

吴国钧 吴文理 编著

染料回收



纺织工业出版社

淡 碱 回 收

吴国钧 吴文理 编著

1

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书内容包括丝光回收碱液的苛化、澄清、蒸发、调配回用的基本原理、生产流程、操作条件和设备的计算与特点，以及事故防止和处理、碱回收站的设计等。

本书主要供纺织工业中从事印染、针织、复制、纱线染整加工行业及其他工业碱回收的生产技术人员与工人阅读，也可供工厂管理人员、环保人员以及纺织院校师生参考。

责任编辑：岳秀枝

淡 碱 回 收

吴国钧 吴文理 编著

*

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/32 印张：4 插页：1 字数：86千字

1987年2月 第一版第一次印刷

印数：1—7,000 定价：0.98元

统一书号：15041·1517

前 言

纺织工业碱回收是节省染整加工中烧碱消耗量的主要途径。碱回收站的投资回收期一般只有8~12个月的时间,经济效益较为显著,同时又是印染废水生化处理的先决条件。含碱量高的废水将抑制活性污泥中微生物的生长,甚至使之死亡。碱回收已是染整加工工厂中不可缺少的组成部分。

为了普及碱回收方面的技术知识,培养碱回收的技术队伍,我们编写了这本小册子。本书的第一、二、四章是由纺织工业部纺织设计院吴国钧同志执笔,第三、五、六章由吴文理同志执笔。

关于苛化法净化回收碱液的成熟经验虽有产生碳酸钙废渣的缺点,但在其它净化方法未推广之前,本书仍着重介绍这一方法。三效蒸发器的应用,也积累了多年的生产实践经验,本书收集的资料比较齐全。扩容蒸发器是近年来所采用的新型装置,本书介绍了它的基本原理、简化算法与有关特性。

由于我们的水平和生产实践经验有限,书中不恰当的地方与错误之处,敬请读者指正。

编 者

1985年7月

封面设计：金 橙

充 书 号. 15041·1517
定 价. 0.98 元

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 丝光碱回收的意义.....	(1)
第二节 丝光回收碱液的除杂.....	(2)
第三节 回收量计算.....	(3)
第二章 苛化和澄清	(6)
第一节 苛化工艺流程.....	(6)
第二节 苛化反应的转化率.....	(7)
第三节 苛化操作条件.....	(10)
第四节 泥渣的沉降速度.....	(11)
第五节 泥渣的增稠与洗涤.....	(13)
第六节 废渣的利用.....	(16)
第三章 多效蒸发	(17)
第一节 蒸发过程概述.....	(17)
第二节 单效蒸发.....	(19)
第三节 多效蒸发.....	(23)
第四节 计算实例.....	(29)
第五节 蒸发器的型式.....	(38)
第六节 蒸发器设计.....	(42)
第七节 捕液器和二次蒸汽管.....	(49)
第八节 操作.....	(51)
第九节 维修.....	(54)
第四章 扩容蒸发器	(57)
第一节 扩容蒸发原理与流程.....	(57)
第二节 扩容蒸发器的热工计算.....	(59)

第三节	设计中有关参数的选择.....	(65)
第四节	沸点升高值的影响.....	(72)
第五节	扩容蒸发器设备.....	(77)
第六节	扩容蒸发器的运转与维护保养.....	(80)
第五章	辅助设备.....	(85)
第一节	水喷射冷凝器.....	(85)
第二节	热交换器.....	(91)
第六章	碱回收站设计.....	(107)
第一节	碱回收站位置.....	(107)
第二节	设备布置要求.....	(107)
第三节	泵的选择.....	(110)
第四节	其它.....	(111)
参考文献		(115)
附录		(116)
一、	氢氧化钠溶液的浓度换算表.....	(116)
二、	氢氧化钠溶液的粘度.....	(118)
三、	氢氧化钠溶液的运动粘度.....	(118)
四、	氢氧化钠溶液沸点上升与浓度的关系.....	(119)
五、	氢氧化钠溶液的比热.....	(120)

第一章 概 论

第一节 丝光碱回收的意义

棉织物与棉纱经过浓氢氧化钠溶液（烧碱液）丝光处理以后，可以增进光泽和对染料的亲和力，又有提高织物的尺寸稳定性等优点。所以丝光工艺被染整工厂广泛采用，烧碱也成为染整工厂中的一种重要化工原料。棉纤维在丝光过程中要吸附一定量的烧碱，而使纤维本身溶胀产生丝光作用。被棉纤维吸附的烧碱可在高温水中被冲洗下来。烧碱在丝光的全过程中可看作是一个稀释过程，由浓碱液变成淡碱液。把回收所得的淡碱液浓缩成浓碱液，就又能回用于丝光工艺，这就是丝光碱回收。碱回收过程是一个浓缩过程。

如对大量的淡碱液不进行回收，则不仅增大了烧碱的消耗量，而且大大地增高了车间排出废水的碱度。废水的碱度过高，微生物就不能生长，生化处理就无法进行。可见丝光碱回收不仅有经济价值，而且是处理印染污水的必要条件，已成为染整工厂中不可缺少的一个环节。

目前实用的回收方法为蒸发浓缩。正在开发中的有电渗析、反渗透、冻结结晶等浓缩方法。其中电渗析在低浓度时，比蒸发法耗能少，但在高浓度时，比蒸发法耗能多，因此，只适合于与蒸发法串联使用。冻结结晶法也比蒸发法耗能少，但是这些方法在设备与流程上比较复杂，故尚未能在染整工厂普遍采用。

第二节 丝光回收碱液的除杂

在丝光过程热冲洗下来的淡碱液中含有各种杂质。有俗称花衣毛的短纤维，有被烧碱溶解的半纤维素、木质素、果胶及棉蜡等等，还有在退浆过程中没有洗净的浆料。这些杂质，有的以固体状态，有的以溶解状态或以胶体状态存在于碱液之中。在回收一回用的循环过程中，杂质不断地积累，使回收碱液愈来愈脏。为了保证回收丝光碱液的清洁度，必须采用净化处理。

又由于丝光加工在整个染整加工的工序中所处次序是随着产品的不同要求而异的。因此，也会影响到回收碱液的含杂量。用生坯布直接丝光的含杂最多，在退浆、煮练、漂白后丝光的含杂最少；色布丝光使含杂更为复杂。曾有大量生产以生坯布丝光的产品的工厂，对碱液含杂过多而无法正常回收的事例，只能将粘度大、色泽深、含杂多的碱液进行煅烧，将各种有机杂质烧成黑灰，烧碱烧成纯碱，然后溶解灰中的碳酸钠。这样既污染环境又造成浪费。因此从净化的角度出发，尽量要求织物或纱线在漂白后或在煮练后进行丝光为好。

丝光回收碱液的净化方法有醋酸铅法、石膏法、苛化法等。醋酸铅在烧碱溶液中产生混凝沉淀，使悬浮的粒子变粗，并能吸附一部分胶状有机杂质同时沉淀。其缺点是除杂效果差，碱液色泽变深（呈红棕色），碱液中残留铅离子遇硫化氢要变成黑色硫化铅。石膏法是利用钙离子与氢氧根阴离子在生成氢氧化钙沉淀的同时吸附某些杂质。其缺点是消耗了烧碱，生成粒子较细的氢氧化钙，沉降速度较慢。

如建厂地区有协作条件，可将淡碱供给当地造纸厂、毛巾厂或手帕厂等使用。如相距较近，能用管道输送则最为合适，既能节约能源，又有利于印染厂的丝光质量；如距离较远，则需作经济比较，视协作方案是否经济可行。如建厂地区没有协作条件，则应自建碱回收站处理淡碱。

第三节 回收量计算

丝光淡碱回收的量决定于丝光机台的生产能力和丝光液的浓度、冲洗条件，同时还需考虑到苛化处理时投入的碱量。为便于计算，列出下述经验数字供作参考。

1. 丝光机生产能力

车速	50m/min
有效时间系数	0.95
每百米织物重（平均）	12.5kg
每小时加工织物重	375kg
每昼夜加工织物重	$375 \times 24 \times 0.95 = 8550\text{kg}$

2. 投入丝光机的烧碱量

丝光机第二轧槽的烧碱浓度	22%
丝光机第二轧槽的轧液率	110%
投入丝光机烧碱量	$375 \times 1.1 = 412.5\text{kg/h}$
	$8550 \times 1.1 = 9405\text{kg/24h}$

3. 丝光耗碱量（包括回收过程中的消耗量）

单位耗碱量	0.03kgNaOH/kg织物
消耗量	$375 \times 0.03 = 11.25\text{kg/h}$
	$8550 \times 0.03 = 256.5\text{kg/h}$

4. 丝光机回收淡碱量

淡碱浓度 40g/L (一般40~50g/L)

淡碱量 $375(0.22 \times 1.1 - 0.03)/40 = 1.99\text{m}^3/\text{h}$

$8550(0.22 \times 1.1 - 0.03)/40 = 43.32\text{m}^3/24\text{h}$

5. 苛化增加氢氧化钠量

增加淡碱浓度 5g/L (一般5~10g/L)

增加碱量 $43.32 \times 5 = 216.6 \approx 217\text{kg}/24\text{h}$

6. 碳酸钠用量

$$217 \times \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3}{2\text{NaOH}} = 217 \times \frac{106}{80} = 287.5\text{kg}/24\text{h}$$

商品纯碱的碳酸钠含量为95~98%，以95%计。

商品纯碱用量 $287.5 \div 0.95 = 302.6\text{kg}/24\text{h}$

$302.6 \div 24 \div 0.95 = 13.27\text{kg}/\text{h}$

7. 石灰用量

$$217 \times \frac{\text{CaO}}{2\text{NaOH}} = 217 \times \frac{56}{80} = 151.9\text{kgCaO}/24\text{h}$$

商品石灰因含有石灰石中的各种天然杂质与未烧透的石块，其中氢氧化钙的含量有很大差异。供作化工原料的石灰要求质量高，氧化钙含量最好要达80%，市售的石灰，一般含氧化钙仅60%左右，故以60%计，并考虑10%的添加量。

商品石灰量 $151.9 \div 0.6 \times 1.1 = 278.5\text{kg}/24\text{h}$

$278.5 \div 24 \div 0.95 = 12.2\text{kg}/\text{h}$

8. 残渣量估算 石灰中的氧化钙151.9kg将转化为碳酸钙，每昼夜干渣量为：

$$278.5 - 151.9 + 151.9 \times \frac{\text{CaCO}_3}{\text{CaO}} = 126.6 + 271.3$$

$$= 397.9 \text{ kg}/24\text{h}$$

$$397.9 \div 24 \div 0.95 = 17.45 \text{ kg}/\text{h}$$

经真空吸滤后的湿渣含湿量以40%计，每昼夜湿渣量为：

$$397.9 \div (1 - 0.4) = 663.2 \text{ kg}/24\text{h}$$

$$663.2 \div 24 \div 0.95 = 29.1 \text{ kg}/\text{h}$$

9. 蒸发后的浓碱液量

$$\text{浓碱液浓度} \quad 300 \text{ g}/\text{L}$$

$$\text{浓碱液量} \quad 43.32 \times 50 \div 300 = 7.22 \text{ m}^3/24\text{h}$$

$$7.22 \div 24 \div 0.95 = 0.32 \text{ m}^3/\text{h}$$

实际生产中供蒸发的淡碱液量应扣除供煮练用淡碱液量。为计算方便，每台丝光机（单层）供蒸浓的淡碱量为2000kg/h，浓度为50g/L。

第二章 苛化和澄清

第一节 苛化工艺流程

每立方米浓度为45g/L的回收淡碱液，根据生产使用经验，加入7kg碳酸钠与6.5kg石灰，苛化后可得到浓度为50g/L左右的淡碱液，经澄清后进行蒸发。

将已消化好的石灰投入已有淡碱液的石灰乳槽中，不断搅拌，调配成石灰乳液。

将碳酸钠投入已有淡碱液的溶解槽中，不断搅拌，调配成碳酸钠溶液。

石灰乳槽的搅拌器不能停转，以免石灰颗粒下沉而造成阻塞。溶解碳酸钠时应先开搅拌器，以免无水碳酸钠在溶解槽中吸水而形成结晶块，使溶解缓慢。在碳酸钠已完全溶解后，才可停止搅拌。然后用泵将石灰乳液、碳酸钠溶液与回收的淡碱液，经堰式计量器加入苛化槽中进行苛化。

苛化由两台苛化槽串联连续进行；在苛化槽底部进料，上部出料。苛化时开过热蒸汽加热达90℃以上，并不断进行搅拌。所以经两台苛化槽串联进行，目的是为了减轻物料在苛化槽进出口间的短路影响，以保证必要的反应时间。

苛化液连续进入沉降槽，经槽中心的下降管内加入。澄清液在槽口四周溢出。沉降后的泥渣由缓缓转动的刮板刮向槽底中心的排泥管排出。经泥浆泵打入转鼓式过滤器进行真空吸滤与洗涤，然后用刮刀刮下，经滑道落入运泥车运出，

澄清液则输入蒸发工段。

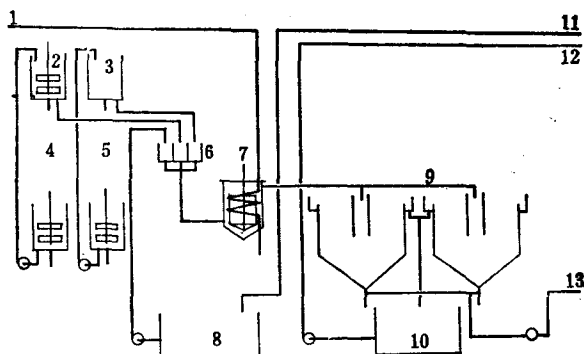
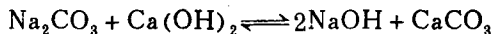


图2-1 苛化流程图

- 1—蒸汽 2—石灰乳贮存槽 3—纯碱液贮存槽
4—石灰溶解槽 5—纯碱溶解槽 6—计量槽
7—苛化槽 8—回收碱液贮槽 9—澄清槽
10—清碱贮槽 11—回收碱液 12—清液（待蒸发） 13—待过滤

第二节 苛化反应的转化率

苛化是一个可逆反应。反应式如下：



上述四种化合物中，碳酸钠与氢氧化钠的溶解度大，碳酸钙与氢氧化钙的溶解度较小。这两种溶解度小的化合物是以固相悬浮于溶液中。相比之下，碳酸钙的溶解度比氢氧化钙更小，因此在开始时反应向生成碳酸钙与烧碱的方向进行。随着反应的进行，氢氧化钠的浓度增加，溶液中的氢氧离子相应增多。氢氧离子浓度高了，氢氧化钙的溶解度就渐小。当

氢氧化钙的溶解度减小到与碳酸钙的溶解度相当时，达到了平衡，苛化反应就终止。苛化反应的平衡常数可用下述方法推算。

由于碳酸钙与氢氧化钙的溶解度都很小。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 为 AB_2 型难溶电解质，其中 $[\text{OH}^-]$ 为 $[\text{Ca}^{++}]$ 的2倍，氢氧化钙的溶解度积 k_1 按定义为：

$$k_1 = [\text{Ca}^{++}][2\text{OH}^-]^2$$

如氢氧化钙完全离解，即

$$[\text{Ca}^{++}] = \frac{1}{2}[2\text{OH}^-] = [\text{OH}^-]$$

$$\text{则 } k_1 = [\text{OH}^-][2\text{OH}^-]^2 = 4[\text{OH}^-]^3$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt[3]{k_1/4}$$

同理，碳酸钙的溶解度积 k_2 按定义为

$$k_2 = [\text{Ca}^{++}][\text{CO}_3^{--}] = [\text{CO}_3^{--}]^2 \quad \text{或} \quad [\text{CO}_3^{--}] = \sqrt{k_2}$$

苛化反应的平衡常数 K 按定义为

$$K = \frac{[2\text{Na}^+]^2[2\text{OH}^-]^2}{[2\text{Na}^+]^2[\text{CO}_3^{--}]} = \frac{4[\text{OH}^-]^2}{[\text{CO}_3^{--}]}$$

将 k_1 与 k_2 代入上式

$$K = \frac{4[\text{OH}^-]^2}{[\text{CO}_3^{--}]} = \frac{4(\sqrt[3]{k_1/4})^2}{\sqrt{k_2}} = \frac{\sqrt[3]{4k_1}}{\sqrt{k_2}}$$

可见苛化平衡常数 K 为碳酸钙与氢氧化钙溶解度的函数。这种平衡状态也说明碳酸钠不能全部转化为氢氧化钠。碳酸钠转化为氢氧化钠的百分率称为苛化转化率。从上述平衡常数的等式中，可以求出在苛化反应达到平衡状态时溶液中氢氧化钠与碳酸钠的浓度比。

$$K = \frac{[2OH^-]^2}{[CO_3^{2-}]} \quad \text{此等式两边除}[CO_3^{2-}] \text{得}$$

$$\frac{K}{[CO_3^{2-}]} = \frac{[2OH^-]^2}{[CO_3^{2-}]^2} \quad \text{此等式两边开方}$$

$$\frac{[2OH^-]}{[CO_3^{2-}]} = \sqrt{\frac{K}{[CO_3^{2-}]}}$$

此式表明，在达到苛化平衡时，氢氧化钠与碳酸钠的浓度比，与碳酸钠浓度的平方根成反比例。即初始碳酸钠的浓度愈低，苛化转化率愈高。根据这一关系，可以绘出苛化转化率曲线。

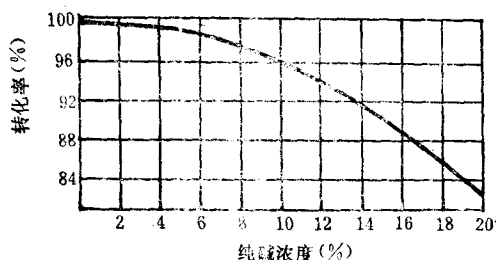


图2-2 苛化转化率曲线

转化率的大小是由化学平衡关系决定的。它与反应时间的长短，搅拌速度的快慢，石灰过量的多少无关（在石灰过量时，溶液中的石灰浓度并不增加）。在用苛化法制烧碱时，由于要得到较浓的碱液，转化率选择在90%左右。丝光回收碱液的浓度较低，相当于碳酸钠的初始浓度为6.6%左右，因此，理论转化率可达98%以上。

第三节 苛化操作条件

在苛化过程中，既要考虑苛化转化率，也要考虑苛化反应的速度与设备生产能力。

提高苛化浓度会使苛化转化率下降，但能增加设备生产能力。苛化丝光回收淡碱液，浓度已由丝光淋洗碱的要求所决定，因此浓度不再成为一个控制的条件。

提高温度对转化率产生不利影响。因温度提高，提高了碳酸钙的溶解度，使氢氧化钙的溶解度下降，其结果是使苛化平衡常数减小，未转化的碳酸钠增加。但是温度的提高会加快苛化反应的速度，故常常采取 90°C 以上的反应温度。

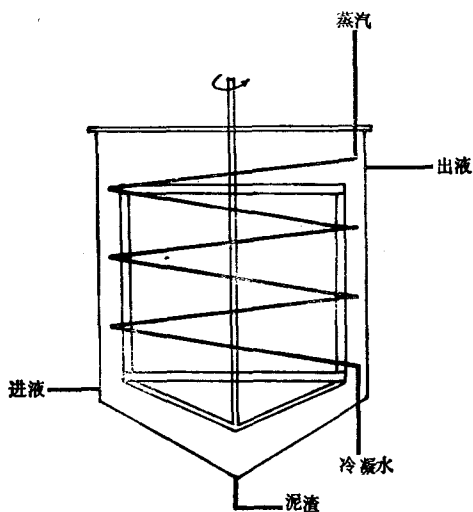


图2-3 苛化槽