

等著

張惠然 周合元 譯



化學紙漿 的漂白

輕工業出版社

化 学 纸 浆 的 漂 白

[美] L·A·毕曼等著

张惠然 周合元 译

轻 工 业 出 版 社

1965年·北 京

內 容 介 紹

本書共十五章，內容主要分兩個部分：第一部分敘述化學紙漿漂白時所用的各種漂白劑的性質、漂白理論、漂白方法和漂白效果等；第二部分敘述各種不同的化學紙漿漂白時所採用的方法、過程、機理和設備等。另外對化學紙漿漂白的生產檢查和試驗方法也作了必要的介紹。

此外，應該說明的是，本書原有英文與俄文兩種版本。譯者選用了俄文版本，因此在人名的譯音上，可能與英文版本有些出入。

本書可供制漿造紙工業的工程技術人員、科學研究人員以及學習制漿造紙專業的師生參考。

ОТБЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

L.A. Beeman, K.G. Booth, W.D. Harrison, R.S. Hatch,

R.M. Kingsbury, M.G. Lyon, A. Meller, L.A. Moss,

T.A. Pascoe, M.W. Phelps, J.S. Reichert,

F.A. Simmonds, J.N. Swartz, S.D. Wells

Перевод с англ. В. М. Сперанского

Гослесбумиздат Москва 1957

本書根據蘇聯造紙工業出版社1957年莫斯科版轉譯

化學紙漿的漂白

[美] L.A. 畢曼等著

張惠然 周合元 譯

*

輕工業出版社出版

(北京永安路18號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第118號

中國財政經濟出版社印刷廠印刷

新華書店北京發行所發行

各地新華書店經售

*

850×1168毫米1/32·10⁶/32印張·261千字

1965年1月第1版

1965年1月北京第1次印刷

印數：1~2,500 定價：(科七) 1.60元

統一書號：15042·1209

目 录

第 一 章	漂白历史简述	5
第 二 章	氯化	16
第 三 章	化学浆的碱处理	33
第 四 章	次氯酸盐漂白	73
第 五 章	特种漂白剂	97
第 六 章	二氧化氯漂白	109
第 七 章	碱法浆的漂白	124
第 八 章	亚硫酸盐浆的漂白	141
第 九 章	半化学浆的漂白	166
第 十 章	破布和原棉的漂白	185
第十一章	亚麻化学浆的漂白	194
第十二章	过氧化物的漂白	197
第十三章	化学浆漂白和精制所采用的设备	261
第十四章	化学浆的洗滌	276
第十五章	漂白的生产检查和试验方法	291

第一章 漂白历史簡述

S·D·烏埃尔斯*

布匹或造纸化学木浆所用的植物纖維的漂白，是在生产中决定成品质量的重要环节。本章主要簡述漂白的历史，所以对加工工艺方法及其变化不作深入的理论分析，因为这些方面以下各章将有详尽的叙述。“漂白”这个字原来是从盎格鲁撒克逊文“blecan”这个动词变来的，它的意思是“发白”、“褪色”。德文“bleichen”及法文“blanchir”也是这样产生的。

直到十八世纪末，一直是利用阳光对湿纖維的作用来对植物纖維进行漂白的。经过阳光照射以后，植物纖維织品中渐渐失去所含的酸，它的天然色素或着色物质就变成无色、易溶于水或完全遭到破坏。纖維经过阳光多次照射后，反复浸入用木材灰、水草灰或其它植物材料灰所提取的碱溶液中，等漂白过程快要结束时，再用以酸牛奶所制取的乳酸处理纖維。据勃里宁说，古代的葛尔人就已经运用了这个方法；到了十八世纪，这个方法在格列列姆地区(荷兰)已达到了极其完善的地步。在那里，漂白是在旷野上或草地上进行的，因此就产生了一个专门术语——“草原漂白”。在一个很长的时期内，荷兰人完全垄断了这一漂白方法。那时候，英国及其它地方织出来的亚麻布，要在春天运往荷兰，然后到秋天再运回来交给织布者进行销售前的最后加工。当时，用这种方法进行漂白的主要是亚麻布。因为棉花即使不经过漂白也已经相当白了，而大麻、黄麻及其它植物材料，漂白起来极其困难，一般认为不宜漂白。

到了十八世纪中叶，爱尔兰人已经开始漂白亚麻布了。他们

* 美国制浆造纸工业技术学会会员，美国阿普列顿造纸学院科学工作者。

把纖維浸入木灰或水草灰溶液中——“浸析”，然后再將纖維鋪在草地上經太陽照射——“強化處理”。

1756年，愛京堡人（蘇格蘭）弗倫綏斯·霍姆，建議用稀硫酸代替酸牛奶來進行成品的最後漂白，這樣就可以大大縮短作業的時間。“草原漂白”要費很多時間，而且，用這種方法來漂白纸漿，其費用也太貴。那時候，紙張還是用手工生產的，它的白度完全取決於白色破布的分選程度。有色破布和非常污損的破布，只能用來生產包裝紙、封面裝幀紙以及其它各種不大需要很高白度的產品。可是，遠在1783年，在德國已有用造紙原料大麻屑進行“草原漂白”了。

1774年，瑞典化學家卡爾·威里蓋里姆·舍列發現了氯。這是一件重大的事件。它在化學工業、紡織工業和造紙工業的發展史上開辟了一個新的紀元。舍列指出，氣體氯對植物纖維有強烈的漂白作用。繼舍列之後，法國化學家別爾道列又發現了一個現象：氯被苛性鉀或碳酸鹽溶液吸收後，會產生具有一定漂白性能的溶液。這種用碳酸鉀和氯製成的漂白水，曾在巴黎近郊一個叫做查維里的地方以工業規模大量生產，並以“沙維里水”這一名稱在市場上出售。數年之後，另一位法國化學家拉巴勒克以碳酸鈉溶液代替了碳酸鉀溶液，這種溶液的商品名稱為“拉巴勒克”水。

曼徹斯特人（英國）托馬斯·蓋里和法國的切勃杰爾，都用這種溶液漂白過造紙用的破布半料漿。在許多與發展漂白水生產有關的人當中，值得提起的還有法國化學家拉烏阿則和蒸汽機的發明者詹姆士·瓦特。

恰爾里斯·鄧南特（蘇格蘭）利用氣體氯對石灰乳的作用而生成漂白粉，這對於促進漂白的廣泛運用、對於提高漂白的經濟性都起了巨大的作用。鄧南特沒有能在1798年立刻就利用這項發明，因為他由於自己的發明被牽入訴訟事件。可是在1799年，他終於獲得利用氯和熟石灰作用而生產漂白粉的專利權。漂白粉可

以装在木桶内或其它箱子内，从化工厂运往纺织厂及纸厂。

虽然，别尔道列和拉巴勒克的漂液以及邓南特的漂白粉溶液，在纺织工业及造纸工业上迅速争得了地位，但是在室内以气体氯漂白浸水纤维的方法，直到十九世纪中叶还占着统治地位。只是到十九世纪的最后二十五年，气体氯漂白才逐渐绝迹。卡尔·高夫曼在1876年指出，美国只有一家工厂仍在使用气体氯漂白。

1868年，弗莱米用氯将纤维素从植物组织中分离出来。大约经过了四十年之后，克劳斯和贝文又研究了这个方法。后来这个方法就成为分析测定植物材料中纤维素含量的主要方法。发明者还建议用氯从西班牙草 (Эспарто)*中取得纤维素。

经过初步研究了氯对植物组织的作用之后，证明植物组织中的木素可以迅速地氯反应，并且，经过氯化的木素，还可以溶解于亚硫酸钠或苛性钠溶液中。氯由于有这些特性，终于不再被用作氧化剂，而被用作氯化剂；它在碱液中可以使纤维中所含的木素变为可溶状态。此外还发现，木素若先受到氯化，然后再用碱溶液溶解，纤维素破坏的程度比在单纯氧化时少得多。作为漂白过程一个组成部分的氯化，在工业上发展的问题，我们将在本章后面再谈。

破布半料浆的漂白，是在它经过初步打浆并除去浆内剩余蒸煮废液之后，在打浆机内进行的。

在打浆机中洗涤完毕之后，即利用洗鼓降低浆位，以空出地方加添新的漂液。

当漂液的作用基本结束以后，便在浆料中加添一些明矾或稀醋酸，以进行弱酸处理，然后再继续洗涤，直到废水中完全不含有有效氯为止。再将洗涤好了的浆料放入泄料池，在这里，被纤维所吸收的余氯将继续进行漂白。在十九世纪的后五十年间，这

* 西班牙草 (Эспарто) ——草本植物，属茅草科，产于南欧，可用以制造高级纸、人造丝及皮革代用品，还可以用来编织各种物品——中译者。

个漂白方法是各纸厂所通用的，直到现在，生产破布纸的工厂还在广泛采用它。

等到碱法浆和亚硫酸盐浆先后投入生产之后，发现在打浆机中漂白和洗涤浆料，要白白地耗费大量的动力，并且制备浆料的过程常嫌太慢，有时候，制造出来的纸还有发毛、易折断和不够紧密等现象。漂白化学木浆所需的漂白剂，一般要比漂白破布的耗量多好几倍，而且化学木浆的漂白过程更慢。为了加速在普通打浆机内的生产过程，开始卸去了打浆辊。从此，漂白打浆机便只用来将漂白水 and 纤维按所需的比例加以混和，并洗去漂白废液。在这以后，浆料便放入泄料池进行精漂。泄料池连续安装成一排。混和了一定量漂白液的浆料，先放入第一个泄料池，再从第一个泄料池的底部流入第二个泄料池的上部，然后又依次流入第三个以至第五个、第六个泄料池，最后把浆料从泄料池抽到湿抄机或脱水机中。整个漂白过程要8到12小时。为了保证必要的混和，并防止浆料沉淀或浮于水面，浆料必须缓慢地循环。

二十世纪初，这种连续一段漂白，一般认为是完全恰当的。而那些难以漂白的纤维，则认为是不能漂白的（例如用橡树或栗树制成的碱法浆及硫酸盐浆）。

在上述的漂白系统中，浆料的浓度都在3~4%之间。要想使浆料漂白得更快、更好，必须大大提高温度（从38°C提高到49°C）。可是在这种情况下，不仅蒸汽的需用量增多了，而且浆料本身也受到了显著的损伤。每当浆料蒸煮不透而漂白水又不足的时候，浆料总是漂白不好，而且它的损失很大。

1895年，贝里麦尔兄弟发明了一种新式的漂白机。这种漂白机以他们的名字命名。因为贝里麦尔漂白机内的沟槽具有良好的流线形，并有瓷砖砌面，所以浆料的浓度可以提高到7%。

由于这种漂白方式能提高被漂白浆料的浓度，同时又可以改进漂白操作和提高浆料的白度，因而当时在欧美各先进造纸企业中获得了普遍的承认。

贝里麦尔漂白机投入生产以后不久，发明者本人曾在别尔詹斯亚硫酸盐浆厂作过一些试验，结果证明：浆料的浓度若再进一步提高，还可以获得显著的效果。因此贝里麦尔又大大加强了他的漂白机系统中的转子和叶片；并且装设了螺旋输浆机，以便用它把浆料从这一部分送往另一部分。与漂白液仔细混和的浆料先进入头部，这时它的浓度为12%。此后在整个漂白机系统中便一直保持着这样的浓度。由于在高浓度下漂白的浆料，其洁度、白度和质量都有显著的改进，因而推动了作者想办法再进一步提高浆料的浓度，终于设计成了一种沃立夫型卧式漂白机。这种漂白机首次安装在牛顿·福尔斯纸厂。利用这种漂白机，浆料浓度可以达到15~25%。

沃立夫型漂白机安装后不久，П·К·福列特切尔又设计了一种漂白高浓度浆用的立式漂白机，它首先安装在阿尔潘（米齐岗）地方福列特切尔公司所属的纸厂中。这种漂白机实际上就是肥皂工业早已在使用的普通压力机。

福列特切尔漂白机的安装权当时属于化学浆漂白同业公会。后来，这种漂白机在结构上经过一系列改进之后，它才开始以“VW牌漂白机”采用于生产。在VW牌漂白机中，浆料的浓度很容易就达到16~18%。

由于漂白机底部装有旋转的梳形装置，可以用它增减压力，由于垂直的搅拌器是螺旋形的，并且由于悬挂在吊杆上的循环浆管直径适当，所以漂白液和纤维可以在VW型漂白机内得到很好的搅拌，结果使漂白浆达到很高的均匀度，并且能保证清除蒸煮后浆料中残留的纤维素。

与设计VW牌漂白机的同时，还设计了其它一些漂白机（如吉尔·柯林斯公司柯林斯设计的漂白机和斯捷宾斯·英惹尼任特公司曼利尔设计的漂白机），这些漂白机的工作原理也和VW牌漂白机相同。但是由于VW牌漂白机的生产能力高，而且在纸浆漂白公会所属各企业的生产中运用得也很顺利，所以它采用得比

较广泛。

后来，C·B·道莱在改进VW型漂白机的基础上又设计了一种高浓度浆料连续漂白发塔，它的名称为道莱式漂白发塔。

高浓度浆料先和漂液按一定的比例仔细混和，然后在其本身重力的作用下自行流入砌有瓷砖的漂白发塔中，在那里充分进行漂白。

由于道莱式漂白发塔内的浆料浓度很高，所以必须采取机械的方法从塔底排料。

为此，设置了专门的排料机构，它有一些叶片，安装在一根垂直的短轴上，叶片由塔底传动，它将浆料送至出浆口，再由螺旋输浆机通过出浆口把浆料送入浆池。在那里，浆料浓度被稀释到6%以下，然后再用普通的离心泵抽出进行洗涤。

1920年，在“波尔特·霍恩”亚硫酸盐化学浆厂，有人建议用另一种方法漂白高浓度浆料。这种漂白方法的基础就是采取循环抽取浆料的办法。大家都知道，在漂白破布半料浆的时候，如果起初只掺入一部分漂液，则到反应结束，所需的时间仍相当于完全漂白所需时间。在掺入其余一部分漂白剂之前，先清除掉半料浆中的氧化物，这样，最后漂白的效果一般比较好。此外，很久以前就已经发现，以这种方式进行漂白，漂液的总消耗量比一段漂白时的消耗量要少些。如果是漂白化学木浆，则多段漂白的优点还要多；不仅可以提高浆料的白度，而且可以大大减少化学反应剂的用量，因为从第一段分离出来的着色物质已经及时排除，不必再消耗漂白剂使它们完全破坏。由于化学浆工作者对于破布半料浆的漂白缺乏实际知识，因而阻碍了他们在企业采用多段漂白，直到1920年前后，多段漂白系统才开始顺利地采用于化学浆厂。最初，由于采取漂白设备要额外多花费用，因而妨碍了多段漂白的广泛运用；到第一次世界大战期间精制法在硝化纤维的生产中运用得很成功，所以促使了两段漂白比较广泛地被采用。

两段漂白对于漂白碱法浆和牛皮纸浆特别有利，制取达到标准白度的漂白浆所消耗的漂液，比一段漂白时的消耗量要少一半，同时纤维的减弱和破坏程度也小些。

两段漂白法经过进一步试验后，又证明了：在第一段漂白的时候，由于漂液消耗得很快，浆料只能在低浓度下（3~4%）进行漂白，而在第二段，亦即最后一段，漂液消耗得比较慢，这时适宜在高浓度下进行漂白。这样，就可以大大节省动力。

1924年，美国的雷赫杰尔和舒尔以及德国的奥勃菲尔曼都宣称：浆料漂白过程始终在碱性介质中进行，可以达到很高的白度和得率，此外，浆料达到标准白度所需漂白剂的用量也减少了。1926年，舍尔列学院的克利宾斯和雷芝宣称：在用漂白粉漂白棉花时，pH值7时对纤维的破坏作用最强，当pH值高于8或低于5时，纤维组织的破坏程度皆较小，浆料的得率也就较高。

但是如果含有微量重金属盐，则漂白过程的稳定性又并不突出（指其依介质酸度对纤维得率所起的影响而言）。1930年，罗斯·米特切尔和约尔斯顿在漂白碱浆的时候获得了与漂白棉花相似的结果。1931年，他们又宣称：对于牛皮纸浆，也已经获得了类似的结果。

1930年，威尔斯试验了两段漂白，他在第一段漂白中采用氯水和次氯酸，第二段则采用次氯酸在碱性介质中进行漂白。在后一段漂白中，他用酚酞作为指示剂，采取加添苛性钠的办法使介质的碱度保持稳定。威尔斯加添了必要数量的氢氧化钠，以便在整个漂白过程中与酚酞作用而成红色，使pH值保持在8~9.5之间。

运输和保存漂白粉，以及在造纸厂用漂白粉配制漂液，是一件极其困难而不方便的事。每昼夜漂白50吨浆料以下的企业，还可以勉强应付上述工作所消耗的人力物力。但是，随着生产能力的提高，生产工作者就必然面临着一项迫切的任务：寻求更有效、更经济的方法。在第一次世界大战期间，终于开始用槽车将

液体氯从电解厂运到兵工厂。这些槽车的载重量一般为15~30吨。槽可以承受的单位压力为35公斤/厘米²。

到了第一次世界大战以后，这一运输液体氯的经验又运用于工业。远在1919年，美国某些小型厂中，用气体氯饱和石灰乳的车间就开始工作了。这些小型厂的经验又传给了电气漂白公司的大型企业——密里顿（昂塔里奥）的“林柯立恩”纸厂。马彻松公司采用这一经验，结果也很成功，甚至还设计了特种槽车，槽车内装有15个桶，每个桶的容积为1吨液体氯。

当时还研究出其它一些生产流程。但直到今天，造纸工业还在采用漂白粉，不过数量很少。

1868年，福莱米和杰莱里的光辉著作问世了，1889年，又出版了克劳斯和贝文的著作，从此以后，制浆造纸工业部门的研究人员便都了解到，在氯化时，氯元素具有使木素变为可溶状态的特性。很久以来，氯元素一直被用作棉花和亚麻漂白过程中的氧化剂。而其它一些植物原料，如木材、黄麻、大麻、稻草等，则认为都是不宜在酸性介质中漂白的；这些原料中的木素，要先受到氯化，然后才能在苛性钠或亚硫酸钠的作用下变为可溶状态。曾经有一个时期认为，用氯化法去除木素，氯和碱的消耗量都相当大，以致于根本不可能在工业上采用。但是，在1912至1916年间，戴文、卡达里齐、波米里奥、德鲁松等人都相继证明：如果在碱液中只用所需要的少量氯，这种漂白方法仍然可以达到目的。这一发现对于氯化法的进一步运用起了巨大的推动作用。

这种漂白流程发展的主要障碍，是缺乏能抵抗盐酸和氯水腐蚀的耐酸设备。第一批用氯化法漂白得很好的商品牛皮纸硬浆，据说是拉杜克地方（克维别克）布拉烏勒公司出品的。但是，关于这件事只是一些推测，因为对生产过程中所用设备的性能并没有报导出来。因此，最初尝试大规模进行浆料氯化的，很可能是1930和1931年涅库兹·艾德瓦尔茨公司所属各造纸企业在这方面进行的工作。为了采取氯化法进行漂白，该公司曾装了一种间歇

式漂白机，用它来漂白低浓度浆料。这种漂白机本身是一个直立圆筒形的塔，它带有桨叶式搅拌器，搅拌器装在垂直轴上，离塔底高1米。塔的中心装有循环管，它比塔的上部边缘低1.2米，比塔底高1米，在桨叶旋转处的一段管子上有一些孔眼。浆料先顺着这根管子降到塔底，然后又向上升到机壁和管子之间。当时曾经确定：氯气最好由一英寸的管子输送入塔内靠近桨叶的地方，因为在这里的搅拌情况较好。给送氯气的速度为每分钟7~8公斤。当氯化浆料的浓度为3~4%时，这样的速度可以防止氯从塔中漏出。在这样的生产条件下进行氯化，约需一小时左右可以结束。这种氯化器的内表面砌有耐酸瓷砖；里面的管子是用木材制成的，而轴和桨叶则包有普通橡皮。容积为5吨的漂白塔，若每隔15分钟装料一次，其每台的生产能力为每昼夜100吨氯化硫酸盐浆。如果同时安装两台衬有耐酸材料的漂白塔，氯化法的经济效果还要高些。当经过氯化的浆料从第一个塔内抽出送去洗涤时，第二个塔仍然可以继续氯化。这种漂白塔使用很方便，所以美国曾广泛采用它来漂白亚硫酸盐浆、硫酸盐浆和碱法浆。

由于氯和木素的相互作用很快，因此连续漂白法也值得注意。在1930到1940年间，曾经设计了好几种连续氯化器。胡凯尔的电化学公司（茵勃罗夫德·麦舍涅里公司）和美国其它公司以及瑞典的凯米尔公司，都曾在生产中采用过很多种连续漂白系统，其中氯化后的各段漂白，一般皆在中等浓度及高浓度下进行。在其它各种漂白系统中，连续氯化后的漂白，一般皆在高浓度下进行。

现在，工业上已经掌握了很多相当完善的、经过实际考验的连续漂白系统。市面上不但可以买得到适当的设备，而且可以买到控制测量仪器。利用这些仪器，就可以在相当的距离之外由中央控制台来操纵生产。安装了这种漂白机组，每班只需要两三个工人就可以在一昼夜间漂白100至400吨浆料，而且浆料往往还是

经过七段漂白的。如上所述，氯和次氯酸盐的应用主要限于漂白化学浆。但是现在，磨木浆也大量地进行漂白。漂白磨木浆的目的是为了提高其白度，同时尽量减少其损失，提高得率。

磨木浆可以用还原剂漂白，也可以用氧化剂漂白。最初试用亚硫酸氢钠和亚硫酸氢钙进行漂白。亚硫酸氢盐溶液先加入浆板机上的纤维中，然后使浆料保持潮湿状态，直到其达到所要求的白度。用亚硫酸盐处理磨木浆并不能大大提高白度，虽然如此，但这个方法仍然流行过一时。另一种还原剂——连二亚硫酸锌，它比亚硫酸盐的作用强，因此也开始被广泛地用来漂白磨木浆。近十年来，对于漂白造纸磨木浆用的两种有效反应剂——过氧化钠及过氧化氢，正在加强研究和运用。用这两种反应剂可以使磨木浆获得的白度稳定而耐久。虽然这两种反应剂比上述还原剂贵些，但是，采用它们，在经济上仍然是完全合理的。过氧化物可以使磨木浆的白度提高 5~15%，连二硫酸锌可以提高 5~8%，而亚硫酸氢盐仅能提高 2%，而且它对浆料的作用还不大稳定。目前，已经开始用 20~40% 的次氯酸钙来漂白磨木浆和半化学浆了。用次氯酸盐漂白时，整个漂白过程皆在 pH 值高于 8 的碱性介质中进行。

由于力求使浆料得到很高的白度，同时又要尽量减少其组织破坏程度，因而除了次氯酸盐之外，还试验了其它一些氧化剂。

最近十年来，开始广泛采用二氧化氯来进行浆料的最后漂白。很久以前，就已经了解到，二氧化氯能破坏与纤维素结合在一起的着色物质，而对纤维素本身的损害却很小。在第二次世界大战期间，曾在瑞典和德国组织了二氧化氯的生产。在美国，最初采用二氧化氯的是马彻松化学公司，这家公司生产亚氯酸钠已经有好几年了。亚氯酸盐和二氧化氯皆比次氯酸盐贵得多，但是在某些情况下，如果浆料需要达到极高的白度，同时又要使纤维素遭受破坏的程度减至最小限度时，则采用亚氯酸盐和二氧化氯显然是合理的。过氧化钠也可以用来进行浆料的最后漂白。

试用过硼酸盐、过碳酸盐、过醋酸盐及臭气来精漂浆料已经很久了，但是直到现在，要在工业上大规模采用这几种化学品，其价格都还太高。

本章所述的，只是有关浆料漂白的一般概况。下面各章将论述比较复杂的理论问题和实际问题。

从上述的历史概况也可以看到，漂白过程正开始从手工业逐渐成为一门独特的科学。

随着科学研究工作的进一步开展，我们对于纤维和植物原料中其它成分的结构更了解，我们一定会看到人类将在这一广阔的知识领域中获得更大的成就。

第二章 氯 化

R·S·海茨*

从第一章可以看到，漂白过程有着长期发展的历史。现代的漂白实践，与其说是由于对漂白过程中化学反应的性质有了精确的科学概念而奠定的，不如说是在吸收了生产上的经验和教训的基础上建立的。

卤素、氧化剂、还原剂与无机化合物及许多有机化合物进行反应的机理已经很清楚了。但是，在纖維素方面，特别是在木材纖維的纖維素方面，还有许多问题有待研究。存在于木材中的纖維，是一种胶体高分子聚合物，它有各种不同长度的链状分子。

与纖維结合在一起的，有多缩戊糖、糖醛酸、多缩己糖、木素、脂肪、蜡及色素，这些成分的性质因木材种类的不同而有所差异。

经过许多学者顽强的工作，单独分离的纖維素的化学结构已经很明确了，但是它的聚合性质，在一定程度上仍然是一个謎。

在木材纖維方面，关于它究竟是以何种状态存在于木材中，以及它和木素及其它碳水化合物是否是化合关系，一般并无定论。

关于木素的化学结构，已经了解了很多，但是还没有全部解决。

大家都知道，在蒸煮亚硫酸盐浆的时候，木素溶于溶液而成为亚硫酸盐（木素磺酸——编者）。在蒸煮硫酸盐浆的时候，木素也同样溶于碱，不过是成为硫木素。

用上述两种方法中的任何一种方法蒸煮木材，木材中所含的

* 美国制浆造纸工业技术学会会员，哈得逊公司纸浆科学研究部副经理。