

6. 運用RFID技術於工具機完成品出貨階段管理之研究

王偉驤 助理教授、唐健璋、賴明紳、唐偉耿
勤益科技大學 工業工程與管理系

摘要

無線射頻辨識RFID (Radio Frequency Identification) 各項創新應用正加速走入我們的生活，對人類的生活帶來了一定的便利性。本研究將透過工具機製造廠來進行導入RFID於完成品出貨階段管理之應用，建構利用RFID管理之系統，當裝配部門完成成品之後，在工具機上貼附Tag，而此時Tag中早已經將生產重要資訊如製造號碼及製單內容或客製化單體料號及預估出貨日期等輸入，當成品機台往成品庫存區移動時，移動中與定位後的成品往往不易掌控，若在此階段將RFID與成品相結合將以利現場人員即時辨識，RFID系統和自動化整合運作，主管隨時可以掌控完成品出貨階段庫存狀況。在「流程工時」與「錯誤率降低」方面進行效益分析，發現有顯著的效益。

一、前言

無線射頻辨識RFID (Radio Frequency Identification) 各項創新應用正加速走入我們的生活，除了許多公司使用的門禁管理外，包括結合小額消費的電子錢包、中控置物櫃、圖書館影印機管理、停車場管理、社區資訊站等，經濟部正在實驗打造亞洲第一座RFID智慧化社區與便利的RFID校園。(中時電子報 2009.03.24)

RFID在物流上的應用，能使物流追蹤更完整以及提高其即時性，對產業供應鏈效能產生顯著的提升。傳統物流應用上，是使用條碼(bar code)來追蹤及檢核貨品，條碼雖可收集資訊、達成掌控貨品動態的目的，然而條碼使用有其限制：資訊量有限、必須近距離使用且受污損便無法讀取、必須逐一掃描而造成作業瓶頸與大量人力與時間的浪費。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。

目前全球各產業最關注的是如何善用RFID的技術，降低人力成本，同時快速回應需求，未來RFID技術的應用無疑能為企業帶來競爭力，RFID技術所帶來的大量資訊，如何和企業的資訊基礎架構整合，並獲取企業利益，是企業高階人員在導入RFID前應思索的重點。目前已知RFID的大量資料可以做安全與存取控制、資產管理追蹤、製造流程應用、供應鏈管理、票證收費系統管理，可以使供應鏈目視化管理，即時化資訊可以做更佳的決策。本研究將透過工具機製造廠來進行導入RFID於完成品出貨階段管理之應用，當裝配部門完成成品之後，在工具機上貼附Tag，而此時Tag中早已經將生產重要資訊如製造號碼及製單內容或客製化單體料號及預估出貨日期等輸入，當成品機台往成品庫存區移動時，移動中與定位後的成品往往不易掌控，若在此階段將RFID與成品相結合將以利現場人員即時辨識，RFID系統和自動化整合運作，主管隨時可以掌控庫存狀況。

二、文獻探討

2.1 RFID基本概念

無線射頻(RFID, Radio Frequency Identification)技術是一種非接觸的自動識別技術，其基本原理是利用射頻信號和空間耦合(電磁耦合或電磁傳播)的傳輸特性，實現對被識別物體的自動識別。射頻識別系統一般由兩個部分組成，即電子標籤(Tag)和讀取器(Reader)。在RFID的實際應用中，電子標籤附著在被識別的物體上(表面或者內部)，當帶有電子標籤的被識別物品通過讀取器的可讀取區域時，讀取器自動以無接觸的方式將電子標籤的約定識別資訊取出，從而實現自動識別物品或自動收集物品標籤資訊的功能。讀取器系統又包括讀取器和天線，有的讀取器是將天線和讀取器模組整合在一個設備單元中，成為整合式讀取器(游戰清等，2006)。RFID系統依據感應距離的遠近，可畫分成三種類型(陳宏宇，2004)

- 近耦合系統(Close Coupling System)
- 遠耦合系統(Remote Coupling System)
- 長距離系統(Long Range System)

2.2 RFID分類

根據不同的分類標準，RFID系統可以具有很多不同的分類(游戰清等，2006)。

1. 根據標籤的供電形式分為有源、無源和半有源系統。
2. 據標籤的資料調變方式分為主動式、被動式和半被動式(游張松、沈煌斌，2004)。
3. 根據標籤的工作頻率可以分為低頻、高頻、超高頻和微波系統。
4. 根據標籤的可讀性分為唯讀、讀寫和一次寫入多次讀出。
5. 根據RFID系統標籤和讀取器間的通信工作時序可以分成TTF和RTF系統(劉瑞揚、王毓民，2003)。

2.3 無線射頻識別特性

(一).RFID 之優點

相較於條碼的使用，無線射頻識別具有多項的優點，如下述(資策會電子商務研究所，2005)：

1. 體積小
2. 無屏障非接觸式讀取
3. 高儲存容量
4. 重複性使用
5. 同時快速多方掃描
6. 耐久性
7. 安全性

(二).RFID 之限制

無線射頻識別應用在各國大企業間與政府策略的推波助瀾下，掀起一片RFID導入的熱潮；然企業欲達到市場規模，則必需解決以下所面臨的難題，才能有所突破(陳宏宇，2004)：

1. 成本過高
2. 干擾源問題
3. 隱私權問題

(三). Reader與標籤的影響因素

上述有關干擾源的問題是建置 RFID系統需要考量的環境變數之一，對RFID 讀取率有重大的影響；此外，各領域有關標籤資料處理、標籤置放位置與外觀材質的考量，以及讀取器功能與天線安裝位置等均需要納入參考，並做出整體性的規劃架構。以下則列出影響 RFID 讀取率的關鍵因素：

1. 標籤所貼附的表面材質—運用時需注意要與金屬物質保持 1公分左右的距離，或是在標籤背面貼上高導磁的鐵氧體，幫助訊號通過磁場(周湘琪譯，2004)。
2. 包裝盒內部的產品材質。
3. Reader與標籤在通訊中，標籤與Reader的對應角度—縮短 Reader 間距可解決部分因行走路線、物品阻擋或是 Reader 間方向的問題（經濟部商業司，2004）。
4. Reader與標籤在通訊中，標籤的數量及間距。
5. Reader與標籤在通訊中，是否有含水或金屬物的干擾—使標籤與金屬物質保持一段間距，可解決金屬物質反射的問題；微波的電波容易為水份所吸收，在實行上可嘗試貼在寶特瓶兩側，或是在不同角度設置 Reader。
6. Reader與標籤在通訊中，標籤與Reader的相對速度。
7. 根據上述各點的說明，於 RFID 導入的建置過程需要針對各項目逐一去排除標籤與Reader受干擾之影響，使導入的測試過程能更加順利、並避免成本增加與導入時間延長的資源浪費。

(四).RFID 操作頻率的選擇

一般在傳輸能量較低的低頻帶是不受當地國家的限制，RFID 操作頻率的選擇主要是依據Reader與標籤之間的距離，以及各個國家所開放的頻帶而定。RFID 操作頻率的選擇有以下幾點因素(陳宏宇，2004)：

1. 政府開放頻段範圍—為考慮產品在市場上的適用性，無線電波(RF)的操作頻率大部分都使用各國政府已開放的 RFID 射頻範圍。
2. 應用的距離—供傳輸資料的有效距離，如讀取距離越長，就需要較高的操作頻率，或是較強的無線電波(RF)能量。
3. 晶片整合技術—具備以最經濟的方式整合所需功能到晶片的能力。
4. 非靜態的存取要求—具備射頻裝置可執行通訊存取動作的必須速度。
5. 成本因素—成本因素會影響推動的可行性與發展時程，如操作頻率越高整合的成本也會相對的提高。

2.4定位感測設備與方法

有關位置感知的研究領域逐漸受到重視，並應用於許多商業產品、大眾公共設施、緊急危難救助及軍事設備，例如行車導航、旅遊景點介紹、及個人安全維護等(高增英，2005)。國內外有許多不同的室內定位之研究，其採用的無線感測設備包括:紅外線、超音波、802.11無線網路定位技術、RFID定位技術。

2.5 RFID定位

有關位置感知的研究領域逐漸受到重視，並應用於

許多商業產品、大眾公共設施、緊急危難救助及軍事設備，例如行車導航、旅遊景點介紹、及個人安全維護等(高增英，2005)。國內外有許多不同的室內定位之研究，其採用的無線感測設備包括:紅外線、超音波、802.11無線網路定位技術、RFID。

使用RFID技術來做定位是目前最具成本效益的方式，但因為RFID訊號的特性，Reference Tag與Tracking Tag的訊號特性(如訊號強弱)往往不一致。此外由於RFID Reader接收訊號的時間以秒為最小單位且一秒鐘同時可接收多筆訊號資料，在無法取得時間精確差異下，我們使用的範圍就訂在Reader直徑50m，再以Reader所讀取到Tag的訊號強度作判斷位置(Caffery,J.J. and Stuber, G.L. 1998)。

三、系統架構及模式建立

3.1 系統架構

本研究採用2.45GHz主動式RFID系統，而非採用被動式系統，是因工具機成品庫存倉庫所佔區域廣大，採用主動式Tag，RFID Reader有效讀取距離長達50m，可以使感應距離大大的提升。EPC global將Tag由Class 0到Class 4，定義以下五種特性。

表1：EPC global tag 比較表(工研院經資中心整理，2007年)

| | | |
|---------|---------------------------------|---|
| Class 0 | 身分辨識用標籤 (Identity Tag) | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 被動式 (Passive) ◆ 唯讀 (Read Only, RO) ◆ EPC編碼於出廠時寫入 ◆ 發射訊號能量來自於讀取器 ◆ 讀取範圍：最遠到10公尺 ◆ 由Symbol (前身是Matrics) 製造 ◆ 目前有64及96bit兩種版本 |
| Class 1 | 身分辨識用標籤 (Identity Tag) | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 被動式 (Passive) ◆ 一次寫入多次讀取 (Write One Raed Many, WORM) ◆ EPC編碼由使用者寫入 ◆ 發射訊號能量來自於讀取器 ◆ 讀取範圍：最遠到10公尺 ◆ 主要製造商有Alien等 ◆ 目前有64及96bit兩種版本 |
| Class 2 | 多功能標籤 (Higher Functionality) | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 被動式 (Passive) ◆ 較多功能 (與Class0、1比較) ◆ 可讀、可寫 ◆ 具備感應器 (Sensor) 能力 ◆ 讀取範圍：最遠到10公尺 |
| Class 3 | 半被動式 (Semi Passive) | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 具備電池供應Sensor作動 ◆ 較多可用記憶體 (與Class2比較) ◆ 感應器 (Sensor) ◆ 讀取範圍：最遠到30公尺 |
| Class 4 | 主動式 (Active) | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 較多功能 (與Class3比較) ◆ 較多電池電力 (與Class3比較) ◆ 較多可用記憶體 (與Class3比較) ◆ 讀取範圍：大於100公尺 |

將RFID Reader設置於成品庫存區，利用RFID Reader讀取配置在工具機成品上的RFID Tag，可即時性的取得存放於成品倉儲區每台工具機的相關資訊，並可即時性的追蹤其定點存放位置。

每台工具機都搭配一個主動式的RFID Tag，能夠主動的回應Reader訊息，每個RFID Tag都記載其每台工具機的訂單資訊，對於相關配件及客制需求都能夠利

用讀取Tag上的資訊獲得即時查證，圖1為系統架構圖。

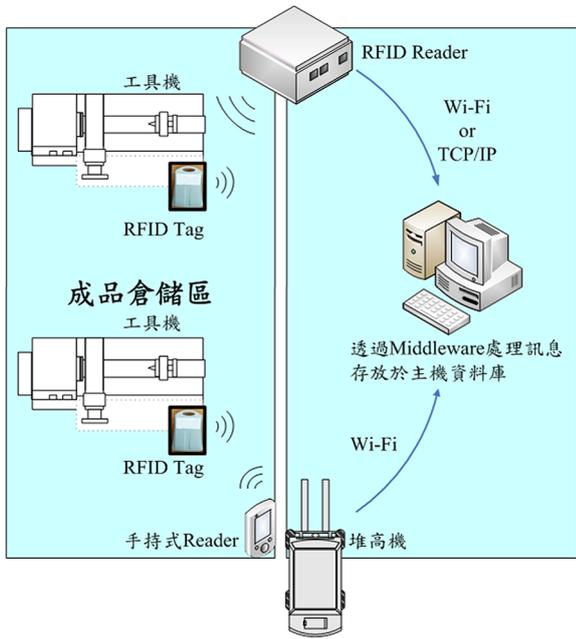


圖1：系統架構圖

3.2 模式建立

3.2.1 配置模式 - RFID Tag部分

每台工具機都有專屬的機身編號，於工作站完成組裝時，都會進行貼附機身銘牌（如圖2所示），此機身銘牌為此工具機的辨識標籤，可從機身銘牌得知機身型號及序號，進而辨識此工具機為何，機身銘牌對於工具機而言何等重要，宛如身分證，機身銘牌配合RFID Tag（如圖3所示），能夠有效率的幫助查證作業。

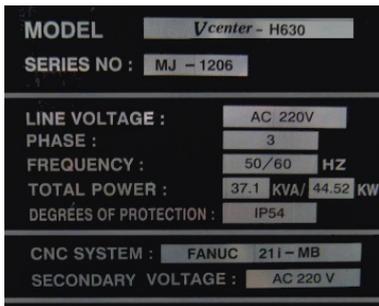


圖2：機身銘牌



圖3：RFID Tag貼附位置

於張貼機身銘牌時，同時掛附RFID Tag，再移往成品庫存區時，RFID Tag資料，經由RFID Reader讀取

RFID Tag資訊，再經過Wi-Fi或有線網路系統傳至主機資料庫，透過Middleware中介軟體轉換為主機的ERP系統（企業資源規劃系統Enterprise Resource Planning System）能處理的資訊，系統能在此刻得知成品庫存的庫存狀態，這當然也包括機台的存放相對位置。如圖4所示。

工具機組裝過程最後步驟為貼附機身銘牌，此步驟並不是只黏貼張貼紙而已，同時也具有核對工具機是否與訂單需求一致的重要關鍵，選擇在此時掛附RFID Tag可以確保機身銘牌資訊及RFID Tag是否一致，即是為工具機及機身銘牌驗證機制。

由於RFID Reader可以同時讀取複數的RFID Tag，判定上可以依據讀取的訊號強弱進行判讀，強度訊號越強即是距離靠近。

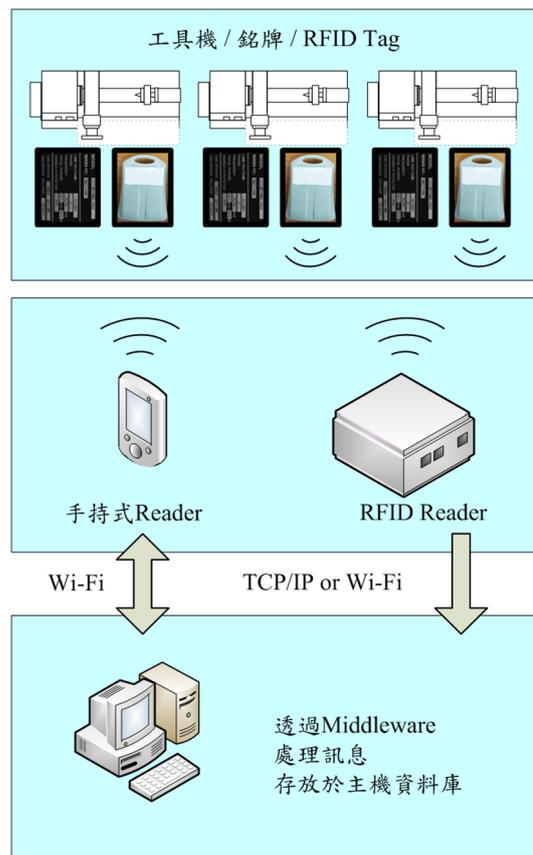


圖4：運作示意圖

本研究個案公司，成品完成置於成品倉儲區中，會於成品外觀上進行防塵作業，作業通常會採用保鮮膜纏繞，如此一來，原先貼附在工具機上的機身銘牌會被保鮮膜覆蓋，變得極難辨識，只能在防塵作業完成後於包裝外側貼上簡易的辨識貼紙作為辨識的依據，不僅辨識上不易，更容易因貼紙誤植或模糊難辨，導致誤判的情形發生。如圖5所示。



圖5：個案公司原先採用的辨識方法（外貼貼紙）

如導入RFID Tag配合原有辨識貼紙，對於辨識作業上有相當的助益，可以減少因為辨識貼紙脫落或模糊難辨的情形發生。通常簡易的辨識貼紙只會註明訂單編號之類的簡述訊息，並沒有詳盡的資訊，例如：出貨日期、機型、機身編號、附屬配件等…。採用RFID Tag便能將其資訊寫入，利用RFID Reader讀取資訊。如圖6所示。

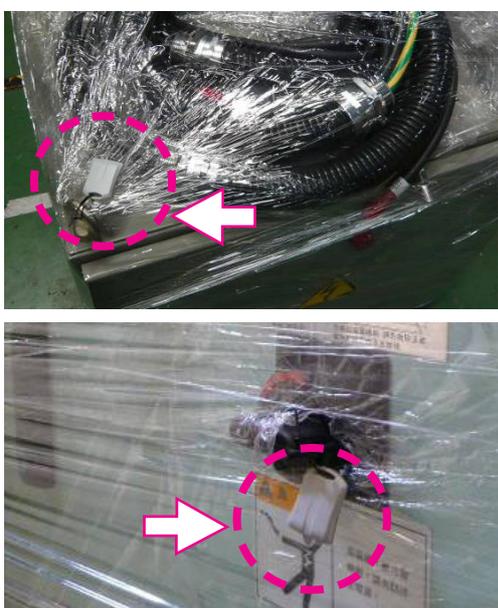


圖6：採用RFID Tag標註

3.2.2 配置模式 – 手持式Reader部分

RFID Reader為讀取RFID Tag資訊不可獲缺的設備，本研究分別配置於工作站及堆高機上。

一為配置於工作站上的手持式Reader，當工具機裝組完成時，利用手持式Reader讀取RFID Tag，透過Middleware中介軟體，判讀RFID Tag上的資訊，可查證工具機與機身銘牌是否一致，並且可以查詢工具機配件資訊，對於預防機身銘牌誤植及工具機配件缺置有很及時性的效益，並且可以利用Wi-Fi無線網路系統送至電腦主機，經過Middleware中介軟體將資訊轉換為ERP系統能處理的資訊，能夠作為完工回報的效益。如圖7所示。

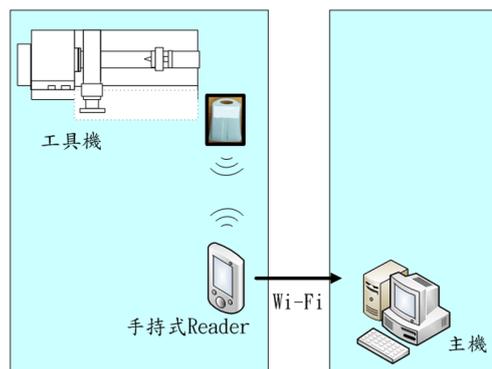


圖7：手持式Reader運作示意圖（配置於工作站）

配置於推高機上的手持式Reader，對於工具機的裝載至卸載可全程對進行辨識及追蹤。當工具機從工作站完工時，進入成品倉儲區前，能利用配置於推高機上的手持式Reader進行讀取掛附在工具機上的RFID Tag，能夠取得其相關訊息，例如：出貨日期、機型、機身編號、附屬配件等…。手持式Reader取得資訊後，利用Wi-Fi無線網路系統送至電腦主機，由主機回饋訊息至手持式Reader上，推高機操作人員便能知道運送的工具機該放置的位置定點。如圖8所示。

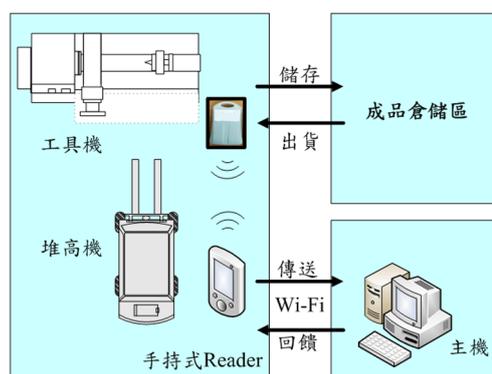


圖8：手持式Reader運作示意圖（配置於堆高機）

3.2.3 配置模式 – 固定式Reader部分

於倉儲區上方樑柱部份設置Reader，依據倉儲區大小增設。採用的2.45GHz主動式RFID系統有效讀取距離約為直徑50m。本研究成品倉儲區域設定為150m×100m。如圖9所示。

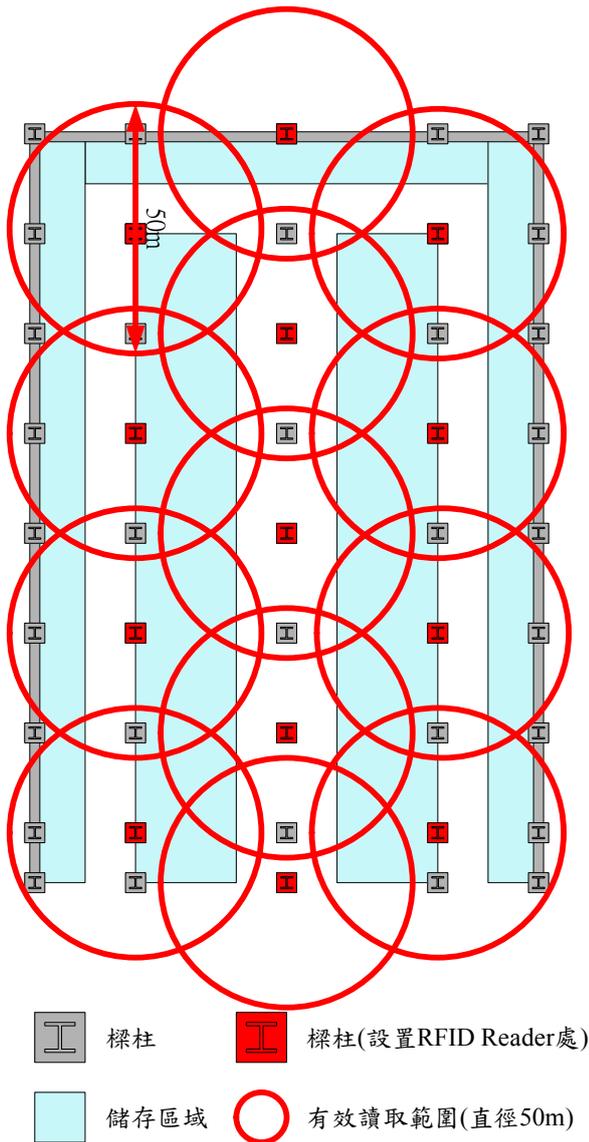


圖9：RFID Reader架設位置示意圖

個案公司的工具機大小約為5m×3m×2m（長×寬×高），每台工具機所需要的儲存區域並不小，所以對於RFID Reader判定RFID Tag的定位位置並不用達到相當的精確，只需要回饋相對區域位置，便能判定。本研究採用有效讀取範圍達直徑50m的2.45GHz主動式RFID，在幅地廣大的成品倉儲區，唯有採用此頻段的RFID Tag才足以供應其需求。

由於個案公司成品倉儲區是由鋼樑結構構築而成，如此結構的建築最多的就是樑柱，通常放置成品的區域也不乏是由樑柱與樑柱之間的空間，以樑柱區域劃分區塊，以每格區域10m×10m劃分，而RFID Reader則置放於樑柱上方。參照圖12所示。由於每台RFID Reader讀取範圍為圓型區域範圍，為使RFID Reader讀取更有效率，所以設定每台RFID Reader有效覆蓋區域為40m×40m。如圖10所示。

故此設定每台RFID Reader放置距離間隔約為直線距離40m，最大有效範圍邊緣交集為1m，避免邊緣訊號耗弱導致讀取失效情形發生。

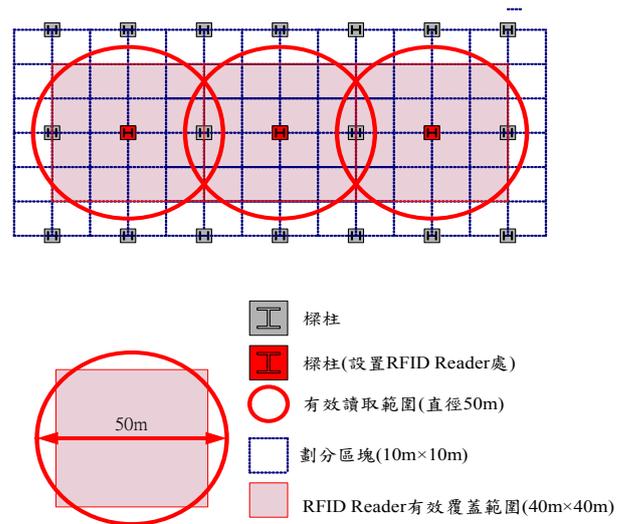


圖10：RFID Reader有效覆蓋範圍示意圖

本研究設定每台RFID Reader有效覆蓋範圍為40m×40m，每個區域範圍大小設定為10m×10m，每台工具機佔地約為5m×3m，如圖11所示，每個劃分區域有效使用比例為4台工具機，所以原則上每台RFID Reader最基本可以供應64台工具機使用。

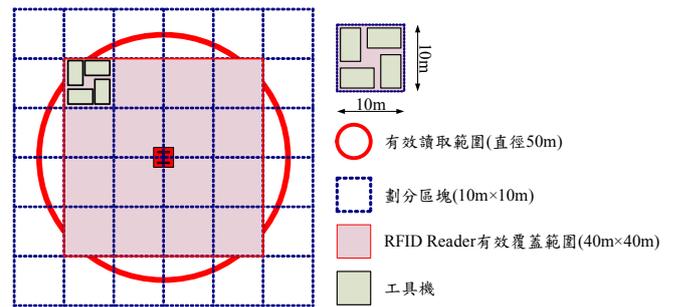


圖11：覆蓋區域範圍工具機有效使用比例示意圖



圖12：RFID Reader架設點示意圖

3.3 作業程序分析

個案工具機公司屬於非大批量生產性質的客製化生產，每批甚至到每台工具機都有其差異性客制化要求，故若以區域堆疊方式存放，會有其出貨錯誤的機率產生，因為每台工具機的客製差異不大，有時是功能性設計變更或是產地規格需求，例如：歐盟要求的CE制度，只是有些細微的變動，於外觀上可能無法於第一時間就能夠順利辨別，如無審慎的核對將會產生出貨錯誤的重大缺失，於每次出貨時將會耗費相當多的時間於核對機身編號，要將機台找出就是一件相當耗時耗工的工事。

本研究就個案公司既有現況方式與導入RFID Tag所帶來的效益進行分析。

3.3.1 導入RFID系統前程序分析

導入RFID系統前流程分析（如圖13所示）：

1. 工具機組裝是否完成：於工作站組裝工具機。
2. 銘牌是否與訂單相符：核對要貼附的銘牌是否與客戶訂單相符。
3. 更換銘牌：更換與訂單資訊不符的機身銘牌。
4. 是否已貼附機身銘牌：檢查完成的工具機是否已經貼附機身銘牌。
5. 運送至成品倉儲區：將完成的工具機運送至成品倉儲區。
6. 選定存放點：選擇要放置工具機成品的存放位置。
7. 準備出貨：接獲出貨通知，準備出貨。
8. 查詢訂單資訊：查詢客戶訂單得知出貨明細，列印清單紙本。
9. 尋找貨品：從成品倉儲區找尋要出貨的成品工具機。
10. 核對貨品是否正確：核對找到的貨品是否與訂單相符。
11. 搬運貨品：將貨品由倉儲區搬運出去。
12. 裝櫃是否正確：核對所裝運的貨櫃是否正確。
13. 貨品是否齊全：檢查裝櫃的貨品是否已齊全。
14. 出貨：皆已核對無誤，可出貨。

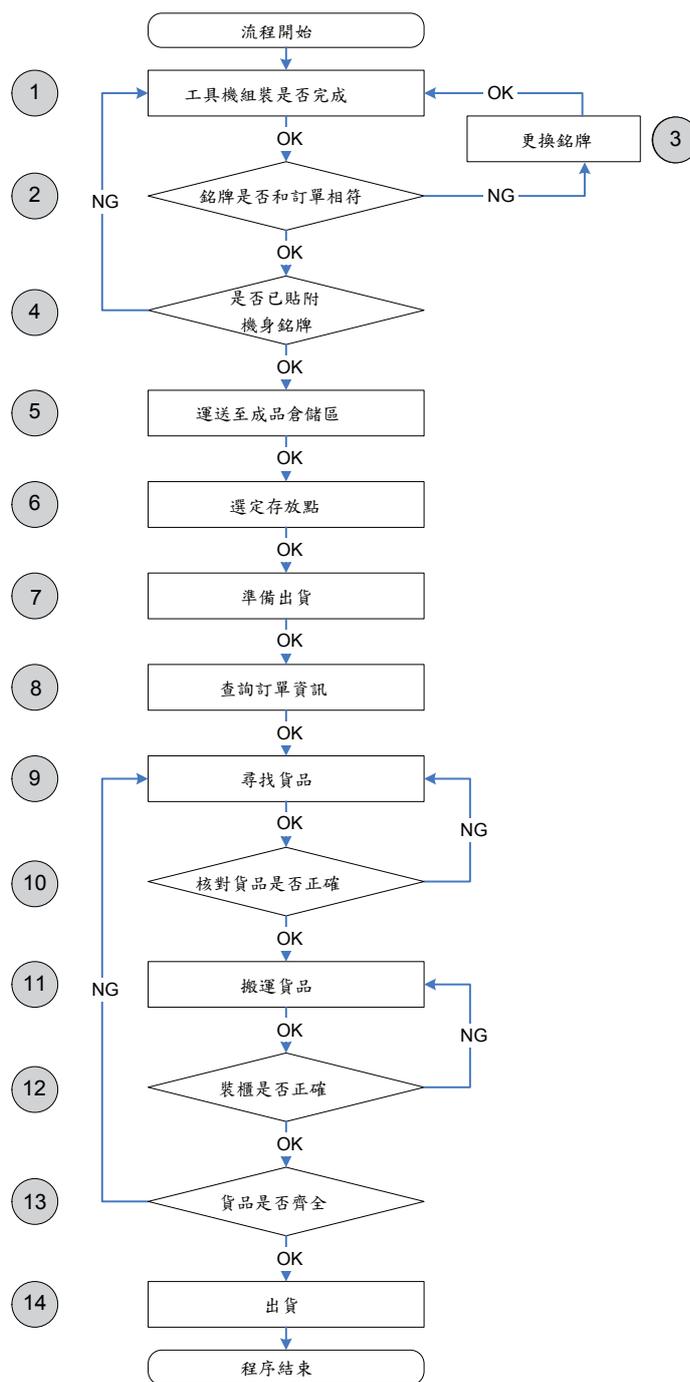


圖13：導入RFID系統前流程圖

3.3.2 導入RFID系統後程序分析

導入RFID系統後流程分析（如圖14所示）：

1. 工具機組裝是否完成：於工作站組裝工具機。
2. 銘牌是否與訂單相符：核對要貼附的銘牌及RFID Tag是否與客戶訂單相符，使用配置於工作站上的手持式Reader讀取RFID Tag。
3. 更換銘牌：更換與訂單資訊不符的機身銘牌或RFID Tag。
4. 是否已貼附機身銘牌：檢查完成的工具機是否已經貼附機身銘牌及掛附RFID Tag。
5. 運送至成品倉儲區：將完成的工具機運送至成品倉儲區。
6. 選定存放點：選擇要放置工具機成品的存放位置，利用配置於堆高機上的手持式Reader讀取工具機上的RFID Tag，利用Wi-Fi無線網路傳輸資訊，得知要放置的定點位置。
7. 準備出貨：接獲出貨通知，準備出貨。
8. 查詢訂單資訊：查詢客戶訂單得知出貨明細，系統端發送資訊至配置於堆高機上的手持式Reader。
9. 尋找貨品：從成品倉儲區找尋要出貨的成品，系統端發送成品工具機的定點位置訊息至配置於堆高機上的手持式Reader，堆高機可配合所配置的手持式Reader再次進行搜尋貨品，可即時核對貨品。
10. 核對貨品是否正確：此步驟刪除。
11. 搬運貨品：將成品工具機由倉儲區搬運出去。
12. 裝櫃是否正確：核對所裝運的貨櫃是否正確，利用配置於堆高機上的手持式Reader核對所搬運的貨品是否該裝填於此貨櫃，貨櫃資訊於步驟8.時，由系統端先行發送至手持式Reader上。
13. 貨品是否齊全：檢查裝櫃貨品是否齊全，利用配置於堆高機上的手持式Reader掃描RFID Tag，進行核對。
14. 出貨：均已核對無誤，可出貨。

與導入前的程流圖比較，變動點標註為綠色區塊，且刪去導入前流程圖步驟10：核對貨品是否正確，因為導入後的流程於步驟9：尋找貨品，已經利用配置於堆高上的手持式Reader持續辨識及追蹤，故刪去此步驟。

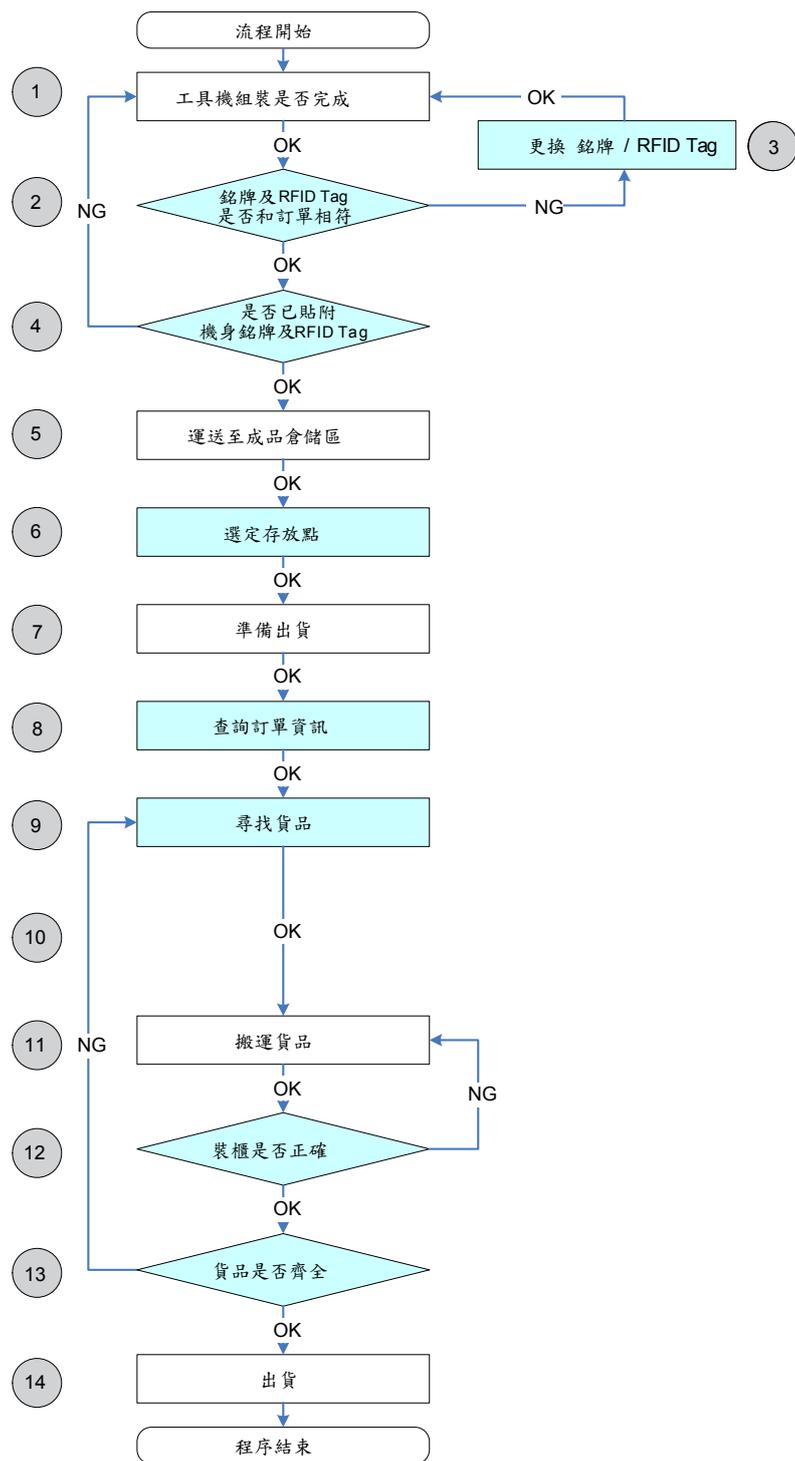


圖14：導入RFID系統後流程圖

四、效益分析

本研究針對成品完工入庫儲存及出貨進行導入RFID效益分析，探討「流程工時」、「錯誤率降低」兩方面進行分析。

4.1 流程工時效益分析

就以導入RFID系統前流程及導入RFID系統後流程進行比較工時效益分析，導入數據取得由個案公司記載及訪談，並應用經驗法則評估其概約時間，讓數據近乎於事實。表2列出其導入前與導入後的工時分配情形。

初步工時效益評估如下：

$$\begin{aligned} & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{ibes} = T_{1bes} + T_{2bes} + \dots + T_{13bes} + T_{14bes} \\ & \sum_{i=1}^n T_{ibes} = \text{導入RFID前流程工時各階段最短時間} \end{aligned}$$

總和

T_{1bes} 、 T_{2bes} 、 \dots 、 T_{14bes} =導入RFID前流程工時各階段最短時間

$$\begin{aligned} & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{ibes} = 0+31+130+10+0+301+0+32+603+90+0+30 \\ & +68+0=1295 \text{ (秒/每批次) (1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{ibel} = T_{1bel} + T_{2bel} + \dots + T_{13bel} + T_{14bel} \\ & \sum_{i=1}^n T_{ibel} = \text{導入RFID前流程工時各階段最長時間} \end{aligned}$$

總和

T_{1bel} 、 T_{2bel} 、 \dots 、 T_{14bel} =導入RFID前流程工時各階段最長時間

$$\begin{aligned} & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{ibel} = 0+84+299+29+0+1095+0+88+1762+178 \\ & +0+89+581+0=4205 \text{ (秒/每批次) (2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{ibea} = T_{1bea} + T_{2bea} + \dots + T_{13bea} + T_{14bea} \\ & \sum_{i=1}^n T_{ibea} = \text{導入RFID前流程工時各階段平均時間} \end{aligned}$$

總和

T_{1bea} 、 T_{2bea} 、 \dots 、 T_{14bea} =導入RFID前流程工時各階段平均時間

$$\begin{aligned} & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{ibea} = 0+54.68+255.01+20.17+0+642.08+0+61.6 \\ & 5+1254.8+132.66+0+61.43+315.99+0=2768.48 \text{ (秒/每批} \\ & \text{次) (3)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{iafs} = T_{1afs} + T_{2afs} + \dots + T_{13afs} + T_{14afs} \\ & \sum_{i=1}^n T_{iafs} = \text{導入RFID後流程工時各階段最短時間總和} \\ & T_{1afs}、T_{2afs}、\dots、T_{14afs} = \text{導入RFID後流程工時} \\ & \text{各階段最短時間} \\ & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{iafs} = 0+42+153+16+0+18+0+10+6+0+0+5+5+0 \\ & =255 \text{ (秒/每批次) (4)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{iafl} = T_{1afl} + T_{2afl} + \dots + T_{13afl} + T_{14afl} \\ & \sum_{i=1}^n T_{iafl} = \text{導入RFID後流程工時各階段最長時間總} \\ & \text{和} \\ & T_{1afl}、T_{2afl}、\dots、T_{14afl} = \text{導入RFID後流程工時} \\ & \text{各階段最長時間} \\ & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{iafa} = 0+105+326+32+0+29+0+29+14+0+0+9+14 \\ & +0=558 \text{ (秒/每批次) (5)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{iafa} = T_{1afa} + T_{2afa} + \dots + T_{13afa} + T_{14afa} \\ & \sum_{i=1}^n T_{iafa} = \text{導入RFID後流程工時各階段平均時間總} \\ & \text{和} \\ & T_{1afa}、T_{2afa}、\dots、T_{14afa} = \text{導入RFID後流程工時} \\ & \text{各階段平均時間} \\ & \therefore \\ & \sum_{i=1}^n T_{iafa} = 0+72.14+242.78+23.84+0+22.74+0+21.09 \\ & +10.49+0+0+7.42+10.54+0=411.04 \text{ (秒/每批次) (6)} \end{aligned}$$

表2：導入RFID前後工時分析

| 項目 (時間單位：秒/每批次) | 導入RFID系統前 | | | 導入RFID系統後 | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 最短時間 (1) | 最長時間 (2) | 平均時間 (3) | 最短時間 (4) | 最長時間 (5) | 平均時間 (6) |
| T_1 工具機組裝是否完成 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T_2 銘牌是否訂單相符 銘牌及RFID Tag是否與訂單相符 | 31 | 84 | 54.68 | 42 | 105 | 72.14 |
| | | | | | | |
| T_3 更換銘牌/RFID Tag | 130 | 299 | 225.02 | 153 | 326 | 242.78 |
| T_4 是否已貼附機身銘牌 是否已貼附機身銘牌及RFID Tag | 10 | 29 | 20.17 | 16 | 32 | 23.84 |
| | | | | | | |
| T_5 運送至成品倉儲區 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T_6 選定存放點 | 301 | 1095 | 642.08 | 18 | 29 | 22.74 |
| T_7 準備出貨 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T_8 查詢訂單資訊 | 32 | 88 | 61.65 | 10 | 29 | 21.09 |
| T_9 尋找貨品 | 603 | 1762 | 1254.80 | 6 | 14 | 10.49 |
| T_{10} 核對貨品是否正確 | 90 | 178 | 132.66 | 0 | 0 | 0 |
| T_{11} 搬運貨品 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T_{12} 裝櫃是否正確 | 30 | 89 | 61.43 | 5 | 9 | 7.42 |
| T_{13} 貨品是否齊全 | 68 | 581 | 315.99 | 5 | 14 | 10.54 |
| T_{14} 出貨 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 流程工時合計 | 1295 | 4205 | 2768.48 | 255 | 558 | 411.04 |

執行MINITAB Two-sample T for 導入RFID前後工時比較 vs 各階段平均時間，結果如下：

T-Value = -2.25
P-Value = 0.033
DF = 27

H_0 ：導入RFID前後工時比較其各階段平均時間無顯著差異

H_1 ：導入RFID前後工時比較其各階段平均時間有顯著差異

$\alpha = 0.05$
 \therefore P-Value = 0.033 < 0.05

\therefore 拒絕 H_0 ，接受 H_1 ，導入RFID前後工時比較其各階段平均時間有顯著差異。

4.2 錯誤率降低效益分析

依據資料收集，整理導入RFID前後的年度出貨錯誤率統計。（參照表3）。

表3：年度出貨數量及出貨錯誤率統計表

| 年份 | 導入RFID系統前 | | 導入RFID系統後 | |
|-----|-----------|-------|-----------|-------|
| | 出貨數量 | 出錯次數 | 出貨數量 | 出錯次數 |
| 1月 | 61 | 1 | 59 | 0 |
| 2月 | 43 | 0 | 59 | 0 |
| 3月 | 76 | 1 | 40 | 0 |
| 4月 | 54 | 0 | 20 | 0 |
| 5月 | 60 | 0 | 63 | 0 |
| 6月 | 46 | 0 | 42 | 0 |
| 7月 | 54 | 0 | 28 | 0 |
| 8月 | 50 | 1 | 66 | 0 |
| 9月 | 74 | 2 | 62 | 0 |
| 10月 | 71 | 1 | 21 | 0 |
| 11月 | 54 | 0 | 47 | 0 |
| 12月 | 56 | 0 | 31 | 0 |
| 合計 | 699 | 6 | 538 | 0 |
| | 錯誤率 | 0.86% | 錯誤率 | 0.00% |

$$\therefore P_{bes} = \left(\sum_{i=1}^n P_{ibee} / \sum_{i=1}^n P_{ibet} \right) \times 100\%$$

P_{bes} = 導入RFID前年度出貨錯誤率
 $\sum_{i=1}^n P_{ibee}$ = 導入RFID前單月出貨錯誤次數總和

P_{1bee} 、 P_{2bee} 、……、 P_{12bee} = 導入RFID前單月出貨錯誤次數

$\sum_{i=1}^n P_{ibet}$ = 導入RFID前單月出貨數量總和

P_{1bet} 、 P_{2bet} 、……、 P_{12bet} = 導入RFID前單月出貨數量

$$\therefore \sum_{i=1}^n P_{ibee} = 61+43+76+54+60+46+54+50+74+71+54+56=699$$

$$\sum_{i=1}^n P_{ibet} = 1+0+1+0+0+0+0+1+2+1+0+0=6$$

$$P_{bes} = (6/699) \times 100\% = 0.86\% \quad (1)$$

$$\therefore P_{afs} = \left(\sum_{i=1}^n P_{iafe} / \sum_{i=1}^n P_{iaft} \right) \times 100\%$$

P_{afs} = 導入RFID後年度出貨錯誤率

$\sum_{i=1}^n P_{iafe}$ = 導入RFID後單月出貨錯誤次數總和

P_{1afe} 、 P_{2afe} 、……、 P_{12afe} = 導入RFID後單月出貨錯誤次數

$\sum_{i=1}^n P_{iaft}$ = 導入RFID後單月出貨數量總和

$$P_{1aft}, P_{2aft}, \dots, P_{12aft} = \text{導入RFID後單月出貨數量}$$

$$\therefore$$

$$\sum_{i=1}^n P_{iafe} = 59+59+40+20+63+42+28+66+62+21+47+31 = 538$$

$$\sum_{i=1}^n P_{iaft} = 0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0 = 0$$

$$P_{afs} = (0/538) \times 100\% = 0\% \quad (2)$$

由上述分析，導入RFID前年度出貨錯誤率為0.86%，導入RFID後年度出貨錯誤率為0%，可見導入RFID後大幅降低出貨錯誤率，對於降低錯誤率有很顯著的效益。

五、結論

RFID利用IC及無線電波來存放與傳輸辨識資料，相較於條碼，更具有耐環境、可重複讀寫、非接觸式、資料內容增加、可短時間內讀取多個RFID Tag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最佳利器。無線資料辨識/收集，同時讀取多筆資料，儲存容量大，可重複讀寫…等特性，這些都是以往工具機廠所使用之資料識別與擷取工具所未能提供的功能。本研究透過RFID技術的協助，加速了對機械成品的管理與應用，即時提供了在庫產品的資訊與所在位置，減少了時間、金錢與人力的浪費，進而提高收益成本，這何嘗不是每一個企業所想達到的開源節流政策。本研究導入RFID效益如下：

- A. 降低安全庫存量，節省庫存空間
- B. 降低缺件機率，增加對出貨附件追蹤管理效率
- C. 減少高成本的緊急插單與改台次數
- D. 零組件流通資訊掌握更快速更精確
- E. 消弭人工輸入資料失誤
- F. 即時定位系統，不必在出貨附件放錯位置時，費力尋找
- G. 成品進出，自動讀取
- H. 共享零組件效率化
- I. 提昇顧客滿意度

參考文獻

- [1] 游戰清、劉克勝、張義強、吳谷，2006，無線射頻識別技術（RFID）規劃與實施，全華科技圖書股份有限公司。
- [2] 游張松、沈煌斌，2004，“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，1-12。
- [3] 陳宏宇，2004，RFID 系統入門—無線射頻辨識系統，台北：文魁資訊。
- [4] 劉瑞揚、王毓民，2003，鐵路車號自動識別系統原理及應用，北京：中國鐵道出版社。
- [5] 周湘琪譯，2004，RFID技術與應用；日經BP RFID技術編輯部編，台北市：旗標出版股份有限公司。
- [6] 高增英，2005，“無線辨識技術在機場之應用”，中國航空太空月刊，Vol.35-1。

- [7] 鄭炳坤，2005，RFID於物流中心應用之探討，中原大學，工業工程學系，碩士論文。
- [8] 陳吟成，2006，企業導入RFID系統關鍵因素之探討，育達商業技術學院2006資訊管理國際研討會。
- [9] 程鴻，2004，從圖書館到機場RFID就在你身邊 <http://home.donews.com/donews/article/6/69370.html>。
- [10] 高國樹、鄭永祥、譚海林，2006，RFID 應用先導計畫，交通部運研所
- [11] Caffery, J.J. and Stuber, G.L., 1998, Overview of radiolocation in CDMA cellular systems, IEEE Communication Magazine, April.
- [12] <http://www.iii.org.tw/>[2005].
- [13] <http://eb.sce.pccu.edu.tw/eb/>[2004].