Journal of the Hwa Gang Textile
ISSN 1025-9678

竹節紗粗節外部結構之研究

The Study of External Structure with Slub Yarn

謝銘聰[1]，邢文灝[1]，李忠憲[2]
M. T. Hsieh[1], W. H. Hsing[1], Z. X. Li[2]
[1]中國文化大學紡織工程學系
[2]大東紡織股份有限公司
[1]Department of Textile Engineering, Chinese Culture University
[2]Tah Tong Textile Co., Ltd.
謝銘聰：human0802@hotmail.com

摘要

本研究探討先在 200 倍率下量測竹節紗直徑，粗節在內外直徑量測下平均直徑皆大於理論範圍值，做內直徑使正常部位的平均直徑下降，細節部位在內外徑下皆大於正常部位的理論值，在量測中撚紋邊界不清且粗節有被毛羽遮蓋的現象。當放大至 500 倍量測後，粗節部位的外直徑在理論範圍值，而內直徑卻小於理論範圍，正常部位則是在內徑量測下為理論的 1.04 倍，細節在內直徑則是小於正常直徑，但粗節部位的外直徑變異值過大，以取中值後其變異率降低，但平均直徑卻低於粗節的理論範圍最低值，比較分析不均勻度振幅曲線圖後，細節量測直徑未低於-50％部分均未被統計。

關鍵字：竹節紗、粗節直徑、毛羽

Abstract

The slub yarn diameter measured at 200 magnification. The average diameter of thick place is larger than the theoretical range. However, the average diameter of the normal place decreased. The theoretical values of the thin place are larger than the theoretical values of the normal place. In the measurement, the boundary of twist lines is not clear and the slub covered by hairiness. Used by magnification to 500 magnification, the outer diameter of slub is within the theoretical range. The inner diameter is smaller than the theoretical range, and in the normal place have 1.04 times of the theoretical value under the inner diameter measurement. The inner diameter of the thin place is smaller than the normal diameter. However, the variation of the external diameter of the thick place was too large the mean diameter, and was lower than the theoretical range of thick place. By obtaining the Uster tester tested curve, it found that many thin place less than 50％ have not measured.

Keywords: Slub Yarn, Thick Place Diameter, Hairiness

前言

在紡紗生產中時常會有竹節疵點出現，其形成原因是於紡紗過程中前羅拉速度或握持牽伸力變化所致，造成紗會有粗細不均勻，及粗節部分因撚度小而有毛羽蓬鬆雜亂等現象問題，使紗線局部會出現直徑不均勻，形成類似竹節一樣的凸起產生竹節疵，從而影響織物的質量，但亦可增大前羅拉瞬間轉速變化條件，達到粗節外觀明顯的花式紗效果[1]。

紗廠常以不均勻度試驗儀測試紗支的不均勻度值及紗疵，量測紗直徑振幅變異率，檢測粗、細節、棉粒、毛羽等數據，再統計至少 1000m 以上長度的數據值，繪出振幅與週期波長之波譜圖，包括疵點的數量值[2]。然而竹節紗本身變異率高，在不均勻度試驗儀儀器檢測時，數據變異係數值也高，電容偵測器在其中不均勻蓬鬆雜亂有毛羽量測直徑中，數據亦有較大的變異。另一種用 CCD 觀測研究，透過固定移動下，將毛羽灰階化來觀測其實心直徑，分析其變異係數[3]。

本研究主在探討竹節紗在透過顯微鏡 200 及 500 倍率觀測下，連續量測實心內徑和包含毛羽外徑的兩種外觀直徑方法，並與不均勻度儀器的檢測數據進行比較，從中分析顯微鏡觀測直徑值範圍與不均勻度儀器的差異，與理論直徑值做一比對分析。

理論

竹節紗指有不同規律改變牽伸裝置的牽伸倍數，使牽伸裝置輸出的粗節細節，形成粗細不均勻的紗條，因為節粗與節細長度變化長度明顯，導致形成紗線不勻及粗細節等紗疵，如圖 1 所示。

圖 1 竹節紗示意圖

電子流(光電量測)法

當紗線試樣以一定的速度進入兩平行金屬板組成的電子流電容器時，會使電容器的電容量增大，當紗線連續通過電容器電極板間時，電容器的電容量也相對應的紗線直徑粗細大小的變化，將電容量測量變化，轉成電量變化，即可得到紗線密度的不勻勻度值，數值愈大表示紗直徑愈不均勻， 電容器量測如圖 2 所示[6] [7]。

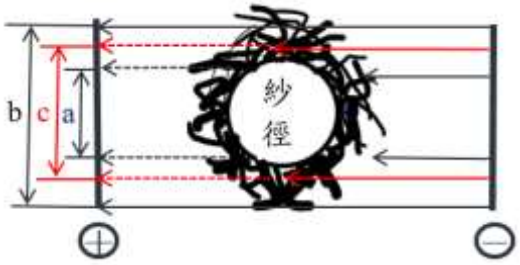


圖 2 電子流示意圖 a 為不可貫穿部分;b 為可貫穿部分;c 為可能貫穿部分

不均勻度測試振幅曲線圖

不均勻度曲線圖是隨著時間的變化紗條的品質變化曲線。縱坐標表示紗粗細直徑上下限百分比變化程度，橫坐標為時間或紗線的試驗長度，它包含了測試紗線的直徑變化數據變異資訊，反映了紗品質變化情況，同時可做量測平均 1000m 瑕疵數量的統計，如圖 3 所示[5]。

不均勻度表示檢測數值有 U%和 CV%，主要是評估 CV%，或以 U%測試，但有長週期的支數變異情況、頻繁的粗細節長度變化多，CV%相較 U%對缺點的顯示更為敏感且精準度較高，若於常態分配下計算，可以公式 CV%≒1.25U%得出近似數值。

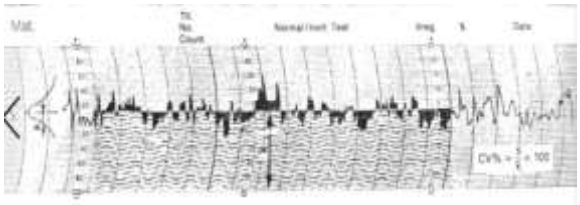


圖 3 不均勻度測試振幅曲線圖

毛羽檢測

採用投影計數法進行紗線毛羽測定儀器，是將光敏元件依據設定的毛羽檢測長度，調整到距離紗線的相應投影長度位置，紗線以恒定的速度通過檢測點，光敏元件會對紗線移動中 LCD 光束被毛羽遮斷的次數進行統計，即可獲得紗線毛羽的毛羽指數[8] [9]。

毛羽檢測

支數與丹尼數 $\mathbf{D \times Ne(S) \cong 5315}$

密度(ρ) $= \frac{5315/Ne}{r^2 \times \pi \times 900000}$ (g/cm^3)

設定純棉比重 1.52，Ne 27.2 依公式計算其平均直徑（2 r）為 0.1349mm。

實驗

實驗材料

100%COTTON，粗紗 280 gr/30 yd，環錠牽伸 30.46 倍，撚係數 3.546，紡製成細紗 Ne 27.2。

實驗儀器

(1). X-CAM05 數位顯微鏡，倍率 200 倍。

(2). Supereye 數位顯微鏡，倍率 500 倍。

(3). 環錠細紗機。

(4). Uster tester 3 均勻度試驗儀。

(5). 竹節紗粗節直徑倍數設定，如表 1 所示。

(6). 黑紙板。

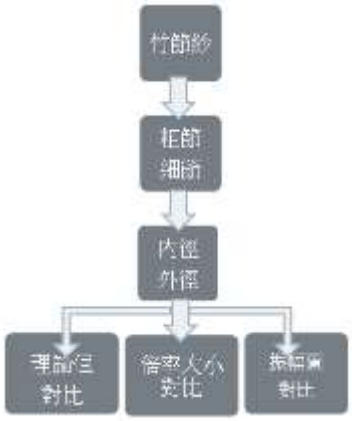
(7). 游標尺。

表 1 細紗 Ne 27.2 粗節直徑設定值(內有 24 種排列變化)

粗節倍數	粗節長度(cm)
1 (正常直徑)	10～15（間距）
2.2	3
2.3	4、5
2.4	4、5
2.5	4、5
2.6	3

竹節紗粗節紡製條件，粗節倍數是控制前羅拉轉速瞬間加快，依正常直徑製造出與其直徑相差 2.2~2.6 倍的粗節部位直徑。

實驗流程



實驗方法

1.理論值計算

將 Ne27.2 代入上列密度理論值的公式計算，理論平均直徑為 0.13490 cm，而竹節紗的粗節直徑為 2.2 倍至 2.6 倍時，以公式計算理論平均直徑為 0.29678~0.35074mm。

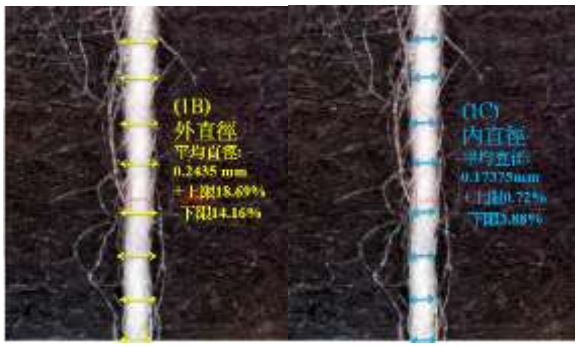
2.檢測項目

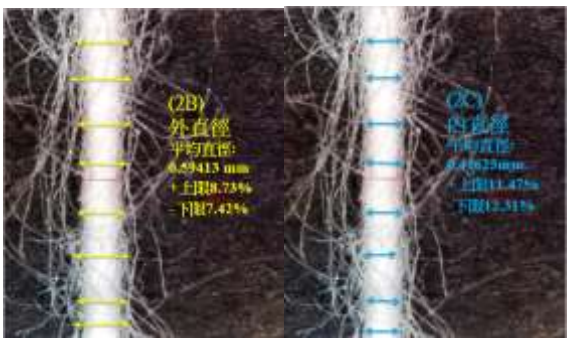
(1). 直徑觀測 :把竹節紗纏繞在黑紙板上 繞 20 圈，每一根在黑板上長 30 公分，以每 1 公分為間距，使用數位顯微鏡拍攝 29 次，拍攝前後面共 24 根，合計共 696 次，自行黑板製作樣本如圖 4 所示。

(2). 外直徑：拍攝到包含毛羽的實心直徑，顯微鏡下的毛羽成集束狀。如圖 5 (1B)(2B)(3B)所示。

(3). 內直徑：透過光照能顯示之實心直徑，並不包含毛羽，依據觀測撚度角清楚邊界量測值。如圖 5 (1C)(2C)(3C)所示。

圖 4 量測用黑板





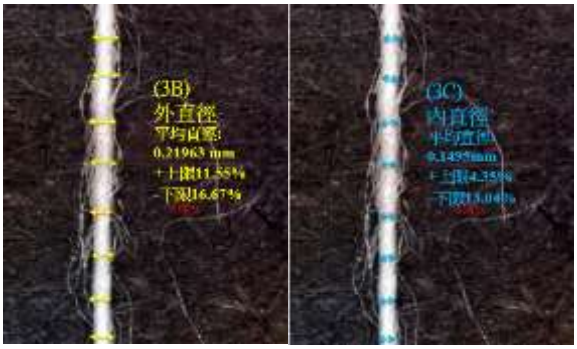


圖 5. (1B)正常部位外直徑 (1C)正常部位內直徑；(2B)粗節部位外直徑；(2C)粗節部位內直徑；(3B)細節部位外直徑； (3C)細節部位內直徑

結果與討論

竹節紗顯微觀測 200 倍直徑量測

竹節紗形成方法前羅拉轉速加快，使紗上有粗細的變化，而其異常為粗節與細節兩部分，而前者粗節是直徑逐漸變粗，細節是直徑逐漸變細；本實驗是將兩種變化大的部位做粗與細直徑數值分析，粗節及細節的平均直徑以及變異率(CV%)與理論值直徑比對。

1.竹節紗 200 倍外直徑量測

不均勻度試驗儀波譜圖中顯示，可知竹節紗外觀變化極為明顯，而顯微觀測看到與不均勻度試驗儀波譜圖顯示不一致，從顯微觀測的部分直徑，因竹節紗粗節特點為毛羽多且雜亂，在顯微鏡觀察黑板上纏繞的紗，將有毛羽集束狀處作為外直徑，依照竹節紗的粗節、細節、與正常三種不同部位，量測直徑並計算變異係數值分析，如表 2 所示。

表 2 外直徑量測三種不同部位直徑與變異

	粗節	正常	細節
平均直徑(mm)	0.41902	0.24963	0.21468
CV%值	21.1107%	12.2261%	11.9562%
理論直徑	0.29678~0.35074	0.1349	*

表 2 得知粗節與正常值皆超出理論直徑的範圍，粗節平均直徑為 0.4192mm 且其中粗節變異值最大為 21.11%，成因是粗節的毛羽多而雜亂，毛羽集束不固定，在觀測時外直徑的差異大，而 CV%值也因毛羽大且集束不固定而增大，連帶影響外直徑的平均直徑超出理論值範圍。

正常部位平均直徑 0.24963mm，在正常部位毛羽集束的量較粗節少，使其變異的 CV%值因素是最小，但有毛羽仍會影響平均直徑，其比理論直值大 1.9 倍之多。

細節部位因竹節紗的製造時，前羅拉瞬間加速 2.2-2.6 倍，產生細節部位直徑減少，但無法由計算公式得出理論值比較，但從顯微觀測的外徑測量能得知細節的平均值為 0.21469mm，比理論值徑大，CV%值雖大但相比粗節部位變異較小，是因為毛羽少相對變異因素影響較小。

2.竹節紗 200 倍內直徑量測

外直徑量測中，粗節與正常直徑皆比理論值還大且變異係數值亦大，原因是有集束狀毛羽影響觀測，若將毛羽因素排除掉，讓竹節紗上撚紋邊界作實心部分進行觀測，將量測的竹節紗數值如前節方式將竹節紗三種不同的部位進行分析，如表 3 所示。

表 3 內直徑量測三種不同部位直徑與變異

	粗節	正常	細節
平均直徑(mm)	0.28391	0.1654	0.12989
CV%值	20.1449%	7.9424%	10.0752%
理論直徑	0.29678~0.35074	0.1349	*

在表 3 中可得知將毛羽去除後只量測實心部位，確實可使變異值變小，三個部位中變異值最小為正常部位，正常部位平均直徑 0.1654mm，越加趨近理論值，約為理論值的 1.2 倍，相較於外徑測量數據，由變異係數值可以得知，毛羽對於正常紗直徑的量測，會影響擴大直徑範圍之變異。粗節部位平均直徑 0.28391mm，於理論值範圍內，可知去除毛羽部分會提高量測的準確性 細節部位平均直徑 0.12989mm，較為接近正常部位的理論直徑，且在 CV%值改變不大，去除毛羽部分對細節來說，只有平均直徑數值下降。從內徑數值看來，觀測竹節紗去除毛羽量測較接近理論值，然竹節紗中最重要的特點之一便是外觀的毛羽雜亂，且在竹節紗粗節部位上毛羽的集束狀密集糾纏，更能凸顯紗的外觀直徑變化。顯微觀測 200 倍檢測直徑的方法，量測內徑確實能有效降低變異，但在量測過程中發現撚紋邊界較為細緻不易清楚，量測時常需費力且費時尋找才能看到邊界的範圍。

3.竹節紗 200 倍三種部位平均內外直徑分佈

將內外直徑中三種部位的直徑分布中顯示，如圖 6 所示，得知在粗節外徑量測出的範圍值極大為 0.224~0.647mm，而上下限範圍亦越大，也是變異增加的原因，而粗節外徑量測是量測值中變異值最高者，內徑量測直徑同樣亦有明顯變異，可證明毛羽在粗節部位多而雜亂且不固定使直徑上下限變異範圍增大，且在量測中發現有些許的集束狀毛羽也並非完全緊實，需要以再放大倍率觀測其毛羽糾纏情形，而正常部位的內徑量測，其範圍數據變異值是最小的，符合理論正常部位是三種部位中最穩定且變化較小，但在外徑量測中，因毛羽增加而使其範圍值增加，變異也隨著範圍擴大而增加；細節的內徑測量直徑值最小，是因其加撚時羅拉轉速變化，使其直徑變化由正常直徑漸變成粗節，再從粗節變成細節，粗節部分直徑變大而撚度變大，形成蓬鬆使毛羽變多，反之，細節部分直徑變小而撚度變大，形成緊密包繞使毛羽變少，可理解為何細節毛羽不多但變異值很大的原因，而量測細節外徑時，毛羽變異增加因素，也使平均直徑上升，範圍上下限值擴大。

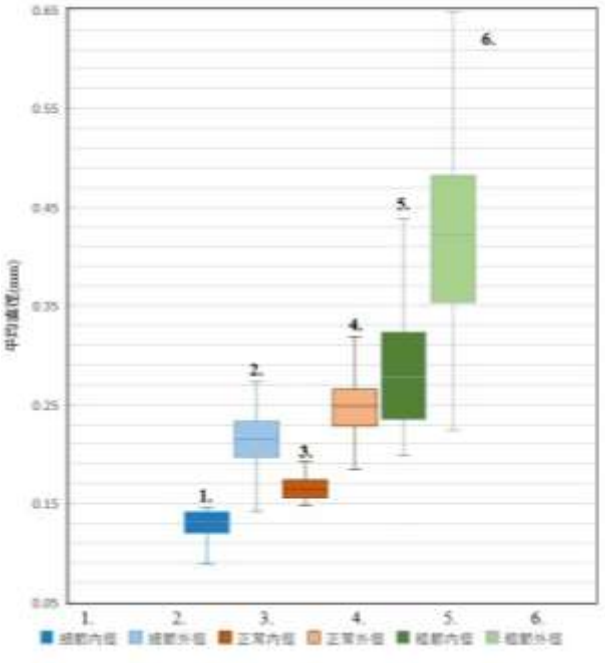


圖 6 200 倍粗節、細節、正常部位內外直徑分布

竹節紗顯微觀測 500 倍直徑測量測

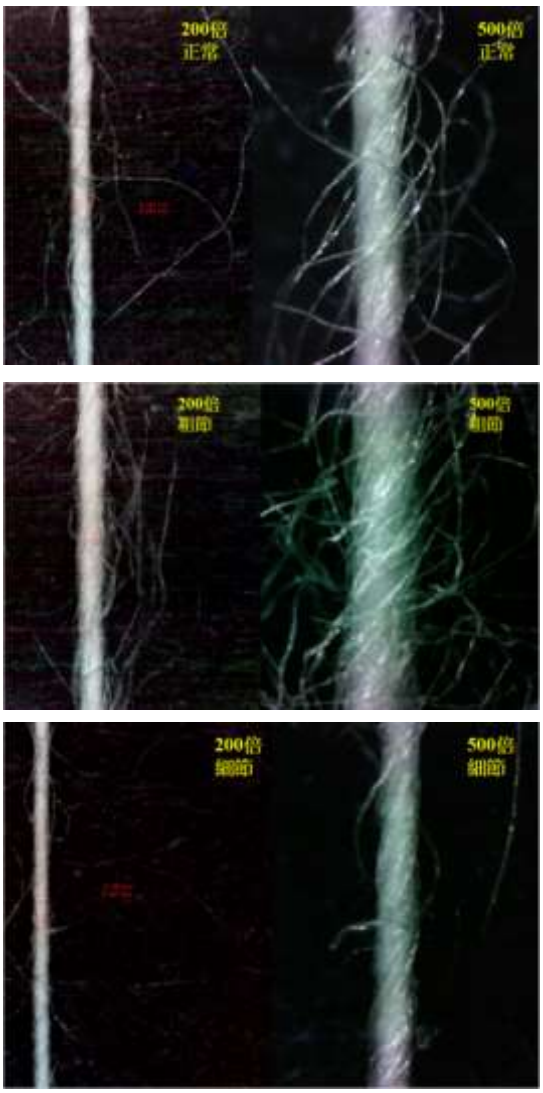


圖 7 200 倍與 500 倍各部位比較

由上所述，以 200 倍觀測直徑時，會觀看不明顯撚紋邊界，以改用倍率比較大 500 倍量測，則能清楚看見撚紋和毛羽集束糾纏的情況，如圖 7 所示，用同樣直徑量測方法量測粗節、細節、及正常三種不同部位直徑與變異值分析。

1.竹節紗 500 倍外直徑量測

在顯微觀測 500 倍夏確認毛羽會影響量測直徑，並應該將毛羽部分計算為直徑，依照觀測 200 倍的方式再次量測數據如表 4 所示。

表 4 外直徑在 500 倍量測直徑與理論值比對

	粗節	正常	細節
直徑(mm)	0.32713	0.20066	0.16537
CV%值	18.8677%	19.4424%	13.1157%
理論直徑	0.29678~0.35074	0.1349	*

從表 4 得知 500 倍的外徑量測結果，相比對以 200 倍的外徑量測數據，除了粗節直徑變異降低外，正常和細節的直徑皆增加，可知在放大 500 倍後，能更清楚到集束狀毛羽糾纏的情況，而粗節部位的毛羽糾纏較多且密集，將其計算為直徑，以同樣觀點量測下，正常部位與細節部位的變異值會增加。但相對於 200 倍量測下，三者的平均直皆有降低現象，且粗節有達到理論值範圍，可知在粗節這部位毛羽多且雜亂的地方較為適用外徑數據評估。正常部分平均直徑為理論值的 1.4 倍，量測為 0.20066mm 比理論值大，細節於外徑法下，細節的平均直徑大於正常的理論直徑，也可知在把毛羽都計算成直徑的情況下，會使這兩部位的準確性降低。

2.竹節紗 500 倍內直徑量測

放大至 500 倍後能清楚看見紗的撚紋與其邊界，能更易看清粗節在毛羽中的實心部位，依照 200 倍觀測的方式將量測後的結果，分為三部分數據分析與比較，如表 5 所示。

表 5 內直徑 500 倍量測下平均直徑與理論值比對

	粗節	正常	細節
直徑(mm)	0.22959	0.14136	0.10714
CV%值	26.3454%	9.8026%	14.5746%
理論直徑	0.29678~0.35074	0.1349	*

表 5 可知正常值的平均直徑較為接近理論值，為理論的 1.04 倍，正常部位毛羽雖對外徑有極大影響，但在內徑時因為只量測實心部位，因實心直徑變化較小，而正常部位相較其他兩個部位的變異係數值較小，所以從正常到變粗節的過程，直徑呈漸進式變化。粗節部位平均直徑 0.22959mm，小於理論直徑 0.29678~ 0.35074mm 的範圍，也代表粗節的直徑變化極為劇烈，是一般肉眼下可見明顯之變化，而粗節直徑相較於 200 倍率量測，在更清晰的 500 倍下的變異值是相對比較大。細節部分依理論撚較多結構分析，毛羽較少，變異因素主要為直徑的實心變化，而變異值位居中間，可準確知道，在製作竹節紗時，細節部分因前羅拉加速，形成細節毛羽減少，也同樣讓直徑逐漸縮小，雖不如粗節部位明顯但仍然有變化。

3. 200 倍與 500 倍下內外徑直徑分佈

將 500 倍率下量測的三種部位的內外徑分析其直徑分佈，如下圖 8(A)，及 200 倍比對，如圖 8(B)所示。

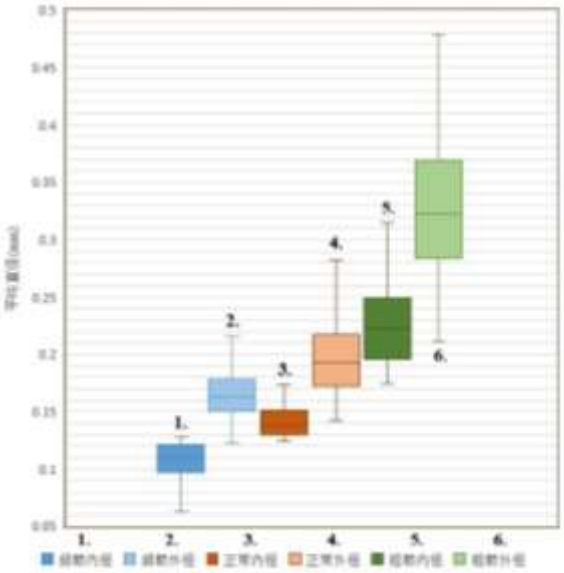


圖 8 (A)500 倍下內外徑平均分佈

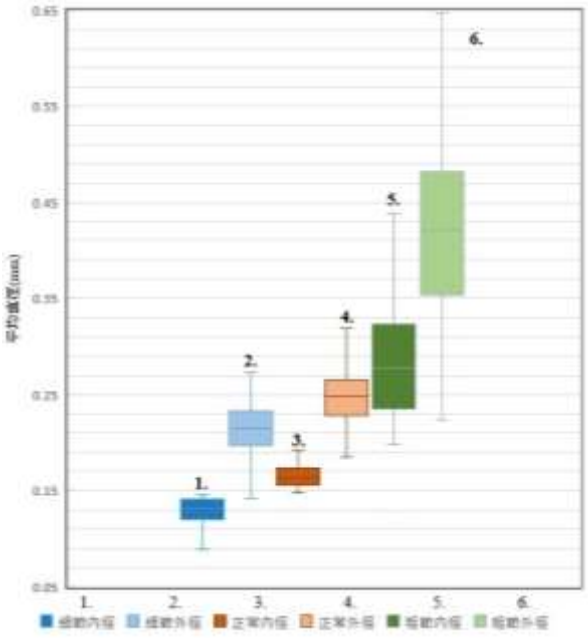


圖 8 (B)200 倍下內外徑平均分佈

從圖 8 中瞭解，在 500 倍下的直徑觀測其平均直徑相較 200 倍皆有下降，圖 8 中兩者比對粗節外徑仍是變異最大，且平均直徑範圍上下限值最為廣闊，但相較於 200 倍平均直徑，其範圍值縮小，且平均直徑下降到理論範圍值，是因為有許多非緊實的集束狀毛羽在 500 倍率下可看清其糾纏情況，量取其緊實的部分為外直徑，使其範圍值縮小，平均直徑值也因此縮小；粗節內徑 500 倍下平均直徑縮小範

圍值下降原因，是因為可量測清楚被雜亂的毛羽掩蓋到的實心直徑。正常部位的外徑除了範圍值與平均直徑縮小，外徑的最低值達到內徑的平均值，是因為量測毛羽的糾纏情況下，有些毛羽雖多但集束不緊實，且在 500 倍觀測下能看清楚撚紋，反而易分辨實心與毛羽的部位差別，使有些外徑與內徑的數值極為接近；正常部位的內徑除了因看清撚紋使其範圍跟平均值下降，也相較 200 倍的內徑觀測更接近理論值徑。細節部位相較 200 倍的外徑平均直徑較大且接近理論值徑，是毛羽被看得更清楚而導致，且直徑範圍縮小，代表變異值也減少，而細節內徑平均直徑相較於 200 倍，在 500 倍的平均直徑更是低於理論值，符合理想中細節的情況。

4. 內外徑量測值平均中值

經過 500 倍量測後得知毛羽是影響外直徑的最大因素，為得到更準確的外直徑，將內外直徑值相加平均，作為中值直徑與理論值比較分析，如表 6 所示。

表 6 兩種不同之檢測法在 500 倍率量測三種不同部位後取中間值與平均直徑和變異數比較

種類		直徑(mm)	CV%值
粗節	內徑	0.22959	26.3454%
	外徑	0.32713	18.8677%
	中值	0.27836	17.0679%
	理論值	0.29678~ 0.35074	*
正常	內徑	0.14136	9.8026%
	外徑	0.20066	19.4424%
	中值	0.17101	14.3976%
	理論值	0.1349	*
細節	內徑	0.10714	14.5746%
	外徑	0.16537	13.1157%
	中值	0.13625	11.7959%
	理論值	*	*

從表 6 中三種部位取中值分析，得知粗節用外值徑的平均直徑是在理論範圍內，但因其變異值大，為解決這問題，將其與內外徑平均取中值，其變異確實減少，但平均直徑卻有降低但卻低於理論值徑範圍，由此可知粗節若使用中值當外徑，能減少變異，但平均直徑卻會低於理論值，正常部位的取中值可使原本外徑的平均直徑與變異值減少，使其接近理論值，但正常部位已有內徑最為接近理論值，所以可將正常部位中值當做減少毛羽測量變異的方式，而細節部分因無理論值無法確認其內外徑，但可透過正常與粗節部位的理論直徑得知，細節部位的直徑應小於 0.1349mm，然中值的變異率卻小於內徑與外徑，從此可以將中值當作量測改良後的外直徑。

不均勻度振幅曲線圖

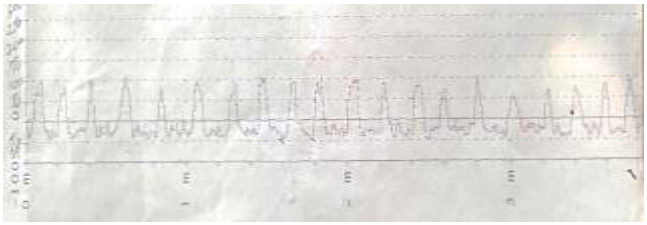


圖 9 不均度圖示意圖

如圖 9 所示，經以游標尺量測不勻曲線圖振幅的上下限正負差值，依照量測分成粗節與細節兩部位，每部位都有 127 個數據，並將其變異值算出並分析比對實際觀測值，如表 7 所示。

表 7 不均曲線下粗節細節兩種部位的分析

	粗節	細節
平均變化值	+83.77%	-44.02%
平均變化直徑(mm)	0.24791	0.07551
CV%值	24.8919%	11.8569%
實際測量個數	127	127
儀器檢測個數	121 ＋50%↑	56 －50%↓

粗節的平均變化為+83.77%，再經正常部位理論值與之相乘，得到0.24791mm 變異係數值一樣很大，但經由 4-1 到 4-2 的說明敘述得知，粗節內徑量測平均直徑為 0.22959mm，變異率 26.3453%，相對與測試儀器檢測的數值較少，但比粗節外直徑與中值的平均直徑還要小，而細節部位只有內直徑平均直徑 0.10714mm 較為接近不均度振幅圖中的細節平均變化直徑。

由此可知，儀器在檢測時，會量測不到毛羽較稀疏的部位，只量測計算毛羽與紗緊實部分之直徑，分析不均度振幅曲線的粗節與細節平均值 與上下限分佈值變化，如圖 10 所示。

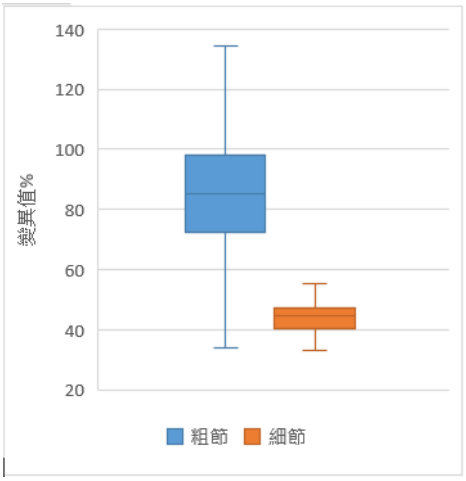


圖 10 粗節（左）與細節（右）不均度振幅上下限分佈

根據儀器檢測表 7 所示，檢測出 121 個粗節，56 個細節，但經實際量測，細節與粗節部位都各有 127 個，而細節被檢測出的數據較少，其原因是細節直徑不與理論值一樣依按照倍率減少，另一方面減少的範圍值時都在 40~47%，但因檢測 Uster 儀器設定為減少 50%方計算成細節數，使許多低於 50%的細節被儀器檢測出來但未列於計算統計數量，從粗節可以得知其直徑範圍值大，主要的變化都大於 50%以上，範圍在 72~98%之間為主，因其範圍值大，也使其變異率增高。

結論

1. 顯微量測 200 倍下之外直徑，毛羽是影響主要因素，會使各部位的平均直徑較理論值大且變異係數大。顯微量測 200 倍下內直徑，量測將毛羽部位去除，各部位的平均直徑與理論值皆有下降，且粗節與細節部位的平均直徑小於理論值。
2. 顯微量測 200 倍直徑，量測撚紋邊界角模糊，且粗節毛羽中有集束非完全緊實，粗節外直徑範圍最大，且變異最高，而細節內直徑量測的變異大，是其本身直徑的逐漸變細到逐漸變粗的過程導致，正常部位的內直徑是大於理論值。
3. 顯微量測 500 倍外直徑，量測粗節直徑符合理論範圍內，但正常部位比理論值大，細節外徑亦比理論值大。顯微量測 500 倍內直徑，正常部位平均直徑接近理論值，且細節與粗節部位均小於正常部位的理論值。
4. 顯微量測 200 倍量測的內外直徑的平均直徑值，在以 500 倍量測之值皆有下降 撚紋邊界在 500 倍下較 200 倍清晰，也能看清楚被毛羽遮蓋住的實心直徑與粗節集束狀毛羽的緊實。粗節內外經平均成中值，使粗節變異值降低。
5. 電子流檢測時，會將毛羽去除，且粗節細節辨別其變異±50%以上，使細節有許多量測數據未被統計計算。不均勻振幅圖中粗節平均直徑為 0.24791mm，較粗節部位中值小，但比粗節內直徑量測大，儀器在檢測時，只計算不含毛羽實心部分之直徑。

參考文獻

1. Sevda Altaş and Banu Ozgen The effect of slub yarn descriptive parameters and yarn linear density on upholstery fabric abrasion resistance, *The Journal of The Textile Institute* , Vol. 107, No. 10, 1232-1239(2016)
2. R.Abd El-khalek, R.EL-Bealy, and A.EL-Deeb, A Computer-Based System for Evaluation of Slub Yarn Characteristics , *Journal of Textiles*, 10(2014)
3. Zhongjian Li1, Nian Xiong2, Jingan Wang1, Ruru Pan1, Weidong Gao1 and Ning Zhang1, An intelligent computer method for automatic mosaic of sequential slub yarn images based on image processing, *Textile Research Journal*, Vol. 88(24) 2854–2866(2018)
4. 林宗華、邢文灝，以 OE 精紡機紡製粗節之研究。中華民國紡織工程學會誌， 第三卷，第一期(1988)。
5. 朱應平，竹節紗的檢測方法，上海紡織科技，第三十三卷，第三期，33(2005)
6. 劉榮清，棉紗條干不均的檢測分析，上海紡織科技，第三十五卷，第四期，12-16(2007)
7. 徐國香，UST-4 條干儀的測試及應用，毛紡科技，第九期，54-57(2007)
8. 王花會、孟家光，紗線毛羽性能測試分析，紡織科技進展，第三期，74-78(2007)
9. 王耀斌、王文輝、王訓全，影響紗線毛羽測試結果的因素探討，紡織科技進展，第三期，53-54(2009)