

利用野生及農作物 纖維原料制漿造紙

四川省輕工業廳造紙工業局 編

輕工業出版社

利用野生農作物 纖維原料制漿造紙

四川省輕工業廳造紙工業局 編

輕工業出版社

1958年·北京

目 录

一、概說.....	3
二、野生及农作物纖維是丰富而优良的造纸原料.....	4
三、野生及农作物纖維原料的纖維形态.....	8
四、野生及农作物纖維原料的化学組成分析.....	11
五、野生及农作物纖維原料制浆造纸的基本程序及其 原理.....	15
(一) 原料的儲存 (16)	(二) 备料 (17)
(三) 蒸煮 (18)	(四) 洗滌和篩选 (20)
(五) 漂白 (22)	(六) 打浆和配料 (23)
(七) 造纸和成品包裝 (25)	
六、几种主要野生和农作物纖維原料制浆造纸的技术 条件.....	28
(一) 藁草 (31)	(二) 稻草 (34)
(三) 巴茅杆 (38)	(四) 蔗渣 (41)
(五) 蘆竹 (44)	(六) 笋壳 (47)
(七) 麦秆 (48)	(八) 棉杆棉皮 (50)
(九) 包谷杆 (56)	
七、結語.....	58

一、概 說

我国土地面积大，气候好，适宜野生植物和农作物的生长。1956年，据几个主要产区的調查，可以造紙的竹子、葦子、蔗渣、稻草、麦杆、大豆杆、高粱杆等农作物纖維，年产量約一亿三千万吨，算上棉杆、蓼草、山茅草、巴茅、胡麻杆等为量更大。

随着农业生产的大跃进，这些纖維资源也将成倍地增加，只要我們破除对木材的迷信，采用分散的野生和农作物纖維为造紙的主要原料，正确贯彻党的“三大并举”的方針，并大力兴建小型厂，就完全能多快好省地迅速发展造紙工业。特别是我国利用草类纖維造紙有两千多年的历史，現在很多中小型厂也是以竹子、葦子、蓼草、稻草、蔗渣、巴茅、笋壳等野生及农作物纖維为原料，代替了大部分或全部木材，生产工业用紙和各种高低級印刷紙、書写紙。只要我們从我国这种纖維资源和造紙技术的具体情况出发，也完全可能用这种纖維资源生产各种工农业和人民需要的紙張。

利用野生及农作物纖維原料造紙，还可为这些资源打开出路，增加农民收入，增加农业生产資金，加速农业建設，节约国家对农业的投資，大力办小厂，很快可培养技术力量，帮助手工紙的技术改造，因此是一种促进工农业同时跃进的方法。

为了使造紙工业很好地贯彻以草类纖維原料为主的方針，在这本小冊子里編写了野生和农作物纖維原料制浆造紙的基本要求、一般程序和加工原理，以及几种原料制浆造紙的

技术条件，俾广为宣傳介紹，以供各地兴办小型机制紙厂和生产时参考。

二、野生及农作物纖維是丰富而优良的造紙原料

造紙工业上常用的植物纖維有四类：

(一) 种毛纖維，是被复在种子上的絨毛，如棉花、木棉、蘆花、巴茅花等。

(二) 莖秆纖維，是植物的身区莖，如竹子、甘蔗、巴茅秆、蘆竹、稻草、麦草、荻草、玉米秆、高粱秆及树藤等。

(三) 韌皮纖維，是植物皮层的韌皮部分，如各种麻类和树皮类。

(四) 木材纖維。

野生和农作物纖維，大部分屬於第(2)及第(3)类纖維，而且大部分是年伐年生，比木材容易培植。隨着农业大跃进和工业的广泛利用，扩大产量的潜力很大，只要我們貫徹大中小結合以小型为主的方針，大力采用这些分散的資源造紙，造紙工业肯定能多快好省地大为发展。

究竟制浆造紙工业对纖維原料有哪些基本要求呢？

(一) 要求数量大，运输集中方便

工厂是常年开工的，天天要吃飽一定数量的原料。吃不到或吃不飽，都会造成开工不足，設備閑置，生产能力得不到充分的發揮，对国家带来損失。因此用来作紙厂的纖維原料，必須有一定的常年产量，并且有条件集中到工厂的数量。須足以維持工厂的常年需要。产量很大但运输条件差，运到工

厂成本很高，也不行。解决这个问题，过去和现在显然有两种不同的方法，过去强调用一种原料，生产单一产品，而且不适当地追求大厂。分散的、多品种野生和农作物纤维原料，用不上，合理的要求，成了限制造纸工业扩大原料使用的清规戒律了。现在全党办工业、全民办工业的思想深入人心，都懂得必须用多种原料，生产多种产品，主张小厂遍地开花，哪里有纤维植物，年年有一定的总产量，就可以建立纸厂。这些小厂，因接近原料产区，一般是不怕吃不到或吃不饱原料的，即使原料种类比较多，生产上的变动要大一些，质量和成本开始时不免有些波动，但生产一定时间之后，就可以摸清原料供应季节的规律，有计划地调整产品品种，完全能保证生产正常进行。

(二) 采购价格要合理，制造成本要低

除某些特种工业用纸外，大部分纸张是消耗量大，消耗速度快的一种轻工业产品，必须生产成本低，积累较大，并做到产品价廉物美，故选用原料时，考虑采购价是很自然的，因为原料费用占一般纸张成本的50%上下，它的价格基本上可决定纸张的制造成本。构成原料采购价的因素是多方面的，主要包括原料在农村的收购价，集中工厂的运费，以及运输、保管、储存期间的损耗等。对于距离原料供应地区远的大厂，原料的运费往往是构成原料采购价的主要因素，因为很多原料在农村的收购价都是比较低的。目前这些大厂，一方面原料供应比较紧张，但另一方面分散的野生和农作物纤维原料不能广泛采用，主要原因之一即在此。但对接近原料产地的中小型纸厂，原料集中工厂的运费小，原料的收购价本来就不高，这条件是容易满足的。

(三) 要容易从植物纖維原料中分离出纖維來

构成纖維植物的主要物質是纖維，其次是与纖維伴生的一些非纖維物質，主要成份为木素。它使纖維粘結成为植物的軀莖或皮层，必須用化学藥品，将木素等粘結物溶去，才能分离出植物中的纖維來。分离纖維的难易，包括两方面含义，技术上要可能，也要求簡便。如果用非纖維含量多的原料，而且这些成份在化学处理过程中，对纖維有强的染色作用，就不可能制造漂白的紙浆；或者技术上可能，但生产过程复杂，如必須用多級蒸煮、多級漂白，这对一般生产文化印刷用紙的小厂，就不适合，因为設備复杂，生产周期长，生产时須要其他工业部門的协作多，經濟上还要看分离纖維的費用是否“省”。溶出非纖維物質用的化学藥品，是构成紙張成本的重要因素之一，消耗藥品量愈大，成本就愈高，因此选择原料时，要很好了解这一情况。

(四) 要求纖維本身具有一定的物理强度

紙張为了滿足工业加工、印刷、书写等用途，必須具有一定的强度，以免使用和加工时容易破損，同时紙張在造紙机上是連續牵引前進的，湿紙頁也必須具有必要的强度，才能使生产順利進行。为了达到这个目的，植物纖維要經過一系列的加工，使它純化、变軟、膨潤、水化，增進它在造紙机上的交織組合能力，达到需要的强度。必須要求植物纖維本身有足够的物理强度，能經受这种加工。首先应含有足够数量的純纖維含量，使它在高溫高压下用化学藥品处理或漂白过程中，强度不会受到大的破坏。其次在經過打浆攪拌等机械作用后，纖維本身还要保持一定的长度和幅度，在形成

濕紙頁時，有必要的交織組合能力。原纖維本身太短，打漿後往往象豆腐渣一樣，缺乏交織能力，抄造時流失也大，濕紙易粘壓輥，粘烘缸而斷頭，生產便不可能順利進行。這條件還不是絕對的，用多種原料時，長短纖維紙漿可以混合配漿造紙。

(五) 要求紙漿收獲率高

制漿的主要目的是從纖維植物中，獲得紙漿。植物溶出大部分非纖維物質以後，即為粗紙漿。粗漿收獲率愈高，造一噸紙須用的原料和化學藥品量就愈少，制漿造紙的成本就低，說明這種原料的制漿價值大。反之，如果紙漿收獲率低，則一噸紙必須用較多的原料和化學藥品，成本就高，要有更多的設備，才能生產同量的紙漿。如果粗漿收獲率太低，原料和化學藥品用量很大，紙張製造成本就可能超過統一的售價，不但沒有積累，相反的還有損失，因此這條件是選擇原料的基本條件之一。

上面這些基本要求，不是孤立的、是相互影響、相互結合的。每一條件也不是絕對的，通過主觀的努力，都可以創造，特別是利用野生及農作物纖維原料的小廠，大部分條件是具備的。例如中小型廠接近原料產區，用料數量不大，原料運輸集中的困難很小，這些原料在农村的收購價便宜，一般不存在運費大、採購價高的顧慮。至於分離纖維的難易，對野生及農作物纖維原料說，以草類和莖杆纖維多，木素含量都不高，分離纖維的問題不大。部分原料如樹藤、樹皮，非纖維物質含量較高，還含有較多的單寧色素，但大部可作紡織原料，可以分工利用。必須用來造紙時，可以採取預水解後再制漿，並從水解液中回收酒精、飼料酵母、單寧等非

纖維物質。這樣既可解決制漿困難，彌補收穫率低的損失，又綜合利用了植物資源。對於綜合利用一時還搞不起來的小廠，必須用樹藤、樹皮這些纖維原料時，可以在收割時，在农村捶去粗皮，放入清水里浸去一些非纖維物質，一般也可以解決制漿困難，減少化學藥品的消耗。而且鹼法制漿時的用鹼，還可以增加簡單設備加以回收，說明野生及農作物原料，基本上能滿足中小型紙廠的生產要求，是優良的造紙原料。

三、野生及農作物纖維原料的纖維形態

前面說過，造紙工業要求原料中的纖維具有一定的物理強度，我們是怎樣來了解其強度的大小呢？造紙工業上最簡便的方法之一就是藉助顯微鏡來觀察原料中分離出來的纖維形態，這種觀察包括纖維的長度、粗細及其外觀形態。經驗證明，纖維愈細長，兩端愈尖削，本身強度愈高，在制漿造紙過程中，愈能經受長期的加工處理，濕紙和成紙的物理強度就愈大，是適於製造各種高級工業用紙的原料。纖維太粗太短，就缺乏彈性，交織組合能力低，經不起長期的打漿，濕紙和成品的強度都不好；這種纖維有的能和長纖維的原料混合造紙，有的只能作中低級印刷紙的填料。野生及農作物纖維原料的纖維度量及形態，隨原料品種、生長地區和生長部位不同而異。韌皮一般細長如帶，向末端極緩慢地變尖，纖維很長，短的如棉皮纖維為4公厘以上，長的如桑皮纖維為14—20公厘，纖維寬度在0.02公厘左右。單根纖維的強度較高，是紡織工業原料，莖秆及草類纖維比較短細，大都呈紡錘狀，纖維平均長度4公厘以下，1—2公厘者居多，單根纖維強

度較差，可紡性小，適宜作造紙原料。

紙張的強度，不單純由纖維本身強度決定，以打漿時對纖維的加工影響其質量最大。同一種纖維，同一種紙漿，用不同的打漿方法，可以製造各種強度不同的紙。故一般紙張，不應用高級的纖維原料來製造，要用紡織工業無法利用的低級纖維原料，特別是纖維太長，打漿時要大大切短，消耗動力大，浪費好原料。打漿後一般紙漿的纖維平均長度少有超過2公厘以上者，造印刷紙、書寫紙用的紙漿，纖維平均長只有1公厘左右。纖維太長，在造紙時用水流送的过程中，易糾纏成團；不易均勻分散和懸浮均勻，引起紙張厚薄不均，有云采花；但原纖維不能太短，否則經過打漿之後，就會切得更短，就沒有了交織組合的能力，也抄不出具有一定強度的紙。

表1摘錄了幾種野生及農作物纖維原料纖維的度量結果，表列數據表明，這些纖維原料的纖維都具備了纖維比較短而細的特點，是良好的造紙工業原料。

表 1

几种野生及农作物纤维原料纤维的度量

纤维种类	长 度 (公厘)			宽 长 度 (公厘)			资 料 来 源
	最大	最小	大部分	最大	最小	大部分	
蔗 渣	4.2	0.47	1.47—3.02	0.048	0.009	0.021—0.028	造纸技术57年第12期
草 草	2.66	0.28	1.14—1.52	0.028	0.003	0.006—0.009	"
麦 秆	3.27	0.47	1.30—1.71	0.044	0.004	0.017—0.019	"
玉米秆	3.14	0.32	1.52—2.28	0.047	0.004	0.011—0.017	"
棉 杆	2.47	0.32	0.67—1.14	0.033	0.007	0.019—0.023	"
棉 皮	8.20	0.53	3.0—4.5	0.047	0.004	0.015—0.025	"
桑 皮	45.2	6.5	14—20	0.036	0.005	0.008—0.015	"
棉 皮	14	0.57	6.0—9.0	0.32	0.015	0.024—0.028	"
地 瓜 皮	4.5	0.66	2.5—3.5	0.32	0.005	0.015—0.021	"
巴 蕉 皮	4.0	0.41	0.8—2.1	0.022	0.01	0.016	重庆研究室
巴 蕉 杆 (皮部)	—	—	平均1.3—1.4	—	—	0.017—0.020	"
蘆 竹	4.0	0.2	0.8	0.12	0.008	0.013	"
龙 须 草	4.2	0.41	1.4—1.76	0.0178	0.0045	0.0079—0.0099	"
笋 壳 (慈竹)	—	—	1.2—1.6	—	—	0.0125	"
笋 壳 (楠竹)	3.0	0.8	1.5—2.0	—	—	0.015—0.016	浙江华丰厂
夹 竹 桃	—	—	平均2.23	—	—	平均0.0266	重庆二一局野生纤维分
竹 子 (楠竹)	3.2	0.34	1.52—2.09	0.030	0.006	0.012—0.019	造纸技术57年第12期
(慈竹)	2.85	0.34	1.33—1.9	0.028	0.003	0.009—0.019	"

四、野生及农作物纖維原

料的化学組成分析

纖維原料制漿時技術上是否可能，是否簡便，經濟上是否“省”，是迫切要了解的。必須對原料進行一系列的試驗，首先就要通過對原料的分析，來了解原料的化學組成。造紙工業上常常將原料的化學組成分成兩大類，即纖維和非纖維成分。分析結果，原料的纖維含量高，制漿收獲率就大，這種原料的制漿價值也就高。至於非纖維包括的成分比較複雜，主要為木素，其次還有半纖維素、果膠、澱粉及少量樹脂、蠟、脂肪、單寧、蛋白、色素等。其中半纖維素保留在紙漿中，可以增進纖維的水化膨潤，易打漿，可以提高紙漿的交織能力，改進紙張的強度。在溶解非纖維成份時，應尽可能保留它，但部分半纖維素，和木素等非纖維成份緊密結合，成為粘結纖維的中膠層，必須除去才能分離出纖維。一般說非纖維成份高，溶出它們時需用的化學藥品量也大，制漿時就不經濟，而木素、單寧、色素含量特別高的植物，制漿漂白技術也可能很複雜。

通過化學組成的分析，就可以幫助我們了解這種纖維原料的特性。

分離植物纖維的簡略原理

纖維和非纖維物質在植物中的作用和分布情況，以及他們的化學性質都有一定的差別，我們利用這些差別，從植物中分離出纖維來。

首先簡單說明這些物質在植物中的作用及分布情況。

我們知道構成植物有機體的基本單位是細胞，由堅硬的細胞壁及胞腔組成具有植物生長機能原生質即在胞腔內。无

數細胞互相黏合，組成植物的有機體，把養料和水份不斷由根運到葉子。纖維素在植物軀干中起着骨絡的作用，木素、半纖維素、果膠等非纖維物則黏合這些纖維，增加植物軀體的強度，支持植物的體重，並使植物有能力抵抗風吹雨打，不致伏倒。半纖維素還是植物儲備的一種養料，果膠又是木素的主要來源，從這裡我們不難了解，體重大的木材，需要強硬的軀干，因此木素比草類等纖維原料多，果膠少，生長慢，故儲備的半纖維素等養料也不如草類纖維原料多。從分布來看，纖維集中在細胞壁內，是細胞壁的主要成份。半纖維素果膠，和少量木素粘合成膠，是造紙時攝取纖維的基地，而大部分木素等非纖維物質，存在於細胞與細胞之間，成為粘合細胞壁的中膠層。制漿蒸煮時，就是要用化學藥品溶出中膠層內的非纖維物質，使組成細胞壁的纖維束分离開來。細胞壁上雖然也含有少量木素等粘結物，但製造粗紙漿時，不宜除去，因為它們被復在纖維表面上，可以保護纖維和半纖維免受高溫高壓下的化學藥品侵蝕，可保持其強度，提高紙漿的收穫。

其次，這些物質的化學性質有哪些區別呢？

纖維素是高分子的化合物，分子很大制漿時不易受強酸、強鹼侵蝕。半纖維素是多體混合物，主要成份是失水戊糖和已糖，分子量比纖維小，可分兩類，一類和木素結合在一起，易溶於稀酸和稀鹼液中；一類和纖維素結合在一起，性質和纖維素相近，為復體，不易為酸鹼溶出，保留這部分半纖維，有利於提高紙漿收穫率和紙張強度。木素是無定形的高分子化合物，化學組成還不清楚，易溶於酸和鹼，也能被氧化劑氧化。在植物中膠層間的木素很易溶出，但深入細胞壁內的木素，大都要在漂白時氧化才能除去。果膠是乳醣酸化合物，分子較木素和纖維小，能溶於稀鹼液和熱水中。其他如樹

脂，脂肪腊等均能溶於有机溶剂或碱中

以上介紹，說明大部分非纖維物質，能溶於热水、稀碱、有机溶剂、和强碱强酸中。分析原料时，就按照这些物質的化学性質，用不同溶液抽提的方法，来了解植物的化学組成，造纸工业上常常将植物的化学組成分为下面几个組来分析。

(一) 全纖維組，主要成份是纖維素和半纖維素，是从纖維植物中溶去木素以后的成份。

(二) 木素。

(三) 冷水溶出物，主要为单宁、色素和少量果胶及低鹽物。

(四) 热水溶出物，主要成份为果胶和大部分淀粉等低鹽物。

(五) 1% NaOH溶出物，主要成份为果胶及半纖維素中的低級碳水化合物。

(六) 醇萃溶出物，主要成份为树脂、脂肪、蜡等有机物，野生及农作物纖維原料含量很少，一般不測定。

分析結果，哪一組溶出物多，就說明哪一種物質的含份高。如全纖維素組的百分数高，說明这种植物含有較多的纖維素和半纖維素，制浆时收获率就高；反之，如木素太多，制浆技术就会比較困难和复杂。

几种野生及农作物纖維原料化学組成分析結果如表2。表中的分析数据表明，这些纖維原料木素含量都比木材低，失水戊鹽（半纖維素）和纖維素含量高，水和稀碱溶物多，因此制浆容易，化学藥品耗用量低，科学地說明了这些纖維是制浆造纸的好原料。實踐証明，表內这些纖維原料大部分在大厂能制造各种高級工业和印刷書写紙，在小厂能生产一般文化工商用紙，并且每一原料适宜造的品种也很多。

表 2

几种野生及农作物纤维原料化学组成分析结果

原 料 名 称	1%NaOH 抽 出 物	热水抽出物	失水戊醛	木 质 素	全纤维素	灰 份
蔗 渣	38.48	4.7	25.87	20.02	55.68	2.84
稻 草	47.7	28.5	18.06	14.05	36.20	15.50
麦 秆	44.47	—	22.00	15.02	49.17	8.03
玉 米 秆	—	—	21.38	19.85	45.98	7.07
高粱秆(包括茎节穗)	23.92	8.00	—	10.60	40.00	4.00
棉 杆 (心)	—	14.12	22.03	15.00	50.24	4.91
棉 皮	20.68	—	21.19	23.07	54.47	1.66
桑 皮	46.40	—	17.51	19.18	44.69	6.85
茅 壳	—	—	18.04	22.80	60.40	1.87
巴 茅 杆 (皮)	36.31	4.89	38.50	19.23	77.7 (N-纤维)	4.15
巴 茅 杆 (髓)	36.1	8.12	21.44	21.1	51.98	4.6
巴 茅 竹	38.85	11.62	22.53	21.28	46.57	4.75
茨 竹	52.54	36.38	16.04	19.44	26.58	5.96
菠 壳 (慈竹) ①	37.55	15.07	27.86	19.28	67.73 (硝酸纤维素)	3.3
龙 须 草	36.83	6.71	36.21	19.41	41.45	3.81
	48.14	18.87	24.52	14.29	58.13	6.43

①重慶研究所研究的结果

五、野生及农作物纖維原料制浆

造紙的基本程序及其原理

用纖維原料制浆，大別为机械方法和化学方法两类。机械方法适用于木材，系将木材压在轉动很快的磨石上磨碎而成，非纖維大都保留在紙浆中。这种紙浆宜和化学方法制得的紙浆配合造紙，才能造一定强度的紙張。一般用百分之八十左右的机械浆和百分之二十左右的化学浆配料，制造消耗量大、消耗速度快的新聞紙，因这种浆收获率高，制造成本低，用这种浆造的紙，吸收油墨快，油墨容易干，因此能在高速的印刷机上印报，使新聞能及时发布。

化学方法制浆可用木料、草、破布、棉麻等各种纖維原料，原料中的非纖維物大部分要除去，紙浆比較純。根据木質素除去程度的不同，紙浆又分为軟浆和硬浆两类。硬浆含木質素等杂质較多，适于制造强度要求高一些的工业用紙和紙板；軟浆含杂质較少，适于制造漂白紙。化学制浆方法，又可分为酸法和碱法。我国制浆工业，广泛采用的是亚硫酸盐法（酸法）和硫酸盐法（碱法）两种。前法用酸性亚硫酸和亚硫酸的混合液作为溶出木質素等非纖維物質的葯剂，制出的紙浆顏色較白，純度較高，但紙浆的收获比較低，設備也比較复杂，对中小型厂很不适合。硫酸盐法是用以燒碱和硫化碱为主要成分的混合液作为溶除木素等杂质的葯剂，制得的紙浆有較高强度，紙浆的收获率也較高。硬浆是制造各种高强度工业技术用紙的原料，生产設備簡單，适用于各种原料，能溶除各种非纖維杂质，是較先進的制浆方法。四川省原有企业用木材、竹子、蔗渣、麦草、稻草、蕒草、巴茅、蘆竹等原料时，

均採用這種方法制漿。第二個五年計劃期內，全國各地將有更多的新廠採用硫酸鹽法，因此介紹野生及農作物纖維原料制漿造紙的基本程序及原理時，結合硫酸鹽制漿方法來說明。

野生及農作物纖維原料制漿造紙的基本程序大致是：

原料的儲存→配料→蒸煮→洗滌和篩選→漂白→打漿和配料→
造紙和成品包裝

每一工序包括什麼工作內容，為什麼要有這項工作，用野生及農作物纖維原料時，有那些特點，下面簡要加以說明：

(一) 原料的儲存

造紙工業的生產是連續的，工廠里經常要儲存一定量的原料，才能保證生產的需要，因原料是在農村，採購、運輸和集中到工廠，需要一定過程。工廠直接用新鮮原料往往水分大，干湿不一，容易影響質量，必須有一定的堆存風化時間，使水分、揮發物（如樹脂）、色素（如葉綠體）一致才好，特別是野生和農作物纖維原料，各有不同的季節性成熟期，不能象木材一樣平均地採伐。原料儲存的數量變化大，堆存保管時間長，加以這些原料松疏，比重小、堆積大，容易受濕霉爛，故原料儲存期內的保管工作很複雜，必須隨時注意防火防雨，注意通風。

野生及農作物纖維原料的儲存，有的用料棚，有的可露天堆存，應作到：

1. 農村原料送到工廠堆存時，水分一般應在 20 % 以下，以免堆存期間霉爛。

2. 堆存原料時草堆內應用三角支架留好通風洞，加強