨含量增加到 $2\sim 2.5$ 公斤/公斤纖維素时，铜含量可降至 $0.32\sim 0.34$ 公斤/公斤纖維素。

溶解初期的氨含量不宜太低，一般为 $0.65\sim 0.80$ 公斤/公斤纖維素，过低则纖維素的溶解困难。

（四）紡絲溶液中其它物質的影响

对紡絲溶液最有害的物质是铁盐。电解质对纖維素的膨脹和溶解的影响亦很大，特别是硫酸钠会降低纖維素的膨脹度。因此用于溶解纖維素的碱性铜盐或氢氧化铜中所含硫酸钠不应超过 $0.5\sim 1\%$ （对纖維素重量而言）。

为了减少纖維素的裂解作用，可以在溶液中加入一些还原性物质，应用最广泛的是亚硫酸钠或葡萄糖。还原性物质的含量愈多，纖維素的裂解作用愈小。亚硫酸钠或葡萄糖的加入量一般为溶液重量的 $1\sim 1.5\%$ 。图10—1说明加入还原性物质对紡絲溶液



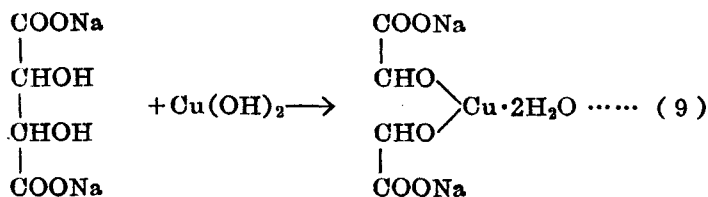
还原性物质含量

图10—1 还原性物质含量对纺丝溶液性质的影响

1—再生纤维素的聚合度；2—纤维素铜盐化合物的 γ 值；
3—对水和电解质的稳定性。

物理-化学性质以及再生纤维素聚合度的影响。

为了减少氢氧化铜脱水的可能性，在溶液内可加入3~3.5%（对纤维素而言）的酒石酸盐或其它氧化物，使和多余的氢氧化铜组成络合物，以相应地改善纺丝溶液的过滤性能并减少氢氧化铜在用水浴法成型时沉积在漏斗壁的可能性。酒石酸盐和氢氧化铜的反应式如下：



三、制备纺丝溶液的设备

图10—2为制备纺丝溶液的设备，它具有螺旋形搅拌轴，搅拌轴的转速为6转/分，旋转方向可以周期改变，使浆液在溶解过程得到强烈而均匀的搅拌。这种设备一般不采用研磨装置，因为溶解初期的浆液极难输送。但是，由于不采用研磨装置，所以溶

解时间较长。设备的容积为6000~8000升，外层具有夹套，可通盐水进行冷却。

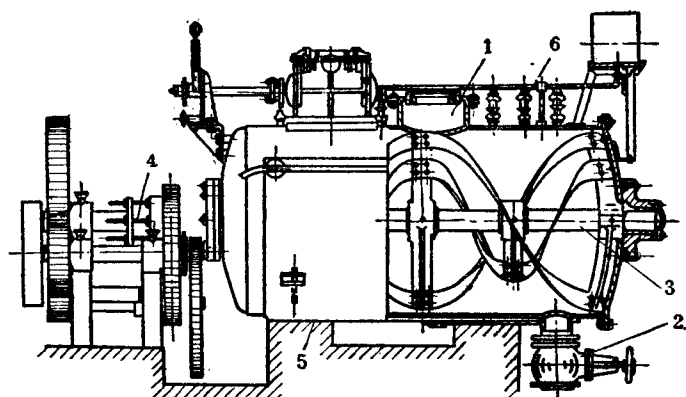


图10—2 制备纺丝溶液的设备

- 1—进料口；2—纺丝溶液出口；3—搅拌轴；4—传动机构；
5—机身；6—铜铈溶液输入管。

四、成型前纺丝溶液的准备

(一) 混和

把3~4批纺丝溶液进行6~8小时的混和，以平衡各批纺丝溶液性质的差异。在混和过程中，由于混进的空气发生氧化作用，纤维素的聚合度下降，纺丝溶液的粘度也下降。

(二) 过滤

成型方法不同，过滤条件也不同。采用水浴法在漏斗上成型时，由于喷丝孔孔径较大(0.8~1毫米)，因此过滤就不需要像镍法成型(喷丝孔孔径0.06~0.08毫米)那样高的要求。

按水浴法成型的过滤材料是镍网。第一道过滤是采用每平方米厘米具有100~180孔的镍网，第二道是采用每平方米厘米为200~300孔的镍网。过滤材料还可以采用高氯素纤维或耐纶6等合成纤维。

维的织物。

过滤机是采用板框式的。纺絲溶液用齿轮泵输送，压力为3~6个大气压。过滤速度为30~50升/小时·平方米。一般纺絲溶液需经过3~4道过滤。

(三) 脱泡

纺絲溶液在真空下放置一定的时间，把氨气抽出，可以达到脱泡的目的。脱泡后，纺絲溶液的氨含量约为0.5公斤/公斤纖維素，纺絲溶液的稳定性相应降低。

由于氨的挥发使纺絲溶液的温度下降，粘度就上升。为了加速脱泡，将纺絲溶液加热到30~35°C。脱泡过程在真空下进行，真空度为650~720毫米汞柱，脱泡时间20~24小时。纖維素的裂解不甚显著。

五、对于紡絲溶液的要求

对于纺絲溶液的要求，根据成型方法而不同。采用水浴法成型时，纺絲溶液的粘度较高，所以纖維素含量较高，纖維素的聚合度也较高。表10—1 是长纖維和短纖維按水浴法和碱浴法成型时对于纺絲溶液的要求。

表10—1 銅鉍纖維成型时对于紡絲溶液的要求

成型方法和 纖維类型	紡絲溶液的組成 (%)			在紡絲溶液中纖維素的 聚合度	紡絲溶液的 粘度 (秒)
	纖維素	金屬銅	氨(抽吸后)		
水浴法成型, 长纖維	7~8	2.8~3.2	6	450~500	400~800
水浴法成型, 短纖維	10~12	4~5	6~7	400~500	600~1000
碱浴法成型, 长纖維	6~7	2.3~3	3~4	350~400	50~80
碱浴法成型, 短纖維	6~8	2~4	3~4.5	300~350	50~80

銅鉍纖維纺絲溶液是稳定的，经长时间放置后，纖維素銅鉍化合物的酯化度并不改变。但是由于氧化的结果，纖維素的聚合

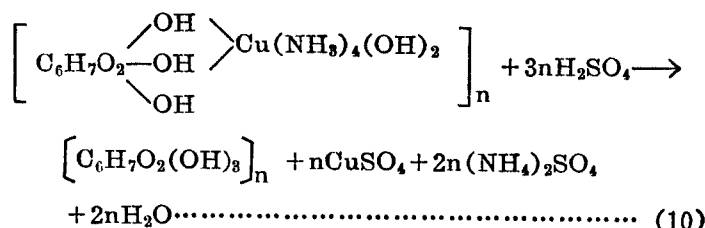
度逐渐降低，纺丝溶液的粘度相应降低。

第二节 铜铵纤维的纺制

一、铜铵纤维的成型

(一) 一浴法成型

铜铵纤维和粘胶纤维一样，可采用一浴法或二浴法成型。采用一浴法成型时，凝固和分解都在同一浴内进行。例如，直接把纺丝溶液送到硫酸浴内，由于纺丝溶液中的氨被中和，纤维素的铜铵化合物便沉淀出来，再被硫酸分解，纤维素再生。反应如下：



采用一浴法成型，纤维质量差，特别是强度和延伸度都比较低，因此在工业上已不采用了。

(二) 二浴法成型

目前工业上应用的都是二浴法成型，即凝固和分解分别在两个浴内进行。二浴法成型分水浴法和碱浴法两种。

1. 水浴法成型 成型的第一浴是水，由于水的稀释作用使纺丝溶液中的氨含量大大降低，因此纺丝溶液中的纤维素铜铵化合物便凝固出来。同时，由于水解作用，纤维素铜铵化合物的酯化度稍有下降。

水是最温和的凝固剂，因此沉淀出来的纤维素铜铵化合物的酯化度一般在100~150左右。此化合物具有极高的塑性，可以进行高倍的抽伸。