

# 化学浆工艺学

卷 一

## 亚硫酸盐浆的生产

轻工业出版社

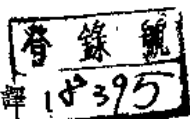
# 化 学 浆 工 艺 学

## 卷 一

### 亞 硫 酸 鹽 漿 的 生 产

〔苏〕 H. H. 聶伯宁著

張行孚、周含元、張学瀛、陈宗棣、  
于昌晉、單乃礼、魯庭鈞、戴家璋、校  
健海岩、李民安、張維翰、楊珉华



輕 工 业 出 版 社

1960 年 · 北 京

## 内 容 介 紹

喬伯宁是苏联的一位世界闻名的造纸專家和科学工作者,“化学漿工艺学”是他数十年來辛勤工作和研究的結晶,理論与实践並重,可以說是这方面的权威著作。卷一“亞硫酸鹽漿的生产”是1956年在苏联出版的,經苏联高等教育部指定作为高等工業院校教学参考用書。全書除緒論外,共分小章,从化学漿的性质和原木料講起,对于备木的全部工序,制髓,蒸煮的理論和工艺技术,二氧化硫和热的回收,廢液的利用,漿的精选、脫水、干燥和漂白等等,均依次詳加叙述,对于有关的各种工艺流程和所用設備,亦均詳为罗列。本書取材精湛,內容丰富,可供我国制漿造纸工業方面的工程技术人员和研究工作者学习参考,並可供高等專業院校师生閱讀。

Н. Н. НЕПЕНИН  
ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ  
ТОМ I  
ПРОИЗВОДСТВО  
СУЛЬФИТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

本書根据苏联國家林業与造纸工業出版社莫斯科 1956 年版譯出

### 化 学 漿 工 艺 学 卷 一

#### 亞 硫 酸 鹽 漿 的 生 产

〔苏〕Н. Н. 喬 伯 宁 著

張行孚、周合元、張学鑑、陈宗棟 譯  
于昌晋、單乃礼、魯庭鈞、戴家璋 校  
譚海岩、李民安、張維翰、楊斌华

輕 工 業 出 版 社 出 版

(北京广安門內白廣路)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 099 号

北京市印刷一厂印刷

新华書店科技發行所發行 各地新华書店經銷

850×1168 毫米 1/32·20<sup>12</sup>/<sub>32</sub> 印張·4 插頁, 580,000 字

1960 年 6 月第 1 版

1960 年 5 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—3,000 (精); 定 价: (10) 4.30 元

統一書号: 15042·904

# 目 录

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 緒論 化学漿的特征和原木料 .....             | (15) |
| 主要的原料 .....                     | (15) |
| 制漿的方法 .....                     | (16) |
| 化学漿的应用范围 .....                  | (18) |
| 对化学漿的要求和质量指标 .....              | (18) |
| 制漿用的木材原料 .....                  | (28) |
| 可使用的木材种类 .....                  | (28) |
| 木材的水份 .....                     | (29) |
| 木材的比重 .....                     | (31) |
| 原木和原木的质量 .....                  | (33) |
| 第一章 亞硫酸鹽漿的历史发展概要及其生产的一般程序 ..... | (39) |
| 亞硫酸鹽制漿法發展史 .....                | (39) |
| 生产亞硫酸鹽漿的一般程序 .....              | (42) |
| 第二章 儲木場的設置, 經木和原木去皮 .....       | (44) |
| 备木的一般程序 .....                   | (44) |
| 儲木場用的机械 .....                   | (45) |
| 絞轆索 .....                       | (45) |
| 堆木用提昇机 .....                    | (47) |
| 橫向拉木机 .....                     | (48) |
| 縱向拉木机 .....                     | (50) |
| 迴轉式挺桿起重機 .....                  | (53) |
| 高架起重機 .....                     | (55) |
| 龍門式起重機 .....                    | (56) |
| 橋式和纜索式起重機 .....                 | (59) |
| 堆木机 .....                       | (65) |
| 搬運設備 .....                      | (68) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 鋸木 .....                | (69)  |
| 平衡鋸 .....               | (69)  |
| 多鋸盤案鋸 .....             | (70)  |
| 剥皮 .....                | (73)  |
| 人工剥皮 .....              | (73)  |
| 用圓筒剥皮机剥皮 .....          | (74)  |
| 摩擦剥皮机 .....             | (77)  |
| 短木用的圓筒剥皮机 .....         | (77)  |
| 長短木用的平行放料式的圓筒剥皮机 .....  | (81)  |
| 槽式摩擦剥皮机 .....           | (84)  |
| KLI 鏈子剥皮机 .....         | (89)  |
| 卡盤剥皮机 .....             | (96)  |
| 水力剥皮机 .....             | (93)  |
| 剥皮廢料的利用 .....           | (95)  |
| 各种剥皮方法的比較和結論 .....      | (99)  |
| 儲木場的工作規劃 .....          | (100) |
| 儲木場工作的季节性和儲存量的計算 .....  | (100) |
| 堆垛的方法和堆积密度 .....        | (102) |
| 对貯木場地的要求和選擇場址的原則 .....  | (103) |
| 儲木場的佈置示例 .....          | (105) |
| 第三章 原木的切片和备木工段的組織 ..... | (112) |
| 原木的切片 .....             | (112) |
| 切片机的結構 .....            | (112) |
| 切片机的工作和影响木片質量的因素 .....  | (116) |
| 長木切片机和多刀切片机 .....       | (119) |
| 切片机的生产能力和动力的消耗 .....    | (123) |
| 木片的篩选 .....             | (127) |
| 切片后木片的特征 .....          | (127) |
| 鼓式篩选机 .....             | (128) |
| 平板篩 .....               | (130) |
| 康托篩选机 .....             | (133) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 木片的再碎 .....                       | (134) |
| 再碎机的裝置 .....                      | (134) |
| 利用木片再碎机的流程圖 .....                 | (136) |
| 备木工段原木和木片的運輸 .....                | (137) |
| 备木工段的裝置 .....                     | (140) |
| 备木工段的生产檢查 .....                   | (143) |
| 第四章 制酸 .....                      | (146) |
| 酸的成分和 $\text{SO}_2$ 的物理化学性質 ..... | (146) |
| 酸及其成分 .....                       | (146) |
| $\text{SO}_2$ 的物理化学性質 .....       | (148) |
| 原酸制造流程 .....                      | (157) |
| 制取 $\text{SO}_2$ 的原料及其保存 .....    | (157) |
| 硫及其性質 .....                       | (157) |
| 硫鉄矿及其性質 .....                     | (159) |
| 浮选硫鉄矿 .....                       | (160) |
| 硫鉄矿和硫黃的保存 .....                   | (161) |
| 用硫黃制造 $\text{SO}_2$ .....         | (162) |
| 硫黃的焙燒和爐气混合物的成份 .....              | (162) |
| 硫黃燃燒爐 .....                       | (163) |
| 用硫鉄矿制造 $\text{SO}_2$ .....        | (169) |
| 硫鉄矿的粉碎 .....                      | (169) |
| 粉碎工段的設備 .....                     | (169) |
| 粉碎工段裝置 .....                      | (172) |
| 硫鉄矿的焙燒和爐气混合物的成份 .....             | (173) |
| 焙燒硫鉄矿的机械爐 .....                   | (178) |
| 硫鉄矿焙燒爐的運轉 .....                   | (186) |
| 爐的护养 .....                        | (191) |
| 含煤硫鉄矿和浮选硫鉄矿的焙燒特点 .....            | (164) |
| 粉狀硫鉄矿焙燒爐 .....                    | (195) |
| 迴轉式硫鉄矿焙燒爐 .....                   | (199) |
| “沸騰层”焙燒 .....                     | (201) |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 硫鉄矿的供給和燃渣的除去               | (202) |
| 制取 $\text{SO}_2$ 的其他原料     | (205) |
| 爐气的淨化和冷却                   | (206) |
| 爐气混合物的特征                   | (206) |
| 气体的干法清淨                    | (210) |
| 气体的电气清淨                    | (211) |
| 气体的湿法清淨                    | (218) |
| 气体的冷却                      | (222) |
| 硒的收集                       | (227) |
| $\text{SO}_2$ 气体的吸收, 吸收的方法 | (229) |
| 塔法                         | (229) |
| 酸塔的裝置                      | (230) |
| 酸塔的工作                      | (233) |
| 双塔                         | (241) |
| 石灰乳法                       | (244) |
| 石灰和石灰乳的制备                  | (244) |
| O. K. 吉列尔塔和巴尔克尔塔           | (247) |
| 石灰乳設備的工作                   | (252) |
| 原酸成份的調整                    | (253) |
| 压力塔                        | (256) |
| 100% $\text{SO}_2$ 气体的利用   | (260) |
| 制酸工段的輔助設備, 酸液的保存           | (264) |
| 气管                         | (264) |
| 風泵                         | (265) |
| 酸液的保存                      | (268) |
| 制酸工段設備的配置和工作, 制酸流程的選擇      | (271) |
| 制酸工段的生产檢查                  | (273) |
| 第五章 亞硫酸鹽漿的蒸餾理論             | (276) |
| 蒸餾过程的一般特征                  | (276) |
| 操作过程                       | (276) |
| 蒸餾酸液                       | (297) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 蒸煮的任务及所發生現象的一般狀況 .....       | (279) |
| 亞硫酸鹽蒸煮的主要过程及反应 .....         | (283) |
| 酸液渗透木材 .....                 | (283) |
| 木質素的反应 .....                 | (287) |
| 木質素的磺化 .....                 | (288) |
| 木質素的縮合和蒸煮的阻滯作用 .....         | (292) |
| 木質素的溶解 .....                 | (296) |
| 碳水化合物的反应 .....               | (299) |
| 緩結合 $\text{SO}_2$ 的形成 .....  | (305) |
| 蒸煮的副反应 .....                 | (309) |
| 氫离子濃度的意义 .....               | (314) |
| 在蒸煮的化学反应中硫的消耗量 .....         | (319) |
| 亞硫酸鹽蒸煮的动力学 .....             | (323) |
| 蒸煮的因素及其对蒸煮过程的影响 .....        | (326) |
| 蒸煮程度 .....                   | (327) |
| 温度的影响 .....                  | (330) |
| 游离 $\text{SO}_2$ 濃度的作用 ..... | (332) |
| 鹽基的作用 .....                  | (337) |
| 鹽基的种类 .....                  | (341) |
| 木材的質量和品种 .....               | (343) |
| 第六章 亞硫酸鹽蒸煮的技术 .....          | (351) |
| 蒸煮鍋的結構 .....                 | (351) |
| 蒸煮鍋的型式和尺寸 .....              | (351) |
| 鍋体 .....                     | (352) |
| 鍋的襯里 .....                   | (355) |
| 鍋的配件 .....                   | (359) |
| 蒸煮設備用的耐酸材料 .....             | (367) |
| 蒸煮的管道 .....                  | (368) |
| 木片和酸液的裝鍋 .....               | (371) |
| 木片庫的裝設 .....                 | (371) |
| 木片裝鍋 .....                   | (373) |

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 酸液裝鍋                                | (374) |
| 蒸煮过程                                | (376) |
| 蒸煮的溫度規程                             | (376) |
| 蒸煮終結                                | (378) |
| 使蒸煮合理化的方法                           | (381) |
| 用机械密积木片                             | (381) |
| 強制循环的使用                             | (385) |
| 間接加热的強制循环                           | (386) |
| 直接加热的強制循环                           | (389) |
| 強制循环蒸煮的优点                           | (391) |
| 木片內空气的預先排除                          | (393) |
| 大量“抽液”和“移液”                         | (395) |
| 加廢液进行蒸煮                             | (400) |
| 現代的蒸煮規程                             | (400) |
| SO <sub>2</sub> 和热的回收               | (408) |
| 放气的成份                               | (408) |
| 回收系統中液体和 SO <sub>2</sub> 的平衡        | (410) |
| 放气的气体部分                             | (413) |
| 放气的液体部分                             | (415) |
| 回收系統                                | (417) |
| 冷回收                                 | (417) |
| 热的利用和回收                             | (420) |
| 冷热回收                                | (423) |
| 廢液中殘留 SO <sub>2</sub> 的回收和沸騰蒸汽之热的利用 | (425) |
| 異丙基甲苯的回收                            | (429) |
| 洗料池的設備, 化学漿的洗滌和卸料                   | (431) |
| 洗料池的設備                              | (431) |
| 廢液的壓出和化学漿的洗滌                        | (435) |
| 抽取廢液的利用                             | (436) |
| 洗料池的卸料                              | (443) |
| 蒸煮过程的生产技术指标                         | (447) |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 鍋 1 米 <sup>3</sup> 容的产漿量 ..... | (447) |
| 鍋的运转時間 .....                   | (448) |
| 物料和热量的計算 .....                 | (449) |
| 亞硫酸鹽漿液煮的物料平衡 .....             | (449) |
| 物料回收和热回收的計算 .....              | (462) |
| 总物料平衡 .....                    | (463) |
| 总热平衡 .....                     | (464) |
| 回收鍋和回收槽內的压力、溫度及酸液成份 .....      | (446) |
| 蒸煮耗汽量的計算 .....                 | (470) |
| 蒸煮条件对耗汽量的影响 .....              | (476) |
| 蒸煮的热消耗圖表 .....                 | (479) |
| 第七章 亞硫酸鹽廢液的利用 .....            | (483) |
| 概論 .....                       | (483) |
| 廢液的成份和含量 .....                 | (484) |
| 亞硫酸鹽廢液酒精的生产 .....              | (486) |
| 廢液的發酵准备 .....                  | (488) |
| 廢液發酵变酒精 .....                  | (493) |
| 膠液蒸餾和酒精精餾 .....                | (596) |
| 酒精收获率和技术經濟指标 .....             | (500) |
| 飼料酵母的生产 .....                  | (502) |
| 亞硫酸鹽廢液酒精濃縮物的生产和应用 .....        | (504) |
| 木質磺酸鹽的性質和濃縮物的制得 .....          | (504) |
| 多效蒸發器中的蒸汽蒸發 .....              | (505) |
| 用烟气的蒸發 .....                   | (507) |
| 联合蒸發 .....                     | (509) |
| 木質磺酸鹽的精制 .....                 | (510) |
| 由木質磺酸鹽制香蘭素 .....               | (513) |
| 亞硫酸鹽廢液的有害性 .....               | (514) |
| 亞硫酸鹽廢液的綜合加工 .....              | (515) |
| 綜合加工流程 .....                   | (515) |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 他种鹽基燕煮廢液的加工 .....   | (520) |
| 第八章 化学漿的精选和脱水 ..... | (523) |
| 精选車間总流程 .....       | (523) |
| 漿料的离解 .....         | (524) |
| 粗选 .....            | (526) |
| 除櫛机 .....           | (526) |
| 除砂溝 .....           | (530) |
| 精选 .....            | (531) |
| 离心式精选机 .....        | (532) |
| 流水式精选机 .....        | (537) |
| 隔膜式精选机 .....        | (538) |
| 謙信—林德格蘭振动式精选机 ..... | (543) |
| 在渦旋式除渣机內精选漿料 .....  | (544) |
| 化学漿脱水 .....         | (546) |
| 濃縮机 .....           | (547) |
| 真空過濾机 .....         | (548) |
| 其他类型的過濾机 .....      | (555) |
| 螺旋压榨机 .....         | (557) |
| 化学漿中树脂的消除 .....     | (559) |
| 化学漿中的树脂 .....       | (559) |
| 降低树脂含量的方法 .....     | (561) |
| 精选車間的裝置和操作 .....    | (564) |
| 攪拌池 .....           | (564) |
| 精选車間的流程 .....       | (569) |
| 回水的利用 .....         | (576) |
| 精选車間的生产檢查 .....     | (578) |
| 水及纖維的平衡 .....       | (579) |
| 廢料加工 .....          | (587) |
| 精选車間的廢料 .....       | (587) |
| 磨碎廢料的机器 .....       | (587) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 纖維的回收 .....             | (594) |
| 廢料加工車間的流程 .....         | (597) |
| 第九章 抄漿机上化学漿的脫水和干燥 ..... | (600) |
| 抄漿机湿部的脫水 .....          | (600) |
| 攪拌池和漿料的上网 .....         | (600) |
| 网案 .....                | (602) |
| 压榨部 .....               | (609) |
| 脫水經過和湿部的生产能力 .....      | (613) |
| 抄漿机湿部的傳动和动力的消耗 .....    | (615) |
| “卡米尔”脫水机 .....          | (619) |
| 化学漿的干燥 .....            | (621) |
| 干燥理論 .....              | (621) |
| 化学漿的干燥机理 .....          | (626) |
| 空气干燥 .....              | (626) |
| 在加热表面上的干燥 .....         | (628) |
| 干燥对化学漿質量的影响 .....       | (630) |
| 空气的用量 .....             | (631) |
| 用烘缸干燥化学漿 .....          | (632) |
| 敞开式干燥部的裝置 .....         | (632) |
| 供汽和冷凝水的排出 .....         | (634) |
| 干燥部的生产能力 .....          | (636) |
| 干燥部的通風 .....            | (638) |
| 干燥的耗热量 .....            | (641) |
| 干燥部的計算 .....            | (643) |
| 通風上的耗汽量 .....           | (645) |
| 真空干燥机 .....             | (646) |
| 用空气在室內干燥化学漿 .....       | (650) |
| 空气干燥室的裝置 .....          | (650) |
| 空气干燥室的工作 .....          | (653) |
| 漿板的切斷与包裝 .....          | (655) |
| 干燥間的生产檢查 .....          | (659) |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 第十章 亞硫酸鹽漿的漂白           | (661) |
| 氯及氯的化合物和过氧化物的物理化学性質    | (662) |
| 氯                      | (662) |
| 氯水                     | (663) |
| 次氯酸                    | (664) |
| 次氯酸鹽                   | (666) |
| 亞氯酸鹽和二氧化氯              | (669) |
| 过氧化鈉和过氧化氫              | (670) |
| 用漂白粉制备漂液               | (671) |
| 漂白粉及其性質                | (671) |
| 漂白粉溶液及其性質              | (672) |
| 漂白溶液的制备工艺              | (674) |
| 用液体氯制备漂液               | (676) |
| 液体氯及其运输和貯存             | (676) |
| 石灰乳的制备                 | (677) |
| 石灰乳的氯化                 | (678) |
| 氯化器的型式                 | (680) |
| 溶液的澄清                  | (684) |
| 鈉鹽基漂液的制备               | (684) |
| 漂白的理論                  | (686) |
| 漂白的任务                  | (686) |
| 用次氯酸鹽溶液漂白              | (687) |
| 次氯酸鹽对木質素与纖維素的作用        | (690) |
| 一段次氯酸鹽漂白法              | (691) |
| 漂白过程中化学漿的物理与化学性質和漂液的变化 | (691) |
| 漂白时氯的消耗和纖維的损失          | (695) |
| 各种因素对漂白过程的影响           | (696) |
| 二段次氯酸鹽漂白法              | (702) |
| 采用元素氯的綜合漂白             | (604) |
| 元素氯处理(氯化)              | (704) |
| 碘化                     | (711) |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 补充漂白 .....           | (713) |
| 用次氯酸盐溶液补充漂白 .....    | (713) |
| 用亚氯酸钠和二氧化氯补充漂白 ..... | (716) |
| 用过氧化物漂白 .....        | (719) |
| 酸化 .....             | (720) |
| 综合漂白的优点 .....        | (724) |
| 亚硫酸盐浆的精制 .....       | (723) |
| 精制的任务和精制浆的性质 .....   | (723) |
| 精制的方法 .....          | (726) |
| 亚硫酸盐浆的热碱处理 .....     | (727) |
| 化学浆的冷碱处理 .....       | (732) |
| 漂白和精制的技术 .....       | (735) |
| 低浓度浆料漂白用的漂白池 .....   | (735) |
| 高浓度浆料漂白用的漂白池 .....   | (738) |
| 漂白部的辅助设备 .....       | (742) |
| 漂白部的操作规程及流程 .....    | (744) |
| 漂白池中的次氯酸盐一段漂白 .....  | (744) |
| 次氯酸盐两段漂白的流程图 .....   | (747) |
| 综合漂白和热法精制 .....      | (750) |
| 冷法精制 .....           | (656) |



## 緒 論

# 化学漿的特征和原材料

### 主要的原料

各种含纖維素的植物原料是制取化学漿的唯一来源，而纖維素只是植物原料中的成分之一。制取化学漿的过程是从植物組織成分中去掉其他雜質而把纖維素分离出来。但在現有的制漿工業中，不論用哪种方法，都还不能把其他雜質全部除去。因此，在制成的化学漿中总殘存一些伴随着纖維素的雜質；而另一方面，在原料中所含的纖維素，也經常部分地被破坏甚至消失掉。这样制出的成品，通称化学漿（工業用纖維素），不同于化学純粹的纖維素。

自然，化学漿的性質要随原料中伴随着纖維素的雜質除去的程度和在制备过程中纖維素本身由于未被破坏而留存的程度，有很大的变动。在从原料中伴随着的雜質分离出纖維素的同时就破坏了植物組織，將其分成为所組成的結構單位，也就是或多或少地保持着纖維結構的細胞，这就变成了所謂“漿料”，它基本上是由具有不同形狀和各种大小的各个纖維所組成。在适当地選擇原料，改变加工方法和条件的情况下，可以制出多少去掉了伴随着纖維素的雜質的而在質量上符合要求的成品。

纖維素(細胞組織)是每一种植物的組成部分，但实际上远不是每一种植物都适合在工業上作提取纖維素之用。在選擇原料上有决定性意义的是：各类植物中纖維素的不同含量，植物組成纖維的結構特点，对該植物使用工業加工方法的可能性，加工后所得纖維成品的質量。某种植物原料的分布情况，在采集、供应和

保管等方面是否方便，成本是否合算等純經濟因素对選擇原料也有很大的意义。因此，在化学漿生产上所用的植物，其种类是不太多的。

針叶树中最有意义的是云杉、松树、冷杉；闊叶树中是包括山楊在內的各种楊树、樺树、山毛櫸、楓树等。

在非木材原料中，几乎只采用禾谷类作物的莖稈；如黑麦、小麦、大麦、稻米、玉蜀黍等的莖稈。在外国利用西班牙草（生長在非洲北部和西班牙境內）制造化学漿是很普遍的。

属于非木材原料的还有棉花、亞麻、大麻、黄麻等，所用的这类材料多半是紡織品廢料（破布）。此外，用于制造化学漿的原料，还有許多其他一年野生植物，如席草、蘆葦、草夾竹桃、荻、茭草等。

从上述各点来看，所列的各种植物，其使用价值是有很大差别的。棉花的纖維素含量很高，用不太复杂的方法即可制得最純的纖維素，但棉花价貴，所以这种漿主要是用在化学加工上。同样，破布也很缺乏，所以破布漿仅用于特高級紙的生产上。虽然利用木材原料和禾稈制造紙漿較困难，並且要經過很复杂的工艺过程，但作为制漿原料它們却是最便宜也是最普遍的。

### 制漿的方法

現有的制漿方法，按处理植物原料所用葯剂的不同，可分为酸法、碱法和綜合法三种。

**酸法** 酸法之中包括亞硫酸鹽法和硝酸法。硝酸法是用硝酸处理原料，但由于硝酸的价格很貴，和在工艺上尚存在着一些沒有完全解决的問題，所以迄今这种方法还没有广泛的工業意义。亞硫酸鹽法，因較經濟和簡便，采用的非常普遍。这种制漿的方法是在高溫、高压下將切成小片的木料用亞硫酸鹽葯液蒸煮，該葯液通常是鈣鹽或鎂鹽，並有少量过剩的溶解亞硫酸酐。这种方法的主要缺点是适用的原料种类極少，只能用含树脂量低的針叶树如云