

造紙譯叢

第十輯

輕工業部造紙工業管理局編輯室編

輕工業出版社

PDG

造 紙 譯 叢

(第十輯)

造紙工業管理局編譯室編譯

輕工業出版社

1958年•北京

內 容 介 紹

本輯包括从苏联、美国、英国、加拿大、瑞典等的杂志上翻譯下来的有关亞硫酸蒸煮、木材的滲透、化学磨木漿、測定纖維平均長度的新方法、光学增白剂、特种紙以及抄紙机等方面的論文、节譯、文稿和專利等共廿三篇。

造 紙 譯 叢

(第十輯)

造紙工業管理局編譯室編譯

輕工業出版社出版

(北京广安門內白厂路)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 099 号

北京市印刷一厂印刷

新华書店發行

787×1092公厘書·4註印張·100,000字

1958年10月第1版

1958年10月北京第1次印刷

印數: 1—2,700 定价: (10)0.70元

統一書号: 15042·373

目 录

各种类型的“鹽基”对木材的亞硫酸蒸煮的影响	[苏联]H.A.罗森貝尔格.....(5)
影响亞硫酸鹽蒸煮过程中脫木質素作用的某些因素	[美国]G.A.李其特.....(17)
棚式硫鉄矿焙燒爐工作的强化	[苏联]M.M.科潘采夫等.....(35)
木材的滲透性	[加拿大]J. E.斯通.....(51)
利用中間工厂設備制取化学磨木漿	[苏联]K.H.馬列什金等.....(65)
用樺木做制漿造紙工業的原料(节譯)	[波蘭].....(75)
超音波处理对藥料性質的影响(上)	[西德]V.G.賈迈等.....(78)
高速抄紙机的結構特点(I)	[西德]K.斯密特.....(100)
用列綫圖求輥筒的撓度	[苏联]A.H.布洛道茨基.....(111)
关于造紙机的生产定額	[苏联]C.H.依凡諾夫.....(117)
論生产能力的計算与利用	[苏联]Ф.Ф.庫切尼可夫.....(128)
錯流引入器的流体动力学分析	[瑞典]B.斯丁別尔格等.....(136)
关于紙的耐久性与老化	[美国]B.H.蘭古耶尔.....(149)
用螢光白来改进紙和紙板的白度(节譯)	[美国]J. 格斯勒.....(151)
化学法清洗鍋爐	[苏联]Я.H.康諾塞諾克.....(153)

过氧化物超高濃度漂白(文摘)	
.....[美国]	(154)
半化学漿漂白时木質素及碳水化合物的去除(文摘)	
.....[瑞典]	(154)
用硫酸鹽法、亞硫酸鹽法及中性亞硫酸鹽法制造草	
漿(文摘)	[法国] (155)
紙漿硬度的測定(文摘).....	[加拿大] (156)
用氯化石蜡树脂施膠(文摘) ...	[羅馬尼亞] (157)
測定纖維平均長度的新方法(文摘)	
.....[美国]	(157)
防銹紙(專利)	[英国] (158)
湿强紙(專利)	[英国] (158)

各种类型的“鹽基”对木材的亞硫酸 蒸煮的影响

[苏联]中央制漿造纸工業科学研究所 H.A. 罗森貝尔格

目前木材的亞硫酸蒸煮多半已开始采用鈉“鹽基”和鉍“鹽基”。这样就有可能綜合地解决两个問題——廢液的处理和化学葯剂的回收。因为一价陽离子 Na^+ 和 NH_4^+ 的亞硫酸鹽及硫酸鹽的溶解性良好,所以在制备酸液、蒸煮漿料和蒸發廢液时沒有“石膏生成”的現象。此外,还有可能采用中性和弱酸性的亞硫酸溶液来进行中性亞硫酸鹽和重亞硫酸鹽蒸煮,以制造得率高而色澤淺的半化学漿和化学漿;利用廢液来制取濃縮物的条件也能得到改进。

鈉和鉍“鹽基”对亞硫酸蒸煮过程的重大的有利作用是^[1]:蒸煮時間縮短,漿料的得率提高,篩渣量減少,漿料的顏色較淺(当使用的“鹽基”的当量相同时)。

有些作者还認為:用鉍“鹽基”或鈉“鹽基”来代替鈣“鹽基”,可以改进漿料的机械性能,提高漿料的化学純度,并使松木与落叶松木材的亞硫酸蒸煮問題易于解决。

但是在文献中找不到足以令人信服的对新型“鹽基”的良好作用的原因的解释。大多数作者認為这种好作用似乎是由于鈉、鉍陽离子的迁移率(подвижность)比鈣离子的大,因而木材滲透較好所致^[2]。但他們之中誰也沒有提供試驗資料来証实这种情况。同时已經知道,所有陽离子的迁移率,除氫以外,都几乎相等^[3]。

根据 M. Г. 艾里阿什貝尔格(Элиашберг)的意見,鈉“鹽

基”能加速蒸煮的原因是木質素磺化得快。但同样他也沒有提出試驗数据来証实这一論点^[4]。同时，Т. И. 卡利宁娜研究了鈉和鈣“鹽基”对蒸煮过程的影响后得出結論：“鹽基”的种类并不影响木質素的磺化程度和木材吸收 SO_2 的数量^[5]。根据 X. 爱得曼 (Эрдтман) 的說法^[6]，“鹽基”的性質对脫木質素过程并無重要影响；而 E. 赫格倫德 (Хеггелунд) 認為，同当量的重亞硫酸鈉和重亞硫酸鈣所起的作用是相同的。同时根据 E. 赫格倫德的意見，重亞硫酸鈉較易滲透到木材里面去^[7]，他同样沒有提出試驗数据来証实。

如上所述，根据已有的文献資料，对“鹽基”的作用以及鹽基”对亞硫酸蒸煮过程的影响不能得出一个固定的概念。为了正确地估計新型“鹽基”的工業价值，特别是为了解决松木和落叶松的亞硫酸蒸煮問題，就必须弄清楚：不同种类的“鹽基”对蒸煮过程的作用是否有很大的差別，如果有，那末差別是在哪里，是由什么原因造成的。

为了弄清楚这些問題，我們进行了一系列的研究*。用長 22 毫米、厚 3 毫米的云杉 (*Picea excelsa*) 木片进行了蒸煮試驗。为了比較鈉“鹽基”和鈣“鹽基”的作用，进行了蒸煮時間不同的(从 2 到 54 小时，包括由 20° 到 100° 的 2 小时加热時間在內)兩組蒸煮試驗。蒸煮温度为 100° 。在这样的温度下，副反应的發展減少了，同时蒸煮过程也不会太長。在全部蒸煮中**，酸液的最初濃度是总 SO_2 62.9 克/升，化合 SO_2 9.8 克/升。在 20° 时，鈣“鹽基”酸液的最初 pH 值为 1.28，而鈉“鹽基”的是 1.34。蒸煮結果以圖 1、2、3、4、表示。

* 研究工作是在 E. B. 卡尔波瓦和 B. C. 拉普哈涅科的参加下，在中央造纸工業科学研究院进行的。

** 所有濃度均已將被处理的試样中所含的稀釋水計算在內。总液比为 7。

圖 1 表明,在蒸煮刚开始时,木質素就开始溶出了。但在鈉“鹽基”条件下的溶出速度比在鈣“鹽基”条件下的高。例如,蒸煮过程开始后經過 24 小时,用鈣“鹽基”时有 50% 的木質素留下未溶出,而用鈉“鹽基”时只有 31.3%。經過 54 小时后,相对的差別更大: 各为 10.8% 和 4.0% 的木質素。

圖 2 的曲綫表示把木材蒸解成單一纖維(指將木材煮透使分散成纖維——譯者)的过程,亦即木材轉变成普通形态的粗漿的过程。对比圖 1 及圖 2 可知,与“鹽基”的陽离子种类无关,蒸解成單一纖維差不多开始于同一个木質素溶出程度(約 50% 的木質素未溶解),也就是

發生在未溶木質素对原木質素重量的百分率由 40% 減少到 20% 时。但在用鈉“鹽基”蒸煮时,由于木質素的溶出速度較高,达到上述脫木質素程度比用鈣“鹽基”时快,木材轉变成漿料亦較迅速。

为了繼續寻找用鈉“鹽基”蒸煮时木質素溶出較快的原因,我們测定了用兩类“鹽基”蒸煮后,木材的固体残余物中紧結合硫的含量。分析的结果用硫对木質素的重量百分比来表

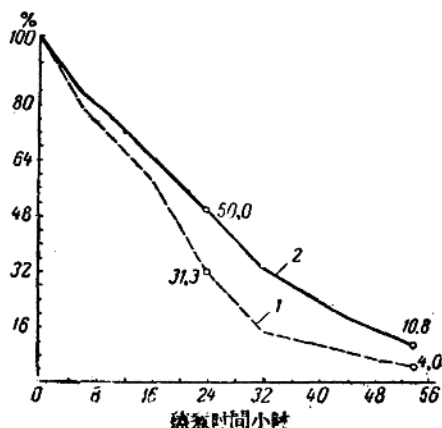


圖 1 亞硫酸蒸煮时未溶解的木質素量
(对原有木質素的百分率)

1—用鈉“鹽基”酸液蒸煮; 2—用鈣“鹽基”
酸液蒸煮(蒸煮溫度 110°)

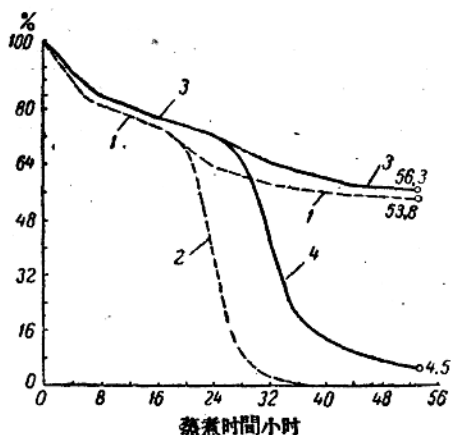


圖 2 以对原木的百分率表示的得率(蒸煮溫度 100°)
 1—用鈉“鹽基”時的总得率; 2—用鈉“鹽基”時的未蒸解份;
 3—用鈣“鹽基”時的总得率; 4—用鈣“鹽基”時的未蒸解份

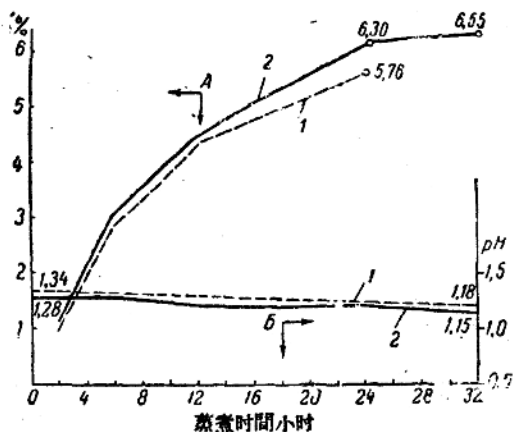


圖 3 亞硫酸蒸煮后木材的固体殘余物中硫黃对木質素的百分比(A)和蒸煮液的pH值(B), 蒸煮溫度 100°
 1—用鈉“鹽基”酸液; 2—用鈣“鹽基”酸液

示*,并繪成曲綫(圖3)。虽然可以認為这些百分比并不等于溶出木質素的含硫量,但当溶出速度相同时,这些百分比应与固相中木質素的磺化速度有直接的关系。

圖3表明,在用鈉离子的情况下硫对木質素之比不仅不高而且略低于在用鈣离子的情况下的硫对木質素之比。因此硫的分析結果不能証实前面引用的 M. Γ. 艾里阿什貝尔格的見解,也不能以此为根据做出結論謂在鈉离子条件下的木質素磺化速度比在鈣离子条件下的快。事实是在两种“鹽基”的条件下,蒸煮液中 SO_2 的濃度在整个蒸煮期間实际上是相同的,这也不利于磺化速度不同以及 SO_2 吸收程度不同的假想。

可以假想:用鈉“鹽基”蒸煮时磺化速度快的原因是有效酸度較高。但蒸煮液的分析表明,用鈉陽离子蒸煮时的有效酸度并不比用鈣陽离子蒸煮时高(圖3)。需要指出, pH 值是在 20° 时測定的。但是沒有根据可以推想,在蒸煮温度 100° 时情况就变得相反了。

有人認為鈉“鹽基”酸液的渗透性能較好。为了檢驗这一假設的正确性,我們測定了在鈉陽离子和鈣陽离子条件下蒸煮的头几小时中,木材所吸收的酸液的重量(圖4)。結果說明,被吸收的酸液量(对原木重量計)并不随“鹽基”的种类而变。因此,不能認為在鈉陽离子条件下蒸煮速度快的首要原因是酸液的渗透性能較好。

直到現在我們還沒有提到固体木質磺酸及其鹽类的溶解度問題。其实,根据我們研究过的一些事实可以推論出:影响

* 这里以及我們的其他著作中的指标都以緊結合硫对分析出来的木質素的重量百分比表示,这近似于固体磺化木質素的含硫量。后一指标的精确測定,目前尚不能認為是已經解決了的問題。

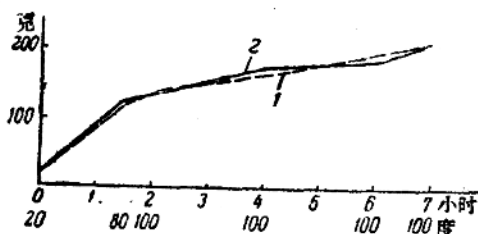


圖 4 木材在滲透中吸收的亞硫酸量(以克每 100 克絕干木材表示)
1—鈉“鹽基”酸液; 2—鈣“鹽基”酸液

脫木質素速度的原因是木質磺酸鹽的溶解度隨“鹽基”陽离子而異^{*}。溶解度可以理解為說明物質在某種溶劑中的溶解能力的物理量。溶解度和溶液的飽和限度愈低，則在其他條件相同時，固體物質的溶解就愈慢。特別是磺化木質素是屬於這種情況。木質素存在於細胞之間間隙中和細胞壁的相當厚的碳水化合物組織(指纖維素與半纖維素——譯者)里面，因此新鮮溶劑的滲入和已溶物質的溶出為擴散過程所限制而十分困難。

我們進行了研究試驗來驗證木質磺酸鹽的溶解度不同這一假想，這一研究試驗是以分段綜合處理木材的方法為基礎。這個方法我們已採用過，並且證明是完全正確的。首先我們進行了試驗來研究“鹽基”的種類在蒸煮初期的影響，在蒸煮初期，固相中木質素的磺化作用較木質磺酸鹽的溶出佔優勢。

為此，將兩份相同的木材試樣，用鈣“鹽基”酸液和鈉“鹽基”酸液在 100° 蒸煮 6 小時。加熱到 100° 的時間佔 2 小時。在所有的蒸煮試驗中，最初的總 SO_2 濃度為 62.9 克/升，化合 SO_2 濃度為 9.8 克/升。蒸煮完畢將亞硫酸處理過的木材在蒸

* “Бумажная пром.”, 1953, № 3, стр. 17.

水中煮沸过五次(每次煮 1 小时), 以除去已溶解的有机物和無机物。茲將亞硫酸处理过的木材的固体残余物的分析結果列于表 1。

表 1

“鹽基”种类	含 量 %			硫对木質素的 重量百分比
	灰 分	木 質 素	硫	
鈉	1.31	26.0	0.86	3.31
鈣	1.48	26.7	0.89	3.34

从表 1 可以看出, 用不同“鹽基”蒸煮过的兩份木材試样的性質很接近。为了弄清楚兩份被研究的試样在性質上的隱藏的差別, 用 SO_2 的蒸溜水溶液在 115° 將亞硫酸处理过的木材进行了 4 小时的鑑別性終煮。最初的 SO_2 濃度为 48.6 克/升。試驗結果見表 2 中的 a 項。

表 2

“鹽基” 种 类	亞硫酸处理 过的木材中 灰分的含 量, %	在 20° 时 廢液的 pH 值	廢液中总 SO_2 濃度, 克/升	終煮后的 总得率%	未蒸解 分, %	漿料的高壓發值 (貝克曼法)
-------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	--------------	-------------	-------------------

(a) 沒有預先进行脫灰处理

鈉	1.31	1.05	41.5	52.3	0.3	83
鈣	1.48	1.04	41.8	54.4	15.7	112

(b) 脫 灰 处 理 后

鈉	0.05	1.01	42.5	50.9	0.0	61
鈣	0.05	1.01	41.8	53.1	1.8	79

这样一来, 在头一阶段用鈉“鹽基”和鈣“鹽基”蒸煮过的兩份試样, 在終煮的結果中就显出了很大的差別。但这一差別可能不在蒸煮过程的头一阶段出現, 而出現在終煮阶段中, 这

是由于用亞硫酸处理过的木材試样中固体木質磺酸鹽的鈉离子和鈣离子再次反应的結果(參看表 1)。为了証实这一假想,將亞硫酸处理过的木材試样用 5 % 的鹽酸在 20° 处理 312 小时,以除去灰分;在同一温度用蒸餾水徹底洗淨后,再在与未脫灰木材終煮条件相同的条件下,用 SO_2 的水溶液进行終煮。所得到的結果証实了我們的假想(參看表 2 中的 6 項)。

在头一阶段中用鈉“鹽基”酸液处理过的木材試样,現在經過終煮后成为較軟的漿料。但这里試样間的差別已經不大了。这只能这样解釋:在前面脫灰处理的時間里,木質磺酸鹽的大部分陽离子已經除去,因此在終煮中陽离子的特殊反应就不明显了。

由列在表 1 及表 2 的試驗結果可以得出結論:在亞硫酸蒸煮的初期(此时固相中木質素的磺化佔主要地位),兩種“鹽基”所引起的木材的变化其相互間的差別很小。

为了研究各种“鹽基”在蒸煮过程后期(此时所發生的主要是磺化木質素的溶出)的影响,我們研究并采用了陽离子交換方法,其原理为利用固体木質磺酸的陽离子交換性質。这一方法的内容如下:在头一阶段蒸煮中(例如在 100° 煮 6 小时),將全部木材試样用成分相同和“鹽基”相同的亞硫酸处理,我們用鈉做“鹽基”。然后在蒸餾水中煮沸五次(每次煮 1 小时),在上述条件下將已用亞硫酸处理过的木材,用鹽酸进行脫灰处理。脫灰后的木材試样經陽离子交換处理,亦即用不同“鹽基”的亞硫酸或鹽类(如各种陽离子的氯化物)的溶液在 20° 处理几晝夜。陽离子交換处理后,用蒸餾水在 20° 进行扩散洗滌,然后在蒸餾水中煮沸五次(每次煮 1 小时)。我們用这种方法制得的亞硫酸处理过的木材試样,仅在木質磺酸鹽的陽离子上有差別,在所有試样中酸都相同。

按照上述方法用 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} 和 Ba^{++} 五种陽离子进行了第一次試驗。陽离子交换处理时相当的氯化物溶液的浓度为 $0.8 N$ 。亞硫酸处理过的木材試样經陽离子交换处理后,用 SO_2 的水溶液在与前次試驗相同的条件下进行了終煮。試驗結果見表 3 中的甲項。

表 3

用不同陽离子 进行陽离子交 換处理过的 木材試样	陽离子交换 处理后木材 中灰分的 含量, %	廢液的 pH 值 (在 20°)	廢液中总 SO_2 的濃度, 克/升	終煮后 的总得 率, %	未蒸解份 %	貝克曼法 高錳酸值
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	--------------------	-----------	--------------

甲、用 SO_2 水溶液終煮后

Na^+	1.59	1.10	41.9	49.6	0.0	45
NH_4^+	—	1.11	42.3	49.3	0.0	43
Mg^{++}	1.08	1.09	42.0	50.4	0.5	88
Ca^{++}	1.32	1.08	42.6	50.9	1.6	94
Ba^{++}	3.03	1.09	41.6	51.3	2.4	99
亞硫酸处理 后沒有經陽离 子交换处理但 已脫灰的木材	0.08	1.09	42.1	48.7	0.0	32

乙、用磷酸終煮后

Na^+	1.59	2.1	—	53.6	7.1*	134
Ca^{++}	1.32	2.1	—	71.7	71.7*	—
Ba^{++}	3.03	2.1	—	73.4	73.4*	—

丙、用亞硫酸藥液終煮后

Na^+	1.59	1.38	42.7	52.5	0.1	55
Ca^{++}	1.32	1.35	42.4	54.6	7.2	112

表中数据表示各种陽离子对木質素溶出过程的影响。讓我們注意一价陽离子 (Na^+ 和 NH_4^+) 同二价陽离子 (Mg^{++} 、 Ca^{++} 和 Ba^{++}) 的作用間的大的差別。在用鈉和鉍陽离子时制得的漿料其硬度为 43—45 高錳酸值,而在用鎂、鈣和鉍陽离子时则为 88—99。从已脫灰的未經陽离子交换处理的木材試样

* 未蒸解份中木質素含量:用 Na^+ 陽离子交换处理的——14.1%,用 Ca^{++} ——22.5%,用 Ba^{++} ——24.3%。

制得的漿料最軟(硬度为 32° 貝克曼)。

前面我們已經指出过，沒有根据可以認為在鈉陽离子条件下的磺化速度比在鈣陽离子条件下的磺化速度高。但是，为了完全消除磺化作用發生影响的可能性，不用 SO_2 水溶液来蒸煮經過陽离子交換的木材，而用最初 pH 值为 1.9 (在 20° 时) 的正磷酸的稀溶液来蒸煮。磷酸(电离常数 $K_1=7.5 \times 10^{-8}$)比亚硫酸(电离常数 $K_1=1.3 \times 10^{-2}$)稍弱，因此它与鹽酸等不同，它在終煮时不会引起木質素的显著縮合。終煮在 115° 进行 12 小时。

由表3乙可以看出，即使在沒有木質素磺化作用影响的条件下用磷酸进行蒸煮时，一价同二价陽离子作用間的对比关系仍然完全存在。在鈉陽离子条件下制得了漿料，而在鈣和鋇陽离子条件下則未能制得漿料：亞硫酸处理过的木材仍是原来的样子，沒有分散成纖維。

当亞硫酸处理过的木材用 SO_2 的水溶液进行終煮时，陽离子作用間的差別減小了些，这是因为一部分陽离子由于陽离子交換过程而分离了，而相应的木質磺酸鹽就轉变成了游离的木質磺酸。假如用亞硫酸进行終煮，則木質磺酸鹽的轉变成游离木質磺酸將較為緩慢，而各种陽离子作用的效果就会增加。試驗証明了这一情况(參看表3丙)。試驗是用亞硫酸处理过的木材試样在去灰并用 Na 和 Ca 离子进行陽离子交換处理后进行的。終煮在 115° 进行 7 小时，同样也是用鈉和鈣“鹽基”。最初的总 SO_2 濃度是 49.0 克/升，化合 SO_2 是 4.5 克/升。

比較表3丙中的数据可知：当陽离子交換处理过的木材用亞硫酸終煮时，鈉“鹽基”的良好影响比用 SO_2 水溶液終煮时更明显。

結 論

亞硫酸蒸煮速度随着“鹽基”而变的原因是磺化木質素的溶出速度不同，因为陽离子的种类使得木質磺酸鹽的溶解度不一致。这一結論的証明是：鈉和鉍的磺酸鹽的溶解度比鈣和鋇的磺酸鹽的溶解度大^[8]。

初看起来，各种木質磺酸鹽的不同溶解度似乎与 В.И. 沙尔科夫(Шарков)和 Г. М. 芬克尔(Финкель)^[9] 所观察到的現象有相同之处。他們断定：在大多数情况下，加入硫酸鹽能迟緩用硫酸水解时纖維的溶解速度。但与此相反，在木質磺酸鹽溶解时發現，陽离子的价数愈小，纖維水解时陽离子的迟緩作用就愈大。應該認為这两种現象在本質上是不同的。

根据 E. 赫格倫德的假說，固体木質磺酸的溶解是一个水解过程，它的速度决定于氫离子的濃度^[10]。但是我們的研究指出，鈣和鋇的木質磺酸鹽的溶解比鈉和鉍的木質磺酸鹽慢得多，虽然在两种情况下蒸煮液的 pH 值实际上相同（參看表 3）。因此，各种木質磺酸鹽溶解度随陽离子种类而異的事实，使我們不得不用批判的态度来对待 E. 赫格倫德的意見。

目前不見得能准确地决定兩价金屬 Ca、Mg 和 Ba 的木質磺酸鹽的溶解度較小的原因。因此 K. 庫尔格連(Кульгрен)的假想就值得注意。根据他的意見，木質磺酸鹽仅在陽离子交換过程的影响下轉变成游离酸后才成为可溶的。已經知道，陽离子的价数愈高，其交換能就愈大^[11]。因此可以推論，兩价金屬的木質磺酸鹽轉变成游离酸較為困难，由于这一緣故，它們的溶解度就会比一价陽离子的木質磺酸鹽低。但这样的解釋只在 K. 庫尔格連認為木質磺酸鹽不溶解的意見正确时才能成立。其实，pH 6~9 的中性亞硫酸鹽蒸煮过程就是木質磺酸鹽

能溶解的一个例子，在此条件下木質磺酸鹽不能轉變成游离酸。另一方面已經知道，容易溶解是游离磺酸的特性，但这类酸的鹽亦能溶解，虽然溶解得較少^[2]。因此，原先 K. 庫尔格連关于木質磺酸鹽不能溶解的論点引起了怀疑。很可能是这样：即使不經陽离子交換轉變成游离酸，固体木質磺酸鹽也能溶解。如果是这样的话，則各种木質磺酸鹽的溶解度可能不同。

我們知道，参加反应的物質的化学性質对溶解度有决定性的影响。可惜，化学性質与溶解度之間的关系还研究得十分不够。在我們的情况下，当溶剂的化学成分不同时，木質磺酸鹽的溶解度亦有所改变，这就使問題复杂化了。可以推想，溶剂的影响不限于固相和液相間陽离子交換平衡的变化或 pH 值的变化。如同所有其他高分子物質一样，磺化木質素溶解的最初阶段是膨脹。完全可能， SO_2 的水溶液能增加木質磺酸鹽的膨脹性能和溶解度，而相反地，鹽（特別是兩价陽离子）含量高的蒸煮酸液能使其降低。表 3B 中的数据証实了这一点。

一价陽离子 Na^+ 、 NH_4^+ 的木質磺酸鹽的易于溶解，不仅能加速已磺化的木質素的溶出，而且能促进蒸煮酸液进一步扩散渗透到深藏在內面的那一部分木質素中去。这点可用来解釋用鈉和鈦“鹽基”蒸煮的优越性：蒸煮時間縮短，漿料的得率提高而廢漿料減少。特別明显的是一价陽离子对松木亞硫酸鹽蒸煮的影响，这时有磺化度低的木質素縮合产物生成。使用鈉或鈦“鹽基”能提高这种部分地縮合了的木質磺酸鹽的溶解度，因而使蒸煮酸液易于渗透到心材的細胞壁里面去。此外，使用一价陽离子能稍微降低渗透和蒸煮的温度，而不会使蒸煮時間延長。这是有利于蒸煮过程的，因为木質素的縮合程度減小了。

（謹海岩譯自苏联“造紙工業”1956 年第 3 期。原文未附