

# 纖維素纖維側序的意義及其測定方法\*

錢寶鈞 王庆瑞 吳宗銓

(華東紡織工學院化學纖維研究室)

## 側序的意義

在纖維素纖維中，高分子以不同構型和接近程度相互配列。這種配列的情況可以從很高的序態到幾乎完全無序狀態。那一部分高分子，其側向序態能夠滿足發生X射綫衍射要求的，可以有條件地稱為結晶部分；不能符合這一要求的，就稱為無定形部分。即使如此，我們也不應機械地看待這一問題，將纖維素纖維的組成視為結晶的和無定形的兩個可以截然區分的部分。事實上，晶區與無定形區之間，並沒有清晰的界限，在兩種狀態之間還存在着無數過渡狀態，各晶區的大小以及結晶完整的程度也不是完全均勻一致的。因此，Howson<sup>[1,2]</sup>採用側序這一概念，並用側序分布這一術語來描繪纖維素纖維中高分子的配列情況。他給側序的定義是：

$$\bar{O} = [\text{OH}_c]/[\text{OH}_t],$$

式中 $[\text{OH}_c]$ 是小而有限的容積 $V$ 中氫鍵的實際數， $[\text{OH}_t]$ 是同一容積中完全結晶時可能生成的氫鍵數， $0 < \bar{O} < 1$ 。將容積 $V$ 探測纖維中各個部位，可得各種側序 $\bar{O}_1, \bar{O}_2, \bar{O}_3, \dots$ 及其相對應的纖維物質重量 $q_1, q_2, q_3, \dots$ ，總量是

$$Q_n = \sum_{i=0}^{i=n} q_i,$$

由此，即可作出側序的積分曲綫和分布曲綫。所謂無定形部分 $Q_a$ 和結晶部分 $Q_c$ 可以寫成

$$Q_a = \sum_{i=0}^{i=k} q_i \quad \text{和} \quad Q_c = \sum_{i=k}^{i=n} q_i$$

$k$ 的數值視測定結晶度和可及性的方法而定。

不少作者相信纖維素纖維具有三維的網狀結構<sup>[3]</sup>，起網結作用的是晶區。不過在無定形區域中確也存在着無數高分子鏈段，它們在小範圍內相互接近並有序配列，其大小雖都還不足以使X射綫發生有規律的衍射，但也能在網狀結構中起聯結作用。這種聯結點一般說來對水是穩定的，但較強烈的溶脹劑如1—2.5N的氫氧化鈉溶液卻能拆散它們。

過大、過多的晶區，雖能對纖維起強化作用，但也會帶來纖維斷裂伸長過小、性質發脆等缺點。與此相反，無定形區域中的聯結點則多而小，它們一方面能起強化作用，而另一方面卻並不過分妨礙一個聯結點至另一個聯結點之間分子鏈段的活動性。這樣，纖維的強度提高了，而纖維的韌性、抗疲勞性能、耐磨性能等也同時增加了。根據這些考慮，纖維無定形部分，特別是1—2.5N氫氧化鈉溶液所能滲透部分的結構，對機械性質的重大影響，

\* 曾在1962年11月第四次全國高分子論文報告會(成都)上宣讀。

是不难想見的。无怪有不少作者致力于纖維素纖維側序分布的研究, 試图由此找出側序分布与机械性能之間的关系<sup>[4,5,6]</sup>。

但是由于側序測定方法的不完善, 所得結果一般是比較不够肯定和不够精确的。检查一下近五年来在側序測定方法方面的文献, 发现它們都根据同一原理, 即利用不同浓度或不同温度的某一試剂的水溶液与纖維素纖維相作用, 然后測定纖維的某一物理性質或化学性質的改变。試剂一般都是溶胀剂, 它們所能透入部分的高分子序态, 与試剂的浓度或温度有关。例如, 純水能透入纖維中側序低于某一水平的各个部分, 稀氫氧化鈉溶液就能透入纖維中側序較高的部分, 而 2.5N 以上的浓氫氧化鈉溶液則能渗透整个纖維結構; 換句話說, 氫氧化鈉溶液所能渗透的最高側序与溶液的浓度直接有关。因此将氫氧化鈉溶液浓度作为量度側序的标尺, 与各个不同浓度的氫氧化鈉溶液所能渗透的部分进行作图, 就能得到所謂側序分布的积分曲綫。測定被渗透部分的量, 需要利用渗透以后所引起的某一物理性能或化学性能的改变; 这一性能当然是跟所采用的方法而不同。應該指出, 側序的标尺并不一定与氫氧化鈉溶液的浓度成正比, 但兩者間有一定的关系。

文献中用作溶胀剂的主要是各种浓度的氫氧化鈉溶液, 有时也用不同浓度或不同温度的甲酸溶液。溶胀剂所引起改变的物理性能或化学性能有吸湿、溶解百分率、极限聚合度、乳化黄化的殘渣值、浸漬热、长度收縮、染色速率等。表 1 汇列了各种測定側序的方法以及各种方法所用的溶胀剂和所引起性能上的变化。除第 4 和第 7 两法外, 都須在溶胀以后先行除去溶胀剂, 再行間接測定溶胀剂所产生的某一种物理的或化学的效应。第 5 法和第 6 法甚至需要进行預处理。在进行預处理或除去溶胀剂的过程中, 难免不发生新的側序改变。第 4 法測定在不同浓度的氫氧化鈉溶液中的浸漬热, 方法比較直接, 但由于发热量較小, 測定比較困难; 第 7 法測定在氫氧化鈉溶液中的收縮, 其实也不是直接的, 因为我們要知道的是鏈間次价鍵拆散的数目, 收縮只不过是一种次級效应, 且在实验測定

表 1 各种測定纖維素纖維側序方法的比較

序号	名 称	所用溶胀剂和方法要点	被測定的性能变化	作者和参考文献
1	甲酰化法	不同浓度或不同温度的甲酸溶液进行酯化	甲酸酯化度	Marchessault 和 Howsmon [2]
2	吸湿法	先用不同浓度的氫氧化鈉溶液处理, 然后进行吸湿測定	纖維的吸湿	同上[2]
3	极限聚合度法	先用不同浓度的氫氧化鈉溶液处理, 然后进行极限聚合度的測定	极限聚合度	Battista, Coppick, Howsmon, Morehead 和 Sisson [7]
4	浸漬热法	測定在不同浓度的氫氧化鈉溶液中的浸漬热	浸漬热	Marchessault 和 Howsmon [2]
5	醇酸水解碱溶法	先用醇酸溶液进行預水解, 然后用各种不同浓度的氫氧化鈉溶液溶提	纖維在氫氧化鈉溶液中的溶解百分值	前田弘邦[4]
6	醇酸水解乳液黄化溶解法	先用醇酸溶液进行預水解, 然后用各种不同浓度的氫氧化鈉溶液进行乳液黄化溶解	乳液黄化的殘渣值	中尾統一、山田峻一、右田伸彦[8]
7	碱收縮法	在不同浓度的氫氧化鈉溶液中測定纖維的收縮	纖維的收縮	Jackson 和 Sandig [5b]
8	碱处理染色法	先用不同浓度的氫氧化鈉溶液处理, 然后进行染色	纖維的染色速率	Vosters [9]

時，必須對纖維施加一定的荷重，過小則不能完全除去纖維的鬆曲，過大則又將在高溶脹時引起纖維的伸長，這些都會影響方法的精確度。除此之外，上述各種測定側序的方法，在分辨纖維素纖維側序上的少量差別時，效力都不高。

本工作試圖利用纖維在各種不同濃度的稀氫氧化鈉溶液中密度的變化情況，來推測纖維素纖維側序的分布。由於纖維在氫氧化鈉溶液中密度的改變是伴隨氫氧化鈉溶液的滲透立即發生的，因此與上述浸漬熱法和鹼收縮法一樣，可以直接在氫氧化鈉溶液中測定其效應，而沒有上述浸漬熱法和鹼收縮法的缺點，方法簡捷易行，分辨能力和精確度都較高。當然這一方法也有它的缺點，將在下文中另行討論。

### 實驗方法和結果

密度測定採用液體中失重稱量法。為了使稱量簡捷起見，採用一微量扭力天平。樣品重量約 60—70 毫克，用一根卡普綸單纖維捆扎，掛於天平的小鈎上。

測定時須注意幾點：(1) 保持恆溫，本工作中大部分的測定都是在  $25^{\circ}$  時進行的，少數在  $28^{\circ}$  時進行。(2) 用真空抽除纖維間隙中的空氣。(3) 捆扎不可太緊，以免捆扎處纖維不能為鹼溶液所浸透。(4) 第一次稱量時用水為浸劑，以後逐次換用 0.2, 0.4, 0.6N 等等差濃度的稀氫氧化鈉溶液進行測定，直至 2N 為止。自始至終可用同一樣品，但須注意用新氫氧化鈉溶液洗去殘存的舊溶液，且一經浸入較高濃度的氫氧化鈉溶液以後，即不能重復在較低濃度的溶液中进行測試，因為氫氧化鈉溶液所產生的側序變化，稀釋時是不能完全復原的。(5) 每次在氫氧化鈉溶液中稱量前，須達到恆重，一般須停留 20 分鐘。

本工作中所用樣品，僅限於強力粘膠纖維，但是這一方法肯定也適用於其他纖維素纖維，唯一的要求是它們在稀氫氧化鈉溶液中的溶解百分率不大。用本方法對多種天然纖維素纖維進行測定時，須特別注意排除胞腔中的空氣。

實驗結果的處理，可用氫氧化鈉溶液的濃度作為側序的標尺對密度進行作圖，從而得到積分曲線，然後再行微分而得分布曲線。一組代表的結果見圖 1。對同一樣品進行平行試驗的結果，證明方法的重現性是良好的。為簡便起見，也可以用各級密度的增值直接對氫氧化鈉溶液的濃度進行作圖，從而得到與圖 1 相似的分佈曲線。我們對 12 種能夠得到的強力粘膠纖維樣品（這些樣品的截面形態和來源見表 2）進行了側序測定，結果見圖 2a, 2b, 2c, 2d。部分樣品且與

鹼收縮法和醇酸水解鹼溶法所得結果相對照。幾種方法所得分佈曲線的高峯不尽相符。醇酸水解鹼溶法缺少低側序部分的高峯，原因可能是低濃度時氫氧化鈉溶液雖能透入纖維，但由於網狀結構的存在，纖維素分子仍不能溶出；另一可能原因是纖維素經過酸水解

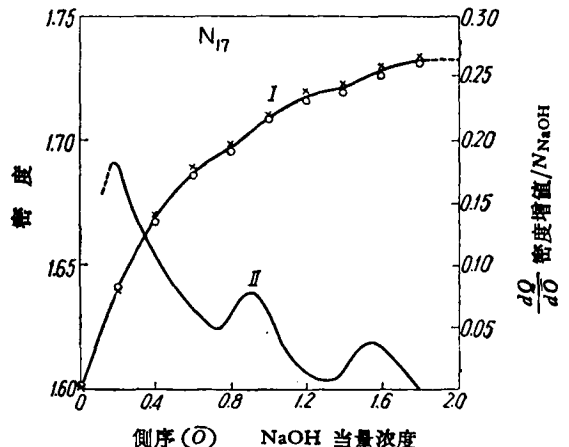


圖 1 密度法測定的側序分布

I 積分曲線； II 微分曲線

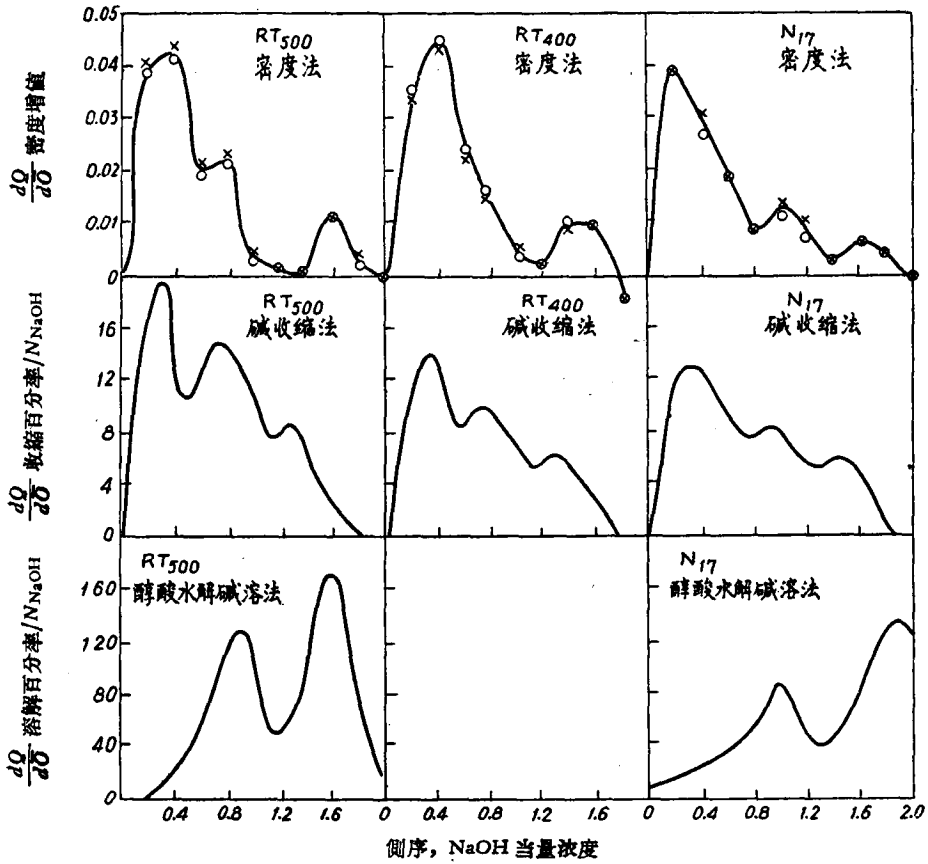


图 2a 用密度法、碱收缩法和醇酸水解碱溶法所测得的纤维素纤维侧序分布的比较

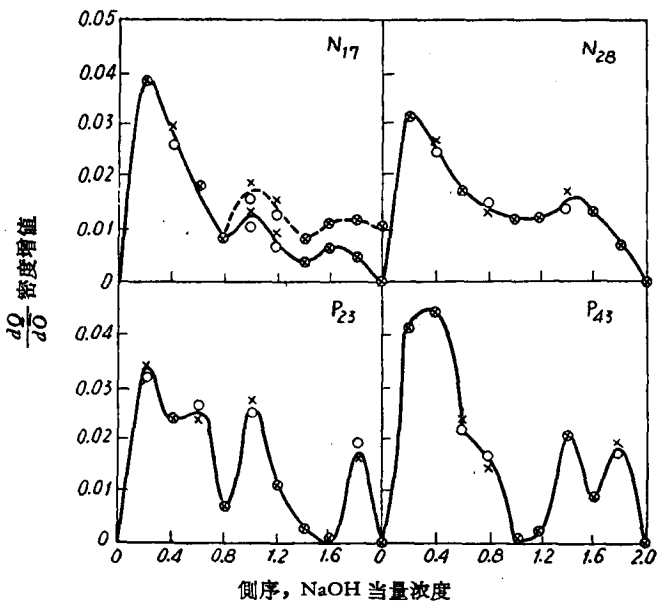


图 2b 几种粘胶帘线(实验室制品)的侧序分布

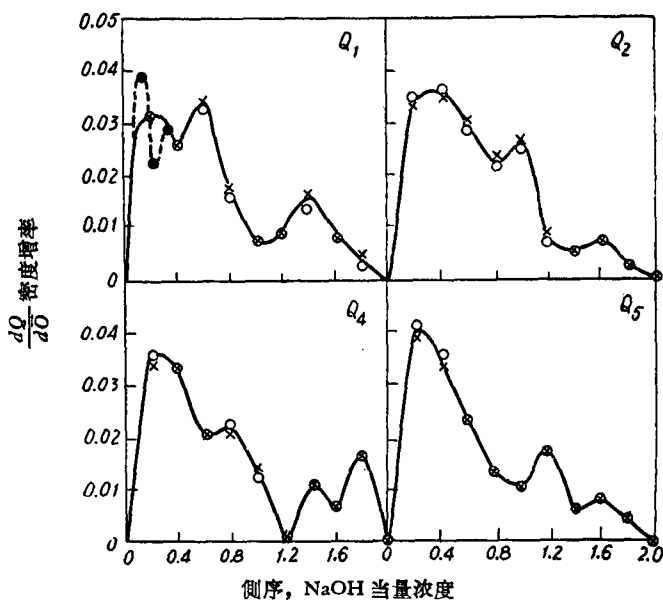


图 2c 几种粘胶帘綫(实验室試制品)的側序分布

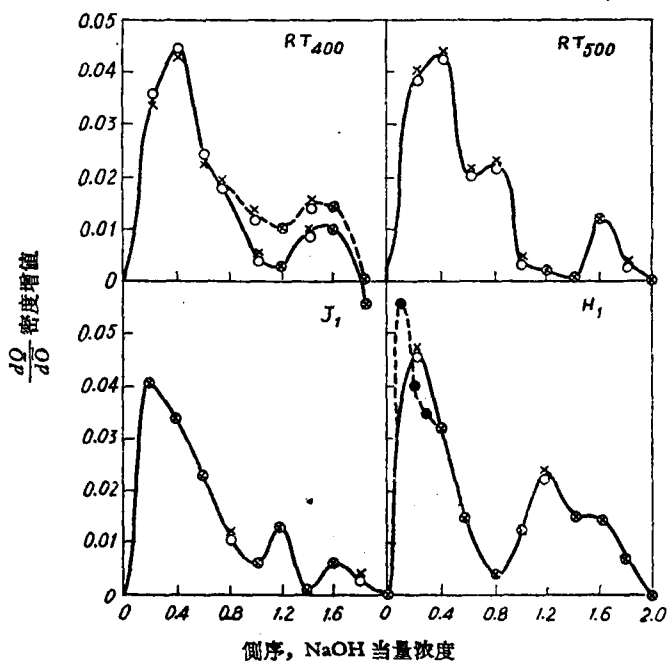


图 2d 几种粘胶帘綫(进口样品)的側序分布

后,側序确已提高。这种情况在最近文献中也有报导<sup>[10]</sup>。碱收縮法在高側序部分的偏差,很可能是由于高溶胀状态下外加荷重使纖維伸长的緣故。

为了提高对纖維素纖維側序分布的分辨能力,可以采用更小的氫氧化鈉溶液浓度級,例如 0.1N。这一考虑的确是必要的。图 2c 中样品  $Q_1$  和图 2d 中的样品  $H_1$  在測定开始阶段改用 0.1N 級以后,前者的确出現了一个新高峯(在 0—0.4N 間,用虛綫表示),后者的

峯形也有变化。当然,为了使二种曲线可以相互比较,改用 0.1N 級后,密度增值須乘以 2,再行作图。

表 2 强力粘胶纤维试样的规格和来源

编 号	截 面 结 构	样 品 来 源
N <sub>17</sub>	全皮, 豆形截面	本实验室试验产品
N <sub>28</sub>	全皮, 豆形截面	同 上
P <sub>28</sub>	薄皮, 不规则截面	同 上
P <sub>48</sub>	同 上	同 上
Q <sub>1</sub>	厚 皮	同 上
Q <sub>2</sub>	同 上	同 上
Q <sub>4</sub>	同 上	同 上
Q <sub>5</sub>	同 上	同 上
RT <sub>400</sub>	厚皮, 不规则截面	从德意志民主共和国进口的商品粘胶帘线
RT <sub>500</sub>	同 上	同 上
J <sub>1</sub>	同 上	从日本进口的商品粘胶帘线
H <sub>1</sub>	同 上	从匈牙利进口的商品粘胶帘线

必須說明,上述方法尚有若干缺陷。首先,理論上用某二个側序区間( $\bar{O}_{i-1}$  和  $\bar{O}_i$  間)的密度增值来代表該二側序区間的纖維物質的量  $q_i$ , 是可以容許的, 因为由于氫氧化鈉溶液的侵入, 这一区間的密度就从表观密度  $d_0$  变为高分子完全为溶液包围时的密度  $d_m$ , 因此

$$q_i = k \frac{\text{密度增值}}{d_m - d_0}$$

$k$  为一常数。但是由于  $d_0$  本身是随側序的增加而增加的, 因此在高側序时的同一密度增值, 必将代表較多的被氫氧化鈉溶液所渗透的纖維物質; 也就是說, 这一誤差校正以后, 高側序部分的峯高应变大。由于  $d_0$  的真实数值暂时无法测定, 这一校正实际上无法进行, 但估計校正不会很大。

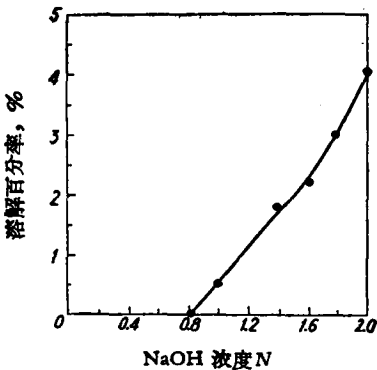


图 3 强力粘胶纤维在 NaOH 溶液中的溶解百分率

其次, 强力粘胶纤维在稀氫氧化鈉溶液中并不是完全不溶解的。图 3 是一代表样品在不同浓度氫氧化鈉溶液中的溶解百分率曲线。由于溶解而产生的密度誤差是不难校正的。設试样在空气中的重量为  $W_1$ , 在氫氧化鈉溶液中的重量为  $W_2$ , 溶解百分率为  $S$ , 氫氧化鈉溶液的比重为  $\rho$ , 則校正溶解影响后的密度  $d$  应为

$$d = \frac{W_1}{\frac{W_1 - W_1 S - W_2}{\rho} + \frac{W_1 S}{d_m}} = \frac{W_1}{\frac{W_1 - W_2}{\rho} - W_1 S \left( \frac{1}{\rho} - \frac{1}{d_m} \right)}$$

式中右边分母中第二項系校正項。 $d_m$  值暫用 Hermans 的“充水纖維素”(Water cellulose) 在水中的密度 1.642<sup>[12]</sup>。这样校正后的密度数据見表 3, 校正后的分布曲线見图 2b 和图 2d (试样 N<sub>17</sub>, RT<sub>400</sub>, 均用虛线表示, 在图 2 中其他各曲线則未曾逐一校正)。

表 3 強力粘膠纖維在 NaOH 溶液中的密度測定及其校正

試劑 試劑 比重 試驗次數			樣品		N <sub>17</sub>					RT <sub>400</sub>				
			樣品重量		I = 65.70 毫克 II = 65.40 毫克					I = 62.40 毫克 II = 63.00 毫克				
			測定項目		纖維在 試劑中 重量	纖維在 試劑中 失重	校正后 纖維 体积	校正后 纖維 密度	校正后 密度 增值	纖維在 試劑中 重量	纖維在 試劑中 失重	校正后 纖維 体积	校正后 纖維 密度	校正后 密度 增值
水	0.996	I	24.7	41.0	41.04	1.601		23.60	38.80	38.90	1.603			
		II	24.6	40.8	40.84	1.602		23.90	39.10	39.26	1.604			
0.2N NaOH	1.003	I	25.4	40.3	40.05	1.640	0.039	24.20	38.20	38.07	1.637	0.034		
		II	25.3	40.1	39.86	1.641	0.039	24.50	38.50	38.40	1.640	0.036		
0.4N NaOH	1.013	I	25.8	39.9	39.31	1.671	0.031	24.80	37.60	37.12	1.680	0.043		
		II	25.6	39.8	39.21	1.668	0.027	25.10	37.90	37.40	1.684	0.044		
0.6N NaOH	1.022	I	25.9	39.8	38.87	1.690	0.019	25.00	37.40	36.60	1.703	0.023		
		II	25.7	39.7	37.77	1.687	0.019	25.30	37.70	36.90	1.708	0.024		
0.8N NaOH	1.030	I	25.8	39.9	38.67	1.699	0.009	25.10	37.30	36.20	1.722	0.019		
		II	25.6	39.8	38.57	1.696	0.009	25.40	37.60	36.50	1.726	0.018		
1.0N NaOH	1.037	I	25.85	39.85	38.31	1.716	0.017	25.00	37.40	35.99	1.735	0.013		
		II	25.6	39.8	38.10	1.715	0.019	25.30	37.70	36.29	1.738	0.012		
1.2N NaOH	1.044	I	25.7	40.0	37.95	1.732	0.016	24.80	37.60	35.76	1.745	0.010		
		II	25.5	39.9	37.86	1.728	0.013	25.10	37.90	36.06	1.748	0.010		
1.4N NaOH	1.052	I	25.5	40.2	37.75	1.740	0.008	24.70	37.70	35.415	1.760	0.015		
		II	25.3	40.1	37.65	1.736	0.008	25.00	38.00	35.71	1.764	0.016		
1.6N NaOH	1.062	I	25.4	40.3	37.50	1.752	0.012	24.60	37.80	35.14	1.775	0.015		
		II	25.2	40.2	37.40	1.748	0.012	24.90	38.10	35.44	1.779	0.015		
1.8N NaOH	1.068	I	25.2	40.5	37.23	1.764	0.012	24.30	38.10	35.13	1.775	0.000		
		II	25.0	40.4	37.14	1.760	0.012	24.60	38.40	35.43	1.779	0.000		
2.0N NaOH	1.076	I	24.9	40.8	37.01	1.775	0.011							
		II	24.7	40.7	36.93	1.771	0.011							

第三,纖維素在氫氧化鈉溶液中能選擇地結合 NaOH,同時也吸附水,但所結合 NaOH 與所吸附水的比例不同於溶液中的比例,且是隨着濃度而改變的。從文獻中可以找到這方面的數據來進行校正,但鑒於這種數據的可靠性不高,校正又很費時,因此在本工作中沒有試圖校正。定性地講,隨着濃度的增長,結合 NaOH 的影響愈來愈大,密度和密度增值所蒙受的錯誤也愈來愈大,估計濃度達到 2N 時,誤差可達 10% 左右。還有一特殊情況應加以說明,即從水中移入氫氧化鈉這一級的密度增值一般都很大,這可能反映氫氧化鈉稀溶液的滲透力的確很強,但也可能是由於已經暴露於水中的羥基第一次移入氫氧化鈉溶液中時大量結合 NaOH 所致。

由上面的討論看來,第一、二種誤差使高側序部分的峯高逐漸變低,而第三種誤差則使高側序部分的峯高變高,但不論如何都對高峯位置無大影響;同時,用本文中所述建議的密度法測得結果的重現性比較好,對高峯位置的分辨能力很強,纖維中即使有微小氣泡存在也無妨礙,方法又簡捷易行,再加上它對其他纖維也有可能使用(當然須選擇適當的溶脹劑),使我們相信這一方法是值得發展的。如果我們能改進溶脹劑或測試條件,免除上述缺點,並擴大所測側序的範圍,當可使密度法測定側序的價值進一步提高。

## 側序測定在研究纖維素纖維結構和性能上的作用

側序是纖維素纖維超分子結構的重要因素,它不但反映纖維素高分子配列的規整程度及其分布,還可能或多或少反映有序區域的大小,即平均側序低的樣品,其有序區域的平均大小也常較低,這已為很多強力粘膠纖維的水解極限數據所証實<sup>[12]</sup>。另一方面,纖維經過成形時的抽伸可以獲得高度定向,這時纖維的表觀密度較未定向的樣品略有增加<sup>[116]</sup>,亦即定向的增高也在側序方面有所反映。所以,我們可以說,側序及其分布是一個比較綜合性的超分子結構要素。

我們在研究強力粘膠纖維疲勞性能的時候,極需要一個能分辨樣品側序分布的方法。本文中提出的方法雖尚不完善,有待進一步改進,但由於它所具有各種優點,仍不失為一個極有希望的方法。它所測定的側序範圍在本文中僅限於 0—2N 氫氧化鈉溶液所能滲透的領域,但確也是與纖維機械性能最有關係的部分。

從我們所測定的 12 個樣品看,僅少數幾個樣品的側序分布是近似的。N<sub>17</sub> 類型的抗疲勞性能通常最高<sup>[6]</sup>。大部分樣品都是實驗室試驗產品,缺少一定的規格,側序分布圖譜的多样性就說明這一點。由此,可以引導我們用精確測定側序分布的手段來考察商品纖維。纖維的任何側序方面的差別都會反映到着色能力上去,而這是纖維的一個極重要的性質。

側序是先天的<sup>[5a]</sup>,在纖維凝固時便已形成,甚至還可以推源到粘膠溶液的性質<sup>[10]</sup>,因此它的成因是複雜的。為了更好地控制粘膠纖維的成形工藝,粘膠纖維的研究工作者<sup>[5b]</sup>渴望有一個能分辨無定形區域精細結構的有效方法。本工作僅能作為這一嘗試的開端。

## 摘 要

本文建議了測定纖維素纖維側序的一個新方法。所根據的原理是用失重法測定纖維在一系列不同濃度(0—2N)的氫氧化鈉溶液中的密度。由於溶脹劑不斷透入纖維,測得的密度逐級改變;用密度的增值對氫氧化鈉溶液的濃度作圖,即得到側序分布。對由於纖

維在高濃度氫氧化鈉溶液中的部分溶解而引起的小量誤差進行了校正。在方法的直接、簡單、快速、具有高分辨能力和重現性方面，本方法似乎都勝過現用一般測定側序的方法，而側序確又是表征纖維素纖維超分子結構的最重要因素。

### 參 考 文 獻

- [1] Howsmon and Sisson, "Cellulose and Cellulose Derivatives", edited by Ott, Spurlin and Grafflin, Interscience Publishers, 1954, pp. 246—251.
- [2] Marshessault, Howsmon, Text. Res. J. **27**, 30 (1957).
- [3] Kratky, Kolloid-Z. **70**, 14 (1935); Frey-Wyssling, Protoplasma **25**, 261 (1936).
- [4] 前田弘邦, 日本纖維學會志 **12**, 10(1956); 祖父江 寬, 日本工業化學雜誌 **60**, 223 (1957).
- [5] (a) Sisson, Text. Res. J. **30**, 153 (1960); (b) Jackson and Sandig, Text. Res. J. **31**, 421 (1961).
- [6] 錢寶鈞, 吳宗銓, 王慶瑞, 影響粘膠帶纖維疲勞性能的結構因素, 化學纖維學術座談會論文, 1962, 上海。
- [7] Battista, Coppick, Howsmon, Morehead, Sisson, Ind. Eng. Chem. **48**, 333 (1956).
- [8] 中尾統一, 山田峻一, 右田伸彥, 纖維學會志 **14**, 395 (1958).
- [9] Vosters, Svensk Papperstidning **65**, 65 (1962).
- [10] Новикова, Конкин, Шупятникова, Хим. Волокна № 4, 47 (1962).
- [11] Hermans, "Contributions to the Physics of Cellulose Fibers", Elsevier, 1954, (a) pp. 96—97; (b) p. 66.
- [12] Tyler, Wooding, J. Soc. Dyers and Colourists **74**, 281 (1958); 錢寶鈞, 吳宗銓, 王慶瑞, 粘膠輪胎纖維的纖維結構與物理機械性質的關係, "中國科學院高分子學術會議會刊(1961)", 科學出版社, 北京, 1963, 頁 486。

### 報告會上的討論

孫 桐: (1) 用 NaOH 水溶液測定側序時, 可能纖維對溶液中 NaOH 有吸附現象, 這就使 NaOH 的濃度發生變化, 是否可以考慮採用一元系統的溶脹劑, 用溫度來控制溶脹可及度。

(2) 建議用包溶纖維素的紅外光譜測定 H-鍵來衡量側序分布。

錢寶鈞: (1) 用不同溫度的一元溶脹劑來進行側序測定是可能的, 我們正在試找這種溶劑。

(2) 建議對我們很有啟發, 準備採用。

錢人元: (1) 側序不同對 X 射綫衍射圖象上的反映如何。

(2) 用蒸氣吸附的方法是否也可對側序有所反映?

錢寶鈞: (1) 一般的說, 低側序部分會在纖維的 X 射綫圖象的背景造成陰影, 所以 X 射綫是檢查纖維側序的一個方法。

(2) 用水蒸氣吸附是測定側序的方法之一, 但必須注意已經 NaOH 溶液拆散的氫鍵在乾燥時不再重建。我們正在準備進行這一工作。

## LATERAL ORDER OF CELLULOSE FIBRES—ITS SIGNIFICANCE AND METHODS OF DETERMINATION

P. C. TSIEN, Q. R. WANG AND Z. Q. WU

*(East China Institute of Textile Technology)*

### ABSTRACT

A new method of determination of the lateral order of cellulose fibres is proposed. It is based on the measurement of the density of the fibre by the loss of weight method in a series of sodium hydroxide solutions of increasing concentration from zero to 2*N*. Due to the gradual penetration of the swelling agents into the fibre texture, the density values change step by step, the increments of density being plotted against sodium hydroxide concentrations to yield the lateral order distribution curve. The slight error resulting from the partial solubility of the fibre in sodium hydroxide of higher concentrations is corrected. The method is direct, simple, quick, of high power of resolution and good reproducibility. It seems to possess many advantages over current methods of studying lateral order which in turn is the most essential element in the characterization of the supermolecular structure of cellulose fibres.