

無線射頻識別系統(RFID)簡介及 在檢驗追蹤管理之應用

郭嬌紋、黃鎮華、游適彰、李貽華

前 言

無線射頻識別系統(Radio Frequency Identification, RFID)(以下簡稱 RFID)自 2004 年起已被列為影響未來全球產業發展的重要技術之一，據美國零售業大廠 Wal-Mart 內部評估，當 RFID 產銷鏈被建立起來後，Wal-Mart 在一年內省下的成本將高達 83.5 億美元，而美國市場調查機構 ABI Research 預估 2008 年 RFID 的全球支出金額可達 45.7 億美元的市場，至 2012 年可達 84.9 億美元，年複合成長率約為 17%；此外，另一家美國市場研究機構 AMR Research, Inc. 研究亦預測 2010 年 RFID 將在各項應用帶動之下成長加速，商機十分龐大，因此包括 NCC 等單位皆以「二次 IT 革命」來形容此技術的潛能及發展性，可創造出無限的商機，舉凡門禁安全管理、貨物追蹤管理及醫療管制等方面，其應用範圍非常廣，且預期將影響人們的商業行為及生活模式(資策會，2010)。

RFID 的使用，過去受限於硬體之建置成本過高，推廣不易，近年來受到科技進步及技術的提升，使硬體成本下滑，不少產業已積極採用 RFID 技術，尤其在物流上的應用，例如用來追蹤及檢核貨品的條碼(barcode)，雖可達到收集資訊、掌控貨品動態的目標，但使用條碼有其先天上之限制，包括：資料量有限、需近距離使用、易受污損而影響讀取的能力、以及須逐一掃讀而造成大量人力的浪費，這些限制使得條碼無法因應更細緻、更迅速的物流資訊要求；相反地，RFID 彌補了上述條碼之缺失，RFID 整合了網際網路技術，利用 IC 晶片及天線來存取與傳遞辨識資料，使得資料的傳送不再受限於地域的影響，具有耐環境、可重複讀寫、非接觸式、資料記錄豐富、可同時讀取範圍內多個標籤等特性，使得 RFID 成為物流供應鏈中，對商品進行追蹤與資訊回饋的主流，有效地提升物件管理上的效率，在市場使用量有逐年增加的趨勢。

為使台灣在 RFID 技術的發展不落人後，經濟部積極整合國內企業相關業者於 2004 年 3 月 17 日成立「RFID 研發及產業應用聯盟」，下設 6 個專業群，初期加入廠商即達 64 家，其中橫跨科技業、資訊服務業、流通業、造紙業等各產業，分別以慶康、大同、光寶、特力、精業及工研院等單位為主導。根據資策會 FIND 的資料顯示，2006 年國內 RFID 產值約新台幣 8 億 1400 萬元，2007 年時則已達到新台幣 20 億 4000 萬元，成長率逾 100%；另外，在學術研究領域方面，教育部於 2007 年成立 RFID 推動辦公室、2008 年 2 月推動 RFID 重點領域跨校教學資源中心計畫，並於北、中、南舉辦校園巡迴研討會，帶動國內各大專院校投入 RFID 教學、研發與應用的課題，成立相關實驗室與產學聯盟；政府繼 e 台灣、M 台灣計畫後，積極地推動 RFID 先導應用，於 2007 年 5 月更進一步推動「U(Ubiquitous)台灣」計畫，顯示政府帶動 RFID 並落實於建置應用，為國內 RFID 產業帶來商機，提昇產業國際競爭力(王亭懿，2009)。依此成長趨勢，資策會 FIND 進而預估，至 2010 年國內 RFID 產值將大幅成長至新台幣 121 億元，台灣將成為全球 RFID 的產業重鎮(簡芳源，2009)。本文僅就 RFID 原理及在檢驗追蹤管理之應用作一簡單介紹。

RFID 原理與基本架構

無線射頻識別系統(RFID)是一種無線電波辨識物件的自動辨識技術，主要是由讀寫器(Reader)與天線(Antenna)、電子標籤(Tag)及應用系統(Application)等三個部份所組成，其操作原理如圖 1，是利用讀寫器經由天線發射特定頻率的無線電波給 RFID 電子標籤，讀取植入或貼在物件上的電子標籤，由標籤傳回的資訊內容提供給應用系統進行資料擷取識別的處理。(張君榮，2007)

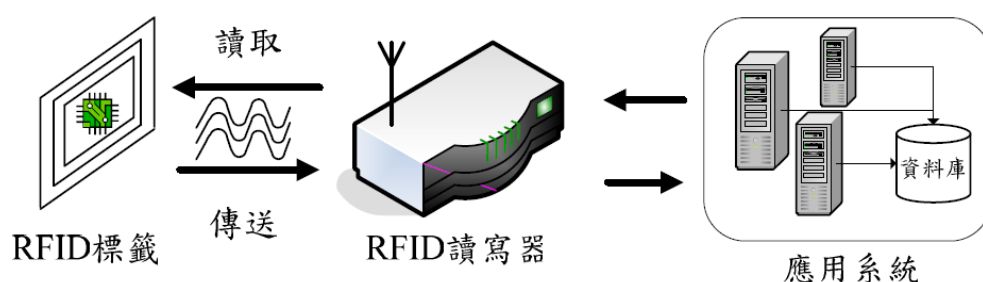




圖 1. 無線射頻系統運作原理圖。

一、讀寫器與天線

RFID 讀寫器由天線、控制模組(control module)與射頻模組(RF module)所組成，可分為固定式與手持式兩種，如表 1。固定式讀寫器感應範圍較廣感應距離較長；手持式的讀寫器可區分為輕巧型及攜帶型，設計較為輕巧，具方向性而且感應距離不長。

表 1. RFID 各類讀寫器之應用

種類	形狀	應用	圖例
固定式	隧道型	可應用於倉庫進出貨碼頭，將讀寫器裝置於輸送帶的一端來讀取標籤資訊。	
	拱門型	常應於貨物的各個進出入口，將讀寫器裝置於門旁單邊側面處，讀寫器可上下調整，讀寫距離通常 70cm 左右。	
	平台型	常應用於零售商店的收銀機處，將讀寫器裝置於收銀櫃台的平台處以讀取標籤資訊，讀取距離僅需於 5cm 以內。	
手持式	輕巧型	需固定於作業場所中，由作業人員手持該讀寫機以對商品進行一對一的標籤讀取作業，其讀取距離一般為 50cm 左右。	
	攜帶型	由作業人員攜帶至作業場所的任何位置，進行讀取標籤資料的工作，其讀取距離約為 10cm 左右。由於其可攜性，因此讀寫器 PC 之間必須採用無線通信之方式。	


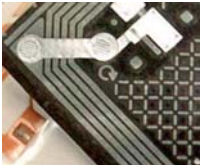
(資料來源；周湘琪，2004)

二、電子標籤

電子標籤通常是由一組收發天線與一個電子晶片(chip)兩者所組成，每個標籤上具有唯一的電子編碼(Electronic Product Code, EPC)，提供充足的資訊給讀寫器，以辨別、追蹤及確認各式各樣物件或商品，達成產業所需要的管理功能。

(一)以供電方式可以分成主動式標籤(Active Tag)、被動式標籤(Passive Tag)及半主動式(Semi-Active Tag)等三種，表 2.則為各類電子標籤資料之比較。

表 2. 不同種類電子標籤之比較表

	主動式標籤	被動式標籤	半主動式標籤
電力來源	標籤內含電池	全依賴讀寫器提供運作與通訊能量	電池電力僅供標籤內部晶片運作，通訊電力仍有賴讀寫器供應
訊號讀取	持續發出訊號	僅在小範圍的讀寫器射頻能量範圍內有效	僅在讀寫器的射頻能量範圍內有效
需自讀寫器取得之訊號強度	非常低	非常高	低
通訊速度	28K bit/sec	30K~40K bit/sec	384K bit/sec
讀寫距離	約 5~100 公尺	3 公尺以下	大於 5 公尺
記憶體	64k~228k bits	64k~8k bits	居中
使用壽命	約 2~7 年	可達 10 年	居中
重量	約 50~200 公克	約 0.5~5 公克	居中
尺寸	較大	較小	居中
價格	約 20~70 美元	約 0.5~10 美元	居中
技術成熟度	較低	較高	居中
外觀圖例			

(資料來源；鄭帆好，2007；陳雪珠，2007；沈政聲，2008)

(二)依記憶體設計之方式與讀寫功能，可區分為唯讀(Read-Only, R/O)、僅能寫入一次多次讀取(Write-Once Read-Many, WORM)、可重複讀寫(Read-Write, R/W)等三類。

(三)依操作頻率範圍的不同可以區分為低頻(low frequency, LF)、高頻(high frequency, HF)、超高頻(ultra high frequency, UHF)及微波(microwave, MW)等四種，操作頻率除了決定讀寫器可讀寫的距離外，亦關係到資料的傳輸率，表 3.則為不同電子標籤頻率之比較。低頻一般以被動式為主，此

頻段在大多數的國家使用最廣；高頻一般亦以被動式為主，和低頻相較之下，其資料傳輸速度較快；超高頻一般應用在主動與被動式標籤，其資料傳輸效果較高頻標籤佳；微波其特性與超高頻相似，資料傳輸量大、最快，但容易受到金屬與液體的干擾，對於環境的敏感性較高。

表 3. 電子標籤操作頻率比較表

	低頻(LF)	高頻(HF)	超高頻(UHF)	微波(MW)
頻段	30~300KHz	3~30MHz	300MHz~3GHz	2~30GHz
讀取範圍	與長距離的讀取器通訊時約 1m	相當 1.5m	1. 433MHz 10m 以上 2. 868-950MHz 0.5m~5m	被動式約 3m 主動式約 15m
ISO 標準	11784/85， 14223	14443，15693	15693，18000	18000
資料傳輸率	小於 1 kbit/s	約 25 kbit/s	433MHz 約 30kbit/s 2.45GHz 約 100kbit/s	相當 100 kbit/s
Reader 價格	低	中等	很高	很高
讀取能力(接近金屬或潮濕環境)	優 ←—————→ 劣			
標籤尺寸	大 ←—————→ 小			
優缺點	在有金屬及液體的環境下有較佳的讀取能力；使用成本低，但讀取範圍及傳輸率低。	HF 信號可穿透水，但仍受金屬干擾。相較 LF 標籤，提供較高的讀取範圍及傳輸率，但成本也較高。	讀取距離長且對於環境的敏感性高，傳輸速度較快。價格較昂貴，在金屬及液體環境下讀取能力較差，標籤生命通常僅有 5 年。	高方向性傳輸且能精準定位，提供最快速的資料傳輸率，但是受金屬及液體的干擾程度也最嚴重。
一般應用	門禁管理，動物辨識，倉儲管理，車輛管理	非接觸式智慧卡，圖書管理，聯合票證	貨物運輸監控，航空行李追蹤，供應鏈應用	電子收費系統，火車路線監控

(資料來源；呂永宗，2005；張君榮，2007；沈政聲，2008；邱博洋，2008)

三、應用系統(Application System)

應用系統包括中介軟體(middleware)以及後端系統整合(system integration)，可以由一部或是多部足以執行應用軟體的伺服器與資料庫系統所組成。介於前端硬體設備與後端應用系統間的中介軟體，則是用來處理 RFID 驅動事件(driving events)的發生，控制前端讀寫器的讀取，當前端透過有線或是無線的方式經由讀寫器擷取或接收標籤內部之數位資訊後，只要標籤資訊傳送過來時，便會自動啟動服務，並且排入系統排程，再負責有關資訊流的解析、過濾、萃取與彙總，最後轉譯為可讓後端應用系統使用的資料；後端應用系統透過加解密技術及防火牆設備等保護資料的安全，相關整合應用包括航空行李監控、生產自動化管控、倉儲管理、運輸監控、保全管制以及醫療管理等。

RFID 系統之特性及應用

RFID 系統的技術發展日趨成熟，成本大幅下降，發展潛力優厚商機無限，RFID 系統將日漸普及到各行各業上，與其他自動辨識系統比較，RFID 系統有其優點，但也有其使用上的一些限制，現有 RFID 系統的主要特性簡述如下：

- 一、非接觸式自動辨識技術：利用無線電波感應、擷取掃描特定範圍內的 RFID 標籤訊息，依不同的標籤與天線型式，可有不同的感應距離及特性，對於危險、油汙及對人體造成危害之物品，不需接觸即可辨識。
- 二、電子標籤的使用便利性高：電子標籤容易小型化和多樣化的形狀，可應用在不同產品或藏於物件內、植入動物體內...等。
- 三、沒有視線的限制，穿透性佳：辨識時，無需特定方向的讀寫電子標籤資料，當電子標籤進入發射天線工作區域時產生感應電流，電子標籤即獲得能量而被啟動，會傳送自身編碼等資訊，可穿透紙張、木材、塑膠...等非金屬物品，以進行穿透性的通訊。
- 四、辨識的距離長：依據使用電子標籤的種類、讀寫器、天線及使用頻段以決定辨識的距離，如英國的一項 e-plates 電子計畫，使用主動式電子標籤，讀寫器可以在時速 320 公里及 100 公尺遠的條件下，同時讀取多個電子車牌。
- 五、辨識速度快：讀寫器讀取電子標籤的資料時所需時間非常短，且可以同時

讀寫多個電子標籤的資料。

- 六、可一次讀取多個、縮短作業時間：透過非接觸式的感應方式，直接讀取訊息至資料庫內，辨識的速度快、距離長，同時可以讀取多個電子標籤，可減少人為疏失及人力操作，縮短作業時間，以提高工作效能。
- 七、資料讀取正確性高：同時讀取多個電子標籤，進行自動辨識與管理，取代條碼及人工操作，可減少人工操作的錯誤，增加資料的正確性。
- 八、具有讀/寫操作，可重複使用、壽命長：讀寫器可對電子標籤進行讀/寫的操作，電子標籤可回收、重複使用，對企業而言可降低成本，延長使用壽命。
- 九、資料安全性高、記憶量大：儲存電子標籤內的資料，可進行加密、解密，避免被偽造及資料竊取，記憶體最大可達 1MB，以應各種不同作業的需求。
- 十、耐磨損、耐環境性佳：電子標籤外層包覆可防水的塑膠材質，並具有強力的抗污及耐磨損特性，因此可應用在有油污、灰塵...等環境差的地方，即使在黑暗或髒污的環境之中，也可以讀寫資料。

RFID 成為熱門技術的主要原因，在於使用者愈來愈多，企業不僅可應用於資產管理、或者結合 Web Service 應用於 B2B、物流管理、生產管理、交通運輸、追蹤、監控...等，世界各國政府紛紛投入 RFID 研發，這種非接觸式自動辨識的技術，可提高自動化管理效率，其常見之應用實例如下：

- 一、動物監控：將識別晶片以耳標或植入方式置於畜牧動物、野生動物或寵物上，進行生態追蹤與管理(圖 2.)。
- 二、晶片鑰匙：汽機車晶片鑰匙。
- 三、門禁管制：人員出入門禁監控、管制及上下班人事管理(圖 3.)。
- 四、生產管制：汽車、家電、電子業之組裝生產，農畜牧產品生產管理如豬隻個體識別、蝴蝶蘭生產管理、雞隻生產管理、海鱷箱網養殖管理 (圖 4.)。
- 五、倉儲管理：銷售管理、物料管理、盤點作業。
- 六、物流管理：航空運輸的行李識別，存貨、物流運輸管理、農產蔬果物流、花卉拍賣市場。
- 七、醫療管理：醫院的病歷系統、危險或管制之生物品管理。
- 八、圖書管理：圖書館藏管理(圖 5.)。
- 九、防竊管理：超市的防盜、圖書館或書店的防盜管理。

十、資產回收：棧板、貨櫃、台車、籠車等可回收容器管理。

十一、交通運輸管理：高速公路的收費系統、台灣大眾捷運系統。

十二、聯合票卷：聯合多種用途的智能型儲值卡、紅利積點卡等。

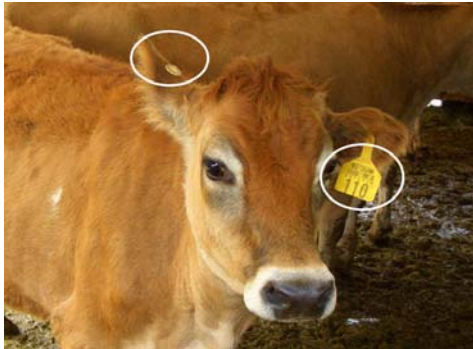


圖2. 右耳為動物辨識用 RFID 電子標籤，左耳為一維條碼與編號。



圖3. RFID 員工門禁結合出勤系統。



圖4. 蝴蝶蘭瓶苗帽式 RFID 電子標籤。



圖5. 圖書 RFID 電子標籤管理。

RFID 在樣品檢測追蹤管理之應用

本所負責之業務，包括田間蔬果農藥殘留之監測、有機產品、不同品項之農、漁產品、外銷農產品之食品安全、生物檢體及環境樣品之委託案件，配合農藥管理法辦理農藥殘留消退試驗等之農藥殘留檢驗及重金屬檢測之業務，檢體數量龐大，且檢測案件逐年增加；因檢驗的時效緊迫，常需在短時間內追蹤回覆，故需一整體自動化系統協助追蹤控管，提升作業效率與縮短回復時間。

在行政院執行「發展優質網路社會計畫」(即 U 台灣計畫)經費支持下，本所

自 97 年度起推動發展 2 年之應用計畫，以殘毒管制組認證實驗室為主，導入 RFID 技術，運用其 IC 晶片及無線電來存放與傳遞辨識資料，以及所具有之耐環境、可重複讀寫、非接觸式、資料記錄豐富、可同時讀取範圍內多個 RFID 電子標籤等特性，進行 RFID 應用於農水產品及環境中殘留毒藥物樣品之追蹤管理；在原有的作業中，將檢測樣品及儲存位置等人工紙本紀錄結合 RFID 與一維條碼標籤，建立一整體自動化資訊系統，將人工紙本作業改為主動紀錄作業管理機制，以利使用者進行批次或單筆資料之線上即時更新與控管。

主要工作包含：將 RFID 電子標籤貼於樣品容器及儲位上，該 RFID 電子標籤擁有可識別的唯一 ID (須符合 ISO 15693 規範)，建置以 RFID 作為識別應用於檢體與儲位管理平台系統，其系統架構如圖 6.所示，並與 PDA 現場作業管理系統進行不同存放條件之庫存管理作業如圖 7.~10.，包含存放位置、存量與使用者管制作業等，以線上即時更新及同步資料交換，據此配合農水產品及環境中殘留毒藥物樣品之追蹤管理與記錄等資訊。



圖 6. RFID 在檢體與儲位管理平台系統架構。



圖7. HF RFID 電子標籤(ISO 15693 52mm x 52 mm 規格)。



圖8. 左圖為 HF 手持讀寫器(ISO 15693規格，內建可讀取一維條碼功能)，右圖為 HF 固定式讀寫器(ISO 15693規格)。



圖9. 檢樣及儲位貼上 HF RFID 電子標籤及一維條碼標籤。

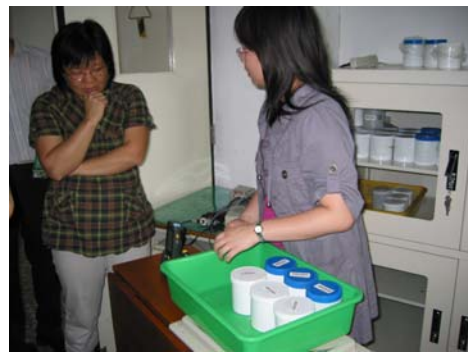


圖10. 檢樣及儲位利用固定式 HF RFID 讀寫器進行批次掃描。

將樣品編號、樣品名稱、儲存位置與方式、領用、歸還、廢棄作業等相關資訊，透過 Web service 技術即時與本所實驗室資訊管理系統(LIMS)中之送驗編號、樣品種類、樣品數量、收樣日期、單位、處理方式、前處理人員及運送方式做資料連結如圖 11.~12.所示。具體工作項目與實施方法簡述如下：

一、建置以 RFID 作為識別應用於檢體與儲位管理平台系統，並與已完成之 PDA 現場作業管理系統進行資料即時更新及同步交換：

利用 RFID 電子標籤結合客製化資訊系統之實驗室樣品、分析檢體與標準藥品結合 RFID 與一維條碼標籤，進行不同存放條件之庫儲管理作業，包含存放位置、存量與使用者管制作業等要求，並利用 PDA 行動設備與主系統經由 WLAN 進行資料即時更新及同步交換、清查樣品，以滿足批次或單

筆資料即時控管之要求。在現有的作業中，將原來係採用人工紙本紀錄之作業方式，透過此系統之流程作業，串連檢樣與儲位各階段之進出作業管理記錄，將紙本作業改為主動紀錄作業管理過程，建立正常作業管理機制，以利使用者快速查詢整理，提升 RFID 檢體與儲位進出之管理效率，另記錄檢樣與儲位資訊，提供檢驗過程之有效記錄。

二、將 RFID 檢體與儲位資訊管理系統之管理數據與本所 LIMS 做資料交換連結：RFID 檢體與儲位資訊管系統主要功能乃透過 RFID 電子標籤及 PDA 現場管理系統蒐集全程作業資料，將所記錄之工作數據同步傳上網路，即時掌握藥品與檢體作業過程中的工作狀態。除此之外，將 LIMS 之申請單、檢驗數據與報告等線上簽核亦納入 RFID 管理系統，可透過 Internet 進行技術、品質與實驗室主管之線上資訊簽核，惟此系統係為本所 LIMS 的前端作業所需之自動化功能，故兩系統之異質資料庫必須相互連結並作資料之即時轉換。

本系統依不同使用者開放不同之權限，未來完成系統整合後，擬提供檢驗單位送檢樣品之追蹤查詢與待測樣品之追蹤控管，預期強化本所整體檢驗流程之資訊化，達成檢測數據之可追溯性及流程控管之即時化，並期望透過全程價值鏈管理，融合各階段作業的協調、勾稽，以提升整個品管作業價值鏈的反應速度與運作彈性。

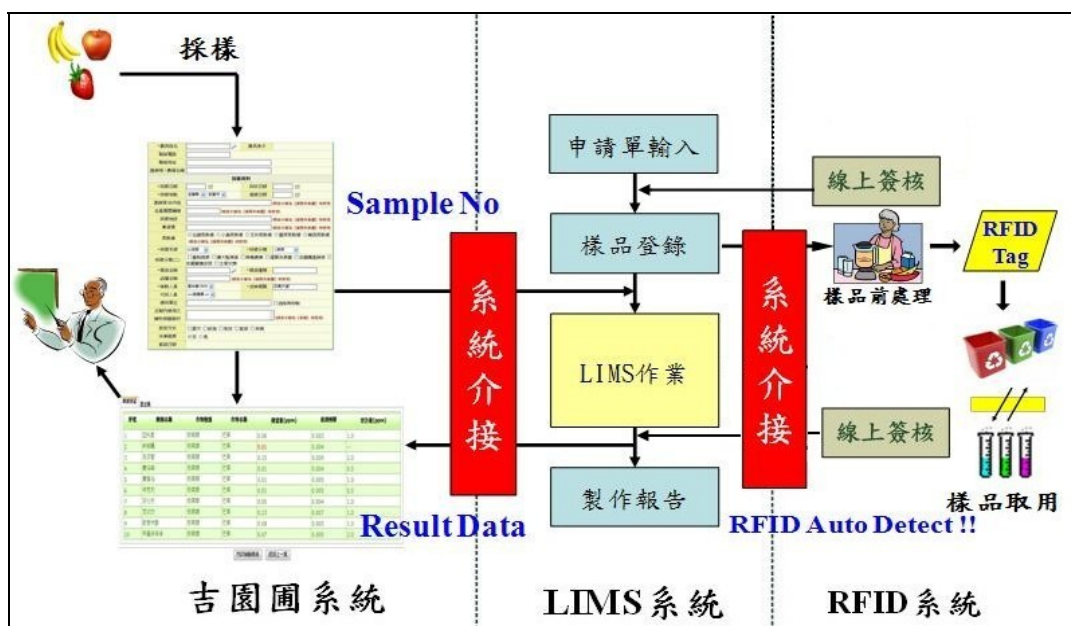


圖 11. 實驗資訊管理系統(LIMS)與 RFID 檢體與儲位資訊管理系統介接架構。



圖 12. 實驗資訊管理系統(LIMS)介接 RFID 檢體與儲位資訊管理系統畫面。

RFID 現階段發展問題

RFID 系統雖在特性及作業上具有諸多優點，但實際運用時亦可能有所限制，簡述如下：

- 一、訊號干擾源問題：目前 RFID 技術仍無法保證能可一次讀取到所有 RFID 電子標籤的資訊，在室內環境下使用，有可能會因障礙物、金屬及水的反射干擾，而造成訊號的衰減降低定位精確度。另外，RFID 電子標籤雖然具有抗環境的耐性，但也無法保證永久不會損壞或者標籤遺失的可能，這是目前極具挑戰性且必須克服的問題。
- 二、成本問題：RFID 雖可廣泛應用在各種產品，但價格將影響推展速度，特別是零售業或物流系統，對於價格敏感度相當高。美國號稱 RFID 電子標籤目標價格為 5 美分，日本也朝向推出 5 日圓的電子標籤價錢而努力，而製程之改善與市場規模量提高將是 RFID 降價之兩大關鍵因素。
- 三、規格尚未標準化：目前 RFID 讀寫器與電子標籤的技術仍未見標準化，不同製造商所使用的通訊協定、運作的頻率、儲存資料的格式等皆不相同，因此無法一體適用；而運作頻率是阻礙發展的重要原因，標準與頻率不一，將導致 RFID 讀寫器與電子標籤之產品互通性降低。
- 四、電磁波頻段法規的管制：目前 RFID 設備所使用各個頻段的設備會有不同的物理特性，如讀取距離與讀取速度的不同，因此在不同應用情境中即可

能會採用不同頻段的設備。目前各國電磁管制頻段的範圍不同，尤其是在 UHF 和微波的頻段，各國可供使用開放的頻段不甚相同，故因頻段未統一，即今在跨國的 RFID 應用上產生許多問題。

五、隱私權的疑慮：RFID 的技術漸成熟，未來會從大型物品的應用往單項小物品發展，由車輛、棧板、容器、運送盒等發展至小包裝的物品，如刮鬍刀、洗髮精、藥品等，應用層級由貨櫃、貨板、包裝箱級(Case-level)，逐漸發展至單品級(Item-level) RFID 的應用；單品級 RFID 具有追蹤物品的功能，使得物品上的 RFID 資訊恐被有心人士刻意收集而侵犯到個人的隱私權，因此，人權團體已針對此項發出質疑，讓 RFID 的大量應用埋下了變數。未來尚需各國主管機關在隱私保護的相關法令上訂定可遵循的方向，特別具針對 RFID 使用上隱私權的保護，必經以一些流程或機制來保障，才能促使業者開發相關確保隱私的資訊技術。

結 語

隨著全球市場開放，國際化競爭越趨激烈，台灣雖因農業生產技術及效率不斷提升，但是亦面臨「農民年齡老化」、「耕地面積狹小、未達經濟規模」等結構性問題，因此為了不斷強化台灣農業競爭力，積極應用資通訊科技來協助提昇農業管理效率，是必然的策略。「安全農業」是當前重要的農業施政策略，「無線射頻識別系統(RFID)」亦是國家發展的重點項目，特別是在推動安全台灣與數位台灣之國家整體發展架構下，應用 RFID 與網際網路等資訊科技輔助農產品產銷履歷紀錄制度的建立，更是農委會積極推動的重點工作之一。

為因應國內消費者與國際貿易的需求，立法院已於 96 年 1 月 5 日三讀通過「農產品生產及驗證管理法」，顯見「農產品安全品質驗證」是未來安全優質農業發展的重要環節。本所期望配合安全農業政策之推動，建立 RFID 應用於農產品、環境中殘留毒藥物及重金屬樣品之示範應用體系、追溯機制與檢測追蹤管理網路資訊系統，透過全程 E 化價值鏈管理，以提升整體作業及管理之績效，從而降低農藥殘留檢測與安全品質驗證的變動性與複雜性，並推廣應用至產銷履歷之區域檢驗中心，期能提昇全國農產品農藥殘留檢測之工作效能及資訊即時化，促進產業健全管制與發展，提升國產農產品之國際競爭力。

參考文獻

1. 周湘琪譯。2004。「RFID 技術與應用」。旗標出版股份有限公司。
2. 張家銓。2004。無線射頻系統標籤晶片設計。中華大學電機工程學系碩士論文。
3. 盧建名。2004。物流中心導入 RFID 之個案探討及中介軟體之發展。國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
4. 蕭榮興等。2004。無線射頻技術的應用與發展趨勢。資策會電子商務研究所。電子商務導航第六卷第十三期。
5. 呂永宗。2005。RFID 應用研究—以可離線作業表單為例。國立臺灣海洋大學系統工程暨造船學系碩士論文。
6. 葉執東。2005。無線射頻識別系統(RFID)在農產品的應用之簡介。農政與農情。第 155 期。
7. 簡源甫。2005。使用 UHF 頻段之射頻辨識系統被動標籤電路設計。國立中正大學研究所碩士論文。
8. 張榮輝。2007。RFID 應用於圖書館的尋書定位服務。國立成功大學工程科學系專班碩士論文。
9. 張君榮。2007。主動式無線射頻系統應用於豬場疾病監控與生產履歷之研究。北台灣科學技術學院機電整合研究所碩士論文。
10. 郭帆好。2007。應用 RFID 技術於圖書館書籍評價系統之研究。靜宜大學資訊管理學系碩士論文。
11. 陳雪珠。2007。圖書館特色館藏應用 RFID 管理之研究。世新大學資訊傳播學系碩士論文。
12. 蔡宗益。2007。結合個人數位助理、無線射頻識別技術與地理資訊系統應用於建築物消防救災之研究。中華大學營建管理研究所碩士論文。
13. 沈政聲。2008。應用環境感知於賣場導覽與產品之推薦。中國文化大學資訊管理研究所碩士論文。
14. 邱博洋。2008。低成本可保隱私 RFID 認證協定之研究。中國文化大學資訊管理研究所碩士論文。
15. 張銘志。2008。以創新擴散理論分析 RFID 系統的導入—以鋼鐵廠為例。國立中山大學企業管理學系碩士論文。
16. 鄭鈞仁。2008。RFID 應用於豬肉食品鏈電子履歷之可追蹤系統。國立高雄應用科技大學工業工程與管理系碩士論文。
17. 王亭懿。2009。在不同環境下之 RFID 標籤的讀取效能分析。輔仁大學資訊工程研究所碩士論文。
18. 林貞。2009。RFID 對農產品產銷流程管理之展望。農業生技產業季刊。食品生技 NO.18。
19. 簡芳源。2009。導入 RFID 於車牌辨識系統建置之研究。聖約翰科技大學電機工程系在職專班碩士論文。
20. 戴廷恩。2009。RFID 於蝴蝶蘭生產管理之應用。
<http://www.toga.org.tw/data/article/1261106411942336555.pdf>
21. 資訊工業策進會數位教育研究所。2010。RFID 規劃與導入實務班。
<http://www.iiiedu.org.tw/ites/RFID.htm>