

201

43

74410

棉花品質之研究

波爾士著

黃培肇譯



實業部漢口商品檢驗局專刊

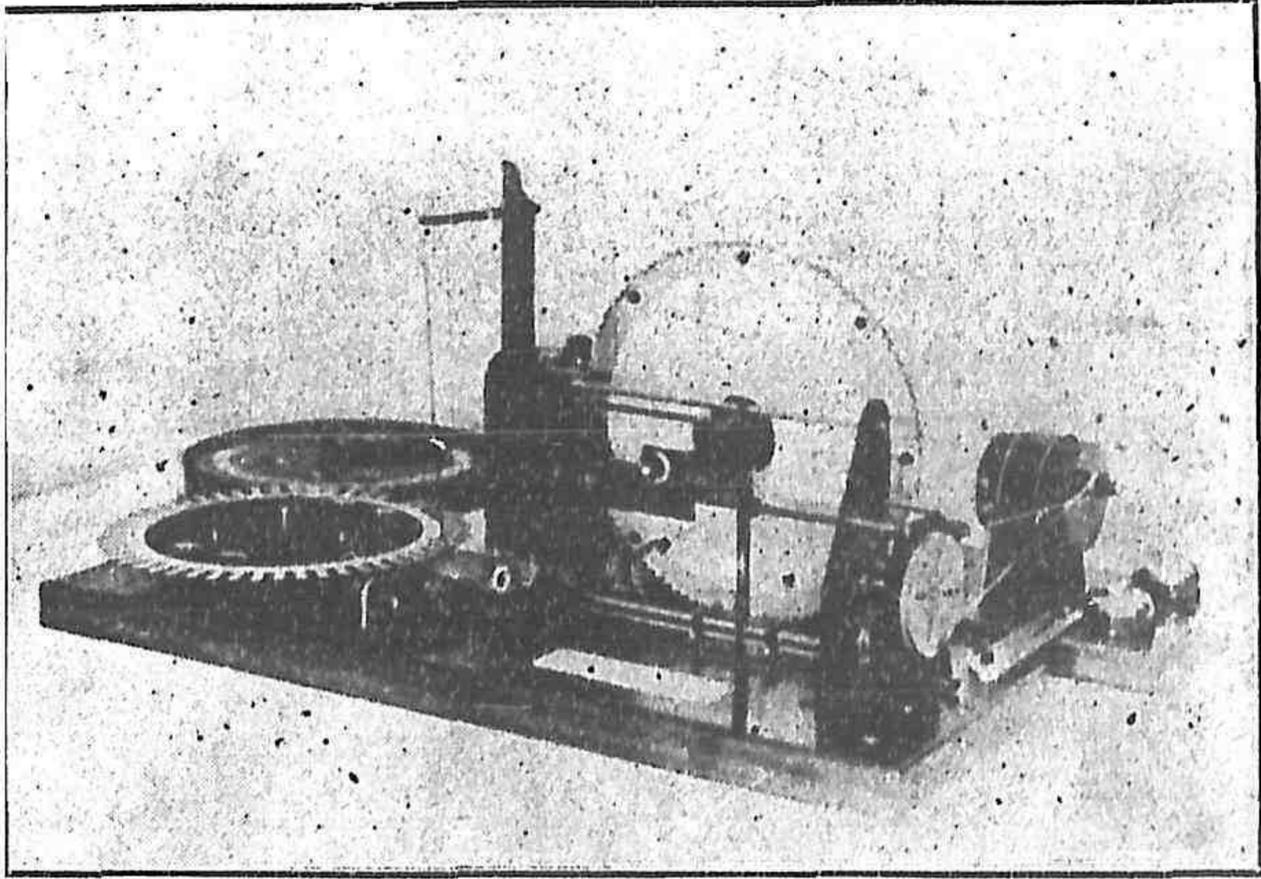
(民國二十一年四月)

棉花品質之研究

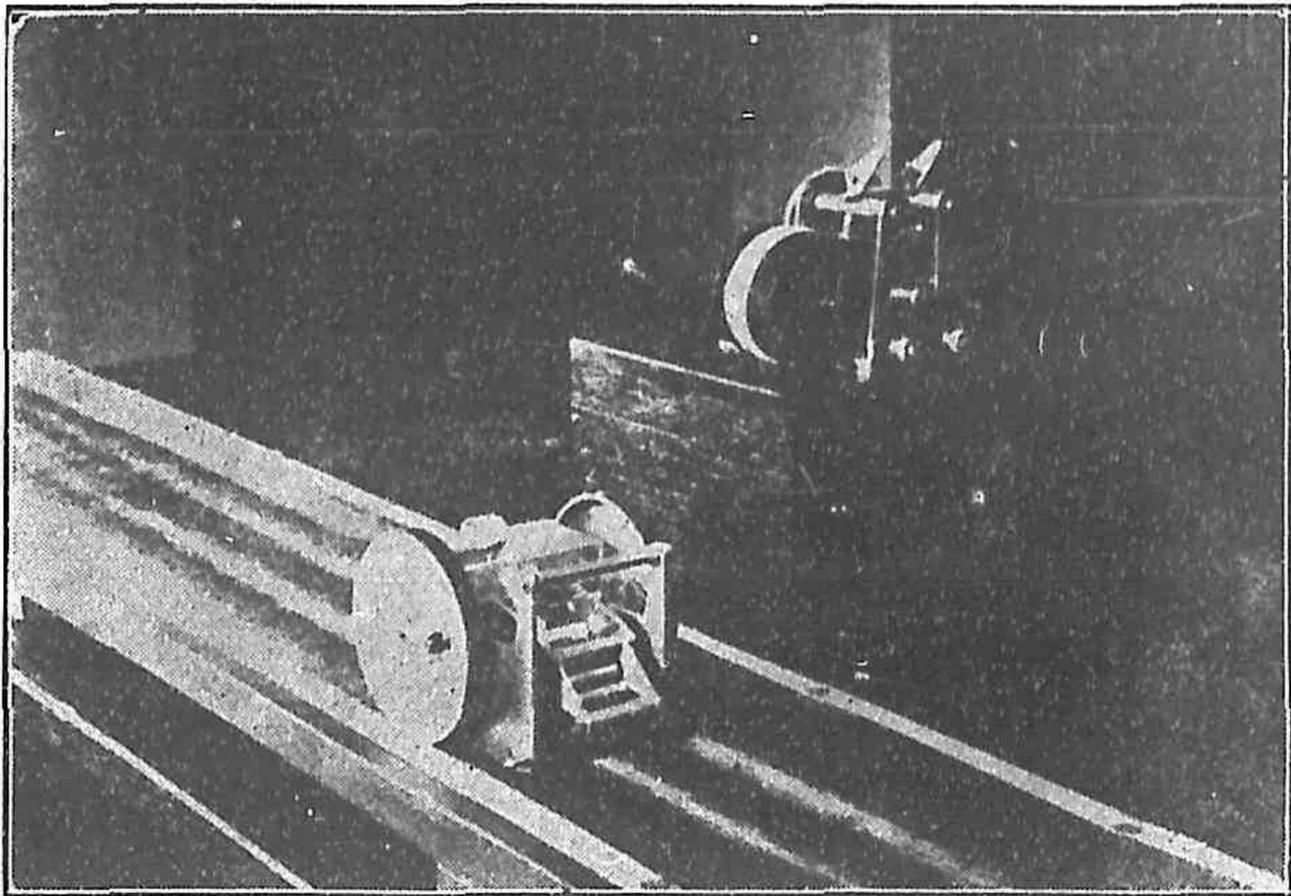
目 次

<u>章目</u>	<u>頁次</u>
插 圖.....	I
(甲) 連轉式纖維拉力測驗機.....	I
(乙) 推動式分樣機.....	I
弁 言.....	II
第一章 棉鑑家的鑑別力之測驗.....	1
第二章 棉纖維的顯微構造.....	16
第三章 棉纖維與水分之關係.....	26
第四章 棉纖維之長闊及其變異性.....	46
第五章 棉纖維品質檢驗的方法.....	58
附 錄——註 釋.....	75
重 要 參 考 書.....	79
譯 名 對 照 表.....	81





齒輪式並聯左轉器



齒輪式左轉器

弁 言

棉花生產之最終目的，爲供給紡織工業的原料，但紡織上需要之原棉，必須具有優良品質，方爲適用。例如：纖維細長，則棉紗支數可以增加；絨頭整齊，雜物稀少，則紡紗率高而廢花量少；纖維量小，拉力大，則棉紗所包含纖維數目多而強度增加。這都是紡織上不可或缺的性質，棉花生產者和消費者對於這些應有相當的認識和研究！

本書譯自“Studies in Quality of Cotton”一書之上冊，專論上述原棉各種性質，甚爲詳細。其特點有三：一，本書材料完全爲試驗室研究結果，切要而新穎。二，由品質研究結果，推翻前時棉花品級鑑定的權威。三，研究原棉各種性質的方法，均係最近發明或改進，與過去普通所用者不同，足供我國棉花試驗室或棉場參考和應用之良好材料。

本書著者爲英國著名棉作學家波爾士 (W. L. Balls) 氏。氏在埃及研究棉作育種十餘載，旋於一九一五年就任倫敦棉花研究所主任，至一九二五年始辭去斯職。氏著作甚多，均爲棉作學名著。本書卽爲其在任十載集合該所棉花品質研究的結晶品，也是最得意，最近出版的著作。

譯者對於棉作學一門，頗有興趣。每於工作餘閒的時候，蒐集關係棉業的材料。客歲曾將該書詳細研讀，深知其中材料新穎，貢獻的地方很多，所以不揣固陋，選譯以嚮讀者。但謬誤之點，在所不免，希望海內學者加以指正！

譯者黃培肇識 二十年五月於漢口

棉花品質之研究

第一章

棉鑑家之鑑別力的測驗

從前著者在埃及研究棉作的時候，對於亞力山大的品級鑑定 (Alexandrian grader's judgement) 曾發生疑問；但當時因缺乏品級鑑定學之知識及技術上之訓練，不敢莽作批評。後來追隨品級鑑定學泰斗 (Authority) 學習數載，達到專家的程度，及從事研究「棉鑑家之鑑別力的測驗」一問題，發現品級鑑定之種種錯誤；例如棉鑑家之強度 (Grader's strength)，不過是一種由個人感覺和推測而分別的強弱等級，並無科學根據。品級鑑定對於許多棉花性質 (Property) 亦未加注意，這些性質雖是很平常，可是加以考驗的人實在不多；況且這些性質，非從多年的觀察、研究、和實用上的經驗，不易辨別。品級鑑定需要視覺及

腦中印象以認識和判斷每個棉樣之個性(Individuality of each sample)而記憶之。這種複雜之智力作用,利用於特殊光線之下,鑑定各個不同的棉樣,錯誤之點,在所不免。不過這些錯誤,決不比鑑定牲畜重量的錯誤為大。

假設品級鑑定除了主觀的錯誤(Subjective error)以外係完全正確,我們就不能不注意分析方法去研究這種品級鑑定。品級鑑定專家所謂強度之意義怎樣?這種強度對於紡織上有什麼關係和效用?這都是我們要特別注意的問題。

在棉作研究(Raw Cotton)一書,著者曾發表關於這種分析研究的意見;可是常遭品級鑑定專家之責難和反對。試看採自同品種,栽植一處之棉樣,其組合亦不能絕對相同。而品級鑑定家甚至鑑定:一為好花(Highly commended),一為廢花(Useless);兩種相差之巨,實可驚人。又根據麥康納氏(Mc Conhel)之紡績試驗:低級棉花之品質亦有優於高級棉花;短絨棉花亦有優於長絨棉花之事實。這是因為棉樣組合複雜,品級鑑定實有能力上的限制。從前著者在棉作研究一書,已證明棉鑑家的強度與纖維拉力(Breaking-load)並無直接關係。不過前者也是

需要的；因為這種分析結果，使我們略知某種棉花的整齊度 (Uniformity)。又品級鑑定之細度 (Fineness)，常受纖維強度 (Hair-strength) 之影響。我們若用臘擦於纖維，然後試驗，更可證明品級鑑定之強度，亦可包含纖維滑度 (Slipperiness)。將來希望棉鑑家對於這三點加以充分之研究，證明棉花主要性質對於棉紗品質之影響，並且分別確定滑度，細度，和強度三種性質之表示方式。

近來試驗室內之品質研究或試驗場之育種試驗，雖應用科學方法去檢驗纖維，可是在棉花貿易上還沒有較精密而且迅速的方法代替品級鑑定。現在採用之「由重量而測定纖維細度」的迅速正確方法，對於品級鑑定未嘗不幫助多少，並且解決品級鑑定之細度和強度等複雜問題。將來希望也有同樣良好的方法，求出纖維滑度。但棉鑑家之手，實為棉花纖維強度 (Hair-strength or intrinsic strength) 檢驗之惟一利器。他如品級鑑定室中之光線，亦須特別配置，避免觀察上之錯誤。

自一九一三年以後，著者繼續這種分析檢驗，發現很多棉樣都有矛盾的地方，使品級鑑定的時候，發生種種困難。所以一個棉鑑家遇着一種新近育成之棉花或

由他處新近輸入之棉花，必需經過一二年的訓練，對於該種棉花才有充分之認識。又在紡織廠內舉行品級鑑定之棉花，如其中攙有五分之一以下之劣棉，則不易發覺或檢出。即使施行同一品種棉花之紡績試驗時，錯誤之點，亦難完全避免。

爲明瞭品級鑑定之錯誤程度起見，著者曾將已鑑定之美棉十四種作分析研究。各級棉花均在同一區域栽植，而根據各種棉樣含雜物的分量，鑑定其品級。大抵低級棉花之收花期較遲，棉花受風雨影響及塵埃沾染，於是花衣的色澤減退，纖維強度也受了間接的影響。假若低級棉花單獨由於粗放的收花和處理方法，致使花衣染污，紡紗率 (Yarn percentage) 低小，但紡出之棉紗強度還是很高的。

選用之十四種棉樣，經過紡績試驗而測定棉紗強度和紡紗率的高低，結果表示於下表。表中數目，係二數併寫；前數爲棉紗強度，後數爲紡紗率。例如：31/77表示強度三十一磅，紡紗率七七%。(二三%廢花) 各級棉樣比較，相差很少，差異數自31/77至16/62之間；以八級計算，每

降低一級，約差二磅，廢花約差2%。可是棉鑑家絕不根據這些表示品質的數目，作為品級鑑定的標準。

品 級	棉樣第一號	第二號	第三號	第四號	第五號
最高級(二棉樣)	31/77	29/75	—	—	—
第三級(五棉樣)	28/74	27/74	27/72	26/71	25/70
第六級(二棉樣)	22/66	28/65	—	—	—
第八級(五棉樣)	21/64	20/64	17/62	17/62	15/61

上表品級第三級，棉樣第一號之品質為次等；棉樣第五號之品質，則近於五等。品級第八級，棉樣第一第二兩號的品質為六等。各數目比較的結果，證明各棉樣間之品質是互相差異；而差異數適與品級差異符合。同時，證明這個紡績試驗是正確可靠。再進一步，我們可以歸納說：十四個棉樣之中，祇有七個是鑑定準確，還有二個棉樣之品級則完全錯誤。

以上僅就品質中之一二因子分析研究；如能進一步將棉花各種性質同時檢驗，或施行特種棉花之檢驗，則所發現之錯誤機會，必定增加無疑。例如：超等塞古棉 (Surper-Sakel cotton) 所紡績之棉紗強度，應在二五〇〇以上；三等塞古棉 (Third-Sakel) 之棉紗強度，應有二一〇

○。但單獨一次之紡紗試驗，材料多係耗費，故品級超等之塞古棉，在首次試驗時，很難達到二二〇〇的強度。若根據這種結果，就斷定品質的優劣，這是不對的。

第二次紡紗試驗的棉樣，係代表百餘包同品種之棉花；其中含有一部份曾經試驗的棉花。這種棉樣因在山間生長時曾受特殊氣候的影響，成熟延遲，棉紗強度不及常值(Normal value)。著者為簡便起見，任取四個棉樣為試驗材料；並請棉鑑專家四人鑑定為一二三，一〇二，一二三及一二三，其常值為一〇〇。棉紗強度試驗結果則為九四，七六，九一，和九三。由此可知第二號棉樣與其他三號比較是一致的。可惜試驗結果無從表示各棉樣之劣點(General inferiority)。

著者由分析研究而證明：用粗放的方法去鑑別一種普通棉花或曾受特種氣候影響之純種棉花的品質，是不可能的。為證明這點事實起見，乃取埃及純種棉四種詳細試驗。這四種棉樣的來源不同：第七十七號係選自 Brown Yannovitch 品種；第九十五號選自 Assili 品種；第一百十一號選自 Kirkii 品種；第三百一十號選自 Sultani 品種。這四種棉花皆得埃及棉作研究委員會報告如下：

第七七號爲現有埃及棉最良品種，宜繼續栽植及推廣。

第九五號爲細絨品種，但纖維較七七號爲短而弱，並不優於普通（未經選擇的）Assili 棉。

第一一一號之缺點與九五號相同或竟低劣，無栽植之價值。

第三一〇號之品質與海島棉相同，但不適宜於埃及。

（按此號數爲育種家自定之號數）

採用上述同樣之棉樣，及以後兩年所栽植之同種棉花，經多次紡紗試驗後所得之結果，與上述鑑定之結果互相比較，可知這種意見是不相符的。七七號還算不錯，至於九五號的鑑定，未免相差太遠了。其纖維雖較他種爲短，可是紡出的棉紗強度，與栽植於同一棉田之塞古棉相差不多。三一〇號選出的棉種，至今還栽植於埃及，而稱爲優等棉花。

四種純種埃及棉之棉紗強度比較如下：

年 份	一 九 一 七		一 九 一 八	一 九 一 九
產 地	甲 .	乙	甲	甲
第 七 七 號	1665	2055	1797	1800
第 九 五 號	1828	2307	2012	2074
第 一 一 一 號	1515	1966	1739	1667
第 三 一 〇 號	2053	2298	2263	2457
亞斯里棉(Assili)	—	—	1594	1655
塞古棉(Sackel)	—	—	2085	2426

(註) 甲爲英國；乙爲美國。

除複雜之鑑別品質及評定之棉紗價值不論外，萬國紗廠協會 (Int. Fed. Master Cotton Spinners) 在英國威恩納 (Vienna) 開會時 (一九二五)，對於現行貿易棉花之長度鑑定各種缺點，曾作一番評論。上面由試驗九五號所得之結果看來，已證明棉花長度在紡織上無重大價值或效用；不過目前棉花貿易上，以長度爲主要分級特性之一 (Primary classification character)。這種表示長度的方法，實在不能令人滿意：一因棉鑑家所採用之長度標準 (Standards of "Length")，不能統一；二因各專家對於一種標準的意見很難一致；三因意見不能一致，必定發生很多

差異。可幸者自著者發明推動式分樣機 (Sledge sorter) 以後，我們很容易求知一種正確之棉花長度。及採用巴氏分樣機 (Baer Sorter) 反覆試驗，更可證實這個方法的精確可靠。所以對於某種棉樣之纖維長度稍加研究的人，他對於品級鑑定之長度，不能不發生懷疑。

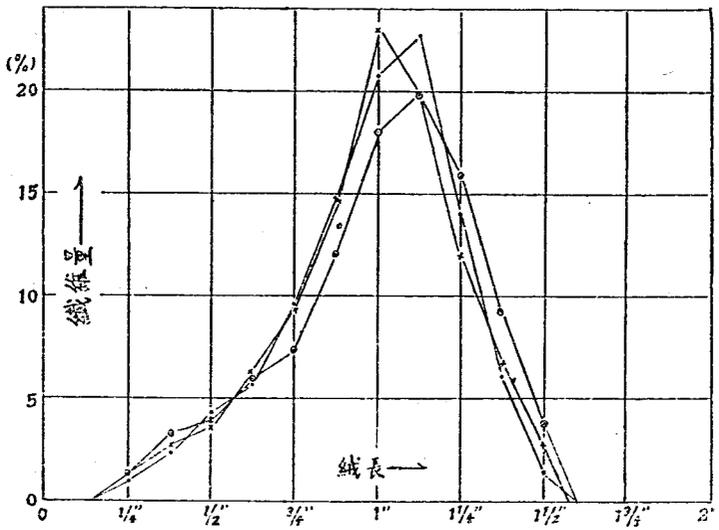
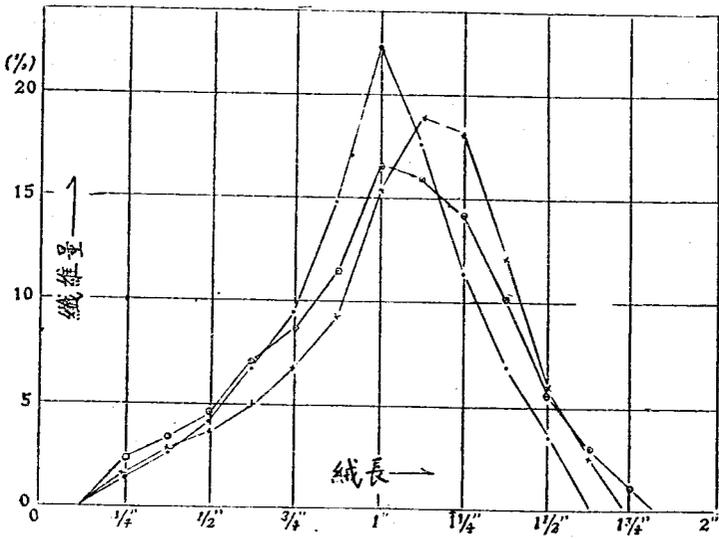
第三次分析試驗的棉樣，對於上面一二兩點更可作進一步之證明。這些棉樣的絨長 (Staple length)，曾在美國品級鑑定兩次，在英國鑑定兩次，而按纖維長短分為數級。根據各次試驗平均計算，則兩國所鑑定之品級，大概相近。不過其中有兩個棉樣的絨長相差三十二分之二五 (一二%)。假設我們加四於第一行，並由第四行減去一，使各行平均數大致相齊；但各棉樣仍然不能一律，就是一個很好的例證。其實，這種差異由於各人鑑別力之差別，或由粗放方法測驗複雜之棉樣所致。

英美品級鑑定專家四人之絨長 (分成三十二分之一吋) 比較如下：

棉 樣	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	平均
美國 (A)	39	35	36	36	35	35	36	35	34	33	35	35	36	35.4
美國 (B)	44	40	39	40	39	39	38	39	38	38	39	39	38	39.2
英國 (A)	42	38	40	40	39	38	40	40	38	38	40	39	40	39.4
英國 (B)	44	39	40	42	40	38	44	44	36	37	41	38	40	40.4

我們用推動式分樣機的方的測驗棉樣的絨長，發現棉鑑家之估計有許多顯著之謬誤。最近英國棉花研究所曾將棉樣二十八個作精密之分析試驗，重要結果現在分述如下：其中有八個棉樣是官立標準 (Official standard)。試驗的結果，顯示各級棉樣之長度分級，並不根據其本身之品級。其餘之二十個棉樣亦經棉鑑家多次之鑑定；但經試驗之後，結果與鑑定稍有出入。其後各專家皆公認其中三個棉樣為特殊之長度，還有三個棉樣造成第二種特殊長度。用分樣機分析這兩類棉樣結果：(每類三個棉樣)第一類：每棉樣之差異為十六分之一；第二類：每棉樣的差異為十六分之三。這樣看來，我們雖然希望最高程度之正確，但品級鑑定至三十二分之一之細微，似為難能的事。這次試驗的二十八個棉樣很精確可靠，詳細結果似無編錄於本文的必要，故從略。

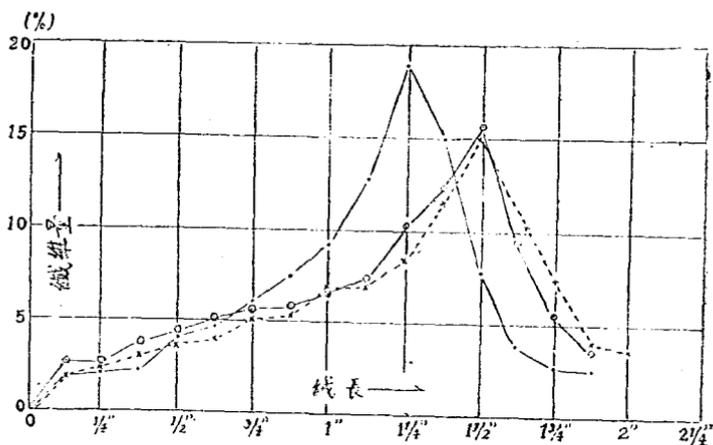
此外還有一個精密之試驗；試驗結果用曲線表示，簡單而顯明，茲由拙著測量棉樣纖維的方法 (Methods of Measuring Cotton Hairs) 一書中轉錄，以供參考。



第一圖：同品級各種樣之絨長分配比較

圖中所示三種標準棉樣(Standard samples)之絨長,一爲 $1\frac{1}{4}$,一爲 $1\frac{3}{4}$,一爲 $1\frac{1}{2}$ 吋;由最長與最短比較,可以求出一個差異數爲四分之一吋。而中長之棉花與最長者相差很少,故不易辨別,在商業上棉花長度相差在八分之一吋以上,算爲顯著之差異。這種差異,係在下列各種情形之下發生,我們可以設法避免之。

在試驗室方面:棉樣分作二次試驗;試驗的時間,儀器和試驗員均完全改換,兩次試驗之結果,亦須完全符合。在品級鑑定方面:棉樣係美國農部規定之亞利桑那埃及棉之絨長標準(Staple-Length standards for Arizona-Egyptian cotton);並且由該部蓋章封包,由郵寄到;這樣看來,錯誤之機會,實在很少。



第二圖:三種標準棉樣的實在絨長的分佈
(其中 $1\frac{3}{4}$ 吋的棉樣與 $1\frac{1}{2}$ 吋的棉樣不易分別)

上圖是由前述一書轉載。棉樣的來源，在此無庸贅述；但為達到最後結論——品級鑑定是不正確的——起見，不能不引證於此。依前所論，棉樣既然正確可靠，而求出之結果，還不能避免顯著之錯誤；若是粗放的品級鑑定，其差異程度，自然也增加了。

這次的試驗，可作估計品級鑑定之主觀錯誤的基礎；並且改變從前我們對於品級鑑定的態度和信仰。

在未施行分析試驗之前，我們應當明瞭一切試驗之要素：第一，正確，這不但為試驗之要素，亦為商業上必需條件，嘗有差誤分厘，而終夜重複計算。在科學上最精確者為製造軸球 (Ball bearings)；小球 $\frac{2}{10,000}$ 吋，大球為四分之一吋，其差異為 $\frac{1}{2,500}$ 。但試驗工作，很難達此程度。普通之試驗結果，其差異率如能達到一%，已算理想精確。第二，重複，亦為試驗要點之一。大凡試驗一次所得之結果，是沒有相當價值的，「作物產量試驗」就是一個很好的例證。又由棉花重量可以決定纖維細度，而求出其顯著差異等於 $9/6$ 至 $10/1$ 之間。(參看第五章)至於纖維強度試驗，需要數小時的重複試驗，纔可以求出這個差異數值。

測量之正確程度(Accuracy in measurement),常有高低不同;故期望品級鑑定達到某程度之正確,實在不可能。況且品級鑑定本身不是一種測量,而是粗放之估計方法。我們用估計方法均分某長度之直線,就顯示主觀的錯誤,常大於測量之錯誤(Measurement error)了。由此推知:用估計方法鑑定棉花品級或品質所產生之種種錯誤,是不可避免的。

在過去,沒有精密之研究去比較品級鑑定的正確程度,祇可盲從和信賴神聖的「品級鑑定」。現在有了多次分析研究之結果,做我們的根據,並且證明品級鑑定之種種錯誤;由此,更可減少今後品級鑑定在棉業上的權勢了。

再從他方面觀察:品級鑑定雖不免錯誤,其所得之結果,亦不能符合直接試驗之結果;但精密之品級鑑定,常可達到相當正確程度。兩者比較:品級鑑定不如直接試驗;因前者能次第改進,達到最高程度的正確,品級鑑定的效用亦有限制,又未經品質試驗的品級棉樣,其價值甚少。所以將來必須規定一種比較簡單而且迅速之檢驗方法,與品級鑑定同時舉行,以補其不足。

最後，著者還要特別提出一點就是：「本書在棉作育種上之效用」。棉種之價值，可由紡紗試驗及纖維試驗決定之。故育種家在選種及育種時期，可以不必顧慮品級鑑定之高下。例如上述第九十五號之實在價值(Real value)係高於品級鑑定之價值。若根據品級鑑定：這種棉花長度較短，售價必低；產量不豐更無推廣可能。故紡織專家常有發現低級棉花之高等紡織價值之事實。因此，著者不能不懷疑已往之棉鑑家對棉作育種家之貢獻。至於錯誤之甚者，或竟遺棄優良品種，而採選劣下之棉種。前者廢棄一切，損失極大；後者雖可補救，但於推廣後發現劣點，時間，精神，與金錢，已耗費不少；圖謀補救，亦已慊太遲。因此，品級鑑定對於棉作育種不但無益，反致防礙育種家之成功。今後希望棉作育種家，對於這點特別注意！

第 二 章

棉 纖 維 的 顯 微 構 造

棉花纖維為棉業問題的中心，紡織工業的單位，所以大凡棉作學家和紡織家對於纖維本身須有相當知識和研究。纖維雖出自同一品種的棉花，可是牠的性質 (Property) 無兩根纖維是絕對相同的，這就需要我們研究的原因。

纖維之生長，係由種子外皮 (Epidermis) 之單個細胞向外伸長而成，這種伸長作用和細胞分裂作用 (Cell division) 不同，伸長的程度，亦因遺傳性質和環境因子而差異。最長者有超過闊度二千倍以上，其細微可想而知。各根纖維之原始細胞雖然同在棉株開花之日生長，但狀態完全不一樣。大多數的細胞繼續伸長，成為長

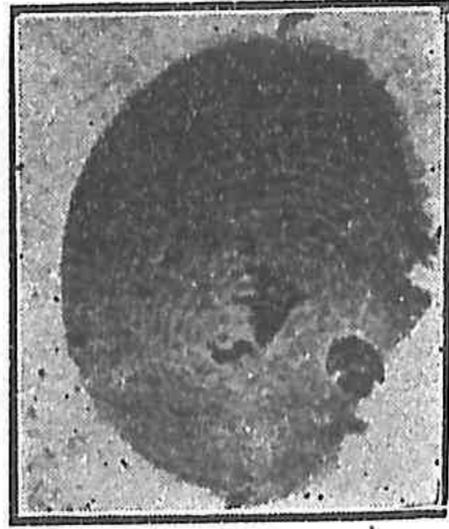
絨，還有一部分生長至闊度三十倍的時候，停止生長，變成籽毛 (Fuzy)；棉花經過軋花以後，這種籽毛仍然附着種籽表皮。至於生長於同一種籽的纖維的長度差異之原因，大抵由於遺傳原素的關係；因此每種棉花有牠特殊的性狀，異於他種。我們取籽棉梳直後，大概可以看出特殊的形狀；更取軋出之花衣略加量度，而知其長度之差異現象。如亨顯克氏 (Hancock) 海島棉第一百三十五號(按亨氏係棉作育種家)之纖維長度超過七十五公毛，最短的野生種如 *Gossypium kirkii* 絨長還不到一公毛，與籽毛無異，兩者比較相差七十五倍了。

種籽外皮細胞相對(比較的)作用，完全由遺傳質決定；但發芽細胞的絕對百分率 (Absolute percentage)，則由環境因子改變之，所以棉花衣分常常隨着時季而變異。換言之，遺傳因子能決定同一種籽各部位纖維之相對長度 (Relative length)；環境因子足以影響纖維之絕對長度 (Absolute length)。發芽細胞之伸長作用差異，並不是完全因為生長與不生長的關係，而由於兩種生長作用交替進行。如細胞循着中軸向直線生長，增加長度，就長成長絨；如細胞向旁邊生長，增加闊度，即為短

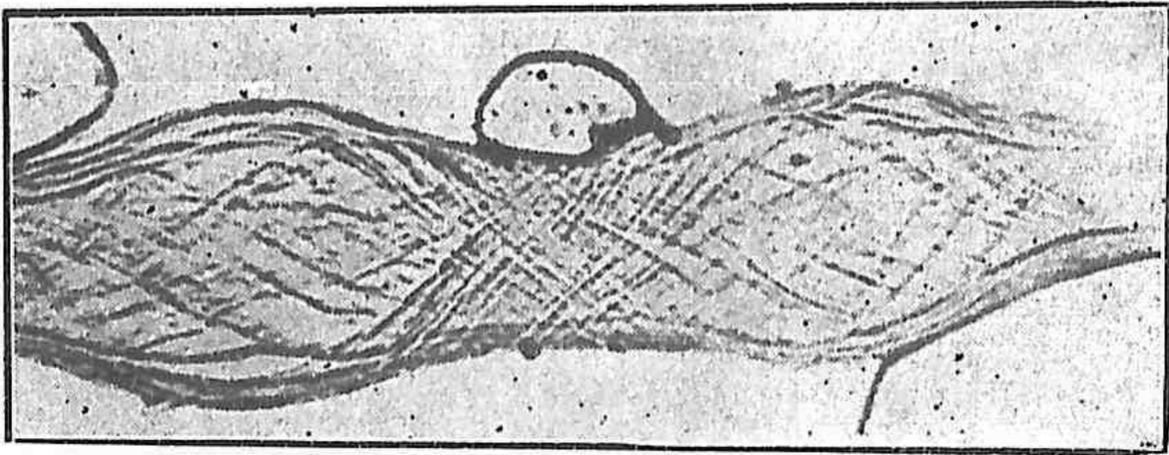
絨。因此，纖維之長度生長和闊度生長，顯然不同。在棉鈴時代，鈴的生長有一定限度，初時很速，及後漸次遲慢，至半成熟時期，即行停止生長。鈴內的種籽和纖維的生長也是一樣，不過纖維到了這個時候，就逐漸充實內部組織，而增加其強度了。

纖維係中空，形成管狀；其皮層極薄，由纖維素組織而成，植物學上稱為原始皮層 (Primary wall)。皮層的外面，被着一層極薄的臘質，用以防止水的浸入，這就是表皮 (Cuticle)。在原始皮層的內面，原形質積成一層副皮層 (Secondary wall)，這種沈積作用 (depositing process)，每於晚間植物生長停止時間斷；所以造成很多鬆密不同的生長輪紋 (Growth-rings)，(參看第三圖) 和樹木的年輪相似而有兩點不同：第一，副皮層的生長輪紋，每個代表一晚的生長沈積 (Growth-deposit)；第二，生長輪紋的造成係由外部而達於內部，所以最內之輪紋，即最後造成。生長輪紋的數目，約有三十。這種輪紋對於纖維的物理性質，有相當影響；至於影響的程度，正在研究中，現在還不能紀述於此。

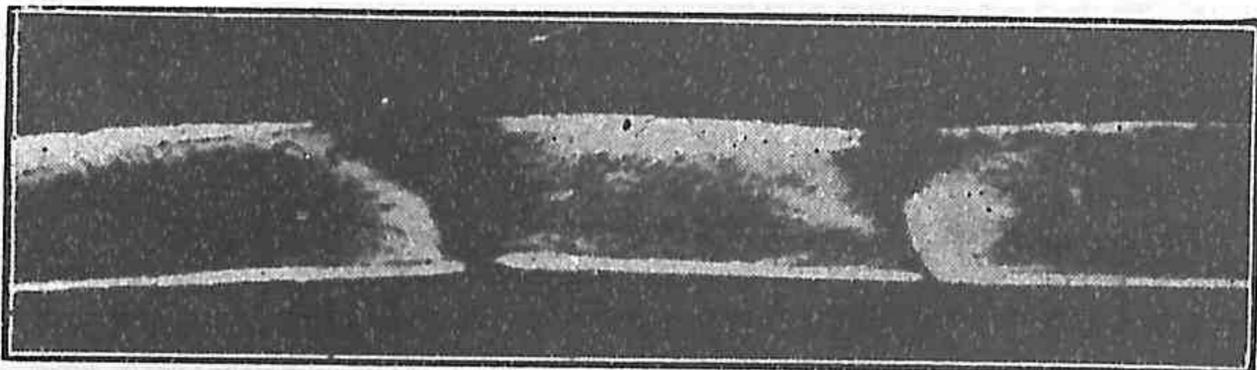
皮層厚度能決定纖維細度，關係紡織工業很大；又



圖三：蘇聯對時，美示隔與日坐身命之新



圖四：蘇聯之新，美示與之蘇聯印



圖五：蘇聯中之即和具坐（察購光由）蘇聯空中之即和具坐：圖正
 變也，由式至，再由式至，蘇聯之帶黑，由式至，再由式至，蘇聯之帶黑
 由式至，再由式至，蘇聯之帶黑

皮層厚度因纖維而異，試驗同一籽棉之纖維百根，求得皮層厚度差異可達五倍以上。主要原因，係各層生長輪紋之厚度不同；其次由於最末一層輪紋造成後，沈積作用因某種原因而停止。在特殊情形之下，副皮層亦有完全缺乏，使成熟之纖維祇有原始皮層，纖維亦較為細弱。這種現象在紡織上大有關係，因纖維素對於染料之反應作用不同，及纖維過於柔弱容易造成毳（Neps）。這種毳為人工所造成，於摘花，軋花，梳機整理時，均有影響。

長絨纖維之副皮層增厚，有一定之限制。普通薄輪紋的界限，亦不明顯，故非用試藥浸透膨脹後，雖以高倍顯微鏡觀察亦難看到籽毛之直徑及副皮層厚度較長絨纖維為大，但輪紋數目較少，（約有八至十二輪紋）；而每層輪紋厚度甚大，將中心空管完全窒塞，這是長絨纖維和籽毛的主要區別。

種籽和纖維之生長的結果，使棉鈴開裂，纖維露於空中，逐漸乾燥，生長作用完全停止，於是皮層破裂而成螺旋形之撚曲。（撚轉方面多由右至左）根據哈蘭氏（Harland）研究結果，纖維撚曲係因皮層所致。但著者最近之研究，遺傳因子和環境變化，均可影響纖維各部之

撚度。至於撚曲之效用，從前學者認為纖維重要特性 (Characteristic) 之一。但經多次之比較研究，證明纖維撚曲數目的多少和棉紗品質無大關係；這是值得我們特別注意的。

現在引起我們研究興趣的，還有兩點：一為撚曲之方向；一為繞轉點。撚曲方向常由右至左，繞轉點則與副皮層之螺旋纖維絲 (Spiral fibril) 之繞轉符合，在自然乾燥之棉花，這種現象更為明顯。螺旋纖維絲自亨顧克氏發見後，對於纖維組織，增加一點新鮮知識；而纖維絲之形狀，可藉偏光 (Polarized light) 觀察之。每層生長輪紋由百餘平行而不連接之纖維絲構成，適與前一層生長輪紋之纖維絲成輻狀直綫 (Radial alignment)。因此，副皮層有無數之軸射裂紋和凹痕，每層生長輪紋，由多數之螺旋纖維絲造成。換言之，纖維絲之長度，有時祇合幾個分子而已，還不及生長輪紋層之厚度。

當著者研究「純種棉之每日收花量」的時候，(見棉作研究) 曾將纖維特性比較試驗，並且發現一件新穎之事實就是：生長細胞的中心管之直徑，不受任何環境因子之影響。這種事實，可由間接方法測驗纖維中部而

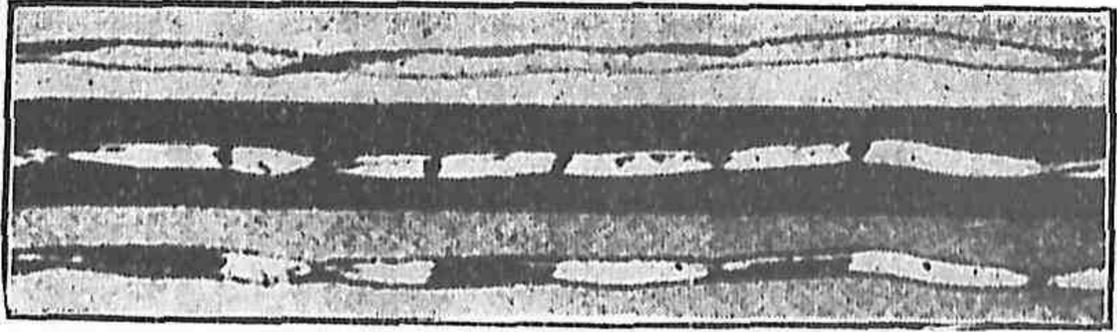
得；因此而引起著者對於細胞直徑和細胞形狀之研究。測量生長細胞之直徑時，由首至末，詳細測驗，結果證明每種棉花有其特殊的形狀，但亦有因環境變異而改變同品種棉纖維之輪廓(Profile)。最有興趣者，同一棉鈴內之纖維輪廓大抵相同；但比較其他棉鈴之纖維，則差異很大。輪廓之形狀有似甘氏(Chianti)試瓶，有如酒瓶，亦有如長形啞鈴者。我們取同一棉鈴之纖維試驗，不論纖維(已成熟的)長短，在基部一公毛(耗)以外之輪廓，大抵相似。譬如最大之直徑在五公毛長之纖維中部，而五十公毛長之纖維的中部，也是如此。由此可以推知纖維在生長時期，各部分之輪廓固定不變。不過在纖維各部常有新生小塊，窒塞中心管，而阻止生長，這種插入之小塊。每於觀察纖維撚曲(Convolution)部位時，可以窺見。

至於小塊之生成，可由細胞發芽方法推知之。由研究結果：大多數之纖維撚曲方向始於左方，祇有六%始於右方。最初之纖維細胞，由尖端萌芽生長，伸長至一公毛時，生長點移動(不在尖端)，故生成小塊，窒塞中心管，造成向左之撚曲，及後，生長方向與前不同，故生成第二小

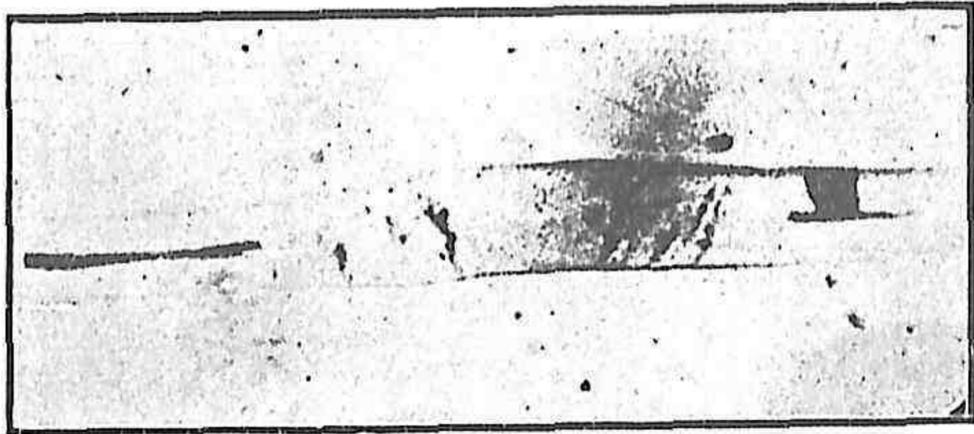
塊，並造成向右之撚曲，於是由左至右，繼續生成很多小塊和撚曲(第二十圖)。

關於最初左右兩方之撚曲均可構成之原因，至今尚未徹底明瞭。不過從過去數年觀察的結果，我們可以解釋如下：當生長點沿着細胞之周圍向同一方向生長時，新生之小塊依着各纖維絲而生長，室塞中心空管，於是構成第一個撚曲。生長點若繼續生長至相當程度時，再構成第二個撚曲。撚曲的方向，自然不同。因此我們要推知最初撚曲之方向，須看生長點(在第一撚曲構成後所構成之第二環狀插入物(Ring of insertion)的方向，是朝第一個環狀物，抑向纖維之尖端。纖維生長於一棉鈴之內，狀如蜿蜒形，撚曲一次之後，再受臨近纖維之壓迫，生長點改變，故造成第二個不同方向之撚曲了。

欲實地研究這種現象，事實上很不容易。一因纖維生長於棉鈴內部，不能觀察；二因纖維撚曲在皮層生長以前不是顯明可見，而撚曲方向之改變在紡織上並沒效用或影響；不過為研究纖維個性(Individuality)起見，這點也包括在內。根據過去觀察，一千根長闊相同之纖維當中，未見兩根纖維之撚曲完全相似，而其差異每有大



(中); 圖之限非無, 察購蘇光紙普用, (上). 購而三之蘇蘇一同: 圖六第
購光舖的紙固滯用(才), 曲繼真正示購, 察購光舖用
奏, 函會(珠與青成附) 曾出控用應, 寫
. 採否之同不准兩亦式示



蘇蘇時對對試點知皆之整獎欲製交示美. 蘇蘇之中亦蘇舊 : 圖七第
. 購又和同絲蘇蘇與對對試點知皆示購更中圖, 絲

於長度及皮層厚度之變異數。

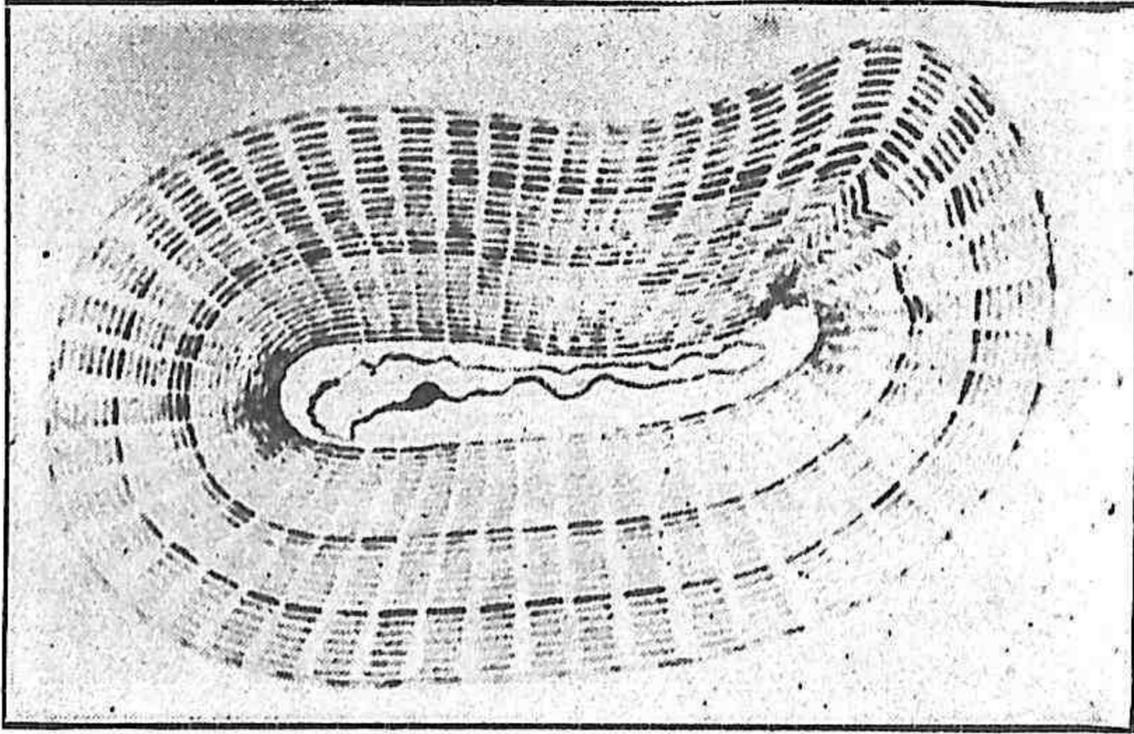
纖維撚曲除上述一種外，還有一種由壓力而造成之滑脫螺旋線 (Slip spiral)。纖維表皮之纖維絲 (Fibril) 繼續旋繞，由基部而至尖端。這種螺旋纖維絲非常堅強，纖維皮層破裂時亦不斷折。我們如用力屈曲或扭轉纖維，可以造成人工滑脫螺旋線 (Artifact slip-spiral)。例如：結繩或棉紗中之纖維，都有這種由壓力而產生之現象。我們更可藉顯微鏡方法測驗纖維絲經過器械作用後所受之壓力。人工滑脫螺旋線的形狀如螺旋裂痕，排列成輻射方向，適與孔紋螺旋線 (Pit spiral) 成九十度角，與纖維中軸成六十三度角。(孔紋螺旋線與中軸成二十七度角) 角度之改變亦與孔紋螺旋線符合。這是表皮之特殊現象，與岩石裂紋類似。檢驗纖維之滑脫螺旋線須先用同樣折光指數 (與纖維比較) 之液體固定纖維，藉高倍顯微鏡及單色光 (Monochromatic light) 觀察之；同時採用纖維複折光線之一或二線。(這種光線可配置偏光柱 Nicol prism 於顯微鏡鏡筒內分折之。)

滑脫平面 (Slip surface) 在纖維表皮分佈均勻而有規則。由此可知在滑脫平面之各分子，係由一種分子接合

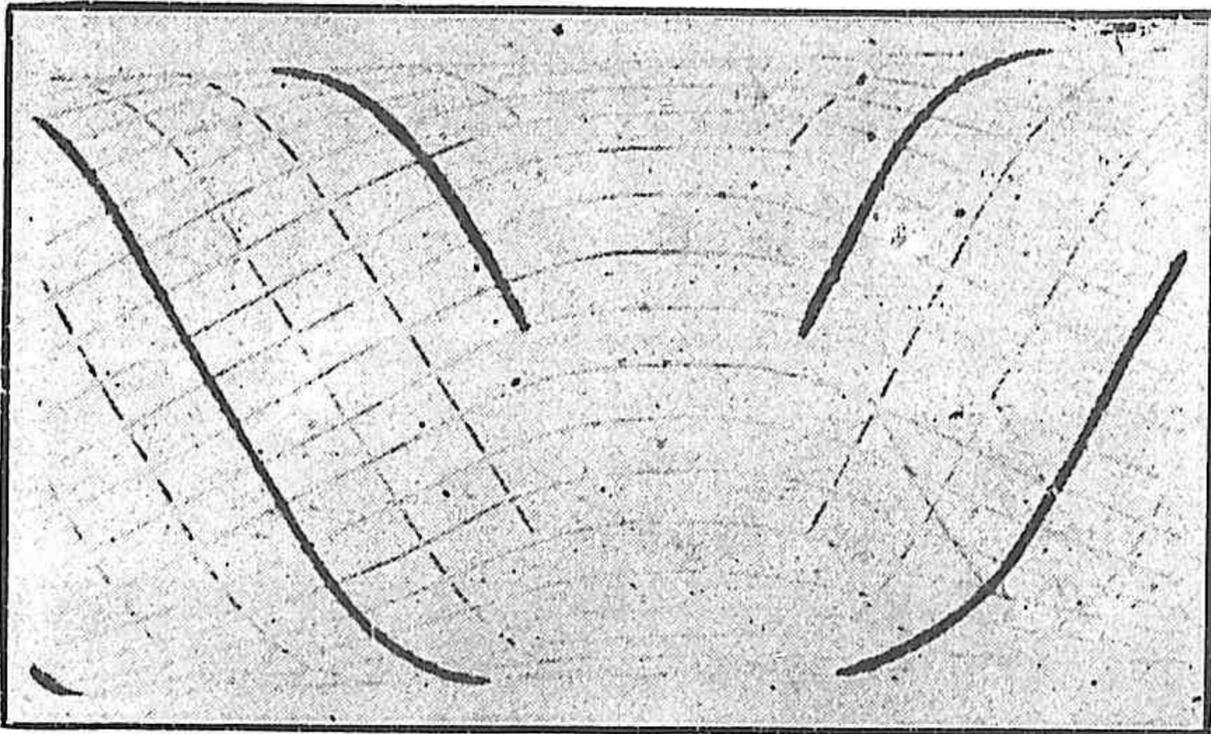
性互相結合。但棉紗之強度，全賴纖維之拉力與細度；而纖維之拉力，即由纖維絲所造成，所以棉花纖維研究，當以纖維分子為基礎。目前我們雖然不能做到這步工作，但由此可知棉花品質研究之需要和價值了。

我們依照纖維絲之排列，而將纖維縱長剖開，并藉高倍顯微鏡觀察之，可知纖維各層之分子與纖維絲之分子組織是不同的。其不同之點，即在分子接合力之疏鬆，因此我們更可推知副皮層各部分之物理及化學性質，各有不同之處，再根據以上各種觀察事實，則纖維素由磚形單位所構成之理論，實有相當理由。每單位之上下兩面，即為生長輪紋之界限(Growth-ring boundaries)。單位之兩旁，係在孔紋之上；單位之兩端，就是滑脫螺旋線之平面。又單位兩端黏性極大，上下兩面次之，兩旁完全光滑而無黏性。每單位之厚度約有 $\frac{1}{3,000}$ mm. (0.3 μ)。由此可以想像每個纖維絲(Fibril)之大概構造了。

生長細胞的膜層，雖然係由磚形物體所構成；可是這些磚形物體，未必就是構成各纖維之單位，其理由：一，滑脫螺旋線的數目常較磚形物體為多，故單位之長度應比磚形物體為短。二，如磚形物體係由極細纖維



蘇織此，相影之映和具坐爲編黑之管心中 圖解大效之而時對蘇織：圖八第
 景，如疊絲蘇織百一由管爭，殊僻具坐之管十三首五管史之
 中，對和由及蘇織，管史代典管史故風區管代
 。髮好亦即新，髮好管心



蘇織此，相影之映和具坐爲編黑之管心中 圖解大效之而時對蘇織：圖八第
 景，如疊絲蘇織百一由管爭，殊僻具坐之管十三首五管史之
 中，對和由及蘇織，管史代典管史故風區管代
 。髮好亦即新，髮好管心

並列組成，則兩孔紋間之纖維絲必是很複雜的物體。三，如磚形物體鋸成薄片之後，可知每生長輪紋就是一層連續不斷的分。總而言之，纖維係由單位所構成，但單位之大小或超過上述之數目亦未可料。

再進一步的研究，我們應當設法解剖極限組織 (Limit)，分析真正之單位組織——纖維絲體 (Micellae)，漸次而至於每單位中之假結晶體 (Pseudo-crystal) 之分子及原子排列，而證明各纖維絲體之組織完全符合，確定纖維之單位組織；不過學者對於這種工作，尚未有相當研究。

關於纖維與水汽之各種關係，著者曾作一番研究，將於下章敘述之。這些關係，是纖維外部的作用。(如原始皮層，表皮，和臘質等) 我們對於這些知識，還是很缺乏；不過，棉紗的品質係由這些組織決定，所以我們不能不作徹底之考究，求得充分之知識。目前雖可在顯微鏡下看到纖維外皮旋曲，但表皮形狀(凹，凸，或平狀)，臘質在表皮之分佈和排列的情形，螺旋線型之詳細組織，原始皮層之構造等事實，還要長久時間之研究工作去發現！

第 三 章

棉 纖 維 與 水 分 之 關 係

纖維素的分子構造是我們目前急需研究的問題，現代棉織業的基本智識，前章曾經申述。關於這些研究的方法，現時已有利用X光線；所得之結果，雖比較過去試驗結果為正確，但這是前述各物體之自然現象，不是最小單位，因用普通X線技術所觀察得之單位組合物的體積，(Dimension of unit component) 還大於原子間之距離。故求進一步之研究起見，必須用較長之光波與輻弱之X線。又用單線透光觀察纖維絲之螺旋線排列，可以看到纖維絲之右方排列方法與左方相同；故X線攝影之花樣，較單個組織為複雜，即使利用反光觀察以避免這種困難，但左右兩方螺旋線的繞轉過多，形狀紛

亂，不易辨別；因纖維排列有一定規則，我們分析由纖維素產生之影響時，除假定這些左右螺旋之纖維絲的距離係絕對相等外，別無他法。

一根纖維之各螺旋纖維絲固然不如理想的相同，而中心管的原形質遺跡，皮層及中心管的礦質鹽 (Mineral salts)，外皮層的臘質，原始皮層的他種纖維素等，佔纖維全量的大部分。就著者所知，目前纖維素精鍊法 (Cellulose purification) 還不能淘汰上述幾種物質；同時，這種作用 (纖維素精鍊作用) 能破壞原來的構造，使我們無從研究。

利用 X 線分析方法，為現時最滿意之方法。不過，其中困難甚多，需要長久而精密之研究，特種 X 線筒 (X-Ray tubes) 之製造，及細微材料試驗技術之設計，纔可解決這些困難問題。

除 X 線方法之外，還可由試驗「水分對於纖維之影響」而研究纖維之精細組織，求得之結果，有很大效用，故本章特別伸論，使讀者切實明瞭。

學者對於棉纖維與空中水分的關係，曾有詳細之研究，研究方法，通常皆用「重量改變法」而測驗之。根據

試驗結果所繪成之曲綫，形狀如 S (Sigmoid form)。至於乾燥棉花的吸水量，常大於潮濕棉花。這種重量測驗法的缺點很多，所以不能不另行採用最新方法，求得較正確的結果。

重量測驗法的缺點，現在解釋如下：生物之生長作用(例如棉纖維長度生長)，常常顯示 S 形曲綫(Sigmoid curve)。著者研究真菌(Fungi)生長與溫度之關係時，發現同樣之現象。這種自然的曲綫，至少可均分為兩大部分：初時生長迅速，曲綫向上；及至相當程度時，下降因子(Depressant factor)漸次表現，阻止曲綫向上趨勢，哈史二氏(Hartshorne & Schloesing)求得之重量與濕度關係曲綫與生長曲綫比較，大致相同。又以水分侵入纖維之孔道與纖維之細微孔紋比較，更可知纖維吸收作用，每因特殊情形而減少，或竟完全阻止。故繪成之重量曲綫，常有一二扭曲形態(Kink)。

理想之正確程度，不能單獨由精確天平求得之。因各纖維的個性不同，反應空中濕氣的能力亦有差別。故理想的方法，宜將單根纖維分別測驗。可是在今日尚難辦到；因精確之天平，常受空中濕度影響，使結果差異。爲

改進這個方法計，著者曾將扭轉天平 (Torsional balance) 置於密封的玻璃空箱內，取棉纖維數十根掛於天秤鈎上，在數星期內觀察箱中濕度與纖維重量的變遷，由這個方法試驗的結果，雖非盡美，但能顯示扭曲現象的存在；同時發現一點事實，就是：纖維露於空中至兩天以後，始與空中潮濕完全平衡；可知纖維水分之增減（吸收或消失），不受纖維間密接的防礙，是由於各纖維的特性的差異。最近著者之試驗，更發見每根纖維的性質 (Properties)，因布露空中而改變。其後繼續試驗多次，均得同樣現象。證明曲綫表所產生的扭曲，是必然的現象。

未討論試驗結果與纖維重量，橫切面積，傳電力，彎曲性等關係之前，著者應有一句慎重之解釋：「棉纖維與水分之關係」雖係極有興趣之問題，但無充分事實之根據；本章為概括敘述，不是絕對可靠；故著者尚不敢切實申論。不過，棉纖維結構上的新發現，一天多似一天，使我們不能不相信纖維性質的差異與組織單位的密切關係。將來如有長久的研究，求得充分的事實，自然可以解釋明瞭。現時僅就個人所知，敘述本章與以上各章之互相關係；而以纖維素的基本構造為各問題的中

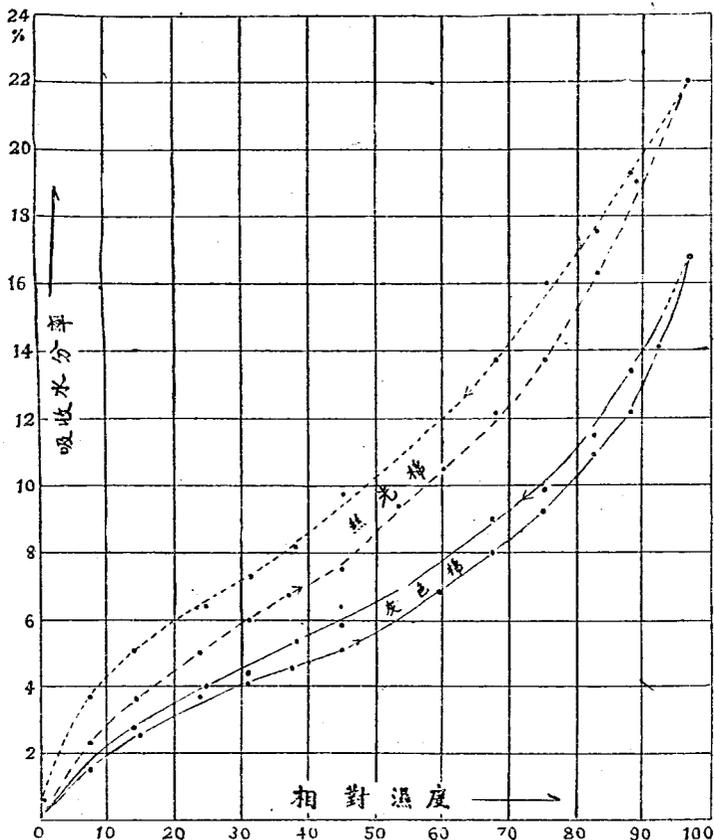
樞知識。

研究「棉纖維與水分之關係」一問題的人員，都是富有學問的專家；並且對於物理學，生物化學，植物生理學，顯微鏡學等，有高深研究。本章重要材料，即取自 Trouton, Masson, Schloesing, Hartshorne, McBain, Irvine, Rothamsted Physical Dept. 等研究結果，並經 Williams, Pierce, Coward. 等三人重復試驗，校對無誤。

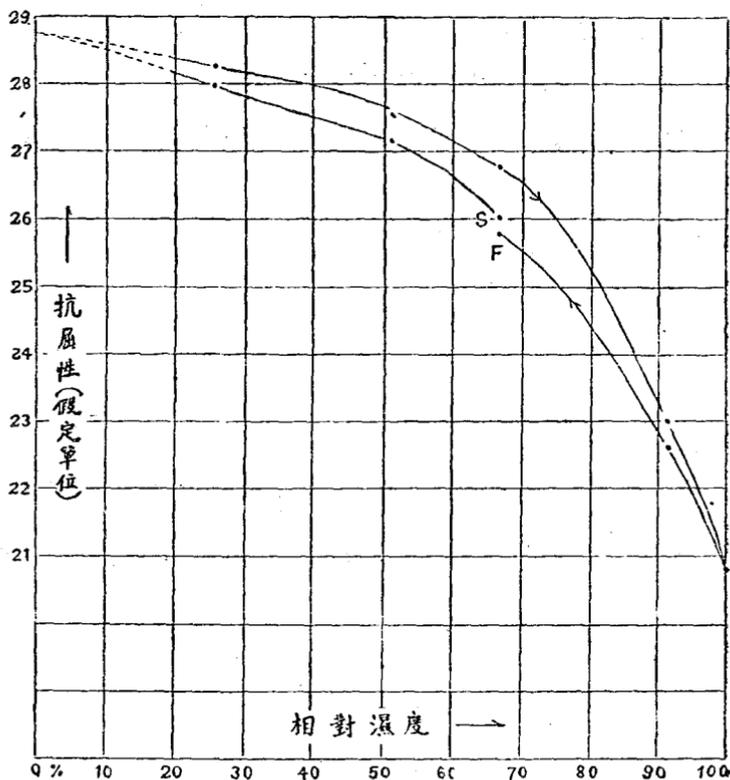
本章側重於「濕度對於纖維之影響」，溫度次之；墨氏影響 (Masson effect) 與棉樣種類，亦同時略述；又棉樣種類除包括棉品種生長史二項之外，尚有麥氏製棉法 (Mercerization)，炭化作用 (Carbonization) 等化學作用 (Chemical change) 對於纖維素的改變。

本章特別注意下列纖維性質如：重量，傳電性，屈曲或扭轉柔軟性，縱切面積，輻射面積，切綫面積，及由獨立方法 (Independent method) 測定之橫切面積，由墨氏法 (Masson method) 求出之熱力。試驗的方法，除傳電性測量法與橫切面測量法兩項外，餘均不易達到標準的正確。不過這些方法能表示曲線中之細微變態 (Small local abnormalities)，已算達到相當的精確程度了。

由試驗結果而繪成之曲綫計有兩種：一為輪轉式曲綫，這種結果係由逐漸改變濕度（由乾至濕或由濕至乾重複一週）而試驗纖維所得；試驗之前，務須明瞭



第十圖：纖維量因相對濕度之改變而差異



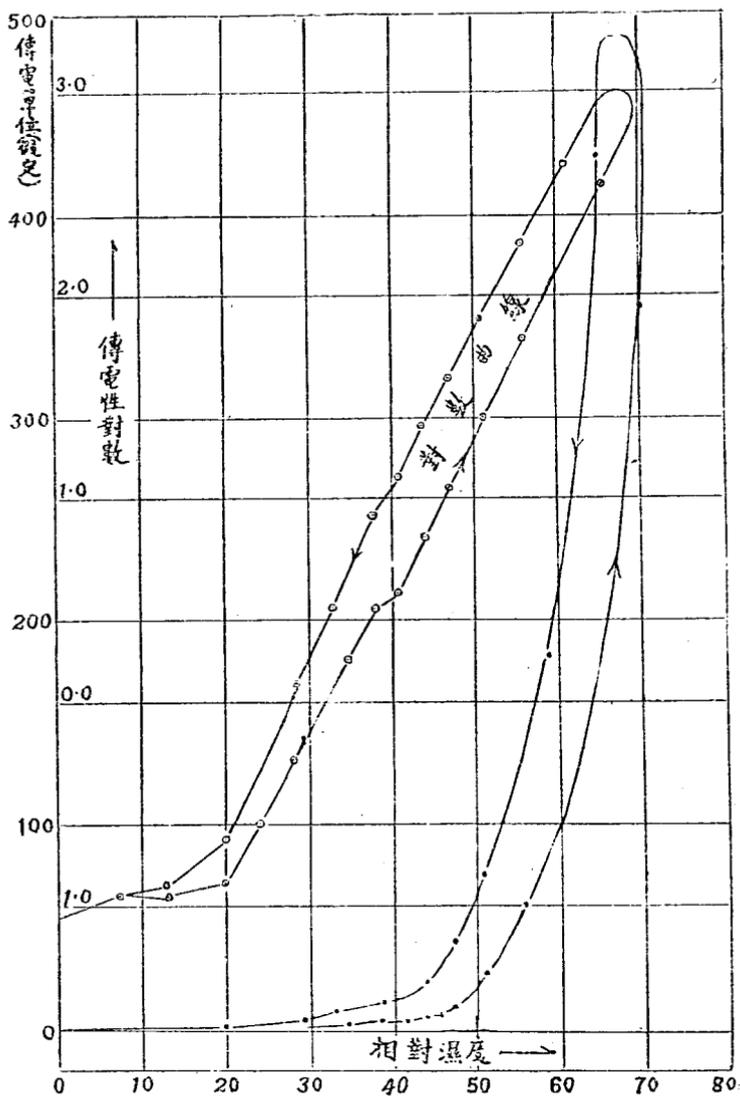
第十一圖：單纖維抗屈性隨相對濕度而改變。(此曲線由66.5%降
至0%，又升至飽和後，復降至開始之濕度；在40%
部位，其抗屈性在乾者強，在濕者弱。)

纖維的歷史，以免混亂。又因每次濕度試驗需二小時始
達平衡(即每間二小時觀察一次)故全部試驗約需三
四個月方可完竣。二為時間曲綫，這種曲綫按照試驗時

間及所得結果同時連續記錄之。兩者比較，後者較前者為重要，因其簡易而正確，為前者所不及。繪成這兩種曲綫，須根據未整理的試驗紀錄 (Unorganized data)；因曲綫的詳細變化比較曲綫的趨勢為重要，例如下列傳電性曲綫表中四〇%濕度部位，就是這個現象。

由史氏 (Slater) 試驗結果，證明不連續之曲綫是正確可靠。不論試驗何種棉樣，其曲綫經過濕度四〇%部位時，常常發生兩個扭曲，傳電作用亦立即停止。及後傳電力增速，較前為大。這種情形，在乾濕兩曲綫都是同樣發生。表中自二〇%至七〇%範圍之內，特別詳細研究；因為這個精密的方法，不能應用於研究0—100%間全部的變化。根據這個試驗，可以知道濕度四〇%為象限之一，一五%為第二個象限，七〇%以外因無試驗，故未證實。

關於體積變化之測量，學者曾有長久研究，但至今尚未求得美滿結果；將來一旦發見適當方法，測量橫切面積之變化，則體積變化 (Dimensional change) 較傳電性 (Conductivity) 為有價值；因前法可在同一種儀器試驗，求得自0—100之結果，而無顯著之錯誤。現在為解釋本章



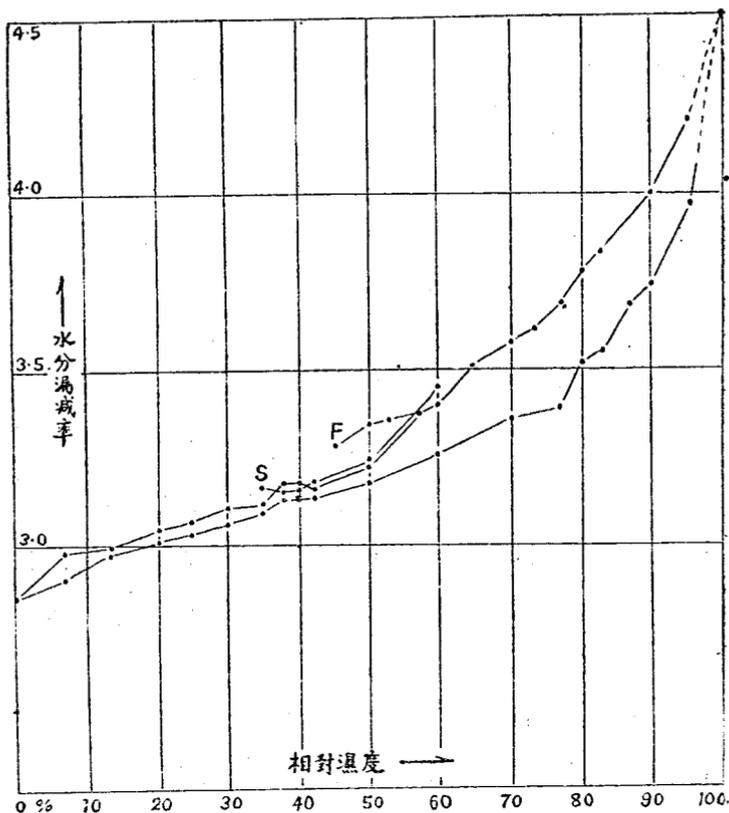
第十三圖：單纖維之傳電性隨濕度而改變(全日觀察結果). 15%
與40%兩部位顯示由濕而乾及由乾而濕二者之不同

起見,更引用高氏(Goshawk)之滲水率(Leakage rate)試驗結果,在乾濕曲綫中一五%與四〇%兩部位均發生扭曲;又進一步試驗,在七七%與九〇%二部位,亦發生同樣扭曲。

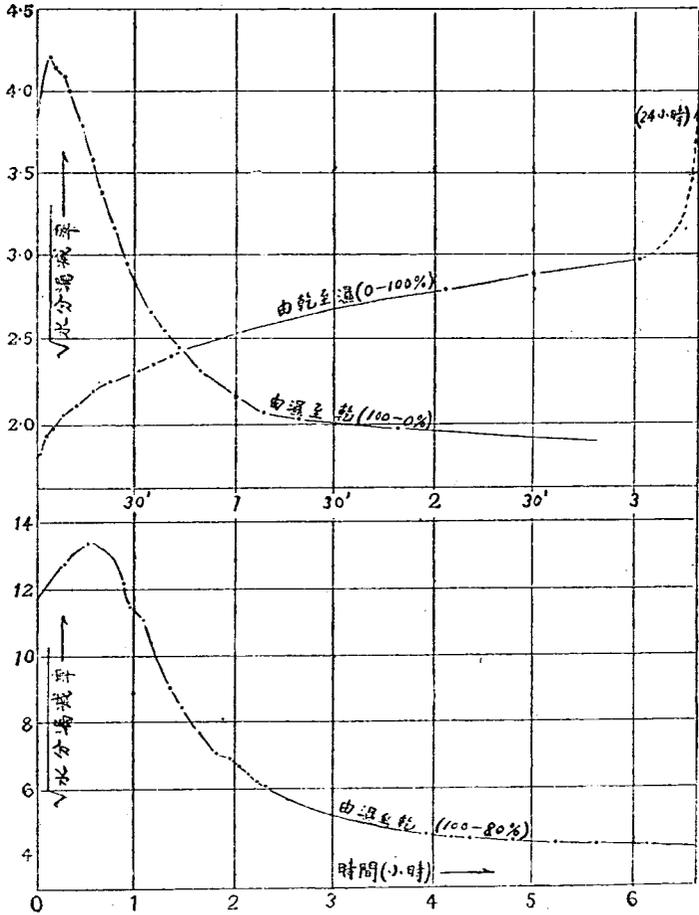
根據以上各事實,乃證明棉花吸收率是隨濕度而差異;反言之,空中水分子數目之增減至某程度時,能改變棉花吸收作用,這種吸收作用,經過若干象(Phase)之階段;其階段之界限適與相對濕度一五%,四〇%,七七%,九〇%等符合。至於其他之細微扭曲或亦有之,但不顯著,故不敘述。曲綫中之四〇%象限為品種(如Peruvian, Indian Sea Island等品種)之特殊現象,及纖維體積之獨立狀態。

根據上述若干象,我們可以推論棉纖維素之各種構造,——顯微鏡的,纖維絲體的,和分子的性質(Microscopic, Micellar, and Molecular properties)——之功用。棉纖維對於水分之關係至少有五種,由〇至一五%象為化學加水作用(Chemical hydration),四〇至九〇%象為吸着作用(Adsorption),如超過九〇%象以上則為毛細管作用(Capillarity)根據考活氏(Coward)觀察結果,棉纖維含水達此程度時,雖經過離心作用仍然保留其固有水分。

從比較試驗熟棉(Treated cotton)與原棉(Raw cotton)的結果看來,可知「象」常受處理手續的影響,其中以象限改變及象之消滅為最顯著。

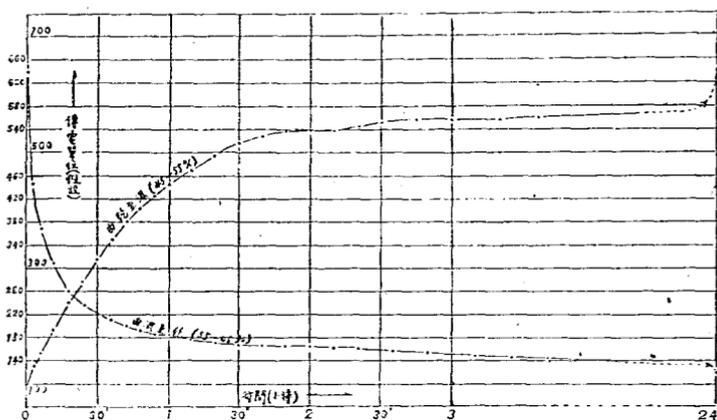


第十三圖：纖維橫切面積隨濕度而改變。圖中15%,40%,70%,及90%,均顯示不連續之現象。



第十四圖：纖維橫切面與時間，濕度之關係(時間曲線)。

各纖維或同纖維各部分之體積變異性，曾於前文述之，可知象應有明顯界限。普通一般猜想，以為輪轉式曲綫(Cyclic curve)是很不明顯的，其實恰好相反，由此顯示棉纖維基本構造比較顯微鏡下觀察之構造還要重要。時間曲綫(Time curve)會穿過其中一個界限，穿過之通路明顯可見。又每纖維絲體(Micellae)之各種性質在各方面不同，故棉花纖維與水分大概平衡時，其內部之水分仍須經過重新之支配。



第十五圖：纖維傳電性與時間之關係(時間自線)

分子性質與吸收作用

由觀察結果證明棉纖維之吸收水分,不限於機械作用,各種化學物(如二硫化炭, 燐, 硝基燐等Carbon bisulphide, benzene, and nitro-benzene)之氣體在飽和情形之下,棉纖維僅能吸收至一%。至於水汽及醋酸(Acetic acid)能吸收一八%,酒精,木酮,伊打(Alcohol, acetone, ether)等氣體亦有九%左右。根據這種事實,比氏(Brimley)曾作解釋如下:水分子重合作用(Molecular association)能改變棉纖維吸水作用。且由此觀察結果,偶然證明採用巴安二氏法(Barr and Anderson's method)測量細胞體積(Cell dimension)是可靠的;因半折光溶液(Iso-Refractive liquid)對於棉纖維吸水作用未有任何影響。

尚有引起我們注意的,最近愛氏(Irvine)根據研究結果而表示纖維素分子結構式爲: $3(C_6H_{10}O_5)$ 。這三組分子不是絕對相同的,其中一組可分析爲葡萄糖(Glucose);其他二組仍保持爲纖維精(Cellobiose)狀態。故水分子之極圍吸着作用(Polar adsorption)進行時可分作二期。(第一期爲葡萄糖吸着作用第二期爲纖維精吸着作用)其第一組分子之有效各點(Available points)完全充實之後,第

二組分子之兩相似點然後吸着兩個水分子。因此，上述之象與此事實或稍有不同之處。

根據愛氏，規定纖維素之分子量為四八六，水分子量為一八。這兩期之吸水率，適符合纖維在四〇%與八〇%之相對濕度下之含水量。不過多數X線學家主張纖維素結構式為四組分子，故上面的解釋，目前尚無堅固基礎。

纖維素之乾重 (Dry weight of cellulose) 每因乾燥程度不同而有差異，故未求得真正乾量以前，任何計算結果皆屬徒然。我們用脫水方法 (Dehydration) 試驗，可知在濕度一五%以下，纖維本身含有之水分即次第消失，故須待深奧之研究，詳知各象水分之根源以後，我們纔有計算之根據。現在我們除根據初步分子研究之各種事實證明象限之存在以外，別無他途。

試驗含冰鹽類而求得之加水曲綫 (Hydration curve) 亦發生同樣之象，並且顯示：「冰體愈大，象限愈不明顯的事實」。又根據威氏 (Williams) 試驗苛性鈉煮過的棉花所得結果，指示吸着率 (Adsorption rate) 在各時期之變化大概與象限符合。

棉纖維之畸形狀態與吸收作用

上文曾述棉纖維形狀之參差不齊係因分子排列 (Molecular arrangement) 之結果。我們詳細分析這分子排列之後，可以追究每纖維之三方面體積之變化，並以水之重量比長度，皮厚，圓周三者各容積之變化 (Volume change)。可是現時尚無良好方法適用於此試驗。又如能求得在某象內皮層膨脹之程度，那更有興趣了。

纖維各面積，曾用各種方法測量多次，在 0% 與 100% 兩種相對濕度，能求得美滿結果。但中間各段，很不明顯，皮層厚度固隨着濕度而膨脹，但膨脹率不能與輻射或切線方向相等。最近學者研究結果，謂由每生長輪紋之輻射膨脹或每纖維絲 (Fibril) 之切線膨脹，可算得皮層膨脹率。這膨脹率在兩方向是相等的。至於這些理論對於最終結果，本無甚重要，但著者引述於此以解釋：「求知特殊變異，如體積，或傳電性等，皆可達到同樣的正確」。假如這點事實是不錯的，則纖維絲之輻射力與切線力之吸水量必定相等；而顯微鏡下看到的磚形單位，彷彿與纖維絲體之形狀相似。

測量縱切面之變化，似乎較為容易；但切片之縱切

面張力，能使結果差異，故至今未有討論之根據。

著者曾將二根纖維四端接連，試驗其各端之可能傳電力。結果指示：橫切面抗力為縱切面抗力之二倍。故縱切面之結合力也就自然發生了。

棉纖維之改變與吸收作用

過去學者對於純淨棉花非常注意，因各種處理方法皆可改變纖維之細微結構，故各學者偏重於一象，而忽略其他。例如試驗脫脂棉 (Absorbent cotton) 及纖維素醋酸鹽 (Cellulose acetate) 所得之重量曲線，即可顯示這種現象。烘成黑褐色棉花之重量曲線，形成直線；至於燒成炭黑色棉花之重量曲線，則類似原棉 (Raw cotton) 之曲線，形狀如 S。由此可知研究棉花之物理性質時，絕不能單獨偏重一二性質，而忽略其他。

經苛性鈉 (Caustic soda) 浸過之棉花對於吸收作用之行為如何，很能引起我們的注意，欲試驗這點，苛性鈉溶液之分量，以浸過各纖維為適宜；過多則不易觀察每根纖維所受影響。這種改良的染色品質 (Dyeing quality)，係因棉纖維受苛性鈉作用之後，吸收染料和水分之面積增加。這種吸水量之增加，在相對濕度一五%以下，不

甚明顯；但自一五%至七七%之間，其吸收量就很顯著了。超此限度時，即發生與未經處理棉花相似之變化。因此，棉花吸收作用似不受苛性鈉的影響。

經麥氏製棉法 (Mercerization) 處理之棉花，其增加之吸收水量，合蓄於纖維素中，此時纖維雖已潮濕，但不傳電。又麥氏製棉法雖不能改變象限，但切線膨脹已減少。由此更可證明：決定容積變異，為現時最重要之工作。至於「纖維張力受麥氏製棉法影響甚微」之現象，更可顯示苛性鈉與纖維滑脫面 (Slip surface) 不起化學作用。根據著者試驗，纖維皮層厚度之膨脹率亦不受麥氏製棉法之影響，故苛性鈉似與纖維輻射面之纖維絲體或分子發生作用。在最近之將來，我們如能求得熟棉及原棉纖維之各方向之準確的體積變異率 (Ratio of dimensional change)，我們即可求出纖維絲體之相對的和絕對的體積了。

溫度與吸收作用

以上所述各特性，均具溫度係數 (Temperature co-efficients)。但棉花在各種規定濕度或溫度之下所吸收之水量，至今尙未有精確的數目表示之。又墨氏影響 (Massion

effect)——棉花之溫度隨空中濕度而改變，一能解釋時間曲線及由傳電試驗而發生於折光器板下之種種偶然的影響。著者爲明瞭起見，曾一度考究墨氏影響，但未注意於各象之性質差異。

結 論

根據上述實例，可知棉纖維性質與物理的結構有密切關係。我們如能用精密方法研究其性質，則物理的結構，當不難求得。至於棉纖維與水結合的方法亦有數種，現在分述如下：

0 — 15 %	化學加水作用象
15 — 40 %	單極吸着作用象
40 — 77 %	三極吸着作用象
77 — 90 %	分子重合作用象
90 — 180%	毛細管作用象

上表僅略示各象之界限。至於詳細情形，尚須長久，精密之研究。

關於體積變異，著者曾作初步試驗。結果顯示纖維絲體在細胞皮層營造時期，爲生長細胞之構造單位 (Constructional units)。每單位約含碳原子七十二以上，與

愛氏所謂每纖維素分子含磷原子十八之事實不同，纖維絲體之最小體積，有 $10 \times 10 \times 30$ 安氏單位 (Angstrom units)。磚形單位 (Domino units) 之體積為 $10,000 \times 20,000 \times 3,000$ 安氏單位，兩者互相比較，實給我們很好的機會去研究和發明！

第 四 章

棉纖維之長闊及其變異性

棉纖維的顯微構造及纖維與水分之關係兩章，係用定性方法(Qualitative method)研究纖維之始源及構造。本章由定量方法(Quantitative method)研究絕對的與相對的纖維長闊(Absolute and relative size)。又每種棉花含有無數纖維，故各纖維間之差異亦須特別注意。研究方法將於下章棉纖維品質檢驗的方法分別論之，在此恕不紀述

一 纖維與棉作之關係

根據過去埃及棉作研究結果，每株棉花約產一溫司(Ounce)或三十公分(Gram)之籽棉，軋花後得三分之一花衣(即重量十公分)，價值約半辨士(Penny)。由此分析，每株棉花祇產半辨士之皮花，不過，此十公分之棉花若用為

紡織一百二十支細紗的布,可以供一紡錘全日之原料。

出產十公分花衣的埃及棉,每株須有十五棉鈴,每鈴約有十五棉籽,方可達此目的。普通每籽產花衣約〇.〇四公分,纖維之數目約在一萬根以上。全株出產之纖維約有三百萬左右。此三百萬根之纖維,須經過多種機器之整理,始能紡成一百二十支的細紗,再由一紡錘全日之作用,織成細布。因此,紡織家對於纖維品質應有相當認識。

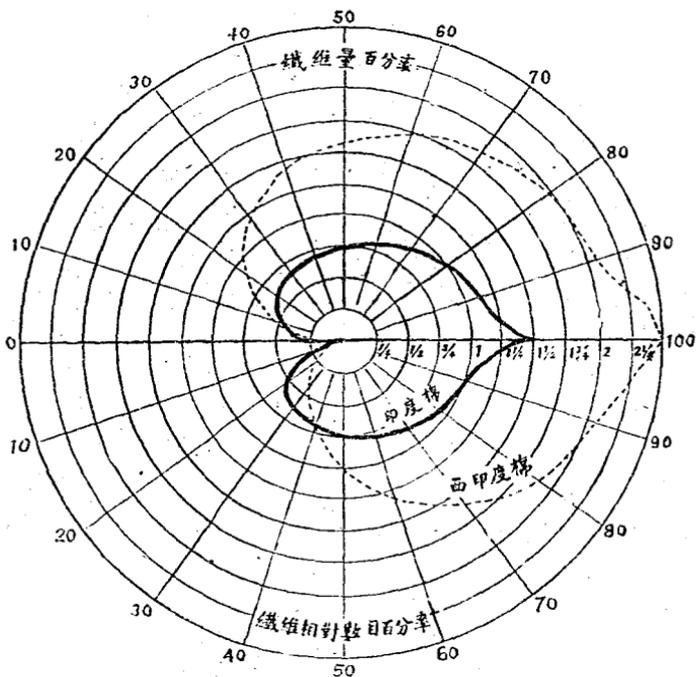
二 纖維長度

世界現有各種棉花之長度,約自半吋至二吋半之間。至於表示纖維長度的方法很多:有用代表長度(平均長度)表示每根纖維之平均長度者;有用多數纖維之長度表示某種棉花之絨長(Length of staple)者;有用測驗棉籽上面之纖維長度(經梳理後)而表示籽棉長度者;有用分樣機整理纖維後,測量每根纖維長度者。最後一種,較前三種方法為準確,值得我們特別的注意和採用!

根據著者十年來田間及試驗室內棉花研究之經驗,證明纖維長差異程度甚大。同是一種海島棉,經分樣機

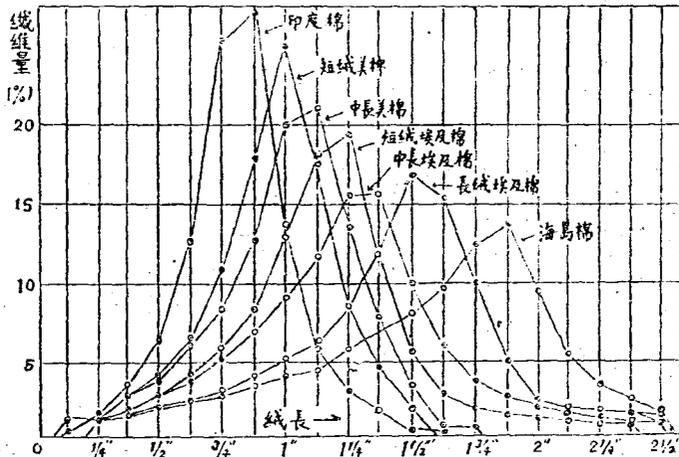
整理後而測量其長度，亦參差不齊，其中有一部分為半吋，一大部分為一吋半，還有一小部分則超過二吋以上。

由印度棉與西印度棉之纖維長測驗結果而造成下列之極圈級數曲綫表，表中顯示同品種的纖維長差異程度，及變異之規則。



第十六圖：纖維極圈級數曲綫。(圖中上半圈為纖維長度率，下半圈為纖維數目率，扭曲之處係因纖維排齊錯誤而發生。)

再根據最近測驗結果(參看下圖)證明世界各種棉花之絨長變異,均有同樣情形。由此足以打破「短絨棉較長絨棉為整齊」之舊觀念。(因短絨棉之絨長差異數分配的範圍較小。)這次測驗的材料:有印度棉,美國棉,埃及棉,與海島棉四種。各種棉花纖維長之相對的變異,仿佛相似。



第十七圖:絨長次數曲線(每曲線代表一品種之十次試驗結果之平均數)

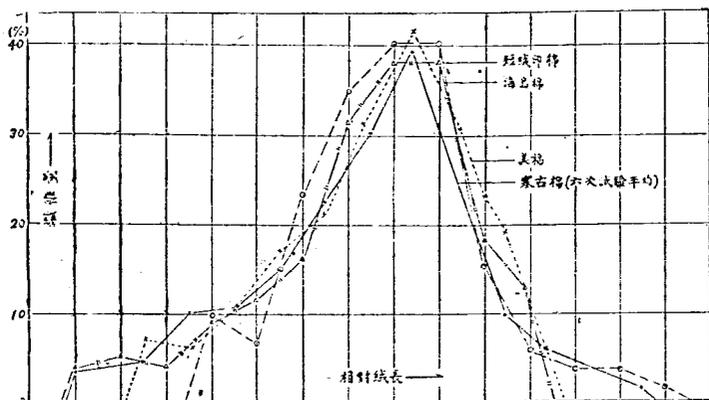
上面的結果,初見之甚為駭異;但觀察棉籽形態,就很明瞭棉花有因品種而差異,可是各種棉籽之形態則互相類似,所產生之纖維的變異趨勢,亦大致相同。即如同一豪豬身上之刺毛形狀,排列,是互相類似的情形

一樣。總言之，這個測驗結果，造成一個均勻分樣曲線 (Normal sorter curve)。由此可以決定棉花纖維長度的標準，及校正長度測驗結果之錯誤；實用上有很大的價值。

棉籽形狀雖係相似，但肥瘦常有不同；所以這個種籽的纖維與別個種籽之纖維，稍有差異之處，故每品種有其特殊之曲線。不過這種「品種差異」，並不改變均勻曲線。

著者研究「每品種之特殊曲線」的時候，無意中發現一點困難就是：籽棉長度因種籽而異。故由測驗混合多數籽棉之絨長所得之結果，造成複雜之曲線。例如我們取一個海島棉籽棉及一個印度棉籽棉之纖維各半混合試驗時，所得結果，有兩大高峯，代表兩種棉花長度之集密數 (Mode)。(如一時半與四分之三吋) 因此，測驗每品種之絨長差異時，務須分析至每籽棉之曲線，而每籽棉所表示之均勻曲線，即代表該品種之均勻曲線，這是很顯明之事實。從前棉作育種家常將籽棉梳直而測量每品種之絨長；自推動式分樣機發明後，我們更可同時測驗長度相同之纖維量，方法上又進一步了。

由每籽棉所得之結果，可以造成明顯的特殊曲線；但合併同品種之千萬籽棉而測驗得之結果，則造成一種均勻曲線，足以代表該品種之特性。造成某品種之均勻曲線須有兩大原素：一，每種籽之遺傳性狀；二，環



第十八圖：單次測驗之印棉，美棉，海島棉之相對長度分配曲線與多次測驗平均之塞古棉曲線比較

境之影響。(按：此現象著者曾在棉作研究一書證明：天旱能減少纖維長度)。至於棉籽各部之纖維長度，亦有因養分及籽皮組織而差異，但生長於同一種籽的某部分之纖維長度則大致整齊，不過現時對於這點尚無充分研究，故暫從略。

三 纖維橫切面

絨長為極顯著之性狀，容易引起棉作學家之注意。不過從研究結果，較長度更有價值的性狀還有很多。(例如重量，粗細，橫切面等，)所以今後的研究工作，要

改變我們從前的態度。

纖維橫切面之形狀不一；在軟弱之纖維，則形狀歪畸；在粗硬之纖維，則形成橢圓，繼以中心管破裂。欲測量其直徑，須在中心管未破裂以前。破裂後所測量者爲之主軸 (Major axis)，亦即纖維寬度 (Ribbin width)，不是纖維直徑。又皮層厚度 (Wall-thickness) 之二乘數，即爲副軸 (Minor axis) 之值。例如世界最粗之緬甸棉 (Burmese Wagyi)，有主軸 27 u (0.027 公毛)，副軸 20 u 。(或曰皮層厚度 10 u) 最細之海島棉，有主軸 15 u ，副軸 10 u ，皮層厚度 10 u 。至於全橫切面之面積，最粗的約有 450 平方 u ，最細約有 130 平方 u 。又同是生長在一種籽上面之纖維之橫切面積，自 $50-500\text{ 平方 u}$ 之間。其變異度較世界各棉種比較之差異爲大。變異之原因：第一，由於纖維副皮層之生長不同；第二，由各原始細胞之直徑差別。

四 纖維量

纖維量常因長度而改變。但在規定長度之纖維，(例如長度一公厘之最粗之緬甸棉與最細之海島棉分別研究) 每公厘之纖維量 (Hair-weight per centimeter) 自 0.0036 至 0.0009 公毛。其值適與橫切面積符

合。由此可知世界各種棉花之細胞膜的密度(Density)必定互相類似。每根纖維成每品種之變異數，不能用天平直接求得，但橫切面積的變異數，可以明白表示。普通纖維約重〇.〇〇〇五公毛，粗絨則大於此數，細絨較此數為小。

五 纖維強度

纖維拉力(Breaking-load)與橫切面積有密切關係。所謂拉力，即一單位橫切面面積之緊張力(Stress per unit area of cross-section)，亦即假定標準纖維量之拉力(Breaking-load for standard arbitrary hair weight)。這種同重量纖維之拉力，約在八至二十之間(假定單位)。又皮層柔弱之纖維的橫切面積，常較堅強者為大。故此次測驗全世界最粗與最細棉花之拉力時，所得之結果為九至十六，比較纖維量九至三十六之變異數為小。至於每根纖維拉力之差異，常超過這個程度。在百根纖維之中，拉力測驗之平均數為五.五公分；但每根纖維拉力差異為一至十公分。其他如普魯棉品種(Rough Peruvian)等，甚至超過此數。

造成毳(Nep)之原始皮層(Primary wall)的拉力較副皮層(Secundary wall)之拉力為小。這種現象，在檢驗不同年齡

之棉鈴所產之纖維時，可以證明。年齡增加，纖維生長輪紋(Growth-ring)增加，拉力亦因之增加。故纖維抗力隨年齡及生長輪紋數目而增加。(成熟纖維之輪紋數目約為三十五)測驗的結果，茲編列如下：

纖維皮層組成物	抗力(公分)	每公厘纖維量(公毛)
原始皮層及原形質(年齡卅五日)	一.〇〇	〇.〇〇〇五〇
每生長輪紋(平均數)	〇.一四	〇.〇〇〇〇三
全皮層(年齡七十日)	六.〇〇	〇.〇〇一五〇
副皮層(原始皮層減去全皮層)	五.〇〇	〇.〇〇一〇〇

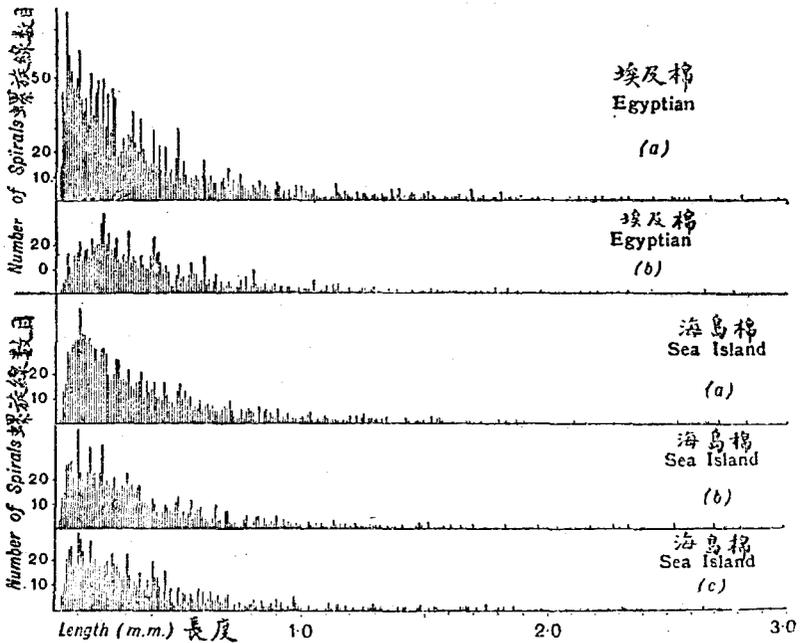
根據上表，可以求得長度一公厘，重量〇.〇〇一公毛(Milligram)之纖維之拉力如下：原始皮層拉力為二公分，副皮層為五公分，共計七公分。

六 纖維緊張力

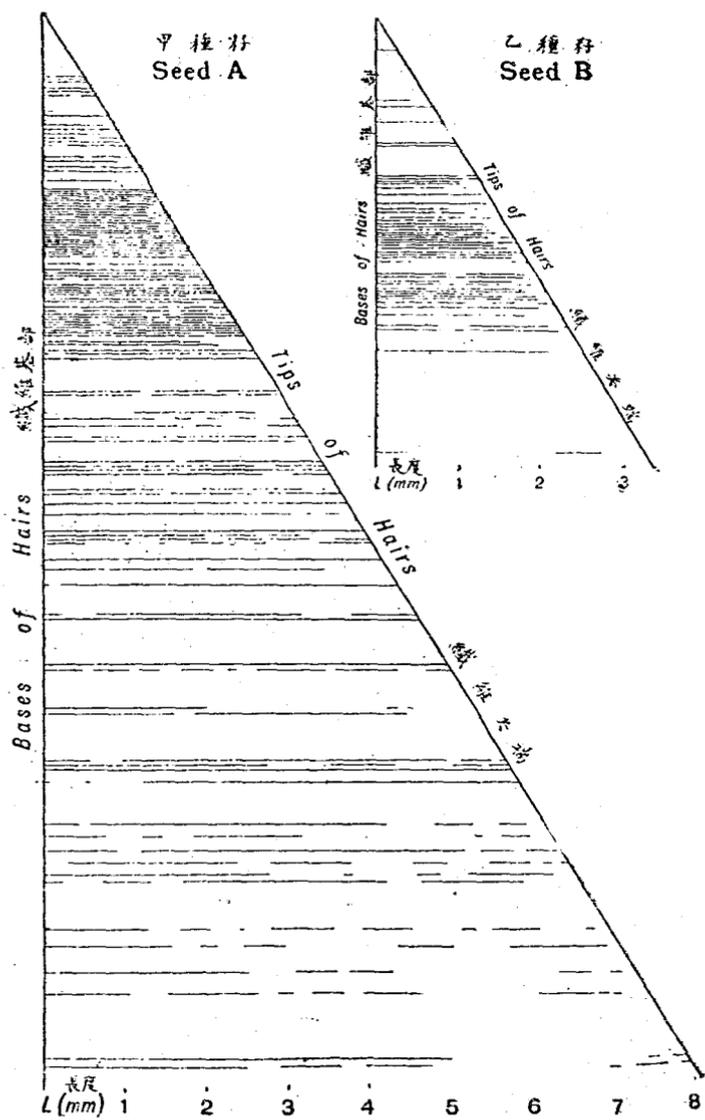
纖維緊張力，亦可由上表求得；但計算時須注意皮層之組織。纖維因皮層疏鬆，密度減低，比重雖高於水(一.〇〇)但較纖維素(一.五五)為小。(纖維素之比重，可用酒精排量法(Alcohol displacement)試驗證明之。)

七 螺旋線之轉繞次數

纖維表皮上面的線紋排列，形成螺旋狀態。其轉繞次數，因纖維長短而不同。短者每公毛 (Millimeter) 轉繞一次，長者〇轉繞二次為一二.七公毛。而兩螺旋線間之平均距離為〇.五公毛。普通短絨棉之纖維，螺旋線轉繞次數約有五十次。其結果所造成之次數曲線 (Frequency curve) 能表示螺旋線距離之變異數。其密集數之距離，僅在最初十分之一公毛內見之，數值較平均距離為小。



第十九圖：轉繞距離差異圖，(每品種試驗其同種子之纖維二十根)



第二十圖：螺旋線排列之差異圖

八 纖維撚度

纖維撚度與皮層厚度,螺旋線轉繞度兩性狀大有關係。皮層愈薄,螺旋線轉繞次數愈多,撚度亦隨之增加。根據測驗結果,平均每長度一公毛,約撚曲五次。換言之,每撚曲一次,計長 200 u , (按 u 或 $\text{Micron} = \frac{1}{1000}$ 公毛)假設纖維闊度為 20 u ,於是每次撚曲的長度為纖維闊度之十倍,但求得之密集數,還不到 200 u 。

第 五 章

棉纖維品質檢驗的方法

一 引 言

本章敘述檢驗棉纖維品質的各種方法，及研究纖維性狀對於紡織的關係。這種檢驗在目前還是一種新穎之知識，學者很少加以研究。將來各種檢驗方法漸趨完善，必可成爲棉業技術上的重要工作，補助品級鑑定之不足。

現用各種方法，曾經倫敦棉花研究所長久試驗，證明適當的方法，但其中缺點與困難之處尙多，現在同時紀述於后，希望學者加以指正和改進！

檢驗與試驗 (Testing & Experiment) 的主要區別，不在其所得之結果 (有時或得同樣結果)，而繫於時間因子

(Time factor)。檢驗室所用一切方法，務須臻善而無顯著之錯誤 (Insignificant error)；檢驗員亦當具有充分之科學知識及技術訓練，始可免除種種困難，減省檢驗時間。倘檢驗之後，發現結果的錯誤，則全部檢驗應重做一次；時間上，精神上，殊不經濟。故施行檢驗之前，當分配各部手續，需用之時間；預備需用之儀器，配好試藥，……使檢驗工作便利迅速。又利用自動的儀器，亦為檢驗之重要條件；由此可以免除技術人員觀察上或技術上之錯誤，而節省時間與精神，裨益甚大。

關於棉纖維檢驗儀器，至今尚屬缺乏。著者感覺最困難的地方，就是單個纖維的整理。現在我們測驗纖維時，祇有推動式分樣機 (Sledge Sorter) 一項。至於特種檢驗，除用手或拊整理纖維之外，別無他種改良儀器，可以代替。將來如能從儀器上改進，使計數 (Count)，稱重 (Weigh)，測徑 (Calliper)，屈曲 (Bend)，纖維之各種手續，皆如長度檢驗之便利，則檢驗效率必大為增加了。

二 棉 樣 之 選 擇

選擇棉樣，為施行各種檢驗之第一步手續，亦為錯誤之根源。現行之品級鑑定，其錯誤常由於取樣方法不

很適當，或取樣過少，不足以代表全部棉花。所以最新式之紡織工廠，特設棉花混合室一間；凡係品級鑑定或品質檢驗的棉花，一律在此室內混合均勻，然後採取棉樣。未經混合之棉樣，固然不能代表全部；就是經過混合作用而重新打包的棉樣，亦難代表全包。我們試用精密方法，試驗每棉包各部的棉花，自然知道這種差異了。所以我們檢驗棉花的時候，不但要採用適當的方法，且需真正的材料，方可得到正確結果。

各纖維的性狀 (Character) 差異很大，檢驗纖維的數目，也至少需要一百以上。例如拉力 (Breaking-load) 性狀，可以代表橫切面面積，緊張力 (Breaking-stress)，與輪廓整齊度 (Regularity of Profile) 等性狀。百根纖維之平均數，能包括自 0—100 之纖維，而差異率為百分之三十。換言之，良好棉樣中之纖維平均數，可列於自 90 至 110 範圍之內。故普通檢驗百根纖維，是很適當的數目。但在複雜情形之下，其數目宜酌量增加，庶可減少差異率。

從棉紗中取出之纖維，可用解絞機 (Unspinner) 將紗絞解成花條，然後採樣。這種棉樣既屬優良，(因棉花經過最後引棉機 (Finishing draw-frame) 時，已混合均勻。) 採

樣亦較容易。但採自棉鈴、軋花機、棉包、或堆棧的棉樣，務須經過下列方法處理，然後採用：先將採得之棉樣逐漸置於轉動之分樣機中，使各纖維混合及整理，造成長條棉樣；此時任取長條之一段，長約九吋，重約半公分，為檢驗材料；這半公分花條，約有纖維五萬根，即如在一包之中，任取五萬根之纖維為棉樣，這是很合理的方法。若不藉分樣機作用而使各纖維單獨採取，或用兩手扯出之棉樣，皆非良好棉樣；因所取出者均係較長，較硬，較粗，較重之纖維，不能代表全體。換言之，所採之棉樣，必須用再分方法 (Method of Subdivision)，採取代表樣棉才算真正樣棉。再分方法，現在解釋如下：將已採得的棉樣混合於一處，用手平均分成甲乙二份，由二份再分成四份，八份，十六份，而三十二份。再由甲份分成之十六份中任取一份；及由乙份分成之十六份中任取一份；兩份再行合併。如棉樣仍然太多，即依法再分至重量十分之一公分为止。然後取樣五份，共重半公分。由分樣機造成長條，並須反復十二次，(同時注意防免機器損傷纖維) 棉條於是整齊均勻，儘可分段切斷，每段長約九吋。試驗時任取一段為棉樣。

上述之再分及復合方法，對於取樣有很大幫助，不過事實上每有限制，但必須限制 (Limitation of Necessity) 與便利之限制 (Limitation of Convenience) 顯然不同，學者務須明瞭，凡屬科學的研究或試驗，必需絕對精確，特別注意微處；此點在棉花纖維檢驗，更為重要。因棉花纖維不易處理，採樣人甚感困難。我們為避免這種困難起見，務須實行這個再分方法。

三 主要的檢驗

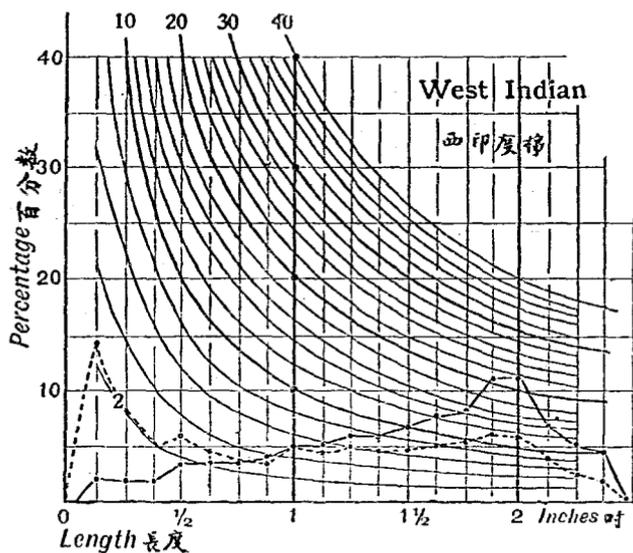
(一) 長度檢驗 自分樣機 (Sledge Sorter)——按此機係兩機之合稱，一用為整理棉條，一用以引放纖維於鵝絨之上。(參看插圖)——發明與改進之後，檢驗纖維長度較他種檢驗完備多了。大凡關於纖維長度之知識，而不表示每根纖維長度者，例如次數分配表 (Frequency distribution) 價值甚小或完全錯誤。

嘗有以手移動纖維於紙尺上，而測定每根纖維長度者，但所得結果，不甚正確。亦有安置纖維於純黑色棉絹鵝絨上，而用精細公尺 (Meter) 度量者，結果亦如是。纖維長度差異，不是常常可以知道，為求得精確之結果而免除空中溫濕度之變遷影響起見，其檢驗次數須超過

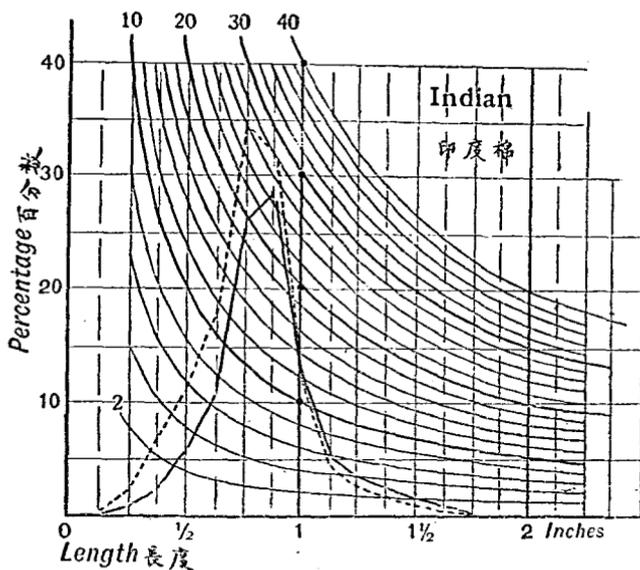
一千以上，然後計算其平均數。所用之棉樣，亦須準確而能代表全部。

上述之純黑色棉絹鵝絨，為纖維試驗室重要用具之一，必須設備。我們使用時，順着絨絲的方向，鋪鵝絨於稍傾斜之棹上。凡逆着絨絲方向而引拖之纖維，皆逗留於鵝絨。不用時可順着絨絲方向掃去，不感絲毫困難。測量時須引強光射在鵝絨之上，鵝絨為黑色背景，各纖維因反光作用，顯然可見。由此可以減省檢驗者許多觀察錯誤，增加正確程度不少。所以自從採用鵝絨以後，檢驗纖維的方法就大大改良了。

利用分樣機以檢驗纖維長度，在三分鐘內可以測量一千根以上。凡纖維已由分樣機引拖而逗留於鵝絨之上，各纖維根據其本身之長度，先後逗留於一定的地位。於是觀察鵝絨上纖維分配的位置，就大概知道每段花條之組織了。不過為精確起見，將全部棉纖維分成多段，例如：一吋，十六分之十五吋，十六分之十一吋，……每段逗留之纖維，收集於一處，並以精確天平秤之。已得每段之結果，化成百分數，而繪成曲線表示之（參看第二十一、二十二兩圖）



第二十一圖：西印度棉纖維長度率



第二十二圖：印度棉纖維長度率(繪於單線紀錄圖內)

用爲檢驗材料之花條，長約九吋，重量不得過半公分。如纖維細長者，可酌量減少重量。檢驗時取花條捲入分樣機內，然後逆着絨絲方向將機推前。每次推機起點與終點，均在固定地位；推機次數以二十次爲最適當，過多徒費時間而已。

普通每次檢驗，需時約三分鐘；如同時施行纖維量檢驗，即將鴉絨上各段之纖維秤過，計算結果，畫成曲線表等工作，約需二十分鐘。全部檢驗工作，（包括取樣，預備，試驗等工作，）亦不過一小時。

表示結果之方法有二：一爲重量百分率（Percentage weight），一爲數目百分率（Percentage number）。兩者比較，各有其特殊之效用。纖維量曲線（Weight-curve）在工業上的效用，較纖維數目曲線（Number-curve）爲大；欲求得千餘纖維之結果，亦較迅速。數目曲線在研究纖維拉力時，其效用較前者爲重要。不過計數纖維的數目，與改變儀器的工作，不很容易，而長度在一公厘以內之纖維量平均數與每根纖維長度差異，亦不是重要的原素。

改變重量次數表（Weight-frequency）爲數目次數表（Number-frequency）是很便當的事；若用單線紀錄圖

(Monograph)表示結果,更可以免除一切改算工作,爲我們最需要的簡便方法。

關於用分樣機所產生之錯誤,亦有數點(如纖維排擠錯誤 *Hair displacement error*)。不過這種錯誤,不是顯著,影響於結果也很少。

(二)纖維闊度,皮層厚度,及橫切面積檢驗 這三種工作在纖維檢驗上不屬重要,況且檢驗纖維量時,可以求得較正確之結果,故將三者合併敘述於此。

選用之纖維雖然適當,但由纖維寬度與皮層厚度檢驗結果而計算其橫切面積時,其錯誤仍然顯著。又藉顯微鏡放大攝影,或放大描寫繪圖 (*Micro-photograph or Camera lucida drawings*),亦非完全可靠。因切片時,纖維易於歪曲,使切片各部不很均勻。

纖維切片,舉行甚易。先將少許動物膠 (*Celloidin*) 溶解於凹形試碟內,然後投數根纖維於其中。五分鐘後將溶解之動物質傾出,再加入溶解之石臘 (*Paraffin*)。冷卻後,用切片機 (*Microtome*) 切成薄片。

在普通試驗室內,祇可在顯微鏡下測定纖維中部寬度及皮層厚度。檢驗纖維數目,以一百根爲最佳。測定

闊度的方法：將纖維浸入水中，使溫度保持不變，在顯微鏡下觀察之。顯微鏡筒內宜事前添入顯微尺(Micrometer)一具。檢驗皮層厚度與檢驗闊度不同；如觀察時浸入水中，則皮層厚度增加，與原有厚度差異一倍以上。又因複折光作用，使纖維皮層與中心分界之處不甚顯明，觀察不易。檢驗皮層厚度所用之浸液的折光指數，須與檢驗闊度所用者相同。測量纖維中心管之闊度所得結果，減去纖維輪廓闊度所得之差，以二除之，即為皮層厚度。

由纖維闊度與皮層厚度計算橫切面積，須依據下列公式： $2w(r-2w) + \pi W^2$ ；此公式在今日可稱為較完美之公式。但改算結果，仍有五%之錯誤。用此公式計算時，如能同時將同一纖維之各部分的切片測驗，以求得平均面積，並可藉以比較，則計算結果之錯誤率自然可以減少。

未破裂之細胞的直徑，可由上述結果求得。計算方法：假設兩個連接之半圓周而求出細胞圓周之值，亦即未裂之前的細胞直徑。最近哈蘭氏更發明直接測量纖維闊度（經苛性鈉浸透膨脹後）亦得同樣之值，這又進

一步的改良了。

(三) 纖維量檢驗 由容量而測驗纖維之細度 (Measuring fineness by volume) 所得結果,不是十分正確。前文曾經說過。可幸者,我們還有由纖維量而檢驗細度的方法,所求得結果,固然較前法為精確;檢驗手續與時間,亦節省不少。

由纖維量而檢驗細度的方法,最初著者用於檢驗每籽棉之纖維數目(在研究花衣百分數時)經多次比較研究結果,證明纖維量檢驗在紡織上較其他任何檢驗為重要。若求得結果以後,再行試驗纖維拉力,就可以決定棉紗之優劣了,其效用可想而知!

本章所引用之纖維量係同長度各纖維之重量,而以每公厘之公毛數表示之。其意義與棉紗支數(Count)相同。(按棉紗長度八百四十碼,重量一磅,稱為一支;八百四十碼之二倍,重量仍為一磅,稱為二支;餘類推。)

纖維量次數分配表(Frequency distribution),對於紗纈有相當關係;但至今還沒有適當方法去決定纖維量次數分配表。下面敘述之方法,祇可表示此性狀之相當數值,不是絕對正確的。

檢驗的時候，藉顯微鏡放大而計數纖維數目，因此而避免肉眼觀察上之錯誤，在規定不變之溫度內，藉柯氏精密天平——能表示重量百分之一公毛——而得最精確之結果。此法經數載試驗，逐漸改良。全部手續所需時間(包括檢驗，計算等手續)約十五分鐘。

由這個檢驗方法所得之結果互相比較，其加減或差(Plus or minus probable error)不及百分之二。這種正確程度，在纖維檢驗技術上，已屬難能。其原因在多數纖維檢驗結果的平均數，使差異逐漸減少。

(四)拉力檢驗 單獨檢驗拉力一項，對於決定棉紗品質的效用甚小。但比較前述各種檢驗時，「拉力性狀」是很重要的。拉力係由某支數之棉紗之橫切面內所含之纖維數目決定之。再由既得之結果，(檢驗拉力之結果)而計算棉紗之最大強度(Maximum strength)與單纖維強度(Intrinsic strength)。

測驗拉力的時候，應該注意兩點：一要達到纖維性狀之最大變化性(Max. variability of hair properties)；一防免任意採取棉樣(Unconscious selection of samples)之危險。兩者所產生之錯誤，以後者為最大。因採取堅硬纖維，常較脆

弱者爲易。欲避免這些錯誤，最好利用分樣機方法整理棉樣。

自拉力測驗機改爲連轉式以後，各地棉花研究室莫不採用此機。測驗之纖維約長一公厘；需要時間，每測驗纖維一根，約需二秒鐘。

連轉式纖維拉力測驗機使用時，平圓齒盤自動交替轉動，頗稱便利；每次可插入纖維五十根，每根測驗完竣，再次試驗第二根。一人使用一機，可於四十五分鐘內，將五十根完全測完。如此依法測驗，須至一百根爲止。（參看插圖及註釋）

測驗多數纖維平均數的方法，除上述幾種之外尚有棉紗斷力測驗法（Impact method）（按此法係由測驗時使棉紗斷折所需之力而計算纖維拉力。）此法舉行便利，時間節省；但現時正在研究中。

（五）纖維撚度檢驗 根據過去研究結果，纖維撚度（Convolutions or twists）多少，對於棉紗品質無直接關係與效用。但將來研究其間接效用時，或能發現相當價值，亦未可料。（對於棉紗滑度或有關係）所以現時提出論之，以供學者參考。

撚度測驗可與寬度測驗同時舉行，藉低倍顯微鏡觀察之。在規定長度之纖維一百根，計數其中部撚曲次數，紀錄於表上。為便利起見，事前宜在顯微鏡鏡筒內配置一長方形孔隙，規定觀察之範圍。

(六) 滑度測驗 在纖維檢驗技術上，因前時還沒有適當方法，求得一根纖維與臨近之纖維之摩擦係數 (Coefficient of friction)。一九二五年當著者研究棉紗中各纖維互相關係時，無意中發現纖維滑度性狀，所以現在敘述纖維品質檢驗時，仍包括在內。

欲施行纖維滑度檢驗，事實上很不容易；就是檢驗一根纖維擦過清滑玻璃時，亦感種種困難。因纖維接觸玻璃面時，其表皮一部分之臘質，已遺落玻璃面上；玻璃面上既不清潔光滑，第二次測驗時，當然不能正確。若求纖維間互相之磨擦力，雖然比較容易，但測驗時所施用之壓力，仍難平均節制。

現今測驗纖維滑度，祇有一較完美的間接方法。此法在手續上雖然改良不少，但檢驗時仍感不便。花條由紡機取出，配置於柯尼氏測驗機 (O'Neill tester) 上，於是使機內裝置之水，漸次移出，增加花條緊張力。花條之上

端，掛在精確之象形平天鈎上；花條因受張力的緣故，撚曲完全伸直。此時觀察天平上之指針，即可知花條之滑脫力(Slipping-load)。所得結果，再以花條橫切面之纖維數目除之，即得每根纖維之滑脫力。

每次檢驗之花條長度為十公厘，測驗次數以二十次為最適當，由此方法可得精確之結果。將來如能利用氣孔作用測驗計(Porometer)接於花條橫切面，則檢驗滑脫力的手續及時間，自然較現用方法為便利。

四 次要的檢驗

除上述各種主要之纖維檢驗外，尚有四種次要之纖維檢驗。此等檢驗在目前雖屬次要，但將來如能改進檢驗方法及發現這些檢驗的效用時，或有相當價值，亦未可知。現在為完備起見，特將這些檢驗方法之主要各點略述如下：

(一) 滑脫螺旋線 檢驗纖維表皮之滑脫螺旋線(Slip-spiral)可與纖維皮層厚度檢驗同時舉行。利用高倍顯微鏡，配置適當光線觀察之，則纖維之滑脫螺旋線一一顯然可數。檢驗者就顯微鏡下之觀察範圍，計數每根纖維之滑脫螺旋線數目，而依次紀錄之。檢驗纖維之

次數至少一百，並須求得其平均數，方可避免顯著之錯誤。

(二) 比重 棉花之纖維皮層與他種纖維素稍有不同。前者形成海綿狀態，較後者為鬆，其比重亦為小。欲由纖維橫切面積而求得其密度，結果不甚準確。故需用比重器，另行檢驗纖維之比重。在過去數載內，著者曾發現棉花纖維密度因品種而有顯著差異，可是根據最近研究結果，則證明互相符合。即有差異，亦極細微，大概自一.〇〇(水)與一.五五之間。

(三) 彈性 檢驗彈性 (Elasticity)，至今尚無完美方法。測驗單根纖維時，尤為困難。將來欲求方法改進，須發明單根纖維衡量之天平，方為正確。

(四) 柔韌性 關於纖維柔韌性 (Flexibility) 測驗的方法，曾得史氏 (E. P. Slater) 由研究而發明。但在普通情形之下，這種測驗儘可刪去；因纖維細度已包含柔韌性之數值。

五 尾 語

本章祇將主要與次要各種檢驗方法，分別敘述，對於纖維與濕度(水分)關係，似乎完全忽略。忽略原因有

二：一，纖維與水分之關係，已有專篇論之，二，錯誤之來源，除測檢方法外，尚有材料本身之差別，及採樣方法之不適當。故空中溫濕度高低之影響，不過是很小部分，不甚重要。將來各種方法逐漸改良，達到極精密程度時，溫濕度亦宜實行節制。

附 錄——註 釋

(一) 推動式分樣機 此機概分爲二部。(參看插圖乙)立於圖之後者棉樣整理機,將錯亂之纖維整理爲舒直並列纖維所組成之花條;立於圖之前者爲纖維分放機,將已整理之纖維按其長短先後遺落於黑色鵝絨之上。(按鵝絨固定於桌上,鵝絨兩旁更配置布尺。)但每次推動起點與終點,均須在固定地位。推動至二十次後,用拊將假定部位內之纖維集合,以象形天平秤之。由此測驗某品種纖維之長度外,更可求得其整齊度。測驗結果之準確度由下列三原則決定之:一,纖維之舒直與並列。二,收集纖維——已分放於鵝絨之纖維——之迅速與完備。三,避免纖維排擠作用。吾人測驗時如能完成此三點,即可求得理想的正確結果。

(二) 連轉式纖維拉力測驗機 此機(參看插圖

甲) 爲測驗單纖維拉力最完備之儀器, 使用便利而省時, 故各棉花試驗室多採用之。圖中直豎者爲拖柱, (拖柱爲自動反聯轉機所節制) 拖柱附有擺針, 可上下動作, 針端有一細小之下垂絲線, 於測驗時自動接連齒端之纖維, 機前爲齒形平圓盤, 而每齒有一開孔, 能配置纖維一根, 全盤計五十八根, 每次測驗一根, 所得結果自動紀錄於鋸齒形之平圓盤上, 三十分鐘後即可完竣。試驗之纖維長度規定爲一公厘 (1 cm), 測驗次數亦宜在一百次以上。

(三) 纖維量測驗法 求得同長度 (一公厘) 之纖維量對於計算纖維強度有極大關係, 因後者係由其纖維量之拉力表示之。測驗方法用放大鏡數出百根纖維, 以銳利刀片切去纖維兩端, 僅留中部二公厘 (2 cm.)。——最近亨顯克氏發明以二塊平滑玻璃夾實纖維中部, 而燒去纖維兩端。——並以其中之一根纖維紮成一束, 掛於顯微天平鈎上, 而秤得百根纖維之重量, 然後計算一公厘之每根纖維量。

(四) 氣孔作用測量計 此計爲 F. Darwin. 所發明, 用以測量植物葉氣孔之作用; 嗣乃在節制溫濕度之下, 用

以測量並列纖維——花條——橫切面之變異，由測得結果可繪成輪式曲線。繼波爾士氏更做此計造成氣孔作用紀錄器 (Stomatograph)，用以測驗纖維橫切面對於不同溫度之反應，而求得其時間曲綫。二者均為簡單儀器，能獲極正確結果。

(五) 巴安二氏法 本法原為 Barr 與 Anderson 二人所發明，用以測量玻璃管內徑（於同折光指數溶液內）。後經 亨顯克氏 更改，將纖維浸於靛油 (Aniline) 與二甲烷 (Xylol) 混合溶液內，然後在顯微鏡下以偏光柱分析之單色光觀察之。俟纖維與溶液折光指數相等時，中心管則明顯可見；由此而測量纖維內徑。但原始皮層與副皮層之厚度不同，折光指數亦有差異，故觀察時頗感困難，此為本法待解決之一點。

(六) 麥氏製棉法 麥氏 (Mercer) 最初使用此法，故名。法將原棉浸於苛性梳打溶液內，經過相當時間，纖維皮層因受鹼之作用，而增加厚度與光澤。經此法處理之棉花，稱為絲光棉。

(七) 顯微尺 新度制以公尺為單位，最小僅能度量至一公毛（即千分之一公尺）；若在顯微鏡下之物體，則

須採用顯微尺配置於顯微鏡筒內測度之。顯微尺之單位爲 Micron, 而以 u 表示之, 每 u 合千分之一公毛。

(八)紡績試驗 本試驗之主要目的, 在求得某種棉花之紡績率及棉紗強度, 其次, 棉紗各種性質亦可次第比較之。簡單之紡績試驗, 如有理棉機及紡錘各一具即可舉行; 但試驗時須在節制溫濕度之室內, 免受環境變化影響。試驗結果之效用甚大, 對於育種者與紡績廠尤爲重要。至於詳細試驗方法, 請閱紡績試驗指南 (Handbook of Spinning Tests for Cotton-Grower.)。

(譯者爲簡明起見, 僅就個人所知選擇數種名詞解釋如上; 如有未盡之處, 甚望選讀下列參考書爲盼!)

重要參考書

- Adderley, A., "Clinging Power of Cotton Hairs" J. Text. Inst. 1922.
- Anderson, J. S., and Barr, G., "Two New Methods of Measuring the Internal Diameters of Transparent Tubes" J. Sci. Instruments, Vol. I., 1923-4.
- Balls, L. W., "A Method for Measuring the Length of Cotton Hairs," MacMillan Co., London, 1921.
- Balls, L. W., "Analysis of Agricultural Yield." Part III. p. 174. Phil. Trans Roy. Soc., B, 352
- Balls, L. W., "The Development and Properties of Raw Cotton" MacMillan, London 1921.
- Balls, L. W., "Handbook of Spinning Tests for Cotton-growers," MacMillan, 1920.
- Balls, L. W. "Weights & Measures of Cotton-Hair" Emp. C. G. Rev., 1925.
- Brimley, R. C. "Absorption of the Vapours of Various Liquids by Cotton," Nature, Vol. C XIV., 1924, p. 432.
- Coward H. F., "The Efficiency of Centrifuge for Removing Surface Liquid from Cotton Hairs," J. Text. Inst., Vol. XIV., 1923.
- Darwin, F., "On a New Method for Estimating the Aperture of Stomata," Proc. Roy. Soc., B, 1912.
- Denham, H. J., "The Structure of Cotton Hair"
- Harland, S. C., & Clegg, G. G., "A Study of Convolutions in Cotton-Hair," Jour. Text. Inst. XV., 1924.

- Hartshorne, W. D., "The Moisture Content of Textiles and Some of its Effects," *Trans. Amer. Soc. Mech. Eng.* Vol. XXXIX., p. 1073, 1917.
- Irvine, J. C., "The Constitution of Polysaccharides: Part VI, The Molecular Structure of Cotton Cellulose," *J. Chem. Soc.*, T, 1923, p. 123; 518.
- Keen, B. A.; Oden, S.; Crowth, E. M. and Coutts, J. R. H., "A Automatic and Continuous Recording Balance," *Proc. Roy. Soc.*, A, 1924.
- Masson, O., "On the Wetting of Cotton by Water and Water-vapour," *Proc. Roy. Soc.*, Vol. LXXIV., 1904.
- McBain, W., "Method for the Study of Soap and Fibres," *J. Chem. Soc.*, Vol. 119, 1921.
- Schlossing,——., "In Societé d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, Paris, 1893.
- Slater, F. P., "A Sensitive Method for Observing Changes of Electrical Conductivity in Single Hygroscopic Fibres," *Proc. Roy Soc.*, B, 1924.
- Trouton, F. T. "The Vopour Preasure in Equilibrium with Substances Holding Varying Amounts of Moisture," *Proc. Roy Soc.*, A, 1906.
- Williams, A. M., and Urquart, A. R., "The Moisture Relations of Cotton (iii) The Effect of Temperature on the Absorption of Water by Soda-boiled Cotton," *J. Text. Inst.*, Vol. XV., 1924.

譯 名 對 照 表

Absorbent cotton, 脫脂棉	Carbonization, 炭化作用
Absorption, 吸收作用	Caustic soda, 苛性鈉
Absolute length, 絕對長度	Cell, 細胞
.....percentage, 絕對率division, 細胞分裂作用
Acetic acid, 醋酸wall, 細胞膜
Acetone, 木醇	Cellobiose, 纖維糖
Adsorption, 吸着作用	Celloidin, 動物膠
.....Mono-polar-, 單極吸着作用	Cellulose, 纖維素
.....Tripolar-, 三極吸着作用purification, 纖維素淨法
Alcohol, 酒精	Centimeter, 公厘 (釐)
.....Displacement method, 酒精排量法	Centrifugal force, 離心力
American cotton, 美棉	Chance of error, 錯誤機會 (錯國)
Arbitrary unit, 假定單位	Character, 性狀
Arizona-Egyptian cotton, 亞利桑那埃及棉	Characteristic, 特性
Array (range), 級數	Class, 組
Baer sorter, 裨氏分樣機interval, 組距
Balance, 天平limit, 組限
Bale, 棉包	Conductivity, electric, 傳電性
Boll 棉鈴	Convolution, (twist) 撚曲
Bending of hair, 纖維屈曲	Co-efficient, 係數
Breaking-load, 拉力	Cotton, 棉
..... stress, 緊張力 breeder, 棉作育種家
Burmese cotton, 緬甸棉crop, 棉作
Calliper, 測徑 sample, 棉樣
Capillarity, 毛細管作用	Count, 支 (用於棉紗)
	Cross-section, 橫切面
sectional area, 橫切面積

- Curve, 曲綫
 Cyclic-, 輪轉式曲綫
 Log-, 對數曲綫
 Number-, 數目曲綫
 Time-, 時間曲綫
 Weight-, 重量曲綫
 Cuticle, 表皮
- Dehydration. 脫水作用
 Density, 密度
 Depressant factor, 下降因子
 Depositing process, 沈積作用
 Deviation, 偏差
 Dimension, 體積
 Domino-shape unit, 磚形單位
 Drag, 扯
 Dry weight, 乾量
- Egyptian cotton, 埃及棉
 Elasticity of hair, 纖維彈性
 Environmental factor, 環境因子
 Epidermis, 外皮
 Equilibrium, 平衡
 Error, 錯誤
 in spinning test, 紡紗試驗之錯誤
 of hair displacement, 纖維排擠之錯誤
 of measurement, 測量之錯誤
 Experiment, 試驗
- Fibril, 纖維絲
 Fineness, 細度
- Flexibility, 柔軟性
 Frequency, 次數
 curve, 次數曲綫
 distribution, 次數分配表
 Fungus (fungi), 真菌
 Fuzz, 籽毛
- Glucose, 葡萄糖
 Grader, 品級鑑定專家 (棉鑑家)
 Grader's strength, 棉鑑家之強度
 Grading, 品級鑑定
 Gram, 公分 (克)
 Growth-deposit, 生長沈積
 Growth-ring 生長輪紋
 boundary, 生長輪紋界
- Hair (fibre), 纖維
 diameter, 纖維直徑
 dimension, 纖維體積
 number, 纖維數目
 strength (Intrinsic strength), 纖維強度
 weight, 纖維量
- Heredity, 遺傳
 Humidity, relative, 相對濕度
 Hydration, 加水作用
 curve, 加水曲綫
- Impact test, 棉紗斷力檢驗
 Indian cotton, 印度棉
 Individuality, 個性

- Iso-refractive liquid, 半折光溶液
 Kink, 扭曲
 Leakage rate, 滲水率
 Length of hair, 纖維長度 (纖長)
changes in, 纖維長度之改變
 growth in (length-growth), 纖維長度生長
 measurement of, 纖維長度之測定
 Length of staple, 絨長
 Lint, 花衣 (皮花)
percentage, 衣分
 Long staple cotton, 長絨棉
 Longitudinal section, 縱切面
 Log conductivity, 傳電性對數
 Log curve, 對數曲線
 Magazine hair-break tester, 連續式纖維拉力測驗機
 Masson effect, 墨氏影響
 Measurement, element of, 測量要素
 of fineness by volume, 由容量測定之細度
 Mean, 均數
 Median, 中數
 Mercerization, 麥氏製棉法
 Mercerized cotton, 絲光棉
 Method of subdivision, 再分方法
 Micellae, 纖維絲體
 Micron (u), 微米
 Micrometer, 顯微尺
 Microtome, 切片機
 Microscopic structure, 顯微構造
 photograph, 顯微鏡攝影
 Microscopy, 顯微鏡學
 Millimeter, 公毛 (耗)
 Mineral salt, 礦質鹽
 Mode, 密集數
 Moisture content, 含水量
 Molecular arrangement, 分子排列
 association, 分子重合作用
 property, 分子性質
 weight, 分子量
 Mono-chromatic light, 單色光
 Monograph, 單線紀錄圖
 Naps (Neps), 疵
 Normal sorter curve, 均勻分樣曲線
 Normal value, 常值
 Nicol prism, 偏光柱
 Nitro-benzene, 含氮烴
 O'Neill tester, 柯尼氏檢驗機
 Out-turn percentage (Ginning %), 軋花率
 Paraffin, 石臘
 Phase, 象
 boundary, 象限
 Plant physiology, 植物生理學
 Plush, 鷓絨
 Picking, 摘花
 Pit spiral, 孔紋螺旋線

Polarized light, 偏光
 Porometer, 氣孔作用測量計
 Primary wall, 原始皮層
 Probable error, 或者
 Property of yarn, 棉紗性質
 Protoplasm, 原形質
 Pseudo-crystal, 假結晶體

 Qualitative method, 定性法
 Quantitative method, 定量法

 Radial alignment, 輻射直線
 direction, 輻射方向
 Relative length, 相對長度
percentage, 相對率
 Raw cotton, 原棉

 Secondary wall, 副皮層
 Sampling, 採樣
Error of-, 採樣錯誤
 Sea Island cotton, 海島棉
 Seed coat, 種皮
 Seed cotton, 籽棉
 Single hair weighing, 單纖維秤法
 Sigmoid curve, S形曲線
 Sledge sorter, 推動式分揀機
 Slip spiral, 滑脫螺旋線
 stress, 滑脫張力
surface, 滑脫面
 Slipperiness of hair, 纖維滑度
 Slipping-load, 滑脫力

Silver, 花絲
 Size, 長闊
 Source of error, 錯誤來源(錯誤)
 Specific gravity, 比重
 Spiral fibril, 螺旋纖維絲
 Standard of staple length, 絨長標準
 Statistical analysis, 統計分析
 Stiffness to bending, 抗屈性
 Stomatograph, 氣孔作用紀錄器
 Subjective error, 主觀錯誤
 Super-sakel cotton, 超等塞古棉

 Tangial direction, 切線方向
 Testing, 檢驗
 Time-factor, 時間因子
 Transverse-resistance, 橫面抗力

 Uniformity, 整齊度
 Unit, 單位
component, 單位組合物

 Variability, 變異性
 Variable, 變異數
 Volume, 容積

 Wall-thickness, 皮層厚度
 Width-growth, 闊度生長
 Weigh, 秤重
 Weight, change in, 重量變化

 X-rays, X線

本 局 出 版 物

書 目	定 價
英美桐油事業發展之狀況	林天驥譯 五 角
檢驗桐油之方法(英文本)	林天驥著 壹元五角
棉花品級鑑定學	王善佐譯 六角五分
棉花品質之研究	黃培肇譯 三 角
桐油檢驗淺說	林天驥著 三 角
棉花檢驗淺說	二 角
棉花水份檢驗的政策和方法	一 角
棉花摻偽的弊害	一 角
工商部漢口商品檢驗局檢驗叢刊 第二期 非賣品(停版)	
實業部漢口商品檢驗局檢驗叢刊 第一期 非賣品(停版)	
實業部漢口商品檢驗局檢驗年刊 第一期	壹元五角

棉花品質之研究

二十一年四月出版

◆◆每册定價大洋三角◆◆

原著者 W. L. Balls.

譯述者 黃培肇

印行者 實業部
漢口商品檢驗局

代印者 中華印務公司

