



陸軍官校 93 年班、步校正規班 345 期、陸院 103 年班；曾任排長、副連長、連長，現任職於陸軍步兵訓練指揮部戰術組教官。

機步部隊強化偽裝作為降低偵測效能之研究

作者/曾煥育少校

提 要

- 一、軍用偵察衛星又稱為間諜衛星，以往是配賦可見光照相偵察，可區分為主動與被動兩種偵察方式，主動是由衛星發射訊號並接收目標物反射回來的訊號實施研判，如雷達波對地形、地物及建築物的偵測；被動式是接收偵測之目標物所發射之訊號實施收集及分析，利用可見光或紅外線實施連續照相或影像錄製，各國對解析度都列為機密，但基本上要明確分辨車牌號碼是容易做到的。
- 二、2006-2014 年中共發射遙感 1 號-26 號衛星，2013-2014 兩年中中共就發射了 10 顆遙感衛星上軌道，衛星 1 天可以環繞地球 16 圈，若用於同一種偵察方式之衛星有 3-4 顆衛星，每顆衛星偵察寬度約 40 公里，一次可以偵察約 150 公里，兩次即可覆蓋全島。⁴²
- 三、近年偽裝的技巧與方式，使偽裝技術不再侷限於以往的觀念與作法，機步部隊偽裝，從人員戰鬥服、車輛載具塗漆到兵營的改良，較往昔已有大幅度的轉變，若能參考與仿效世界先進國

⁴²2015 年 4 月 26 日蘋果日報。

家的作法，提升偽裝作為，將更能有效果的確保戰力降低曝光率。

關鍵詞：波灣戰爭、部隊偽裝、地下工事、偽裝欺敵、偽裝器材

壹、前言

機步部隊部署在戰術位置時，其戰力保存作法是兵力分區集結、重要設施地下化、部署在地面之武器裝備則利用偽裝網結合地形地物實施偽裝，這些傳統基本作法是難以防範高科技影像與電子偵察衛星的偵測，位置與兵力動向敵人都非常容易掌握到；電視報導美軍無人機在視線外即鎖定攻擊目標予以摧毀，現代戰爭數位影像偵測、分析、情資共享、目標鎖定、攻擊摧毀，幾乎是同步完成；機步部隊戰力運用以「戰力保存」為基礎，為避免敵我雙方接戰前，即發現我兵力部署弱點，摧毀我機步部隊主力，創造後續地面作戰優勢；本文探討主題為先進國家偽裝技術改良與偽裝器材，提供機步部隊強化戰力保存之作為，以確保兵力運用完整與有效。

貳、偵察手段威脅

未來高科技武器和裝備的廣泛使用，其中包括光電、紅外線、遙測感應等高科技偵察、監視和制導武器等，這些武器裝備與傳統的系統相較，均具有探測距離遠、辨識能力強和反應快速等優點，甚至具有克服不良天候及惡劣自然環境的能力。現今偵察衛星在地表 1,000 公里的高度對地面目標偵測，其解析度可達 0.15~0.3 公尺，不僅能夠識別艦船、車輛、人員等目標，甚而能穿透雲霧和夜暗，探測隱蔽在植被深處或數十公尺深處的目標。⁴³

現代戰爭特別是近年來的波灣、兩伊戰爭以及對 IS 伊斯蘭國討伐作戰，都表明軍事強國的作戰模式發生了根本性的變化，首先運用各種高分辨率、多譜段的偵察監視系統，對攻擊目標進行偵察和監視，然後使用空中力量向對方重點軍事目標實施遠距離“外科手術式”的打擊，這些重點軍事目標一旦遭重創，往往使對方作戰陷入被動。⁴⁴而未來高科技的研發，使偵察方式已是全天候、多波

⁴³李衍造，軍事偽裝的地位，<http://mdb.army.mil.tw/armydata/軍事期刊/陸軍學術月刊/419/11.html>，2009-06-24

⁴⁴姜宇、徐先雲，海軍大連艦艇學院，第 21 卷第 2 期「航天電子對抗-防空作戰威嚇環境及偽裝技術」，頁 61-63。

段、高分辨率和立體式方向發展。「偵察」為獲悉敵人情報，掌握敵軍企圖、部隊、裝備、設施等情報之重要手段。而偵察依其收集情報的種類及用途則可分為以下幾種方式：

一、紅外線偵照：

通常運用於照相偵察(如圖一)；若裝備有近紅外線之光源，如探照燈或照射燈等，則可用於槍砲之夜間瞄準射擊，車輛夜間輔助駕駛及夜間偵照。被偵測下之物體，並不具備顏色差別，僅有亮度差別。如綠色植物反射紅外線較多，呈光亮表面；綠色人工塗料反射紅外線少，呈暗色，即可分辨人工偽裝；所有物體因為本身原子或分子之熱運動，都會放出電磁輻射能，因此偵察主要與目標物的溫度有關，又稱熱偵察(如圖二)。不是熱源物體，例如水面、路面、土壤、植物、建築物等，在陽光照射下，由於吸熱能力不同，亦會產生不同溫差，因不需要使用光源主動照明目標物，並能於日夜進行偵察。⁴⁵



圖一 手持式近紅外線偵測儀

資料來源：儀測科技國際股份有限公司，<http://w.pic.com.tw/products.php?catid=255> 檢索

時間 105 年 3 月 1 日

⁴⁵國軍準則，《偽裝教範》，陸軍司令部印頒，中華民國 92 年 10 月 16 日。

圖二 紅外線照相下的景物色澤



資料來源：儀測科技國際股份有限公司

<http://w.pic.com.tw/products.php?catid=255> 檢索時間 105 年 3 月 1 日

二、雷達：

經由天線在 1 公厘至 10 公尺之波段範圍內以某一波長訊號發射到達目標再反射回來，所需之時間與角度關係，可算出目標之距離與方向，工作距離很長，不分晝夜且不受天候條件影響。(如圖三)雷達不僅能測定目標位置、目標速度，且測量速度快、精度高，便於實施搜索與跟蹤目標，亦可提供武器導引及提供火砲部隊可靠數據，其工作範圍、特性與其使用之電磁波波長相關，依波長分類示意：⁴⁶(如表一)

⁴⁶同註 4。

表一 各式雷達效能

名稱	毫米波雷達	厘米波雷達	分米波雷達	米波雷達
波長	1MM~1CM	1CM~10CM	10CM~1M	1~10M
分辨能力	高	較高	低	較低
主要運用	空中雷達與高分辨能力雷達	精密跟蹤與遠程武器控制導航	對空監視	地面對空警戒
類型機體與裝置	1. 截擊雷達 2. 機載側視雷達	1. 砲瞄雷達 2. 制導雷達 3. 轟炸瞄準雷達 4. 戰場監視雷達 5. 導引雷達 6. 相控陣雷達	1. 測高雷達 2. 著陸引導雷達	1. 預警雷達 2. 搜索警戒雷達

資料來源：作者整理自國軍準則，《偽裝教範》，陸軍司令部印頒，中華民國 92 年 10 月 16 日。



圖三 中共雷達圖

資料來源：點力文祕網，http://www.dianliwenmi.com/posting_13252978_2.html

檢索時間 105 年 3 月 1 日

三、影像增感器：

又稱為星光夜視鏡，可在夜晚將標的物與背景不同之微弱反射光，如星光、月光、大氣層輻射等，增強擴大至 5~10 萬倍。由於不需另外使用光源照明，具有隱密性高、體積小及重量輕等特點。⁴⁷(如圖四)

⁴⁷同註 4。

圖四 影像增感器的夜暗視像



資料來源：陸軍司令部印頒，〈偽裝教範〉，民國 92 年 10 月 16 日，頁 5-22

四、偵察衛星：

於近代是掌握軍事目標的重要方法，較不易受天氣及地形影響，可全時間執行。其中包括照相偵察衛星及電子偵察衛星等兩種：⁴⁸

(一)照相偵察衛星：

其影像在軍事上可運用於：偵測火箭、砲兵武器、分辨部隊的單位、辨識飛彈位置、區別飛彈類型、辨識港口、分辨海軍軍艦種類、監測運輸航線、辨識戰鬥機及地面狀況變更檢視等；但易受天氣條件如雲霧、黑夜等干擾。

(二)電子偵察衛星：

主要用途為：偵察敵方雷達位置、使用頻率等特性，為轟炸機、戰鬥機、導彈飛機、空中電子干擾提供參數；此外，可探測敵方軍用電臺和發射設施位置，以便於竊聽、破壞或干擾。此類衛星較不受天氣條件影響，於夜間亦可工作。

⁴⁸同註 4。

五、遙控偵測器：

現在偵察飛機已使用無人飛機，可循預先設計之航道從事戰術偵測，並能立即收集、傳送情報資料。目前中共無人飛行載具朝向同時具有偵察及打擊能力，可配備高性能或精準導引飛彈，摧毀高價值目標，以縮短攻擊重要目標反應時間。⁴⁹

六、空照：

空照偵察，藉由飛機、衛星、直昇機、熱氣球等運輸工具，在空中以不同高度、角度，運用各種相機、儀器對地面目標進行拍攝偵察，其特點是在短時間內可以獲取大面積的地面資料、硬體成本低、飛行高度低、偵察效果佳、可重複使用等，在現代戰爭中佔有極重要之地位。⁵⁰

參、偽裝執行現況

各級幹部對野戰偽裝作業缺乏正確認識，提及「偽裝」，便直覺認為是「偽裝網」及「迷彩塗料」，殊不知天然植物遮障才是最佳偽裝。另對偽裝網、迷彩塗料之需求檢討，常未與裝備現況、營區周邊地形配合，反而顯現出陣地設施位置，成為鮮明的情報目標。多數幹部仍認為，現行偽裝作法已有足夠隱蔽效果，不明瞭高科技偵測裝備的功能，兩相偏頗，俱非得宜，以下就「人員」、「主戰裝備」與「設施」三個方面概述。

一、人員方面：

(一)服裝：

⁴⁹同註4。

⁵⁰同註4。

考量本島西部地區城鎮星羅棋布、道路錯綜複雜及強化紅外線偵照遮障，從以往的叢林迷彩，朝向數位迷彩設計，較能結合城鎮陰影達到隱、掩蔽效果。

(二)隱匿與混跡：

人員偽裝網：將現今塊狀式偽裝網(尼龍混紡)，裁剪成人體高度，區分 XL、L、M 三種型號，配有快速鈕扣可披於全身作為隱匿效果，惟不適用於城鎮區域，且影響戰術動作及追瞄射擊。

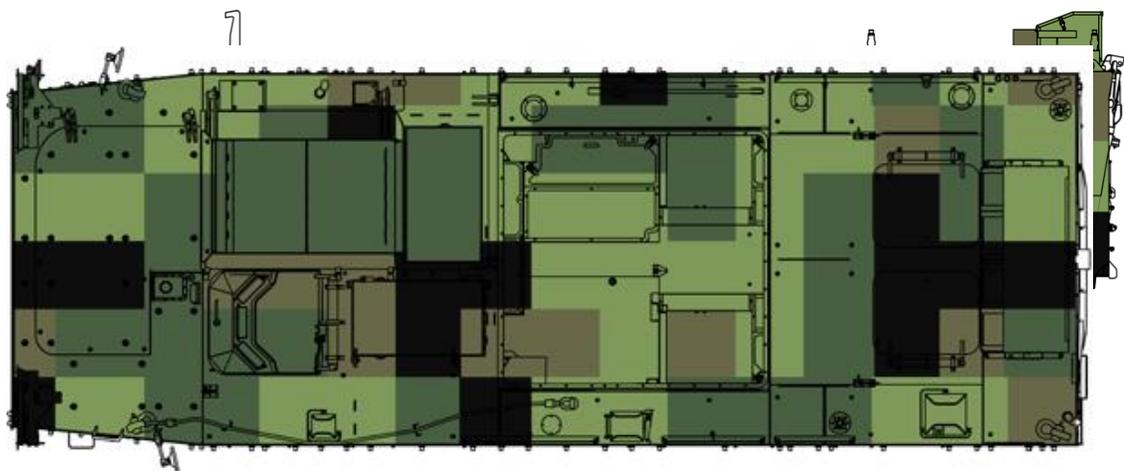
迷彩塗妝：往昔用木頭燃燒後之碳粉，將臉、手部塗黑，藉以降低體溫及混跡；後改良運用色膏形成迷彩效果，近期較常使用迷彩頭罩及手套，以減少塗妝時間、皮膚不適感及蚊蟲噬咬情形，惟迷彩效果有限。

二、主戰裝備部分：

(一)迷彩面漆塗裝：

車身數位迷彩，分為黑色、棕色、淺綠色、森林綠等漆料，塗裝時依技術規範，可發揮偽裝的效果。(如圖五)

圖五 八輪甲車數位迷彩塗裝示意圖



資料來源：國防部軍備局生產製造中心第二〇九廠，〈軍備局生產製造中心兵工技術通報〉，2015年05月

(二)偽裝網：

仍循以往材質，採用 3X3 尺見方-塊狀式偽裝網(尼龍混紗)，於載具上方或側邊鋪罩，藉以破壞形體外觀，形成混跡效果(如圖六)。



圖六 3X3 尺見方-塊狀式偽裝網(尼龍混紗)

資料來源：Blair 軍事、警察及消防攝影，<http://blair-military.blogspot.tw/2010/03/m113.html>

檢索時間 105 年 3 月 1 日

三、建築部分：

除營舍與司令台外，雖另建構涵洞、戰堡及鋼棚停放主戰車輛，然道路方正、房屋相對、佔地幅員廣闊且建物分布整齊，藉由衛星空照圖顯示，可詳細判讀與鄉鎮市區之不同(如圖七)，易成為顯著高價值目標之一；營區周遭多半結合農作物、田野及森林等環境藉以隱匿、遠離人煙，但若以縱、橫貫臺灣

西部地區及各縣市的主要省、縣道實施偵察，結合上述特徵，配合空、偵照，各兵種營區盡顯如實。

圖七 鄉鎮區與營區空照圖



資料來源：<http://www.google.com.tw/maps> 檢索時間 105 年 3 月 1 日

近年來，配合兵員精簡政策，將部分老舊營區實施改建，已朝向「仿住宅區」規格實施建設，但仍未跳脫不出一個司令台、寬廣方正的營區道路、校閱軍隊之觀念。

肆、強化偽裝作法

機步部隊偽裝作法仍有許多進步空間，鑑於今日中共致力於高科技偵察衛星發展，以增加高效能武器精確度，已非一般工事掩體所能抵抗；若中共武力犯臺，在其第一擊下，我軍指管設施、飛彈基地、地面主戰兵力損耗情況實不可想像，以下就提升機步部隊偽裝降低高科技偵測由三個方向提出強化作法。

一、隱匿及混跡：

(一)偽裝材料：

德國 Spanera 公司推出了一種複合薄膜偽裝材料，適用於可見光和雷達範圍內軍事目標的偽裝，其中導電薄膜的製法是：將聚氨酯粒料加到由乙炔碳黑、聚氨酯溶液、阻燃增塑劑和表面活性劑組成的分散劑中，使各組分混和調勻，用得到的膏狀物製成薄膜，這種導電薄膜在熱合時可作為熱熔膠，同覆蓋層牢牢地結合在一起，形成複合薄膜，該材料具有良好的電磁波吸收功能。

美國研發一種由多層薄膜組成的多功能偽裝材料，可以對付不同波段的探測威脅，其組成為：一是基層，二是金屬反射層，三是油漆偽裝層。以基層和金屬層為基體，吸收雷達波，其表面則是防可見光及紅外探測的偽裝層。這種顏料在可見光及近紅外波段有類似於自然背景的反射性，所用黏合劑在遠紅外線區透明，因此偽裝漆的輻射率在材料表面發生變化，從而達到模擬自然背景的目的，適用於軍用車輛及裝備的防護。⁵¹軍事偽裝技術應注重提高偽裝塗裝的性能，即光學偽裝塗料應具有反射紫外光、可見光及近紅外線特性，熱塗料能以亮暗不勻和不規則斑點來破壞和扭曲目標的熱圖像輪廓，使之與周圍背景的熱圖像相吻合，使熱成像偵察器材難以發現和識別目標，防激光探測塗料可吸收激光，大大減弱目標對激光的反射。⁵²

美國科學家研制出一種高科技偽裝塗料，塗在臉上後的厚度不及一張紙。這種新型偽裝塗料不僅能夠抵禦蚊蟲，幫助士兵躲過敵人的視線，同時還能保護他們免遭爆炸產生的高溫侵襲。

這種抗熱面部塗料(如圖八)專為美國軍方研制，被稱之為數百年來偽裝術的一次最根本變革。除了士兵外，消防員也將成為這種

⁵¹宣兆龍、易建政，軍械工程學院，第 23 卷第 2 期「地面軍事目標偽裝材料的研究進展」，頁 54。

⁵²顏雲輝、王展、董德威，中國機械工程，第 23 卷第 17 期「軍事偽裝技術的發展現狀與趨勢」，頁 2139。

高科技塗料的受益者。據悉，這種塗料能夠防止爆炸時高溫燃燒時的溫度與防止蚊蟲的侵害。研究領導人-南密西西比大學的羅伯特-羅奇希德博士表示：爆炸產生的熱能衝擊波雖然只持續短短兩秒鐘，但卻能對面部、手部和暴露在外的其他皮膚造成傷害。⁵³



圖八 美軍研發高科技偽裝油彩

資料來源：新浪科技，〈美研制新型偽裝油彩可抵禦爆炸高溫〉，
http://www.takungpao.com/tech/content/2012-08/24/content_984985.htm，
2012-08-24 檢索時間 105 年 3 月 1 日

(二)偽裝網：

⁵³新浪科技，〈美研制新型偽裝油彩可抵禦爆炸高溫〉，http://www.takungpao.com/tech/content/2012-08/24/content_984985.htm，2012-08-24

偽裝網是最基本、有效隱真偽裝器材之一，既可在平時保護目標也可在戰時臨時使用，可有效地對付多種頻段：可見光、近紅外線、W 波段、微波波段、中遠紅外線的偵察，操作簡單，便於攜帶，可多次重複使用，具有良好的經濟性。偽裝煙幕是一種非常有效地偽裝遮蔽手段，主要用於對抗敵光電制導導彈的攻擊，煙幕可以吸收、反射和散射激光，這樣使導引頭上接收的能量大大衰減，降低了導彈的命中機率。⁵⁴

瑞典的 Barracuda 公司是專門研制和生產偽裝器材的企業，該公司生產的熱偽裝網系統為雙層式熱偽裝屏蔽材料，質量每平方公尺不足 180 克，具有防毫米波、厘米波雷達的作用，還能對付可見光、近紅外線和熱紅外線的探測，該公司生產另一種屏蔽材料由聚酯纖維底層和聚酯薄膜構成，中間為鋁層覆蓋，還夾有一個纖維吸收層，如丙烯酸纖維、人造纖維和聚丙烯纖維製成的薄條以及結合在一起的兩層綠色聚丙烯纖維層，此屏蔽材料可在可見光、紅外線和雷達範圍內起偽裝效果。⁵⁵

中科院於 2011 年研發“雷達波散射偽裝網”(如圖九)係利用具導電性之金屬纖維與抑燃性聚酯纖維混紡而成之導電性胚布，加上散射葉片之設計，可明顯降低雷達波回跡。雷達波散射偽裝網表面噴塗抗近紅外線偽裝漆，及可配合背景設計之迷彩偽裝圖案，因此具有防制可見光、近紅外線、熱像及雷達波偵測等功能。雷達波散射偽裝網重量輕、架設簡易方便，適用於固定設施及機動性裝備，達到迅速偽裝的效果。其重量：約 350~550 公克/平方公尺(視網繩、網目強度而定)。胚布材質：抑燃性纖維與金屬纖維混紡。胚布表面噴塗抗近紅外線偽裝漆。具有抗可見光及紅外線偵測之功能與抗雷達波偵測回跡衰減，在 10~34 GHz 範圍大於 6 dB。

⁵⁴同註 3。

⁵⁵同註 10。



圖九 雷達波散射偽裝網

資料來源：軍備局，<https://www.mnd.gov.tw/Publish.aspx?cnid=3237&p=54908>

檢索時間 105 年 3 月 1 日

(三)偽裝毯：

武器偽裝毯結構採用 4 層結構，分別是：化纖紡織布做的頂底層、鋁箔紙層、稻草層。各層材料賦予不同功能，遮蔽功能可用於反紅外線偽裝，融合變形功能可用於反可見光偽裝，雷達波吸收功能可用於反雷達偽裝；以多層複合結構合理地將力學、光、電磁等功能要求分配到各個不同的層面上，以達到反偵測技術要求。⁵⁶

⁵⁶陽波、顧紅軍、吳義富，徐州空軍學院，第 2 卷第 6 期「裝備環境工程-武器裝備偽裝毯研究」，頁 94-97。

二、欺騙：

俄國新裝備的多功能偽裝設施，具有能快速充氣的坦克、步兵戰車等假目標、能對軍事目標表面快速噴塗聚氨酯泡沫，形成隔熱、衰減雷達波塗層、能對軍事裝備快速噴塗迷彩、能用聚氨酯泡沫作為堅固防護材料，快速構築野戰工事等功能。(如圖十)

圖十 充氣裝備以假示真



資料來源：俄軍充氣偽裝武器模型以假亂真，佳禮資訊網，2012年12月17日，

<http://cforum.cari.com.my/forum.php?mod=viewthread&action=printable&tid=2964667> 檢索

時間 105 年 3 月 1 日

瑞典軍隊裝備的 FFV 泡沫偽裝作業車，一是可用來對機場跑道、車徑、道路等進行大面積地域偽裝；二可用來隱藏偽裝快速設置的雷區；三是可製作浮橋、混擬土路面等假目標。⁵⁷

三、遮障：

煙幕技術已成為現代及未來戰場上有效之戰術戰法，其戰備整備之地位，已受到各國一致之重視。M56 渦輪發煙機為目前國軍煙幕部隊使用的主要裝備，遮蔽材料在美軍研究報告及文獻中顯示，具有對可見光及紅外光波段遮蔽之效果，可有效地妨礙熱追蹤或光電導引武器的精準攻擊，但對毫米波則不具干擾或遮蔽效果；然複合發煙劑配方的發展，將可解決現役煙幕發煙機反制光電偵側的威脅。理想的煙幕遮蔽材料除具有反制電磁頻譜的能力外，也要強調對環境汙染的控制與更寬的遮蔽範圍，所需材料應兼具電性及磁性損失效果之石墨/碳纖維、膨脹石墨及膨脹石墨/碳纖維等複合材料為主，以利能同時遮蔽可見光、紅外線及毫米波三種偵測波段。⁵⁸

伍、結語

目前許多先進國家在偽裝技術及器材整備研發上均有相當的成效，如具有多頻譜性能的迷彩塗料使用、隱形技術應用、新材料使用等。反觀我國現今仍欠缺偽裝器材及技術研發的專業單位，本軍目前在偽裝方面的發展，確實落後國外許多，故在建軍規劃上應審慎經營地下工事、善用偽裝欺敵技巧、有效運用機動設施與重要武器裝備的「偽裝、隱蔽、掩蔽、地下化、機動化」等，都是未來軍事設施建構靈活配置都是必須考量的因素，是今後備戰整備應正視的問題，重視基本功才能為防衛作戰奠定勝利的基礎。⁵⁹

⁵⁷葛強林、姬成敏，解放軍汽車管理學院，第 69 卷第 1 期「光電對抗與無源干擾-透視外軍偽裝裝備器材發展」，頁 70。

⁵⁸楊福助、吳國輝，〈多頻譜煙幕技術發展與應用〉，陸軍學術雙月刊 512 期，2010 年 8 月，頁 160、163-164。

⁵⁹高得乾，〈部隊偽裝具體作為之研究〉（燕巢：陸軍工兵學校學術研究論文），民國 93 年，頁 2。

參考文獻

1. 國軍準則，《偽裝教範》，陸軍司令部印頒，中華民國 92 年 10 月 16 日。
2. 國軍準則，《國軍軍語辭典》，國防部頒行，民國 93 年 3 月 15 日。
3. 國軍準則，《陸軍作戰要綱》，陸軍司令部印頒，民國 88 年 1 月 1 日。
4. 高得乾，93 年度論文研究「部隊偽裝具體作為之研究」。
5. 吳奇諭，工兵半年刊第 138 期「提升部隊偽裝具體作為之研究」。
6. 李衍造，軍事偽裝的地位，
<http://mdb.army.mil.tw/armydata/軍事期刊/陸軍學術月刊/419/11.html>
7. 姜宇、徐先雲，海軍大連艦艇學院，第 21 卷第 2 期「航天電子對抗-防空作戰威嚇環境及偽裝技術」。
8. 楊福助、吳國輝，〈多頻譜煙幕技術發展與應用〉，陸軍學術雙月刊 512 期，2010 年 8 月。
9. 陽波、顧紅軍、吳義富，徐州空軍學院，第 2 卷第 6 期「裝備環境工程-武器裝備偽裝毯研究」。
10. 宣兆龍、易建政，軍械工程學院，第 23 卷第 2 期「地面軍事目標偽裝材料的研究進展」。
11. 葛強林、姬成敏，解放軍汽車管理學院，第 69 卷第 1 期「光電對抗與無源干擾-透視外軍偽裝裝備器材發展」。
12. 顏雲輝、王展、董德威，中國機械工程，第 23 卷第 17 期「軍事偽裝技術的發展現狀與趨勢」。