

吸濕排汗速乾紡織品水分傳導評估方法之研究

Evaluation Methodology of the Function of Moisture Transferring and Quick Drying Textiles

王立主¹、周先珍²、吳德樺²、施陽平²

紡織產業綜合研究所 檢驗中心¹

紡織產業綜合研究所 產品開發部²

L.C. Wang¹, H.C. Chou², D.H. Wu², and Y.P. Shih²

Center of Testing and Certification, Taiwan Textile Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C.¹
Dept. of Product Development, Taiwan Textile Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C.²

摘要：科技的發達、運動休閒的生活形態、消費者的知識與觀念進步等因素，使得機能性紡織品非常盛行，尤其是吸濕排汗速乾產品早已成為基本必備的條件，但是因為水分傳導機理的複雜性，至今仍然未出現國際性的試驗標準，致使在交易或消費者識別與推廣上都欠缺具公信力的依循準則。本研究針對水分傳導機能性評估，提出五種試驗方法，包括：1. 遇到汗水水滴時能否迅速吸收—吸水速度滴下法；2. 吸收汗水後能否隔離皮膚，保持乾爽舒適—隔濕能力；3. 汗水傳導至織物外層後，能否迅速擴散，增加水分的表面積—擴散能力；4. 擴散後能否迅速蒸發快乾—乾燥速率；5. 織物對抗重力之毛細作用蒸吸能力—吸水速度 Byreck 法，即蒸吸試驗。經過數年累積，在評估系統資料庫中已經超過上千筆布樣的實驗數據，透過次數分配、百分位數分析與實驗觀察，將每一項試驗法的數據分級，訂出五項試驗法之機能性「等級」。

關鍵詞：吸濕排汗速乾紡織品、擴散面積、乾燥速率、蒸吸試驗、百分位數

Abstract: High performance fabrics, especially the moisture transferring and quick drying textiles, are very popular because of technique development, casual life style, consumers' knowledge, and so on. Unfortunately, the mechanism of moisture transportation is so complicated that international evaluation standards are not set up yet. It is now with no authoritative criteria on trading, consumer identification, or promotion. This study tried to establish objective evaluation methods on moisture management fabrics. Five evaluation methods were selected to meet different stages of liquid water transportation, such as (a) absorbency speed- if the fabric can absorb a drop of sweat at a very short time or not; (b) isolation ability- isolating the moisture retained in the outer layer of double layered moisture management fabrics and keeping the skin feel dry and comfortable; (c) diffusion ability- water-absorbing and diffusing ability of a fabric that increasing the water surface area; (d) evaporation ability- the quick drying ability of the fabric, and (e) wicking height- the capillary ability of a strip of fabric against gravity. Thousands of moisture management fabrics were tested and recorded in the database of TTRI Evaluation System for years. The tested data of fabrics were then analyzed by frequency, percentile rank (PR), and researcher's observation and experience to get grades for aforementioned evaluation tests.

Key words : Moisture transferring and quick drying textiles (or Moisture management fabrics), diffusion ability, evaporation ability, wicking height, percentile

前言

紡織業多年來一向是台灣重要的創匯產業，但逐漸受到許多客觀條件的影響而必須走向提升附加價值的轉型之路，因為科技的發達

使得機能性紡織品非常盛行，在台灣紡織產業的發展上佔有重要的一席之地，加諸運動休閒的生活形態、消費者的知識與觀念進步等因素，機能性紡織品已經和流行性時裝產品相互影響融合，尤其是吸濕排汗速乾產品早已成為基本必備的條件，但是因為水分傳導機制的複

雜性，至今仍然未出現國際性的試驗標準，致使在交易或消費者識別與推廣上都欠缺具公信力的依循方法。

紡織產業綜合研究所在民國八十多年即開始投入吸濕排汗速乾紡織品的研發，過程中因需要對織物功能進行評估，蒐集國內外許多對於水分傳導相關的文獻與檢驗方法^[1~13]，加上實際操作時的合理、便利性等考量，逐漸開發出一系列評估的方法，建立軟硬體與資料庫，形成了「吸濕排汗機能性布種評估系統」，除了在紡織所內各項研究專案計畫中研究開發使用，並為業界作檢驗，協助開發吸濕排汗紡織品，甚至業界因實驗需求量大而直接轉移這套系統，如中興紡織與南亞塑膠等，中興紡織的Coolplus吸濕導汗紗堪稱國內名氣最響亮的機能性化纖品牌之一。民國九十年開始因應業界機能性紡織品的評估驗證需求，先有紡拓會推動之機能性紡織品驗證及標章，其中包含「吸濕速乾紡織服飾品」一項，提供「通過」標準及授與標章；後有紡織綜合所與產官學研各界成立之機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會，建立「吸濕排汗速乾紡織品驗證規範」，經過長時間的審查與討論，確認出五項試驗方法，並將多年來資料庫中累積了上千筆的資料加以分析，訂定「等級」，最後整合五項試驗方法成爲一個整體吸濕排汗速乾機能性的評估等級表，提供業界對於機能分級的規範。最早評估系統研發出來時，實驗數據都是作相對比較，歷年已有許多論文發表^[14~20]，但是訂出等級卻是絕對比較，決定級距的方式很多，可以是嚴苛的「資優生」篩選，亦可以是取相同比例的百分等級(如同高中入學測驗的PR值，Percentile Rank)平均分配，如五個等級各佔20個百分點，本文探討吸濕排汗速乾的試驗評估方法，並採用敘述統計的次數分配與百分位數方法，將上千筆實驗數據依照分佈情形與略予修正之百分位數，訂出五或三等級，提供各界討論。

原 理

吸濕排汗速乾紡織品的目的是達到舒適乾爽之穿著效果。「舒適」是一個相當籠統含糊的詞彙，其相關的研究甚早且甚多，依據Slater, K.(1977, 1986)、Hollies, N.R.S.(1977)等學者指出^[1~7]，每個人所指的內容及程度可能都不同，經過許多生理、心理、物理相關的學者研究歸納後，得知布匹性質對於服裝穿著感覺是否舒適，基本上有兩項影響因素：一爲「濕熱傳導特性」，影響體表的濕與熱的傳送狀況，關係著人體產熱、散熱是否平衡，以保持恰當「衣服內氣候」之溫濕度，維持「生理溫熱舒適性」(Physiological Thermal Comfort)；另一爲「機械觸覺特性」，爲布匹與皮膚接觸所產生的觸覺感覺，此與布匹本身的機械性質相關，布匹的表面結構、壓縮性等關係著觸感是否柔軟、伸縮性佳、不摩擦皮膚、不刺癢等，以保持「生理觸覺舒適性」(Physiological Tactile Comfort)。

布匹性質需符合服裝用途的要求而具有恰當的濕熱傳導及機械觸覺特性，在製作成服裝後還必須注意一項因素：「合身性」(Fit)，此與尺寸大小、衣服壓、款式設計、人因工學都有關係，在彈性纖維普遍應用後，對於服裝合身性與伸展性都大幅改善，對於款式設計也有極大改變，高強度彈性纖維織物對於肌肉運動的支撐性與體能保持甚爲重要。

由此歸納出來，服裝系統的舒適性檢測評估相關的項目如圖1所示，其中生理溫熱舒適性又可分爲客觀評估與主觀評估，前者是使用儀器測試，後者則是由受測者參與的人體生理試驗。如前所述，評估的是「濕熱傳導特性」，故又可區分爲濕與熱的傳導性質評估，「熱」即是熱傳導性或熱阻抗性；「濕」又分爲氣態水(即濕氣)的透濕性或濕阻抗性，與液態水的傳導性質評估等。吸濕排汗速乾是針對液態水份傳導所做的評估，僅靠這部分的評估結果很難代表整體的服裝穿著舒適性，但卻是關鍵性的因素，因爲液態汗水的出現會佔據纖維間的空隙、影響織物原本的熱傳導性質、破壞衣服內微氣候的平衡。

吸濕排汗速乾紡織品爲何在舒適性上扮演重要角色？當液態汗水出現在皮膚與衣服之

間，透氣性與保溫性降低，穿著的人會覺得很不舒適，像是濕、黏、寒冷、貼在身上妨礙活動，甚至於失溫或中暑，因此汗水產生與傳送的問題是舒適性的重要影響因素，要使汗水快速移除並保持乾燥的過程如下，參見圖 2。

1. 儘快能使汗水經蕊吸帶離皮膚，保持體表乾爽(內層傳濕功能)。
2. 儘快吸收汗水，暫時留在緩衝區(外層吸收功能)。
3. 藉由體溫與外界的風吹日曬，將汗水轉移、蒸發至外界。

吸濕排汗速乾紡織品在液態汗水出現時快速蕊吸汗水、帶離皮膚，隨即擴散、增加接觸空氣的表面積，在蒸發時又帶走了蒸發潛熱、調節體溫。針對這些過程選擇的試驗方法如下，代表不同階段的水分傳輸能力。

1. 吸水速度—滴下法：水滴接觸布面瞬間，能否迅速「傳導吸收」進入纖維或紗線間隙的能力。
2. 擴散面積：織物吸水後能否「擴散」至最大面積以利接觸空氣的能力。

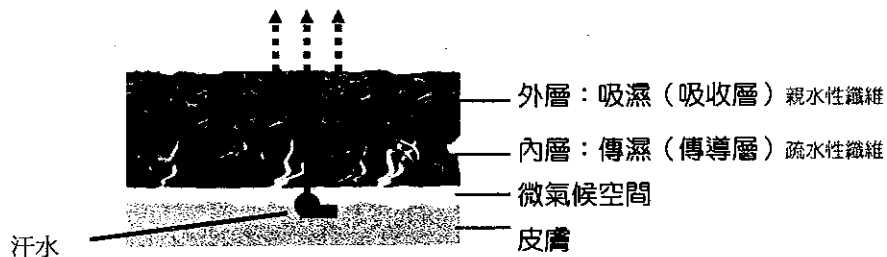


圖 2. 吸濕排汗速乾紡織品的傳導吸收蒸發示意圖
Fig.2. The moisture transportation of moisture management textiles

試驗方法

依據紡織綜合所與產官學研各界成立之機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會，經過審查與討論，所建立之「吸濕排汗速乾紡織品驗證規範」，共包含五項試驗方法。因水分傳導的複雜機理，分別在傳導的各階段運用不同方法予以評估：汗水出現在皮膚表面並接

3. 吸水速度—蕊吸法：織物「蕊吸」水份的能力，是業界習用的試驗標準。
4. 隔濕能力：織物吸水後能否傳導至外層而「不回滲」，以保持體表乾爽的能力。
5. 乾燥速率：織物吸水後能否迅速「蒸發乾燥」的能力。

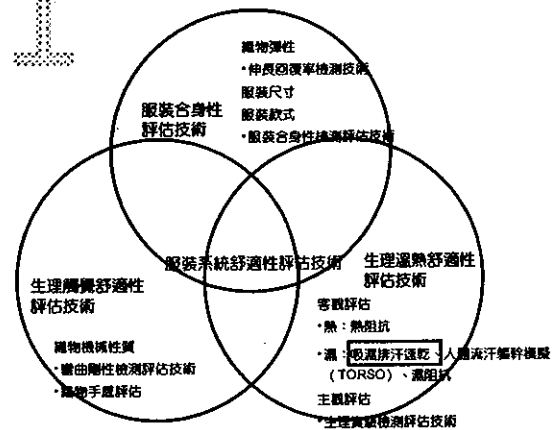


圖 1. 服裝系統舒適性相關評估技術項目
Fig.1. The evaluation technologies of clothing comfort

觸到織物時，必須快速吸收，此階段使用「吸水速度滴下法」判斷；吸收汗水後要迅速傳導帶離皮膚，不能回滲以保持乾爽舒適，使用「隔濕能力」檢驗；汗水傳導至織物外層後，能否迅速擴散，增加表面積，是靠「擴散能力」；擴散後能否迅速蒸發快乾，是檢測其「乾燥速率」；另外還有業界習用的吸水性檢測—「吸水速度 Byreck 法」，即蕊吸試驗。其中吸水速度滴下法、Byreck 法為既有試驗標準；乾燥速率是修改自現有試驗標準^[8,9]加以創

間，透氣性與保溫性降低，穿著的人會覺得很不舒適，像是濕、黏、寒冷、貼在身上妨礙活動，甚至於失溫或中暑，因此汗水產生與傳送的問題是舒適性的重要影響因素，要使汗水快速移除並保持乾燥的過程如下，參見圖 2。

1. 儘快能使汗水經蕊吸帶離皮膚，保持體表乾爽(內層傳濕功能)。
2. 儘快吸收汗水，暫時留在緩衝區(外層吸收功能)。
3. 藉由體溫與外界的風吹日曬，將汗水轉移、蒸發至外界。

吸濕排汗速乾紡織品在液態汗水出現時快速蕊吸汗水、帶離皮膚，隨即擴散、增加接觸空氣的表面積，在蒸發時又帶走了蒸發潛熱、調節體溫。針對這些過程選擇的試驗方法如下，代表不同階段的水分傳輸能力。

1. 吸水速度—滴下法：水滴接觸布面瞬間，能否迅速「傳導吸收」進入纖維或紗線間隙的能力。
2. 擴散面積：織物吸水後能否「擴散」至最大面積以利接觸空氣的能力。

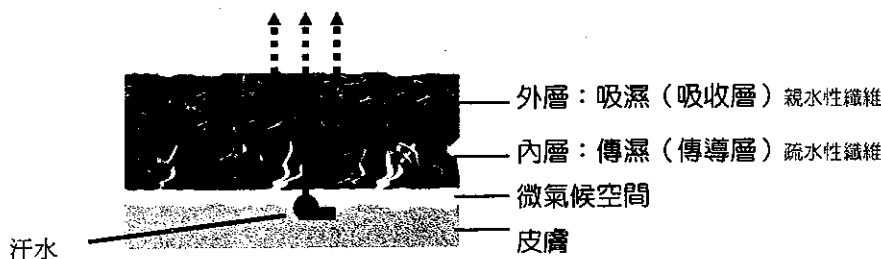


圖 2. 吸濕排汗速乾紡織品的傳導吸收蒸發示意圖
Fig.2. The moisture transportation of moisture management textiles

試驗方法

依據紡織綜合所與產官學研各界成立之機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會，經過審查與討論，所建立之「吸濕排汗速乾紡織品驗證規範」，共包含五項試驗方法。因水分傳導的複雜機理，分別在傳導的各階段運用不同方法予以評估：汗水出現在皮膚表面並接

3. 吸水速度—蕊吸法：織物「蕊吸」水份的能力，是業界習用的試驗標準。
4. 隔濕能力：織物吸水後能否傳導至外層而「不回滲」，以保持體表乾爽的能力。
5. 乾燥速率：織物吸水後能否迅速「蒸發乾燥」的能力。

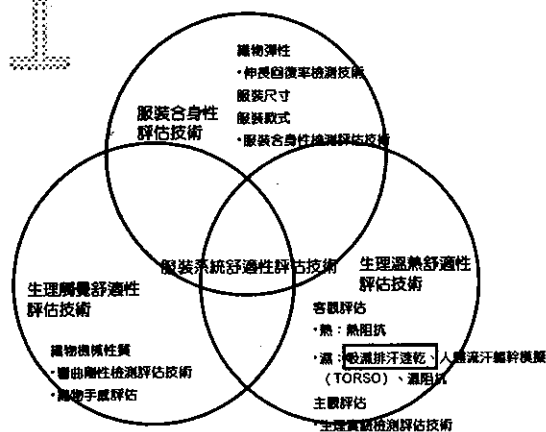


圖 1. 服裝系統舒適性相關評估技術項目
Fig.1. The evaluation technologies of clothing comfort

觸到織物時，必須快速吸收，此階段使用「吸水速度滴下法」判斷；吸收汗水後要迅速傳導帶離皮膚，不能回滲以保持乾爽舒適，使用「隔濕能力」檢驗；汗水傳導至織物外層後，能否迅速擴散，增加表面積，是靠「擴散能力」；擴散後能否迅速蒸發快乾，是檢測其「乾燥速率」；另外還有業界習用的吸水性檢測—「吸水速度 Byreck 法」，即蕊吸試驗。其中吸水速度滴下法、Byreck 法為既有試驗標準；乾燥速率是修改自現有試驗標準^[89]加以創

新；隔濕能力為參照日本專家發表方法^[13]；擴散面積為自行研發的方法。

所有實驗依 CNS 5611 之規定，在溫度 (20±2)°C，相對濕度 (65±2)%R.H. 的環境下進行，實驗布樣經 24 小時以上靜置。由於吸濕排汗速乾機能可由纖維、紗線、織物結構、染整等過程中得到，並非與洗滌耐久性必然有關，因此未必要經過水洗，可依需求選擇為「未水洗」或「水洗次數」，並加註明。本研究引用之資料庫中的數據絕大多數都是未水洗。

一、織物擴散能力試驗法

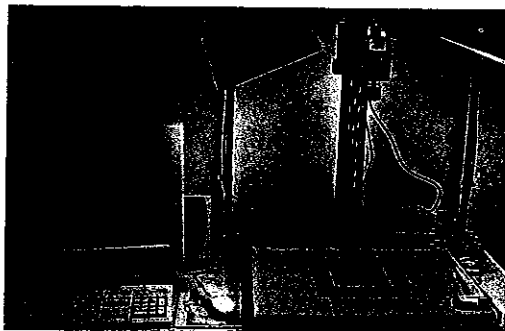


圖 3. 織物擴散能力評估系統

Fig.3. The evaluation system of textile diffusion ability

1. 評估水滴於織物上擴散的速率，亦即織物瞬間吸水並傳導的能力。
2. 本實驗為非破壞性試驗，只需將吸水層布面外層向上平置於不吸水之鏡頭支架面板上，以顯微攝影機(CCD)鏡頭對準布樣，調整焦距與光圈，並校準倍率。
3. 以精密滴管(0.2~1ml)在滴管尖端距布面 1 公分高處，一次滴下 0.2ml 水。
4. 使用影像處理分析系統記錄滴下後 5、10、20、30、60、90 秒之水滴影像，並分別計算擴散面積。
5. 取五處不同位置重覆實驗，平均後得出隨時間而變化的擴散速率曲線，以觀察實驗過程中擴散速率的變化情形；當不同布樣間比較時選擇第 20 秒的擴散面積表示實驗結果，可繪成柱狀圖比較。
6. 試驗結果以「擴散面積(Diffusion Area，

DA)」表示，單位為釐米平方(mm²)。

二、織物乾燥速率試驗法



圖 4. 織物乾燥速率評估系統

Fig.4. The evaluation system of textile evaporation ability

1. 測試織物吸收液態水分後之乾燥速率。將調整後之試樣，裁成 5x5cm 的 2 個正方形，布樣正面向上置於微量天秤(精度 0.001g 或以上，單位：g)。
2. 以電腦連線記錄乾布重(W₀)。
3. 以精密滴管(0.2~1ml)在試樣正中間處，在滴管尖端距布面 1 公分高處滴下 0.2ml 水，開始記錄布樣濕重(W_i)，設定實驗時間長 100 分鐘，並記錄其間每隔一或十分鐘之重量變化(W_x)。
4. 依公式計算「殘餘水份率(Remained Water Ratio, RWR)」，所表示的是布樣中的水份率隨時間變化，由 100% 至 0% 的蒸發速率曲線，以第 40 分鐘之殘餘水份率作為評級標準。

$$\text{第 40 分鐘殘餘水份率(\%)} = \frac{W_{40} - W_0}{W_i - W_0} \times 100\%$$

式內，W₀：乾布重(g)

W_i：布樣滴水後的濕重(g)

W₄₀：布樣滴水後第 40 分鐘濕重(g)

三、織物隔濕能力試驗法^[13]：

1. 吸濕排汗速乾機能性織物，在吸收汗水後，因織物傳導水分至外層，貼近皮膚的內層具備隔離效果，使皮膚乾爽舒適、不覺得濕黏，亦即水滴於織物上，其隔離潮濕的能力。

2. 在玻璃板上滴下 0.2ml 之水滴，取 10×10cm² 試樣，以內層朝下放置於水滴上 1 分鐘。接著將試樣內層朝下放在秤過乾重(W₀)的濾紙(No.1)上，其上加以 0.5g/cm² 之荷重加壓，經 30 秒後測定濾紙重量(W_a)。
3. 重覆測試 5 次，其平均值以下式計算「濕潤回吸率(Moisture Picking Ratio, MPR)」，並表示結果。

$$\text{濕潤回吸率(\%)} = \frac{(W_a - W_0)}{0.2} \times 100\%$$

式內，W₀：濾紙乾重(g)

W_a：濾紙接觸布樣 30 秒後重量(g)

四、織物吸水速度試驗法—滴下法^[8-10,12](參照 CNS 13905、JIS L1907、AATCC 79 標準)

1. 吸水速度係測試織物吸收汗水的速度，採用水滴滴在試片上，以水滴被吸收至不再有鏡面反射所需的時間評估。
2. 在試樣中採取約 20 公分平方試片 5 片。試片裝入試片保持框架，以滴管尖端距試樣表面 1cm 高度，滴下一滴 0.2ml 水滴，並以碼錶測定自水滴達到試片之表面起，直到不再呈現鏡面反射，只留下濕潤痕跡所需之時間，至 0.5 秒之單位。

五、織物吸水速度試驗法—Byreck 法^[8,9,11](參照 CNS 13905、JIS L1907 標準，即蕊吸試驗)

1. 測試織物吸水速度之方法，將垂直吊掛之試片下端浸入水中，經一定時間後，以其上昇之水跡高度(mm)表示吸水速度。參照 CNS 12915 L 3233 6.26.1 B 法。
2. 裝置及器具包含水槽(小於水平棒支持框之寬度)、水平棒支持框(能裝設水平棒並具有使其垂直降入水槽之構造者)、水平棒(具防水性且能裝上試片之材料者)、標尺(於 CNS 7548 中規定者)。
3. 自試樣中依經向及緯向分別採取 200×25mm 之試片各 5 片，將試片固定於裝有水(CNS

9179 規定者，溫度為 20±2℃。如因水跡不易讀出，可使用少量水溶性染料之水溶液)之水槽水面上所支撐之水平棒上，降下水平棒並調整試片使其下端浸泡於水中 10 分鐘(浸水深度 0.5 公分)，其後測定水因毛細管現象所上昇之高度，至 1mm 之單位。

4. 各試片之水上昇高度，依經向與緯向分別計算出其平均值(mm)，並依 CNS 2925 簡化成整數值。

分析方法

本研究採用敘述統計的次數(Frequency)分配與百分位數方法^[27]分析數據。

次數分配指將一群資料分為絕不重疊的組別且登錄各組所含事項的次數，彙集成表格即是次數分配表，這是一種最有用的將資料彙總的方法，每組寬度(Width)、界線(Class Limit)及全部共有幾組(組別數目)並非單獨決定，前者愈大則後者愈少，反之亦然，其標準端視所建立的表格是否能儘量包含我們所需的資訊及是否會讓閱讀者理解而定。組數過少會導致看不出離散程度(Dispersion)，例如將一群資料依據高低分為 2 組，可看出「高」組有幾個數據(次數)，「低」組有幾個數據；如果分為 10 組，就能夠看出前十分之一「高」的數量，前十分之二「高」的數量，依序到最後十分之一最「低」的數量有多少，比較能夠看出在不同區間上的分佈狀況。

百分位數(Percentile)能夠提供個別資料在最低值與最高值間分佈狀況的資訊，可視為衡量資料離散度或變異程度的方法。第 p 個百分位數指的是資料中的某一數值；意謂至少有 p% 的資料項其數值會等於或小於這一數值，且至少有(100-p)% 的資料項其數值會等於或大於這一數值。高中或大學的入學考試分數常使用百分位數來表達。例如假定某位考生入學考試原始分數為 230 分，無法看出他和其他考生間的成績優劣情況；假如這一原始分數相當於第 85 個百分位數，我們就能夠知道大約有 85% 的考生之成績較其為劣(稱為 85PR 值)，而約有 15% 的考生之成績較其為優。

本研究將同一項目的實驗數據分為五組，平均每組各佔 20 個百分位數，再依據各組數據的離散與優劣分佈狀況，略加修正，在特定百分位數找出「界線」值，訂出實驗數據的「等級」。

實驗數據

紡織產業綜合研究所在民國八十多年開始投入吸濕排汗速乾紡織品的研發，需要對織物功能進行評估，逐步建立一系列評估的方法與軟硬體，亦即「吸濕排汗機能性布種評估系統」，並將實驗數據存入所建置的資料庫中，以便於記錄追蹤比對等。除了在紡織所內各項研究專案計畫中研究開發使用，並為業界作檢驗，協助開發吸濕排汗紡織品，如中興紡織、南亞塑膠、遠東化纖、興采實業等。歷經多年來，資料庫中累積了上千筆的資料，布樣來源廣泛，並涵蓋各種組織、成分、厚度等，具備代表性而無偏頗之顧慮，本研究將這些實驗數據加以分析，訂定「等級」。因為擴散、乾燥能力之機能受到織物結構的影響很大，應該將織物分類後再分級，但考量可執行性，所以僅分為針織、梭織兩大類；在其他三項試驗中無明顯差異性(其中吸水速度試驗法—Byreck 法，蕊吸高度，主要是看經緯向)則一起分析。

表 1. 吸濕排汗機能性布種評估系統資料庫中各項試驗之資料量

Table 1. The sample number of each tests in the database of moisture management fabrics evaluation system

試驗方法	織物數量		
	針織	梭織	共計
織物擴散能力試驗法	816	433	1249
織物乾燥速率試驗法	865	308	1173
織物隔濕能力試驗法	-	-	298
織物吸水速度試驗法—滴下法	-	-	593
織物吸水速度試驗法—Byreck 法	-	-	697

總計截至 94 年 2 月止，本研究進行時，資料庫中共計有 2066 筆資料，每筆資料依據布種分類，五項試驗是依據需求而進行測試，並非所有的布樣都完全經過五項試驗。將資料整理後，得到各項試驗的數據筆數如表 1。

等級分析與討論

一、織物擴散能力

在許多日本或歐美的吸濕排汗產品文宣中，可看到水滴在布面上擴散的照片，這個實驗便是將「影像數據化」，直接將布樣的擴散面積計算出來。擴散面積顯示的是織物遇到液態水後能否迅速擴散以利傳遞的能力，在實驗系統中顯示的是每一組布樣之擴散面積曲線，觀察曲線在反轉點後最具有鑑別差異性的時間點常出現在第 20 秒附近，參照圖 5 [24]，故以 20 秒擴散面積為實驗結果進行比較。

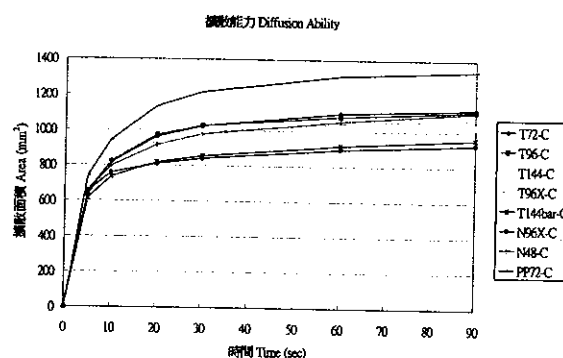


圖 5. 織物擴散面積曲線圖例

Fig.5. The example of textile diffusion area curves

不同布種間因厚度與組織差異，雖滴入相同容積的水滴，不宜直接比較擴散面積的大小，尤其針織與梭織因結構完全不同，擴散面積數據差異很大，應該分開來分析。在資料庫中各種組織的針織物共計有 816 件樣本，梭織物計有 433 件樣本，圖 6 為針織物擴散面積依據厚度的散佈圖，其次數分配如圖 7。在圖 7 中，最右方是面積最小且功能最差的部分，擴散面積小於 67mm² 的共有 3 件，大於 67mm² 而小於約 227mm² 的計有 52 件，依此類推。表 2 是 816 件針織物樣本擴散面積的排名與百分位數，因為資料量很大，只取每 5% 的百分位數資料，可發現前 5% (95 百分位數) 擴散面積大於等於 1994mm² 的有 41 筆，對照圖 7 的山峰形狀，是在左方平緩的部分，每組數量不多但組界範圍很大，堪稱功能最好的「資優生」；由此向右開始展開「山峰」，至 1500mm² 是高峰的左半部，百分位數約為 85%；再向右的組界中，

數量進入高峰，直到最後一個組界降為 3 件。如果將所有資料平均分為五等分，那麼每一等級應該各佔 20%，亦即界線取在 80%、60%、40%、20%，但是因為考量分佈的偏峰與參酌實際鑑別效果，向右略作修正，以 85%、65%、45%、20%作為分級的組界，加以整數化後得到表 4 中針織物部分之分級結果。

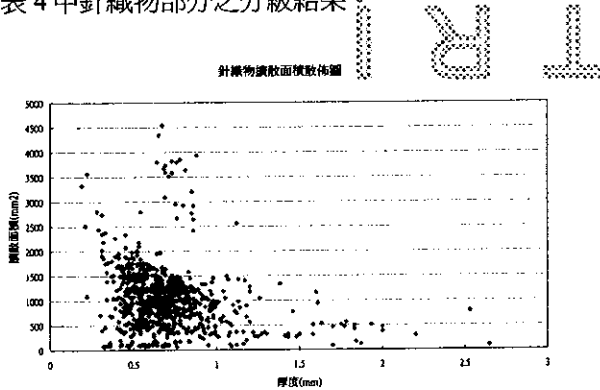


圖 6. 針織物擴散面積依厚度散佈圖

Fig.6. The diffusion area distribution graphic by thickness of knitting fabrics

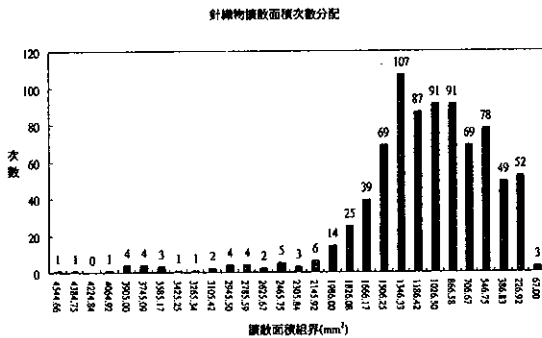


圖 7. 針織物 20 秒擴散面積次數分配圖

Fig.7. The histogram of diffusion area frequency of knitting fabrics

梭織物的次數分配見圖 8，同樣將 433 件樣本之 20 秒擴散面積，取每 5% 的百分位數資料列表 3 之的排名與百分位數。在圖 8 中梭織物的山峰形狀與圖 7 針織物不太相同，但是前 5% 百分位數的組界中，次數仍是偏低的，故比照針織物的分配，選擇 85%、65%、45%、20% 作為分級的組界，加以整數化後得到表 4 中梭織物部分之分級結果。

表 2. 針織物擴散面積之排名與百分位數
Table 2. The diffusion area ranking and percentile of knitting fabrics

排名	擴散面積(mm ²)	百分位數
1	4545	100%
41	1994	95%
80	1672	90%
123	1495	85%*
164	1409	80%
204	1316	75%
245	1244	70%
285	1201	65%*
327	1135	60%
367	1045	55%
408	981	50%
449	916	45%*
490	830	40%
530	771	35%
571	700	30%
612	592	25%
653	514	20%*
693	442	15%
734	338	10%
775	127	5%
816	67	0%

註*：修正後作為分級界線的百分位數

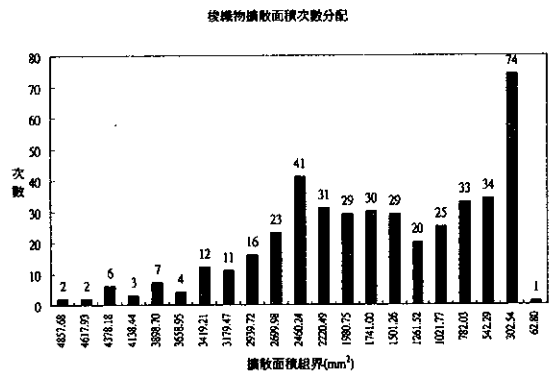


圖 8. 梭織物 20 秒擴散面積次數分配圖

Fig.8. The histogram of diffusion area frequency of woven fabrics

與擴散面積相同，在實驗系統中顯示的是每一組布樣之乾燥速率曲線，觀察大多數曲線最具有鑑別差異性的時間點常出現在第 40 分鐘附近，參照圖 9^[23]，故以 40 分鐘殘餘水分率為實驗結果進行比較。在資料庫中各種組織的針織物共計有 865 件樣本，梭織物計有 308 件樣本，其次數分配情形如圖 10 與圖 11，擬將其依功能優劣分為五個等級。

表 3. 梭織物擴散面積之排名與百分位數
Table 3. The diffusion area ranking and percentile of woven fabrics

排名	擴散面積(mm ²)	百分位數
1	4858	100%
23	3444	95%
44	2997	90%
66	2686	85%*
87	2454	80%
109	2349	75%
130	2201	70%
152	2012	65%*
174	1816	60%
195	1664	55%
217	1509	50%
239	1316	45%*
260	1067	40%
282	854	35%
303	750	30%
325	534	25%
346	358	20%*
368	251	15%
390	161	10%
411	104	5%
433	63	0%

註*：修正後作為分級界線的百分位數

表 4. 織物擴散能力依擴散面積之分級
Table 4. The grade of textiles diffusion ability by diffusion area

20秒擴散面積				等級 (Grade)
針織物	百分等級(%)	梭織物	百分等級(%)	
X ≥ 1500	85	X ≥ 2600	85	5
1200 ≤ X < 1500	65	2000 ≤ X < 2600	65	4
900 ≤ X < 1200	45	1300 ≤ X < 2000	45	3
500 ≤ X < 900	20	400 ≤ X < 1300	20	2
X < 500	0	X < 400	0	1

註：X 表示擴散面積測試結果

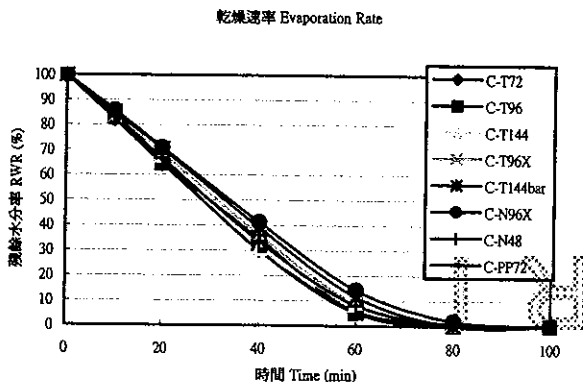


圖 9. 織物乾燥速率曲線圖例

Fig.9. The example of textile evaporation rate curves

二、織物乾燥速率

乾燥速率之殘餘水分率顧名思義是愈小愈佳，表示乾得愈快，對照分佈圖 10 與表 5 針織

物乾燥速率之排名與百分位數，針織物次數分配圖之左方自成一小山峰，RWR 低於 5%的有 88 筆(恰好落在百分位數 90%)，在實際感覺上幾乎已經乾燥，堪稱功能最好的「資優生」；其右之分佈大致成一向左偏峰，最右方拖著長尾，最右端尾部之乾燥速率偏低。以平均分配各 20%百分等級的方式，取 80%、60%、40%、20%的值作為分級界線，RWR 分別為 13、26、35、47，但考量數字的完整性與拖長的右尾，向右微調，將 47 整數化為 50，恰好落在 15%百分位數，成為表 7 針織物部分之分級結果。

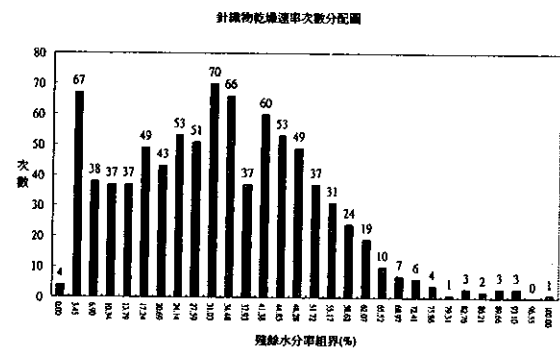


圖 10. 針織物 40 分鐘乾燥速率次數分配圖
Fig.10. The histogram of 40-min-evaporation-rate frequency of knitting fabrics

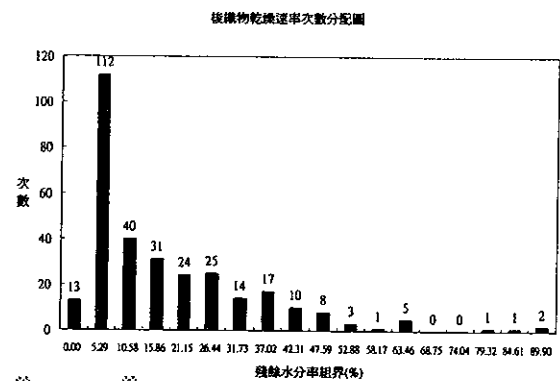


圖 11. 梭織物 40 分鐘乾燥速率次數分配圖
Fig.11. The histogram of 40-min-evaporation-rate frequency of woven fabrics

圖 11 中，梭織物的分配很集中於最左方，參見表 6 梭織物乾燥速率之排名與百分位數，其中殘餘水分率 3%之排名恰好在 100，百分位數為 68%，約佔三分之一，以實驗與常理判

斷，殘餘水分率低於 3%即已非常速乾，故直接將其歸於第 5 級最佳速乾性；其後依百分位數與 RWR 整數性一起考量，依序切在 48%、30%、10%百分位數，RWR 值分別為 10、20、37，得到表 7 梭織物部分之分級結果。在此雖加入人為判斷，但因實驗觀察與常理判斷，實有調整之必要性。

表 5. 針織物乾燥速率之排名與百分位數

Table 5. The evaporation rate ranking and percentile of knitting fabrics

排名	殘餘水分率(%)	百分位數
1	0	100%
45	2	95%
88	5	90%
131	9	85%
177	13	80%*
217	16	75%
261	20	70%
304	22	65%
347	26	60%*
388	28	55%
433	31	50%
478	33	45%
521	35	40%*
563	38	35%
606	41	30%
651	44	25%
695	47	20%
740	50	15%*
780	55	10%
822	62	5%
865	100	0%

註*：修正後作為分級界線的百分位數

三、織物隔濕能力

織物隔濕能力對於吸汗後能否迅速恢復乾燥，保持乾爽有重要意義，就像紙尿褲一樣，雖然吸收很多水分，依然使皮膚不覺得潮濕，是舒適性的重點。在實驗過程中，有些布樣不吸水，因此無法吸收玻璃板上的水滴，這種布樣不應列入「吸濕排汗速乾」布種，因此不應進行實驗，而凡是吸水的布樣，在 1 分鐘的吸收時間內都已經將水滴完全吸收，接著可進行濕潤回吸率評估。另外，針織物的隔濕能力一般均優於梭織物，但穿著時並不會因為是梭織物而接受潮濕感故分級時將針梭織物一起考慮，實際上在分析過程中，五個等級的級距已能夠包含針梭織物間的差異性。

表 6. 梭織物乾燥速率之排名與百分位數

Table 6. The evaporation rate ranking and percentile of woven fabrics

排名	殘餘水分率(%)	百分位數
1	0.0	100%
17	0.1	95%
42	0.7	89%
60	0.9	84%
65	1.0	80%
83	1.4	74%
98	2.5	69%
100	3	68%*
109	4	65%
125	5	60%
139	7	55%
156	9	50%
161	10	48%*
170	11	45%
186	13	40%
200	16	35%
216	20	30%*
231	22	25%
246	26	20%
262	32	15%
278	37	10%*
293	46	5%
308	90	0%

註*：修正後作為分級界線的百分位數

表 7. 織物乾燥速率試驗法依百分等級之分級

Table 7. The grade of textiles evaporation rate by percentile rank

40分鐘殘餘水分率(%)				等級 (Grade)
針織物	百分等級(%)	梭織物	百分等級(%)	
$X < 13$	80	$X < 3$	68	5
$13 \leq X < 26$	60	$3 \leq X < 10$	48	4
$26 \leq X < 35$	40	$10 \leq X < 20$	30	3
$35 \leq X < 50$	15	$20 \leq X < 37$	10	2
$X \geq 50$	0	$X \geq 37$	0	1

註：X 表示測試結果

在資料庫中建有 300 多筆隔濕能力的資料，刪除不吸水的布樣，只有 298 筆是有效的，次數分配如圖 12 所示，相當集中於左方，數值愈小表示回滲率愈低，愈乾爽舒適。依據表 8 隔濕能力之排名與百分位數，第 80%的 MPR 數據整數化後為 2，而 60%百分位數的 MPR 應為 3，考量數據太過接近，因此調整到 55%百分位數的 4，其後是 30%百分位數的 9，以及 15%百分位數的 21，得到表 9 之分級。此隔濕能力次數分配圖相當集中於左方山峰，為避免喪失鑑別力，故加入人為調整，以符合實驗觀察與常理判斷，實有其必要性。

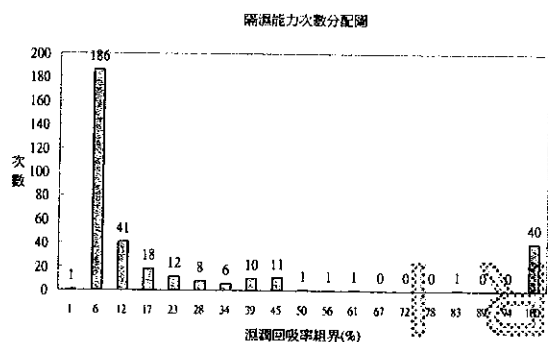


圖 12. 織物隔濕能力次數分配圖

Fig. 12. The histogram of frequency of textiles isolation ability

表 8. 織物隔濕能力之排名與百分位數

Table 8. The ranking and percentile of textiles isolation ability

排名	濕潤回吸率(%)	百分位數
1	0.6	100%
18	1.3	95%
33	1.5	90%
48	1.9	85%
61	2.1	80%*
75	2.4	75%
90	2.6	70%
106	3.0	65%
120	3.3	60%
135	3.7	55%*
150	4.2	50%
165	4.8	45%
180	5.7	40%
195	7.0	35%
209	8.8	30%*
224	10.7	25%
239	14.8	20%
253	21.0	15%*
271	30.0	10%
284	39.4	5%
298	82.9	0%

註*：修正後作為分級界線的百分位數

四、織物吸水速度一滴下法

滴下法吸水速度是快速簡單的實驗方法。在布樣上滴一滴水，藉由碼錶評估織物遇到水滴後是否迅速吸收水分，因此評級標準只設定通過與否，凡是針織物於 2 秒內、梭織物於 5 秒內將水滴吸收，不再出現鏡面反射即可通過。此乃根據實驗操作過程中，絕大多數吸濕排汗織物都能在很短數秒內吸收水分，唯有如此才能符合終端使用上的要求。

表 9. 織物隔濕能力試驗法之分級

Table 9. The grade of textiles isolation ability

濕潤回吸率(%)	百分等級 (%)	等級(Grade)
$X \leq 2$	80	5
$2 < X \leq 4$	55	4
$4 < X \leq 9$	30	3
$9 < X \leq 21$	15	2
$X > 21$	0	1

註：X 表示測試結果

五、織物吸水速度一蕊吸試驗

Byreck 法蕊吸試驗是既有標準，且為業界所習用，故予納入。在資料庫中共計有 697 筆蕊吸試驗的資料，分別依經向與緯向繪出次數分配圖，如圖 13、14，此項試驗很單純、易於比較，且最大值為 15，僅將其劃分為三個區域，分為三級，參照圖 15，並訂出分級表，如表 10。織物需經緯向同時符合等級要求。

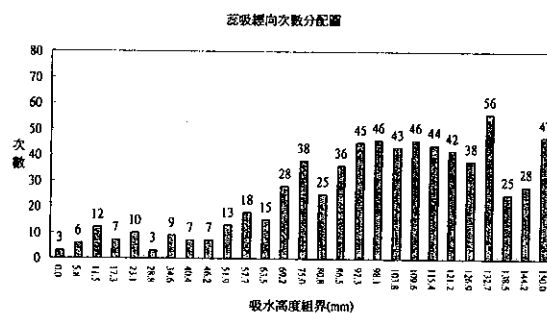


圖 13. 織物經向蕊吸能力次數分配圖

Fig. 13. The histogram of warp wicking ability frequency of textiles

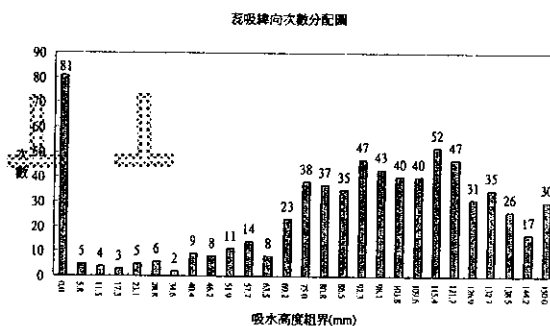


圖 14. 緯向蕊吸能力次數分配圖

Fig. 14. The histogram of weft wicking ability frequency of Textiles

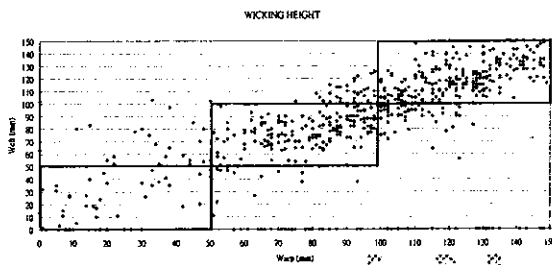


圖 15. 物蕊吸能力分佈與分級圖

Fig.15. The distribution & grading graphic of textiles wicking ability

表 10. 織物蕊吸能力試驗法之分級

Table 10. The grade of textiles wicking ability

吸水高度(mm) 經向與緯向	等級(Grade)
$X \geq 100$	3
$50 \leq X < 100$	2
$X < 50$	1

註：X 表示測試結果

結 論

當液態汗水出現在皮膚與衣服之間，會佔據織物纖維間的空隙、影響織物原本的熱傳導性質，使透氣性與保溫性降低，破壞衣服內微氣候的平衡，穿著的人會覺得很不舒適，像是濕、黏、寒冷、貼在身上妨礙活動，甚至於失溫或中暑，因此汗水產生與傳送的問題是穿著舒適性的關鍵影響因素，吸濕排汗速乾紡織品也在此扮演重要角色。

針對吸濕排汗速乾紡織品的機能性評估需求，因水分傳導的複雜機理，提出五種試驗方法分別在傳導的各階段予以評估，包括：1. 遇到汗水水滴時能否迅速吸收—吸水速度滴下法；2. 吸收汗水後能否隔離皮膚，保持乾爽舒適—隔濕能力；3. 汗水傳導至織物外層後，能否迅速擴散，增加表面積—擴散能力；4. 擴散後能否迅速蒸發快乾—乾燥速率；5. 織物對抗重力之毛細作用蕊吸能力，為業界習用的吸水試驗標準—吸水速度 Byreck 法，即蕊吸試驗。其中第 1、5 項為既有試驗標準，2 為參照日本專家發表方法，3 為自行研發，4 為修改自現有試驗標準。

因開發吸濕排汗速乾織物而建立之評估系

統軟硬體及資料庫，可將每次布樣實驗的結果紀錄在資料庫，經過數年已累積超過上千筆的布樣實驗數據，透過次數分配、百分位數與實驗觀察分析，將每一項試驗法的數據分級，訂出前述五項吸濕排汗速乾試驗法之機能性「等級」，提出供相關研究者討論。

謝 誌

本文之實驗方法與資料庫累積之資料係執行經濟部技術處科技專案、工業局專案與歷年各廠商業界合作所達成之成果，並蒙國內各廠商採行紡織所之實驗法研究成果、接受吸濕排汗機能性布種開發與評估系統之技術移轉，共襄盛舉，特此致謝。級距與等級的建立與統計學有很大的關連，感謝多位接受諮詢的老師與同事，這是最大的挑戰，雖已努力使用各種分析方式，仍期待各界不吝給予指教。感謝團隊成員對評估系統的建立、操作之努力付出，尤其在最近幾年，已經無政府專案之研究經費支持下，主管連榮盛副所長仍給予支持進行研究，至為感激。在建立「吸濕排汗速乾紡織品驗證規範」過程中，檢驗中心周主任與團隊同仁的努力付出，並得到各位審查委員的意見與指正，使其更臻健全，如今能往建立 CNS 國家標準的路途中努力邁進，深感謝忱！期望能對我國機能性紡織品之驗證盡上一份心力。

參考文獻

1. Rohles, F.H., Jr., The Measurement of Prediction of Thermal Comfort, Ashrae, No.2209, RP-118, pp.98-114(1973)
2. Hollies, N.R.S., Goldman, R.F., Clothing Comfort, Ann Arbor Science Publishers, Inc., (1977)
3. Slater, K., Comfort Properties of Textiles, Textile Progress, U.K., Vol.4, pp.1-5(1977)
4. Piller, B., Integral Knitted Fabrics with Increased Moisture Transfer, Knitting Technique, Vol.9, No.5, pp.358-364(1987)

5. Buhler, M., Iyer, C., An Investigation into Opportunities for Further Developments of Functional Knitwear for the Sportswear Sector, *Knitting Technique*, Vol.10, No.5, pp.303-307(1988)
6. Li, Y., The Objective Assessment of Comfort of Knitted Sportswear in Relation to Psychological and Physiological Sensory Studies Ph. D Thesis, Dept. of Textile Industries, The University of Leeds(1988)
7. Harlock, S.C., et al, Studies of Physiological Properties of Fabrics and Their Effect on Apparel Comfort, The University of Leeds, Textiles and Clothing Education and Research Development for 21th Century Taiwan-International Conference(1999)
8. CNS 12915 一般織物試驗法
9. CNS 13905 纖維製品吸水性試驗法
10. JIS L1907-1994 Test Methods for Water Absorbency of Textiles-5.1.1 (Dropping)
11. JIS L1907-1994 Test Methods for Water Absorbency of Textiles-5.1.2 (Byreck)
12. AATCC 79-2000 Absorbency of Bleached Textiles
13. 飯田博彥, 邱信雄整理, 日本新世代特化合纖紡織品企劃開發整合技術, 人纖加工絲會訊, 第 20 期, 第 38~49 頁(1999)
14. 王立主、宋嗣樞, 機能性針織布之客觀測試, 紡織中心期刊, 第 3 卷, 第 5 期, 第 68~73 頁(1993)
15. Wang, L.C., Wu, D.H., Lien, J.S., The Analysis of Water Transmission of Textiles by Diffusion Area, Proceedings of The 3rd Asian Textile Conference, Vol.2, pp.1195-1200(1995)
16. 王立主, 軍服布料吸濕速乾性質之評估, 第四屆國防科技學術研討會論文集(下冊), 第 8-26~8-29(1995)
17. 王立主、連榮盛, 機能性織物的排汗性質評估, 紡織中心期刊, 第 6 卷, 第 1 期, 第 57~61 頁(1996)
18. 王立主、連榮盛, 乾爽機能性織物的速乾性質評估, 紡織中心期刊, 第 6 卷, 第 6 期, 第 434~438 頁(1996)
19. Wang, L.C., The Evaluation of Water Transportation of Polyester Fiber with Modified Cross Section, Proceedings of The 4th Asian Textile Conference, June, pp.1185-1191(1997)
20. 王立主, 開發異斷面人造纖維布種之傳水性質評估, 紡織中心期刊, 第 8 卷, 第 3 期, 第 255-260 頁(1998)
21. Wang, L.C., Lien, J.S., The Relationship Between Cross-Section Shapes of Fibers and Wearing Comfort, Proceedings of Second International Conference on Human-Environment System, Yokohama, pp.198-201(1998)
22. 王立主、趙壬淇, 人造纖維之斷面與加工對水分傳導性質之影響, 紡織中心期刊, 第 9 卷, 第 4 期, 第 303~310 頁(1999)
23. Wang, L.C., Chao, J.C., Lien, J.S., The Effect of Modified Cross-Section and Textured Manmade Fiber on Water Transportation Properties, Proceedings of International Conference on Advanced Fiber Materials, Ueda, Japan, pp.175-176(1999)
24. 王立主、蔣錦煌、周先珍、邱克忠、周麗華, 運動服針織布之濕傳導研究—平紋疊紗布的相關探討, 紡織中心期刊, 第 12 卷, 第 4 期, 第 282~292 頁(2002)
25. 王立主, 運動休閒紡織品之製造與評估, 絲織園地, 第 47 期, 第 24~43 頁(2004)
26. Wang, L.C., Chou, H.C., Wu, D.H., Shih, Y.P., An Objective Evaluation Standard for Moisture Management Fabrics, Proceedings of 11th International Conference on Environmental Ergonomics, Ystad, Sweden, pp.407-410(2005)
27. Anderson、Sweeney、Williams, 周茂柏譯, 商用統計學(上冊), 曉園出版社, 第 16~36、43~46、61~67 頁(1991)

(2006.06.07 收到/2007.05.28 修訂/2007.05.30 接受)

吸濕排汗速乾紡織品水分傳導評估方法之研究

Evaluation Methodology of the Function of Moisture Transferring and Quick Drying Textiles

王立主¹、周先珍²、吳德樺²、施陽平²

紡織產業綜合研究所 檢驗中心¹

紡織產業綜合研究所 產品開發部²

L.C. Wang¹, H.C. Chou², D.H. Wu², and Y.P. Shih²

Center of Testing and Certification, Taiwan Textile Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C.¹

Dept. of Product Development, Taiwan Textile Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C.²

摘要：科技的發達、運動休閒的生活形態、消費者的知識與觀念進步等因素，使得機能性紡織品非常盛行，尤其是吸濕排汗速乾產品早已成為基本必備的條件，但是因為水分傳導機理的複雜性，至今仍然未出現國際性的試驗標準，致使在交易或消費者識別與推廣上都欠缺具公信力的依循準則。本研究針對水分傳導機能性評估，提出五種試驗方法，包括：1. 遇到汗水水滴時能否迅速吸收—吸水速度滴下法；2. 吸收汗水後能否隔離皮膚，保持乾爽舒適—隔濕能力；3. 汗水傳導至織物外層後，能否迅速擴散，增加水分的表面積—擴散能力；4. 擴散後能否迅速蒸發快乾—乾燥速率；5. 織物對抗重力之毛細作用蕊吸能力—吸水速度 Byreck 法，即蕊吸試驗。經過數年累積，在評估系統資料庫中已經超過上千筆布樣的實驗數據，透過次數分配、百分位數分析與實驗觀察，將每一項試驗法的數據分級，訂出五項試驗法之機能性「等級」。

關鍵詞：吸濕排汗速乾紡織品、擴散面積、乾燥速率、蕊吸試驗、百分位數

Abstract: High performance fabrics, especially the moisture transferring and quick drying textiles, are very popular because of technique development, casual life style, consumers' knowledge, and so on. Unfortunately, the mechanism of moisture transportation is so complicated that international evaluation standards are not set up yet. It is now with no authoritative criteria on trading, consumer identification, or promotion. This study tried to establish objective evaluation methods on moisture management fabrics. Five evaluation methods were selected to meet different stages of liquid water transportation, such as (a) absorbency speed- if the fabric can absorb a drop of sweat at a very short time or not; (b) isolation ability- isolating the moisture retained in the outer layer of double layered moisture management fabrics and keeping the skin feel dry and comfortable; (c) diffusion ability- water-absorbing and diffusing ability of a fabric that increasing the water surface area; (d) evaporation ability- the quick drying ability of the fabric, and (e) wicking height- the capillary ability of a strip of fabric against gravity. Thousands of moisture management fabrics were tested and recorded in the database of TTRI Evaluation System for years. The tested data of fabrics were then analyzed by frequency, percentile rank (PR), and researcher's observation and experience to get grades for aforementioned evaluation tests.

Key words : Moisture transferring and quick drying textiles (or Moisture management fabrics), diffusion ability, evaporation ability, wicking height, percentile

前言

紡織業多年來一向是台灣重要的創匯產業，但逐漸受到許多客觀條件的影響而必須走向提升附加價值的轉型之路，因為科技的發達

使得機能性紡織品非常盛行，在台灣紡織產業的發展上佔有重要的一席之地，加諸運動休閒的生活形態、消費者的知識與觀念進步等因素，機能性紡織品已經和流行性時裝產品相互影響融合，尤其是吸濕排汗速乾產品早已成為基本必備的條件，但是因為水分傳導機制的複