

無線射頻識別(RFID)技術於國防科技最新發展趨勢介紹

譯者／趙本善

提要

- 一、無線射頻識別(Radio Frequency Identification, RFID)技術，利用簡單的無線訊號傳遞與資料的讀取功能，可以輕易達到物品識別與追蹤的目的。
- 二、此技術目前已經廣泛應用在許多民間產業與國防科技產業，例如：交通、零售、製造、畜牧、金融、醫藥與國防等不同領域，可大幅降低人力成本。
- 三、無線射頻識別技術在全球國防科技僅有少數特定的應用，許多國家正在積極研發，以提高其功能與性能，同時尋找創新應用。
- 四、本文主要以淺顯易懂的方式，介紹無線射頻識別技術的歷史、功能與原理，尤其特別著重市場規模、產值，與近年在國防科技領域的報導與應用，以供我國未來在軍民通用技術上的發展建議。

關鍵詞：RFID、無線射頻識別、標籤、天線、讀取器。

前言

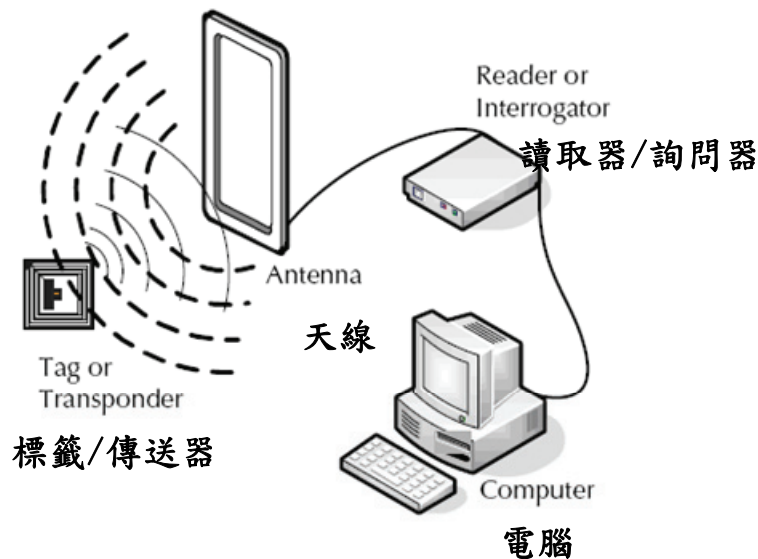
無線射頻識別技術曾被列為本世紀 10 大重要發明技術之一，我國經濟部從民國 92 年起，即委託國內多所研究機構，共同推動高頻技術研發，由此可見該技術在國內外受到的重視程度與對產業影響性。無線射頻識別技術主要係利用無線電磁感應方式(Electromagnetic Coupling)，透過物品上的感應標籤傳送訊號，可自動識別與追蹤管制物品。標籤有分成不同的種類，也有不同的讀取與感應方式，將於下文進行詳細介紹。若將標籤貼在汽車零件上，則可以追蹤汽車在生產線組裝過程中，該零件的位置與流程；若將標籤貼在衣服、現金、信用卡或甚至植入人體或動物身體，則可以讀取所需的相關資訊，有效降低人力管理成本與提高工作效率。

無線射頻識別技術基本介紹

基本上，無線射頻識別系統是由標籤(Tag or Label)或者傳送器(Transponder)與讀取器(Reader)或者詢問器(Interrogator)兩部分元件所組成。RFID 標籤內部又包含一個發射器(Transmitter)與接收器(Receiver)，上面通常配有一個微

小晶片 (Microchip)，負責資料儲存 (Store) 與資訊處理 (Process)，以及一組天線 (Antenna)，負責訊號接收。標籤的內部可以進行編碼 (Serial Number)，以作為特定物品的識別。為了讀取晶片內的儲存編碼，必須利用一種雙向式 (Two-way) 無線傳送與接收器，透過天線將訊號傳給無線射頻識別標籤。接著從讀取器傳輸的訊號，會與寫入其標籤記憶體內的編碼，進行讀取與識別工作，最後再將讀取的結果，傳送至連結的電腦，如圖一。

圖一 RFID 系統組成示意圖



資料來源：<http://www.epc-rfid.info/rfid>, 2015/12/6.

一般而言，無線射頻識別標籤可以分成三種，分別為被動式標籤 (Passive Tag)、半被動式標籤 (Semi-passive Tag) 與主動式標籤 (Active Tag)。被動式標籤不需要使用電池，所需的電力來源由讀取器傳送的訊號提供，無法再提供內部任何元件電力，故製造成本低廉，體積也較小，有些甚至小到如一顆穀粒 (Grain) 的大小，¹使用壽命為 10 年以上，目前使用較為廣泛。半被動式標籤配有電池，但僅供給內部元件電力使用，訊號傳遞所需使用的電力仍由讀取器提供。主動式標籤配有電池，供給內部資料的處理與運算，以及傳送訊號給讀取器，具有較長的識別距離，識別性能與正確性也較高。然而因為製造成本較高，體積也較大，使用壽命大約 2~7 年，使用普及度不如被動式標籤，主動式與被動式標籤的優缺點比較，如表一。目前無線射頻識別標籤使用的頻率，包括：低頻 (Low Frequency, LF，約 125 KHz)、高頻 (High Frequency, HF，約 13.56 MHz)、超高頻 (Ultra High Frequency, UHF，約 850~900 MHz) 與微波 (Microwave，約 2.4 GHz)。另外，根

¹ <http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=47>, 2015/12/6.

據國外研究機構的研究報告指出，²全球主動式與被動式無線射頻識別系統市場，包括：標籤、讀取器，以及其他的相關零組件，已經從 2013 年的 88 億美元，成長至 2014 年的 95 億美元，2015 年成長甚至更高達 100 億美元以上。依照這樣的成長趨勢預測，到達 2020 年時，全球市場可能上看 132 億美元以上。其成長動力來源，主要受惠於未來智慧化的技術發展，並與物聯網（Internet of Things, IoT）發展趨勢息息相關。

表一 主動式與被動式標籤比較

主動式標籤	被動式標籤
優點	
1. 識別的距離較長，可達百公尺左右。 2. 標籤內部配有獨立的電池，可以視需要整合其他的功能。	1. 無需使用電池，使用壽命長。 2. 製造技術與成本都低於主動式標籤。 3. 由於不需使用電池，故體積比主動式小。
缺點	
1. 無法在沒有電池的情況下操作，可能影響標籤壽命，維修的成本也較高。 2. 製造成本較高。 3. 體積通常比被動式標籤大，使用限制多於被動式標籤。 4. 內部電池若電力用完，整個系統將無法繼續使用。	1. 使用距離僅約數公尺。 2. 由於內部沒有電池，無法再與其他的感測器進行結合。 3. 由於具有 10~20 年壽命，容易衍生出許多資安與隱私權問題。

資料來源：參考整理自 <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/radio-frequency-identification-rfid/tags-tagging-transponders-smart-labels.php>, 2015/12/6。

條碼（Bar Code）與無線射頻識別標籤，經常被拿來做比較，兩者都可以拿來做物品的識別與追蹤，也都需要由讀取器進行讀取，然而條碼需要視距連結（Line-of-Sight），才能進行讀取，且讀取的距離也僅有數公尺左右。然而因為價格便宜，又是屬於全球的通用技術，廣泛使用在物品零售與大賣場；相較之下，無線射頻識別標籤具有較高的功能性，如編寫、鎖碼，儲存多種物品特性，以及長距離的識別能力，可以應用在許多不同產業，但是成本、訊號與材質干擾等問題，也限制了部分的應用。條碼與無線射頻識別標籤優缺點比較，如表二。

² Raghu Das and Dr. Peter Harrop, “RFID Forecasts, Players and Opportunities 2016-2026,” <http://www.idtechex.com/research/reports/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2016-2026-000451.asp>, 2015/12/6.

表二 條碼與無線射頻識別標籤比較

條碼	無線射頻標籤
優點	
1.體積比 RFID 標籤小，容易使用。 2.利用印刷的方式，價格便宜。 3.讀取準確性較不受物體材質的影響。 4.條碼屬於全球共通技術，若使用在物品與零售業，全球都可以直接讀取。 5.在某些特定環境下，條碼的識別正確性高於 RFID 標籤。 6.目前條碼已經普遍使用在許多物品上，較無隱私權問題。	1.讀取距離遠高於條碼。 2.讀取器無須對準標籤，即可進行讀取。 3.讀取速度快，可以同時讀取數十個標籤。 4.可以使用在長距離的物體識別。 5.標籤可以進行編寫。 6.晶片內部可以進行鎖碼，具有較高的安全性。 7.標籤內部可以同時儲存多種物品特性，如產品維修、運送過程與保存期限等。 8.某些特定標籤可以撕下，並且重複貼上再使用。
缺點	
1.必須對準條碼掃描，才能讀取。 2.讀取器與條碼的距離不能太長，大約數公尺左右。 3.無法進行編寫。 4.由於必須逐件物品進行掃描讀取，相當耗費人力。 5.安全性較低，容易被複製。 6.由於使用印刷的方式，容易受損。 7.損壞的條碼無法再進行讀取。	1.需要晶片與封裝技術，成本較高。 2.物品在金屬與水的環境中，不易進行識別。 3.讀取器可能會互相干擾，造成讀取的困難。 4.在某個區域內，若有太多的標籤同時讀取，容易互相干擾。 5.編寫晶片非為同一顆晶片，須使用不同的讀取器

資料來源：參考整理自

http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid_vs_barcode_advantages_and_disadvantages_comparison, 2015/12/6。

無線射頻識別興起與歷史

無線射頻識別技術的重要發展歷史與里程碑，條列敘述如下：³

一、1940 年

無線射頻識別的技術最早被用於第二次世界大戰（World War II）期間，當時主要應用在飛機的雷達上，藉由訊號的讀取，可以識別遭遇的飛機，屬於友機或是敵機。

³ <http://www.centrenational-rfid.com/introduction-to-the-rfid-article-15-gb-ruid-202.html>, 2015/12/6.

二、1970 年

1960~1970 年代，無線射頻識別系統仍被視為機密技術，主要用在國防機密區域，或特定機敏區域的人員進出管制，例如核電廠的人員進出管制。

三、1980 年

被動式無線射頻識別標籤開發成功，並且開始應用。其最大的特色，就是標籤本身不需使用電池，由讀取器提供電源，可以降低採購成本與減少維修所需的時間。

四、1990 年

無線射頻識別可互操作性（Interoperability）系統與設備開始使用，並且制定國際標準化規範。

五、1999 年

美國麻省理工學院（Massachusetts Institute of Technology, MIT）成立自動識別中心（Auto-ID Center），專注無線射頻識別技術的研發。

六、2004 年

美國麻省理工學院自動識別中心，成為全球電子產品識別碼（Electronic Product Code）的標準機構，並且將無線射頻識別標籤進行分類。

七、2005 年

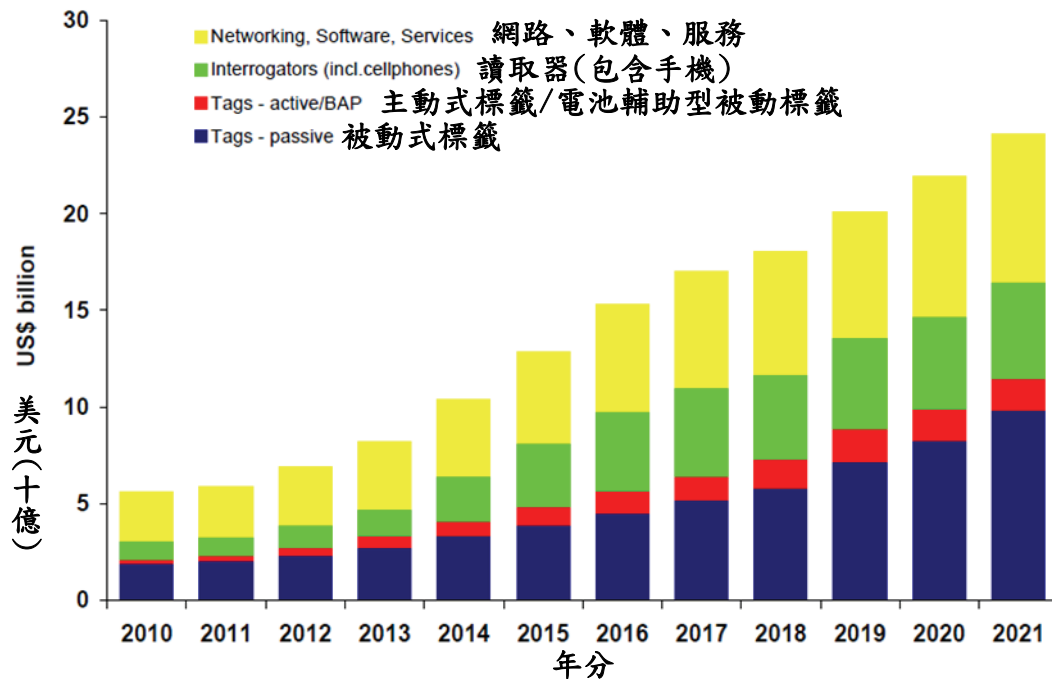
無線射頻識別標籤大量的應用在許多工業產業，包括：航太、汽車、物料管理、運輸、健康與生活等產業。國際標準化組織（International Standard Organization, ISO）也積極參與無線射頻識別可互操作性與可互交換性的國際標準制定，使該識別技術可以在全球各地普及與應用。

無線射頻識別市場介紹

從無線射頻識別系統未來全球市場成長預測可以發現，未來其標籤的成長，還是以被動式標籤的需求最大，而且每年都呈現極高的成長趨勢，主動式標籤則會呈現成長停滯的現象，如圖二。追根究柢最主要的原因，可能還是產品成本的考量，主動式標籤雖然性能較佳，但是由於製造成本較高，在一般企業界或國防科技領域的需求，則低於被動式標籤。另外，值得注意的是，無線射頻識別系統在網路、軟體與服務的需求，亦如被動式標籤的成長力道。推測最主要的原因與穿戴式裝置（Wearable Device）及物聯網 IoT 的原因類似，那就是發展網路、軟體與服務是未來的趨勢主流。因為發展網路與軟體，可以讓無線射頻識別標籤聯結網路，才能擴大其系統的普及性。而軟體扮演驅動元件的角色，服務則是最終的消費型態，透過提供許多不同的服務，可以開創許多創新的商業模式，創造龐

大的商業利益，這也是目前一般民間企業，願意投入許多研發資源，因而有機會創造後續的商業成長動能的主要原因。

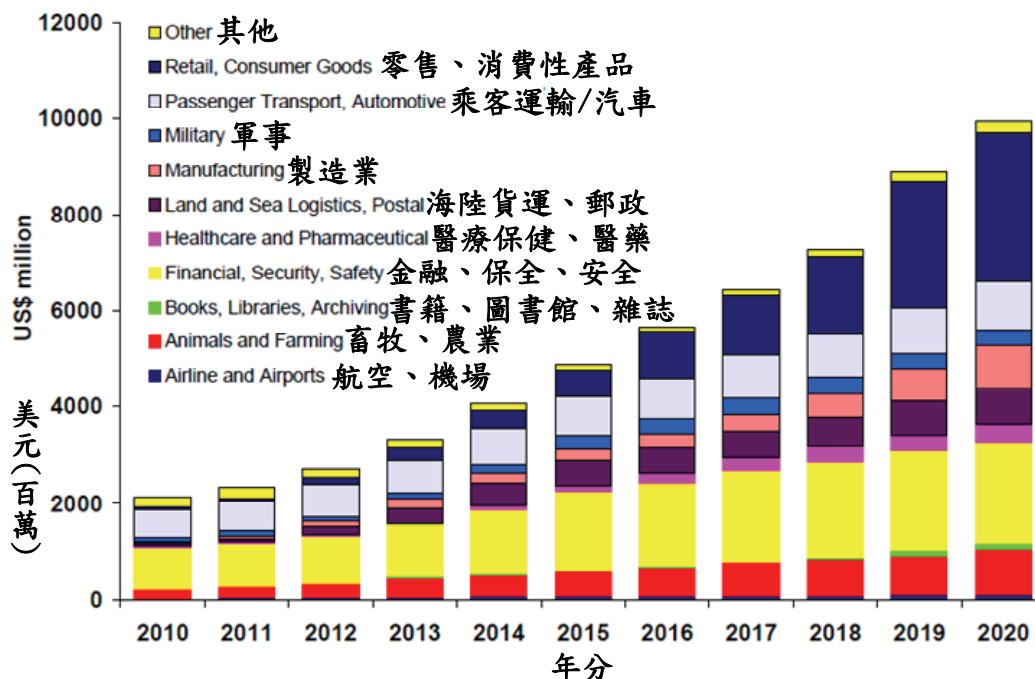
圖二 RFID 元件系統未來全球市場成長預測



資料來源：Raghu Das, “RFID Forecasts, Trends by Territory and Lessons,”
<http://www.centrenational-rfid.com/docs/applications-rfid/IDTechEx%20Presentation%20-%20Raghu%20Das.pdf>, 2015/12/6.

此外，無線射頻識別系統依照不同領域應用成長預測可發現，未來最大的應用產業類別是零售、消費性產品與金融、保全與安全等領域，如圖三。由於這些產業與一般民眾的生活息息相關，可以預期會維持較大的需求與使用性。針對金融、保全與安全領域應用而言，主要的原因還是受惠於智慧物聯網未來的發展潛力。對智慧物聯網而言，智慧家庭與住宅是主要的應用，而智慧家庭與住宅最主要的訴求，除了一般家電用品、電燈與瓦斯等的聯結網路之外，也非常重視居家住宅的保全與安全性，這也是未來無線射頻識別可以應用在這些領域，最主要原因之一。在乘客運輸、交通、製造業、畜牧與農業方面，未來也有極佳的發展潛力，這些都與國家經濟發展有極大的關聯性。尤其，現在全球都在推動精緻與有機等高經濟價值農業，其使用在畜牧與農業更是指日可待。對於國防科技而言，無線射頻識別的應用還是維持一般的比例，這個現象暴露出在國防科技領域的應用上，已經出現極限與瓶頸，表示要開發新的國防科技領域的應用，並非容易之事。因此，未來要將無線射頻識別應用在國防科技領域，必須要考慮創新性與實用性，若僅固守原來的應用範圍，則不易開拓新的需求與應用。

圖三 RFID 系統依照不同領域應用成長預測



資料來源：Raghu Das, “RFID Forecasts, Trends by Territory and Lessons,”
<http://www.centrenational-rfid.com/docs/applications-rfid/IDTechEx%20Presentation%20-%20Raghu%20Das.pdf>, 2015/12/6.

無線射頻識別技術於國防科技的最新應用

根據文獻資料指出，⁴1991 年第一次斯灣戰爭（Gulf War）爆發時，美軍還無法精確的從 2 萬 8 千個貨櫃中，辨識貨櫃內容的物品。尤其，其中有大約 60% 的貨櫃內容，是要提供波斯灣戰爭使用，造成美軍耗費相當的人力、物力與時間，進行貨櫃開箱與確認內容物的工作。直到 2003 年第二次波斯灣戰爭爆發時，美軍已能運用無線射頻識別技術，進行貨櫃的識別工作，後勤人員透過此技術，可以同時識別數百個貨櫃內容物，甚至可以尋找特定的物品，例如一隻鞋子，而不用進行翻箱倒櫃的動作。此外，美國國防部（Department of Defense, DOD）過去曾經表示，對該技術應用在國防科技領域，抱持非常正面與積極的態度，同時有非常高的四大期望，包括：

- 一、期望無線射頻識別技術可以協助收集資料。
- 二、期望無線射頻識別技術可以降低物流時間。
- 三、期望無線射頻識別技術可以提高資料正確性。
- 四、期望無線射頻識別技術可以減少財產清點的人力。

有鑒於此，美軍近年來也積極尋找無線射頻識別技術的創新應用，以下介紹

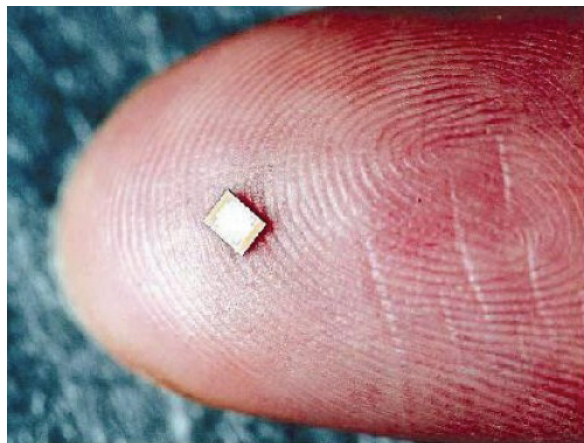
⁴ Clive Macmillan-Davies, “The Application of Radio Frequency Identification (RFID) Tags in the Australian Defense Force (ADF),” http://thelogisticsalliance.com.au/files/articles/Adelaide_paper_oct%20_03.pdf, 2015/12/6.

的這四個實例為美軍近年來的應用。

一、無線射頻識別應用於人體晶片發展

無線射頻識別技術過去大多應用在物件的感測，然而美國國防部國防先進研究計畫署（Defense Advance Research Project Agency, DARPA），正在研發一種可以植入人體的微小無線射頻識別晶片，該技術極具創新性，如圖四。該晶片初期將以植入士兵體內為主，後續希望可以擴展至一般的民眾。這種可植入人體的微小晶片也被稱為奈米感測器（Nanosensors），可以用來監控戰場上士兵的健康，同時儲存個人的醫療資訊，以便提供軍醫查詢。該晶片除了可以定位士兵的位置之外，最重要是還具備診斷、監控，甚至可以注射微量藥物進入人體的血管中，降低士兵在戰場上因病死亡的比例。因為根據美軍的統計，戰場上因病而死的士兵人數，更甚於士兵因傷而死的人數。此晶片若紀錄許多士兵個人醫療資訊，可在士兵受傷危急的時候使用，達到拯救性命的目的。該報導同時表示，其實將此種晶片植入人體的技術已經成熟，但晶片植入人體卻會衍生出個資外洩與隱私權的問題，還具有相當的爭議。有趣的是，許多受訪的年輕人表示，可以接受此晶片植入體內，但僅限於特定需要的情況下才進行晶片讀取，而不希望隨時隨地都被讀取，以免個人的資料外洩，造成許多嚴重的後果。因此，晶片要植入人體，現階段還是以特定的人士，如戰場士兵為主，要落實到一般民眾的使用，可能還有很長的一段路要走。

圖四 可植入人體的微小 RFID 晶片



資料來源：Beginning and End, “U.S. Military Developing RFID Microchip Implants For Soldiers,” <http://beginningandend.com/u-s-military-developing-rfid-microchip-implants-for-soldiers/>, 2015/12/6.

二、無線射頻識別應用於筆記型電腦追蹤管理

美國國防部過去曾經積極規劃，欲將無線射頻識別技術應用於國防科技領域，經過許多專家學者的共同討論之後，提出優先應用於電腦安全性（Security）

防護。⁵電腦是現代人每天不可或缺的重要工具之一，尤其在國防科技領域，電腦更是扮演非常關鍵重要的角色。因此，美國國防部嘗試將 RFID 的技術，應用在筆記型電腦的追蹤管制。負責資訊安全的研究人員表示，追蹤管制電腦是一項非常困難的工作，尤其現在幾乎人人都擁有筆記型電腦。對於從事國防科技研發人員而言，電腦內部通常會存有許多機密資料，若不小心遺失工作用的筆記型電腦，將會造成非常巨大的損失，同時也會造成國防機密資料外洩的極高風險。有鑒於此，美國國防部開發具有網路管理功能的軟體（Web-based Management），可以裝設在世界各地區域，任何人員出入口處，藉此監控任何貼有無線射頻識別標籤的筆記型電腦上，可以清楚的追蹤任何筆記型電腦目前與之前的位置。此外，美國國防部也可以利用遠端授權的方式，讓承包商與非美國國防部人員進入電腦系統，可以進行資料的傳送與電腦維修，確保即時與正確的資料傳送與取得，提高工作效率。

三、無線射頻識別應用於士兵軍服追蹤管理

美國陸軍的四大新兵招募中心，規劃將所有的物品都使用無線射頻識別標籤進行管制，以利物件的管理。其中，位於密蘇里州的倫納德·伍德堡新兵招募中心（Fort Leonard Wood Recruit Training Center, RTC），首創利用無線射頻識別系統，進行新兵制服的管理工作。該中心委託民間企業，研發具有超高頻的標籤，並將其應用於士兵制服。該中心每年需要分發約 2 萬名男女志願役士兵的制服，希望透過無線射頻識別標籤與系統的引進，節省相關作業流程所需的人力與時間。該中心與民間企業廠商共同合作，將該計畫分成幾個階段執行。第一階段，選擇每天受訓都需要穿著的制服、鞋子、長褲、短袖衣褲等，進行無線射頻識別標籤的應用，但是不包含較小與便宜的皮帶、襪子與個人名牌與配件等。事實上，許多襪子因為使用防潮纖維與金屬纖維（Metallic Fiber），並不容易使用無線射頻識別讀取器進行讀取，也不適合使用標籤進行識別。第二階段，該中心預計將此種標籤用於正式場合穿著的服飾。由於許多士兵所需的制服都貼有標籤，該中心便可以透過掃描志願役士兵個人隨身行李背包，即可立即顯示所提供的服飾是否完整，若有缺件可以立即進行補發，透過無線射頻識別系統的掃描，可以免除透過人工逐包打開與翻取的方式，檢查提供的服飾是否完整，可以節省許多的人工、時間與成本，如圖五。

⁵ <http://www.xerafy.com/userfiles/misc/resources/whitepapers/Military%20Usage%20of%20RFID%20Whitepaper.pdf>, 2015/12/6.

圖五 美軍使用 RFID 系統掃描志願役士兵個人隨身行李背包



資料來源：Claire Swedberg, “Army Training Centers Enlist RFID to Help Track Uniforms,” <http://www.rfidjournal.com/articles/view?12978>, 2015/12/6.

四、無線射頻識別應用於軍用降落傘追蹤管理

美軍自 1943 年開始使用降落傘，便開始使用人工的方式追蹤與管理該裝備，然而這是一件非常耗費人力的工作，同時容易造成許多錯誤與裝備損壞。2000 年開始，美軍重新檢討相關的工作，並且規定每個降落傘，必須要有單獨的序號，以供管理、識別與查驗。然而，有序號的裝備若還是使用人工方式識別，仍然需要花費許多時間，無法有效率的進行工作。為了解決這個棘手的問題，美軍首創使用無線射頻識別技術，簡化美軍降落傘管理，例如進料、存放、領取、運輸、跳傘與回收等相關工作。⁶一開始，美軍考慮使用條碼進行上述的工作。然而，對於未打開（Unpacked）的降落傘而言，條碼比較容易找到與讀取；然而，對於打開（Packed）的降落傘而言，則必須先由工作人員找到條碼，才能進行讀取的工作，這需要耗費相當的時間。條碼必須要與讀取器近距離接觸才能讀取，對於打開的降落傘而言，由於不易找到條碼，並直接使用讀取器進行讀取，所以無法應用在此裝備管理。研究人員表示，基於這樣的使用需求，才決定使用無線射頻識別標籤取代條碼。被動式無線射頻識別標籤，因為價格便宜、壽命較長，可能較符合美軍的需求。相較之下，若使用主動式標籤，雖然具有較佳的識別能力，但因成本較高，較不符合經濟效益。美軍目前使用無線射頻識別標籤識別降落傘，如圖六。

⁶ Bob Violino, “U.S. Army Uses RFID to Track and Manage Parachutes,” <https://www.rfidjournal.com/purchase-access?type=Article&id=12046&r=%2Farticles%2Fview%3F12046>, 2015/12/6.

圖六 美軍使用讀取器讀取降落傘 RFID 標籤



資料來源：http://www.rfidjournal.com/lib/x/a/assets/2014/07/2_Slide1.jpg, 2015/12/6. (左)；http://www.rfidjournal.com/lib/x/a/assets/2014/07/6_Slide5.jpg, 2015/12/6. (右)

我國未來軍民通用無線射頻識別技術發展建議

目前無線射頻識別在全球國防科技的應用，不如其他民生產業廣泛，最主要的原因是該技術容易提高民眾生活的便利性，可以普及至各項民生產業。即便如此，無線射頻識別技術在國防科技產業，還是扮演非常關鍵重要的角色。因此，筆者特別提出屬於軍民通用的四大方向，不但可以提供民生產業參考，也可以同時提供我國國防科技研究發展借鏡，敘述如下：

一、尋找創新應用

許多技術發展到極致的階段，必須尋找新的應用與出口，才能創造新的利基與價值。以無線射頻識別技術而言，由於已經發展超過數十年，有許多產品與產業的應用。然而，隨著技術發展的日新月異，或者因為時空背景的轉換，舊有的技術還是可以應用在新的領域。目前許多國防科技，都朝向「無人化」與「智慧化」發展，需要許多的感測與偵測需求，此技術正好可以滿足上述的需求。因此，我國軍在發展新一代國防武器，或者精簡人力的過程中，可以思考搭配無線射頻識別技術，以提高武器性能與降低人事成本。

二、降低製造成本

許多國內產業界的人士經常說：「價格就是王道」，其代表的意思就是，產品的研發首重生產製造成本。目前一般民間企業使用的無線射頻識別標籤，價格非

常的便宜，依照不同的應用，大約數元至數十元不等，而國防科技應用的標籤，因為需求性不同，價格較為昂貴，大約數十至數百元不等。相較於條碼，無線射頻識別標籤製造成本仍有改善的空間。根據文獻資料指出，⁷目前科技業界已經在思考，如何利用金屬印刷（Metal Printing）的方式，直接將金屬線路印在標籤上，如此可以降低晶片生產製造的成本；或是利用 3D 列印（3D Printing）的方式，直接將標籤印出，亦可以有效降低生產製造成本，如此將有利於產品的大量運用。此外，國內的 IC 封裝技術（IC Packaging）是世界首屈一指，亦可以透過技術的研發與提升，降低標籤封裝製程的成本，藉此降低整個標籤的生產製造成本。

三、整合物聯網系統

「感測」是物聯網系統的最基本需求，受惠於未來物聯網產業的發展潛力，無線射頻識別技術可以與物聯網系統進行整合，達到智慧化的新時代。物聯網系統未來在全球每年也會創造出數百億美元的產值，且至2020年前，全世界大約會有 300 至 500 億個物件與網路進行聯結，該技術可搭載在物聯網的平台技術上。然而，在與物聯網系統整合前，仍要依照不同的應用，解決介面、軟體、網路、資安與隱私權的問題，才能發揮 1+1>2 的效益，達到產品加值的效果。

四、提高產品價值

以往國內產業界在「代工」的時代，永遠都在追求「毛三」與「毛四」的利潤，總是經常把降低成本（Cost Down）掛在嘴邊。在這樣的時代下，若是製造成本比競爭對手高，則訂單馬上就會轉移到競爭對手公司。現今的時代，已經不再是一味追求降低生產製造成本，但也並非指降低生產製造成本不重要，而是要同時強調產品附加值性（Value Added），藉由提高產品的品質與特性，即便價格稍高，還是可以吸引下游產業與終端使用者的青睞。以無線射頻識別技術而言，未來可以思考增加其識別的正確性，甚至使其具有其他的功能性，以提高無線射頻識別技術的加值性。試想若增加該產品的識別正確性與功能性，可以使其應用在目前因為無線射頻識別產品識別正確性與功能性不足，而無法使用的民用或軍用產品與產業，此乃全世界產品研發的最新趨勢與正確方向。

結論

RFID 雖然並非科技領域最新發展的技術，然而卻帶給許多民眾與產業，許多生活的便利性。根據國外許多產業與技術文獻指出，RFID 在未來的幾年間，仍然會快速的成長，其可以應用的產業非常的廣泛，產業規模甚至可以高達百億美元

⁷ <http://www.siliconengines.net/#!5-Trends-in-RFID-Technology/cw9k/DC7878B7-D4D0-4A87-BA84-1C4C221B8307>, 2015/12/6.

以上，格外受到矚目。展望未來，RFID 仍需要積極搭配科技的發展與衍生的新興產業，尋找創新應用的領域。就民生產業而言，目前全世界都在積極研發與佈局穿戴式裝置與物聯網技術，RFID 可以與上述裝置以及技術進行整合，擴大應用層面，增加產業效益，提高民眾生活的便利性。就國防科技產業而言，RFID 還有許多創新的應用亟待開發，以美軍思考應用在人體植入晶片，以及個人筆記型電腦、士兵軍服與降落傘的追蹤管理等實例，都非常值得我軍參考與借鏡。目前，國家中山科學研究院也積極朝向軍民通用科技（Dual-use Technology）RFID 技術的研發與整合，希望透過民用技術的研發基礎，強化我軍的武器裝備能量，朝向協助我國建構現代化部隊的目標邁進。

參考文獻

- 一、Raghu Das and Dr. Peter Harrop, “RFID Forecasts, Players and Opportunities 2016-2026,” <http://www.idtechex.com/research/reports/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2016-2026-000451.asp>, 2015/12/6.
- 二、http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid_vs_barcode_advantages_and_disadvantages_comparison, 2015/12/6。
- 三、Raghu Das, “RFID Forecasts, Trends by Territory and Lessons,” <http://www.centrenational-rfid.com/docs/applications-rfid/IDTechEx%20Presentation%20-%20Raghu%20Das.pdf>, 2015/12/6.
- 四、Clive Macmillan-Davies, “The Application of Radio Frequency Identification (RFID) Tags in the Australian Defense Force (ADF),” http://thelogisticsalliance.com.au/files/articles/Adelairde_paper_oct%20_03.pdf, 2015/12/6.
- 五、Beginning and End, “U.S. Military Developing RFID Microchip Implants For Soldiers,” <http://beginningandend.com/u-s-military-developing-rfid-microchip-implants-for-soldiers/>, 2015/12/6.
- 六、Claire Swedberg, “Army Training Centers Enlist RFID to Help Track Uniforms,” <http://www.rfidjournal.com/articles/view?12978>, 2015/12/6.
- 七、Bob Violino, “U.S. Army Uses RFID to Track and Manage Parachutes,” <https://www.rfidjournal.com/purchase-access?type=Article&id=12046&r=%2Farticles%2Fview%3F12046>, 2015/12/6.
- 八、http://www.rfidjournal.com/lib/x/a/assets/2014/07/6_Slide5.jpg, 2015/12/6。
- 九、<http://www.siliconengines.net/#!5-Trends-in-RFID-Technology/cw9k/DC7878B7-D4D0-4A87-BA84-1C4C221B8307>, 2015/12/6.