

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

中華民國警用防彈衣之舒適性分析研究(II)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2216-E-034-003-

執行期間：92年08月01日至93年10月31日

執行單位：中國文化大學紡織工程學系

計畫主持人：李貴琪

共同主持人：陳幼良

計畫參與人員：鍾燕鈴，張鶴騰，黃琮楫

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 2 月 1 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

中華民國警用防彈衣之舒適性分析研究 (II)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 92-2216-E-034-003-

執行期間：2003年08月01日至2004年10月31日

計畫主持人：李貴琪

共同主持人：陳幼良

計畫參與人員：鍾燕玲、張鶴騰、黃琮楫

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：中國文化大學紡織工程學系

中華民國九十四年一月三十一日

中英文摘要

1. 中文摘要：

由於我國目前在警用防彈衣設計上多以強調其安全性（亦即抗彈功能）為主要考量，往往忽略了員警穿著時的舒適性，殊不知穿著時的舒適與否會影響到員警們在值勤的工作效率與穿著意願。近年來為了提昇防彈衣的效率有三大目標，亦及要有最佳的防彈性能、重量輕、及舒適性。由於防彈衣常會對使用者帶來極大之障礙與不便，所以現今的設計觀念需要放在使用者的舒適性上研究。基於大多數的使用者為在外執勤的員警，常常會使他們汗流浹背。當汗水出現在皮膚與衣服之間時，而因汗水不能排出，使穿著的人便覺得很不舒適，這樣更會使執勤員警對舒適性不佳之防彈衣產生排斥。所以在防彈衣的外襯織物上加以研究設計，使其體內水蒸氣能藉織物的傳遞，快速將汗水擴散至外界，進而達到人體溫熱舒適性，亦能減少員警穿著防彈衣時的不舒適，而增進員警的執勤效率。

關鍵詞：防彈衣，舒適性，最佳化設計

2. 英文摘要：

As the result of police soft body armor in the design is lay emphasis on the safety properties (bulletproof properties), usually the comfort properties of police soft body armor dressing was ignored, they forget the comfort properties of dressing will affect the working efficiency of the policemen. Recently, in order to improve the efficiency of the armor, we put much emphasis on the best bulletproof conditions, the lighter weight and the comfortableness. Due to the cumbersome and inflexible armors, users would feel inconvenient. Therefore, the main designing idea focuses on the comfortableness of armor wearing. Most of armor users are those policemen who have duties outside. When they wear armors outside on duty, they always perspire because of the time and working places. When sweating between the clothes and skin, the sweat could not come out because of the armor and then the wearer would feel uncomfortable. That forces the policemen refusing to use armor as a protection. So we worked on the outer layer textile of armor trying to improve the hygroscopic and permeable functions. By transmitting vapor through textile, sweat can be evaporated swiftly from the skin to the outside. After working on this research, we hope that policemen can feel more comfortable when they wear armors on duty and increase their working efficiency.

Keywords: Soft Body Armor, Comfort Property, Optimum Design

目錄

(一) 前言.....	1
(二) 研究目的.....	1
(三) 文獻探討.....	2
(四) 研究方法.....	3
(五) 結果與討論 (含結論與建議)	3
(六) 參考文獻.....	7
(七) 計畫成果自評.....	11
可供推廣之研發成果資料表.....	12

(一) 前言：

在台灣目前並未有用於織物吸濕排汗性能之舒適性標準，相對的防彈衣亦然是沒有。但其舒適性對衣著來說，一般定義係「物理、化學或情報的環境因素對人類身心的舒適性，會伴隨著有舒適或不舒適之情感」。對舒適性有影響的環境要因可列舉為：生理的環境因素、心理的環境因素、社會的環境因素。然而舒適性的評價法，係當從事開發機能舒適性之衣物時，首先闡明人類會感覺到舒適之條件，而將其條件以機器量測替代。舒適性是衣物為人類所喜愛穿著的主因之一，亦是自古以來，人類對衣物所要求最重要的重點。在科學昌明的今日，人們可以利用儀器測試、理論推斷及實驗等方法來控制所謂的舒適性。舒適性大體上可分為溫度、感官、適身及心理等四方面，對舒適性的定義可歸納為『人體 - 衣著 - 環境間之生理、心理、物理達到平衡之愉悅狀態』。本研究針對防彈衣穿著舒適性之吸濕排汗性能，分析其生理溫熱舒適性分析相關因素。穿著衣服感覺悶濕是一種相當不舒適的感覺，而且很容易因為潮濕而著涼，所以應該讓衣服與人體保持乾爽，而其間的問題就是必須考慮到環境—衣服—人體間的關係。生理溫熱舒適性與人體散發熱量與水份、蒸氣有關，當織物的熱量與水份、溼氣傳遞的性質提供符合人體熱量平衡的微氣候環境時，會給人體較舒適的感覺。在人體皮膚表層與織物間所形成的一道微氣候，在這微氣候中間充滿了水氣，相對的發現在這微氣候中的水份由於凝結、毛細現象與滲開作用，也就是水份凝結後產生的水蒸氣或汗水在織物的內裏測表面時，由於紗線與纖維的隙間會產生毛細現象，而產生運輸性的功能。這種功能的優劣與纖維的回潮率關係密切，從原理上來看，纖維越細時纖維的間隙越小，因此纖維的毛細現象越強。所以，在劇烈的運動或活動，流汗量相對增加時，較細之纖維將會比一般的纖維織物有較高的傳輸能力，因此可提供較佳的舒適性。並且藉由對流作用，亦即織物裡側與人體皮膚接觸的微氣候與外界環境的氣流彼此交流互換的情形，將人體內的熱量及水份需要藉由織物擴散至外界環境，這主要與織物結構及衣著貼身程度有關。在人體—衣服—環境的系統中，人體內微氣候的熱量及水份需要藉由織物的有效轉換擴散至外界環境，因此，織物是來扮演這種制衡與緩衝的角色。

由第1年度的研究（NSC 91-2216-E-034-007）得知我國目前警用防彈衣多以安全性為第一考量，少有考量到穿著的舒適性與否，以往防彈衣的笨重、剛硬，常會對使用者帶來極大之障礙與不便。所以現今之防護設計觀念上不僅在尺寸上之研究，亦研究防彈衣穿著於人體上的吸濕排汗效果。事實上，這些研究主要針對使用者之必要活動，如跑、跳、追緝、巡邏等等活動。最佳化設計在於員警穿著防彈衣執勤時，能夠給予較大的生理溫熱舒適性，且期待在任何狀況下均能達到最大的防護效果且舒適。在防彈衣的外襯織物材料選用上，本身防彈衣之外襯織物為 T/C 混紡織物，且吸濕效能及排汗效果差，但內層 Kevlar 纖維經紫外光照射後，對其性能會造成不良的影響，且 Kevlar 纖維防彈編織布受水浸入，會減弱其防彈性（但是在水氣消除之後，又可恢復原來之性質），基於此一因素，Kevlar 纖維必須儲存於防水袋內，因此防彈衣內之 Kevlar 纖維是防水袋所包覆的，所以防彈衣的吸濕排汗性能極差，亦須針對防彈衣的外襯織物做相關之設計及改變，所以需針對外襯織物吸濕排汗舒適機能性上著手改質，基於台灣屬於溫熱潮濕的海島型氣候，防彈衣本身不是透氣性之衣物，溼熱的天氣穿著防彈衣更是使執勤的員警頭疼，因此對於防彈衣外襯織物的吸濕排汗性能，做最佳化的設計在探討其設計樣品之可行性。

(二) 研究目的：

由於我國目前警用防彈衣均以安全性為第一考量，少有考量穿著時的舒適性，且目前

全世界尚未有針對防彈衣作關於「穿著適性」之研究調查。因此，承蒙國科會的研究支持，本系列研究藉由去年第 1 年度的研究 (NSC 91-2216-E-034-007) 對全國基層員警做舒適性相關問卷調查，經此問卷的回收與統計，了解警察人員對防彈衣的真正需求，並藉此檢討目前警用防彈衣設計上是否有那些不足之處。本計劃企圖將此研究所獲得的數據，提供給警政署及相關設計者作參考，以設計更舒適、更安全的防彈衣。參考國內外眾多的研究報告得知，使用者對「舒適性」的要求將會越來越重視，「舒適性」是設計者、製造者及消費大眾的共同需求及想要達到的目標。

防彈衣的舒適性除防彈衣柔軟性之外，尚有許多影響因素如上表所示。因此，本研究承接第 1 年度防彈衣舒適性問卷調查 (NSC 91-2216-E-034-007)，了解基層員警對防彈衣舒適性影響因素的影響程度，再依此研究成果進行第 2 年的防彈衣舒適性最佳化設計。第 2 年的研究重點係依第 1 年的試訪結果，檢討提升防彈衣舒適性的可行性。

經由第 1 年度計劃 (NSC 91-2216-E-034-007) 初步試訪結果得知：重量及悶熱因素為基層員警對警用防彈衣舒適性之基本需求。其中，重量因素與安全性有相關性，重量重則相對地安全性高；反之，重量輕則安全性相對地降低。因此在一定的安全性下，如欲降低其重量時，有二種方法可供設計者使用：(1)使用強度更強之纖維材料；(2)按抗彈原理搭配不同種類之抗彈材料，亦即利用結構提升其抗彈能力。此二步驟中之第一項因其技術層次高，受制於國外之材料製造商，不易有所突破。第二項利用結構提升其抗彈能力則為本計畫主持人多年來的研究方向。另一悶熱之因素則為本計劃第二年度的研究重點，本計劃企圖將紡織業近年來全力開發的功能性紡織品運用於防彈衣，以提升其舒適性差之缺點。

(三) 文獻探討：

國外方面的發展多偏重安全性：美國陸軍發展的現代 Kevlar 夾克 (重 4.84 磅)，以 1.1 公克破片模擬彈測試，其 Vp50 質 1624 fps，而舊式之 9.9 磅重尼龍夾克，其 Vp50 值僅 1312 fps，兩者比較後知 Kevlar 纖維取代尼龍材料，再同一防彈性能下其重量可以減少 50%。同時由於重量輕，柔性佳，可與防彈炭板配合使用放置於夾克內。國內方面的發展：軍方聯勤曾對 Kevlar 製成之防彈背心做抗彈性能實驗，以美造 0.38 吋左輪、0.45 吋手槍及國造 5.56 公厘步槍射擊美製、國造以及以色列的防彈背心，以黏土凹陷度和 Vp50 極限質作評鑑標準，也亦以 0.45 吋口徑手槍，以活豬裹國燥防彈背心距離 3 公尺做抗彈性能實驗，其結果顯示國造的防彈織物符合美軍規格。此外國內對於防彈之物的織法研究，只有沿用國外的文獻的平紋織法以及織布後的後加工過程，以處理及披覆樹脂加以交鏈使之加強效果。而中山科學研究院及中正理工學院多進行此類織物的後處理複合材料的加工研究[1]。紡研中心朱政崑之研究主要是改變織布機的穿綜、穿筘以及不同的織法改變紋路，織成類似立體織物的層織物，進行防彈測試[2]。

舒適性方面之研究有：樂以媛的衣物與人體生理舒適性之研究，認為衣服的角色在於為影響熱平衡的積極阻隔體，其所需被穿著的種類會環境狀況，人體新陳代謝狀況、性別、年齡及服裝材料性質、服裝設計和用途等因素而有所改變[3]。Pascoe 等人認為由於體表溫度常較周圍空氣溫度高。身體周圍溫度會變溫暖。溫度升高而產生自然的熱對流 (煙囪效應)。對流層的改變是由於身體的活動。由於身體的活動而產生的氣流雖然小於 8KM/小時，彈足以破壞外界空氣阻隔層而促成冷卻[4]。王立主等人則探討服裝舒適性與氣候的關聯，該研究係以氣候環境為前提，探討人體調節熱量的功能與布匹結構及服裝系統之關聯[5]。Rodgers 認為身體產生的熱量與散失到環境中的熱量相當時是最舒適的狀況，也就是不冷不熱的感覺，當氣溫為 19°C 至 26°C 時，能讓大多數人感到舒適[6]。Du Pont 研究指出當裸體

時，溫溼度為 29°C、20%RH 左右時，身體散熱與產熱大約剛好平衡，能夠很舒適的維持 37°C 的體溫[7]。Robinson 研究指出皮膚是很差的反射體，如果周圍氣溫比體溫高，則體溫不彈無法發散，且會不斷吸收輻射熱，但是衣服的反反射性比皮膚好[8]。Horn 指出凝滯空氣有很好的絕熱性，因此盡量包含最多的凝滯空氣便可達到最好的保溫效果[9]。石爾璽進行衣著舒適性之探討，認為舒適性大體上可分為溫度、感官、適身及心理等四方面[10]。Yi 開發吸取性試驗法，用以測試織物或纖維之水份的傳導及擴散性。以了解織物的透濕性及熱能的散發性[11]。Holcom 開發透氣性試驗法，用以測驗織物的透氣度，在可控制之情形下將定量之空氣自織物中吹過，以測取織物的透氣性及防風性[12]。Gallico 研究認為感官的舒適性需藉由客觀且科學的量測分析方法來比較，因此產生 Kawabata 的客觀測試系統[13]。Filatov 研究認為科學家從研究人體皮膚在活動時之彎曲及伸縮，得知衣物之形狀及人體穿著時舒適性的關係[14]。原田隆司研究衣服的舒適性與感覺計測[15]。平田耕造研究皮膚血流調節溫熱生理學[16]。八木昭宏則進行衣服的舒適性之心理生理學研究[17]。伊藤研究衣服壓迫感對衣服的舒適性之影響[18]。田村照子研究溫冷感、濕潤感對衣服的舒適性之影響[19]。

(四) 研究方法：

4-1 實驗材料

- (1)防彈衣：NIJ IIIA 級防彈衣（材質：Kevlar 梭織布，Gold-flex 不織布）
- (2)警用襯衫：(T/C 65/35)
- (3)防彈衣外襯套：(T/C 65/35)
- (4)吸濕排汗布：Polyester(含 43%Coolmax)布、(經用紗： IDW 75D/34 密度:147，緯用紗：SDW 150D/288 密度:97)

4-2 實驗儀器

- (1)擴散速率測試儀
- (2)蕊吸試驗測試儀
- (3)乾燥速率檢測儀
- (4)縫紉機
- (5)跑步機
- (6)紅外線影像分析儀

4-3 分析項目

- (1)蕊吸試驗測試
- (2)擴散面積測試
- (3)乾燥速率測試
- (4)紅外線影像分析

(五) 結果與討論 (含結論與建議)：

5-1 T/C布與吸濕排汗布之蕊吸試驗、擴散面積及乾燥速率

5-1-1 蕊吸試驗

T/C布與吸濕排汗布之蕊吸試驗結果如圖1、2所示。圖1為經向測試結果；圖2為緯向測試結果。由圖1、2得知，不論T/C布與吸濕排汗布，測試時間由0至10min，其吸水高度快速增加，其後仍持續增加，但增加速率漸緩（例如：吸濕排汗布在0至10min，吸水高度上升12.3cm；10至20min時，吸水高度上升2.58 cm；20至30min時，吸水高度上升2.59 cm）。且以同時間10分鐘比較，吸濕排汗布與T/C布高度相差10.8cm，吸濕排汗布之吸水高度為T/C

布之8.2倍。時間30分鐘比較，吸濕排汗布與T/C布高度相差14.97cm，吸濕排汗布之吸水高度為T/C布之6.9倍。

不論經向蕊吸測試與緯向蕊吸測試吸水高度隨著測試時間的增加而繼續上升。圖1經向較差者為T/C布，0到10分鐘時T/C布吸水高度到1.5cm的位置，而30分鐘時在2.5cm在的位置。圖形上吸濕排汗布上升曲線較T/C布為高，0到10分鐘時吸濕排汗布吸水高度到12.3cm的位置，此時吸濕排汗布內含之43%coolmax已發生效應，而30分鐘時在17.47cm的位置，兩者差不多以達到吸水高度之飽和位置。圖2緯向曲線上揚較差者為T/C布，0到10分鐘時T/C布在1.3cm，而30分鐘時在2.3cm的位置，吸濕排汗布則在0到10分鐘時已達11.9cm的位置，而30分鐘時在24.58cm的位置，從10分鐘到30分鐘中間時段，吸濕排汗布在10分鐘時之吸水高度為T/C布之9.1倍，吸濕排汗布在30分鐘時之吸水高度為T/C布之10.7倍。而圖1與圖2在經緯向之比較下，吸濕排汗布吸水效果較為T/C為佳，且緯向摻入較多的CoolMax纖維。

5-1-2擴散面積

T/C布與吸濕排汗布的擴散情形如圖3所示。圖中T/C布在0~5秒中擴散到約90mm²之後不再擴散，此後到90秒均維持在90mm²之範圍。而吸濕排汗布在0~5秒中，其擴散面積達2206mm²，從5~25秒中吸濕排汗布之擴散面積持續增加1886mm²，達4092mm²，擴散面積為T/C布之20.9倍，25秒之後至90秒，吸濕排汗布之擴散面積雖然上升較趨緩，但其擴散面積仍較T/C布之擴散面積為大。

5-1-3乾燥速率

T/C布與吸濕排汗布的乾燥速率如圖4所示。圖中T/C布在0~30分鐘時，殘餘水分率由100%全濕下降至91.5%呈線性變化遞減，吸濕排汗布從殘餘水分率100%全濕下降至13.6%，兩者相差約77.9%，乾燥速率各為0.28%/Min與2.28%/Min，吸濕排汗布較T/C布多2%/Min可看出吸濕排汗布乾燥效果較佳，且吸濕排汗布在40分鐘時殘餘水分率幾乎達到0%，T/C布到100分鐘還在72.1%左右，相差已達72.1%。

5-2穿著防彈衣之靜態體表溫度分佈

5-2-1靜態10分鐘下之體表溫度分佈

圖5，6，7所顯示者為靜態坐立不動10分鐘用紅外線影像分析儀所拍攝下來的畫面取防彈衣包覆的A平面觀察，A平面為防彈衣所保護身體的部位。圖5為對照組（未穿著防彈衣）靜態10分鐘；圖6為穿著傳統型防彈衣（抗彈材：Kevlar梭織布，內襯布：Nylon布，外襯布：T/C布）靜態10分鐘；圖7為穿著改良後的防彈衣（抗彈材：Kevlar梭織布，內襯布：Nylon布，外襯布：吸濕排汗布）靜態10分鐘。

由圖5看出正常情況定溫下，人體未穿著防彈衣時，胸部部位有白色、紅色及橘色等不同溫度分布。顏色分佈表示了溫度分佈的高低，高低溫之顏色表示為白、灰、紅、澄、黃、綠、藍、靛、紫及黑色，以白色為最高溫，在36.5度以上則為灰色代表，在30.5度左右則為藍色代表，30.5度以下則為靛色。穿著傳統型防彈衣時如圖6所示，胸部肩夾產生巨大的白色且紅色分布更擴大面積到腹部上方，從溫度分佈看出穿著原本防彈衣熱量不易散發，體內水蒸氣擴散至外界困難，造成溫度不易下降而使人體不舒適。穿著改良後的防彈衣時如圖7所示，紅色分部多集中於胸部上方肩夾部位，腹部幾乎都屬溫度低的部分，而從溫度分部看出溫度高的區域多集中於胸部上方肩夾部位，且胸部上方肩夾部位為防彈衣未包覆的部位，可藉由吸濕排汗布料的作用快速將溫度擴散傳導致外界，使人體溫度下降快速而達到舒適效果。

5-2-2 未穿著、穿著傳統型及穿著改良後的防彈衣在靜態10分鐘下之最高、最低及平均溫度

變化情形

圖8為靜態10分鐘下防彈衣防護面積A平面之分佈溫度的最高、最低值及平均值。從圖中可看出未穿著、穿著傳統型防彈衣及穿著改良後的防彈衣，在最高溫時傳統型防彈衣與改良後的防彈衣相差不大約 0.3°C 。但傳統型防彈衣高低溫差距為 7.38°C ，而改良後的防彈衣高低溫差距為 8.99°C ，溫度差距較傳統型防彈衣來的大，且可使溫度平均下來達到適宜的溫度。所以改良後的防彈衣與傳統型防彈衣之平均溫度相差有 1.19°C 以上，且與未穿著防彈衣時之平均溫度僅差 0.06°C ，幾乎跟未穿著防彈衣平均溫度相同，因此對人體的溫度舒適感亦會增加許多。

5-3 未穿著、穿著傳統型及穿著改良的防彈衣在動態下體表溫度分佈

5-3-1 未穿著、穿著傳統型及穿著改良後的防彈衣在動態10分鐘下體表散發熱量圖之情況

圖9，10，11為在跑步機上以4階段完成10分鐘，各階段持續時間為3分鐘第四階段為1分鐘，速度各為(1.7、2.5、3.4、4.2 km/h)坡度各為(10%、12%、14%、16%)以達到無氧運動狀態，促使汗水快速流出，使用紅外線影像分析儀拍攝之畫面。圖9為對照組(未穿著防彈衣)動態10分鐘下；圖10為穿著傳統型防彈衣(抗彈材：Kevlar梭織布，內襯布：Nylon布，外襯布：T/C布)動態10分鐘下；圖11為穿著改良後的防彈衣(抗彈材：Kevlar梭織布，內襯布：Nylon布，外襯布：吸濕排汗布)動態10分鐘下之情形。

圖9，10，11中防彈衣所保護身體的部位有很大的變化，胸部顏色之變化比起靜態時來的劇烈，從圖16可看出正常情況定溫下人體未穿著防彈衣時，胸部部位有白色、紅色、橘色、黃色及綠色等不同溫度分布，但深色系分布不多幾乎多為淺色系。穿著傳統型防彈衣在動態10分鐘下如圖10所示，胸部中央與胸部腹部交接處有巨大的白色且紅色分布，從溫度分佈看出穿著傳統型防彈衣熱量集中於胸腹的中心及胸部中央不易散發，纖維材料傳送體內水蒸氣擴散至外界困難，造成溫度不易下降而使人體不舒適。穿著改良後的防彈衣者如圖11所示，紅色分部多集中於胸部上方肩夾部位及胸部中央但未呈現白色高溫分部，胸部下及腹部幾乎都屬低溫度的部分，而從溫度分部看出溫度高的區域多集中於胸部上方肩夾部位及胸部中央，且胸部上方肩夾部位為防彈衣未包覆的部位，可藉由吸濕排汗布料的作用快速將水蒸氣擴散傳導致外界。由圖10與圖11相較之下，圖11腹部溫度分佈較圖10來的低，且圖11之高溫多移向肩部，比起圖10高溫多存留在胸部及腹部上方不能排除來的佳，因此穿著改良的防彈衣使水份排出快速及人體溫度下降快速而達到舒適效果。

5-3-2 未穿著、穿著傳統型及穿著改變後的防彈衣在動態10分鐘下最高、最低及平均溫度之變化情形

圖12為動態10分鐘下A平面分部溫度的最高、最低值及平均值，從圖中可看出未穿著、穿著傳統型防彈衣及穿著改良後的防彈衣，在最高溫時傳統型防彈衣與改良後的防彈衣相差不大約 0.65°C ，但平均溫度相差有 1.51°C 以上。而傳統型防彈衣的溫度分部幾乎在胸腹中央，導致溫度不能連帶著水蒸氣擴散至外界，因此對人體的舒適感亦會減少許多，相對的改變後的防彈衣比傳統型防彈衣溫度下降達 1.51°C 之差，因此擴散溫度及水蒸氣的速率較高，而可達到較高的人體舒適感。

結論與建議：

- (1) T/C 布與吸濕排汗布之蕊吸試驗，時間 30 分鐘比較，吸濕排汗布與 T/C 布高度相差 14.97cm，擴散面積在 5~25 秒中，吸濕排汗布之擴散面積為 1886mm^2 較 T/C 布多 1796mm^2 ，乾燥速率在 40 分鐘時吸濕排汗布殘餘水分率幾乎達到 0%，T/C 布到 100 分鐘還在 72.1%左右，相差已達 72.1%，從以上之比較下可證實吸濕排汗布之各項效果皆

比 T/C 布來的好。

- (2) 從未穿著、穿著傳統型及穿著改良後的防彈衣在靜態下體表溫度數據分佈之比較下，溫度分佈看出穿著傳統型防彈衣熱量不易散發，體內水蒸氣擴散至外界困難且最高溫度達 38.23°C，造成溫度不易下降而使人體不舒適。而改良後的防彈衣可藉由吸濕排汗布料的作用，快速將溫度擴散傳導致外界，最高溫才 37.96°C 而平均溫度 34.08°C 幾乎與未穿著防彈衣一樣，而可看出能使人體溫度下降快速而達到舒適效果。
- (3) 從未穿著、穿著傳統型及穿著改良的防彈衣在動態下體表溫度數據分佈比較之比較下，穿著傳統型防彈衣的溫度分佈看出，穿著傳統型防彈衣熱量集中於胸腹的中心及胸部中央不易散發，且最高溫度也達 38.86°C，因纖維材料傳送體內水蒸氣擴散至外界困難，造成溫度不易下降而使人體不舒適。而穿著改良的防彈衣可看出，溫度高的區域多集中於胸部上方肩夾部位及胸部中央，且最高溫僅 38.21°C 平均溫度才 34.78°C，而胸部上方肩夾部位為防彈衣未包覆的部位，可藉由吸濕排汗布料的作用快速將水蒸氣擴散傳導致外界。

(六) 參考文獻：

1. 黃鼎貴，防彈複合纖維材料，防彈複合材料研討會 (1996)
2. 朱政崑，改變織物組織對抗彈影響之研究，逢甲大學碩士論文
3. 樂以媛，衣物與人體生理舒適性，紡織中心期刊，第 6 卷，第 3 期，218-226 (1996)
4. Paseoe, D. D., Shanley, L.A., and Smith, E.W. Clothing and Exercise (I) Biophysics of Heat Transfer Between the Individual, Clothing and Environment, Sports Medical, U.S.A. 18 (1) .38-54 (1994)
5. 王立主，宋嗣樞，服裝舒適性語氣厚的關聯，紡織中心期刊，第 2 卷，第 4 期，12-16(1996)
6. Rodgers, S.H., and Eggleton, E.M., Ergonomic Design for People at Work, Vol.1, Van Nostrand Reinhold, New York, 244 (1983)
7. Knowledge of Comfort, E.I. Du Pont de Nemours & Company, U.S.A., p.5
8. Robinson, S., Physiological Adjustments to Heat, Newburgh, Physiology of Heat Regulation, p.195
9. Horn, M.J., and Gurel, L.M., The Second Skin, Houghton Mifflin Company, Boston, p.350 (1981)
10. 石爾璽，衣著舒適性之探討，紡織中心期刊，第 3 卷，第 4 期，12-16 (1993)
11. Yi, L., Measurement and Research of Thermal Wet Comfort Properties of Textile, Proceedings of 3rd Japan-Australia Joint Symposium, TMSJ, Japan, 375-383 (1985)
12. Holcom, B.V., Brooks, J.H., Scheidex A.M., Watt. I.C., Objective Measurement of Clothing Comfort, Textile Institute 1983 Annual World Conference, U.K.,436-445 (1986)
13. Gallico, L., Kawabata's Instruments for the Control of Textile Characteristics, Selezione Chimica Tintoria, Italy, Vol.34, No.3, 53-64 (1988)
14. Filatov, V.N., Bychkov, B.I., Laptiyev, V.G., Devices for Pressure Control of Textile Products on Human Body, Tekstilnaia Promyshlennost, Russia, Vol.68, No.2, 65-66 (1986)
15. 原田隆司，衣服的舒適性與感覺計測，日本纖消誌，Vol.36, No.1, 24-29 (1995)
16. 平田耕造，皮膚血流調節的溫熱生理學，日本纖消誌，Vol.36, No.1, 12-17 (1995)
17. 八木昭宏，心理生理學，日本纖消誌，Vol.36, No.1, 18-23 (1995)
18. 伊藤紀子，衣服壓迫感，日本纖消誌，Vol.36, No.1, 38-43 (1995)
19. 田村照子，溫冷感、濕潤感與衣服的舒適性，日本纖消誌，Vol.36, No.1, 31-37 (1995)

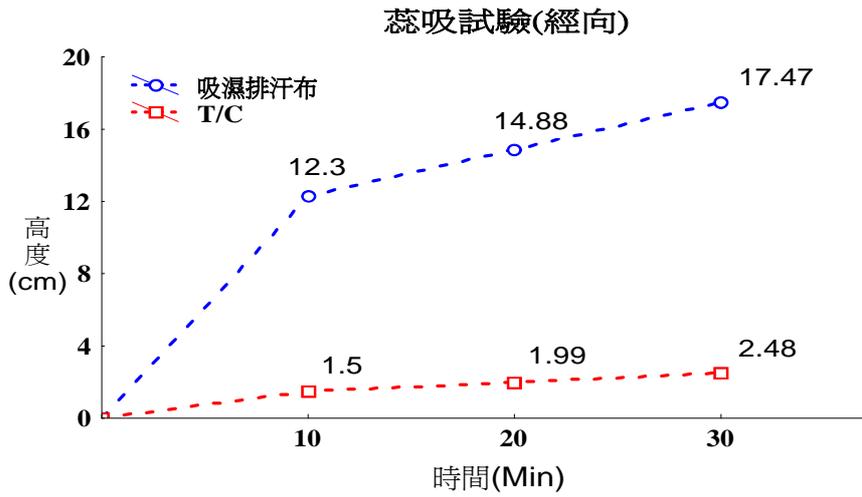


圖1、T/C布與吸濕排汗布蕊吸試驗之比較(經向)

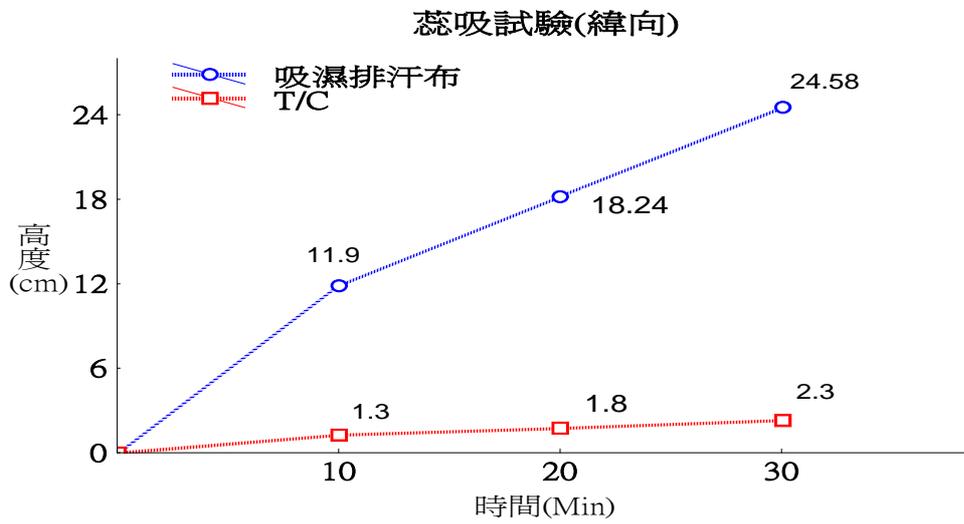


圖2、T/C布與吸濕排汗布蕊吸試驗之比較(緯向)

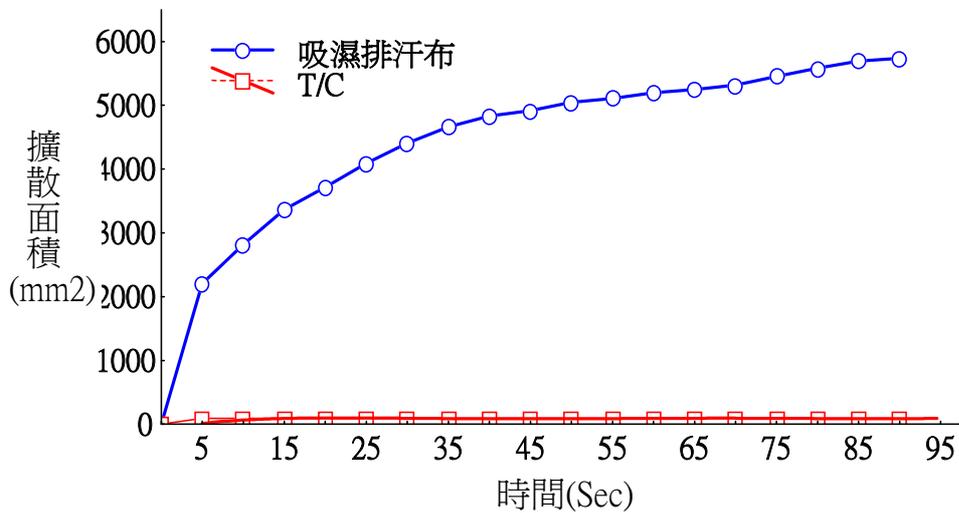


圖3、T/C布與吸濕排汗布擴散面積之比較

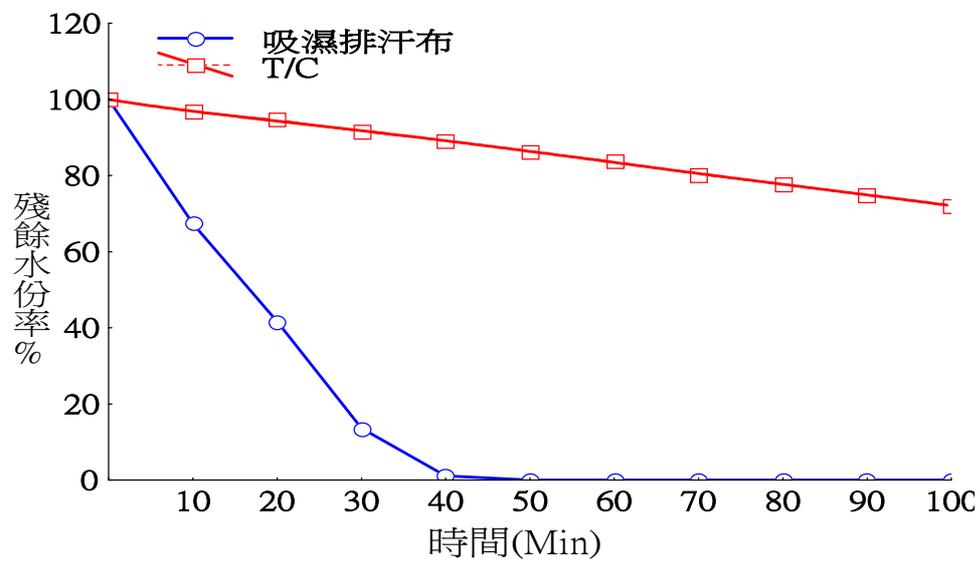


圖4、T/C布與吸濕排汗布乾燥速率之比較

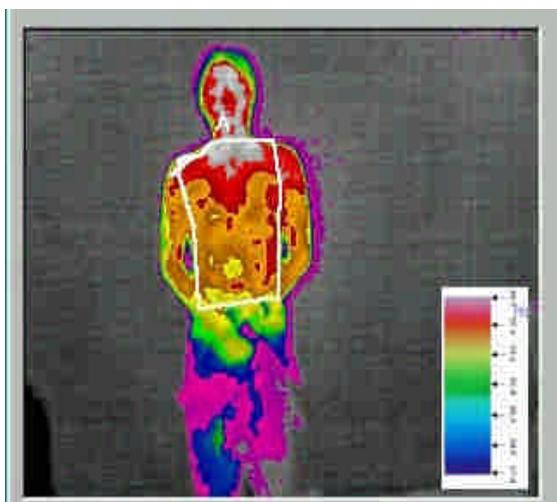


圖5、對照組（未穿著防彈衣）靜態10分鐘

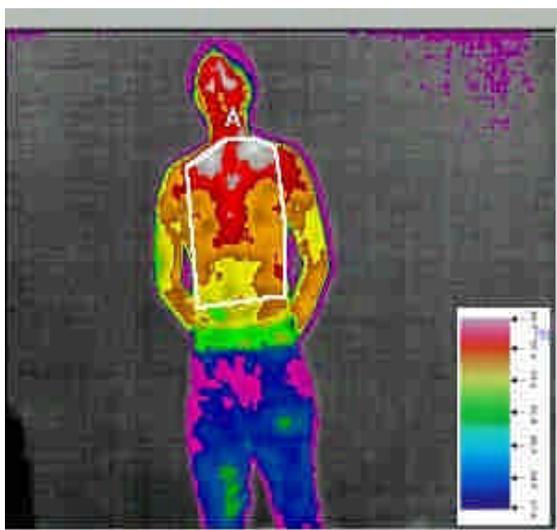


圖6、穿著傳統防彈衣（抗彈材：Kevlar梭織布，內襯布：Nylon布，外觀布：T/C布）靜態10分鐘

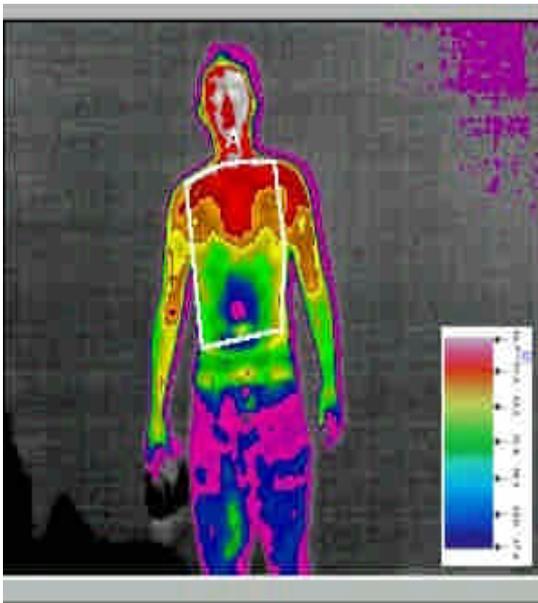


圖7、穿著改良後的防彈衣（抗彈材：Kevlar梭織布，內襯布：Nylon布，外襯布：吸濕排汗布）靜態10分鐘

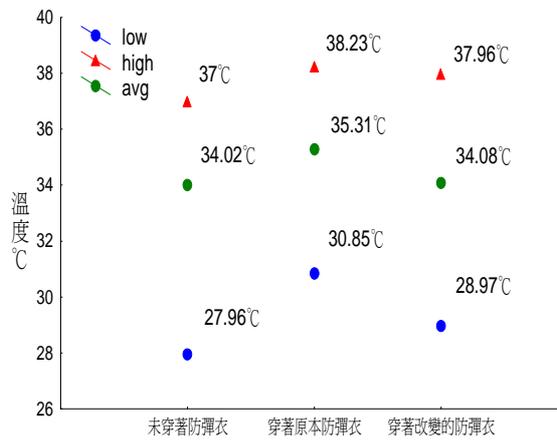


圖 8、靜態 10 分鐘溫度之比較圖（未穿著、穿著傳統及穿著改良後的防彈衣在靜態 10 分鐘下溫度最高、

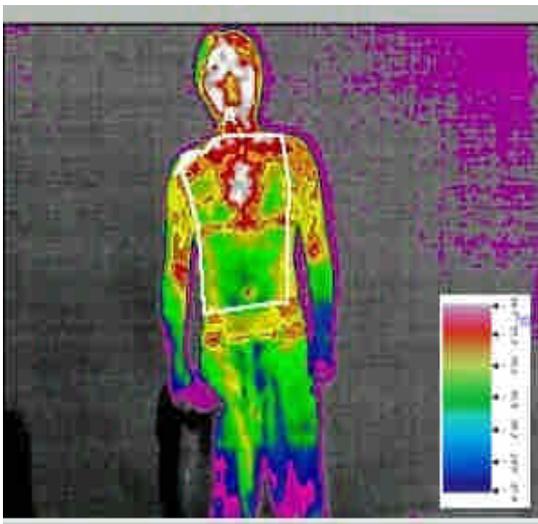


圖9、對照組（未穿著防彈衣）動態10分鐘

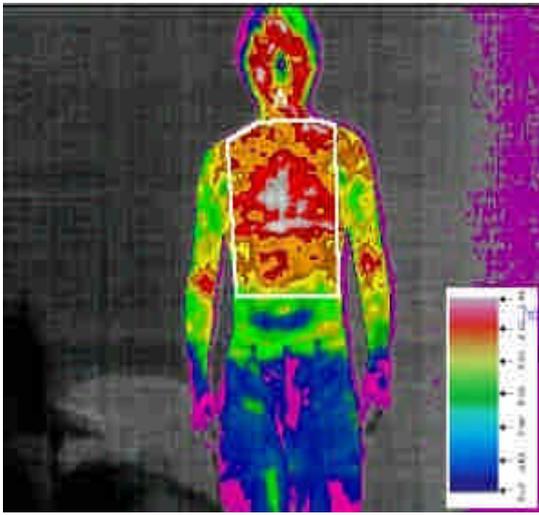


圖10、穿著傳統防彈衣（抗彈材：Kevlar梭織布，內襯布：Nylon布，外襯布：T/C布）動態10分鐘

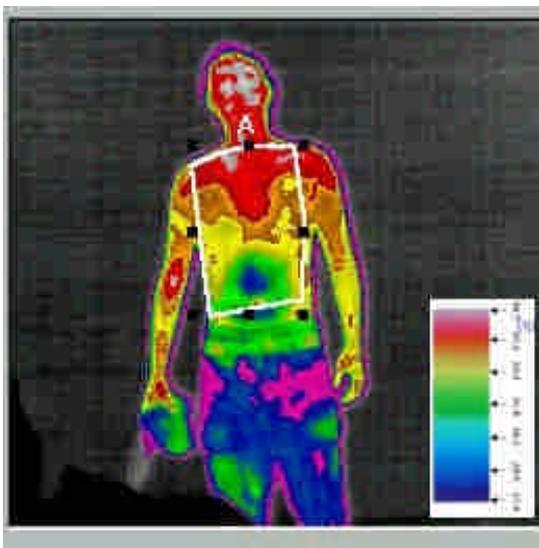


圖11、穿著改良後的防彈衣（抗彈材：Kevlar梭織布，內襯布：Nylon布，外襯布：吸濕排汗布）動態10分鐘

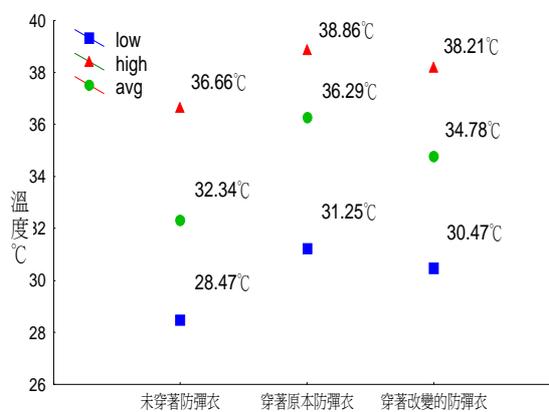


圖12、動態10分鐘溫度之比較圖（未穿著、穿著傳統及穿著改良後的防彈衣在動態10分鐘下溫度最高、最低及平均之溫度比較）

計畫成果自評：

研究內容與原計畫完全相符、達成預期目標。由於我國目前警用防彈衣均以安全性為第一考量，少有考量穿著時的舒適性，且目前全世界沒有針對防彈衣做關於「穿著適性」之研究調查，因此，藉由本研究對全國基層員警做舒適性相關問卷調查，了解警察人員對防彈衣的真正需求，並藉此檢討目前警用防彈衣設計上不足之處。本研究完成吸濕排汗織物的物性及機能性評估，建立所用材料之基本物性及機能性數據。並且，依據運動產品機能性評估方法進行吸濕排汗織物防彈衣成品之機能性評估。且完成防彈衣抗彈安全性測試，檢討此舒適性因素對防彈衣抗彈安全性之影響。本研究將此次研究所獲得的數據，提供給警政署及相關設計者做參考，用以設計更舒適、更安全的防彈衣。並且，將警用防彈衣整套之調查研究方式並結果，提供軍方，進行以防護破片為主之軍用防彈衣，進而提升國軍防護裝備之性能。

可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：94 年 1 月 31 日

國科會補助計畫	計畫名稱：中華民國警用防彈衣之舒適性分析研究（II） 計畫主持人：李貴琪 計畫編號：NSC 92-2216-E-034-003 學門領域：高分子
技術/創作名稱	警用防彈衣之舒適性設計
發明人/創作人	李貴琪
技術說明	中文：本研究之目的在於針對基層員警進行防彈衣的問卷調查，用以了解基層員警防彈衣的使用情形，並探討基層員警對於防彈衣的真正需求及目前警用防彈衣使用的感受。藉由此問卷調查數據之分析，本研究在不影響防彈衣的安全考量下，設計提升防彈衣的舒適性，亦即在諸多的影響因素中，藉由此問卷調查，明瞭諸因素的影響程度，進而依據此研究成果進行防彈衣的最佳化設計。
	英文：The purpose of this study is try to investigate the comfort properties of police soft body armor for the police men in order to understand the practical using condition and to confer the really necessary of policemen for the police soft body armor.
可利用之產業及可開發之產品	各式之軍警用防彈衣（包含內穿式及外穿式） 防爆衣 鎮暴服
技術特點	由於我國警用防彈衣少有考量到穿著的舒適性與否，且目前全世界尚未有針對防彈衣作關於「穿著適性」調查。本研究針對舒適性五大要件：溫度舒適性、感官舒適性、適身舒適性、心理舒適性、防護機能性進行規劃設計。
推廣及運用的價值	本研究成果可提供給警政署、軍方及相關防護裝備設計生產者參考，用以設計更舒適、更安全的防彈衣。並可擴大國內紡織業功能性紡織品的應用領域，提升國內相關防護裝備產品之品質及其附加價值。

- ※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
- ※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- ※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。