

制漿造紙分析

袁鎮沂 編著

上海科学技术出版社

制漿造紙分析

袁鎮沂 編著

上海科學技術出版社

內 容 提 要

本書系按照制漿造紙制造过程中所用的原材料、制成的成品(紙漿和紙)以及生产过程中的技术控制和化学管理等的試驗方法加以系統敘述和比較編写而成。內容共分四編:第一編紙漿原料試驗法,包括木材的物理性質和化学組成的分析法,纖維長寬度的測定方法及蒸煮試驗法等;第二編紙漿制造工程中有关的試驗,包括亞硫酸法、苏打法及硫酸鹽法需用的原材料,生产过程的技术和化学管理等的試驗方法;第三編紙漿試驗法,包括紙漿物理性質試驗法,化学試驗法及漂白工程有关的試驗法等;第四編紙的試驗法,包括紙的顯微鏡試驗法、物理性質試驗法及化学試驗法等。为了分析和試驗工作上的应用,書末并附有液体試劑、标准溶液和指示劑溶液的制备方法及各种常用表类,全書共約40余万字,适合于高等学校和中等技术学校的造紙專業師生及制漿造紙技术人員等参考。

制 漿 造 紙 分 析

袁 鎮 沂 編 著

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业許可証出093号

上海市印刷五厂印刷 新华書店上海发行所总經售

开本787×1092 1/27 印張18 22/27 字數390,000

1959年3月第1版 1959年3月第1次印刷

印數1—4,000

統一書号: 15119·1193

定价:(十二)2.15元

序

紙漿和紙在教育文化、國民經濟和國防建設上都有着廣泛而極其重要的用途。

制漿和造紙的方法原是我國首先發明的。遠在公元前（前漢時）即已知用某些原料製成類似紙張的東西，到了公元105年（後漢和帝元興元年）蔡倫總結前人經驗，採用樹皮、麻頭、敝布、魚網等原料以制漿造紙，這對我國古代文化的發展具有非常重大的影響。

我國制漿造紙方法雖有將近二千年的悠久歷史，但因長期處於封建統治之下，生產力受到束縛，生產方式始終停滯在手工業狀態。解放以前，在反動統治時代，各地僅有的幾座機器制漿造紙工廠，在反動派和帝國主義的重重摧殘下，一直不能正常生產，民間的制漿造紙方法也得不到改進。一直到解放以後，在優越的社會主義制度和黨的正確領導下，我國的制漿造紙工業才有了飛躍的發展，連年以來，無論在产品數量、質量以及品種方面都有了很大躍進，扭轉了以往一向依賴進口的局面。黨的建設社會主義總路綫的提出，掀起了全國工農業生產的大躍進，推動了文化革命和技術革命不斷向前發展，因此，對紙漿和紙的需要，在質和量方面都提出了新的和更高的要求，給予我們科學技術工作者以更艱巨而繁重的任務，要求我們以更高的科學技術水平，迅速發展紙漿和紙的生產以滿足廣大人民日益增長的文化和物質需要。

日前我國出版書籍中，有關制漿造紙的中文書籍還不很多，對於一般學者及制漿造紙技術人員在技術方面鑽研提高，頗感不便，編者有鑒于此，遂於授課之余編寫本講義，給華南工學院造紙專業

同學們學習和參考。嗣以同學們畢業到工作崗位後，認為本講義對他們工作上尚有幫助，有來函索取或請解答問題者，然以本講義印數不多，且內容和印刷方面均有錯誤、欠妥和不够完整之處，因就原講義加以修改、補充和整理編成此書發表，以供學者和制漿造紙工作者參考和應用。

本書共分四編，系按照制漿造紙方法製造過程所需用的原材料、制成的成品（紙漿和紙）以及生產過程中的技術控制和化學管理等的試驗方法加以系統敘述并批判比較編寫而成，為了分析和試驗工作上的應用，書末并附錄有液體試劑，標準溶液和指示劑溶液的制備方法及各種常用表類。

由於編者知識水平和時間的限制，這本書不是沒有缺點的，其中內容取舍或有不當，引用可能有疏漏和錯誤，敬請讀者們賜予指正，編者愿以感謝的心情接受來自各方面的批評和意見。

袁鎮沂

于廣州華南工學院 1957年11月15日

一 些 說 明

(1) 本書所用單位，有时采用符号表示，單位符号表示法，詳見附录 (II) 第一表。

(2) 本書所用名詞，大都采用 1955 年 1 月中国科学院編譯局編訂的化學化工術語，其中有些名詞无中文譯名或不常用者，或易致混淆者，或为人名譯名均于該名詞之后附以原文。有少数无适当譯名者，暂时直接采用原文。

(3) 本書所用的化合物名詞，有时为了書写方便，采用分子式代替。

(4) 編著本書时，大部取材于下列各書，为便于讀者进一步研究和探討，下列各書中引用的文献 (或編著本書时参考的文献) 与本書內容有关而主要者均于“人名”、“方法”或适当詞句的右上角方括弧 ([]) 内注以数字，可于每編之末檢索得之。下面是編著本書时的主要参考書目：

右田伸彦著：パルプ及制紙工業實驗法

厚木胜基著：パルプ及紙 (1953)

B. П. ОСАНОВ, ТЕХНИКО-ХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЦЕЛ-
ЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА, 1952.

Wise Jahn, Wood Chemistry Vol. I, II, 2nd., 1952.

Julius Grant, A Laboratory Handbook of Pulp and Paper Manu-
-facture. 4th Ed., 1942.

James P. Casey, Pulp and Paper Vol. I, II., 1952.

Charles Dore'e, The Method of Cellulose Chemistry, 1950.

T. A. P. P. I. Standards, 1949.

Hägglund, Chemistry of Wood, 1951.

F. E. Brauns, Chemistry of Lignin, 1952.

James Beveridge, The Papermakers' Pocket Book.

J. N. Stephenson, The Manufacture of Pulp and Paper, Vol v.

B. M. 尼基琴著, 木材与纖維素化学(中譯本)。

目 录

序

一些說明

第一編 紙漿原料試驗法

第一章 木材物理性質試驗法	1
(一) 木材的顏色	2
(二) 木材的比重	2
(三) 木材的硬度	5
(四) 木材的滲透性	6
第二章 木材纖維長寬度測定法	7
第三章 木材化學組成分析法	11
第一節 分析程序討論	12
第二節 各化學組成的分析方法	14
(一) 試樣的採取和調制	14
(二) 水分	16
(三) 灰分	19
(四) 抽出物	20
(五) 木質素	23
(六) 甲氧基	35
(七) 纖維素	43
(八) α, β 及 γ 纖維素	61
(九) 全纖維素	68
(十) 多縮戊糖	71
(十一) 多縮甘露糖	84
(十二) 多縮半乳糖	87
(十三) 果膠	89
(十四) 半纖維素	94

(十五) 酰基·····	96
(十六) 蛋白質·····	97
(十七) 丹宁·····	99
第三节 木材分析結果及其意义	103
第四章 蒸煮試驗法	108
第一編 參考文獻	110

第二編 紙漿制造工程中有关的試驗

第一章 亞硫酸法中有关的試驗	115
第一节 蒸煮液制造原料的分析法	115
(一) 硫磺·····	116
(二) 硫铁矿·····	118
(三) 石灰石·····	126
第二节 燃硫爐气体及矿渣的分析法	130
(一) 燃硫爐(或焙燒爐)气体·····	130
(二) 矿渣·····	138
第三节 蒸煮液的分析法	142
(一) 比重計測定法·····	144
(二) 化学分析法·····	147
第四节 蒸煮作业的管理	153
第五节 廢液分析法	162
第二章 苏打法及硫酸鹽法有关的試驗	181
第一节 蒸煮液制造原料的分析法	183
(一) 苏打灰·····	183
(二) 苛性鈉·····	187
(三) 生石灰·····	190
(四) 芒硝·····	193
第二节 蒸煮液的分析法	196
(一) 苏打法蒸養液·····	197
(二) 硫酸鹽法蒸養液·····	198

(三) 苛性鈉还原度和硫化度	210
第三节 蒸煮作业之管理	211
第四节 廢液(黑液)分析法	212
第五节 苏打回收工程的試驗	219
(一) 黑灰及熔融物的分析法	219
(二) 石灰泥渣的分析法	222
第三章 漂白工程有关的試驗	224
第一节 漂白剂分析法	225
(一) 氯素	225
(二) 漂粉	227
第二节 漂白液分析法	232
(一) 氯素水溶液	232
(二) 漂粉溶液	232
(三) 自制漂白液	234
第三节 漂白作业的管理	236
(一) 漂白前的試驗	236
(二) 漂白过程中的試驗	238
(三) 漂白后的試驗	238
第二編 參考文獻	240

第三編 紙漿試驗法

第一章 物理性質試驗法	244
(一) 紙漿的强度	244
(二) 紙漿的叩解度(即濾水度)	246
(三) 紙漿的白度	249
(四) 紙漿的尘埃度	251
(五) 紙漿的膨脹度	252
(六) 机械木漿纖維均匀度的試驗法	254
(七) 紙漿纖維显微镜試驗法	255
第二章 化学試驗法	255
第一节 未漂紙漿漂白性試驗法	255

制 漿 造 紙 分 析

(一) 木質素直接定量法	256
(二) 比色法	256
(三) 氧化劑消耗量測定法	258
第二节 紙漿變質程度試驗法	268
(一) 銅價	268
(二) 粘度	273
(甲) 纖維素溶液粘度測定法	274
(乙) 纖維素誘導體溶液粘度測定法	287
(三) 其他試驗法	289
第三节 紙漿化學成分試驗法	292
(一) 水分	292
(二) 灰分	293
(三) 樹脂	293
(四) 木質素	296
(五) 多縮戊醣	297
(六) 甲氧基	300
(七) α 纖維素	304
(八) 粗纖維素	307
(九) 果膠	307
(十) 銅鐵尘埃數	307
(十一) 游离氯	307
(十二) 鐵含量	308
(十三) 氯含量	308
(十四) 含硫化合物	309
(十五) 水溶性硫酸鹽及氯化物	310
(十六) 酸鹼度	312
第三編 參考文獻	314

第四編 制紙有關的試驗

第一章 制紙用輔助原料試驗法	316
第一节 膠料及膠料原料試驗法	316
(一) 松香	316

(二) 松香膠料	320
(三) 松香膠料乳液	322
(四) 硫酸鋁	323
(五) 动物膠	334
(六) 淀粉	335
第二节 填料試驗法	336
第三节 色料試驗法	344
第二章 紙的試驗法	348
第一节 顯微鏡試驗法	349
(一) 需用仪器及材料	349
(二) 試驗紙样	350
(三) 試驗前准备	350
(四) 根据纖維的形态鉴别纖維方法	351
(五) 根据纖維的染色反应鉴别纖維方法	358
(甲) 碘染色剂	358
(乙) 染料染色剂	366
(丙) 磨木紙漿鉴别法	371
(六) 紙中各种纖維含量比率之測定	372
第二节 紙的物理性質試驗法	374
(一) 紙样的采取和准备	375
(二) 紙的縱向及橫向	378
(三) 紙的表面及底	379
(四) 紙的定量	380
(五) 紙的厚度	381
(六) 紙的紧度	382
(七) 紙的强度	382
(八) 空气透气度	391
(九) 施膠度	394
(十) 吸液度	396
(十一) 紙的表面滲透性	398
(十二) 濾过度	399
(十三) 印刷油墨吸收試驗	400

(十四) 紙的光學性質	400
(十五) 紙的其他物理性質	405

第三节 紙的化學試驗法 409

(一) 水分	409
(二) 灰分的測定(包括紙中灰分組成的定性分析)	410
(三) 紙的酸鹼度及 pH 值	420
(四) 紙中酸根及游離氯	428
(五) 紙中金屬含量	432
(六) 紙中 α, β, γ 纖維素含量	436
(七) 紙中松香膠料	440
(八) 紙中淀粉膠料	444
(九) 紙中動物膠料及酪素	447
(十) 紙中石蠟膠料	449
(十一) 紙中未漂紙漿與磨木紙漿	449
(十二) 紙中污點	451

第四編 參考文獻 455

附录 (I) 液体分析試剂、标准溶液及指示剂溶液的

制备方法	457
------	-----

附录 (II) 各种表类 469

(一) 常用量度單位符号	469
(二) 量度單位換算表	470
(三) 溫度計度數換算表	471
(四) 溫度与压力关系表	471
(五) 布美度与比重換算表 (1)、(2)	472
(六) 石灰乳溶液比重与含量关系表	475
(七) 亞硫酸法蒸煮酸液組成表	476
(八) 碳酸鈉溶液濃度表	477
(九) 氫氧化鈉溶液濃度表	478
(十) 硫酸鹽法黑液的比重与含鹼量(甲)、(乙)	480
(十一) 硫酸鋁(明矾)溶液的比重与含量关系表	482
(十二) 国际原子量表 (1953 年)	484
(十三) 对数表	486

第一編 紙漿原料試驗法

从理論上說，凡屬高等植物即含有纖維素的植物，均可作为紙漿原料，但实际应用于紙漿工业上者，多因其产量、价格、用途和采集貯藏的难易等經濟条件，以及纖維的品質、紙漿收获量、纖維的提取和漂白的难易等技术条件，所应用的种类有一定的限制。

通常应用于紙漿工业的植物原料計有下列数类：

种毛纖維类：木棉、破布等。

韌皮纖維类：亞麻、黃麻、大麻、苧麻、馬尼刺麻、桑皮、楮皮、構皮、檀皮、雁皮、棉梗皮、蓖麻皮、三椏皮等。

莖干纖維类：稻麦秆、高粱秆、玉蜀黍秆、棉秆、麻秆、蓖麻秆、蔗渣、蘆葦、竹类、芭蕉秆等。

木材纖維类：針叶树中的松、杉、檜、柏、櫟、及闊叶树中的楊柳、栗、桉、榕、檉、楓、槭、樺等。

上述原料中，以木材为最重要，其用量之大，远非其他原料可比。現在全世界紙漿产量，用木材制造者，約占70%以上。故本編紙漿原料的試驗法，專就木材为对象，分別叙述其纖維長寬度的測定，物理性質試驗法，化学成分分析法和蒸煮試驗法等，由此可以判断原料是否宜于制造紙漿，或探悉紙漿的品質和制漿条件等作为生产上的参考和依据。

所述的試驗法，对木材以外紙漿原料的分析，亦可斟酌应用之。

第一章 木材物理性質試驗法

木材物理性質中可供有关紙漿制造参考者有木材的顏色、比

重、硬度和滲透性等。

(一) 木材的顏色

木材的顏色因樹種而異，由白色以至黑色。用作紙漿原料，不論制法若何，以色淡者為佳。

由木材的橫切面可以看見木材的中心部與外部顏色有顯著差別。內部顏色較深暗者為心材，心材之外顏色較淺部分稱為邊材。在紙漿製造上，邊材優於心材。這是由於邊材顏色較心材為淺，且因邊材密度較小，對液體的滲透性較大，其中木質素、樹脂和灰分等含量百分率亦較低也。

測定木材心材與邊材相對體積的方法，系將供試驗木材鋸成圓塊後，將圓塊的兩表面刨光，通過表面上圓心劃兩半徑，使彼此成直角相交，則心材的直徑與木材圓塊的全直徑可以量出；有些木材如心材與邊材在外觀上難以分辨者，可用肥皂溶液潤濕圓塊表面的一面，於另一面吹以壓縮空氣，則邊材部分有氣泡顯現而心材則否。

設心材直徑為 d ，圓木塊的全直徑為 D ，則心材體積百分率可由下式計算得之：

$$\text{心材體積百分率} = d^2/D^2 \times 100$$

為了取得較準確的結果，可測定幾個不同的圓木塊的 d 值和 D 值，而以 d^2 的和以 D^2 的和除之再乘以 100。

木材的顏色，通常用肉眼觀察而記述之。

(二) 木材的比重

木材比重分真實比重和容積重兩種。木材質本身的比重稱真實比重；木材的容積重則表示原木形態一定體積所有的重量。

木材的真實比重，不論樹種如何，略有一定。由於測定方法不同，變動範圍由 1.50~1.56。在鹽類溶液中測得的比重較高（1.50

~1.57), 在用比重瓶同吸收得較少的液体如煤油和苯等測得的比重則較低 (1.47~1.48)。一般木材的平均比重約等于 1.54。

木材的容積重, 視木材物質的比重及木孔的體積而定, 因為木孔的體積甚大, 全部木孔共占干木材物質總體積的 20~50%, 因而容積重通常均小於 1, 僅在少數情形它稍大於 1。此外容積重與木材所含水分有關。

木材作為制漿原料, 其容積重的大小, 參考價值甚大。容積重較大者, 貯藏時所需地方較小, 在蒸餾器中的容量亦較多。因此在一定容量的蒸餾器中, 每次蒸餾結果, 紙漿的收穫量亦較多; 木材比其他紙漿原料為優者, 因其容積重較大為其主要理由之一, 但仍須先就其纖維分離的難易, 生成紙漿的品質及收穫量等諸點考慮之。因此木材容積重量的大小, 判斷是否可為紙漿原料時, 僅可作為參考因素而非決定因素。

容積重的測定須宜注意者, 木材的容積重不只因樹種而異, 同一樹種亦因生長條件、土壤溫度、年輪寬度、樹木的年齡、試樣採取的位置以及其他因素而不同。故試驗時取同一樹種須測定較多的試樣而取其平均值。

茲將木材之真實比重與容積重測定方法分述如下:

木材真實比重測定方法

比重瓶法: 將干淨的比重瓶注入煤油至瓶上刻度後稱量之, 設其重量為 A ; 然後將瓶內煤油傾出一部分, 放入經研磨過的干淨木材鋸末試樣, 設已知其重量為 q 。搖動之使除去空氣, 并使煤油滲入木孔內, 再將煤油注入至瓶上刻度, 稱量, 設其重為 B 。根據所得結果利用下式計算出鋸末所排出的煤油重量 P ,

$$P = A - (B - q)$$

又利用比重瓶方法, 求出煤油的比重設為 a 。由 a 和 p 的值即可求出被鋸末所排出煤油之體積 v_1 , 此體積相當於鋸末的體積 v_2 。

$$v_1 = v_2 = \frac{p}{a}$$

則此木材的比重 = $\frac{q}{v_2} = q \times \frac{a}{p}$

鹽類溶液測定方法：把研磨得很細的木材鋸末放入硝酸鉀或其他鹽類的溶液內，將鹽類的濃度加以變化，直至鋸末在溶液內成懸浮狀態為止，測定鋸末呈懸浮狀態時鹽類溶液的比重即為木材物質的比重。

此法如由於木材吸收鹽類溶液而引起膨潤時，則測得的比重，將得到過高的數據。

木材容積重的測定方法

木材的容積重與其含水量有密切關係。因此，測定時所用為絕干試樣抑風干試樣（含水量約 15%），其結果差別甚大，須加說明。木材容積重的測定方法甚多：有測出木材的體積和重量後求出容積重的直接方法；亦有用 X 射綫測定木材質的密度以間接方法求出者。後法操作較繁雜，結果亦不甚正確，故用者較少。直接測定法中復分為尺量法和浸漬法兩種，而以浸漬法較通用，結果亦較正確。

尺量法：將木材試樣刨削成立方形或圓柱形，精確地量出它的體積，再精確地稱其重量，所得重量用體積除之即得到木材容積重。

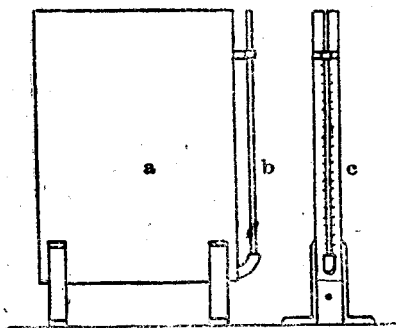


圖 1-1 乃深姆氏容積重測量裝置

浸漬法：將木樣浸于水銀或水中，測定木樣排出液體的體積，再求出木樣重量，即可得出木材容積重。用水銀方法須在一種特殊儀器——歐斯勒 (Amsler) 測容計內進行，用此法操作簡易而結果亦正確；用水浸漬方法則因木材具有吸水