

國立臺灣大學工學院環境工程學研究所  
碩士論文



Graduate Institute of Environmental Engineering  
College of Engineering  
National Taiwan University  
Master Thesis

RFID 於廢車粉碎處理廠環境管理作業之應用

Application of Radio Frequency Identification for  
Environmental Management in ELV Shredding Plants

陳 建 州

Chien-Chou Chen

指導教授：闕蓓德 博士

Advisor: Pei-Te Chiueh, Ph.D

民國 104 年 8 月

August, 2015



## 誌 謝



如耳邊傳來的清晨悅耳鳥吟奏鳴一天起始樂章，論文的完成也代表生命列車將再啟動探尋下一段新的旅程。偌大的校園多數地方均未曾到訪卻已要揮別，忙碌職場多年再返校園的緊張因得到闕老師的接納而寬心，感激其耐心、寬容與指導，今日的我才能順利依照自己規劃方向完成研究；感謝這兩年多來所上老師們的辛勤傳授，以及李公哲老師、駱尚廉老師口試時給予的斧正建議；更感激李連堯老師於資訊管理面提供的諮詢，以及詳實的審核意見，使研究成果呈現得以更佳完善。

謝謝同一屋簷下的偉倫、泰元、Suki、阿德，有你們的共同討論才修課順利，同時也是我自我鞭策的動力；還有總在挑燈夜戰時來送暖的土撥鼠-Anny，挖了我很多秘密的歌王-小白，老和我 man's talk 相互鼓勵的志昌，以及可愛的小倆口建彰和孟潔，一群青春的夥伴陪伴下，讓我忘記了時間的距離。更要感謝重要的大將孔概、谷汎，以及秀梅和宜茂的分勞，才得以能埋首學術中；沒忘伍哥和培浩的鼓勵下投考，過程中老友小文、愉喬和阿布的不斷鼓勵，最終階段鵬年的多次緊急救援；和不僅提供 3C 緊急救援，還一直陪伴著逗我開心解憂的凱文。

一切奮戰與努力，若有些許光芒，僅獻給在另一空間的爸媽。

陳建州

2015.8



## 摘 要



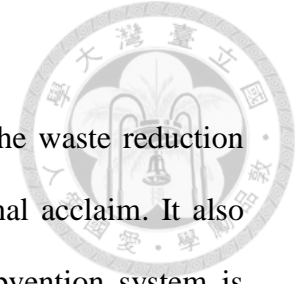
國內四合一回收制度的推展成功，使得廢棄物減量與資源回收成效享譽國際，也促使資源回收產業於國內蓬勃發展，制度中的補貼機制為產業發展的主要推手，為使補貼機制能順利運作，藉由稽核認證作業的輔助與監督，以確保受補貼業者均依法確實妥善回收處理資源回收物品。

目前稽核認證作業模式仍主要仰賴大量人力執行，因此人員執行的完整性對制度能否正常運行影響甚鉅，因於作業中人為操控的比例甚高之因素下，制度施行以來仍不斷地有管理上弊端情事發生。

目前環保署納管的資源回收業者以廢車回收處理業為最多數，而其中廢車粉碎處理業又與其他資源回收材質管理模式較為相近，因此本研究以廢車粉碎處理業為標的，欲將 RFID 系統導入廢車粉碎處理業的環境管理作業中，以資訊化管理模式減低作業中人為操控因素，提高稽核作業的人員執行的確實度；並藉由無線通訊即時傳輸的特性，立即更新作業所需資訊，確保比對的正確性；另外，利用科技工具縮短現場巡查與後端資訊整理作業的時間，提高資訊彙整的精確性，達到強化管理、縮減成本與降低風險的目的。

經實地測試，藉由 RFID 系統確實達到原規劃目的，促使人員按照標準逐一查核，不僅提高作業的精確性，並縮減查核時間近 20 分鐘，減少資料整理、文件運送與訓練的人力耗用成本每年約 20 萬，RFID 系統開發支出約 7 年半可回收，對於廢車處理業者管理的效益將更遠大於實質成本效益，未來將可藉以推廣至其他各類公告資源回收物，使資源回收體系管理更加完善。

## Abstract

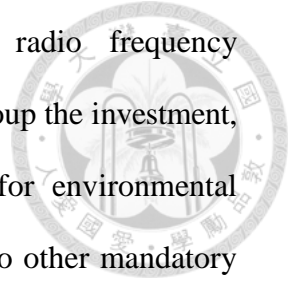


Because the four-in-one resource recycling policy was adopted, the waste reduction and the recycling effectiveness in Taiwan have earned international acclaim. It also promotes the development of the recycling industry and the subvention system is absolutely critical. The counseling and supervision of auditing and certification system ensures the smooth operation of the subvention system and it also ensures proper and legal resource recycling and disposal by the firm. The auditing and certification system is strongly dependent on the manpower, so ensuring the auditors carry it out exactly is crucial for this system. For this reason, it brought about some abuses in the management of system. The ELV industry is the most important recycling industry managed by Taiwan EPA, and the management of the ELV shredding plants is similar to other recycling plants. There are therefore reasons to choose the ELV shredding plants for this research and attempt to make use of radio frequency identification for environmental management in ELV shredding plants.

To rely on technological man-management to reduce the factors of human activity, and to improve the accuracy in execution. To update the information promptly to ensure correct comparison by the use of wireless communications. To reduce the time of patrol of environmental management and data compilation by the technology. To intensify management, bring costs down and reduce risks.

By the field testing, the application of radio frequency identification accomplished the purpose desired. The auditors must check off all the items one by one dependent on standard operation procedure when use of radio frequency identification for environmental management in ELV shredding plant. It improves the accuracy in execution and reduce the time of patrol of environmental management about 20 min. It also reduces in cost from man power by data compilation, transporting and training

about two hundred thousand NT dollars. Development of radio frequency identification system can take more than seven and a half years recoup the investment, but the leveraging of radio frequency identification is bigger for environmental management in ELV recycling system. Furthermore, it can apply to other mandatory recyclables to make future recycling system perfectly.



# 目 錄



摘 要.....	I
<b>第一章 前 言 .....</b>	<b>1-6</b>
1.1 研究背景.....	1-6
1.2 研究動機.....	1-7
1.3 研究目的.....	1-9
1.4 研究流程.....	1-10
1.5 論文架構.....	1-11
<b>第二章 廢車回收管理體制及 RFID 發展演進.....</b>	<b>2-1</b>
2.1 廢車回收管理體制.....	2-1
2.1.1 歐盟與歐洲主要國家.....	2-2
2.1.2 亞洲國家概況.....	2-7
2.1.3 綜合分析.....	2-14
2.2 RFID 的發展與應用 .....	2-16
2.2.1 RFID 的發展與原理 .....	2-17
2.2.2 RFID 標準與類別 .....	2-22
2.2.3 RFID 應用 .....	2-28
<b>第三章 我國廢車回收稽核認證制度與資訊管理 .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 廢車回收稽核認證制度.....	3-1
3.2 廢車回收資訊管理.....	3-4
3.3 目前制度管理缺陷.....	3-5
<b>第四章 應用 RFID 於廢車處理廠之規劃設計.....</b>	<b>4-1</b>
4.1 RFID 規劃範疇界定 .....	4-1
4.1.1 空間規劃界定.....	4-1
4.1.2 時序規劃界定.....	4-3
4.1.3 查核事項轉換原則.....	4-3



4.2	RFID 系統設備選用 .....	4-4
4.2.1	電子標籤選用 .....	4-6
4.2.2	讀取設備選用 .....	4-6
4.2.3	資訊傳輸設備選用 .....	4-7
4.3	RFID 系統規劃 .....	4-8
4.3.1	系統規劃模式 .....	4-8
4.3.2	系統規劃架構 .....	4-12
<b>第五章 系統規劃成果與成效分析 .....</b>		<b>5-1</b>
5.1	設備規格 .....	5-1
5.2	電子標籤點位佈建 .....	5-2
5.3	行動端查核作業系統 .....	5-4
5.3.1	人員管控 .....	5-4
5.3.2	選擇查核時序 .....	5-5
5.3.3	執行區位查核 .....	5-5
5.3.4	確認查核成果 .....	5-6
5.4	管制端雲端管理系統 .....	5-7
5.4.1	資料更新維護 .....	5-7
5.4.2	成果分析查詢 .....	5-8
5.4.3	通報與管理 .....	5-9
5.5	成效分析 .....	5-10
5.5.1	達成狀況分析 .....	5-11
5.5.2	成本效益 .....	5-13
5.5.3	減碳成效 .....	5-18
<b>第六章 結論與建議 .....</b>		<b>6-1</b>
6.1	研究結論 .....	6-1
6.2	發展建議 .....	6-3
<b>參考文獻 .....</b>		<b>1</b>

## 表 目 錄



表 2-1、歐盟廢車指令演進與目標時序表 .....	2-2
表 2-2、國際 ELV 管理制度比較表 .....	2-15
表 2-3、ELV 管理關鍵課題分析表 .....	2-16
表 2-4、RFID 發展歷程紀要 .....	2-17
表 2-5、RFID 電子標籤頻率分類 .....	2-22
表 2-6、RFID 相關 ISO 標準 .....	2-24
表 2-7、常見 RFID 應用領域對應 ISO 標準 .....	2-24
表 2-8、EPC 編碼區塊功能說明表 .....	2-26
表 2-9、EPC 電子標籤分級說明表 .....	2-27
表 2-10、RFID 相關 EN 技術標準 .....	2-28
表 4-1、環境管理查核作業空間區域類別說明表 .....	4-2
表 4-2、環境管理查核時序類別說明表 .....	4-3
表 5-1、紙本查核執行項目與耗時統計表 .....	5-14
表 5-2、RFID 系統查核執行點位數與耗時統計表 .....	5-14

## 圖 目 錄



圖 1-1、垃圾產生量與資源回收率統計圖 .....	1-7
圖 1-2、研究流程圖 .....	1-11
圖 2-1、日本廢車回收體系運作模式說明圖 .....	2-10
圖 2-2、中、美、日近年汽車生產量統計圖 .....	2-12
圖 2-3、RFID 架構示意圖 .....	2-19
圖 2-4、RFID 被動式電子標籤構造示意圖 .....	2-20
圖 2-5、RFID 電磁感應傳輸原理 .....	2-21
圖 2-6、RFID 電磁共振傳輸原理 .....	2-21
圖 2-7、EPC 編碼架構示意圖 .....	2-26
圖 2-8、2012~2018 年 RFID 市場價值變化分析圖 .....	2-29
圖 2-9、RFID 相關研究文獻類別分析 (1995~2005) .....	2-30
圖 2-10、RFID 相關研究文獻各年度篇數分析 (1995~2005) .....	2-31
圖 3-1、廢車稽核認證程序與執行要項說明圖 .....	3-2
圖 4-1、RFID 系統規劃模廠空間劃分示意圖 .....	4-2
圖 4-2、RFID 設備選用流程圖 .....	4-5
圖 4-3、複合事件處理模式說明圖 .....	4-8
圖 4-4、資料系統事件處理運作架構說明圖 .....	4-10
圖 4-5、RFID 廢車環境管理系統運作模式示意圖 .....	4-13
圖 4-6、RFID 實體運作與資料庫架構關聯圖 .....	4-14
圖 4-7、系統規劃時序、執行區位與執行人員關係圖 .....	4-17
圖 5-1、電子標籤設置點位分布示意圖 .....	5-3
圖 5-2、人員管控系統介面示意圖 .....	5-4
圖 5-3、查核時序系統介面示意圖 .....	5-5
圖 5-4、查核佐證資訊與自動比對介面示意圖 .....	5-6

圖 5-5、查核填選方式介面顯示示意圖 .....	5-6
圖 5-6、查核成果確認顯示介面示意圖 .....	5-7
圖 5-7、管控端資訊建置介面示意圖 .....	5-8
圖 5-8、查核成果查詢介面示意圖 .....	5-9
圖 5-9、成果分析查詢介面示意圖 .....	5-9
圖 5-10、使用權限與歷程管控介面示意圖 .....	5-10
圖 5-11、通報功能介面示意圖 .....	5-10
圖 5-12、紙本查核項目擴增平均耗時分析圖 .....	5-15
圖 5-13、RFID 系統查核點位數擴增平均耗時分析圖 .....	5-15



# 第一章 前言



## 1.1 研究背景

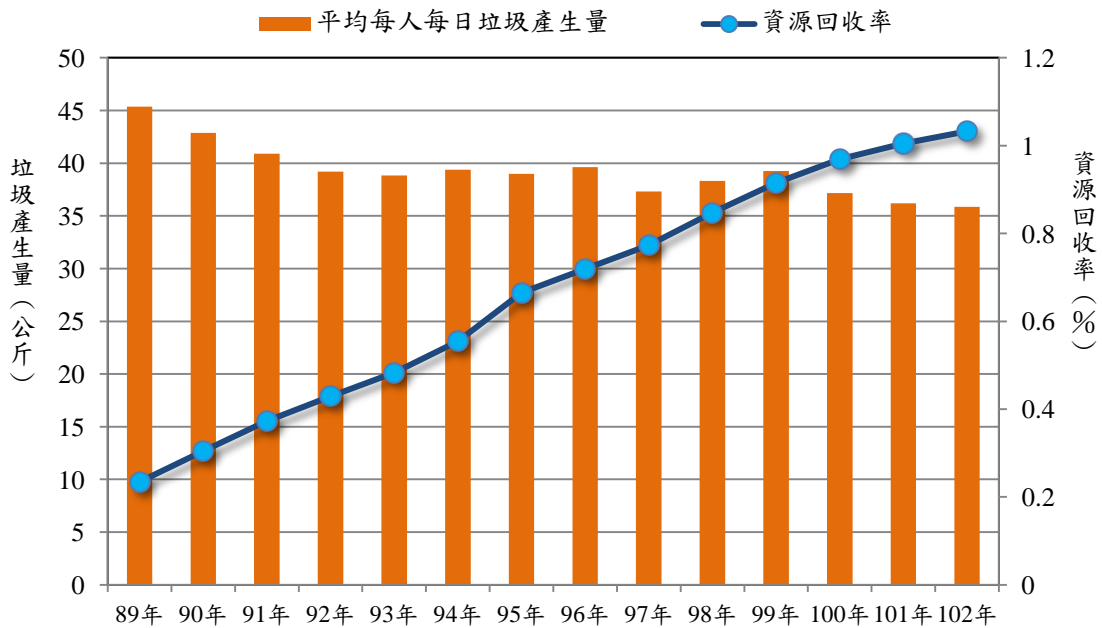
行政院環境保護署（以下簡稱「環保署」）於 1988 年廢棄物清理法（以下簡稱「廢清法」）第三次修訂時，增列『物品或其包裝、容器經食用或使用後，足以產生下列性質之一般廢棄物，致有嚴重污染環境之虞者，由該物品或其包裝、容器之製造、輸入或原料之製造、輸入業者負責回收、清除、處理，並由販賣業者負責回收、清除工作。』之內容，將「生產者延伸責任」(extended producer responsibility, EPR) 精神納入廢棄物管制法規中，確立我國資源回收政策執行基礎，隨後於 1989 年首先公告保特瓶為公告應回收廢棄物，正式開啟國內資源回收政策的推行；1994 年後再陸續公告 16 項應回收廢棄物，使國內資源回收標的有完整初始輪廓。

1997 年起環保署推動四合一資源回收模式，藉由社區民眾、地方政府和回收處理業者的配合，以及利用政府管控的資源回收基金有效激勵前述三者協助資源回收工作進行，使國內資源回收與廢棄物減量政策有顯著成效，各項公告應回收物回收率於施行後顯著攀升，國人每日垃圾生產量則顯著下降，如圖 1-1 所示。

國內資源回收政策雖依據 EPR 精神建立，環保署於 1998 年成立資源回收管理基金管理委員會（以下簡稱「基管會」）後，責任業者僅需依法擔負繳交回收清除處理費之責，資源回收基金的運用與資源回收體系的運作則交付政府全責管理。

資源回收基金補貼廢棄物回收處理業者為資源回收體系得以順利運作重要的基礎，為能確保公告應回收物品經回收處理後均妥善最終處置，環保署制

訂應回收廢棄物稽核認證制度，委任稽核認證團體代為執行回收處理業管制工作，並由其進行補貼費核算作業；稽核認證制度成為四合一資源回收制度中極重要的軸心，扮演基金支出管理、末端回收處理成效確認，與污染管控的守門員角色。




資料來源：行政院主計處

圖 1-1、垃圾產生量與資源回收率統計圖

## 1.2 研究動機

科學管理之父 Frederick Winslow Taylor 認為要達到最高的工作效率的重要手段是用科學化的、標準化的管理方法代替經驗管理，且其對於科學管理的提出四大原則中，再次說明應以科學的方法取代經驗法則判斷。隨社會發展與回收技術的精進，公告應回收物品項必然逐漸增加，對應於管理的業者增長，以及可能產生的法令規範的多樣性，在管理上應採用以科技工具和標準化管理取代現階段人力判斷方式，以達到最佳管理效能。

四合一制度的推行使國內資源回收產業蓬勃發展，但制度中未建構責任業



者自主管理機制，弱化了責任業者在資源回收運作系統中位階，致使國內產品綠色設計推展緩慢；而我國屬於淺碟經濟體（shallow dish economy），綠色設計對於回收效應的影響更為顯著，缺乏前端綠色設計的產品在廢棄回收後不易產生高經濟價值，使資源回收末端的回收處理產業在經營上仰賴補貼機制更為深切；因於企業以營運獲利為本質，以及基管會將補貼費核算工作附加於委任的稽核認證作業中，易誘發不良業者藉稽核認證疏漏之處獲取不當補貼費以穩定其營運；因此，自 88 年起開始實施稽核認證制度至今多年，不斷有業者蓄意詐領或勾結認證團體意圖溢領補貼費的相關情事發生。

管理學大師 Herbert Alexander Simon 將「資訊」定義為「人類作決策時，能夠導致決策者改變期待（Expect）或評估（Estimate）的刺激。」資訊具備時效性與不確定性兩種特性，時效性是指進行決策時，如果資訊無法先行提供，這些資訊可能就失效，而不確定性則是資訊本身即存在許多未知或不確定的因素，減少其不確定性才能作出正確的決策，並確實達到管理成效。

現行稽核認證作業中，除執行程序繁瑣外，且完全依賴人力於現場查核書面填寫為依據，僅能事後就書面記錄資料進行審核，以確認執行狀況；對於查核作業所獲得的資訊即時性不足，且獲取資訊存在許多人為可操控的不確定因素；以致容易因人性的懶散，而可能產生未確實逐項查核、未確實填寫現況等疏漏情形，或因貪婪意圖與廠商勾結而有資料假造、刻意竄改等現象發生，此類現象不僅可能影響環境管理成效，長期更將影響到回收體系運作與政策管理。

因此，本研究希望藉助科學工具增進管理效能，導入資訊系統於資源回收環境管理作業上，整合無線射頻及雲端等相關資訊技術，除期望有效減少人為操控的弊端外，並進一步分析「人員行為管理」、「環境資訊管理」、「成本效益管理」、等三方面所共同產生的變化與效益。



### 1.3 研究目的

環保署於 88 年起實施稽核認證制度至今已十餘年，環保署逐年新增公告的應回收廢棄物品項已達到 14 類 33 項，稽核認證團體受環保署委託查核管理的受補貼回收業者和處理業者相同地隨之增長；為有效管控回收處理流程及防堵業者的不法行為，稽核認證制度中所執行的工作項目愈益龐雜，稽核認證作業投入之人力因此逐年增加，資源回收基金耗用在稽核認證作業的經費也相對增漲。

本研究希望運用無線射頻辨識(Radio Frequency Identification, RFID)及無線傳輸技術使原為勞務密集的稽核認證作業，於查核管理作業上更為確實，且能有效轉換查核資訊進行量化分析，逐步達到人力精簡與節約經費的成效，並藉電子化作業減低紙張使用，達到節能減碳的目的。

汽、機車的製造結合機械、材料、化學與電子和電機等工業技術，是人類工業技術發展表徵的產品；當其不堪使用需廢棄時，回收處理程序亦相對複雜。目前環保署公告的應回收廢棄物之中，即屬廢機動車輛類體積最大，處理後的產出物品項種類最多，廢機動車輛處理業的廠區面積也因此較其他類別較遼闊。因於前述三項特質，本研究選定廢機動車輛處理業作為研究標的，希望以其作為稽核認證環境管理查核作業電子化的開端，以能於未來逐步推展於各類別應回收廢棄物的資源回收稽核認證作業上，本研究預設達成之目的如下。

- 一、確保稽核人員確實至規定點位且正確執行查核項目
- 二、即時提供最新查核佐證資訊，避免查核管控依據錯誤
- 三、設定時段提醒應複查與未完成之稽查項目減少疏漏
- 四、查核資訊即時置入資料庫，減少建置人力與錯誤發生率
- 五、即時傳遞查核成果便於作業管控與狀態分析



## 六、完整紀錄各項作業時間，據以分析執行工時合理性



### 1.4 研究流程

本研究運用科技工具於環境管理，盼能增進環境管理查核確實度，提高管理成效，減低管理成本耗用；確立研究目的選取受環保署資源回收補貼的廢機動車輛處理業，作為本研究範疇與實場驗證標的，著手蒐集與研究相關之國內外資料，包含廢車回收處理各國制度與發展情形，RFID 原理、發展與應用等相關文獻，以作為本研究方法研擬之依據。

研究方法研擬則著重於環境管理巡查作業轉換於 RFID 系統的規劃設計，RFID 系統建構分為硬體設備的選定、行動端巡查作業系統與管制端雲端管理資訊系統的規劃設計三個要項，硬體設備選擇包括 RFID 電子標籤與接收感應設備，以及無線網路傳輸設備的選用；行動端巡查作業資訊系統規劃前釐清廢車處理業環境管理巡檢作業要項，依據要項選取適當 RFID 電子標籤佈建點位，並依據巡檢要項設計執行系統介面；管制端雲端管理系統則以資訊管理、供給、整合與分析為導向，結合行動端獲取的環境管理巡查結果，建構資料庫運算及管制、查詢功能。

完成設備選定與系統設計後，先進行設備初測以確認 RFID 感應不受干擾，並確保採用的無線網路傳輸設備能順利運作；兩項資訊系統完成設計後，於實場進行 RFID 系統整體功能測試，除了確保各介面功能符合管理需求，亦要確保系統運作順暢度。

經實廠驗證蒐集研究成果數據，再依環境管理績效評估方法進行分析，將相關成果與預設之研究目的進行比對，分析相關性與差異性，並依分析結果提出本研究結論與未來研究建議。研究流程如圖 1-2 所示。

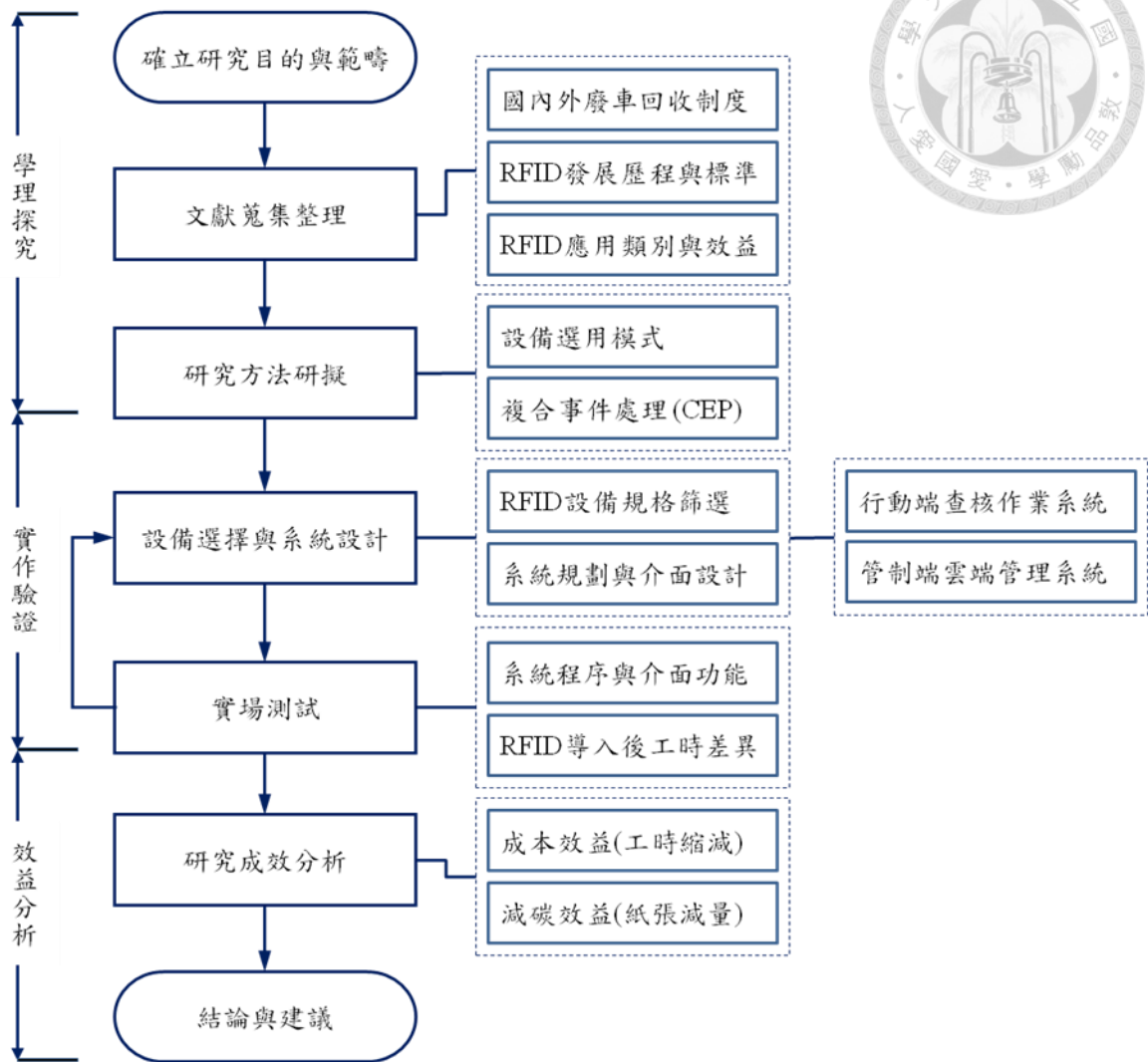


圖 1-2、研究流程圖

## 1.5 論文架構

本研究論文分為六大章，詳細論述本研究規劃、實作與分析的成果，以及研究完成獲得之結論。

### 第一章、前言

前言部分首先概述本研究相關的基礎資料，及說明研究動機和預設的研究目的，並概述研究進行流程，以將本研究輪廓作初步的描述。

## 第二章、廢車回收管理體制及 RFID 發展演進

本章將依據所蒐集的國內外廢車回收相關文獻資料進行彙整，針對國際間廢車制度作摘要說明，並進行比較分析；另對 RFID 系統原理、發展情形和國際標準，以及國內外應用作概要性說明，以作為研究方法之基礎。

## 第三章、我國廢車回收稽核認證制度與資訊管理

本研究以廢機動車輛處理業為應用 RFID 於環境管理的標的，因此將於論述研究方法前，先就國內廢機動車輛處理業管理模式進行說明，依該類產業特性剖析環境管理面重點，以及現況執行可能的缺陷，以導引 RFID 應用於廢車回收環境管理的必要性。

## 第四章、應用 RFID 於廢車處理廠之規劃設計

RFID 系統規劃為本研究之主體，將於本章詳述研究規劃內容，針對硬體設備的選用方式進行說明，並描述環境管理巡查作業轉換為資訊系統的思維邏輯，並考慮管控端系統在管理面上的需求和規劃程序，以及實廠驗證採行方式，本章內容將可清楚瞭本研究採行之 RFID 應用模式。

## 第五章、系統規劃成果與成效分析

本研究規劃的 RFID 應用模式，以及巡查和管理資訊系統，將選定一國內廢機動車輛處理業進行實地驗證，本章將依據驗證實況描述規劃模式的可行性，和系統運用與介面使用的流暢度，以及對於達成環境管理目標的符合度；並依據驗證成果進行數據分析，確認與預設目標的相符性與差異性。

## 第六章、結論與建議

本章將針對研究成果作結論說明，並提出對於 RFID 於環境管理上未來研究之建議，希望能藉以使該應用模式能逐步推廣至相似作業模式的產業廣泛運用

## 第二章 廢車回收管理體制及 RFID 發展演進



學術研究的目的是在於以創新的思維推動科學進步，使人類文明有更良善發展，而學術研究的基礎應建構於前人智慧的累積，以持續產生先進的研究成果；因此，既存研究軌跡的探討分析為重要礎石，藉由文獻分析獲取理論基礎與脈絡，以尋求研究方針產出前瞻性的研究成果。

本研究希望藉導入資訊化與科技工具的輔助，增進資源回收制度中於環境管理面的完整性，以材質複雜性最高的廢車回收處理業為研究標的，採行導入 RFID 系統應用方式作為創新研究方案。於本章將分別就國內外廢車回收制度相關文獻進行管理制度面的解析，以及國際間對於 RFID 的運用現況予以彙整說明，藉以支撐本研究的獨創性與可行性。

### 2.1 廢車回收管理體制

1885 年 Karl Friedrich Benz 創造出第一部內燃動力機的車輛，機動車輛開始成為人類生活中不可或缺的一部分，並伴隨著科技文明的發展與經濟的提升越來越普及，使全球車輛持有數增長速度遠比人口數增長更快，在 2010 年即突破了 10 億台，尤其在發展中的亞洲和南美洲國家更加顯著(Sakai et al., 2013)；而依據日本自動車研究中心(Japan Automobile Research Institute, JARI)的研究推測，2050 年全球的車輛持有數可能達到 24 億台。

全球約有 5%的工業廢棄物是來自於車輛相關產業所產生，包含在製造時期的工廠產生，或廢棄後所衍生生產出的(Zorpas and Inglezakis, 2012)；且隨人們對於功能性、安全性等需求的提高，車輛製造所含的材質也愈是多樣與複雜，車輛使用中產生的能耗與污染，以及廢棄後衍生的環境問題也相繼浮現。



90 年代中期國際間開始關注車輛產生的相關環境議題。人們開始思索對於車輛自前端的設計、製造到最終的回收、拆解、分類再利用，整體車輛體系的管制模式，以能有效解決車輛相關的環境問題。

## 2.1.1 歐盟與歐洲主要國家

為了解決歐洲各國間報廢和拆解產生的環境問題，以及日益嚴重 ASR 的問題，歐盟理事會制定 ELV(End Life of Vehicles)指令，以規範會員國遵行相關規範，減少車輛廢棄產生的問題；而該項指令也成為其他非歐盟會員國制定廢車回收相關法令的主要依據。以下就針對歐盟廢車指令，以及歐洲國家廢車管理情形進行說明。

### 一、歐盟

鑒於廢車回收牽涉產業廣泛與其體系的複雜性，1990 年起歐洲各重要車廠已開始強調對於車輛所用材質應作妥適的回收與再利用；1991 年 12 月歐盟理事會優先處理六項廢棄物計畫中的 ELV 議題，由各相關協會、消費者團體、環保專家和會員國代表共同組成 ELV 小組，經由幾年的數據蒐集，1996 年 11 月歐洲議會建議應對於廢物品管理制定法令，尤其是針對 ELV 更有其必要性(Smink, 2007)。

因此，於 1997 年歐盟廢車小組完成廢車指令提案，經過長時間協商與談判，完成歐盟廢車指令(EU 2000/53/EC)，於 2000 年 10 月 21 日公告生效，並要求所屬會員國有義務於 2002 年 4 月 21 日前將該指令內容納入各國法令當中。詳細歐盟廢車指令演進過程與目標時序如表 2-1、歐盟廢車指令演進與目標時序表表 2-1 所示。

表 2-1、歐盟廢車指令演進與目標時序表

時間	重要事項
1989.	歐盟理事會設立廢棄物管理行動策略

時間	重要事項
1991.12	歐盟成立 ELV 小組
1993	ELV 小組發表 ELV 回收處理資訊報告
1996.11.14	歐洲議會決議制定廢棄物流管制立法，特別是 ELV
1997.7	歐盟理事會通過 ELV 指令建議書
2000.10.21	ELV 指令(EU 2000/53/EC)生效
2002.2	修訂 ELV 指令附件二
2002.4.21	歐盟會員國須將 ELV 指令轉換納入國內法中
2003.2	歐盟理事會決議依據 ISO 建立元件編碼標準
2003.7	ELV 指令重金屬禁令生效
2004.3	核可 2015 年最終回收目標規劃建議
2005.12.31	重新審視 2015 年目標達成可能性
2006.1.1	每輛車再使用與再生率不得低於 85%，再使用與再循環率不得低於 80%
2007.1	免費回收廢車制度於當年 7 月以前於市場施行
2008	針對 2004 核准的回收目標設計所產生影響進行評估
2015.1.1	每輛車再使用及再生率不得低於 95%，再使用與再循環率不得低於 85%



資料來源：1. Smink (2007)  
2. Zorpas and Inglezakis (2012)

歐盟廢車指令的主要精神在訂立明確的目標，以促進廢車的再使用、循環再利用與再生利用（Reuse, Recycling, Recovery, 3R）；也是國際間首次將生產者延伸責任原則(Extended Producer Responsibility, EPR)納入國際規範當中，藉由對製造或進口車輛的廠商法律責任、資訊和財務責任的規範，確保廢車能有效的回收(Manomaivibool, 2008)。

該指令包含兩項重要的資訊管理規範，以助於減少廢車拆解產生的污染，以及正確地拆解分類達到資源再利用的成效，本研究的主軸即來自這兩項規

範的延伸，將其分別說明於下。



### (一) 拆解證明

歐盟廢車指令中的的拆解證明規範 (certificate of destruction) 即是一項運用資訊管理於環境管理上的顯著方案，其來自於歐洲汽車製造商協會 (European Automobile Manufacturers Association, ACEA) 的建議，協會代表認為廢車回收造成的環境的污染來自於不熟練的回收與拆解作業，因此應該建立起對於廢車拆解業者和粉碎處理業者的專家認證制度，再給予核發合法的證照。

為了有效防止非法拆解產生的污染，ACEA 提議藉由拆解證明進行管制，以避免廢車回收後遭受非法業者回收或拆解；而拆解證明的提供則是經由適當的廢車處理資訊流作管控，以能確實掌握廢車回收後的回收與拆解去向。(Smink, 2007)

本研究的主軸即希望藉由完善的電子資訊系統輔助，以對於廢車粉碎處理業者進行有效的環境管理，將廠區實地產生的資訊妥適保存與即時傳遞，有效掌握環境管理中的重要環節，避免廠區內可能產生的安全或污染危害，達到高效能的環境管理模式。

### (二) 拆解資訊揭露與元件編碼標示

除了藉由拆解許可與拆解證明的資訊管控，以確保廢車送交合法機構，歐盟廢車指令中為了強化廢車回收材質的再利用，要求零件標示與拆解資訊的公開，希望藉由該規範使拆解業者能明確瞭解如何有效車輛中可回收材質之元件，以拆解後將各材質正確分類使回收更具成效。

國際拆解資訊系統(International Dismantling Information System, IDIS) 和國際材料數據系統 (International Material Data System, IMDS) 為國際間對於車輛材質辨識和拆解資訊蒐集的兩項重要關鍵系統，IDIS 資

料庫結合了國際 24 家車廠旗下 40 個品牌的車種所共同提供的拆解資訊，目前共列出 24 家車廠的 888 款車型，包含了 44,000 個車輛元件的拆解資訊；車廠也開始著手自供應商取得車輛相關的資訊，並定期更新給予相關參與回收再利用的廠商查詢。

關於車輛上各元件的材質編碼資訊則由 IMDS 進行蒐集，該系統雖由歐洲車輛製造商所開始發展，目前北美和亞洲的各車廠也逐漸接受該系統，藉由該系統提供各車輛元件的標準編碼資訊，使拆解廠商能清楚辨識哪些元件分別適合再使用、循環再利用，或者再生利用，以共同達成廢車指令的回收目標。(Zorpas and Inglezakis, 2012)

雖因為廢車指令的規範車輛製造廠主動提供相關資訊與拆解廠商，但該措施對於後端的拆解業者和粉碎處理業者並不具備約束力，本研究即為延續該項指令規範，希望藉由資訊系統管控，確實掌握末端粉碎處理後的材質利用流向，確保分類後的各項材質能妥善循環利用。

## 二、歐洲主要國家概況

### (一) 德國

歐洲是全球最大汽車生產區域，有 1/3 的車輛自歐盟國家產出，而德國更是歐盟中長期位居首位的汽車生產大國，每年均有龐大數量的註銷車輛，但多數以二手車出口至世界其他各國；以 2010 年為例，註銷車輛約為 290 萬輛，其中僅有 50 萬輛申報為 ELV 回收拆解，108 萬輛以二手車出口，還有 129 萬輛可能是未申報的出口或遭竊等狀況以致無法確實統計。

德國依據 2002 年頒布的國內 ELV 條例進行相關管制，包含對於拆解業者的設備、廢車堆疊方式、污染防制設施、應拆解再利用項目、回收目標，以及文件資料規範和許可證申請制度等。相同採行責任業者制



度，由車輛製造廠與進口業者回收，對車輛殘餘價值給予最終車主適當的購買金額，藉由經濟市場機制進行運作。(Kohlmeyer, 2012)



## (二) 英國

英國約有 2500 到 3000 家的拆解商，有 37 家粉碎廠，90 年代以前採取自由市場機制，而由五金、塑料、橡膠等聯合會共同簽訂汽車回收處理聯盟自主協議(Automobile Consortium on Recycling and Disposal, ACORD)，另外於 1997 年 7 月 10 家車輛製造廠共同建立拆解技術會 CARE；之後因歐盟廢車指令頒布前述兩機構停止運作，由英國政府重新建構廢車回收體系架構，規範生產者責任，建立註銷系統，以及拆解證明制度，並要求每個生產者提具規劃，以建立免費回收車輛的 ATF 網絡。

2005 年由車輛製造商成立的 CARE 重新啟動運作，而其他參與廢車回收的相關業者也開始積極展現廢車回收的能力，以大英粉碎公司 (UK Shredders Ltd) 為例，即建構了具備 200 多個站點的 ATF 網絡，並設有專屬的回收網站。(Manomaivibool, 2008)

## (三) 瑞典

1975 年瑞典政府即頒訂汽車報廢法與汽車報廢實行條例，採行押金退款制度 (Deposit-Refund System, DRS)；至 1993 年 2 月因提出「生態循環法」，開始主張生產者責任 EPR，因而在 1998 年「汽車生產者條例」通過生效；實際上，1995 年瑞典最大的汽車生產商貿易協會 BIL 即建立瑞典汽車生產者責任回收網絡(Automobile Producer Responsibility Sweden, BPS)，結合 80 家的拆解業者進行瑞典回收業務；儘管該條例通過瑞典仍採行 DRS 與 EPR 兩制度併行，直至 2005 年才逐步淘汰 DRS 制度。(Manomaivibool, 2008)

### (三) 丹麥

丹麥於 1991 年通過「環境保護法」，規範拆解業者必須申請環保許可，至 1995 年時所有拆解業者已均具備許可證；1998 年由丹麥環境保護部與丹麥拆解業商業協會(Dansk AutoGenbrug, DAG)共同簽屬自願性協議，以確保破產的公司車輛能被清除處理。減少廢車棄置的問題；但至 1999 年仍存在許多 ELV 回收與拆解的問題，於是丹麥政府制定環境保護費和拆解補償費制度，規範車主每年必須與強制責任險共同繳交約 12 歐元的環保費，而獲得授權回收拆解的廠商則可得到基金會給予 237 歐元的補貼費。此外，丹麥環境部自 2000 年 7 月要求所有汽車拆解廠商都必須要具有一項認證的環境管理系統(ISO 14001 或 EMAS)或品質認證(ISO 9001)，藉以提高拆解業者的環境狀況。(Smink, 2007)

### (四) 比利時

只要在歐洲其他地方有販賣車輛的品牌幾乎都會在比利時設置據點，約有 360,000 人受雇於汽車的組裝、生產或進口的廠商，另有約 25,000 人受雇於汽車相關供應商，因此車輛產業對於比利時的經濟影響甚鉅。1999 年由裝配、生產、進口和銷售、回收處理及材料供應商等三大面向 12 個職業公會聯合組成依非營利性組織 FEBELAUTO，其負責比利時廢車回收管理的工作，協調業者進行廢車回收處理工作，並藉由網路系統 EMS 蒐集比利時廢車回收的所有相關資訊，擔任統籌、協調、支援具備許可資格的拆解處理業者共同的數據交換中心。(Zorpas and Inglezakis, 2012; [www.febelauto.be/en](http://www.febelauto.be/en))。

## 2.1.2 亞洲國家概況

### 一、 日本

亞洲第一工業大國—日本，為確立環保政策與環境問題處理的基本原則，於 1993 年頒布「環境基本法」，並於 2000 年依據該法頒布「物質循環型社會法」，推動減少自然資源消耗，以及透過減量和循環使用，以及廢棄物的妥善處理減少對環境的影響；法令強調良好循環型社會的原則是以再利用、循環使用和能源回收，直至物質不適合作為循環資源使用為止；在該法中規範企業經營者兩項責任，要求在物質最終不適合循環使用時須負責妥善處理，且應有促進再利用、循環使用與廢棄物減量的措施，並應該盡量減少所生產的物品廢棄後難以處置。(Hiratsuka et al., 2013)

### (一) 法制沿革

身為世界主要車輛製造國的日本，ELV 的回收處理原即有其經濟市場運作機制，以回收再利用有價物質，但因受金屬價格波動影響處理成本，長期下來 ASR 任意傾倒的問題日益嚴重，甚至偏遠小島更有大量 ELV 棄置成為 ELV 島的嚴重情形。為了解決 ELV 與 ASR 棄置問題，1997 年由經濟產業省研擬 ELV 回收計畫，2000 年 4 月提送「自動車再利用法」草案，2002 年 7 月經日本國會通過後，於 2005 年 1 月 1 日開始正式實施，該法共 143 條，超過 400 項次，取其要點說明如下。

- 1.廢車回收主管機關為經濟部門與環境部門，交通部門配合執行相關事務，並明訂中央單位與地方單位應執行之權責。
- 2.著重冷媒與安全氣囊回收的重要性，明確規範核可之回收機構與回收相關作業流程。
- 3.明訂回收處理費用繳納，由責任業者訂立金額，車主於車輛購買時繳納予專屬基金管理法人機構；並規範基金管理執行方法與基金運用方式。
- 4.規範廢車回收相關事業機構登記、審核、變更、歇業與撤銷作業方式，並明列業者登記之限制，排除有狀況不良或違法紀錄的廠商，嚴格要

求公司組織中主要成員均不得有違法紀錄。

5.詳細規範各項作業完成時資訊之登載,以及轉移時資訊傳遞作業模式,並規範資料庫的保存、資料調閱與資訊通報作業方式。

6.規範法令公告後體系轉換至開始實施前之過渡時期各相關單位的作業方式。

## (二) 運作模式

日本廢車回收體系運作主要分別由三個官方單位、兩個法人機構,以及各車輛製造業者所組成的兩大回收組織所組成,車主將不再使用的車輛交由登錄合格之回收商後,回收商須於三日內確認是否進行出口或當二手車買賣;若確認作為報廢車輛後,依序交由拆解廠、粉碎分類處理廠進行回收處理;其中冷媒需確實回收並送交冷媒回收廠,安全氣囊則由拆解業者進行爆破,或拆解後送交安全氣囊專業處理機構,最後確認廢車殼送交粉碎分類處理,而最終產出的 ASR 亦需送交相關處理機構妥善處理(Simic and Dimitrijevic, 2013)。其體系運作如圖 2-1 所示,各單位職掌如下。

1.經濟產業省、環境省:經濟產業省為主要回收循環體制建構者,針對車輛製造業者進行輔導與協調,使車輛製造業者自行組成回收體系執行各項回收拆解與後端粉碎處理業務;環境省為廢車回收的主要管理機關,負責制訂汽車報廢回收處理行業的設立標準與設施標準。

2.國土交通省及其下屬各地方陸運支局:協助執行廢車回收後之車籍管理,並藉由與汽車回收再利用促進中心(JARC)的資訊交流,執行車主剩餘稅額返還作業。

3.各地方政府:負責車輛回收交易業者、冷媒回收業者、廢車拆解業者、

粉碎分類處理業者登記和設立資格審核與變更作業管理。

4.車輛製造與輸入業者：建立廢車回收體系，依冷媒、安全氣囊與 ASR 處理以及資訊處理成本，擬訂各類車型回收處理費金額。

5.汽車回收再利用促進中心（Japan Automobile Recycling Promotion Center, JARC）：負責汽車回收處理中的資訊管理、資金管理，並協助汽車生產或進口商實施廢物回收處理。

6.自動車再資源化協力協會（Japan Auto Recycling Partnership, JARP）：代車輛製造與輸入業者執行冷媒與安全氣囊回收管理作業，確認兩項物品均確實完成回收後協助請領補貼。

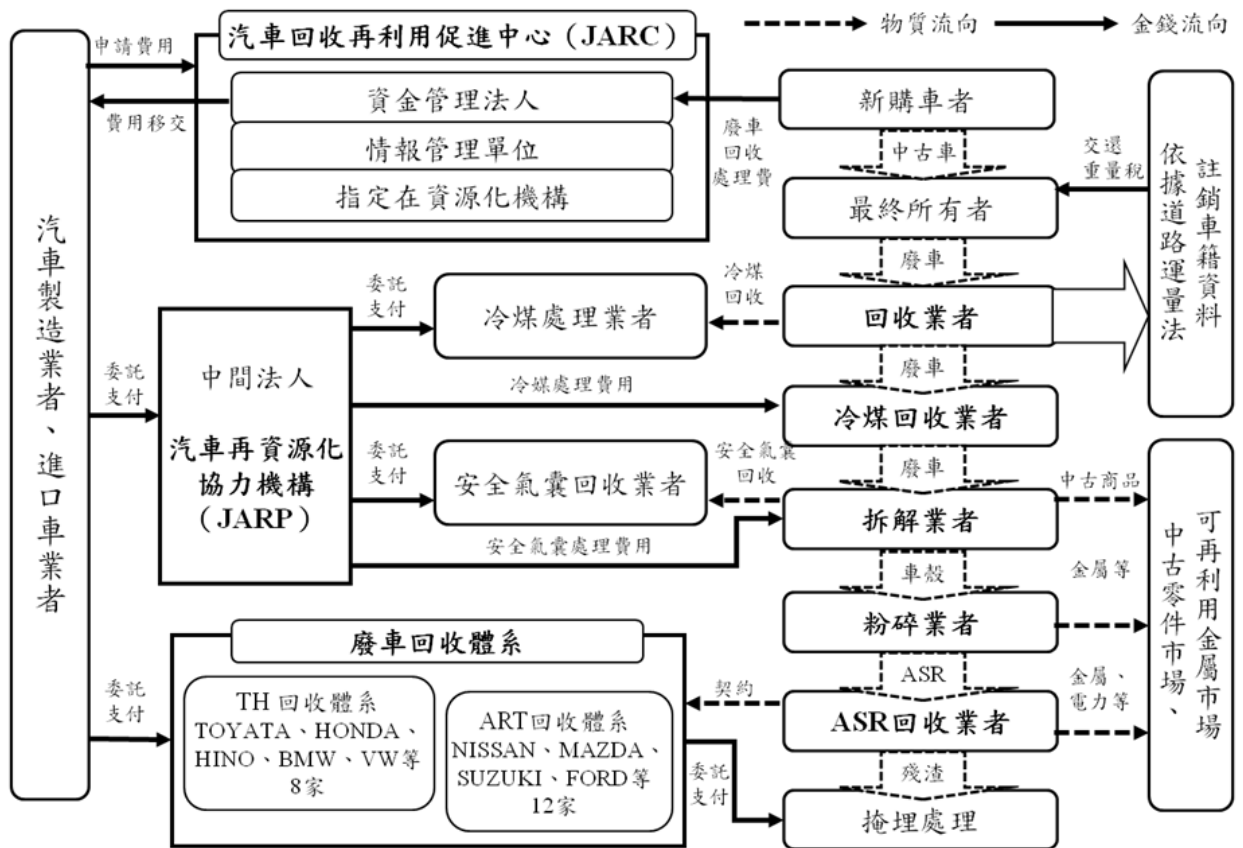


圖 2-1、日本廢車回收體系運作模式說明圖

## 二、亞洲其他國家

### (一) 南韓

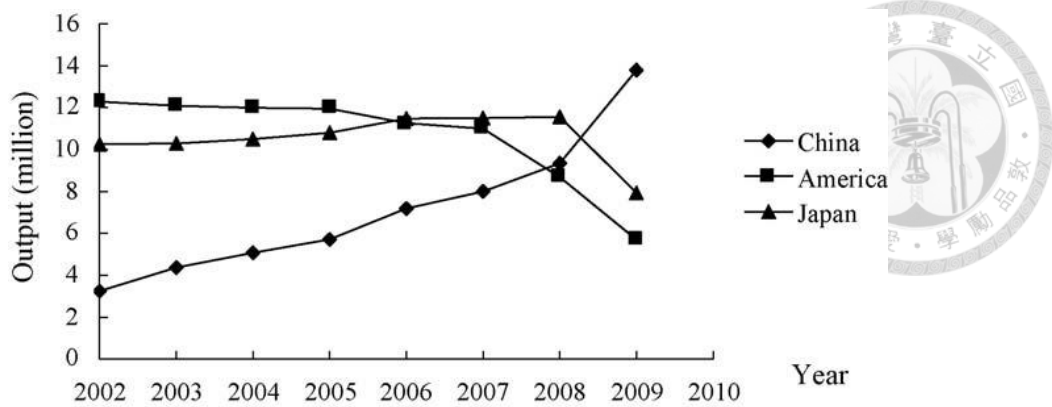
南韓目前已經是世界第五大汽車生產國，以及第六大汽車出口國，南韓汽車產量已從 2001 年的 300 萬輛逐漸上揚至 2013 年的 450 萬輛，但對於資源回收的立法作業南韓相較其他國家甚晚，2006 年 3 月南韓政府才著手研擬「電子產品及廢車回收法」，該法於 2007 年 4 月 2 日通過，於 2008 年 1 月 1 日正式施行，為南韓廢車回收運作主要的法令依據。

在南韓由於普遍認為 ELV 回收後仍有其材料價值，因此每輛 ELV 車主平均約可自回收商拿到 117 美金的回收費，回收後先卸除油品和防凍劑，再依據汽車管理法規範拆除包括輪胎、電線、電池等 12 項強制重複使用的元件，非可回收的可燃物質被採行化學回收，而對於不可回收的不可燃物質許多被送交小型且空污防治設備較不佳的焚化爐(Joung et al., 2007, Kim et al., 2004)。因此，如何妥善的處理 ASR 避免衍生相關污染，以及有效回收減少 ASR 產生量不僅為世界各國 ELV 處理的主要課題，對南韓更是關鍵的環境污染議題。

### (二) 中國

中國的汽車持有數於 2013 年已達到 1.37 億輛，增長的速度僅次於美國，中國因 2007 年金融海嘯影響較低，汽車生產量在 2009 年大幅攀升達到 1,379 萬輛，而成為全球最大汽車製造國，如圖 2-2 所示；根據世界汽車工業國際協會（Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles, OICA）的統計，2010 年中國汽車生產量已高達 1,826.5 萬輛，佔全球 23.5%；相對地，近五年來 ELV 的產生量也大幅攀升，預計將於 2015 年達到第一次的高峰，其產值更可能達到 2,000 億人民幣。





資料來源：Zhao and Chen (2011)


圖 2-2、中、美、日近年汽車生產量統計圖

為加強報廢車管理和環境保護，中國國務院於 2001 年 6 月頒布「報廢汽車回收管理辦法」和「報廢機動車回收拆解管理條例」；管理條例中為安全和避免環境污染考量，嚴格規範必須進行包含引擎、變速箱、方向機、前後橋及車架五大總成的破壞；但近年為促進循環經濟運作，中國政府考慮將原先管制之五大總成作為開放對象，正進行元件再造試點計畫，希望透過自拆解、清洗、再製造、品質驗證，以至標示的標準規範管理方式，確保功能品質的達到再使用的目的。(鄭耀文、鄭日賢，2012)

另外，為提高資源再利用率，推動廢車回收處理體系，促進回收處理作業，2006 年 2 月 6 日中國國家發展改革委員會、科技部、環保總局聯合發佈「汽車產品回收利用技術政策」；該政策將歐盟廢車指令內容與精神納入其中，希望藉以促進廢車的再使用、循環利用與再利用率。2012 年 12 月 27 日，發佈「機動車強制報廢標準規定」，自 2013 年 5 月 1 日起施行；其根據機動車使用和安全技術、排放檢驗狀況，設定了包括達到規定使用年限等四種情形的報廢標準，強制車輛必須報廢，以減少耗能與維持道路安全。

### (三) 馬來西亞

馬來西亞政府自 1963 年推行汽車產業本土化政策，規範整車進口須



經過繁複流程並支付高額進口稅，促使進口組裝汽車在短期內迅速增長；1982 年再次提出國產車自主生產計畫，成立 PROTON 汽車公司，並建立自有品牌 SAGA，甚至於 1997 年併購英國大廠 LOUTOS，使 PROTON 逐漸成為東南亞第一大品牌（戴萬平，2010）；馬來西亞汽車產業貢獻了 3.2%GDP，雖產量雖非東南亞最大，但因在地化策略在價格具備優勢，使馬來西亞成為亞洲地區每百人車輛持有數第二高國家，汽車普及率僅次於日本。

另外，由於馬來西亞的地理位置，以及回教為主要信仰兩項因素，使其成為亞洲地區重要的汽車中古零件集散地，尤其日本與新加坡車輛使用年限較低，許多停駛堪用的車輛均以截斷車身留下前半截方式出口至馬來西亞進行拆解，再以零件貿易出口到中東或非洲地區，或提供東南亞鄰近國家車輛與船舶組裝使用，台灣也有許多車輛零件出口至馬來西亞，再藉由馬來西亞貿易商轉販售至其他國家。

因於前述，馬來西亞有許多小型的車輛拆解業者，馬來西亞汽車再循環公會(Malaysia Automotive Recyclers Association, MAARA)約有 5,000 家左右的會員，但沒有運作模式規範；馬來西亞政府致力提振汽車產業，卻忽視其發展所帶來的環境問題，原訂強制要求 15 年以上車輛提高稅率並定檢的政策後來也撤銷；僅基於治安管制，規範處理前須於交通局註銷車籍和繳納稅款，以避免成犯罪工具。(Azmi et al., 2013)

由於尚未有明確的 ELV 處理規範，且多數為小型拆解業者，因此對環境議題較不注重，可能出現防凍劑倒入水溝和冷媒直接洩放等嚴重環境污染狀況；但隨馬來西亞近年經濟發展快速，和積極參與國際組織與相關議題，逐漸有應隨國際趨勢訂立 ELV 處理機制的聲浪，預計將於 2015 年至 2016 年間推行 ELV 政策計畫。





### 2.1.3 綜合分析

#### 一、 管理制度比較

目前國際間針對 ELV 自前端收費至後端處理，以法令制訂整體回收體系管理的為歐盟、台灣、日本、南韓和中國，而俄羅斯、印度、墨西哥、土耳其和越南正著手推動相關管理體系法令的制訂中，還有許多對整個 ELV 回收體系尚沒有直接法令管制的國家，如：美國、澳洲和加拿大。以下就我國與其他幾個 ELV 回收體系立法國家以及美國的 ELV 回收制度進行說明，如表 2-2 所示。

#### 二、 關鍵議題與發展重點

車輛的組成包含鐵、鋁、銅，以及其合金，另外還有各類的塑膠製品，除了用於製造車體外部元件，於車體內裝中還有許多非金屬材質，包含各類的飾板和織品等等。傳統的廢車拆解業著重於金屬的回收作業，但隨車輛製造工業的發達，採用的材質越加複雜，分類回收所必須的成本也隨之提高；如何提高整體廢車回收再利用率，減少 ASR 的產生量是當前各國對於 ELV 回收研究所關注的主要議題。

ASR 的減量不僅為後端分類處理技術發展突破可以增進，並須自前端設計開始，搭配拆解過程和拆解環境的管理，以及最終粉碎處理端的成本與再利用市場資訊管控，才能整體有效提高回收再利用率；而藉由嚴格的管理模式，與資訊化管理提升效能更是未來發展的主軸。目前日本是少數有完整 ELV 自回收、拆解到粉碎遞送流程資訊管理系統的國家，而 Zhao 和 Chen 在其對於日本與中國 ELV 制度比較的文章中，也特別提到中國未來應該建立資訊管理中心，並且加強環境執法；另外，Sakai 等人彙整出各階段 ELV 管理上重要議題如表 2-3 所示，其中再次強調對於資訊管理上的重要，兩者均與本研究方向相符。

表 2-2、國際 ELV 管理制度比較表

	歐盟	美國	中國	日本	南韓	台灣
法規依據	廢車指令 2000/53/EC 2000.10.21 生效	僅相關法令 資源保護回收法 淨空法與淨水法	報廢汽車回收管理 辦法 2001.6 汽車回收利用技術 政策 2006.2.6	自動車再利用法 2005.1.1 施行	電子產品及廢車回 收法 2008.1.1 施行	廢棄物清理法 1988 年修訂納入資 源回收規範
回收成本負 責者	車輛製造商與進口 商	沒有規範 依據市場回收殘餘 價值交易	沒有規範 依據市場回收殘餘 價值交易	車輛使用者繳交 依據安全氣囊、冷 媒、ASR 處理與資訊 管理成本計費	車輛製造商與進口 商	車輛製造商與進口 商
主管機構	歐盟廢車小組制訂 理事會確認各國納 入國內法	沒有特定機構 環境保護署制訂相 關法令 各州環境保護局執 行監督管理	國家經貿委員會主 導法規制度 公安與商務部門監 督管理	經濟產業省制訂法 規整合回收體系 環境省訂拆解標準 JARC 執行回收基金 與資訊管理	產業資源部 KECO 執行回收資 訊管理	環保署廢管處制定 法規 環保署基管會監督 管理受補貼業者
回收目標	2006 年 再使用+再生利用 $\geq$ 85 %，再使用+循環 利用 $\geq$ 80 % 2015 年 再使用+再生利用 $\geq$ 95 %，再使用+循環 利用 $\geq$ 85 %	未設定目標 95%ELVs 進入回收 通路中，80%的材質 被回收利用	2010 年：約 85% (80%材料再利用) 2012 年：約 90% (80%材料再利用) 2017 年：約 95% (85%材料再利用)	安全氣囊：85% ASR 2005~2009：30% 2015~2014：50% 2015 以後：70%	2014 年：85% (材料+熱能回收，熱 能 5%以上) 2015 年：95% (材料+熱能回收，熱 能 10%以上)	未設定目標 約 97%回收 (包含熱能回收)
資訊管理	各會員國政府發放 拆解證明(COD)	由回收業集團蒐集 資訊	發放回收證明	回收拆解電子聯單 系統管理	尚須強化註銷和回 收資訊	僅針對受補貼業者 回收數量管制

資料來源： Sakai et al. (2013)；鄭耀文、鄭日賢 (2012)；本研究整理



表 2-3、ELV 管理關鍵課題分析表

階段	關鍵課題	系統面 / 技術面 執行方向
階段一 設計和車輛 製造業者端	防止有害物質 充足的拆解資訊 促進元件和材料再利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 限用有害物質，開發替代材料</li> <li>● 零件標示便於識別</li> <li>● 轉換為材料時需為高度可回收</li> <li>● 考慮電子元件的增加與車體減重對環境的影響</li> </ul>
階段二 ELV 回收端	確實回收報廢車 防止非法傾倒 防止非法使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 報廢車管理集中化與整合性</li> <li>● 利用資訊電子系統</li> <li>● 澄清利害關係人個別角色</li> <li>● 提供大眾廢車回收系統資訊</li> </ul>
階段三 拆解作業	促進元件重用 促進元件/材料回收 妥善處理有害物質 安全的拆解作業環境 維持良好的拆解環境 防止成本急遽上升	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 推動二手元件市場</li> <li>● 以周密的系統收集有害物質並進行適當處理</li> <li>● 現代化和自動化的拆解方式</li> <li>● 遵行法規且嚴格執法</li> <li>● 透過登記制度使拆解產業現代化</li> </ul>
階段四 粉碎廠	保持處理效能 避免設置區位不均	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 穩定廢料市場並結合廢車體系</li> </ul>
階段五 分選處理	強化材質分選 預防成本急劇增加 維持分選工作環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分選作業自動化</li> <li>● 開發分離技術</li> <li>● 釐清各方負責處理成本，並確保處理資訊透明度</li> </ul>
階段六 最終處置	促進熱回收 防止二次污染	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開發熱回收技術</li> <li>● 釐清各方負責的處理成本</li> <li>● 實施環境監測</li> </ul>

資料來源：Sakai et al. (2013)

## 2.2 RFID 的發展與應用

RFID 發明的源起必須追溯到 1887 年德國物理學家 Heinrich Rudolf Hertz 成功地發送和接收無線電波，RFID 即是一種利用無線電波由設備與標的物連結，而進行資



料查詢或儲存的自動辨識系統；如同車輛一樣，RFID 在現今社會也已經成為人類生活中的一部分，只是 RFID 以不同的形式存在，所以人們未深刻感受到其圍繞在生活周遭。

RFID 系統模式雖已發展多年，但普遍認為 RFID 要能廣泛運用，感應電子標籤價格必須降到 5 分美元以下，多數企業才較能接受，相關產業也才能推動發展(Zhu et al., 2012)；實際上，RFID 感應標籤的價格自 2005 年的 13 分美元左右，至 2014 年已大幅下降為 5~7 分美元，近年正是產業應用發展普及化的開始。另外，美國 Apple 公司所開發的質輕觸控式手持平板電腦 ipad 於 2010 年 4 月 3 日正式上市，以及後續 NFC(Near Field Communication)與行動裝置的結合，改變了以往採用 PDA 作為 RFID 讀取器使用不便的狀況，更加速 RFID 應用的推動。以下就 RFID 發展情形、原理與特性，以及應用狀況進行說明。

## 2.2.1 RFID 的發展與原理

### 一、 RFID 發展歷程

1906 年 Ernst F.W. Alexanderson 第一次展示無線電連續波(continuous wave, CW)並發送無線信號，開啟現代的無線通訊技術；一般認知雷達於 1922 年發明，主要用途為二次大戰期間便於辨識盟軍之用，藉由無線電波反射定位以確定物體位置和速度；RFID 即為此兩項科學技術的結合，也可說是雷達技術發展的延續 (Landt, 2001)。以下就依序將自 1940 到現今 RFID 發展的相關紀要整理於表 2-4。

表 2-4、RFID 發展歷程紀要

年代	重要紀事
1940 ~ 1950	1948 年 10 月 Harry Stockman 發表重要論文，解決了反射功率的基本問題，被視為 RFID 發明的開端



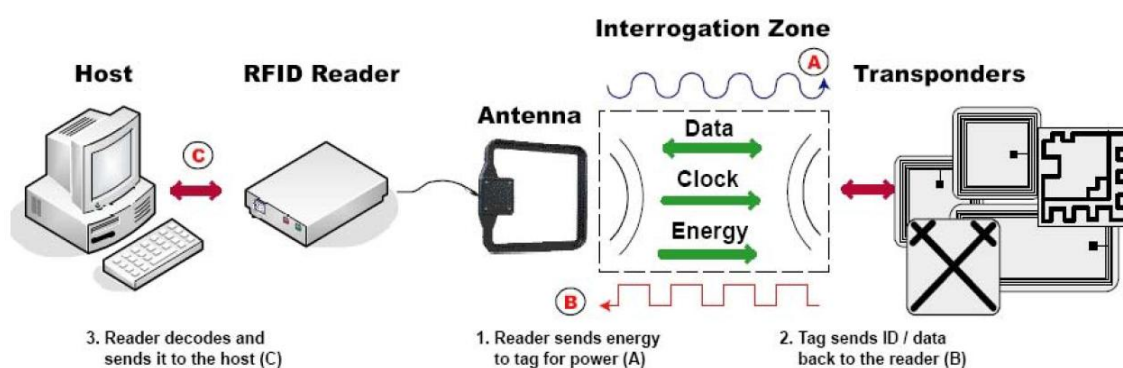
年代	重要紀事
1950 ~ 1960	<p>探索 RFID 技術的年代</p> <p>飛機的遠距轉發辨識系統被開發</p> <p>F. L. Vernon 的「微波同步應用」和 D.B. Harris 「被動式回應無線傳輸系統」的發明幫助了 RFID 技術的發展</p>
1960 ~ 1970	<p>RFID 技術商業化的開始</p> <p>1-bit 簡易電子防盜監控標籤(Electronic Article Surveillance, EAS) 開始廣泛被運用</p>
1970 ~ 1980	<p>RFID 尚在準備的黃金年代</p> <p>許多企業、發明家、學術機構和大型實驗室相繼投入研究</p> <p>發展重點於車輛與動物追蹤，以及工廠自動化</p> <p>紐約與新澤西州港務局首次測試成功由飛利浦、西屋和 Glenayre 公司共同開發的電子收費系統(Electronic Toll Collection, ETC)</p>
1980 ~ 1990	<p>全面發展 RFID 技術的年代</p> <p>1987 年挪威首次將 RFID 應用於商業上收取過路費</p> <p>1988 年美國北達拉斯公路也開始運用電子收費</p> <p>同年紐約和新澤西州也運用於通過林肯隧道的巴士收費</p>
1990 ~ 2000	<p>RFID 最受關注的年代</p> <p>開始研擬 RFID 標準，廣泛運用於各類領域</p> <p>大規模用於電子收費系統和門禁管制、旅遊代幣，甚至車輛啟動</p> <p>1991 年 10 月麻省理工學院設立 Auto-Id-Center，用以建立 RFID 相關標準與系統</p>
2000 ~	<p>廣泛應用於供應鏈，多國列為重要國家發展方向</p> <p>2003 年 EPCglobal 成立，至 2012 年完成 13 部標準制訂，包含實體定義、資料擷取和資料交換</p> <p>2004 年 4 月 Wal-Mart 進行 RFID 測試，要求前一百大供應商於 2005.1.1 起於包裝外箱或棧板需有 RFID 辨識標籤</p> <p>2008 年 IBM 提出智慧地球概念，受到美國總統歐巴馬重視列為美國國家戰略政策</p> <p>2009 年中國將智慧聯網列為國家重大發展主軸</p>

資料來源：Landt (2001)；呂惠娟 (2012)；陳安誼 (2012)；本研究整理



## 二、RFID 架構

依據聯合國國際電信聯盟 (International Telecommunication Union, ITU) 對 RFID 所出版的報告中定義，RFID 是利用設備適當調整，使讀取器詢問標記於產品上的電子標籤時，標籤能藉由感應或反射電磁波能量，傳送回資料或數據給讀取器的一種數據取得和辨識系統。其運作架構主要由讀取器、電子標籤和資料庫系統三項要件所構成，運作模式如圖 2-3 所示。



資料來源：林冠良 (2012)

圖 2-3、RFID 架構示意圖

### (一) 讀取器

讀取器內部包含由頻率產生器、鎖相迴路的通訊模組，和調變電路、微處理器、記憶體組成的控制模組，以及感應線圈，其功能主要在於藉由頻率產生器和鎖相迴路發送無線電波啟動辨識晶片，並解讀取晶片回傳的的資訊，再轉送至後端資料庫系統進行資料分析。

### (二) 電子標籤

電子標籤是由基板承載感應線圈或天線、辨識晶片和電容，辨識晶片中包含微處理器、電力調控電路、調變電路和記憶體，由感應線圈接受自讀取器傳送來的無線電波經電力調控電路轉換為提供晶片的電力，藉以啟動讀取記憶體中資料後，再經調變電路轉換後由感應線圈傳送回資訊予讀取器。被動式電子標籤構造如圖 2-4 所示。

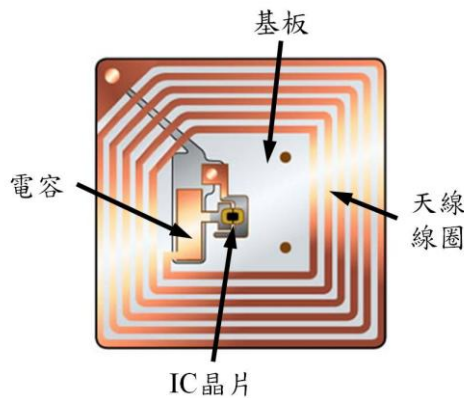


圖 2-4、RFID 被動式電子標籤構造示意圖

### (三) 資料庫系統

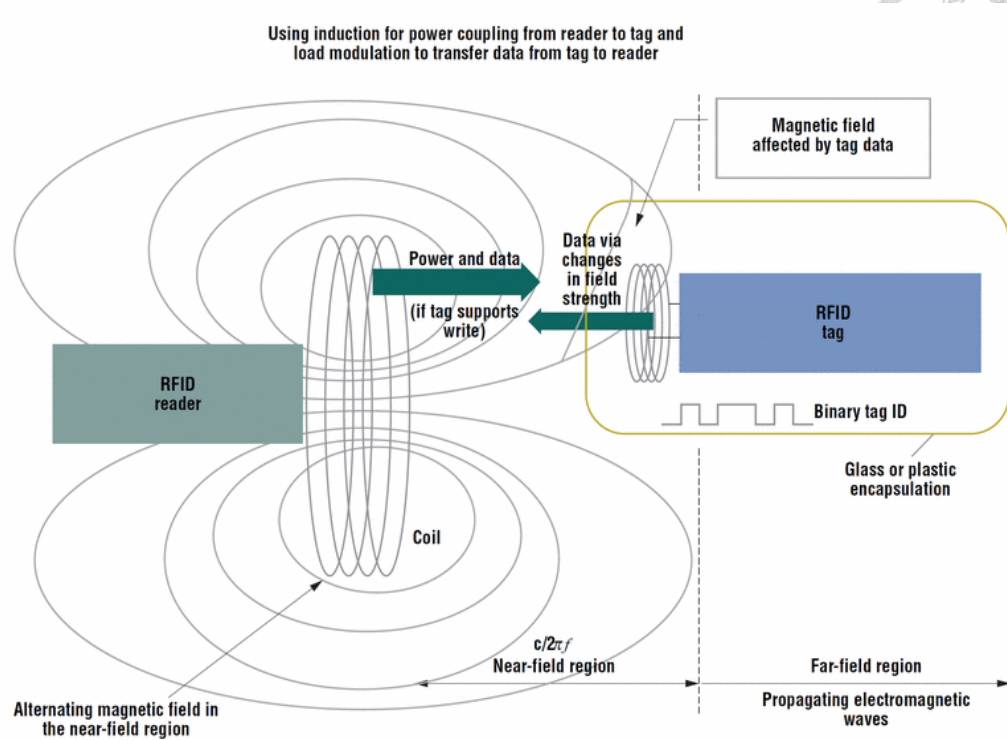
資料庫系統為 RFID 運作中最終的資料存放、統整與管理的地方，藉由資料庫系統可以將所蒐集的資訊進行分析，使零散數據為更有價值的集合資訊；近年隨雲端系統的發展，以及已有部分行動電子產品具備 RFID 讀取功能，使 RFID 資訊傳遞藉由此兩項科技而變得更加便捷。

## 三、RFID 電子標籤通訊原理

RFID 標籤與讀取器間的傳輸方式分為電磁感應與電磁共振，電磁感應一般用於近距離感應的電子標籤，而電磁共振則是適用超高頻的遠距離感應。

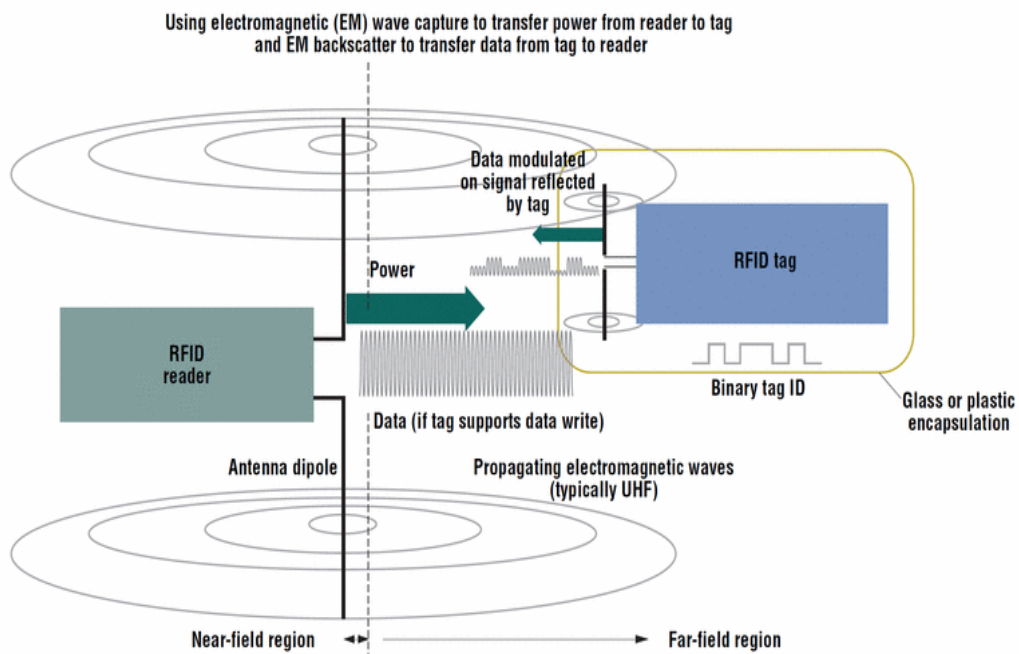
### (一) 電磁感應

電磁感應傳輸是運用法拉第感應定律的原理(Faraday's law of induction)進行傳輸，由於讀取器本身具備電力，經由讀取器的電力使其內部感應線圈產生磁場，當 RFID 電子標籤靠近讀取器磁場時，標籤內的感應線圈因受磁場改變而產生感應電流，成為標籤運作的電力來源，並藉以將標籤中的資訊回傳給讀取器；此傳輸模式是被動式電子標籤最初的傳輸模式，ISO 15693 和 ISO14443 即為此類傳輸模式的標準 (Want, 2006)。電磁感應運作模式如圖 2-5 所示。



資料來源：Want (2006)

圖 2-5、RFID 電磁感應傳輸原理



資料來源：Want (2006)

圖 2-6、RFID 電磁共振傳輸原理





## (二) 電磁共振

電磁共振的傳輸方式是器讀取由發送電磁波傳送至遠距的 RFID 電子標籤上，使標籤內的帶電極的天線產生電位差而產生電力，標籤內的晶片藉以反射部分電磁波傳給讀取器，此傳輸模式多數運用於超高頻的主動式電子標籤中；天線必須經過精確的設計反射傳回適當能量，以傳送所需資訊，回傳能量與其間距平方成反比；依據摩爾定律 (Moore's law) 半導體的發展尺寸將越精細越小，因此電子標籤也隨其發展所需的能耗將相對地降低，使此類 RFID 傳輸的距離越來越遠(Want, 2006)，電磁共振運作模式如圖 2-6 所示。

### 2.2.2 RFID 標準與類別

#### 一、 RFID 標籤頻率類別

RFID 標籤依據使用頻率區段分為四大類別，使用頻率越高的電子標籤通訊距離、傳輸功率和資料傳輸率也越相對升高；高頻標籤受金屬屏蔽效應影響較顯著，而超高頻和微波標籤因採電磁共振通訊模式產生的波長較小，較易受水分子阻擋受環境中濕氣影響顯著，易影響讀取結果，但可藉由自動重複讀取方式減低未讀取到的情形發生。以下就 RFID 標籤頻率類別進行說明，如表 2-5 內容所示。

表 2-5、RFID 電子標籤頻率分類

	低頻(LF)	高頻(HF)	超高頻(UHF)	微波(MW)
頻率範圍	0.03~0.3MHz	3~30MHz	300~3000MHz	2000~30000MHz
常見頻率	125KHz	13.56MHz	433MHz	2.45GHz
	135KHz		868~950MHz	5.8GHz
系統型態	被動式	被動式	被動/主動式	被動/主動式
通訊距離	<0.5m	<1.5m	<10m	<10m
傳輸功率	72dB $\mu$ A/m	42dB $\mu$ A/m	10mW~4W	4W

	低頻(LF)	高頻(HF)	超高頻(UHF)	微波(MW)
讀取方式	電磁感應	電磁感應	電磁共振	電磁共振
環境影響	極小	金屬遮蔽	水分/金屬遮蔽	水分/金屬遮蔽
資料傳輸率	低	高	較高	最高
應用領域	門禁系統 動物識別 存貨控制 晶片防盜鎖	電子票卡 圖書管理 商品管控 服飾標籤	物流管理 倉儲管理 車輛辨識 供應鏈管理	道路電子收費 行李追蹤

資料來源：Luvisi and Lorenzini (2014), ；陳琦元 (2012) ；陳泓郢 (2011)

## 二、RFID 標準

RFID 發展已將屆 30 年，自 90 年代廣泛運用於商業領域後，為便於其通用性逐步開始訂立相關標準；目前在低頻與高頻部分，各國對於 ISM 頻段 (Industrial Scientific Medical Band) 使用已有共識，但對於 RFID 編碼、電磁相容性等技術標準仍尚未完全統一，尤其在超高頻部分更為複雜。

國際電信聯盟 ITU 制訂全球頻率使用範圍以供各國作為頻率管理依據，而在技術標準制訂部分，有許多組織均各自發展標準，包括日本 UIDcenter 主導的 Ucode，國際標準組織 ISO (International Organization for Standardization) 推行的標準，歐洲電信標準化協會 ETSI (European Telecommunications Standards Institute) 研擬的 EN 標準，以及 EPCglobal 推動的 EPC 標準等等，以下就針對後三個機構所訂規範內容作簡要說明。

### (一) ISO 標準

國際標準組織 ISO 希望透過頻率的界定，建立共同的頻率協議，以減少 RFID 在不同地方移動所產生的不必要成本，並使 RFID 系統管理和資訊傳遞過程能更簡便；ISO / IEC 18000 即是一個定義 RFID 國際可用頻率的共用通信協議，其所規範的通信介面包括六大部分，涵蓋所有 RFID 使用特定頻寬範圍。

該項協議規範 RFID 發送和回傳頻率的連結技術參數，但不特別說明操作頻率，頻道精確度、數據編碼、最大發射功率、傳輸順序等等，以使這類技術設計可依據情況需要有適當的操作空間（IUT SM.2255-0, 2012）。表 2-6 為與 RFID 相關 ISO 標準，而表 2-7 則為常見的 RFID 應用所對應的 ISO 標準。

表 2-6、RFID 相關 ISO 標準

項目	內容
18000-1:2008	物流與供應鏈體系運用的通用架構概念，定義 ISO / IEC 18000 各分項標準化參數
18000-2:2004	RFID 小於 135 kHz 的通訊介面管理參數規範
18000-3:2008	對 ISO/IEC 18000-1 碰撞管理系統在 13.56 MHz (ISM) 實際層面的參數值
18000-4:2008	RFID 在 2.45 GHz (ISM) 的通訊介面管理參數規範
18000-6:2004	RFID 在 860~960 MHz (包含 ISM 第二區的 902-928 MHz) 的通訊介面管理參數規範
18000-7:2009	用於操作主動式 RFID 433 MHz (ISM 第一區) 的通訊介面管理參數規範
ISO15961	RFID 關於應用介面的數據管理協議
ISO15962	RFID 關於數據編碼規則和儲存邏輯管理協議
ISO15963	主動式電子標籤的專屬標示
ISO15459-4	獨立編碼系統

資料來源：ITU SM.2255-0, 2012；www.rfidineurope.eu/sr

表 2-7、常見 RFID 應用領域對應 ISO 標準

應用領域	運用形式	頻率	RFID 特性與 ISO 標準說明
零售業與 相關供應鏈	庫存管理	860~960 MHz 13.56 MHz	遠距且具備計算能力

應用領域	運用形式	頻率	RFID 特性與 ISO 標準說明
健康照護	病患追蹤	860~960 MHz	具追蹤、研判、隱匿特性
		13.56 MHz	ISO/IEC 18000-6B、C
		低頻 < 135 kHz	ISO/IEC 18000-3m1、3m3 IEEE 802.15.4、IEEE 802.11
	預防錯誤用藥	860-960 MHz	具追蹤和研判特性
		13.56 MHz	ISO/IEC 18000-6B、C
			ISO/IEC 18000-3m1、3m3
	血液或藥品追蹤	13.56 MHz	防偽追蹤
運輸和物流	大眾運輸車票	13.56 MHz	具追蹤和研判特性 近場通訊 NFC
	高速公路過路費	866 MHz,	具追蹤和研判特性
		915 MHz	ISO/IEC 18000-6B
	車輛追蹤	上傳 890-915 MHz	具追蹤特性
		下載 935-960 MHz	GSM 頻率範圍
	貨箱及車隊管理	433.5~434.5 MHz	ISO/IEC 18000-7
860-960 MHz		ISO/IEC 18000-6	
2 450 MHz		ISO/IEC 24730-2	
e 化政府	電子護照	13.56 MHz	短距且具強大計算能力 ISO / IEC 14443
手機	智慧海報	860-960 MHz	具隱藏性 NFC
		13.56 MHz	ISO/IEC 29143

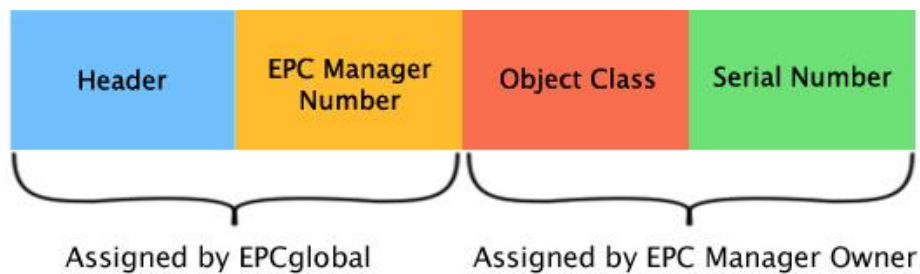
資料來源：ITU SM.2255-0, 2012

## (二) EPC 標準

麻省理工學院 Auto-ID center 於 2003 年起更名為 Auto-ID Lab 轉換為專責的技術發展機構，並聯合國際間七所大學共同組成，而將 RFID 標準制訂與推行工作轉予 EPCglobal 進行，該機構為美國統一編碼協會 UCC (Universal

Product Code) 與歐洲商品編碼 EAN (European Article Numbering) 兩大國際機構共同組成的 GS1 (Global Standard One) 中推動 RFID 標準化的次團體。

為便於全球供應鏈與企業內部管理，EPCglobal 推動 EPC (Electronic Product Code)，針對超高頻 RFID 推行的標準為 2004 年 12 月通過的 Class-1 Gen-2，該項標準具有更快速、減少衝突性而更易正確讀取且強化隱私的特性。EPC 編碼對於每一類的物品標均有其獨立對應編號樣態標準，以便於全球性的查詢與管理，包括：貿易項目 GTIN、服務關聯 GSRN、貨運包裝 SSCC、運送地點 GLN、文件要求 GDTI、特定資產 GIAI 或可回收的運輸物品 GRAI 等等；而 EPC 編碼架構主要分為四個區塊，如圖 2-7 所示，各部分所代表的涵義如表 2-8 內容。而依據標籤的功能性差異，則分為六個等級，如表 2-9 內容。



資料來源：www.epc-rfid.info

圖 2-7、EPC 編碼架構示意圖

表 2-8、EPC 編碼區塊功能說明表

區塊	位元數	功能
標頭	8	定義 EPC 編碼的長度、型式、架構與版本
EPC 管制碼	24	作為後續維護責任切分依據
商品類別	24	用以識別物品類別
續號碼	36	標示獨立物品個體

資料來源：葉日漢 (2010)；www.epc-rfid.info



表 2-9、EPC 電子標籤分級說明表

級別	標籤特性	讀取距離
第 0 級	超高頻，唯讀，預先寫入的被動式標籤	< 10m
第 1 級	超高頻，單次寫入讀取多次 (WORM) 標籤	< 10m
第 2 級	在供應鏈中任意點均可寫入的被動式讀寫標籤	< 10m
第 3 級	承載於感應器上可紀錄溫度，壓力或行動參數的可讀寫半主動式或主動式標籤	< 30m
第 4 級	具備電磁波發射器且可與其他電子標籤或閱讀器進行通訊的主動式標籤	> 100m
第 5 級	類似於第 4 級的電子標籤，但可提供電力給其他電子標籤，且可與讀取器以外的設備進行通訊	> 100m

資料來源：葉日漢 (2010)；www.epc-rfid.info

### (三) ETSI 標準

歐洲電信標準化協會 ETSI (European Telecommunications Standards Institute)是由歐盟理事會 1988 年核可設立的非營利性的電信標準化組織，主要業務為推動電信、資訊及廣播在技術方面的標準化，並與其他相關組織協調技術合作模式，其制訂的推薦性標準常作為歐盟法規制訂的技術基礎。

其所推行的 EN 標準是經由歐盟理事會或歐洲自由貿易聯盟 EFTA(European Free Trade Association)所授權而進行研擬，以作為歐盟會員國間貿易往來依據，或藉以轉換為歐盟會員國各國的國內法；而其制訂的 RFID 相關 EN 標準著重於電磁波相容性與電磁波頻率管理，主要的標準共有五大項 10 分項，如表表 2-10 內容所示。

表 2-10、RFID 相關 EN 技術標準

技術標準	規範內容
EN 300 220 (Parts 1-3)	針對在頻率範圍 25MHz~1000MHz 頻率範圍內，且功率達到 500mW 以上，所制訂的技術特性以及無線通訊設備測試方法
EN 300 330 (Parts 1-2)	針對在頻率範圍 9kHz~25MHz 頻率範圍內，且感應迴路系統頻率在 9kHz~30MHz，所制訂的技術特性以及無線通訊設備測試方法
EN 300 440 (Parts 1-2)	針對在頻率範圍 1GHz~40GHz 頻率範圍內無線通訊設備規範
EN 300 208 (Parts 1-2)	針對 RFID 在頻率範圍 865MHz~868MHz 頻率範圍內，且功率達到 2W 以上，具備 200kHz 複頻和先接受後發送程式的運作模式規範
EN 300 761	預留為歐洲鐵路與車輛動辨識系統在 2.45 GHz 微波通訊之用，其含括已設定其中至少 8 MHz 頻寬作為 5 個共享頻道使用的讀寫裝置

資料來源：www.rfidineurope.eu/sr；www.epc-rfid.info

### 2.2.3 RFID 應用

RFID 從 1970 年代簡易的防竊感應標籤開始，80 年代末期的公路電子收費系統推行，到 90 年代 RFID 的應用已生活中時常可見；而隨晶圓技術的進步與國際科技市場競爭下，RFID 電子標籤成本近年快速下降，以及國際組織對 RFID 的標準整合，促使其 RFID 在 2010 年後於各領域應用的發展更加快速。

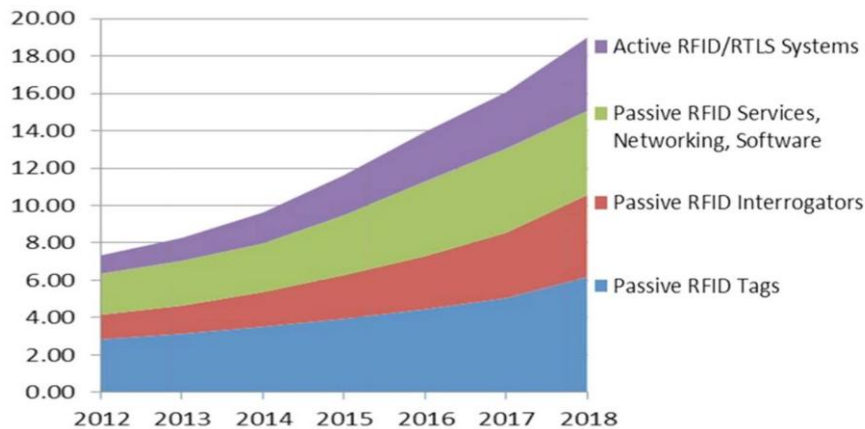
#### 一、發展趨勢

自 90 年代 RFID 技術發展穩定後，人們確知透過 RFID 的應用可以提高供應鏈的效率，增加安全性，減少失竊和偽造的情形，提升資產在管理上的透明度，以及強化庫存管理上的管控等多樣性的功能 (Wang, Chen, Ong, Liu, Chuang, 2006)，RFID 實為提升品質和改善效能的良好運用工具；不過由於 2005 年以前電子標籤

製作成本還未能大幅降低，每個約還落在 12.9 分美元上下，對於多數企業來說若大量使用無法回收的電子標籤所產生的成本將難以負荷，因此在 2005 年前 RFID 在應用上還無法完全普及。



根據 IDTechEx 公司對 RFID 的市場分析，從 1960 年代到 2005 年的 RFID 電子標籤累積銷售量約 24 億個，而僅在 2005 年就銷售 600 百萬個，2006 年更大幅增加超過 13 億的電子標籤銷售量，可以看出 2005 年後 RFID 應用才逐漸普及；而近三年 RFID 的成長規模更為驚人，從市場價值規模來看 2012 年約 6.96 億美元，2013 年增長到 7.77 億美元，至 2014 年已達到 8.89 億美元，推測到 2024 年將突破 270 億美元。近年 RFID 市場價值變化如圖 2-8 所示。



資料來源：www.idtechex.com

圖 2-8、2012~2018 年 RFID 市場價值變化分析圖

此外，隨著近年晶圓技術發展已從 20nm 提升至 14nm，預計 2016 年更將進入 10nm 製程發展，晶圓尺寸將比目前大幅減少 64%，相對晶片運作耗能也將顯著減低，而價格則有可能再降低 45%；除了前述兩項因素，近年來各類新電池技術發展，使以往受動力限制的主動式標籤與具即時定位系統 RTLS(real time locating system) 的功能標籤有所突破，增進了 RFID 運用更多元化，不論學術與產業均著力於 RFID 新應用模式研究，提升更多不同領域運用的可行性。

歐盟統計局 Eurostat 於 2010 年調查歐盟企業使用 RFID 情形，結果發現僅有 3% 的企業使用，最常見的是個人識別和訪視管控占 56%，再者是供應鏈與庫存管

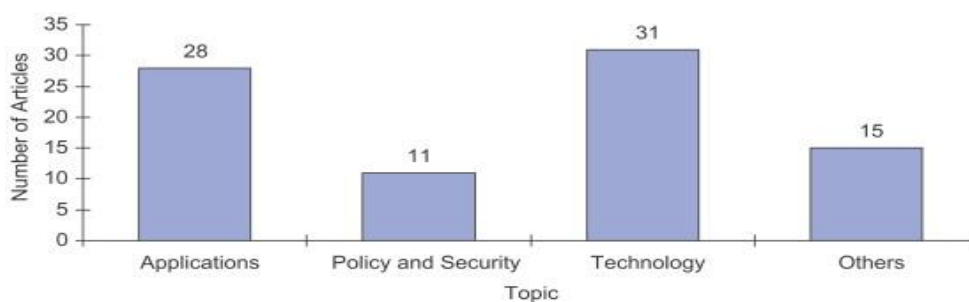


控為 29%，道路通行費則占 25%，失竊防範 24%，生產管理占 21%，資產管理則是 15%(Zhu et al., 2012)。由此可知，雖然看似 RFID 技術已經常見於生活中應用，實際上所占比例仍是很小一部份，還有許多不同的應用方式可以推動；對於技術的不斷突破與成本的降低雖有助於此技術的推展，但還有很大因素可能來自人們對於新科技技術應用方式的摸索，或許逐漸藉由更多 RFID 與日常生活用品的結合，以及企業面對國際競爭下的思維轉變，將可使 RFID 應用類型更快速攀升。

## 二、 應用類型

RFID 技術因二次大戰航空辨識而產生，最初應用於簡易防竊感應，公共運用起始於公路自動收費，但這些應用都僅是極少部分；到 90 年代後 RFID 相關技術與國際標準逐漸成熟，產業應用相關研究才隨之發酵而快速增長。

Ngai 等四位學者將 1995 年至 2005 年 10 年間 RFID 相關的 85 篇文獻內容進行分類整理，依內容分析可以看出 85 篇中探討 RFID 的技術探討文獻與包含安全、隱私、標準化的政策相關文獻分別占 31% 與 12.9%，而應用模式探究的文獻則占 37%，如圖 2-9 所示(Ngai et al., 2008)；顯示這十年屬於 RFID 應用「萌芽期」階段，學術探討仍較多於技術與規格的討論，而如何運用 RFID 在各方領域則還在揣摩中。

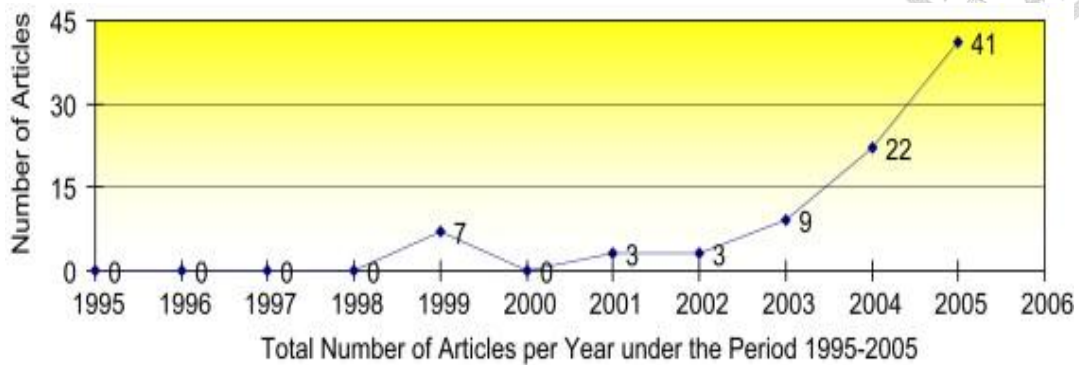


資料來源：Ngai et al. (2008)

圖 2-9、RFID 相關研究文獻類別分析 (1995~2005)

該篇文章中將 RFID 應用相關的 28 篇文獻再予以歸類，對文獻探討各類應用領域分別列出，依文獻篇數由多至少排序分別為零售業五篇最高，再者為圖書管理的四篇，接續的動物檢測、食品安全，以及物流與供應鏈均為三篇；而從各年

度文獻篇數可以看出 2004 年以後大幅攀升，如圖 2-10 所示；此現象可能來自於 Wal-Mart 在 2004 年 4 月完成 RFID 應用測試後要求百大供應商採用，而產生 RFID 應用相關研究推升效果。



資料來源：Ngai et al. (2008)

圖 2-10、RFID 相關研究文獻各年度篇數分析 (1995~2005)

2012 年 Zhu 等三位學者，則再次針對 RFID 應用在不同產業管理作詳細的分析，該篇文章中提到 RFID 廣泛運用於庫存管控與補貨系統，對於民生消費品 (Consumer Packaged Goods, CPG) 的零售業，可藉由 RFID 縮減倉儲空間而顯著增加獲利；而將 RFID 運用於智慧貨架，則使經銷商能有效掌握實際需求量，避免缺貨情形發生而獲得最大利益；對服飾零售業的幫助，則是減少銷售點 (point of sale, POS) 的庫存清點時間，與試衣間搭配鏡面顯示而加強行銷；相同地 RFID 庫存管理應用給於食品餐飲業助益，是藉以做好食品安全控制；以及圖書館因採用 RFID 有效進行庫存管理，及避免擺放錯位的情形發生(Zhu et al., 2012)。

另一類近年新發展而常見的 RFID 應用模式，則是與即時定位系統 RTLS 結合，在 Zhu 等人撰述文章內容亦提及兩項運用此項技術的產業，包括物流管控和醫療保健，物流包含製造業者運用於生產製程的管控，藉以使物料配送調度效率增加；另外若結合 GIS 與 GPS，則使物流快遞業者作最佳的配送服務。在醫療保健的運用上，則可藉以防止偽藥，避免患者拿錯藥品，以及定位病患、醫護人員與醫療器材位置，有助於醫療工作的效率和安全性，甚至可藉以有助於行為學的研究。

另外一部分則是展示的互動運用，包括博物館展示的解說，或者旅遊地區設

施使用方式說明，甚至是在百貨業者的主動資訊提供，或者互動式廣告的運用。

RFID 的應用從最初對應單一標的的使用，運用於防盜安全與收費，逐漸發展成為一對多的串流管理方式，近年的發展已經逐步朝向多變量互動的運用模式，隨晶片技術與軟體開發的進步，以及資料庫整合運用的幫助下，RFID 的運用將更無可限量。

### 三、 環境管理應用

近年逐漸有學者嘗試將 RFID 應用於環境管理議題，多數應用於廢棄物處理作業，例如 Abdoli, S. 在 2008 年即提出利用 RFID 物聯網的概念，以搜尋在一般生活廢棄物中所隱含的未確實回收的物質，藉以提高回收率。


Mannan 等 (2013) 利用 RFID 和影像辨識系統的幫助，進行確認垃圾車駕駛垃圾子車內垃圾清除確實度的研究，Ali, M.L. 等 (2012) 則探討藉由 RFID 與 GPRS 結合，以確認垃圾車駕駛確實到點進行回收作業。

國內相同有將 RFID 運用於廢棄物管理的相關研究，洪偉晉 (2006) 對 WEEE 分別就生產製造、物流運送和資源回收再利用三方面進行 RFID 導入構思流程規劃，以及相關產生成本的評比分析；林柏碩 (2007) 則為解決非法傾到問題將 RFID 應用於營建廢棄物的流向追蹤，此研究中分別以主動式與被動式進行埋放深度、溫度、水份等情境進行測試，可以看出埋入深度反而是在廢棄物追蹤應用上最主要影響因子，此部分可以採行政策規範要求檢核時攤平以增加量測可行性。

環境管理常著重於處理確實性的稽查，因此 RFID 的追蹤功能將有助於稽查管理的進行，然而隨晶片技術的精進，以及配合 GIS、GPS 和 RTLS 的組合，不僅在廢棄物管理，相信對於水資源或生態調查等環境資訊的蒐集方面，導入 RFID 技術將可對相關議題解決有所助益。

### 四、 巡查作業應用

本研究雖以資源回收業者為標的，相同屬於廢棄物管理領域的應用，但實際




規劃上則是與巡查作業近似；RFID 應用於物流或生產管理模式為依照時序上的不同，一電子標籤對應多個感應接收器，而巡查作業則是一個感應接收器在時序上的不同，去對應不同的電子標籤；前者主要為固定資訊的持續傳遞，後者則是多變資訊的蒐集。隨科技進步資訊傳遞不論在速度與量均為倍數增長，資訊管理與行為學的結合更帶動數位資訊運用跨入新的時代，近年藉由 RFID 針對行為與數據蒐集的相關研究與應用也開始蓬勃發展。

由於巡查作業著重於資訊的蒐集，RFID 則僅是此類應用的仲介工具，資訊的傳遞與整合成為 RFID 巡查運用的關鍵；如何使後端資訊即時且正確提供予感應接收器端的使用者運用，以及不同時序下所蒐集的不同單位或變量的資訊如何作適切整合轉換，以成為有價資訊利於後續統合分析，則是此運用在規劃設計上應考量的。

國內近年有許多 RFID 巡查相關研究，黃育民（1997）針對 RFID 運用於地下式消防栓設備巡查，該研究以主動式電子標籤為測試標的，測試結果受到角度和水分影響甚大，感應效果並非很理想。李瀟瀟（1998）則運用 RFID 於消防安全維護資訊管理，不同於前者著重於 RFID 感應成效與電子標籤規格，由於該研究的消防設備均為直接外露較無屏蔽的問題，該研究著重於資訊系統的建構與管理。余暉祥（2010）探討將 RFID 應用於污水蒐集系統中人孔蓋的巡查作業的可行性，其結論為經費為該方法的關鍵；隨近年電子標籤價格已下降到可接受程度，台南市政府已於 2015 年 5 月起運用該模式於污水下水道養護作業。許慶章（2012）延續運用於自來水管線巡查作業，由於其將電子標籤嵌入制水閥再埋設於柏油路面，因介質干擾而判讀不佳。

陳琦元（2012）為避免設備異常造成產品良率降低，而使產業獲利損失，運用平板電腦結合 RFID 於 TFT-LCD 生產設備巡檢，增加人員巡檢確實度，使異常監督管理幅度增強並簡化巡檢流程，藉以有效節省管理成本。王志民（2013）運用於石化產業的消防安全巡檢，其系統模式近似於李瀟瀟，但將導入 RFID 的管理效益作了詳盡的比較，確實簡化流程提升檢修效率。



RFID 系統應用模式自以往常見的動物辨識、商品及票證查驗，到圖書管理和物流管控等運用方式，近年逐步發展出更多在管理作業方面不同的應用；運用 RFID 電子晶片感應特性，結合各類產業巡檢的管理應用模式，為延伸發展常見的類型之一。

因此，本研究欲依循相關 RFID 巡查作業應用之研究，將其引用於廢車粉碎處理廠環境管理中，而不同於一般單循環式的巡檢作業，環境管理巡檢不僅有時序上查核項目的差異，亦隨情境而對應不同的查核項目，各項目間還可能存在依存或因果等各類關係；也因為環境管理巡查作業複雜度較高，必須藉由周密的系統規劃，方能符合實務上作業所需，並以獲取正確的現況資訊，藉以分析後作為管理策略調整依據。



## 第三章 我國廢車回收稽核認證制度與資訊管理

我國 1988 年即將資源回收制度納入法令規範中，屬國際間少數資源回收制度明確法制化的國家，1997 年起推動四合一資源回收制度，藉由社區民眾、地方政府、回收業者和回收基金的緊密結合運作而產生良好回收成效，更因此使我國資源回收成效享譽國際。四合一制度能獲得具體成效，其中稽核認證機制居中扮演重要的輔助角色，透過稽核認證團體的審核、監督和輔導，使回收基金能有效運用，並提升資源回收業者回收處理成效；但相對地因制度精神之一為經費挹注業者執行，促使部分不法業者覬覦龐大的基金補助而涉險試法。

因此，如何不斷地透過制度改進和管理作為的提升，以避免業者不當領取補貼，或未妥善完成處理造成環境危害，並以確保體制持續正常運作為國內資源回收稽核認證機制首要課題；本研究即為填補現階段管理上未盡完善之處，希望藉由科技工具協助強化管理，讓可能產生的風險降到最低。

### 3.1 廢車回收稽核認證制度

車輛由於含大量的金屬材質，廢棄不使用後仍有極高的殘餘價值，因此多數國家的報廢車輛均有其經濟自由市場機制運作回收；但透過非強制性的自由市場運作容易造成選擇性回收，與未妥善處理的情形產生，也易伴隨環境污染問題的發生。

鑑於國內經濟發展迅速產生的廢棄車輛問題日益嚴重，1997 年 11 月即公告廢機動車輛依法需強制回收處理，並設置專責的廢車回收基金會，翌年再次修正公告為應採行獎勵回收方式，開始落實四合一制度的精神；1998 年環保署整併所有公告應回收物相關基金會成立「資源回收管理基金管理委員會」，由其專責統一管理國內資源回收相關事務。

為能有效督導業者確實回收且妥善處置廢棄物，並藉以正確核撥回收基金補助費予資源回收業者，環保署自 2000 年起委託第三方公正團體針對國內符合環保署補貼資格的資源回收業者執行稽核認證業務；主要工作內容包括檢核確認資源回收物品的進廠回收數量、確保妥善回收處理、追蹤產出物妥善最終處理去向，以及查核廠區基本設備與環安衛情形，並協助核算補貼費用。

國內對於廢車資源回收管理不同於其他資源回收材質，同時納管回收業者與處理業者，因為每一部汽、機車均有其專屬的引擎編號，為確保確實回收而將廢車回收業者也一併納入；統計至 2014 年 12 月底受環保署補貼的資源回收業者共有 302 家，而廢機動車輛回收業為 212 家、處理業 5 家，占有受補貼業者的 70%，且也因具有專屬編號，廢機動車輛回收也是國內資源回收制度中唯一直接管制民眾端回收狀況，至最終處理業處理後產出物出廠處理均完全納管的回收品項。廢車回收稽核認證包括以下程序，整體廢車稽核認證執行流程與要項如圖 3-1 所示。

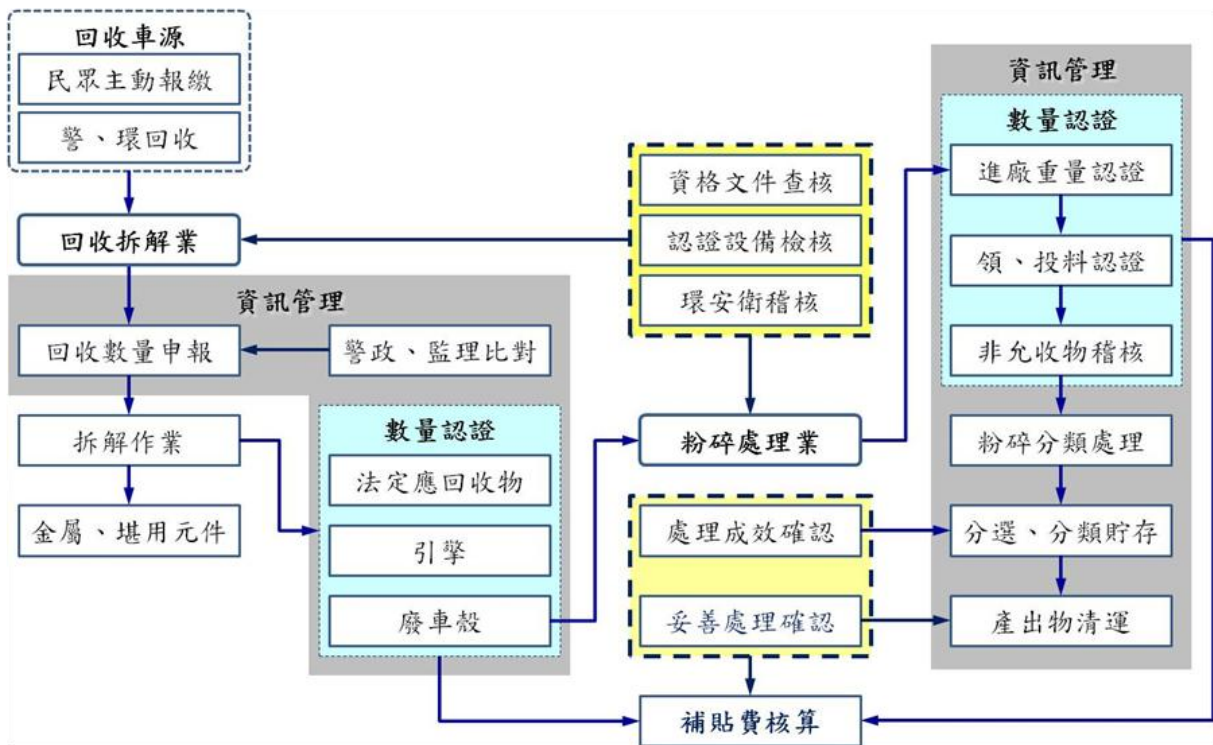


圖 3-1、廢車稽核認證程序與執行要項說明圖





### (一) 車體回收

廢車經民眾主動向回收業者報廢，或因棄置、事故而由警方或環保單位保管後集中招標給回收業者，回收業者收取時必須於環保署「廢機動車輛車報廢回收系統」(以下簡稱廢車回收系統)登載，藉由系統比對警政與監理資料以確認合法性；同時間也將車籍資訊送交回收獎勵金單位，以進行民眾回收獎勵金的審核撥發作業，確認車體、登入資訊和傳遞資訊予獎勵金單位即達成稽核認證車體回收程序。

### (二) 回收業者認證

回收業者收取車體後，依照法規卸除油品、輪胎、冷媒和鉛蓄電池，以及保險桿和稽車烤漆車殼，並拆除引擎後予以破壞，廢車殼則送交廢車粉碎處理廠進行後續處理，業者並透過環保署廢車回收系統發送回收資訊予稽核認證單位申請認證。

稽核認證單位經由系統獲知回收業申請認證的資訊後，安排人員至現場執行稽核認證作業，前置程序需先確認資格文件與基本設備符合法規，以及進行環安衛查核，現場稽核主要工作為逐一比對申請認證的引擎並記錄通過數量，以及確認產出的輪胎、冷媒和鉛蓄電池數量與最終處理流向符合法規要求，確認後再由回收拆解業者據以於廢車回收系統中登載清運處理的數量。

### (三) 處理業者認證

回收業者送交的廢車殼進入廢車粉碎處理廠，由每日派駐在廢車處理廠的稽核人員進行認證，前置作業與回收拆解業者稽核程序相似，均需先確認業者資格文件、基本設備，以及完成整體廠區環安衛查核，接續再進行廢車殼進廠數量與雜質認證，並需對於處理後產出物進行數量與流向進行稽查；且為避免處理過程中出現污染或工安危害，在處理過程中還需不定期執行環安衛查核。





#### (四) 認證量核算

稽核認證單位依據回收業者申報的引擎數量，扣除稽核不合格的數量，以及法令規範中包括文書作業與廢車殼清運量等相關罰扣量，再進行業者稽核認證量的計算；對於處理業者則依據認證的進廠廢車殼數量，以及處理後資源回收再利用比例與法規罰扣數量，進行處理業稽核認證量核算；核算完成的稽核認證量佐附證明文件送交環保署複核，據以撥發補貼費予業者。

### 3.2 廢車回收資訊管理

由於資源回收體系中廢車自民眾端至處理業端完全納管，管制的相關業者最多，且認證程序相較於其他材質繁瑣，因此環保署於 2006 年即著手建構廢車回收系統，隔年完成系統測試作業，廢車回收體系相關機構開始採行網路資訊管理；而因於廢車回收資訊系統的推展成功，依據該模式推動建置資源回收其他類別的資訊管理系統，於 2009 年所有公告資源回收類別資訊化數量管理系統全面啟用。

因此，廢車回收系統可謂為啟動國內資源回收管理網路電子化的開端，且因為其詳細記錄自民眾申報開始到最終處理端相關資訊，並連結跨部會的車籍管理資訊，不僅給予回收處理業者在作業上的便利，也提供環保署完整每部廢車回收歷程資料庫，藉由該系統詳盡統整回收作業管理上所需資訊，增進了廢車回收數量的正確性和管理效能，其主要功能包括以下項目。

#### (一) 資訊自動比對

回收業者收取車體登入系統後，該系統將自動與監理資料和警政資料比對，判斷該車輛車籍的合法性，業者據以得知是否可回收，並進行已回收資料庫比對，避免相同引擎再次回流或經變造而溢領補貼費；藉由跨部會資訊整合大幅縮減回收業者自行上網查詢時間，也提高了回收車輛的嚴謹度，減低部分的補



貼費溢領可能風險。

## (二) 線上資料審核

廢車回收作業原本採行紙本聯單管制，必須由廢車回收業者佐附資料分別送交民眾獎勵金審核單位，以及稽核認證單位，除了黏貼資料耗時也耗費大量紙張；廢車回收系統開發完成後，藉由網路傳遞資訊縮減時間，且於網路即可進行審查作業，除了加速民眾獎勵金審核與稽核認證作業流程，也增進資料保存性與後續資訊彙整分析的便利性。


## (三) 認證量核算

因於廢車回收系統的詳盡設計，完整納入整體廢車自回收到處理流程中的數量資訊，且資料庫中完整記錄車輛自報廢後到處理完成的狀態，並藉由線上審核功能確保數量正確性，再由認證單位鍵入法令規範的業者罰扣情形；法規所列稽核認證量計算數值均建構於資料庫中，經由預設運算邏輯得以正確計算出稽核認證量。以目前國內受環保署補貼的廢車回收處理業者多達兩百多家，認證量的計算過程亦十分繁瑣，透過該系統功能大幅減低了認證單位的工作量，也提高了認證量計算的正確性。

目前廢車回收系統仍屬於封閉型系統，並未提供相關廢車回收成果分析資訊供民眾查詢瞭解，但由於其具備完整回收車輛的車籍資料、車主資訊與回收歷程，由該資料庫已可提供充分資訊予環保署運用，藉其進行資料擷取分析以作為廢車回收制度調整的依據

### 3.3 目前制度管理缺陷

國內資源回收制度四合一成功的推動，除了達成有效降低廢棄物產生量，提升



資源物質回收循環再利用的成效，也間接促進了資源回收產業經濟的發展；除了環保署納管的資源回收產業中廢車回收和處理業者即佔一半以上，具有兩百多家，再加上廢車回收又與輪胎、鉛蓄電池、廢油品和冷媒，以及塑膠和電子產品等物品的回收相關，整體形成一龐大的回收產業體系。

因此，廢車回收因管理廠家數眾多，相對管理上複雜度較高，管理的良善與否影響範圍也較廣；資源回收管理不僅關注於回收數量的正確性，避免產生環境危害和產業體系運作危害更是應著重的重點，目前廢車回收系統資訊化管理僅著重於數量管控，非量化的環境管理事項則尚未採資訊化管理方式，即圖 3-1 中粗虛線部分；對於因制度中可能存在的管理缺陷說明於下。


#### （一）未確實到位查檢

目前環境管理巡查作業均採用紙本填寫方式，僅能就書面結果確認填寫內容是否完整，但由於廢車處理廠區面積廣大，對於人員是否依規範逐一進行查核難以確認，查核人員可能因於懶散或疏漏而未逐項查核，也可能受廠商利誘勾結而刻意迴避某些重要查核點；未到位查核可能造成污染情形未發現，廠區設施或作業程序潛藏工安危害未察覺，甚至計量設備遭變動等，各類危害風險發生，或影響認證數量核算。

所以對於巡查作業應採用有效的強制方式確保人員逐一到位查核，嚴守環境管理巡查最重要的基礎，避免查核作業缺失發真實性而產生風險。

#### （二）佐證資訊正確性

由於國內廢車粉碎處理業均受環保署補貼，因此在環境管理項目中確認業者資格符合為前置管理首要工作，需審核相關申報程序與資料內容符合度，方能進行廢車殼粉碎處理作業；而最末端管制則是在於產出物流向審核，確保產出物送交合格機構進行妥善最終處置，這兩者均需仰賴隨時更新的正確佐證資



訊進行比對確認。目前由於對於佐證文件管控與比對均仰賴人員於查核端自行查核比對，對於人員是否依照標準作業程序，進行業者資格於網路上查詢更新資料，以及是否逐一比對各項產出物送交處理的合約狀況，兩者均難確知實際查核狀況。

因此，應改變對於所有相關時限資料的管制方式，改變人力比對方式減少可能產生的疏漏，以減低因不必要的程序疏漏造成管理上弊端，甚至未管控最終妥善處理而產污染情形。

### (三) 資訊傳遞非即時

目前對於廢車處理業者的環境管理採行紙本表單填寫查核結果，除了查核成果必須再經幾數小時或數日才能送交管制端，有心人士者欲蓄意變更時即可在過程中予以更換，而使原有查核結果失真，影響整體管理作業；而其中的計量設備查核與產出物清運狀態，更可能造成對認證補貼費撥發的差異。

若能將現場查核資訊立即回傳管制端，且相關更改變動均能留下紀錄，則可有效避免蓄意更動的情形發生，即使有任何更改均有軌跡可追查，增加資訊管理的嚴謹度。

### (四) 資訊建置精確度

環境管理查核項目不同於數量認證，多數為非量化的查核結果，現場狀況均由查核人員自行撰寫描述，由於查核結果記錄於紙本表單，於管制端進行資料彙整時，必須重新仰賴人力判斷歸類，再建置成為電子資料以便於進行統計分析；除了表單資料轉換為電子資訊過程耗用大量人力，對於資訊建置過程的歸類判別也可能因人為疏失而錯誤，或因不同人員判定而有所誤差。

除了確保現場資訊與時況相符，避免資訊轉換過程失真在管理上亦同等重

要，所以應改變目前環境管理巡查端查核的成果紀錄方式，並避免人力建置的可能的資訊失真情形發生，以使獲取的資訊均能呈現真實狀況，方能作於整合分析後作為管理作業之憑藉。





## 第四章 應用 RFID 於廢車處理廠之規劃設計

本研究為增進對資源回收業者環境管理為目的，規劃導入 RFID 技術於環境管理流程中，並以廢車粉碎處理廠作為測試標的；RFID 系統主要分為三大部分，包含感應電子晶片與接受器的硬體部分，以及接受器操作介面與資料庫管理系統的軟體部分。本研究實廠測試前將透過適當篩選機制，選定適合場域的硬體設備，以及配合管理機制規劃適當系統架構，將於本章內容中詳細述明。

### 4.1 RFID 規劃範疇界定

RFID 應用規劃設計之初需界定應用標的原有運作方式所對應的系統時間、空間與事件範疇，以能選擇適當方式將其轉換為統應用模式。本研究以廢車粉碎處理廠為標的，國內廢車處理廠作業模式大致相近，雖廠區面積大小與動線規劃略有差異，但依據功能需求所劃設的區域設置多數相似；因此，本研究以位於北部的廢車粉碎處理廠為模廠，作為系統規劃中空間規劃的依據；時間為電子化運作管理重要關鍵，本研究依據管理需求切分五類工作時序，作為系統中操作介面與資料庫開發依據。

RFID 系統應用的操作模式轉換，則遵循對於廢車粉碎處理廠環境管理作業實際需求為基礎，本研究將環境管理查核工作仔細拆分為個別操作事項，以便於對應資料庫系統中的事件狀態。以下就分別針對環境管理中空間、時間分布，以及查核事項關聯性進行說明，以其作為 RFID 系統應用規劃之基礎。

#### 4.1.1 空間規劃界定

廢車粉碎廠物料的進廠數量、清運數量與貯存情形為稽核認證補貼費核算之依據，因此各廠均設置有大型地磅，一旁地磅室內除具備地磅計量顯示器，並為主要



存放稽核認證作業查核管制文件地點；而粉碎處理廠受補貼相關資格文件，以及產出物清運處理流向合約，則多數存放於廠方的辦公室，辦公室內包括稽核認證管理需求所設置的 CCTV(Closed-circuit television)攝錄影監視系統。

除上述兩者室內查核地點，另有兩處地點分別為電器室與主碎機控制室，其餘查核地點則均為室外空間，包括各類物品貯存區、廢車殼貯存區、分選區和油水分離設施；還有兩類查核事項為散布於廠區空間，分別為消防滅火器與消防箱。以查核空間分布，分別為四類室內空間，四類室外空間，兩類為全區分布，彙整如表 4-1 所示，模廠空間分布示意如圖 4-1 所示。

表 4-1、環境管理查核作業空間區域類別說明表

空間類別	室內空間	室外空間	全區分布
查核區域	地磅室、辦公室、電器室、主碎機控制室	物品貯存區、廢車殼貯存區、分選區、油水分離設施	消防滅火器、消防箱

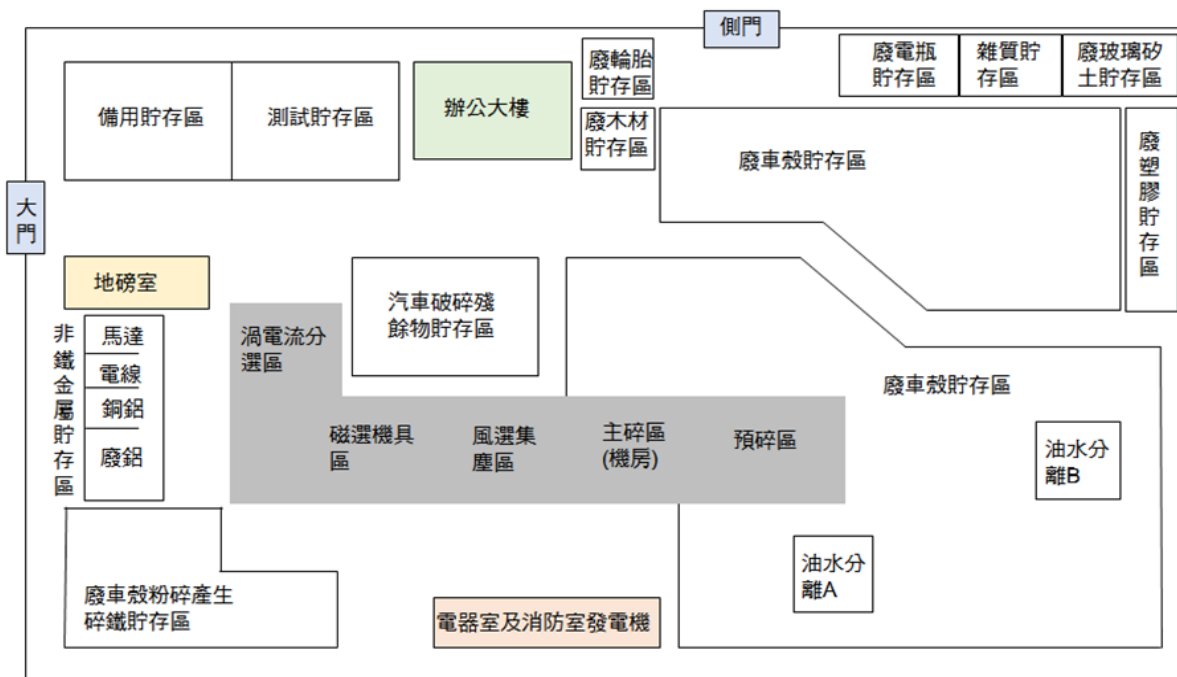


圖 4-1、RFID 系統規劃模廠空間劃分示意圖



### 4.1.2 時序規劃界定

依據環保署規範之廢車粉碎處理廠稽核認證作業時間為上午八點到下午五點，每日須完成資格確認和基本配合認證作業設備檢核，業者才能開始進行廢車殼粉碎處理作業；而為確保廠區處理作業依照法規進行且無工安或污染情事風險，則分別於上下午作業期間需再各進行一次查核，最後於停工後為清點清運和貯存狀況，以及確保污染防治設備養護情形，必須再進行一次查核；另外，為避免業者有不當行為意圖溢領補貼，或處理作業的工安疏失，針對地磅、CCTV 和貯存、物品清運出廠，均須進行隨機性查核。為便於執行端操作介面設計與資料庫對應規劃，查核時序清楚界定為開工前、上午查核、下午查核、停工後查核與隨機查核四個時序，整理各時序與主要查核事項如表 4-2 所示。

表 4-2、環境管理查核時序類別說明表

查核時序	開工前	上午	下午	停工後	隨機
時間區段	8:00 以前	8:00 ~ 12:00	14:00 ~ 17:00	17:00 以後	不定時
查核要項	資格文件、地磅校正、產出物流向合約、油水分離機、CCTV	貯存狀態、消防設施、人員防護、排水截流、粉碎設備功能、污染防治與消防定檢	貯存環境、作業安全與防護、CCTV、油水分離機	再生料貯存狀態、貯存空間與環境、電表與電量、污染防治設備養護、CCTV	異常通報處置、產出物出廠、貯存與作業安全

### 4.1.3 查核事項轉換原則

環境管理作業中的查核事項多為觀察判定的查核方式，且查核成果均為敘述性的非量化內容，為能變於轉換為資料庫能清楚辨識紀載的量化資料，本研究採行以下原則將原有查核項目作適當轉換調整，以便於進行後續操作介面系統和管制端管





理資料庫設計依據。

### 一、查核事項獨立分開

原表單查核事項設計是以查核標的為依據，一查核項目中可能包含多個對於同一查核標的應查核事項，例如對於貯存區查核原紙本表單查核為將長、寬、高與走道寬度限制查核均填寫於同一欄位，但轉換為電子化系統介面則必須為逐項獨立拆分；除了便於操作介面的使用，也使查核成果資料獨立對應於資料庫事件，方能進行後續資料鏈結整合分析。

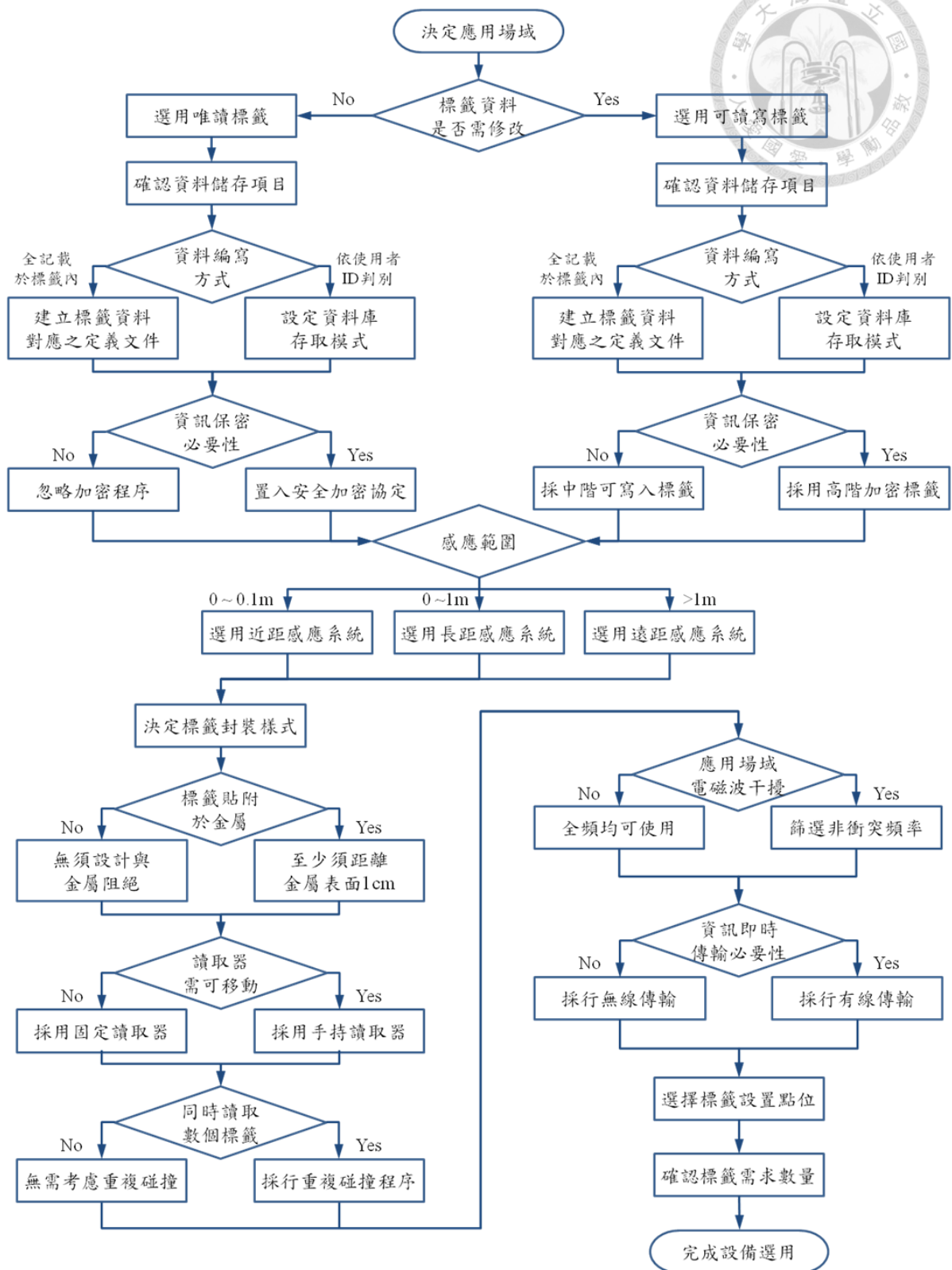
### 二、查核成果標準化

環境管理查核多數為非量化描述性成果，為能增進其轉換為電子化的效率，本研究對查核操作介面規劃以下拉式和點選式兩種模式操作；因此，必須將原有表單填寫的查核結果予以統計後，依照情境區分歸類為幾項可能的成果選項，使其轉換為標準化選項作為操作介面選單項目；此項前置作業為操作介面設計重要關鍵，也為管制端管理分析重要的依據。

## 4.2 RFID 系統設備選用


RFID 系統主要的硬體設備為感應電子標籤與感應接收器，以及兩者感應後資訊傳遞至管理系統的資訊傳送設備，硬體選用是否妥適將與傳輸方式和應用效益有關，而致影響 RFID 應用的可行性。

電子標籤選用上須考慮的感應距離需求、資料記載容量、場域環境干擾等因素；而在接受設備上由於需要與後端管理資訊系統連結，且需便於使用者操作，因此必須考慮到系統開發相容性、便利性、操控介面難易度等因素；資訊傳送設備以傳輸即時性、資料保全和傳播幅度為選用考量重點。



資料來源：Jaselskis et al. (2003)；本研究整理

圖 4-2、RFID 設備選用流程圖



RFID 系統的電子標籤與接受器具備多種樣態，設備的選用與成本支出和應用成效息息相關；因此，需依據使用場域環境狀況，以及資訊存取、傳輸模式選取適合設備，方能使 RFID 應用達到最佳成效；設備篩選方式一般分為三階段，首先選擇電子標籤的規格與資料存取方式，再者依據情境所需選擇適當的讀取器種類，最後確立將讀取器資訊傳遞回資料庫的中介傳輸設備。篩選流程如圖 4-2 所示。

本研究運用 RFID 於資源回收產業的廢車粉碎處理廠，主要目的為增進於廠內執行環境管理巡查作業嚴謹度與完整性，以及加速資訊傳遞彙整的效率；依據此兩項原則與場地狀況，進行 RFID 硬體設備規格篩選。


#### 4.2.1 電子標籤選用

本研究 RFID 應用中電子標籤功能主要在確保人員確實抵達應受檢的地點，以使預設的環境管理項目能逐一完成；受惠於近年無線傳輸技術的發達，以及雲端系統的普及，本研究採用的電子標籤內將不載入任何資訊，而透過無線傳輸自雲端資料庫傳送資訊，亦無需於電子標籤內進行資料加密程序；因此，選用簡易的感應電子標籤即可，大幅降低了本研究應用模式成本和並提高效益。

由於研究標的廢車粉碎廠廠房多屬金屬搭建，部分查檢點的電子標籤需貼附於金屬上，為減低金屬對電磁波傳送的屏蔽效應，貼附於金屬前均於電子標籤背後黏貼 1.5cm 厚度保麗龍板隔絕，再黏貼於查檢點位上；並選用高頻近距感應電子標籤，以確保人員逐一到點查檢。

#### 4.2.2 讀取設備選用

以往的 RFID 系統所使用的移動式讀取器多數為工業 PDA (Personal Digital Assistant)，PDA 操作介面較小、電池續航力不佳，與電子標籤資料轉換較為不便；



2007 年 Apple 公司發表觸控式智慧型手機改變了手持電子設備使用方式，而於 2010 年發表質輕觸控的平板電腦後，PDA 市場逐步被融入而取代；自 2013 年具備 NFC (Near Field Communication) 系統的手持電子產品銷售突破 200 萬台後，使 RFID 應用開始邁向新的時代。NFC 與藍芽 V4.0 低能協定類似，以 13.56 MHz 傳輸且符合 ISO14443a 標準的通訊方式，NFC 雖傳輸速度不是非常快，但的能量需求極低，且由於其近距離感應特性，使周界干擾降低而提升安全性，因此近年大力推展於手持電子產品的行動支付應用上。

由於稽核認證作業不僅須對資源回收物品進行數量確認，就環境管理角度還包括業者資格與行政程序確認、處理流程完整性及相關設備檢核，和廠區環安衛查核，環境管理應執行查核項目繁瑣。本研究目的為導入 RFID，以科技方式協助環境管理增進查核作業速率與正確性；因此，為達研究目的，考量稽核人員巡查使用便利性，以及查核所需對照資料無線傳輸的可行性，採用具備 NFC 感應功能的平板電腦作為 RFID 系統中電子標籤感應讀取設備。

### 4.2.3 資訊傳輸設備選用

稽核認證環境管理巡查過程中，許多查檢項目均需進行相關資料比對，以確認業者作業程序與法規的相符性，此部分則有需要即時傳輸的必要，以能供稽核人員於現場立即對照確認；而對於各項設備查核與環安衛查核，則對於業者前次發生或常出現的缺失處需進行立即查核結果比對，對於一般性查核成果則無立即傳輸必要性，可暫存於平板電腦中再以封包方式傳輸。

由於廢車殼體積龐大，廢車粉碎處理廠也相較於一般資源回收廠區範圍大，加上金屬滿佈無線傳輸易受干擾，若架設全區涵蓋的 WIFI 設備成本將大幅提高，由於僅部分資料有立即性的需求，本次研究對於資訊傳輸規劃採室內區域以 WIFI 無線傳輸，而室外部分藉由攜帶式行動上網設備將電信業者 3G 訊號轉換成 Wi-Fi 訊號供稽



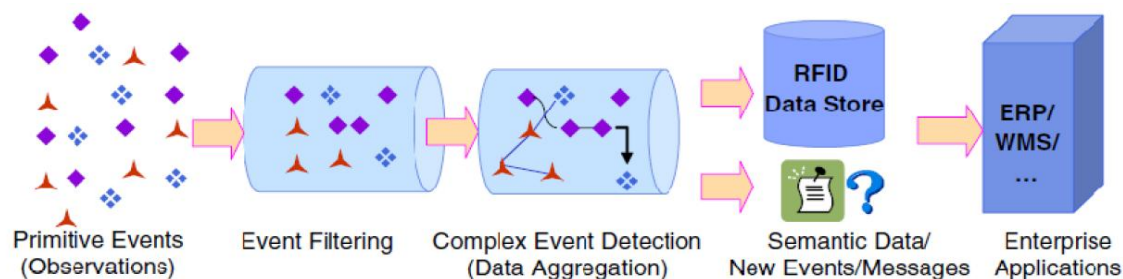
核人員將查核成果傳送回資料庫。

### 4.3 RFID 系統規劃

隨近年電子科技急速發展，RFID 系統相關設備產品多樣性使應用模式愈來愈廣泛，如何透過適當規劃將實體管理程序轉換為虛擬電子設備內的操作模式成為 RFID 應用的核心。本研究欲透過 RFID 增進廢車資源回收環境管理嚴謹度與效能，著重於非量化查核的管理事項不僅要精準轉換，還需考量查核事項與末端管控的結合，與原始數據蒐集和資訊整合分析的鏈結，系統規劃的妥適度為本研究成效的關鍵。


#### 4.3.1 系統規劃模式

史丹佛大學學者 David Luckham 與 Brian Fraseca 於 1990 年提出複合事件處理 (Complex Event Processing, CEP) 資料處理模式，其概念為資料庫處理來自單一事件所組成的事件集合，各事件因不同屬性可能依不同狀況而產生多樣複雜組合，必須透過適當程序以能快速有效率地進行處理；當受到事件發起的觸發，先藉由事件篩選過程找出關聯事件，再依據時間序列、空間維度和資訊供給對象的需求所訂立的事件規則或標準，將篩出的關聯事件進行鏈結與組合，這樣的資訊處理模式稱之為 CEP，運作模式如圖 4-3 所示。



資料來源：Wang et al. (2009)

圖 4-3、複合事件處理模式說明圖



由於廢車粉碎處理廠面積範圍遼闊，在查核管理上需依各區域屬性執行不同查核事項，於不同時段亦對應不同完成查檢的項目，又各項目對於稽核人員行動查核作業與管制端資訊管理人員各具有不同職責；因應在時間序列、空間維度與人員屬性不同而交叉產生作業關聯性，與 CEP 運作原則相近，因此，本研究仿效 CEP 架構模式對 RFID 應用進行規劃。資訊系統運作中事件為主要的運作機制，以下分別就事件運作架構，以及就系統觀點而言環境管理事件的關聯性作簡要說明，以作為後續行動端查核系統和管制端雲端管理系統規劃設計的依據。

### 一、系統中事件運作架構

在 RFID 運用系統規劃中須先界定基礎事件與 RFID 關聯性，部分基礎事件雖無須藉由 RFID 觸發，但其產出的數據可能是最終複合事件處理分析需共同納入，因此必須先界定與 RFID 所有相關基礎事件；而藉 RFID 所觸發的事件，在系統規劃初始必須先釐清事件的樣態和屬性，以環境管理作業中來說，事件在樣態上可能是須進行文件比對，或可能僅需直接檢視，而在屬性上，則區分以選單選取結果，或必須外另以文字描述狀態。

經由前述兩者將單一事件作本質釐清後，接續為事件架構函數建置，以將關聯性事件串接；以資源回收稽核認證管理作業的項目為例，攝錄影與地磅系統均是必要監控設備，其各自包含多項查核項目需整合歸類，但兩者亦有交互關係，必須於規劃中將關聯性明確納入事件架構中，以在系統運作時不致產生資料疏漏；而事件架構函數又分別需考量時間序列架構函數與邏輯架構函數，時間序列在複合事件處理為最重要的事件關聯，邏輯架構則是資料運算處理的基礎。

在複合事件處理架構中最終端為依據 RFID 應用預設的目的建立完整複合事件處理的執行規則，以能於 RFID 觸發事件時產生連動，啟動處理模式運作快速處理複雜的複合事件；以本研究而言處理規則來自於法令規範、標準作業程序與最終分析所需，依據不同查核狀況和項目有不同處理規則，以完成資料庫規則建置，以於電子標籤感應後立即連動產生資料存放、運算或比對檢核模式，達到藉科技

工具強化管理成效的目的，本研究資料系統事件處理運作架構如所示圖 4-4。

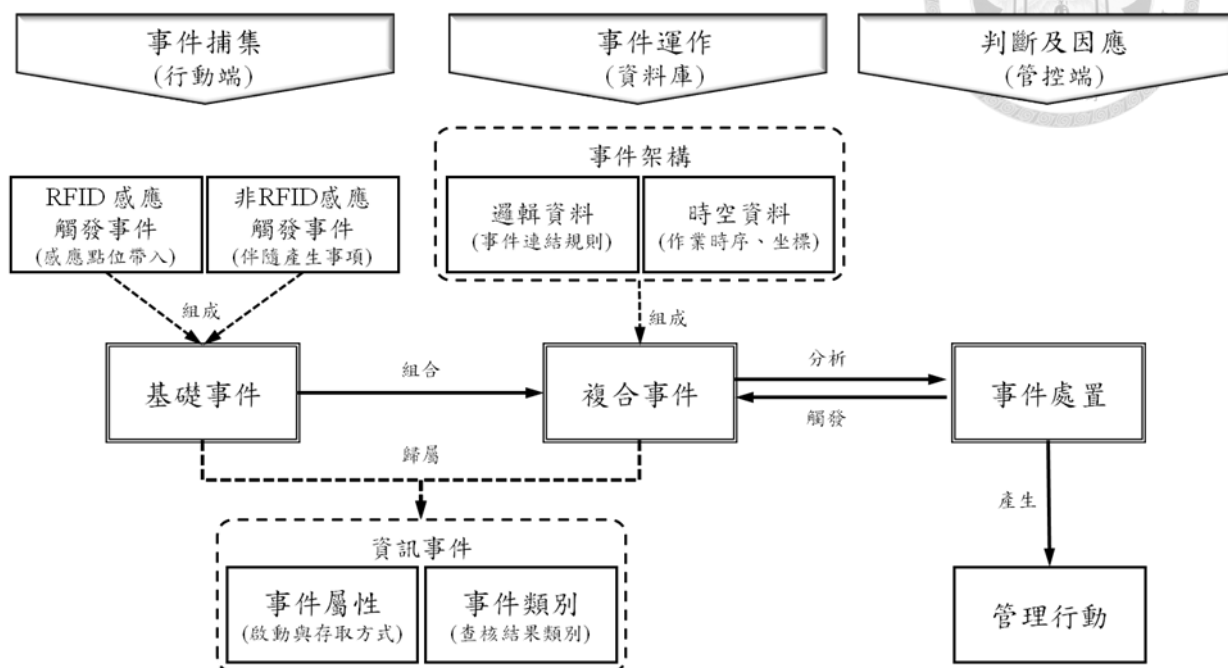


圖 4-4、資料系統事件處理運作架構說明圖


## 二、環境管理事件關聯性

張志銘（2011）分析複合事件處理中的事件有五種主要關係，分別為時間順序關係、聚合關係、層次關係、依賴關係和因果關係；對於廢車處理業者環境管理查核事項相互間關係即有此幾類情形，因此對於將以其相互關聯作為資料系統事件運作的關聯事件串接規則，以下將查核事件關聯性分述說明。

### （一）時間順序關係

如前系統時序規劃界定所述，查核作業依據法規與處理廠作業情形而有五類查核時序，即為環境管理作業上時間順序關係，於系統規劃需依照各時序連結該時段所應執行項目。

### （二）聚合關係



環境管理查核項目多樣，但於管制端進行分析時，則需區分幾大類將相關事項結果彙總以進行類別比較，如作業中貯存區堆放狀況與人員安全防護配備配戴情形，均屬於工安防範類別，此即為在最終管制端資料連結時應串接為聚合關係事件，以利為後續比較分析。

### (三) 層次關係

資格文件查核為環境管理查核初始的項目，一旦發現資格內容不符，對於影響補貼費撥發對象者，則後續查核項目則部分無須進行查核，非影響補貼費撥發或行政程序可補救者，則可以持續進行後續作業，此即為在查核作業上的層次關係。

### (四) 依賴關係

查核事項中最明確的依賴關係為再生料和廢棄物貯存異常狀況通報作業，此部分可藉由前次清運所紀錄時間，自動比對當日是否超出規範的六個月內應進行清運，一旦超出規範則立即產生異常通報提醒，此兩者間即屬於資料連結的依賴關係。

### (五) 因果關係

由於再生料與廢棄物清運出廠依規範需事先通報稽核認證單位，因此透過管制端可進行清運資訊管理，透過資料觸發而帶出清運類別與清運流向之廠商合約，因為當日有清運出廠作業，查核人員必須於清運時執行不定期查核事項，依照系統提供合約確認清運品項與數量；此由業者通報而產生後續一連串管制端管理作業與行動端查核作業需求的關係，即為因果關係。

透過以上五類關係的連結，將實際查核程序轉換為資訊系統運作的資料連結，以使 RFID 系統運作能更加快速，減少人力資料篩選的耗用。





### 4.3.2 系統規劃架構

RFID 應用包含兩項系統，一為感應接觸介面系統，另一為資料庫管理系統，本研究之核心即為前端感應接觸之查核作業系統，以及後端資訊管理的系統規劃設計；將仿效 CEP 模式進行資訊界定、鏈結以完成系統運作邏輯，規劃程序將先確立 RFID 運作模式，於資訊建置時即進行資訊屬性判定篩選，再依據廢車粉碎處理廠環境管理必要查檢項目進行屬性分類與程序界定，並以末端分析管理為導向進行系統鏈結規劃，且於不同情境下進行關聯資訊串接，使 RFID 觸發後快速進行資料彙整分析。

#### 一、RFID 系統運作模式

本研究於廢車粉碎處理廠環境管理運用的 RFID 系統，包含行動端的查核作業系統及管制端的雲端管理系統，依據環保署所制訂的廢車資源回收法令規範中環境管理相關內容，釐清管理作業中所需執行的查檢項目，依據查檢項目空間分布情形選擇適當的 RFID 感應點位與數量，並視各感應點位是否為金屬作電子標籤隔絕貼合。

執行稽查的稽核人員於規範時段依據佈建的電子標籤點位逐一到位感應，感應後啟動行動端查核系統，開啟該點位應查核項目，並傳遞訊息至雲端資料庫，由雲端管理系統將該查核所需的比對佐證資料傳送於稽核人員手上的平板電腦上呈現，人員依照所獲資訊進行比對並將檢核結果鍵入平板電腦，再藉由稽核人員身上行動 WIFI 裝置，將查核成果回傳至雲端資料庫中。

管制端雲端管理系統除了人員將依據所需執行的查核項目屬性判定是否提供佐證資料，同時觸發與該檢核項目相關的其他查檢項目資料空間，以於其他相關項目查檢後自動串接。

管制端雲端管理系統除了具備自動分析運算功能，亦為辦公室管控查詢之用，藉由該系統除可進行稽核人員形成管理，亦可將廠商更動之資訊鍵入，並查詢所有現場查核成果與經由雲端運算所產出的分析結果，或依據查檢內容修正進行資

料庫設定變更。整體環境管理作業系統運作模式如圖 4-5 所示。

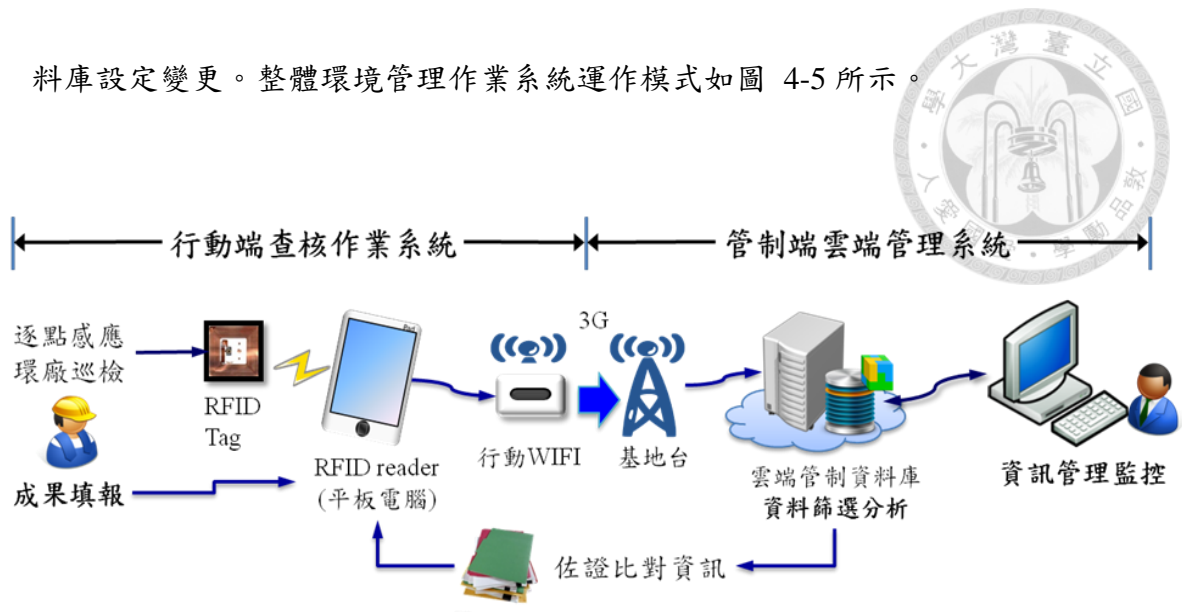


圖 4-5、RFID 廢車環境管理系統運作模式示意圖

## 二、RFID 系統實體運作與資訊架構關聯

本研究採行的 RFID 系統規劃方式為仿效 CEP 資訊管理模式，研究目的之一為促使執行查核的人員均需依照規範逐一檢視，因此每個佈建的 RFID 電子標籤均視為資訊架構動中最初的基础事件，其可能獨立成各自的單一事件，亦可能與相關查核結果共同成為資料流中單一事件。

經過感應後由讀取器傳送訊息予資料庫系統而觸發事件處理邏輯，將所有關聯事件串接成為複合事件；並在稽核員逐一完成相關事件的查核後，即能匯入資料庫中進行複合事件處理流程，並藉由資料庫中的比對分析運算功能，產出在管理上所需的分析成果，藉以作為環境管理作業參考之用，並可藉由預設的各類情境狀況在作業時限或系統登出之前提醒稽核人員未完成的查核事項，RFID 實體系統運作與資料庫資訊流關聯如圖 4-7 所示。

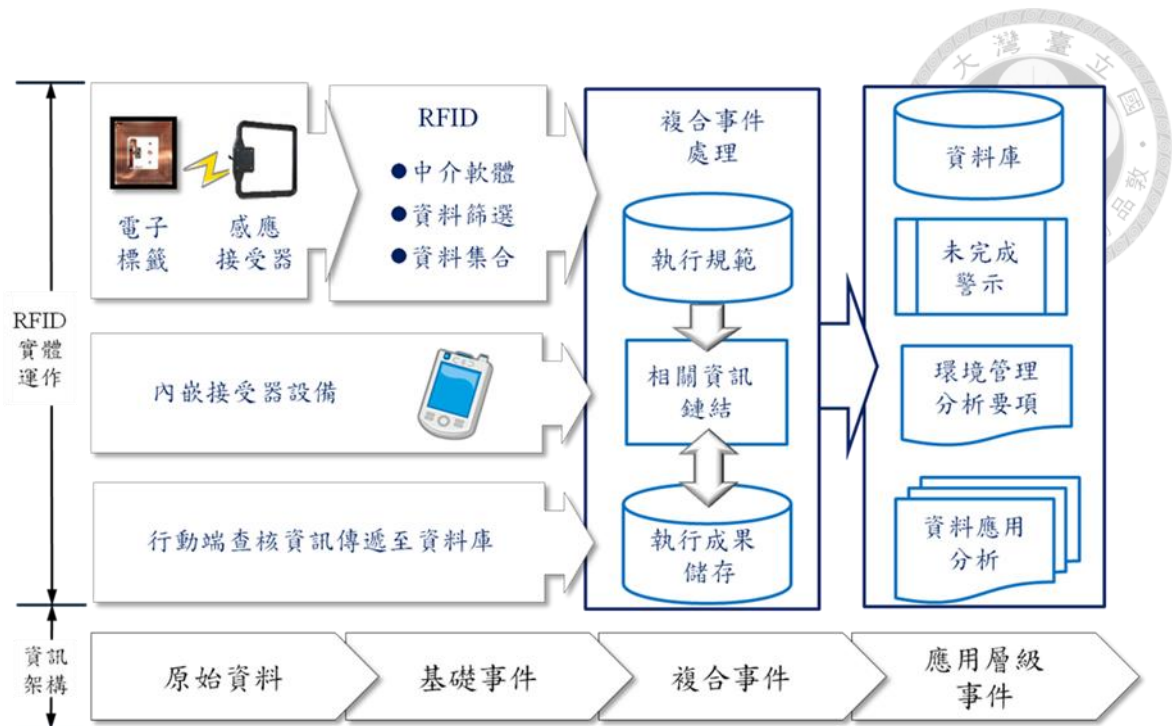


圖 4-6、RFID 實體運作與資料庫架構關聯圖

### 三、資料庫系統規劃程序

本研究系統規劃參酌資訊管理 CEP 模式進行，希望藉由系統化規劃方式增進 RFID 應用於環境管理之成效，由於設定之研究標的廢車粉碎處理廠廠區範圍寬廣，需執行的環境管理項目繁多且相互關聯性交錯複雜，藉由仿效 CEP 的執行事件分析與資訊鏈結方式進行系統規劃，以使 RFID 應用得以達到預設的成效。

將應執行之環境管理查核項目視為資訊流中的單一事件，確定其屬性與時空關係以建構行動端查核作業系統，並以功能導向方式，確立事件管理和數據分析邏輯，於系統中建構自動篩選與運算方式，以使 RFID 觸發後能快速將執行成果進行管理運作。就本研究對於 RFID 系統規劃之程序分項描述於下。

#### (一) 確立事件屬性

確立基礎事件屬性為 CEP 的首要步驟，將以廢車稽核認證與環境管理相關法令規範和作業標準為基礎，並就同一查核標的確認應拆分的查核事件進行確認，再確立各查核項目執行內容的資料屬性，應確立之屬性項目包括以下：




- 由 RFID 電子標籤觸發查核事項，或由其他項目連動帶入
- 是否自雲端傳送佐證比對資訊
- 是否進行雲端自動比對判定
- 屬特定時限項目，設定範圍提前提醒
- 屬情境查核以選單方式呈現，屬數量確認以填寫方式呈現

除此以外，以單一查核事項為基礎事件，建構行動端查核作業使用介面與資料庫存取空間，藉以作為接續事件串接的基礎，以能快速進行資訊統合、彙整和分析。

## (二) 釐清時序關係

對於受環保署補貼的資源回收業者在管理時序上，需考量稽核認證制度、污染防治、和風險防範等因素，將其區分為處理作業前、中、後三類時序查核，而整體系統功能而言，除了各時序區分尚需依據人員作業功能區分，每項時序均需包括稽核人員於行動端現場查核使用的功能，以及管制端管理人員提供資訊的更新維護功能，和查核結果的分析管理操作功能，對系統中各時序應具備之功能與人員操作關係分述於下。

- 處理作業前：在使用端為業者核可資格確認，基本監控管理設備與污染防治設備功能檢核，廠區基本安全防護與環境衛生查核作業；而在管控端則著重於提供行動端查核基礎對照資訊的定期更新與維護，包括人員排班資訊的定期建置，業者送審核可資料的更新維護，以及相關設備受檢與功能資訊，並需具備前端查核的特殊異常狀況回報溝通功能，以進行緊急處置。
- 處理作業中：當業者開始進行廢車粉碎處理作業時，行動端查核作業



著重監控設備的穩定性，處理設備、污染設備消防與安全防護的功能性，以及處理完成物料管理；對於管制端管理在此時序則著重於行動端提供的更新資訊掌握，以及業者發生的缺失狀況管理，和突發異常的處置溝通功能。

- 處理作業後：行動端查核在此時序著重於廠區環境恢復的確認查核、以及當日或過往缺失的複查，以及最終處理成果的確認，在功能需求上相對簡易；而管制端的功能亦需因應前端查核所需管理而規劃，包括庫存樣態變更的更新，以及查核成果與缺失狀況分析功能。

### (三) 界定執行區位

由於經回收拆解業進行初步拆解後所殘留的廢車殼體積龐大，因此負責廢車殼最終處置的廢車粉碎處理廠相對地也成為資源回收產業中廠區面積範圍最大的，為便於將環境管理作業與 RFID 系統化作業結合，需以區位劃分方式針對區位屬性與功能進行分區管理，以使 RFID 應用達到預設成效。

在管理上因各分區不僅有其個別應管理事項，亦有交互重疊的共同項目或關聯項目，所以在於系統規劃上須清楚界定個功能項目的區位性，除了可藉以供行動端查核作業於缺失發生時便於進行複查，亦便於管控端進行資訊整合時可依各區位進行管理分析，或針對特定管理事項跨區提取資料進行整合分析。

本研究在 RFID 應用規劃上依廢車粉碎處理廠環境管理上所需，將廠區區分為九大區域，再分別與各時序中應執行管理項目進行關聯性分類，並考量 RFID 電子標籤於各區位佈建狀況，作為 RFID 應用基礎事件的觸發的起始點，以及後續資料庫串接關聯事件為複合事件處理的基礎。

整體時序、空間分布與前端操作和後端管理關聯性，為行動端巡查作業所使用手持電子設備操作介面的基礎，其相關性如所示圖 4-7。




圖 4-7、系統規劃時序、執行區位與執行人員關係圖

#### (四) 研擬系統運作邏輯

本研究對於廢車粉碎處理業者的環境管理 RFID 應用系統規劃，以國內資源回收稽核認證制度環境管理為基礎，並結合實務上處理流程在管理與資料整合分析的需求，藉由完整系統規劃邏輯研擬增進 RFID 運作效能。

因此，將依據法令規章中要求的業者資格核定程序、設備定期檢核規範、物料貯存規範，以及管控端數據分析等需求，進行 RFID 後端資訊庫系統管理邏輯建置，除了可藉以產生自動比對功能提升檢核正確性，也簡化巡場查核作業；完整的建置管理關聯性邏輯，以助於資料庫存取速度的提升，使 RFID 應用效能得以更加顯著。

#### (五) 篩選關聯事件



本研究在規劃系統初步階段以法令和作業程序為基礎建立各項查檢項目，併同考量各項目時間與空間關聯性後進行點位佈建規劃，共規劃 69 個 RFID 電子標籤佈建點位，此 69 點位即為系統中的事件觸發的起始，亦為系統中的基礎事件，其可與相同為 RFID 觸發的單一事件結合，也可能與非 RFID 觸發的單一事件有關聯，均視管理分析所需而定；接續則依循管理分析邏輯篩選出屬同一複合事件處理的關聯事件，於資料庫中歸屬於同一類別，以利於進行複合事件處理分析時快速擷取資料，進行接續運算分析作業。

#### (六) 串接關聯事件複合處理

對於受環保署稽核認證管制的資源回收業者，在環境管理面向上，不僅查核項目繁多，且各應檢核項目間具有交疊、依存與因果的複雜關係，比如業者經環保署核可的資格文件內容變更時未依法規時限進行，即可能造成當日不可進行處理作業，但接續的檢查程序部分仍需執行；因此，本研究在系統規劃上藉由前述五項方式建立事件資料屬性與關係，並依據各種可能情境建立資料串接方式，讓執行端查核作業的稽核人員均可依照不同狀況下，感應 RFID 電子標籤後觸發的複合事件群組進行該有的處理程序，而管控端則可透過資料庫預設的運算邏輯，將運算所需的關聯事件串接呈現供管理上參考比較的各類不同查核結果。

除此以外，由於本研究採用 RFID 應用模式屬於雙向匯流整合的資料處理模式，對資料庫系統來說，除了使用端管理巡查成果的匯入，亦包括由管控端進行資料更新維護的資料流匯入以作為前端查核與自動比對之用；因此，對於末端管理需完整考量的權限設定、人力分派、資料查詢、資訊更新維護等，且介面便於管理人員操作使用，方能達到導入 RFID 應用提升效率的目的。



## 第五章 系統規劃成果與成效分析

本研究實作驗證階段前期完成硬體選擇、感應點位佈建，以及 RFID 系統和資料庫運作架構規劃，接續依據點位與系統架構進行系統操作介面設計，並選定桃園地區廢車粉碎處理廠進行實地測試，確保選用設備感應與資料傳輸運作無虞，以及系統設計流程與作業標準相符性，並將記錄操作時間，分析 RFID 系統使用前後的差異，以驗證應用 RFID 系統於廢車粉碎處理廠環境管理上的成效。

### 5.1 設備規格

依據廢車粉碎處理廠廠區狀況與本研究規劃的 RFID 應用方式，經篩選後選定 RFID 設備規格如下。

#### 一、電子標籤

- ISO/IEC 14443A 被動式唯讀晶片
- 高頻無加密，感應頻率 13.56MHz

#### 二、移動式讀取設備

- 作業系統：Android 4.1
- 處理器：NVIDIA Tegra 3 四核心
- 感測器：NFC、GPS

#### 三、傳輸設備

- 無線傳輸標準：HSPA+/HSPA/UMTS/EDGE/GPRS/GSM
- 工作頻段：HSPA+/HSPA/UMTS：2100/900MHz





- 無線加密：64/128 位元 WEP 加密、WPA/WPA2-PSK(AES/TKIP)加密

#### 四、伺服器規格

- XenServer 虛擬主機：6cpus、記憶體 1024GB
- 作業系統：Microsoft Windows 2008R2 Enterprise
- Internet Information Service：7.5
- Framework：4.0

#### 五、行動端查核系統

- DataBase：SQLite
- 開發工具：eclipse、MS Visual Studio、phonegap
- 程式語言：html5、jQuery、css3
- 資料庫：SQLite
- 資料交換方式：Web Service
- 資料交換格式：json

#### 六、管制端管理系統

- DataBase：MicroSoft SQL server 2008
- 開發工具：MicroSoft Visual Studio 2010

## 5.2 電子標籤點位佈建

依據環境管理作業所需，並將查核事項依據轉換為資訊系統點選獨立性，本研究將廢車環境管理查核作業規劃為 77 項查核事項，並依據分區查核實際所需規劃 69 個 RFID 電子標籤點位；所採用的電子標籤為 NFC 通訊標籤，NFC 標籤為符合 ISO

14443a(Mifare)之超短距離非接觸式卡類，其使用 13.56 MHz 工作頻率，卡片可重覆讀寫且具有唯一識別碼 (Unique Identifier; UID)及 144 Bytes 的記憶空間，以利寫入本研究自設的識別碼。每張 NFC 標籤在管制端雲端管理系統中都可關聯到該卡片的 UID 碼、自設的識別碼和所屬大、小區域，以及標籤所在座標等資訊，作為後續人員管考資訊參考。

為避免金屬屏蔽效應，電子標籤黏貼時先貼附於 50mm 保麗龍上，再安置於廠區應查核項目鄰近區域適當位置；標籤黏貼的高度分成 2 類，一類黏貼於設備上方，如油水分離機的刮油帶箱外，或消防滅火器等，主要為使查核人員能實際「近身仔細觀察」進行查核；另一種則約高度為 130cm，此類多為貯存區大範圍目視查核項目，以胸前高度便於查核人員進行感應後點選查核結果，以便快速進行下一項查核作業。本研究以規劃模廠所設置的 69 點位分布如圖 5-1 所示。



圖 5-1、電子標籤設置點位分布示意圖



### 5.3 行動端查核作業系統

本研究採 RFID 電子標籤感應觸發平板電腦呈現應查核內容，替代傳統人力表單填寫方式，因此以環境管理作業程序為基礎完整規劃查核作業的系統後，接續則依實際操作所需設計系統介面。

介面設計除了需符合操作功能性必須考慮使用者便利性以縮減操作時間，避免介面過於複雜不易判定或區位過小不易點選而產生非必要的時間延誤影響 RFID 應用成效。

#### 5.3.1 人員管控

人員管理是所有管理的基礎，多數管理上弊端來自於人為的刻意操控或疏漏，而減少近年來資源回收業者管理上弊端為本研究的主要動機，因此本研究在操作系統設計上首要為人員管控功能。除藉由管制端管控人員排班狀況並以個人感應登載對應執行狀況，藉除避免人員勾結廠商的舞弊情形產生，並可對應查核成果分析各查核區段的合理執行時間，以及記錄個人執行疏漏情形，以強化在環境管理執行上的品質，人員管控系統介面如圖 5-2 所示。



圖 5-2、人員管控系統介面示意圖



### 5.3.2 選擇查核時序

對廢車粉碎處理廠的環境管理作業依據廠區內作業情況不同，而伴隨產生各種應執行查核事項組合，行動端的基礎查核源於早上廠方開始進行廢車殼粉碎處理運作前，其查核結果將連動影響後面各時序的必要性和細部應查核項目；而此部分皆依照前章所描述的系統規劃模式進行，以仿效 CEP 模式建置依存性連動資料庫將相關事件鏈結，此方式除簡化稽核人員判定程序，也藉以建立防呆機制避免人為判定可能產生的疏漏，操作介面如圖 5-3 所示。



圖 5-3、查核時序系統介面示意圖

### 5.3.3 執行區位查核

由於廢車粉碎處理廠面積廣大，行動端查核系統介面將依照各區域查核特性建置，並將共同項目納入各區位中，以便於稽核人員操作使用；另依照查核項目屬性提供必要佐證資訊以增加查核作業正確性，以及採行管制端資訊管控與系統自動比對功能，除簡化流程減少人工比對時間，也強化資訊管控嚴謹度，佐證資訊與自動比對介面呈現如圖 5-5 所示；查核結果建置在介面設計上則簡化為單一點選與複合下拉選單模式兩種，除了藉簡化僅為兩種操作方式加速執行速度，也便於後續資料

庫資訊鏈結與統計之用，查核成果操作介面呈現如圖 5-5 所示。



圖 5-4、查核佐證資訊與自動比對介面示意圖



圖 5-5、查核填選方式介面顯示示意圖

### 5.3.4 確認查核成果

由於對廢車粉碎廠應執行的環境管理項目繁多，且依據各查核時序和查核情境有多樣的組合，加上本研究佈建的 69 點位分散於各區；為能便於管控查核作業確保人員疏漏，在介面設計上除提供稽核人員可自行主動查詢未查核事項，亦由系統自動比對鏈結應複查事項，於預設時限提醒稽核人員與管制端尚未完成項目，查核成果確認介面功能設計如圖 5-6 所示。



圖 5-6、查核成果確認顯示介面示意圖

## 5.4 管制端雲端管理系統

本研究所設計的 RFID 應用為雙向資訊匯流模式，除了經由行動端匯入查核成果於資料庫，管制端的資料管控相同影響本此 RFID 應用研究的成效；因此，在管制端系統介面設計上，除了運算分析結果的查詢功能需完整，亦需考量廠商資訊建置功能的完整性，以確保資料庫中查核佐證比對的基礎資訊完備。

### 5.4.1 資料更新維護

業者資訊審核與比對是環境管理中常見的方式，也是管理的重要基礎，以資源回收體制而言，業者送審核的資格文件內即包含多樣資訊，從公司登記資料、設備規格、應變措施、處理程序與量能等管理上均需經法令規範核可，因此相關資訊在管理作業上必須比對確認；另外，審核比對出廠物料處理合約以確保妥善最終處置，亦為環境管理作業中重要工作，均須納入管制端建置功能系統介面中。

傳統以紙本進行查核作業規範稽核人員到場逐一進行文件比對，稽核人員是否確實執行難以確認，且耗時又易產生疏漏；本研究由管制端審核文件後建置資訊，



將環境管理作業中應比對資訊均納入 RFID 系統資料庫進行管制，除可確保提供正確業者資訊予行動端進行確核，部分資訊亦可由系統自動比對以簡化作業時間提高管理效率，管制端資訊建置系統介面如圖 5-7 所示。

The screenshot displays a web-based interface for waste recycling audit and certification. The main content area is titled '基本資料' (Basic Information) and contains a form for entering vehicle details. The form includes a dropdown menu for '貨車類別' (Vehicle Type) set to '機動車輛' (Motor Vehicle). Below this, there are four numbered instructions: 1. \*為必填欄位。 (Required field), 2. 按新增後才可上傳相關文件。 (Upload files after clicking add), 3. 相關證件上傳包含了工牌登記證、處理單質檢登記證、公司登記證。 (Related document upload includes ID card registration certificate, processing single quality inspection registration certificate, company registration certificate), and 4. 相關資料上傳包含了前蓋平置配置圖、緊急逃生路線圖、CCTV 機攝畫面照片檔。 (Related information upload includes front cover horizontal configuration diagram, emergency escape route map, CCTV camera screenshot photo files). The form fields are: \*公司名稱: 上歐源環保科技股份有限公司; \*負責人: 邱超尋; \*公司地址: 桃園縣龜山鄉復興村萬壽路2段19號1F; \*工廠地址: 桃園縣觀音鄉樹林村福建七路1號; 電話: [ ]; 大門口座機 X: [ ]; Y: [ ]. There are buttons for '相關證件上傳' (Upload Related Documents) and '佐證資料上傳' (Upload Supporting Documents), along with '確定' (Confirm) and '取消' (Cancel) buttons. A sidebar on the left lists navigation options: 資料查詢, 統計分析, 報表報表, 訊息發布, 人員管理, 廠商資料, 系統管理, and 個人資料. The top right corner has a '登出' (Logout) button. A circular logo of National Sun Yat-sen University is in the top right corner.

圖 5-7、管控端資訊建置介面示意圖

## 5.4.2 成果分析查詢

環境管理查核模式常為定性查核，定性查核除了易受執行人員主觀意識判斷影響，也常因個人填寫成果在嚴謹度差異造成查核成果在呈現上很大落差，若再將資料建置的疏漏因素納入，所獲得結果可能與原事實差距更大，且因採定行描述方式使資料在統計分析作業上較困難，也更易產生資料歸類錯誤。

本研究在 RFID 資料庫系統規劃時即進行時序、區位與查核成果分類，使資料結構上有完善的資料屬性區分，並且詳細思考各類發生情境，依情境設定查核事項與各關聯事項的運算機制；藉此模式使行動端查核成果鍵入後，即可以雲端運算方式快速進行資料統計分析，以供管制端進行查詢，管制端成果查詢介面如圖 5-8 和圖 5-9 所示。



圖 5-8、查核成果查詢介面示意圖



圖 5-9、成果分析查詢介面示意圖

### 5.4.3 通報與管理

為資料庫安全和資料分層審核機制，本研究在管制端針對使用權限、使用歷程設計管控介面，以因應管理上資料檢核所需；此外，因廢車粉碎廠廠區寬闊，且進行廢車殼處理作業時噪音較為顯著，為便於與現場聯繫溝通於管控端介面增加通報功能，作為與行動端突發狀況快速溝通管道，前述介面如圖 5-10 和圖 5-11 所示。





圖 5-10、使用權限與歷程管控介面示意圖



圖 5-11、通報功能介面示意圖

## 5.5 成效分析

基於補足資源回收業者環境管理缺漏之處為動機而構思本研究，並以 CEP 模式為基礎設計 RFID 應用系統，在研究初始即預設六項研究目的，經詳細完成系統規劃與設計後進行實測，確認 RFID 應用目標達成狀況並分析其成效。


本研究選擇屬於環保署資產位於桃園縣的觀音廢車粉碎廠進行 RFID 系統功能與成效評估實廠測試，並設計以下測試步驟將其成果作為後續效益評估依據。

- 依據系統規劃的各區位查核點位黏貼 RFID 電子標籤
- 繞場測試確認各點位感應正常未受屏避效應干擾，並測試應伴隨產生的行動端佐證資料與查核成果鍵入介面均顯示正常
- 將原系統設計的九大分區 69 點位，依照相鄰性分為五大測試區
- 由兩名人員依查核標準程序測試 RFID 系統，為了與原址本查核進行對照先僅執行開工前查核（系統設計為處理作業前查核），共兩次
- 再由兩名人員交叉執行五大測試區查核作業各四次，且每次併入相鄰測試區逐次擴增範圍，以比對增加電子標籤點位耗用工時的變化，總計二十次
- 自 RFID 系統資料庫提取兩名測試人員所執行的 RFID 系統測試時間，開工前查核以及分區執行的各四次時間，取兩人測試結果的平均值為比較基準
- 紀錄十天採紙本作業各查核類別耗用的時間，並計算各類別平均耗用時間
- 比較相同僅執行開工前查核以及完成全區所有查核作業，紙本作業與採用 RFID 系統兩者所耗用時間的差異
- 分析逐步擴增測試區範圍所產生電子標籤感應點位增加的耗時變化情形

### 5.5.1 達成狀況分析

#### （一）確實到位查核

確實查核為環境管理首要，以往資源回收業者管理曾發生的弊端多數來自於刻意包庇而避開某些查核項目，或不慎疏漏而使業者有機可趁；本研究於各



預設查核點佈建 RFID 電子標籤，迫使稽核人員確實逐點到位感應，並於感應後傳遞查核項目要求點選查核，且以查核前登入系統作為人員管制依據，確保查核作業輪流執行，避免人員為包庇廠商而刻意持續執行，藉由應用 RFID 系統管控確實達成此預設研究目的。

## (二) 正確佐證資訊

在我國對受補貼資源回收業者嚴密的稽核認證制度下，未確保資源回收物品能妥適處理，業者需提送多種文件送交審核；本研究結合 RFID 與雲端系統使相關資料審核後載入資料庫系統中，藉由關聯事件觸發提供給執行端正確佐證資料，並將部分採用自動比對方式減少人工查證錯誤率，此方式是本次研究大幅減少查核時間的主要因素，不僅達成預設的資訊正確性，附帶產生成本縮減的效益。

## (三) 提醒未查事項

廢車粉碎處理廠面積廣大，且各區位應查核事項多數相異，以往採紙本作業時很可能就被忽略而任意填寫；但本研究藉佈建電子標籤促使稽核人員必須逐一查核，但由於 69 點位數量眾多，加上後面時序還可能需複查前段時序缺失，因此設計一定時限後由雲端系統自動比對資料庫發出提醒，將可有效避免疏漏產生未查詢事項。

## (四) 縮減建置時間

改變以往傳統於紙本上書寫，本研究 RFID 系統搭配平板電腦，並於操作介面簡化設計為點選和下拉選單，藉由無線傳輸科技立即將查核成果傳送至管制端，完全免去紙本自執行端遞送至管制端時間，以及紙本送達的分類整理和建置，大幅縮減管制端作業人力，也將可達到成本縮減效益。



#### (五) 即時現況分析

由於搭配平板電腦與無線傳輸作業，且資料庫系統設計採 CEP 模式先行建構關聯事項與運算機制，因此不僅可將查核結果立即於管制端進行查詢，亦可即刻顯示整合分析結果，有助於管控端監控業者實況，減輕稽核人員疏忽未發現的風險，本研究以平板電腦作為 RFID 系統讀取器完成該預設目的。

#### (六) 合理工時推估

由於採用資訊系統點選方式記錄查核結果，並於資料庫系統中預留時間資料空間，對於所有查核事項所耗用的時間將完整記錄下來；為避免人員未確實查核判定即點選結果，而產生管理上風險，藉由紀錄查核時間進行合理工時推估，可有效防止該類情事發生。

### 5.5.2 成本效益

本研究主軸為利用 RFID 技術強化廢車粉碎處理業環境管理作業，屬於管理模式改進的方法測試，除了定性比較判定研究成效，將藉由實際工時差異作為主要的量化成效評估指標；因此，藉由設計的實地測試方法，比對前後時間差異結果，並推算所產生的成本降低幅度作為本研究量化效益。

#### (一) 實測結果

對於廢車粉碎業者環境管理查核工作總共分為為四大類 40 項查核小項，在業者執行處理作業前應完成的查核項目則為 9 項；應用 RFID 系統後為增加確實度，以及便於資料庫系統資訊彙整，設計為 9 大類 77 個項目類別 69 個 RFID 電子標籤感應點位，而為便於實地測結果比較，再以區域劃分分為 4 大區塊，在業者進行處理作業前則應完成 9 個點位。

經實地測試結果後取其平均數比較差異，傳統紙本作業開工前查核平均為 508 秒，完成全數查核作業則為 2252 秒，測試結果如表 5-1 所示；而以 RFID 系統進行查核作業開工前查核平均為 279 秒，完成全部則為 1084 秒，測試結果如表 5-2 所示。

表 5-1、紙本查核執行項目與耗時統計表

查核項目數	9	14	32	40
耗時 (秒)	508	789	1806	2252
平均耗時 (秒/項)	56.44	56.36	56.44	56.30

表 5-2、RFID 系統查核執行點位數與耗時統計表

查核點位數	9	24	33	43	69
耗時 (秒)	279	687	812	893	1084
平均耗時 (秒/點)	31.0	28.6	24.6	20.8	15.7

## (二) 成果分析

由前述實測結果可以看出，開工前查核以傳統紙本查核和 RFID 系統查核作業相差 229 秒差異看似並不很大，但已節省約三分之一時間，可見驗藉由點選方式明確耗時減少；開工前查核多數屬於同區位的室內文件比對查核，較少部分採用管制端資料審核鍵置後自動比對，因此也耗時較多，但代表項次的點位數增加感應時間的增加較為顯著。

而對於以 RFID 系統完整執行所有環境管理項目查核，則與採用紙本查核有相當顯著的差異，兩者相差 1168 秒，節省將近 20 分鐘的時間，此主要應是紙本作業填寫描述性的查核狀況較為耗時，而採用下拉式或點選式鍵入查核結果相對便捷許多，且經操作多次熟練後成效更為顯著。另外，比較查核項次逐

漸擴增的效果，更可以看出 RFID 系統使用前後的差異，由於以紙本查核各項目填寫均為獨立描述，且因各類別查核內容的不同，需描述的狀況也各不盡相同，因此項目的增加與查核耗時似乎沒有顯著相關聯性，如圖 5-12 所示；但以 RFID 系統查核則可以很顯著的關聯性，隨查核點位數增加，平均每個點位的執行耗時就越低，如圖 5-13 所示。

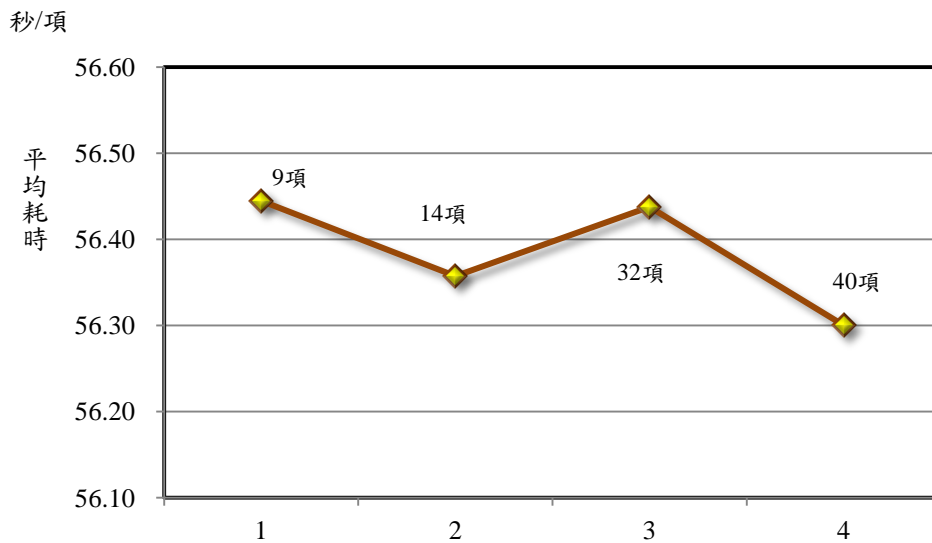


圖 5-12、紙本查核項目擴增平均耗時分析圖

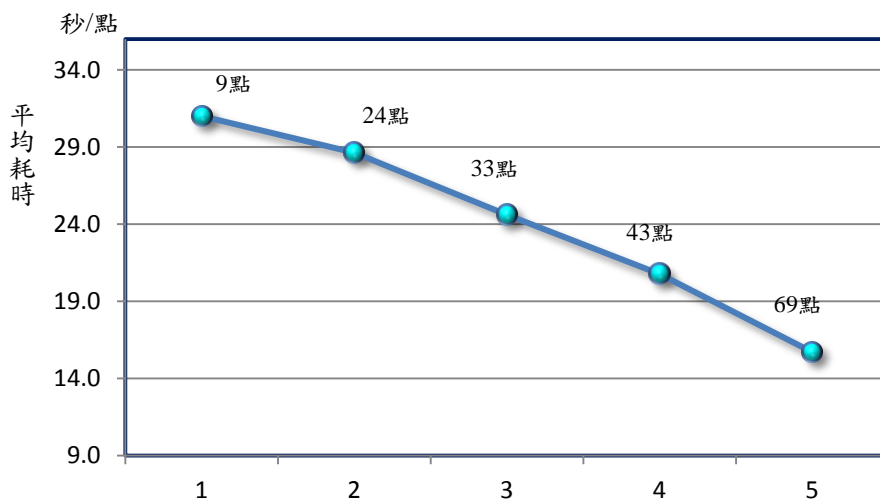


圖 5-13、RFID 系統查核點位數擴增平均耗時分析圖



### (三) 效益分析

目前國內法令規範對於廢車粉碎處理廠環保署委辦的稽核認證團體均需於每個工作日派駐人員，以執行包括環境管理作業的稽核認證工作，國內目前於北、中、南共有五家廢車粉碎處理廠；另依據行政院主計處「受僱員工薪資調查統計」資料，2015年4月份「其他專業、科學及技術服務業人員」平均每人每月薪資為45,877元，換算平均日薪為1,529元，每日工作時數8小時，而2015年度工作天數為250天，將以前述資訊作為人力運用效益計算基礎。

行動端每年縮減的查核作業人力成本最少為77,511元，而管制端減少的資料整理分析成本為82,566元，減少資料遞送費用為34,112.5元，而對於減少於新進人員的適應等待期與訓練人力支出為13,761元，總計為每年可精簡之成本至少為207,950.5元。

RFID系統開發成本部分，硬體設備費用包括電子標籤69片、行動WIFI五個、平板電腦5台，另外還有軟體開發費用；電子標籤每片約為7元，行動WIFI與平板電腦一組約為一萬元，RFID系統操作介面與雲端管制系統開發約為150萬元，整體軟硬體開發成本為1,552,520元。

由前述可知，就實際成本支出而言預計約於7年半後可以回收，但實務上藉RFID以有效管理業者避免環境污染以及溢領環保署補貼費，所產生的體系管理效益將遠大於系統成本效益。各項支出與節省費用計算，詳述於後。

#### 1. 系統開發支出一軟硬體費用

硬體中的電子晶片數量會因各廠區消防設備數量不同而有些微差異，雖測試模廠布建電子晶片69個點位，但其他另外四家廠布建點位不一定相同；因此將以五家廠360個電子晶片計，並於五家廠各放置一組平板電腦與行動WIFI。總RFID開發軟硬體費用計算如下：



$$360(\text{個}) \times 7(\text{元/個}) + 5(\text{組}) \times 10,000(\text{元/組}) + 1,600,000(\text{元}) \\ = 1,652,520(\text{元})$$

## 2. 行動端費用節省－作業模式改變

由於環境管理查核作業會依當日開工前查核狀況，以及業者產出物清運狀況而有不同情境的查核組合，為便於統計並與紙本作業對照，實地測試以 RFID 系統進行環境管理查核作業，僅採用全數點位數查核為計算基礎，暫時不考慮不同時序與情境下的其他查核狀況；依據表 5-1 與表 5-2 內容，以 RFID 協助環境管理查核在行動端作業，單次查核循環將可節省 1,168 秒，由於當日尚有其他時序查核，因此所測得的時間差為行動端最低節省時間。其減低的人力費用計算如下：

$$1,168(\text{秒/日}) \times 250(\text{日/年}) \times [1,529(\text{元/日}) / (8 \times 60 \times 60)(\text{秒/日})] \times 5(\text{家}) \\ = 77,511(\text{元/年})$$

## 3. 行動端費用節省－資料遞送

此外，以紙本查核完成後須定期由人員遞送於分區管理中心，再由分區管理中心統一寄送總管制中心，相較於採用雲端網路作業增加人員遞送的時間，以及郵寄產生的費用，以北中南三區人員每周送回分區管理中心一趟車程增加 40 分鐘計，三區共 120 分鐘，每年有 52 周，扣除年節以 50 周計；郵寄費用則以郵政包裹跨縣市逾五公斤未滿十公斤每次 100 元計，三區分別於每周寄回總管制中心；相關遞送費用減少為每年 34112.5 元，計算如下：

$$\{ [1,529(\text{元/日}) / 8(\text{小時/日})] \times 2(\text{小時}) + 100(\text{元}) \times 3(\text{區}) \} \times 50(\text{次/年}) \\ = 34,112.5(\text{元/年})$$





#### 4. 管制端費用節省－資料彙整分析

管制端最直接的效益為減少表單整理、審核、資料鍵入，以及資料統計分析等資訊處理時間的耗用；原有表單於各分區管理中心整理的耗時，五家業者原本以紙本作業於管制端針對資料整理統計分析等工作，每月約需要5個人天，使用 RFID 系統查核大幅降低至 0.5 個人天，因此每月資料處理分析時間減少 4.5 個人天。

$$12(\text{月/年}) \times 4.5(\text{日/月}) \times 1,529(\text{元/日}) = 82,566(\text{元/年})$$

#### 5. 管制端費用節省－調適與訓練

另由於 RFID 系統迫使行動端查核人員依電子標籤感應回饋項目指示執行，使人員直接且快速熟悉查核標準與流程，而管制端透過預設的雲端系統，直接於系統介面呈現分析結果，並利用系統介面管控業者基本資訊變動，兩者均可快速增進新進人員對作業模式的熟悉度，有效減低新進人員訓練時間；而在人員訓練部分，假設現場查核人員與管制端工程師每三年有一人因離職或調職而需遞補新人，原本紙本作業與 RFID 系統查核兩者產生第一年的摸索調適期與訓練人力差距約為 27 個人天，每年平均為 9 個人天。

$$9(\text{日/年}) \times 1,529(\text{元/日}) = 13,761(\text{元/年})$$

### 5.5.3 減碳成效

減低碳排放並非為本研究主要目的，但由於自紙本填寫的查核方式，改變為採用平板電腦點選查核結果，將可以減少紙張的用量，減少部分碳排放成為本研究附帶得到的效益。

依據環保署碳係數資料庫，原生木漿影印紙碳排放係數為 4.24 (KgCO<sub>2</sub>e/公斤)，

而再生影印紙碳排放係數則為 3.08 ( KgCO<sub>2</sub>e /公斤)；對於廢車粉碎處理業執行環境管理查核所需的紙張用量為每天 20 張，且由於需由認證單位與廠商個留存一份，一年約 250 個工作天，則需耗用 10,000 張的用紙量。

一般常見影印紙包裝為每包 500 張，重量為 80 磅，導入 RFID 系統於廢車環境管理查核作業將可減少 20 包 80 磅的紙張用量，每包重量約 2,182 公斤，亦即若為一般原生紙漿影印紙則每年減少 185.0336 公斤的碳排放，而原為採用再生紙則是每年減少 134.4112 公斤的碳排放，計算式如下：

1. 原生木漿影印紙

$$\begin{aligned} & 4.24 \text{ ( KgCO}_2\text{e /公斤)} \times 20 \text{ (包/年)} \times 2.182 \text{ (公斤/包)} \\ & = 185.0336 \text{ ( KgCO}_2\text{e /年)} \end{aligned}$$

2. 再生影印紙

$$\begin{aligned} & 3.08 \text{ ( KgCO}_2\text{e /公斤)} \times 20 \text{ (包/年)} \times 2.182 \text{ (公斤/包)} \\ & = 134.4112 \text{ (KgCO}_2\text{e /年)} \end{aligned}$$



## 第六章 結論與建議

隨科技發展帶動全球消費趨勢與區域經濟發展的改變，跨國商品交易已經成為常態，材料科技進步也使人類能使用更多不同的物質製造出符合需求的商品，相同地多樣性的商品帶來更複雜的廢棄物處理問題。1988 年日本東北大學南條道夫教授提出城市礦山(urban mine)的概念，使消費行為帶來的資源回收價值逐漸被重視，而近年中國崛起更帶動稀土金屬的議題，國際間清楚瞭解資源回收已不僅是循環利用，更可能是未來影響主權的無形經濟戰之基礎。

城市礦山中主要的車輛與電子產品隨科技發展採用的稀土金屬比例已逐漸提高，以近年各大車廠致力發展的電動車為例，其主要元件製造所使用鐳、鈹、鈳等稀土金屬需求逐漸增漲，電子商品廣泛使用的稀土金屬種類與數量更是顯著攀升；面對科技發展與資源利用狀態的改變，資源回收關鍵議題不僅在於回收分類與提煉技術的提升，更需要有前置的良好回收管理工具與策略，以確保資源物質能妥善回收和確實分類處理，才能真實達到資源有效循環利用目的。

### 6.1 研究結論

本研究以改善國內現有資源回收制度管理缺漏處為發想，希望改變傳統人力巡檢管理模式，藉由近年發展成熟的 RFID 系統，配合進步快速的觸控式平板電腦，強化於環境管理作業執行的嚴謹度。

除了藉由科技工具的輔助，為了達成效能改善的目的，採用複合事件處理 CEP 模式進行資料庫系統規劃，將原有時間與空間交錯的複雜管理作業有效區分，並且使資料鍵入後快速連結，以便於搜尋、整合與分析。

利用 RFID 等科技工具的特性，以及妥善規劃軟硬體與制度的結合，使本研究經



實地測試後達成以下的成效：

1. 藉由 RFID 系統中電子標籤必須貼近感應的特性，確保環境管理執行人員確實依照規範逐一執行，有效避免人員未確實到位查核而自行填寫結果的情形發生。
2. 因採用 RFID 連結雲端系統管制，使人員需依時序詳實查核廠商粉碎分類作業是否確實，並於產出物出廠實地查核確保廠商依申報內容妥善最終處置，不僅提升回收率計算精確度，亦符合歐盟廢車指令管制精神。
3. 以下拉式與點選式的電子介面取代原有管理巡查的紙本手寫方式，除了改善查核作業中天候影響的不便因素，經由實地測試證實有效減少查核作業的耗時，確實達成科技工具導入提升管理作業效能的目的。
4. 藉由完整規劃而預設的資料庫串接功能，有效整合不同時間、空間與業者異常情境應執行的環境管理工作，除由系統主動提供應執行項目予執行人員，資料庫連結彙整後產生警示提醒，兩者相輔有效減低人員疏漏情形發生。
5. 由管制端統籌管理佐證資料，再藉由系統傳遞更新資訊予行動查核端，有效達成文件管控確實更新的目的，並藉由資料庫自動比對功能與介面點選功能減低人員未檢視佐證資料的而填寫查核結果的情形。
6. 網路技術的發展結合觸控電子設備增進資訊傳遞的便利性，不僅降低文件整理彙整的耗時，避免人力資料建置產生的誤植，有效提升管理資訊的正確性；更可藉由即時分析與影像傳送由管制端立即提供行動查核端最佳處理模式，強化環境管理作業效能減低時間延續產生危害擴大的風險。
7. RFID 的導入確實發揮增加管理嚴謹度與縮減作業時間的效益，未來不僅應落實於廢車處理廠的環境管理，亦可推廣於各類資源回收物品管理作業上。



## 6.2 發展建議

科技發展的迅速使許多原為想像的事物均能很快實現，跨領域的整合應用已是未來時勢所趨，結合新的科技工具輔助規劃與管理，以提升完整性與嚴謹度使執行效能能大幅提升，也一直是各領域研究發展不變的方針；本研究嘗試將已成熟發展的 RFID 系統硬體技術與傳統的資源回收管理作業結合，確認可達到初步的實際成效，研究中尚有許多相關可延續發展之處，茲建議如下：

1. 本研究 RFID 應用模式可有效利用於各類巡查管理作業，惟後端資料庫系統情境規劃的完整性將是研究發展的關鍵，透過詳細的構思與雲端的整合運算功能，才能達到預設的科技應用成效。
2. 物料妥善分類與儲存管理將是將來資源回收管理最重要的課題，可藉由 RFID 物流管理模式的運用，並整合 RTLS 與 GIS 系統，於資源回收物處理後產出的再生料與廢棄物出廠後嚴密追蹤，確保物品妥善送交適當的最終處理機構，或藉以規劃最佳運送路徑，降減運送成本，提高產出物經濟價值。
3. 結合已逐漸發展的其他辨識技術，例如指紋辨識或 3D 立體影像辨識，可取代研究中 RFID 系統中電子標籤功能，且更嚴謹防範人員替代執行的可能性。
4. 透過 RFID 系統提升環境資訊管理效能，經由時間延續所蒐集的大量數據，可採數據整合方式分析業者管理作業的要素，藉由該要素變動狀況建置預警系統，提供更精確可能異常情境的預防警示機制，防範可能的危害產生。

## 參考文獻



### 英文文獻

- Abdoli, S. (2009) RFID Application in Municipal Solid Waste Management System. *Journal of Environ. Res.*, 3(3), 447-454.
- Azmi, M., Saman, M. Z. M., Sharif, S., Zakuan, N., Mahmood S.,(2013) Proposed framework for ELV recycling system implementation in malaysia. *Proceedings of the 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing*
- Hannan, M.A., Arebey, M., Begum, R.A., Mustafa, A. and Basri, H. (2013) An automated solid waste bin level detection system using Gabor wavelet filters and multi-layer perception. *Resources, Conservation and Recycling* 72, 33-42.
- Hiratsuka, J., Sato, N. and Yoshida, H. (2013) Current status and future perspectives in end-of-life vehicle recycling in Japan. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 16(1), 21-30.
- Jaselskis, E. J., ASCE, A.M., and El-Misalami T. (2003) Implementing Radio Frequency Identification in the Construction Process. *Journal of construction engineering and management* 129,680-688
- Joung, H.-T., Cho, S.-J., Seo, Y.-C. and Kim, W.-H. (2007) Status of recycling end-of-life vehicles and efforts to reduce automobile shredder residues in Korea. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 9(2), 159-166.
- Kim, K.H., Joung, H.T., Nam, H., Seo, Y.C., Hee Hong, J., Yoo, T.W., Lim, B.S. and Park, J.H. (2004) Management status of end-of-life vehicles and characteristics of automobile shredder residues in Korea. *Waste Manag* 24(6), 533-540.
- Kohlmeye, R. (2013) End-of-life vehicles recycling in Germany. *Proceedings of International Workshop on 3R Strategy and ELV Recycling*
- Landt, J. (Oct.-Nov., 2005) The history of rfid. *IEEE potentials*, 8-11
- Luvisi, A. and Lorenzini, G. (2014) RFID-plants in the smart city: Applications and outlook for urban green management. *Urban Forestry & Urban Greening* 13(4), 630-637.
- Manomaivibool, P. (2008) Network management and environmental effectiveness: the

management of end-of-life vehicles in the United Kingdom and in Sweden. *Journal of Cleaner Production* 16(18), 2006-2017.

Ngai, E.W.T., Moon, K.K.L., Riggins, F.J. and Yi, C.Y. (2008) RFID research: An academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics* 112(2), 510-520.

Sakai, S.-i., Yoshida, H., Hiratsuka, J., Vandecasteele, C., Kohlmeyer, R., Rotter, V.S., Passarini, F., Santini, A., Peeler, M., Li, J., Oh, G.-J., Chi, N.K., Bastian, L., Moore, S., Kajiwara, N., Takigami, H., Itai, T., Takahashi, S., Tanabe, S., Tomoda, K., Hirakawa, T., Hirai, Y., Asari, M. and Yano, J. (2013) An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 16(1), 1-20.

Simic, V. and Dimitrijevic, B. (2013) Modelling of automobile shredder residue recycling in the Japanese legislative context. *Expert Systems with Applications* 40(18), 7159-7167.

Smink, C.K. (2007) Vehicle recycling regulations: lessons from Denmark. *Journal of Cleaner Production* 15(11-12), 1135-1146.

Wang, F., Liu, S. and Liu, P. (2009) Complex RFID event processing. *The VLDB Journal* 18(4), 913-931.

Wang, S.-W., Chen, W.-H., Ong, C.-S., Liu, Li, Chuang, Y.-W., (2006) RFID application in hospitals- a case study on a demonstration RFID project in a Taiwan . *Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences*

Want, R. (Jan.-Mar., 2006) An Introduction to RFID technology. *Pervasive computing*, 25-33

Yao, W., Chu, C.-H. and Li, Z. (2011) Leveraging complex event processing for smart hospitals using RFID. *Journal of Network and Computer Applications* 34(3), 799-810.

Zhao, Q. and Chen, M. (2011) A comparison of ELV recycling system in China and Japan and China's strategies. *Resources, Conservation and Recycling* 57, 15-21.

Zhu, X., Mukhopadhyay, S.K. and Kurata, H. (2012) A review of RFID technology and its managerial applications in different industries. *Journal of Engineering and Technology Management* 29(1), 152-167.

Zorpas, A.A. and Inglezakis, V.J. (2012) Automotive industry challenges in meeting EU 2015 environmental standard. *Technology in Society* 34(1), 55-83.



## 中文文獻

- 王志民，2013，化工廠消防安全設備維護作業導入資訊化巡檢管理應用之研究，碩士論文，國立成功大學建築研究所
- 余暉祥，2010，污水蒐集系統維護管理導入 RFID 技術之探討—以台北市為例，碩士論文，國立臺灣海洋大學河海工程研究所
- 李瀟瀟，2008，RFID 技術應用於消防安全設備維護資訊管理之研究，碩士論文，國立台北科技大學土木與防災研究所
- 林冠良，2012，針對 RFID 包含關係與趨勢樣式偵測之複雜事件處理，碩士論文，國立東華大學資訊工程學系
- 林柏碩，2007，RFID 預埋於營建廢棄物流向追蹤之技術可行性研究，碩士論文，國立中央大學營建管理研究所
- 張志銘，2010，應用 EPCglobal 網路架構建構環保生態公園物聯網，碩士論文，逢甲大學資訊電機工程碩士在職專班
- 許慶章，2012，自來水管線設施導入無線射頻辨識之研究，碩士論文，國立臺灣海洋大學河海工程學系
- 陳泓郢，2010，RFID 技術運用在營建工地工人管理，碩士論文，國立交通大學工業技術與管理學程
- 陳琦元，2012，結合 RFID 及平板電腦於 TFT-LCD 生產設備巡檢之應用，碩士論文，國立交通大學工業工程與管理學程
- 黃育民，2007，RFID 應用於地下式消防栓設置之研究，碩士論文，國立成功大學地球科學研究所
- 葉日漢，2010，應用無線射頻辨識技術建構營建工地人員門禁安全，碩士論文，國立交通大學工業技術與管理學程
- 鄭耀文、鄭日賢，2012，兩岸廢車回收體系評析與交流專案工作計畫期末報告，行政院環境保護署
- 戴萬平，2010，國家機關與產業發展：馬來西亞與泰國汽車產業政策的政治經濟



網路資料

[www.epc-rfid.info](http://www.epc-rfid.info)

[www.idtechex.com/research/reports/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2014-2024-000368.asp](http://www.idtechex.com/research/reports/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2014-2024-000368.asp)  
[www.idtechex.com](http://www.idtechex.com)

[www.itu.int/pub/R-REP-SM.2255](http://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2255)

[www.rfidineurope.eu/sr](http://www.rfidineurope.eu/sr)

