

無線射頻識別技術之應用與效益

Study on RFID Implement and Benefit in Library

余顯強

Shien-chiang Yu

世新大學資訊傳播學系副教授兼圖書館館長

Associate Professor, Department of Information and Communications,
Director of the Library, Shih-Hsin University

【摘要 Abstract】

RFID具有條碼無法提供的整批讀取、可讀寫大量資料、可程式化的特性，包括讀者與館藏資料均可結合RFID擴大許多應用，但實際建置的重點仍在於成本的考量與自動化廠商的配合，加上系統的可靠度不足、易受雜訊的干擾等問題，因此在圖書館方面的應用大多是僅止於少數圖書館實驗性的館藏管理層面。本文主要是介紹RFID的結構與應用原理，探討導入圖書館的創新應用模式以及可能遭遇的問題。

RFID provided with these characteristics of batch access, storage mass data, and reprogram that were barcode can not archive. Due to the issues about cost, technical capability of supplier, reliability insufficient, interfere with noise, cost and without killer application, therefore major library only experiment with RFID for holding management. This paper introduce the structure and application theorem of the RFID system, discuss innovation models and application issues when implement the RFID system.

【關鍵詞 Keywords】：

無線射頻識別；自動化識別；中介軟體；圖書館；創新模式；應用問題
RFID; Auto-ID; Middleware; Library; Innovation Models; Application Issue

壹、RFID 緣起

自動化識別 (Auto-ID) 系統由於低成本條碼的問世，大量普及應用在生活中的各項事物。不過條碼由於儲存的資訊量過低，以及無法程序化 (reprogram) 的限制，也造成了許多應用的障礙。因此，比較好的解決方案是利用晶片儲存識別資訊與資料，也就是使用 IC 記憶卡或智慧卡 (smart card) 做為電子式資料傳送的裝置，例如 IC 信用卡或健保卡。不過這一類接觸式的 IC 卡必須透過讀卡機的接點提供電源與傳輸資料，在使用上有處理速度較慢、接觸點磨損等缺點。而非接觸式的 IC 卡則可提供卡片與讀卡機之間無線的訊號傳送，卡片所需的電源亦可透過無線的技術由讀卡機傳送或使用內建電池的供電方式。因為電源與資訊的傳送程序是透過無線方式，因此非接觸式識別系統亦稱之為無線射頻識別 (Radio Frequency Identification, RFID) 系統。

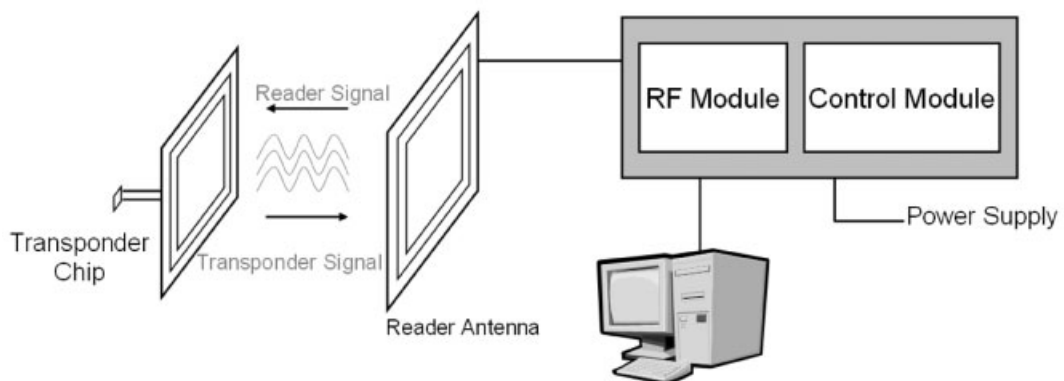
RFID 並不是近幾年新發明的技術，最初在 1948 年 Harry Stockman 首先於無線電工程師協會 (Institute of Radio Engineers, IRE) 研討會發表一篇透過反射電波信號來辨識遠端物體的文章，開啟了反射無線電波的應用。接著在 1950 年代包括 F. L. Vernon 與 D. B. Harris 個別發表了 "Application of the microwave homodyne" 與 "Radio transmission systems with modulatable passive responder"，正式開啟了的 RFID 發展

(註 1)。在應用方面，1980 至 1990 年間 RFID 系統逐漸成熟，相關的應用與市場也因此逐漸成形，包括美國鐵路運輸協會 (Association of American Railroads) 與容器管理合作計畫 (Container Handling Cooperative Program) 專注於 RFID 技術標準與應用的發展，簡化了商品運送過程的辨識與追蹤程序，使得 RFID 的應用獲得大幅的成長 (註 2)。

貳、RFID 結構與原理

由於科技的發展與應用的普及，RFID 系統的原理可簡化為基於資料儲存在一個透過無線電能夠被讀寫器讀取資料的標籤 (tag)。如圖一所示，一個 RFID 系統包含三個主要部份：RFID 標籤 (tag 或稱為 transponder 詢答器)、RFID 讀寫器 (reader 或稱 interrogator)、運用於管理兩者之間傳送資料的資訊應用系統 (註 3)。

標籤通常是由一組耦合元件 (coupling element, 提供天線的功能) 與一個電子晶片。一個讀寫器包含無線通訊模組 (RF module, 提供傳送與接收訊號的處理)、一個控制模組 (control module)，以及一組耦合元件，透過輸出入介面 (如 RS232 或 RS285 等) 與應用系統設備 (如 PC) 連接。另一項對於 RFID 非常重要的特徵是電源供應，被動式標籤本身並沒有電源，所有運作所需的電力必需透過讀寫器提供的電波轉換而成；反之，主動式標籤則內



圖一：RFID 系統包含的組件

含供應晶片運作所需電力的電池。如表一所示（註4），比較兩者的優缺點，主動式標籤具備較長的感應距離，但標籤的壽命卻會受限於電池的壽命。

表一：主動式與被動式標籤比較

	主動式標籤	被動式標籤
電路運作電源	附加電池	電磁感應或微波
讀取距離	約5~100公尺	3公尺以下
記憶體	64k~228k bits	64~8k bits
使用壽命	約2~7年	可達10年
重量	約50~200公克	約0.5~5公克
體積	較大	較小
價格	約20~70美元	約0.5~10美元
技術成熟度	較低	較高

依據使用電波頻率範圍（頻帶）的不同，RFID大致可分為下列三類（註5）：

1. 30-300kHz 低頻（low frequency, LF）
2. 3-30MHz 高頻（high frequency, HF）/RF radio frequency
3. 300MHz-3GHz 的超高頻（ultra high frequency, UHF）或高於3GHz的微波

整個無線電頻譜（spectrum）有許多頻率範圍是屬於公用頻帶，依用途而有不同的限制，每一個國家所開放的公用頻帶範圍也不盡相同，由國際電訊聯盟無線電小組（International Telecommunication Union Radio Communication Sector, ITU-R）所規範給工業、科學與醫療的ISM（Industrial, Scientific, and Medical）頻帶免申請即可使用（註6）。因此，RFID使用的頻帶範圍主要便是涵蓋工業與科學的頻帶範圍，使用各頻帶的優缺點如表二所示（註7）。其中135KHz以下的頻帶是RFID發展最久以及產品數量最多；13.56MHz則運用在許多不同的領域，此一頻帶的產品主要是以管理物品為主；2.45GHz與UHF頻帶的產品特性大致相同，但UHF具有通信距離較長的優點。

表二 RFID 使用頻帶與優缺點

頻率	優點	缺點
Low-Freq. 125~134KHz	部署廣泛 金屬干擾低	讀取範圍小 (1.5m內)
High-Freq. 13.56MHz	部署廣泛 溼氣影響低	讀取範圍小 (1.5m內) 易受金屬干擾
Ultra-Freq. (UHF) 860~960MHz	部署廣泛 通信範圍高於其他標準	易受溼氣影響 標籤之間太靠近時，容易產生頻差 (detuning)
Microwave 2.45GHz	讀取範圍高	普及率不高 實作複雜 未完全標準化

如同IC記憶卡或智慧卡的結構一樣，RFID依據記憶模式與結構，亦可區分成下列四種主要類型（註8）：

1. 讀取專用：只能讀取資料，通常記錄特定物品的識別編號。
2. 可讀寫入資料：與IC記憶卡功能相同，內建EEPROM或FeRAM等記憶體，可提供資料讀寫功能。
3. 內建微型處理器：與IC智慧卡功能相同，使用內建於ROM裡的作業系統和程式動作，用於提供高安全性的用途。
4. 內建感應器：以內建溫度感應器為市場主流，此外也有內建壓力感應器等產品。

RFID系統能夠提供多元的頻率使用範圍、接收方式、內部結構，不僅可涵蓋傳統自動辨識系統的功能，包括IC記憶卡的資訊紀錄、智慧卡的安全管理、磁卡的感應控制，以及條碼的識別編號讀取，還能夠提供更快速的反應時間與非接觸的通訊模式。

參、RFID 作業模式

RFID的應用概念類似於條碼掃描。對於條碼技術而言，它是將已編碼的條碼附著於目標物，並使用專用的掃描器利用紅外光或雷射信號將辨識資訊傳送到掃描器；而RFID則使用

專用的RFID讀寫器及專門的可附著於目標物的RFID單元（標籤），利用RF信號將資訊由RFID單元傳送至RFID讀寫器。

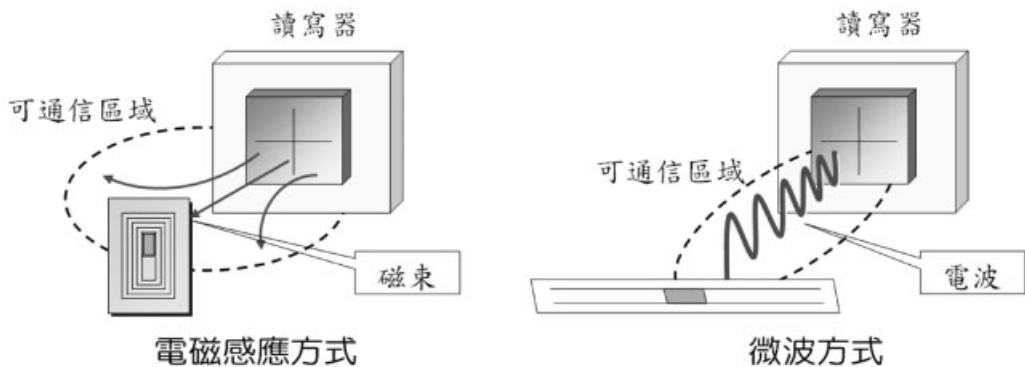
1位元是資訊的最小單位，因此最簡單的RFID就是僅能處理1位元的控制狀態，作用類似於傳統圖書館使用的磁條，提供讀寫器感應「有」(1)或「無」(0)的信號，達成電子物品監視(Electronic Article Surveillance, EAS)的管理功能。而結構較複雜的RFID則與智慧卡相當類似，資料可儲存於標籤的晶片內部，或是於晶片內部執行運算的功能，亦可透過讀寫器交換資料等。

如圖二所示，被動式標籤產生電力的模式，會依頻率高低而有所不同。使用13.56MHz以下頻帶的RFID，是使用電磁感應（電感）的方式，其原理類似於電磁鐵將電力轉換成磁力，只是RFID反向將磁力轉換成電力。UHF與2.45GHz頻帶的RFID則是使用將電波轉換成電力的微波方式。因此天線的設計便會因為使用電磁感應或微波方式而有不同，電磁感應的天線設計是透過線圈（coil），而微波則是使用偶極（dipole）天線作為電波傳送與接收的介質。一般而言，無線通信的頻率越低，通信距離就越長，穿透力則越差，以採用相同微波天線的UHF頻帶的產品通信距離會比與2.45GHz遠。不過實際通信距離除了考量頻率高低，天線的設計、電波功率的大小、RFID晶片消耗電力的多寡，均是影響通信距離的主要

因素，而主動式又因為不需透過電磁感應或微波產生電力，因此距離遠高於被動式。

被動式標籤採用電磁感應通信距離最遠約僅有2m左右，而使用微波的方式則可以超過10m以上的距離，不過電波頻率越高就越難穿透金屬，加上金屬本身亦會吸收電波產生磁場，造成和RFID系統周圍的磁場相抵消的作用，導致RFID無法取得電力。因此高頻率（13.56MHz, 2.45GHz）的RFID系統通常都不適用於金屬物品上。而135KHz以下的低頻帶，因為頻率較低，產生的電波易於轉折，具有適應金屬材質的特性，較適合使用在金屬物件包裝的識別。而圖書館內的典藏品以紙本、塑膠（視聽媒體）材質為主，因此主要以13.56MHz頻帶的RFID系統為主要應用對象。

除了電波干擾的問題，在實際運作的RFID系統中，由於標籤在進入讀寫器可通信範圍時，讀取範圍內可能還有其他的標籤存在，會因為範圍內所有標籤接受讀寫器發出的訊號而同時回覆造成碰撞（collision）；或是同時有多個讀寫器感應到一個標籤而造成碰撞（註9）。因為讀寫器能夠偵測到碰撞並且彼此之間能夠相互通訊，因此不會造成實務上運作的問題。而標籤碰撞情況有多種不同解決方案，常見的包括ALOHA與樹狀兩種碰撞仲裁演算法（collision arbitration algorithm）（註10）。ALOHA演算法應用無線數位服務的分時多重擷取（Time Division/Demand Multiple Ac-



圖二：RFID依頻率高低區分電磁感應與微波兩種方式

cess, TDMA) 技術, 各標籤隨機產生一個時間向讀寫器傳送資訊的方法來避開同時回應的衝撞情況。樹狀演算法則是由讀寫器指定各標籤ID值符合特定位元才可回應, 若指定位元仍有多個標籤相符時, 依據二進位排序的先後次序回應, 回應完成之標籤則進入擱置狀態 (suspend), 如此即能逐一處理同一個讀寫器範圍內所有的標籤。

肆、中介軟體

RFID系統不僅能解決條碼儲存資訊量過低, 且無法程序化 (reprogram) 的限制, 包括讀者與圖書、期刊等館藏資料均可結合RFID擴大許多應用, 不過各種應用最終還是必須與自動化系統結合。如同一般應用程式與周邊設備之間連結的方式, RFID 中介軟體 (Middleware) 扮演RFID系統和應用程式之間中介的角色。從應用程式端使用中介軟體所提供一組共通的應用程式介面 (Application Interface, API), 即能透過讀寫器, 讀取標籤內的資料。

中介軟體負責自動化系統與讀寫器之間的協同處理作業, 屬於訊息導向中介軟體 (Message-Oriented Middleware, MOM), 透過訊息 (Message) 的形式將資訊從一個程式傳遞到其他程式。主要功能是負責將讀寫器所讀取的標籤資訊, 進行訊號的蒐集、過濾及整理、排除重複訊號, 轉換成訊息的形式傳遞給後端的自動化系統。除了接收及傳遞資訊外, 中介軟體的功能還包括安全、資料廣播、路由及除錯等作業, 以確保資訊的正確及通透性。因此, 無論圖書館自動化系統增加或改由其他系統取代, 或者讀寫器種類增加、更換等情況發生時, 應用端仍可不需修改也能運作, 省去多對多連結與整合的問題。依據應用範圍來分, RFID中介軟體可分為下列三種 (註11) :

一、應用型 (Application middleware)

早期的發展多以整合、連接讀寫器為目的, 此類型的中介軟體大多是RFID讀寫器廠商所提供簡單API, 用以將後端系統與讀寫器

連接。此類型的中介軟體常會有兩種缺點, 一是專屬的特性容易影響爾後更換產品的相容度; 二是必須自行花費許多成本去處理前後端系統連接的問題, 影響開發與導入的成本效益。

二、共用型 (Infrastructure middleware)

由於RFID的應用與市場不斷擴大, 全球零售業龍頭沃爾瑪 (Wal-mart) 與美國國防部等關鍵使用者相繼進行RFID應用的導入, 促使各國國際大廠持續關注RFID相關市場的發展, 例如Sun、TIBCO、IBM等廠商, 除了開發應用伺服器等產品, 也開始提供共通的轉換器 (Adapter) 軟體介面; 也有些如Oracle、Manhattan Associates等廠商與讀寫器廠商合作提供特定解決方案, 以加快進入市場的速度與競爭力。此類型的中介軟體不但已經具備基本資料蒐集、過濾等功能, 同時也滿足企業多對多 (Devices-to-Applications) 的连接需求, 並具備平台的管理與維運功能。

三、解決方案型 (Solution middleware)

除了提供自動化系統與讀寫器、RFID標籤之間溝通的介面, 各廠商針對不同領域提出各項創新應用的功能, 以解決方案導向 (solution-oriented) 的應用模式, 提供既有系統擴充RFID應用的功能模組。

伍、圖書館之應用

RFID最初在1940年左右多是應用於軍方的敵我識別系統, 透過雷達脈衝觸發飛機上的詢答器, 藉由傳回的編碼訊息辨識敵我 (註12)。因為技術過於複雜與設備過於龐大, 並不普遍用於民間一般產業。由於新的技術能整合各種複雜的無線功能在單一個晶片上, 透過應用系統提供生產、儲存、流通、監控與追蹤, 甚至交易中資訊的轉換等管控功能。主要的應用方面便因此擴大至各種不同產業範圍, 包括農產品的追蹤、車輛識別、出入門禁或通關的控制等 (註13)。RFID標籤多是製作成薄且可彎曲的平滑狀, 因此很容易取代條碼應用在圖書館館藏管理與安全的應用。如惠普科

技與本地廠商鉅特資訊協助臺北市東門國小圖書館建置RFID，提供取代條碼的流通借還作業（註14）。此外，國內許多圖書館亦正規劃引進RFID，搭配自助借書機、數位式館員工作站及數位助理等設備，取代條碼識別系統，包括省中圖及數位內容學院圖資中心等（註15）（註16）。初期採用的目的是侷限在取代條碼的應用，提供的功能包括：

一、圖書管理

包括條碼、書後卡、磁條均可同時整合於一個RFID標籤內（註17），若採用記憶體空間較大之標籤，亦可將館藏相關訊息與狀態紀錄於標籤內，提供系統判讀與利用。不僅可記錄館藏本身的描述資訊、流通歷史紀錄，更可透過讀寫器的追蹤尋找特定館藏資料在圖書館內的位置，提供協尋圖書的便利服務。

二、流通服務

RFID系統提供了精簡效率的作業流程，流通時可以不需透過館員逐一的掃描每一館藏資料的條碼號，讀者可以在自動借還設備（讀寫器感應的地方）批次且同時處理借還、狀態檢查、安全出入管制的動作。甚至原本無法使用磁條管控進出的媒體如錄影帶等，均可與圖書相同的處理原則下正常的運作。若採用可讀/寫的RFID標籤將館藏登錄號記錄於RFID標籤內，當執行流通借閱功能時，只要距離在感應範圍內，讀寫器不僅能將讀者證號與到期日寫入標籤內，亦可同時執行門禁的出入控制，如此執行流通借還資料時，工作人員便免除磁條加磁或消磁的動作。如此便可降低流通出納台工作人員持續不斷掃描讀者借還的圖書資料，而導致反覆受壓傷害（Repetitive Stress Injury, RSI）的情況。

如果閱覽證也採用RFID標籤，當讀寫器感應到閱覽證裡的RFID標籤，即可透過後端自動化系統瞭解此讀者的資訊，包括讀者類型、借閱狀態、預約到館狀況等，提供館內人員即時辨識的服務。

三、盤點作業

圖書盤點或順架時可以利用RFID遠距、

批次處理的特性，攜帶手持式讀寫器直接掠過書架，即可判讀到架上所有館藏資料，即時盤點出應在架上卻不存在、錯放架位、或是不應存在（例如外借）卻仍在架上的狀態。

歸納而言，圖書館採行RFID取代條碼系統的基本應用，即可以提供下列優點（註18）：

1. 減少流通出納台排隊的狀況
2. 降低反覆的工作，增加與讀者之間的互動
3. 擴增圖書館內部安全的功能
4. 降低館藏資料處理與管理的成本
5. 提供館藏資料點收、移送的自動化
6. 容易找出錯放位置的館藏資料

但是，上述管理的方式主要的應用模式是利用RFID取代條碼識別的功能，再配合RFID處理反應速度與耐用的特性提高作業效率與精確度。但若以圖書館動輒數十萬筆實體館藏而言，必須花費大筆經費與前置作業時間才能全面實施，而獲得的服務型態本質卻並未改變，因此並無法產生圖書館立即導入RFID相關設備的誘因。因此，必須提供創新的服務模式，對圖書館界才能產生更多導入的誘因：

1. 協尋與定位

參考產業界應用RFID的模式（註19），除了提供類似於圖書館流通作業的物流管理功能之外，協尋與定位則是基於RFID特性所發展出的全新服務。開架式圖書的缺點之一便是圖書置放錯架或下落不明，自動化系統僅能提供是否外借的查詢，並無法提供該館藏現在館內實體所在的位置。基於圖書館內讀寫器隨時可偵測感應範圍內所有RFID訊號的特性，自動化系統進行檢索時，除了顯示館藏相關描述、借閱狀況，亦可依據感應該筆館藏之讀寫器所在位置，判斷出館藏現在實際所在位置，提供協尋與定位的功能。

此一服務功能能夠提供不外借之特色館藏更便利的管理模式，改善同類圖書但不同典藏位置（參考書、展覽圖書、特色館藏等）錯置或下落不明的處理，但卻必須考量讀寫器與RFID標籤之間感應距離。考量RFID頻率感應

的範圍，感應距離長則可減少讀寫器的建置量，13.56MHz 感應距離過短，而900MHz 感應距離長能夠適用於此一功能所需，但相對的成本較高。妥協的方式則是不全面提供所有館藏協詢與定位的功能，僅針對部分特藏處理。

2. 期刊利用率計量

如何統計陳列於架上不外借紙本期刊的利用率，一直沒有較精確的方法。因為採用開架式館內閱覽模式，使用狀況並無記錄於自動化系統；採用隨期刊附加表單填寫方式，讀者不一定會有填寫的意願。應用RFID的感應距離限制，期刊陳列架配合讀寫器設置，若無法感應到某一期刊時便可視為該本期刊被讀者取下閱讀，直到再次感應為止。為避免讀者只是短暫取下該本期刊檢視，可透過自動化系統設定時間間隔，當讀寫器讀取不到該本期刊RFID標籤的時間超過設定之時間，即可視為被利用而累計於自動化系統內，如此即可有效統計期刊的利用率。

3. 導覽與個人化服務

不僅圖書館館藏建置RFID標籤，應用超高頻900MHz 提供較長距離的感應範圍的特性，讀者閱覽證與館內各樓層、單位亦可布建RFID標籤。結合讀者、環境位址、館藏，加上執行的時間與服務模式，完整紀錄與控管人、事、時、地、物的資訊。當讀者進入館內，系統即可依據辨識閱覽證RFID標籤的內容有無，判斷是否為該館讀者或是讀者的身分，提供館員立即獲知該讀者是否有預約到館、借書逾期或其他特殊紀錄的資訊，提供適當的個人化服務。

館內亦可提供手持式導覽設備，系統可設計自動依據閱覽證判斷讀者類型決定導覽深度，隨時辨識讀者移動所在位置的RFID標籤提供該地點的相關說明介紹等服務。館內設備如影印機、視聽設備亦可依據感應讀者閱覽證RFID標籤的方式，將收費紀錄與使用者狀態紀錄於自動化系統，與罰款等收費功能結合，提供單一收費管道的服務模式。

應用RFID無線感應的方式，結合不同感

應頻率與感應距離的差異、提供的服務與功能遠超過上述簡介的幾項創新服務模式，但實際建置的重點仍在於成本的考量與自動化廠商的配合。因此必須構建出完整的應用解決方案，以及配套的系統整合能力，如此採用新型態資訊處理技術的RFID系統，所帶來的圖書館服務的效益將遠超過建置時的成本

陸、實務問題與障礙

所有科技與產品的應用都不可能完美無缺，尤其是像RFID利用無線射頻的訊號傳輸模式，傳遞過程的干擾與感應的正確性，均會影響實際應用的效果。除了金屬與溼氣的干擾，讀寫器與RFID標籤的距離、感應的方向均可能會導致無法讀取的情況。因此，實際讀取的效果必需現場實地測試與調整，才能確保運作。而感應與否，可以如上所述透過現場的測試、天線的調整、功率的加強而達成。但實際運作上，RFID還有一些必須探討的問題存在，包括：

一、成本

成本常是影響是否導入新科技應用的主要因素之一，尤其圖書館既有經費有限的情況下。雖然國內外不斷有晶片生產成本下降的趨勢，Alien Technology已將RFID晶片的生產成本降至20美分以下，並預期能降至0.05美分（註20），但實際國內圖書館應用的RFID晶片通常仍報價在20至30元之間，對館藏數量動輒數十萬的圖書館是一筆不小的費用，再加上讀寫器設備與相關應用軟體更是龐大的費用。在實際應用尚未大量普及與應用效益尚不明確的情況下，過高的成本仍是阻礙圖書館應用的主要因素。

二、讀取率

除了金屬、濕氣與距離的因素，RFID標籤與讀寫器即使十分靠近，若彼此的方向不對，也可能無法讀取到資料。因為被動式的標籤必須透過讀寫器所發出的電波構成磁場，再產生電磁感應形成資料讀寫時所需的電流。但是方向不對時就無法接收到讀寫器的電波以產生電

力。此外，亦有可能因為標籤距離過近而同時讀取到不應讀取的資料。例如讀者持館藏資料於自動借還設備（讀寫器）進行借閱時，可能因為排在後方的讀者與前方正在執行借閱的讀者距離過近，使得讀寫器同時感應到後方讀者手中的館藏資料，因此造成誤判為前一位讀者借閱的狀況。也就是說，當讀寫器感應範圍內同時感應到多筆館藏資料的RFID標籤時，將無法正確判斷哪一個才是真正要處理的資料。對於服務讀者為主要任務的圖書館，並不能容忍任何流通上資料錯置的情況發生。縱使要求非常嚴格的機場行李辨識，最高只能達到99%的辨識率（註21），而動態移動中的辨識效率通常是遠低於此一數字。因此，如何正確執行無線感應，有效執行應讀取即可讀取且不會有錯置情況，必須是嚴格檢驗的一項問題。

三、隱私權

RFID普及應用時，個人隱私權的問題容易成為問題。例如讀者閱覽證採用RFID，當讀者進入圖書館時，讀寫器依判讀到讀者的資料立刻提供後端自動化系統運作，提供館員瞭解此一讀者是否有借閱逾期、預約可借等流通狀態，以便提供立即式的主動式服務，但相對的讀者的隱私即暴露在所有讀寫器感應範圍。若透過圖書、期刊架上的感應器配合館藏與讀者的RFID標籤，感應讀者是否有取下某本期刊或圖書，藉以判斷期刊與圖書的閱覽率，亦形同監視使用者的瀏覽行為一般。此類侵犯監視使用者隱私權的狀況均可能因讀者反對而阻礙實務應用的發展。

四、安全性

RFID晶片的結構如同IC智慧卡一般，多是由互補金屬氧化半導體（Complementary Metal-Oxide Semiconductor, CMOS）所製成，因此破解IC智慧卡的方式一樣可以應用在RFID晶片上。而由於RFID無線傳播的特性，亦可透過無線信號擷取的方式攔截傳輸的訊號，因此必須加入訊息加密的功能，防止偽造、竄改的訊息，確保資訊的機密性、完整性以及不可否認性。

五、專利

最初為了改進RFID設備的相容性而設計了EPC第二代標準，此項協定的標準內含一些RFID設備製造商Intermec的專利技術。因此，2004年Unova子公司Intermec開始要求索取使用這項專利的權利金，並控告Matrics等廠商侵權。今年（2005）Intermec另控告Symbol銷售的RFID侵犯Intermec六項專利權，而Symbol則反控告Intermec侵犯無線技術的專利權。使得RFID技術的支持者擔心，其他的專利持有者會陸續出現要求權利金，延緩RFID的進展（註22）（註23）。正如許多技術開發的過程一樣，專利能保護發明者應有的權利，但卻容易造成寡占或成本提高的後果。而RFID整個產業鏈中包含多少國際標準、業界標準（De Facto Standard或De Jure Standard）仍有些模糊的情況下，必定會妨礙許多生產廠商的投入而造成市場成長與應用的阻力。

除了各種執行上的問題，各種無線設備之間的干擾、電子設備的穩定性、國際標準規範的制定、RFID標籤本身的大小與材質等仍有許多需要解決的議題對於圖書館而言，系統整合仍是實際應用最重要的關鍵因素，此一方面仍有賴圖書館與相關系統廠商配合，以便累積解決問題的專業知識。

柒、結論

RFID具有條碼無法提供的整批讀取、可讀寫大量資料、可程式化的特性，提供圖書館進行館藏精確的管理，以及可擴充更多的即時服務功能。但是系統的可靠度、易受雜訊的干擾、成本等問題，加上尚未有殺手級應用軟體（Killer Application）的出現，提供圖書館整合性的無線辨識功能，因此在圖書館方面的應用多是僅止於少數圖書館實驗性的館藏管理層面。

與早期導入自動化的過程不同，RFID牽涉到技術的層面非常多，遠遠超過圖書館人員與軟體廠商的能力範圍。若導入的目的只是用來取代條碼，絕對無法吸引圖書館採用。在經費

有限情況之下，館藏全面採用RFID標籤以取代條碼功能的方式，較不符合經濟效益。因此建置程序可先考慮先實施於特色館藏等不外借

圖書，先利用RFID盤點與門禁的功能控管特色館藏的取閱狀態，逐步擴充至各典藏品，最後再完成全館圖書資料的建置。

【附註】

- 註1：Jeremy Landt, "Shrouds of Time: The history of RFID, Pittsburgh, AIM-Inc," 2001, <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds_of_time.pdf> (March 21, 2005)
- 註2：同註1。
- 註3：Christian Kern, "Radio-frequency-identification in libraries," The Electronic Library 22:4 (2004), pp. 317-324.
- 註4：游張松、沈煌斌，「射頻識別技術於行動導覽之應用」，第一屆博物館資訊管理學術暨實務研討會論文集 (民國93年)，頁1-12。
- 註5：Klaus Finkenzeller, RFID Handbook :fundamentals and applications in contactless smart cards and identification, (Chichester, England :Wiley, 2003).
- 註6：International Telcommunication, "Union, Frequently asked questions," 2005, <<http://www.itu.int/ITU-R/terrestrial/faq/index.html>> (March 21, 2005)
- 註7：同註1。
- 註8：日經BP RFID編輯部著；周湘琪譯，RFID技術與應用 (臺北市：旗標，民國93年)。
- 註9：Sanjay E. Sarma, David Brock, and DanielW. Engels, "Radio Frequency Identification and the Electronic Product Code," IEEE Micro 21:6 (November 2001), pp.50-54
- 註10：Don R. Hush and Cliff Wood, "Analysis of Tree Algorithms for RFID arbitration," IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT), (1998), p.107.
- 註11：蕭榮興、蘇偉仁、許育嘉，「RFID技術運作的神經中樞—RFID Middleware」，電子商務導航 6:14 (September 2004) <<http://www.ec.org.tw/Htmlupload/6-14.pdf>> (March 21, 2005)
- 註12：Michael Ollivier, "RFID enhances materials handling," Sensor Review 15:1 (1995), pp.36-39.
- 註13：Christian KERN, "RFID-Technology - Recent Development and Future Requirements", Proceedings of the European Conference on Circuit Theory and Design ECCTD99, Stresa (1999). Vol. 1, pp. 25-28 <http://www.x-ident.com/pdf/development_rfid.pdf> (N. D.)
- 註14：慈濟大學圖書館，「慈濟大學圖書館周報」 <http://www.library.tcu.edu.tw/htm/E_Paper.htm> (民國93年6月)
- 註15：國立臺中圖書館，「九十四年度施政計畫」 <http://www.ntl.gov.tw/AdminData_List.asp?CatID=13> (民國94年2月)
- 註16：經濟部數位內容產業推動辦公室，2004年臺灣數位內容產業白皮書 (臺北市：經濟部，2004)。
- 註17：Vinod Chachra, "Experiences in Implementing the VTLs RFID Solution in a Multi-vendor Environment" World Library and Information Congress: 69th IFLA General Conference and Council, August 2003, <<http://www.ifla.org/IV/ifla69/papers/132e-Chachra.pdf>> (March 21, 2005)
- 註18：Christian Kern, "Radio-frequency-identification for security and media circulation in libraries," The Electronic Library 22:4 (2004), pp.317-314.
- 註19：Manish Bhuptani, ShahramMoradpour, "RFID Field Guide: deploying radio frequency identification

systems", (Upper Saddle River, NJ: Sun Microsystems/Prentice Hall PTR, 2005).

註20 : Jonathan Collins, "Alien Cuts Tag Price," RFiD Journal (April 2004) <<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/857/1/1/>> (March 21, 2005)

註21 : 陳世耀、謝宛蓉，「Internet2來了」，e天下 元月號 (民國94年1月)，頁79-101。

註22 : Alorie Gilbert, "Patent problems plague RFID, ZDNet," September 2004, <<http://www.zdnet.com.au/insight/hardware/0,39023759,39159309,00.htm>> (March 21, 2005)

註23 : Barnaby J. Feder, "Companies in Radio Tag Business Broaden Legal Dispute," New York Times, Business/Financial Desk (March 2005), p.3.