

東海大學會計學系碩士班

碩士論文

生產效率改善模式之研究：大數據分析方法

**A Study on Production Improvement Model
for Cable Ties: Under Big Data Analysis Perspective**

指導教授：許恩得博士

研究生：張怡瑄 撰

中華民國一〇六年七月

謝辭

透過撰寫論文的過程中，讓我得以磨練自己的耐性以及提升自己的專業能力。能順利完成論文，一定得感謝許恩得老師的指導與教誨，更加感謝老師花費許多寶貴時間來與我討論，並讓老師費心於我的論文架構及字句表達上。而當我在學習上有遇到瓶頸時，也是老師給我許多建議及開導，藉此感謝老師的提攜與教導。

同時，亦要感謝百忙之中仍撥空參與論文口試的朱炫璉老師及潘虹華老師，感謝兩位老師仔細針對本論文提供寶貴的建議，以及提供我另一個面向的思考，使得本論文在撰寫上更加完善與嚴謹。

本論文能撰寫完成，更要感謝個案公司提供寶貴且詳盡的工廠作業資料，且在旁協助我瞭解工廠作業流程，能學習將理論與實務連結是難得可貴的經驗。

最後，感謝朋友的陪伴與支持，以及感謝父母教導我待人處事應有的禮節，培養我獨立負責的個性，告誡我一旦做了決定，就必須有自我要求的決心去完成，並訓練我要有膽量面對各種人事物帶來的壓力，才能迫使我努力完成本論文的撰寫。

張怡瑄 謹誌

于東海會計系

中華民國一〇六年七月

生產效率改善模式之研究：大數據分析方法

指導教授：許恩得博士

研究生姓名：張怡瑄

研究生學號：G04430005

摘要

工業 4.0 的時代來臨，全球製造產業正風起雲湧的邁向智慧化發展。工業 4.0 的概念由德國在 2013 年漢諾威工業博覽會中提出，指的是將物聯網、大數據、雲端運算及人工智慧等技術整合，使價值鏈中各個環節的供應商、製造商、批發商及零售商，甚於至消費者皆能串連在一起。對於管理會計人員而言，工業 4.0 是一個新的領域，智慧化的過程雖然有助於提升現有工作的效率，卻也帶來許多挑戰。

本研究將導入大數據分析方法於個案公司的泰國工廠中，逐步挖掘出資料有用之資訊。其中，工廠的停線記錄中搜尋關鍵字之出現次數，並分析出對應之機台、產品及作業員間的關聯性，其結果可讓現場作業員或管理者事先瞭解可能發生之情況，進而做到預防工作。本研究亦蒐集了泰國當地的新聞與氣象資料進行分析比對，發現當地作業員容易會受社會運動、民俗活動影響，且分析結果打破停電、跳電與雨天有關之觀念。最後，本研究發現工廠人員配置狀況以兩人以上配置最為有效率。

關鍵詞：工業 4.0、大數據、整體設備效率

A Study on Production Improvement Model for Cable Ties: Under Big Data Analysis Perspective

Advisor : Dr. Hsu, Ente

Graduate Student : Yi-Hsuan Chang

Graduate Student No. : G04430005

Abstract

Industry 4.0 eras is coming, and the global manufacturing industry is surging towards the development of wisdom. The concept of industry 4.0 was proposed by Germany at the Hanover Industrial Fair in 2013. It refers to the integration of technologies such as Internet of Things, Big Data, cloud computing and artificial intelligence, so that all parts of the value chain, such as suppliers, manufacturers, wholesalers and retailers, even more to consumers can be linked together. With regard to management accountants, industry 4.0 is a new area. Although the process of surging towards the development of wisdom helps to improve the efficiency of work, it also brings us many challenges.

In our study, we will introduce a Big Data analysis method to the factory of the case company in Thailand, and gradually dig out the useful information. Among all of the results, searching the number of occurrences of the keywords in the plant's stop record and analyzing the correlation between the machine, the product and the operator can allow the field operator or manager to know in advance what situation may occur. And they can do preventive action in advance. Our study also collected the local news and meteorological data in Thailand to analyze and compare, and we found that local operators are likely to be affected by social movements, folk activities, and the results of the analysis break the traditional concept which is related to blackout and rain. Finally, our study found that increase the configuration of the factory staff to more than two persons will be the most efficient situation.

Keywords : Industry 4.0, Big Data, OEE

目錄

第壹章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	4
第三節 研究架構	5
第貳章 文獻探討	6
第一節 工業 4.0	6
第二節 大數據	12
第三節 物聯網	18
第四節 人工智慧	21
第參章 研究方法與設計	24
第一節 研究方法	24
第二節 研究架構	28
第三節 個案公司介紹	29
第四節 資料來源與蒐集整理	30
第肆章 結果分析與討論	33
第一節 資料分析	33
第二節 備註記錄之分析	34
第三節 各年月效率之分析	39
第四節 人員配置分析	41
第伍章 結論與建議	44
第一節 研究結論	44
第二節 研究貢獻	46
第三節 未來研究建議	46
參考文獻	47

表目錄

表 3-1	效率衡量與六大損失	25
表 3-2	研究樣本資料之篩選過程	32
表 4-1	樣本敘述性統計分析	33
表 4-2	良品率低之資料	34
表 4-3	以機台、產品及作業員排名之備註內容	35
表 4-4	作業員依班別配置效率	41
表 4-5	作業員配置人數與其記錄失誤率	41
表 4-6	不實記錄與樣本資料之平均整體設備效率	42
表 4-7	作業員配置人數之效率敘述性統計	42



圖目錄

圖 2-1 工業革命之工廠生產型態演進【資料來源：BCM Advanced Research】	7
圖 2-2 工業 4.0 生態系統【資料來源：Roland Berger. 2015.】	8
圖 2-3 臺灣生產力 4.0 推動重點【資料來源：臺灣經濟部】	10
圖 2-4 IBM 對 Big Data 的特性定義【資料來源：IBM】	13
圖 2-5 物聯網三大層面【資料來源： https://www.moneydj.com/HotProduct/HTML/PB60-1.HTML 】	19
圖 3-1 TPM 的 OEE 目標【資料來源：OEE.com】	25
圖 3-2 研究流程圖	28
圖 4-1 主要關鍵字：維修、異常、故障、不工作、停電、跳電、換零件、等待、警報、停水、短路之比重	34
圖 4-2 維修的主要原因之比重	36
圖 4-3 等待的主要原因之比重	37
圖 4-4 警報的主要原因之比重	37
圖 4-5 異常的主要原因之比重	38
圖 4-6 故障、不工作的主要原因之比重	38
圖 4-7 各年各月份之效率折線圖	40

第壹章 緒論

第一節 研究背景與動機

德國在 2011 年德國漢諾威工業博覽會上，首次發表「工業 4.0」的概念，轟動全球，紛紛推出一系列因應政策，跟進德國。其主要發動原因除了企圖解決自然資源耗竭所導致的原物料成本上漲¹外，加上近年來世界各國人口結構朝向高齡化與少子化演變，進而牽動勞動力結構以及商業、消費模式，使得大眾逐漸期望工業 4.0 能帶給未來新的改變²。

工業 4.0 也被稱為第四次工業革命，正式定義於 2013 年德國提交的〈工業 4.0 的定義與實施路徑建議報告〉(Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRY4.0)中，德國政府更把其實施的相關計畫，列為〈高技術戰略 2020〉(High-Tech Strategy 2020)的十大未來項目之一³。

臺灣為了在跟上此浪潮，成為領先群，我國於 2015 年舉辦行政院生產力 4.0 科技發展策略會議，以「成為亞太優質生產力典範」為願景，並參照德國工業 4.0 的概念，提出〈生產力 4.0 計畫〉，進而研擬〈行政院生產力 4.0 發展方案〉(Taiwan Productivity 4.0 Initiative)，其實施對象為占臺灣經濟主幹的中小企業，重點領域包括：3C、金屬加工、工具機、食品、醫療、物流與農業等製造、加工產業，預期提升國內員工薪資與開創新的就業機會⁴。然而，臺灣的經濟發展仰賴於製造業的出口，當中更以半導體產業活躍於國際舞台⁵，但因過度聚焦在半導體產業的發展，加上臺灣傳統觀念偏於保守，導致在第三次工業革命發

¹ 科技報橘，2015，〈若不想缺席第三次工業革命，台灣請思考物聯網+綠色能源〉，<https://buzzorange.com/techorange/2015/04/16/jeremy-rifkin-on-the-internet-of-things-and-the-next-industrial-revolution/>

² 北美智權報，2015，〈2025 台灣大未來 8 大趨勢你掌握了多少？〉，http://www.naipo.com/Portals/1/web_tw/Knowledge_Center/Editorial/publish-234.htm

³ 經濟部電子報，2015，〈德國「高科技戰略」與產業人才政策〉，http://itriexpress.blogspot.tw/2015/01/blog-post_58.html

⁴ 行政院科技會報，2015，〈行政院打造生產力 4.0 製造業、商業服務業及農業三業齊發〉，http://www.bost.cy.gov.tw/News_Content.aspx?n=5331137415276DD6&sms=4C8F2E9B5908645D&s=3D4E1C3925B35795

⁵ 中時電子報，2016，〈觀念平台 - 半導體才是台灣的主打歌〉，<http://www.chinatimes.com/newspapers/20161019000971-260202>

展過程中未能完全趕上世界工業強國，臺灣製造業必須重新思考如何從中脫穎而出⁶。

工業 4.0 時代的來臨，無論是企業的商業模式還是工廠的生產方式，全球供應鏈都必須全面革新。工業 4.0 與前三次工業革命的差別在於不再以製造端的生產力為需求，而是透過顧客價值主張作為整個產業鏈的思維(MacDougall 2014)，以提供顧客低成本、高品質的個性化商品。面對這種新時代思維的改變，企業除了要修改企業文化以及改變自我的觀念、心態外，也包括管理方法的調整⁷。

隨著商業活動和工業製造流程日漸複雜化，人類已經無法協助生產優化和滿足繁瑣的管理作業⁸，加上科技不斷進步，如今自動化機器設備的控制器，皆能記錄巨量的資料，然而，這些資料所蘊藏的資訊並未能充分發揮它的價值。如果機器設備具即時處理大數據的能力，將可以解決許多工業製造流程中所存在的不確定因素，如設備精度缺失所造成的質量變化、零件磨損和衰退而積累造成的設備故障，甚至是整合企業供應鏈形成異業聯盟⁹。工業大數據專家李傑(2016)更指出大數據分析的結果對工業的預測具有較高的精確性。

一直以來，企業在做重要決策時，主要仰仗經理人的過往經驗與個人直覺，但往往容易因為經理人過度自信或忽略市場變化，導致決策結果不如預期，更嚴重一點，甚至會讓組織缺乏效率，漸漸喪失競爭力¹⁰。大數據能提供企業需要的資訊、精準預測到未來，並清楚點出大數據分析的價值，第一步就是要先改變思維，以數據分析結果為基礎，再搭配個人經驗與直覺，才能強化決策的品質和結果(城田真琴 2013)。

發動數位革命的 America Online 創辦人 Case (2016)指出新一波革命，將發生在傳統產業之中，因此，大數據的應用對整個工業體系的價值，將會遠遠超越之前三個時代的傳統工業體系，未來的工業 4.0 時代更將是一個「預測型製

⁶ 科技政策觀點，2015，〈物聯網將掀起工業 4.0 革命〉，

<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10095>

⁷ 科技產業資訊室，2015，〈工業 4.0 時代的價值體系與管理體系〉，

<http://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=11547>

⁸ IBM，2013，〈總經理月訊〉，<http://www-07.ibm.com/tw/industries/fss/overview/201301.html>

⁹ 中時電子報，2016，〈異業結盟 大數據成功要件〉，

<http://www.chinatimes.com/newspapers/20161023000114-260204>

¹⁰ 數位時代，2016，〈大數據全攻略，掌握商業應用的五大關鍵〉，

<https://www.bnext.com.tw/article/41594/big-data-5-keys-to-success>

造」的時代。就現在的科技技術，實施工業 4.0 是有一定的難度，都只能藉由想像存在智慧化的環境¹¹，為了實際探究工業 4.0 的可行性，本研究將試著引領臺灣製造業導入工業 4.0 的思維，模擬出企業智慧化的最佳模式。



¹¹ 高工機器人，2016，〈德國工業 4.0 推進難度也不小 多數中小企業持觀望態度〉，<http://www.gg-robot.com/asdisp2-65b095fb-57183-.html>

第二節 研究目的

大數據分析是工業 4.0 中重要的技術之一，許多企業想要進行數據資料分析時，會發現資料到處散亂無法相容，不同事業部門之間的資料更沒有辦法互通，又或者有些部門為了要調閱另一個部門的資料，整個過程竟然花了一至兩年才獲得授權、同意使用，為了有效解決這些繁雜的內部作業流程問題，企業開始想辦法成立大數據專案，甚至是成立大數據分析部門，為了就是簡化內部作業流程，並且有效進展到數據資料分析階段¹²，然而企業在成立一大數據專案或部門時，會立即增加企業內部營運成本，如果企業未能找到數據應用的價值，或是應用價值與投入成本不符合效益比¹³，將會在大數據探險的路上敗興而歸，因此，本研究將探討企業內部設置大數據分析專案或部門的必要性。

企業在越來越壯大的過程中，不只是企業內部部門間作業流程日漸複雜，在生產產品的製程上也逐日複雜，隨著技術不斷的提升，越來越多與製程相關的巨量資料可以被記錄，包括其歷史記錄、機器設備感測參數、產品品質檢測等…。為提升產品的品質與製程的精密度，提高機器設備作業能力與即時回應能力勢所必行，要能在短時間內增加整體製程效率，必須藉由收集大量且即時之資料，透過資料整理與統計建模等步驟，早一步發現異常製程現象，快速地進行調整，以減少不必要的浪費，更能提升企業整體效率(余承叡 et al. 2016)，因此，本研究將探討大數據分析方法於企業作業流程改善之應用。

大數據的應用，不只能協助製程改善，更能用來分析下游廠商對於產品的需求，能進一步有效對產品生產數量的管控，也能夠依照時間長短來逐步分析對於相同產品的需求增減，最後可以幫助企業在研發、生產、倉儲、行銷、配送等價值鏈中進行動態調整¹⁴，以利企業組織有效落實組織管理¹⁵，因此，本研究將引進大數據分析方法，透過生產作業流程的優化來模擬企業績效改善之模式。

¹² 數位時代，2015，〈不懂大數據的 5 大原則、3 大禁忌？小心金礦變災難一場〉，
<https://www.bnext.com.tw/article/37416/bn-2015-09-17-182050-84>

¹³ 創業新聞，2015，〈抓住大數據商機，CEO 必須改變的 9 件事〉，
<https://meet.bnext.com.tw/articles/view/36537>

¹⁴ 天下雜誌，2015，〈製造業大數據分析，打造新一代智慧工廠〉，
<http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5068696>

¹⁵ 管理知識中心，2017，〈企業如何善用大數據來提升經營績效〉，
<http://mymkc.com/article/content/22599>

第三節 研究架構

本研究共分為五大章，簡單分述如下：

第壹章緒論

說明本研究之研究動機、研究問題及研究架構。

第貳章文獻回顧

說明工業 4.0 及大數據相關文獻，並針對其中理念及主題進行整理。

第參章研究方法與設計

說明本研究問題之研究方法，並說明所採用之方法及衡量基礎之定義、資料選取及來源。

第肆章結果分析與討論

對本研究的研究問題進行大數據分析，並對研究結果進行討論以檢定本研究之問題。

第伍章結論與建議

說明本研究之研究結論、研究貢獻及後續研究之建議。

第貳章 文獻探討

第一節 工業 4.0

Jeremy Rifkin 在 2011 年《The Third Industrial Revolution》一書中描繪出第三次工業革命下的自動化工廠，當眾多讀者還在為第三次工業革命的資訊化和自動化感嘆不已時，第四次工業革命已經悄然降臨。這次的工業革命率先由德國所提出，稱為「工業 4.0」。第二次世界大戰後，個人電腦問世，網際網路開始普及，資訊科技的發展越來越簡便、快速，完全打破當時人類的意識形態，形成資訊化革命。而工業 4.0 將會像資訊化革命一樣，顛覆人類的想像，期待能像好萊塢科幻電影中某些幻想一樣，得以實現。

一、 工業 4.0 的定義與特性

德國在 2011 年漢威工業博覽會上最早提出「工業 4.0」一詞。隔年 10 月，全球最大的汽車零件供應商 Bosch 公司特別組成「工業 4.0 小組」，向德國政府建構一套關於工業 4.0 的發展建議，並於 2013 年漢威工業博覽會中提出工業 4.0 完整之概念。工業 4.0 概念的誕生，不僅意味著德國將成為新一代關鍵工業技術創新者，也揭開全球第四次工業革命的序幕。

韋康博 (2015) 根據德國專家的研究整理出工業 4.0 主要具有三種特徵：第一，透過網路把商業模型與產品設計等領域進行橫向整合，從而徹底改變企業的發展模式。第二，企業可以實現端對端的數位整合，將數位虛擬世界與真實世界融合，滿足顧客日益複雜化的需求。第三，企業內部垂直整合與網路化的製造系統，形成智慧化工廠。

工業革命已經經過了四個階段歷程，目前的工業 4.0 為德國所提出的第四次工業革命，在第一次工業革命階段，以蒸汽動力來實現機械化生產，創造出機器製造設備，更改變了當時的人力和畜牧力的生產模式；第二次工業革命用電力帶動流水生產線與大量標準化生產；第三次革命以電子資訊技術為核心，並借助數控(Numerical Control, NC)技術與可程式邏輯控制器(Programmable Logic Controller, PLC)的支援，使生產流程透明化，這時候對於人力的依賴已降到最低，邁向全自動化生產。在這些基礎下，為突如其來的第四次工業革命

奠定良好的工業基礎，然而，第四次工業革命則針對製造業的應用，將製造業的技術提升為電腦化、數位化和智慧化¹⁶。

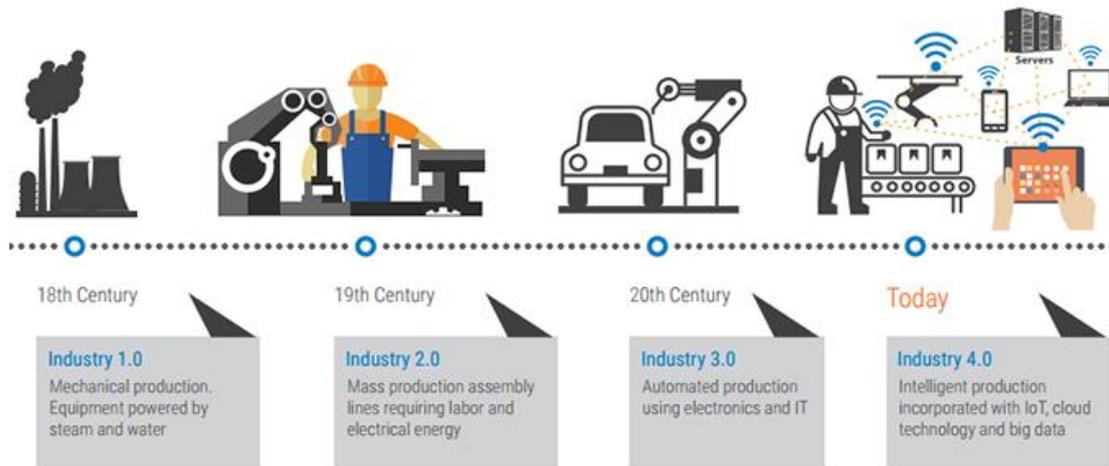


圖 2-1 工業革命之工廠生產型態演進【資料來源：BCM Advanced Research】

工業 4.0 是一個系統體系(System of System, SoS)所完成的生態系統，涵蓋諸多子系統，並且每一子系統間又交互運作，從圖 2-2 的結構我們也可以看出來，其實工業 4.0 不是一個工廠內的課題，而是一個整合與融合後產業鏈的結構。而工業 4.0 是一個產業鏈的結構，並且是一個整合與融合後的產業生態體系，每一個元素或系統皆對應該系統之功能。例如：虛擬網絡-實體物理系統(Cyber- Physical System, CPS)需運用到雲端計算來融合；大數據分析能力可使得機器人智慧化；物聯網(Internet of Things, IOT)、人工智慧(AI)、虛擬實境(VR)、3D 列印、感測器、奈米與先進材料等為工廠提供了前所未有的敏捷、精準、高效率的製造環境¹⁷。

總而言之，工業 4.0 是透過資訊通訊科技(Information Communication Technology, ICT)的發展力量，應用物聯網(Internet of Things, IOT)整合實體與虛擬的世界，並在研發前與客戶進行討論與設計，同時搭配靈活的智慧自動化製造、智慧化能源、智慧化運輸網路的生產環境，為提供客戶打造個人化產品與服務，進而整合出嶄新的製造業價值鏈。

¹⁶ Federal Ministry of Education and Research, 2013, 〈nano.DE-Report 2013〉, https://www.bmbf.de/pub/nanoDE_Report_2013_eng.pdf

¹⁷ 壹讀科技, 2017, 〈工業 4.0：構建工業物聯網生態系統的正确姿勢〉, <https://read01.com/g88nO7.html#.WY64yFEjE2w>

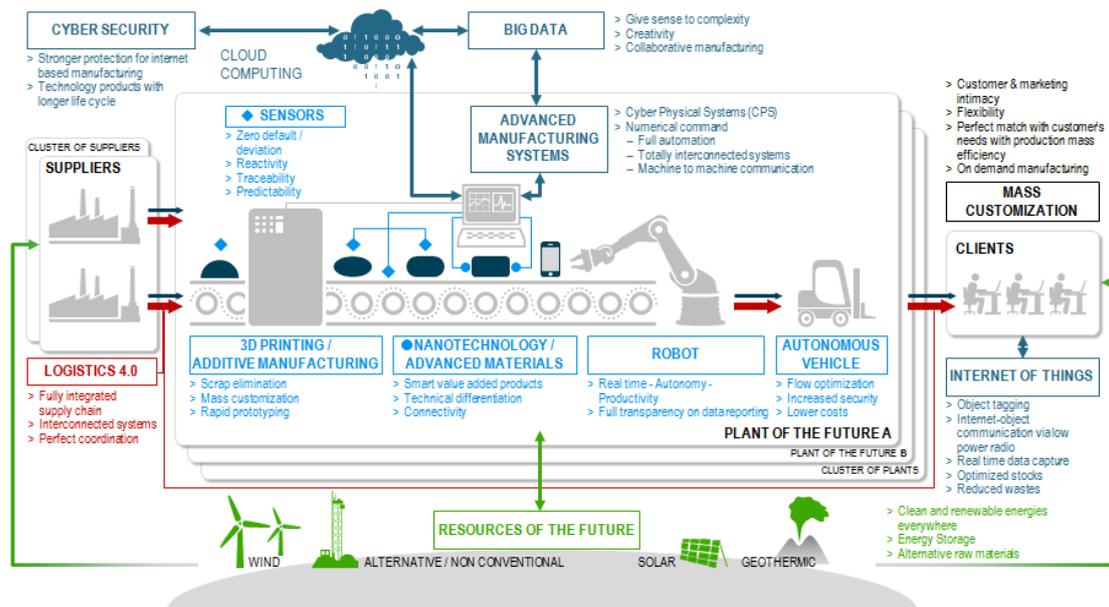


圖 2-2 工業 4.0 生態系統【資料來源：Roland Berger. 2015.】

工業 4.0 將資訊化產業與工業化產業融會貫通，除了完成全方位的資源整合，也使得全方位互聯，無論是應用在機器設備、生產線、產品，還是工廠、供應商、顧客端上，都會顛覆以往的形式，造就層出不窮的創新。科學家曾在 20 世紀預言，智慧型機器人將在未來完全代替人類工作，高度數位化的無人化工廠會成為生產製造業的主流，而這種擁有能讓機器與機器互相連結、溝通的未來工廠，被稱為「智慧工廠」。

智慧工廠內部架設許多智慧型機器設備，可以在機器與機器互相通信的同時，執行複雜的任務。機器能利用無線射頻辨識(Radio Frequency Identification, RFID)將檢測到機械問題或材料短缺，然後將即時消息發送給現場人員以便立即進行故障排除¹⁸。例如，機器檢測到物資短缺，立即通知供應鏈部門的現場人員，以便能夠在短時間內解決問題。這將有助於減少生產停機時間，避免生產延誤或關閉。

工業 4.0 通過提供更智慧的機器設備和環境來取代傳統的工作算法，數位化、電腦化、自動化和移動性也將被實施到工業 4.0 系統中，而此工作管理流程更將提高製造生產率和品質。工業 4.0 的未來工廠不僅可以降低人力成本，並且可以帶來更多的效益，包括提高生產力、效率、品質及準確性，以減少人

¹⁸ BCM Advanced Research, 《Industry 4.0 – The future of the Factory》, http://www.bcmcom.com/solutions_application_industry40.htm

為錯誤、集中訊息和數據管理，從而實現每個部門之間的即時溝通，並使得產品具個性化與多樣化的特性，滿足顧客端的需求。此創新的生產方式，將可能造成各產業之間的界限消失、產業鏈的分工面臨重組。

在德國，智慧工廠中的生產流程被稱為「智慧生產」，也定義為「數位化生產」，此模式中，產品的設計研發、零組件製造、生產組裝，都是在同一平台完成。「先研發，後生產」的傳統製造節奏不會出現在智慧工廠中，研發與生產幾乎是同步進行，已不再需要紙本的設計圖。此外，這種智慧生產模式讓工人的工作方式產生莫大變化。在未來的智慧工廠中，負責產品零組件配裝的工人無須再親自動手。

網路經濟的發展，讓全世界形成一股虛擬經濟與實現經濟跨界整合的潮流，這也對製造業提出相對更高的要求，如企業必須縮短產品上市的時間、企業必須改變提高生產效率的方式、個性化市場需求促使生產製造流程必須具有更高的靈活性。未來的智慧工廠將由智慧型網路、智慧分析、智慧製造、智慧物聯網等體系共同構成。在產業物聯網和大數據雲端平台協助下，智慧工廠可以追蹤整個產品生命週期，蒐集更完整的產品數據，從而更精準地挖掘使用者的個性化消費需求。

因此工業 4.0 的時代，是在向人類宣告未來的世界將走向虛擬和實體一體化，任何不正視這個發展趨勢的國家，都有可能會被競爭對手大幅超越(韋康博 2015)。

二、 我國因應工業 4.0 浪潮的相關政策

臺灣觀光熱潮帶動下服務業成為明星產業，但德國的實踐卻證明，製造業依舊是一國經濟增長不可或缺的動力。臺灣製造業面臨少子化、人力成本上升、產品生命週期短、客製化訂單、少量多樣都是驅動追求工時縮短、產能提高、提升品質、壓低成本、提高快速回應能力的原因；從客戶需求出發、結合物聯網、自動化設備、資訊化的第四次工業革命，除帶動電子電機、機械、資訊通訊相關產業發展，更是為台灣製造業轉型找到出口。連接器大廠信邦電子逐步朝向高端自動化智能設備電子零組件廠方向邁進，看準搶攻物聯網、機器人商機，去年接獲美國亞馬遜自動倉儲搬運機器人線束及中國最大的物流廠訂單。2015 年除搬運機器人之連接線組已開始出貨外，已經切入發電廠用的電源監

控、穿戴式手錶模組、智慧醫療、製造機器人等眾多新產品線，搶占龐大的物聯網商機。

臺灣在 2015 年勞動人口達到高峰後將逐年遞減，使產業面臨嚴重缺工，2020 年人力缺口更超過百萬人，且有高齡化現象，進而影響產值。台灣生產力 4.0 是為能推動設備智動化、系統虛實化及工廠智慧化的智慧製造應用，以創造下一波產值提升動能。臺灣政府於 2015 年，科技會報辦公室也彙整生產力 4.0 發展方案推動臺灣工業生產力 4.0 發展計畫，積極整合產業、政府、學術界一起發展，利用臺灣近 30 年來累積的水平分工產業鏈，支持臺灣各大產業向工業 4.0 轉型。

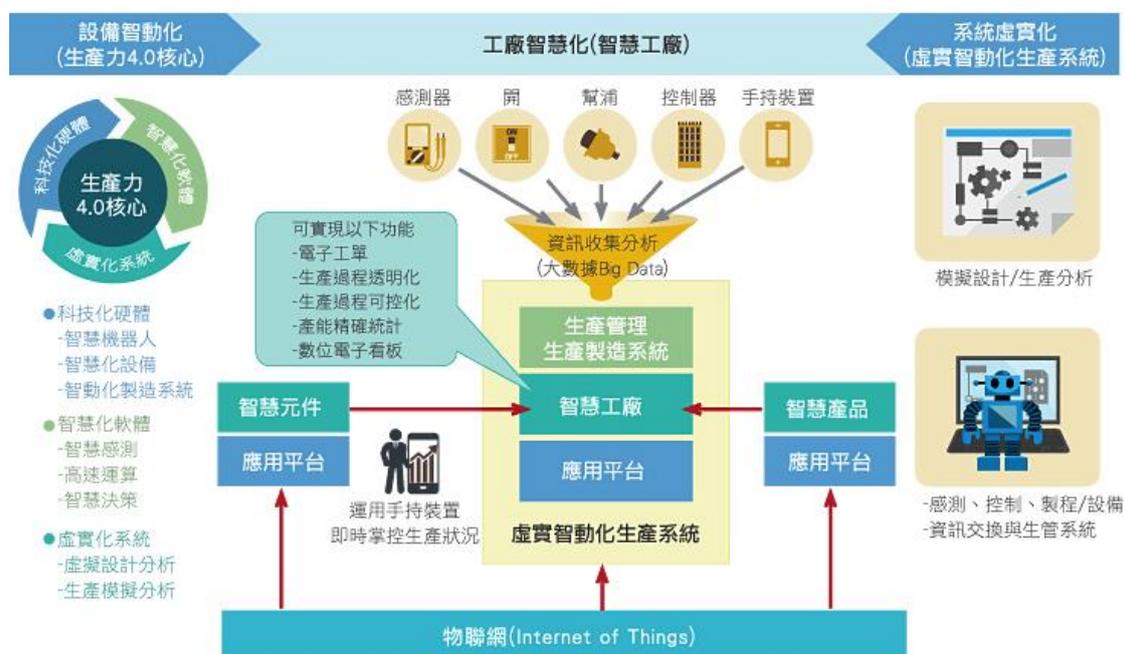


圖 2-3 臺灣生產力 4.0 推動重點 【資料來源：臺灣經濟部】

三、 其他各國因應工業 4.0 浪潮的相關重點、政策

在全球資源與原料逐漸缺乏下，具有高污染性的傳統產業能源也即將枯竭，新型能源的應用卻尚未普及。不少國家因為生育率太低，甚至呈現負成長，已經邁入高齡化社會，這意謂著傳統的勞動力密集型製造業即將失去大量的勞動力資源。以網路與金融為主導的虛擬經濟發展速度極快，剝奪了傳統製造業的優勢，導致許多先進國家出現「去工業化」與「產業空心化」現象。

美國為了重振本土工業，至 2009 年起，美國政府以減稅方式當作誘餌，鼓勵海外工廠遷移回流，並在國內建立創新研究組織。2011 年正式推動〈先進製造夥伴計畫〉(Advance manufacturing partnership, AMP)，預計將投入近十億美元的經費，來達成其四大目標：(1)強化攸關國家安全的關鍵產品的本土製造能力。(2)縮短先進材料由開發、製造產品，至市場應用推廣的時程。(3)開發下世代機器人，建立美國的產業領先地位。(4)研究開放創新的節能製造技術、提升製造過程能。美國更在 2012 年〈先進製造國家策略計劃〉(Ensuring American Leadership in Advanced Manufacturing)中，提出要透過創新技術與智慧製造實現高生產效率，並定位第四次工業革命的核心在於融合製造與服務為一體的「工業網際網路」。

德國在 2012 年提出工業 4.0 計畫，強調在其高階工業產品製造，例如航空、汽車、化學製程、基礎建設、能源、醫療、製造、交通控制、娛樂和消費性電子商品等，以網宇實體系統為核心技術，而人升級為掌控者，以德國國內扎實的工業基礎，從而發展新一代智慧工廠。

日本也於 2013 年提出「日本產業重振計畫」，將日本製定為全球最適合企業開展業務活動國家的舉措。日本善用領導全球的先進機器人技術及在地穩健的工業基礎，發展革命的製造技術為促進機器設備和研發的投資，重振為日本支柱產業的製造業。

中國也急起直追，中國國務院 2015 年宣布實施「中國製造 2025」計畫，欲結合控制器與物聯網，實施在十大重點領域：新一代信息技術產業、高檔數控機床和機器人、航空航天裝備、海洋工程裝備及高技術船舶、先進軌道交通裝備、節能與新能源汽車、電力裝備、農機裝備、新材料、生物醫藥及高性能醫療器械，可望在 2025 年以前將國內工業升級完成。這也是 2008 年金融海嘯以來，中國不斷購買其他先進國家的大型公司，以取代並升級臺灣的製造技術，預作中國製造 2025 先進技術來源。

第二節 大數據

一、 大數據的定義與特性

近幾年來，隨著科技的演進，資訊革命的來臨，資料量的產生日益增大，人們對大數據的關注度逐漸提高，儘管大數據這個概念明確被提出的時間並不確定，因此根據 Ward 和 Barker 這兩位學者在 2013 對於大數據的定義做的概略整理如下所示：

1. 美國國家標準與技術研究院(NIST)在 2015 年 4 月發表了大數據互用性架構草案，它提出了有關大數據的定義表示為「巨量資料」，其超出了目前常見的計算系統所具備的資料處理能力、以及儲存的容量。
2. 美國市場調查研究機構(Gartner)認為大數據具有大量資料、瞬時變化、多樣性等特質的資訊資產，除此之外具有有效的資訊處理程序(information processing)，可以增強對資料的勘察(data mining)甚至制定出良好的決策。
3. 軟體大商微軟(Microsoft)則認為大數據是用來描述一種使用大量電腦快速計算能力的過程，集合許多同類型電腦的處理器可以提升效能，像是平行運算，甚至是使用較新穎的機器學習(Machine Learning)與人工智慧技術(AI)，並且針對高複雜度且極大量的資料進行處理。
4. 世界最大的半導體公司 Intel 根據其經驗解釋大數據產生的來源，當公司每週生產幾百 TB 左右的資料量時，大部分是針對儲存在常見關聯式資料庫上的結構化資料，來進行業務交易(business transactions)的資料分析，其次則是文件、感測器數據、電子郵件與社群媒體等非結構化資料。
5. 大型資料庫公司甲骨文(Oracle)認為大數據這個概念是來自於傳統關聯式資料庫所導向的商業策略，藉助數學上集合的概念來建構，以往是利用結構化資料(structured data)來進行儲存與利用，現擴大至非結構化資料(unstructured data)以產生衍生價值。

而在「大數據」(麥爾遜伯格、庫基耶,2013)這本書中，對於大數據的解釋是，資料量必須達到相當規模才能進行的行為，比起個案更能看出不同的趨向，例如：對於相同的事從不同面向去觀察而取得新觀點、創造市場新價值，有些情況沒有達到一定規模就無法實現，甚至有些情況能夠改變現有市場、公司組織的關係。

知名顧問管理公司麥肯錫(MGI, 2011)在其中的一篇發表的論文中提到，大數據的定義是指資料量大小超過了典型資料庫軟體工具所能儲存、管理、收集和分析能力的數據資料群集。

「雲端時代的殺手級應用 - 海量資料分析」(胡世忠, 2013)這本書中則對大數據提出解釋為「超過典型資料庫工具的軟體工具和硬體環境所能儲存、管理、收集和評估能力者。」

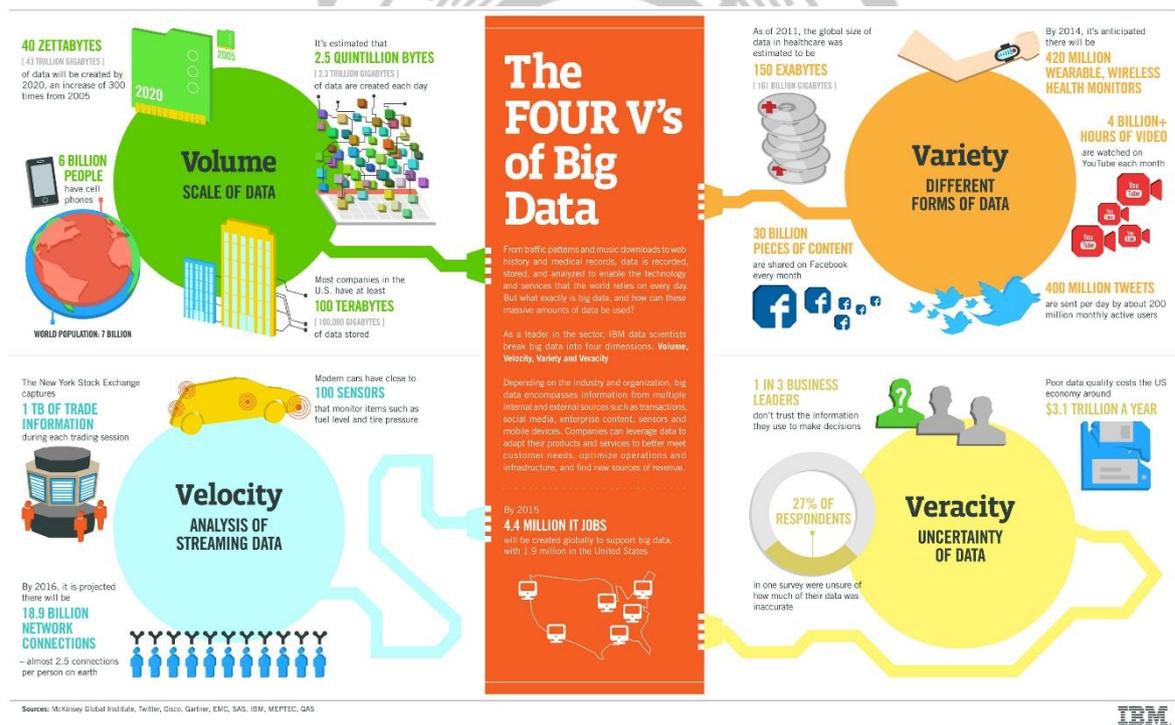


圖 2-4 IBM 對 Big Data 的特性定義 【資料來源：IBM】

從上述的科技公司與書籍對大數據的定義裡，我們可以發現大數據相較於傳統資料庫所能處理的資料擁有一些相異的特性，光是數據量上就有極大的區別，一般電腦可以儲存的容量最多到幾百 GB(Giga Byte, 10^9 Byte)的大小，然而我們每天產生出來的資料卻遠不止這些大小，除了資料量的產生之外還要考慮

資料量的處理等問題，因此麥塔集團(META group)在 2001 年提出大數據必須擁有 3V 特性，而目前較普及的說法是由 IBM 在 2012 年所整理的大數據四大特性，又稱作 4V：包含資料的規模量(Volume)、資料即時分析的速度(Velocity)、資料的多樣性(Variety)與資料的真實性(Veracity)。

1. 規模量(Volume)：

在電腦還未被發明之前，人們對於資料的儲存都是透過手動紀錄的方式，將資料轉成表格來存放，隨著電腦問世之後，資料的儲存除了轉變成自動化之外，資料蒐集的方式也愈漸增多，不管是人與人之間透過社群網站進行互動、工廠在生產產品時所記錄的資料或是透過網路上的買賣平台進行交易等，每一次的滑鼠點擊、網路上的封包流通、生產時的自動化紀錄、甚至是 GPS 導航定位都會產生數據，網際網路的普及更加速了資料量的產生，現今大多的資料庫都是以 TB (Tera Byte, 10^{12} Byte)單位來進行儲存，光是全世界人類一天所產生的資料量就高達 PB (Peta Byte, 10^{15} Byte)等級，勢必需要大量的空間來儲存。

2. 資料即時分析的速度(Velocity)：

由於資料的增加是如此的快速，大量的網路使用者、社群網站的交流、公司生產時產生的龐大數據時時刻刻都會不斷產生更新的資訊，如何在短時間內對這些資料進行即時的反應也是需要面對的課題，同時還必須淘汰掉過時的資料，尤其是消費市場上更需要了解消費者的習慣，廠商才能夠更加快速的反應，創造出更大的價值，因此 Velocity 又被解讀為時效性。

3. 資料的多樣性(Variety)：

所產生的資料類型相當龐雜，大致上又可分為兩大類型，結構化資料與非結構化資料，結構化資料是指可被數字化的資料，像是生產或是交易所產生的數值等，而非結構化資料則泛指無法被簡單數字化的資料，像是聲音、影片、圖片等，尤其隨著社群網站的發達，非結構化資料更加的廣泛，如何將資料整合並轉成可以儲存的型態是一大挑戰，甚至會造成之後進行資料探勘、或是分析上的困擾。

4. 資料的真實性(Veracity)：

這點是在大數據創新高峰會上被提出的新觀點，隨著資料量的日

益龐大，勢必會有些許的資料是有異常、甚至是經過偽造的，要如何過濾掉有問題的資料也變成一個新課題，若是沒有過濾掉異常資料會對日後的判斷、分析、決策等造成變化，降低分析上的正確性。

二、 大數據的相關技術

大數據並非指的是單一種特別的資訊技術，而是整合了許多技術來進行處理，其運作原理包含了許多資訊技術整合應用，例如：萃取(data mining)、分類(classify)、資料的儲存(storage)和分析(analysis)等，因為相關技術眾多，以下提出五種不同類型的技術應用，可以作為大數據技術層面的入門探討。

1. Hadoop:它是一套開源軟體，可以儲存並且管理大量資料的雲端平台，它儲存資料的方式是利用分散式系統，透過這個方式可以同時處理、分析龐大的資料。
2. 即時資料處理:主要是利用串流資料處理的方法，比起傳統的批量處理還要來的快，因為批量處理是蒐集一定量的資料時再進行運算，因此每一次都必須從頭跑，而串流資料處理利用抓取精確資料的演算法直接進行即時分析，能夠在數分鐘或是數秒鐘之內達成。
3. 機器學習:設計讓電腦可以自我學習的演算法，從資料中找出規律，利用規律來進行分析，可以利用在許多領域上，像是資料探勘、搜尋引擎、證券市場分析、自然語言處理等。
4. 資料探勘(Data Mining):主要是從大量資料中全自動或是半自動化將有用的資料提取出來，並且儲存以備日後進行分析。
5. 自然語言處理(Natural Language):將人類熟悉的語言轉成電腦可以識別的語言，像是單詞的界定、文法、詞義的消歧等。

三、 大數據的應用與案例

運用任何資料處理方法從蒐集而來的資料中挖掘出有用的資料，再從這些資料裡尋找隱藏的價值，是大數據令人感到驚奇的地方，從資料中挖掘商機的經典案例發生在美國大型超市 Wal-Mart 裡，他們的資料分析人員從龐大的交易資料庫中發現，每當星期五的晚間，總會有大量的尿布跟啤酒會被一起購買，經過進一步調查後，發現原來美國婦女通常會在星期五請先生在下班後替小孩購買尿布，而先生也因為買尿布之餘順手買了當晚要喝的啤酒，Wal-Mart 發現這樣的消費行為之後，就在每個星期五改變貨架的擺放位置，將尿布和啤酒放在一起銷售，結果成功地增加了這兩項商品的銷售量¹⁹。

另一個案例是 2016 年 3 月 15 日，Google 所設計的 Alphago 人工智慧擊敗了南韓圍棋棋王李世石，Alphago 利用龐大的資料庫進行分析，運用蒙地卡羅演算法找出最佳的下法，使得人們逐漸開始意識到人工智慧將帶來前所未有的影響力。同年 6 月，Bill Gates 在南加州舉行的程式大會上，宣告未來十年內機器人將會比人類更聰明。

大數據其實是一種將大量數據進行處理、接著深入探索、及分析的新型概念。而由工業革命所促成的工業生產技術自動化和資訊化，都會產生巨量的生產資料，這些大量又標準化的工業資訊必然也可透過大數據分析，創造成有價值的資訊。一般工業通常都有獨特的一套 SOP 作業流程來保存這些數據，若能好好善用這些資料勢必可以為公司帶來利益，根據 Chen et al. (2012) 在 Gartner 中的調查研究，這些標準化以及資訊化的工業大數據比起使用在消費端的大數據分析來說，具有更高的資料真實性與更強的專業性、流程性、關聯性、和時效性等特點。

會有這種特性是因為消費端所產生的資料較為雜亂且多樣，而工業大數據則較注重資料背後的意義與資料特徵之間的關聯性，因此可以從複雜的製造流程和商業活動中設計出適當的模型來優化生產、有效協助管理生產環節。由於資料的價值會隨時間而遞減，不管是甚麼類型的資料都有這種特性，尤其是具較高時效性與連續性的生產製造資訊，因此必須迅速轉變，根據趨向提取有用的資訊支援決策才有利用價值。而從預測面向和決策面來看，使用在消費端的大數據僅考慮屬性之間影響的相關效果，卻忽略在巨量樣本下之間的差異，這種未經周延考慮的失誤都可能造成嚴重的後果，相對於工業大數據，其考慮到

¹⁹數位時代，2016，〈從線下到線上！Wal-Mart 用數據抓住消費者的心〉，
<https://www.bnext.com.tw/article/41482/walmart-offline-to-online-big-data-e-commerce>

生產製造過程中理性的邏輯關係與結果的對應等，因此可以推論工業大數據的偏差率較消費端大數據來的低，分析結果準確性也較高(李傑 2016)。

相較於過往的資料應用，大數據最關鍵的差異在於涉及到比較新型態的大量資料，這些資料的特性是缺乏結構而且較多樣化，因此需要好好整合並且轉化非結構化的資料成能夠處理的資料型態。從企業的角度來看大數據應用的資料來源，這類型的資料包括了來自物聯網上的感測器所記錄的資料，像是產品數量或是生產參數，甚至是人員的配置等。最終目的除了降低成本、縮短作業排程時間、新產品或服務項目的發展或開發、還能夠支援內部決策，這些目的都並非因大數據而發生，早期企業就經常透過收集而來的資料進行相關的分析與決策，但日益增大的資料量與種類，已經超出原本的技術與專業人員所能處理的負荷，因此勢必得利用大數據所建立的模式進行分析。

大數據從單純收集歷史巨量資料到利用這些資料做統計分析，除了描述資料所表現出的客觀現象與規則，甚至透過特別設計的演算法，實現對未來的預測。而現在工業大數據的分析技巧，能夠在將資訊橫向與縱向互聯在統一平台共用，由此將資源利用與分析維度規模化，使分工模式創造價值最大化，甚至形成產業共贏的模式(王樹良 et al. 2013)。或許，大數據分析也能運用在財務數字中。以往在編列預算時必須仰賴各部門事前提供的相關營運預估，這種作法雖然提高各部門的預算參與度，卻也降低了預算的可靠性(張允文 et al. 2007)，透過大數據的分析，將可能使得預算編列參數或者績效評估參數來源變得更豐富，將有助於降低管理階層與各部門之間的矛盾和資訊不對稱(曾智揚 2016)。

大數據帶來了一些新的資料處理技術以及不同面向的整合，但更重要的是帶來另一種運用資料的新觀念，這個觀念藉由新技術對過往未曾探索的面向、領域、議題發掘新的價值。但在這個過程中，人們仍然扮演著重要的關鍵，透過結合統計學與機率學發展出的應用程式與資料模型，設計機器學習快速的演算法，從龐大的資料海中歸納出規則，並且重新回饋給人們。

第三節 物聯網

一、物聯網的定義與特性

物聯網(The Internet of Things, IOT)的概念最早在 Bill Gates 於 1995 年出版的「未來之路」一書中提及，然而在 1999 年美國麻省理工學院提出的「運用 RFID Internet 網路架構」也有此概念的蹤跡。於 2005 年國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)所出版的「網際網路報告書」中才正式有物聯網的定義出現。在資訊技術發展的支持下，物聯網不僅能夠達成民眾隨時隨地通訊的需求，也能達成物體與物體之間的資訊傳遞；透過通訊技術建構的網路，甚至可以從人與人之間的互聯網延伸至人與物、或是物與物相連的物聯網。因此，人類在物聯網的世界中將有新的維度出現：人與物、物與物的維度。

物聯網是物體與物體之間互相聯結的網路，不論是有生命的動植物或是無生命的物件，皆可作為物聯網中互聯的載體。其目的是將感測器或無線射頻辨識技術(Radio-Frequency Identification, RFID)裝置於載體上，統一制定格式或標準，以各種有線及無線通訊技術傳遞資訊，並且互相溝通，甚至是觸發自動控制裝置，達成載體智慧化自動控制與反應的功能。進一步透過雲端技術遠端監控，或連結大數據分析判讀等實現智慧化的世界。而歐洲電信標準學會(European Telecommunications Standards Institute, ETSI)將物聯網大致劃分為三大層面，分別為感知層(Device)、網路層(Connection)以及應用層(Management)，如圖 2-5 所示：

1. 感知層(Device)：針對不同的場景進行感知與監控，且具有感測、辨識及通訊能力的設備，並由各種傳感識別元件所組成，包含條碼、RFID 智慧晶片、各類感測網路、影像監控處理器等。
2. 網路層(Connection)：將感知層收集到的資料傳輸至網際網路，並且建構無線通訊網路上，包含有線與無線網路技術，以及整合資訊所需的節點裝置 (appliance)，能將感知層蒐集的資訊整合、匯流，整合到物聯網專屬的資料中心。例如：語音傳輸為主的「電信網路」(TeleCom)與資料傳輸為主的「數據網路」(DataCom)，其透過 2G、3G、4G 網路所連通的雲端計算平台、管理中心、資訊中心、專家系統等。

3. 應用層(Management)：根據不同的需求開發出相應的應用軟體，將物聯網與行業間的專業進行技術融合，包含綠色農業、環境監控、公共安全、城市管理、遠距醫療、智慧住宅社區、智慧交通等。



圖 2-5 物聯網三大層面 【資料來源：

<https://www.moneydj.com/HotProduct/HTML/PB60-1.HTML>】

然而在物聯網環境中能產生數以萬計的巨量的資料，為了確保在物聯網環境下能安全的進行資料傳遞，發展物聯網的各項應用時，除了注重該應用所創造出來的價值以外，更應該首重整套應用流程及整體應用環境的安全性(莊祐軒 and 羅乃維 2013)。未來隱私權與個人資料保護將會影響未來使用者是否願意接受物聯網應用技術，隨著物聯網興起與普及運用後，使用者對於隱私權與個人資料保護之界線與意識，也可能隨著有所改變，此亦屬科技發展對人類社會所具有的影響演變性(李科逸 2013)，因此，不只要有技術上的安全系統，各國政府訂定相關資料保護的法律規章，是不容忽視的課題。

二、 物聯網的應用與案例

物聯網的影響相當廣泛，舉凡各種領域都能夠結合物聯網，透過物與物、人與物之間的連結，更可擷取有用的資訊來進行優化。

台灣便利商店運用資通訊技術進行節能規劃，建置有效能源管理系統導入，是最典型的物聯網應用之一，能偵測各地分店現場的光線亮度動態調整開啟時間，達到節能的效果，打造智慧綠能便利商店²⁰。另一種應用是結合醫療院所、電子醫療器材與網通科技，拓展跨領域的遠距照護新模式，打破時間限制、資源分享、節省成本、提供更佳的疾病預防效果，藉以應用於健康護理、病後管理、長期照護，並提升被照護者的健康²¹。

最後還有車與物聯網的應用，結合車子的不同零件與偵測器，可以即時知道車子的使用情況，像是速度、煞車系統、引擎溫度等，將資訊收集完後利用無線電波傳遞出去，並且進行快速的分析，再回報給使用者或是廠商來進行調整²²。台灣最成功的類似案例即為共享單車 Youbike，在自行車上裝設偵測器，並且運用大數據分析於計算各租賃站的借還車次數，以協助廠商對各租賃站在各時段進行配車，減少缺車或過剩的狀況²³。

物聯網正在改變我們的世界，這個龐大且快速成長的網路在演進的過程中，物體具備與其他物體互動的能力，在互動過程產生的資料被加以分析後，將改變我們生活、工作、娛樂的方式，各行各業都將產生顛覆性的創新。

²⁰ DidiTimes 企劃，2012，〈以 EICT 技術進行主動能源管理，有效降低電費支出〉，http://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=130&id=0000310421_d095xy0311u1ch2w85gfd

²¹ DidiTimes 企劃，2013，〈遠距照護服務與發展現況〉，http://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=130&id=0000358427_49h3yadg3764e36mndphb

²² IBM，2015，〈物聯網應用－汽車業、運輸業、零售業〉，<https://www.youtube.com/watch?v=6KSikQxTXQQ>

²³ 數位時代，2014，〈Youbike 的雲端軍師，「微程式」打通傳產新任二脈〉，<http://www.program.com.tw/news/%E3%80%90%E6%95%B8%E4%BD%8D%E6%99%82%E4%BB%A3%E3%80%91youbike%E7%9A%84%E9%9B%B2%E7%AB%AF%E8%BB%8D%E5%B8%AB%EF%BC%8C%E3%80%8C%E5%BE%AE%E7%A8%8B%E5%BC%8F%E3%80%8D%E6%89%93%E9%80%9A%E5%82%B3%E7%94%A2%E5%89%B5%E6%96%B0%E4%BB%BB%E7%9D%A3%E4%BA%8C%E8%84%88-152.html>

第四節 人工智慧

一、 人工智慧的定義與特性

人工智慧(Artificial Intelligence, AI) 的概念最早由 Alan Mathison Turing 發想，他期望能在未來打造會思考的機器人 (Turing 1950)，有礙於當時技術尚未成熟，在接下來數十年裡這個概念都只能在學術界裡是個構想，無法真實存在。隨著電腦的問世與電腦演算法的發展，開始有相關人工智慧的研究出現，被稱為人工智慧之父的美國學者 John McCarthy 在 2007 年正式提出「人工智慧」一詞，並定義為可表現出人類智慧行為的機器或電腦程式。

人工智慧的發展從開始到現今有需多不同的觀點和技術方法，其大致上可以分為三個學派：其一是符號主義(Symbolicism)學派，這又稱為邏輯或計算機學派，認為人腦和電腦皆是物理符號系統，能以符號進行計算與邏輯推理(Nilsson 2014)。其二為聯結主義(Connectionism)學派，將電腦比喻為人類的神經網絡系統，用此系統傳遞訊息(Fodor and Pylyshyn 1988)。最後是行為主義(Actionism)學派，認為人的智慧在於感知與行動(Brooks 1991)。

總而言之，人工智慧儘管存在哲學意義和操作層面上的爭議，其主要還是集中在使用各種不同的工具來解決具體問題，而這些問題包括推理、知識、規劃、學習、交流、感知、移動和操作物體的能力等(張仰森 2004)。人工智慧的研究具有高度技術性和專業性，運用領域極為廣泛，以機器人、專家系統和自然語言為主要發展方向，這將會對整個人類社會產生深遠的影響。

二、 人工智慧的相關技術

為了實現人工智慧，至今已發展了許多技術，主要可分成以下三類發展最為顯著：專家系統、自然語言處理與機器學習。

1. 專家系統(Expert System)：專家系統是早期人工智慧的一個重要分支，活躍於 60、70 年代，它可以看作是一類具有專門知識和經驗的計算機智慧程式系統，能夠有效地運用專家的思維進行推理，模擬出專家才能解決的複雜問題。

2. 自然語言處理(Natural Language Processing):自然語言處理是人工智慧和語言學領域的分支學科，主要是透過機率與統計的方法來讓電腦能夠妥善處理與理解文字、語言，也就是將這些自然語言轉換成電腦可以分析運算的方法。其中，語音辨識、自動分詞、語法分析、資訊檢索、文字校對及翻譯等皆屬於自然語言處理的範疇。
3. 機器學習(Machine Learning):機器學習是實現人工智慧的一個途徑，即以機器學習為手段解決人工智慧中的問題。機器學習理論主要是設計和分析一些讓電腦可以自動學習的演算法，其演算法運用了大量的統計學理論，將蒐集來的資料中分析出規律，並利用此規律對未知資料進行預測。機器學習已廣泛應用於搜尋引擎、電腦視覺分類、自然語言處理及機器人等領域。

三、 人工智慧的應用與案例

人工智慧自發明以來就有無數的應用，而且仍在成長階段中，隨著人工智慧逐漸進展，也愈來愈受到人類的重視，以下舉幾個實際案例：

Google 旗下人工智慧公司 DeepMind 打造的人工智慧下圍棋系統 AlphaGo，在 2016 年 3 月 15 日以 4:1 的戰績擊敗了南韓圍棋棋王²⁴，圍棋是世界上最複雜的棋盤遊戲，第一步有 361 個點可以下，第二步有 360 個點可以下，整個盤面的可能性高達 10^{170} ，許多圍棋專家認為要依靠人類敏銳的洞察力才能勝出，但 AlphaGo 在學習幾十萬個棋譜後，速度且準確地算出了最佳置旗點，每步棋走得比圍棋專家還要好，這使得人們開始意識到人工智慧將帶來前所未有的影響力。同年 6 月，Bill Gates 在南加州舉行的程式大會上，宣告未來十年內機器人將會比人類更聰明。

IBM 所研發的華生(Watson)電腦成功以龐大的數據診斷出醫生沒看到的疾病，日本一位女性患有急性骨髓性白血病，在醫生尚未確認她的病情前，它就事先預測出可能發生的疾病²⁵。而在另一個案例中，休士頓衛理研究所(Houston

²⁴ 科技新報，2016，〈最終一役 AlphaGo 再奪勝！人機世紀大戰最終比數 4：1 電腦勝〉，<http://technews.tw/2016/03/15/google-alphago-vs-korea-champion-5/>

²⁵ 科技新報，2016，〈沒想到救了她一命的，居然是 IBM 的「華生」電腦〉，<http://technews.tw/2016/08/09/ibm-watson-save-life/>

Methodist Research Institute)所執行的計畫中，檢視數百萬的乳房 X 光攝影，並以高準確率和高效率判讀速度來說明診斷資訊²⁶。

自動駕駛以先進駕駛輔助系統(Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)的形式，協助人類開車時做出更精確而及時的判斷。美國一名擁有自動駕駛功能的汽車車主，在開車途中感到胸痛，於是他啟動自動駕駛協助他開往醫院急診室，成功救了他一命²⁷。汽車產業引進人工智慧技術已相當成熟，將逐漸賦與汽車自主的意識，取代駕駛進行決策，但礙於法規與技術面的限制以及社會對自動駕駛的爭議不斷，目前自動駕駛尚無法普及。



²⁶ NVIDIA, 2017, 〈人工智慧病理學家協助將注意力放在正確診斷癌症上〉, <https://blogs.nvidia.com.tw/2017/04/ai-pathologist-helps-zero-in-on-correct-cancer-diagnosis/>

²⁷ 科技新報, 2016, 〈Tesla 車主靠自動駕駛功能救回一命, 能否消除自駕車安全疑慮〉, <http://technews.tw/2016/08/09/tesla-model-x-autopilot-helps-driver-get-to-a-hospital/>

第參章 研究方法與設計

本章共有四節，第一節說明本研究之方法；第二節為本研究架構；第三節介紹本研究對象之個案公司；最後，第四節則是資料來源與樣本蒐集整理。

第一節 研究方法

由於本研究欲瞭解工廠生產管理問題，將採用機器生產效率指標—「整體設備效率」(Overall Equipment Effectiveness, OEE)來進行本研究之產能計算與評估方式，並運用大數據分析方法，在巨量資料中尋找有價值之資訊。

整體設備效率的計算與評估方式起源於 1971 年日本設備維護協會(Japan Institute of Plant Maintenance, JIPM)所提倡的全面生產保養制度(Total Productive Maintenance, TPM)，其制度以生產部門為對象，並由 Nakajima (1988) 為全面生產保養制度撰寫的簡介中，基於有經驗的公司與該公司理想條件下，提出了四個目標：良品率 ≥ 0.99 、稼動率 ≥ 0.90 、產能利用率 ≥ 0.95 以及整體設備效率 ≥ 0.85 ，如圖 3-1 TPM 所設定之 OEE 目標，即實現與機器設備相關的零故障和零缺陷，也就是減少故障和缺陷的後果，並提高生產率，達到成本降低、庫存減少，最終將提高勞動生產率。全面生產保養制度的理念對生產設備非常重視，除了將設備效率化並個別加以改善，更建立了設備初期管理的體制。

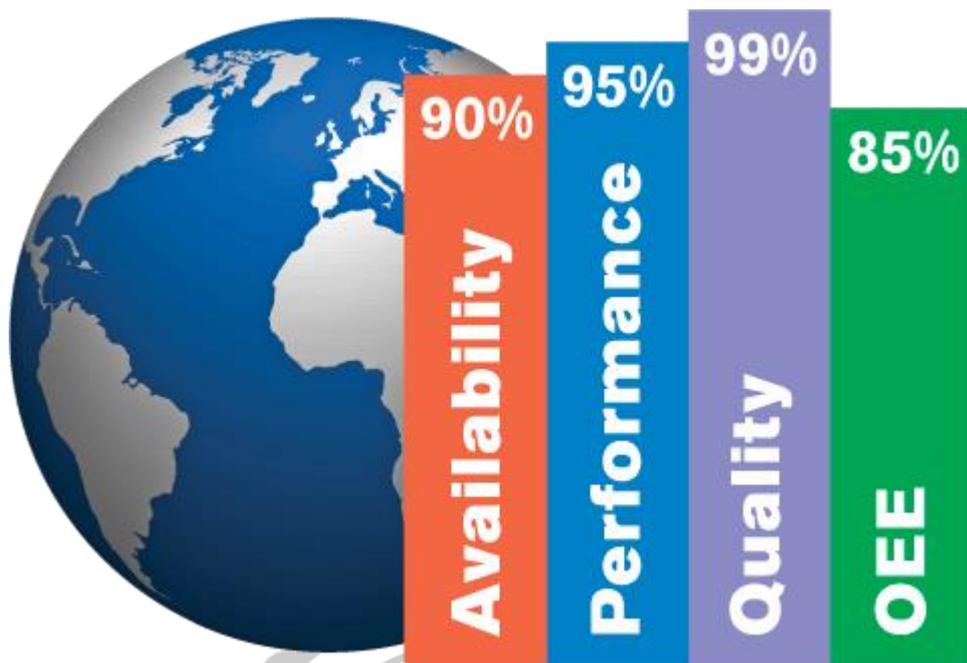


圖 3-1 TPM 的 OEE 目標【資料來源：OEE.com】

在提高企業營運效益的過程中，為了方便檢視營運損失之處，Nakajima (1989)指出整體設備效率衡量標準通常由裝貨時間(Loading Time)開始計算，但其中已經忽略某些損失，例如：生產排程突然中斷等…，對於這些可能發生的損失之處分類成三大構面來評估：時間面、績效面和品質面。Ames et al. (1995)、Dal et al. (2000)更在三大構面中，具體的定義出其六大可能造成損失因素，表 3-1 整理出效率衡量與六大損失。

表 3-1 效率衡量與六大損失

效率衡量	六大損失
時間	1. 機器設備故障 2. 設定及調整時間
績效	3. 機器設備速度下降程度 4. 停滯及閒置
品質	5. 瑕疵品及重製品 6. 生產良率下降程度

【資料來源：Ames et al. (1995)、Dal et al. (2000)】

其中(Konopka 1995)認為整體設備效率係衡量設備效率的一套工具，分別由三大部分結合而成：良品率(Quality)、稼動率(Availability)以及產能利用率(Performance)，衡量結果以百分比方式呈現其計算公式，數值介於 0 與 1 之間。

整體設備效率 = 良品率 × 稼動率 × 產能利用率

$$= \frac{\text{實際生產數量}}{\text{總產出數量}} \times \frac{\text{有效工時}}{\text{計畫工時}} \times \frac{\text{實際生產數量/有效工時}}{\text{標準產能}}$$

1. 良品率：係整體設備效率指標的一部份，為實際生產量品之數量和總產出數量的比例，數值介於 0 與 1 之間。
2. 稼動率：係整體設備效率指標的一部份，為機器設備實際稼動時間，也就是實際工作時間和計畫工作時間的比例，數值介於 0 與 1 之間。其目的是消除與產能、品質無關的時間，例如：休息與停線時間。停線時間是指非計畫中的設備休止時間，包括：批次製程轉換、製程異常、機器設備異常停止以及修復時間。
3. 產能利用率：係整體設備效率指標的一部份，為實際生產速度和設計生產速度的比例，數值介於 0 與 1 之間。生產設備的設計製造速度和實際製造速度的比率，在不考慮品質的狀況下，純粹表示製造的速度。

Jonsson and Lesshammar (1999)證實了整體設備效率能提供管理者一套衡量工廠內部效率的方法，用以加強設備的生產效能，以及改善技術員的作業效率。然而產業性質和組織追求之目標不盡相同，整體設備效率的定義也會有所差異，尤其是在判斷停機時間的界定基礎上(Ahmad and Dhafir 2002)，因此不同的整體設備效率定義會使得測量結果有不同的解釋，相異兩產業之工廠間更難以利用整體設備效率來相比較，但是基本涵義是不變的。

雖然整體設備效率工具越來越受歡迎，並被廣泛運用在衡量生產力，也就是將生產力量化，但僅限於個別設備的生產行為(Huang et al. 2003)。Scott and Pisa (1998)也指出製造過程中每個機器設備、人員，部門，公司和批次之間呈現複雜的互動網絡，機器設備並沒有單獨被隔離出來，因此單只依靠整體設備效率持續性的增長是不夠的。

Oechsner et al. (2002)提出工廠有效性的管理概念，將整體設備效率定義為結合不同活動間的依賴關係，包含機器設備和製造流程，並整合許多獨立系統和子系統間的資訊、決策和活動。該學者進一步指出任何工廠的最終目標是擁有一個高效的綜合系統，而不是只看機器設備好壞。

整體設備效率除了將時間、績效及品質等因素納入考量，其衡量結果也可以知曉理想與實際設備效率之間的差異，並判定損失種類加以改善；改良後作業效果對整體設備之生產效率是否有所助益；可將反應結果提供給設備研發者，供其改進設備之設計。



第二節 研究架構

本研究流程如圖 3-2，第一步先進行數據資料蒐集，由個案公司提供之每日生產每批次之記錄，瞭解其每一個數據資料之項目的定義，並將漏記與不實記錄之資料挑出、去除，其不實記錄之資料為整體設備效率 >1 或 ≤ 0 、產能利用率 >1 或 ≤ 0 、稼動率 >1 或 ≤ 0 以及良品率 >1 或 ≤ 0 ；第二步執行大數據分析，找出有價值之資訊；第三步為結果與討論，其資訊能提供決策者迅速找出問題並做出是當決策；最後是結論與研究建議。



圖 3-2 研究流程圖

第三節 個案公司介紹

華偉實業股份有限公司(華偉公司)於 1976 年創立於台灣台中市，為臺灣傳統產業，並於中國上海、中國東莞、泰國曼谷、台灣台中均設有生產工廠，其每年束帶產量超過一百億條，是全球最大的束帶和配線器材廠之一。

華偉公司擁有超過百台的射出機台，並具有齊全的不銹鋼束帶、端子、配線槽、波浪管及各式接頭生產線，全球總員工數約兩千人。華偉公司產品行銷至全球 75 國，供應電子電機、通訊、汽車、船舶、軌道車輛、能源、建築、零售等各產業市場，其產品通過美國 UL、ABS、加拿大 CSA、德國 GL、歐盟 CE、中國 CQC 等認證，並符合歐盟 RoHS 環保要求，其優異的品質以及服務在皆備受各國市場客戶肯定。

華偉公司在束帶行業有 30 餘年，對於模具的設計與製造以及工程塑膠 PA66 精密的開模皆有相當足夠的經驗，且具有核心精密技術，並擁有先進完整的開模設備和一流的研發技術團隊。華偉公司生產流程簡述為機台配置指定生產產品之模具後，將塑膠原料加熱至一定溫度後填入模具穴位，降溫定型，形成該產品。除了標準規格產品，華偉公司也為其客戶從事新產品開發，提供客戶代工生產服務，從技術研發、模具開發、生產製造，到客製化包裝的一貫化作業，包括束帶、電纜固定夾等配線器材產品。

第四節 資料來源與蒐集整理

一、 資料來源與蒐集

華偉公司欲求內部生產效率提升，從 2014 年初開始手工記錄每日每批次之生產狀況，其一批次為一筆資料，其中泰國工廠以生產塑膠束帶為主，又以 3 月份後記錄較為完整，因此華偉公司提供本研究 2014 年 3 月份至 2016 年 3 月份兩年之資料，共 95695 筆。

二、 瞭解資料之定義

將每個記錄的項目加以整理與定義：

1. 公司名稱：泰國工廠代號。
2. 日期：2014 年 3 月至 2016 年 3 月，每次每批次生產資料。
3. 班別：工廠班別分為 A、B 兩班。
4. 機台：機台代號。
5. 產品：產品代號。
6. 模具：模具代號，與產品代號雷同，為生產一項產品對應一個模具。
7. 作業員：負責該生產線之作業員。
8. 產品材質：生產該項產品所用之塑膠材質。
9. 模具預熱：在生產前模具是否有預熱。
10. 現有模穴數：模具本身有多少個穴數可進行填充，單位為個數。
11. 固定拔出數：該模具有多少個穴數一定會產出不良品，即生產前已知曉，單位為個數。
12. 生產模數：生產該批次需要填充多少次模具。
13. 標準產能：理想狀態下，單位時間連續生產不停機之最大產量。
14. 成型溫度(最低)：生產過程中之最低溫度，單位為攝氏 (°C)。
15. 成型溫度(最高)：生產過程中之最高溫度，單位為攝氏 (°C)。
16. 實際投入量：實際投入原料之重量，單位為公斤。
17. 良品重量：實際產出之良品重量，單位為公斤。
18. 不良品重量：實際產出之不良品重量，固定不良 + 不固定不良 + 調機次料產出，單位為公斤。
19. 固定不良：生產前已知曉該穴位生產之產品不良重量，單位為公斤。
20. 不固定不良：生產前不知曉的產品不良重量，單位為公斤。

21. 調機次料產出：調機時所產生之重量，單位為公斤。
22. 實際生產數量：實際所生產之良品數量，良品重量 $\times 1000 \div$ 每穴單重，單位為個數。
23. 每穴單重：良品重量 \div 實際生產數量，單位為公克。
24. 計畫工時：最大操作時間，表示該機器設備在一定期間內能實際運轉的時間，若機器設備本身可完全由工廠使用，不包含休假時間、機器設備保養，單位為小時。
25. 有效工時：實際工作時間，為計畫工時扣除停線時間。停線時間也就是停機損失，包含批次轉換、製程異常、設備異常停止以及修復時間，單位為小時。
26. 稼動率：有效工時 \div 計畫工時。
27. 工時差：計畫工時 $-$ 有效工時，單位為小時。
28. 標準產能應生產工時：實際生產數量 \div 標準產能，單位為小時。
29. 產能利用率：(實際生產數量 \div 有效工時) \div 標準產能。
30. 應生產數量：標準產能 \times 計畫工時，單位為個數。
31. 產率：實際生產數量 \div 應產出數量。
32. 總產出數量：生產模數 \times 現有穴數，單位為個數。
33. 良品率：實際生產數量 \div 總產出數量。
34. 實際週期：(有效工時 $\times 60 \times 60$) \div (實際生產數量 \div 現有模穴數)，單位為秒。
35. 標準週期：(計畫工時 $\times 60 \times 60$) \div (標準產能 \times 計畫工時 \div 現有模穴數)，單位為秒。
36. 標準生產模數：計畫工時 \div 標準週期。
37. 實際生產模數與標準生產模數比：(實際生產數量 \div 現有模穴數) \div 標準生產模數。
38. 次料比：(固定不良 $+$ 不固定不良) \div (實際投入量 $-$ 調機次料產出)。
39. 良率比： $1 -$ 次料比。
40. 成型不良數量：不固定不良 \div 每穴單重，單位為個數。
41. 成型不良率：不固定不良 \div 實際投入量。
42. 模具不良數量：固定不良 \div 每穴單重，單位為個數。
43. 模具不良率：固定不良 \div 實際投入量。
44. 備註：技術員操作狀況備註。
45. 整體設備效率：良品率 \times 稼動率 \times 產能利用率。

共有 45 個欄位，然而諸多欄位同質性高或者為加以計算之計算結果，例如：產品型號與模具型號對應結果一樣、工時差為計畫工時欄位減去有效工時等……，因此予以刪除後僅保留日期、機台、產品、班別、作業員、實際投入量、良品重量、不良品重量、實際生產數量、總產出數量、標準產量、有效工

時、計畫工時、良品率、稼動率、產能利用率、整體設備效率以及備註等欄位，並且載入至統計軟體 SAS 中做數據整理與分析。

三、 資料整理

初步檢視所有的資料，發現某些資料的某些欄位有被漏記或是不實記錄，漏記之資料在軟體中會呈現遺漏值，而不實記錄之資料的挑選，則是本研究進一步運算成效率後，該效率明顯不合理，例如：整體設備效率 >1 或 ≤ 0 、良品率 >1 或 ≤ 0 、稼動率 >1 或 ≤ 0 以及產能利用率 >1 或 ≤ 0 。本研究將這些被漏記或是不實記錄的資料統稱為記錄不完全之資料，其記錄不完全之資料為技術人員記錄失誤所導致

統計這些記錄不全的資料共有 19881 筆，要注意的是一筆資料被記錄不實的欄位不一樣，因此有可能出現一筆資料出現兩項欄位以上被記錄不實，表 3-2 詳細統計出研究資料之篩選，而所有資料刪除記錄不完全之資料後，剩餘 75814 筆，作為可用之資料。

表 3-2 研究資料之篩選過程

全部之資料筆數	95695
刪除：遺漏值之資料筆數	26
良品率 >1 或 ≤ 0 之資料筆數	201
稼動率 >1 或 ≤ 0 之資料筆數	10386
產能利用率 >1 或 ≤ 0 之資料筆數	10699
整體設備效率 >1 或 ≤ 0 之資料筆數	3793
記錄不完全之資料筆數	(19881)
資料筆數	75814

第肆章 結果分析與討論

從個案公司產品型號目錄與生產日報表資料的記錄進行核對，可以知道泰國工廠共有 116 台機台、產出 249 項產品、配置 72 位作業員。本研究根據數據分析結果發現一些技術員無法直接察覺的問題，甚至是整個工廠生產能力，或是加以追蹤每位技術員、各機台和生產的產品，找出效率低之根源，並改善其生產流程。

第一節 資料分析

先將樣本資料全部執行數據分析，表 4-1 為樣本敘述性統計顯示 75814 筆樣本資料中，良品率平均數(mean)落在 0.922，標準差(standard deviation)為 0.047，相較其他因素小，表示良品率變異數(variance)小，可以知道個案公司生產品質控管良好，且產品品質有一定的水準，然而良品率之最小值卻為 0.198，與其平均數相差甚遠。

表 4-1 敘述性統計分析

	平均數	標準差	最小值	Q1	中位數	Q3	最大值
實際投入量(kg)	218.818	122.272	0.343	121.290	218.000	315.000	919.800
良品重量(kg)	202.717	117.238	0.325	108.000	198.900	293.800	910.800
不良重量(kg)	16.094	16.824	0.000	3.000	12.000	23.556	224.000
總產出數量(K)	125.457	145.466	0.272	27.180	90.880	166.152	1057.200
實際生產數量(K)	116.086	135.053	0.250	25.000	83.000	154.000	1017.000
計畫工時(hr)	9.934	3.314	0.150	8.000	12.000	12.000	121.000
有效工時(hr)	8.059	3.307	0.046	5.851	9.130	10.861	12.000
整體設備效率	0.604	0.170	0.006	0.503	0.623	0.727	0.990
良品率	0.922	0.047	0.198	0.890	0.930	0.959	1.000
稼動率	0.796	0.181	0.009	0.717	0.851	0.930	1.000
產能利用率	0.819	0.102	0.235	0.753	0.825	0.895	1.000
觀察樣本數	75814						

進一步抓出該筆資料，表 4-2 為 2015 年 5 月 25 日機台 M111 生產產品 P098 之資料，發現造成效率低之原因為機台故障以及維修過久所致。可以發現備註之內容，也就是備註所記錄之原因會影響效率的高低。

表 4-2 良品率低之資料

日期	機台	產品	技術員人數	整體設備效率	良品率	稼動率	產能利用率	備註
20150525	M111	P098	2	0.014	0.198	0.096	0.720	修注嘴、滲料

第二節 備註記錄之分析

本節將資料中的備註抓出，分析其內容裡有用的資訊。資料中的備註並沒有每筆皆被詳盡的記錄，附有備註之資料占資料筆數的一半，共 38068 筆。

根據全面生產保養制度(Total Productive Maintenance, TPM)設定的整體設備效率，以 0.85 區分效率好與壞，整理出整體設備效率低於 0.85 之資料，共有 36169 筆，並將這些資料之備註加以分析，扣除遺漏值後之主要關鍵字包含維修、異常、故障、不工作、停電、跳電、換零件、等待、警報、停水、短路，圖 4-1 為計算後該項所占之比重，其中，進行維修之批次就占了 48%，停電、跳電占 17%，等待占 14%，警報占 10%，異常占 8%，故障、不工作占 2%，短路占 1%，而換零件以及停水各占不到 1%。



圖 4-1 主要關鍵字：維修、異常、故障、不工作、停電、跳電、換零件、等待、警報、停水、短路之比重

本研究欲瞭解備註之記錄細部原因與機台、產品及作業員之關聯性，將進一步找出備註內容分別記有維修、等待、警報、異常、故障、不工作之批次，以機台、產品及作業員來進行排名，如表 4-3 所顯示，發現維修、等待、警報、異常、故障、不工作中皆有產品 P145 的排名，表示在生產產品 P145 中，很容易產生問題。

表 4-3 以機台、產品及作業員排名之備註內容

主要關鍵字：維修			
排名	機台	產品	作業員
第一位	M054	P145	E18,E19
第二位	M050	P101	E62,E63
第三位	M051	P071	E27,E29
主要關鍵字：等待			
排名	機台	產品	作業員
第一位	M084	P145	E45,E46
第二位	M006	P101	E62,E63
第三位	M087	P036	E18,E19
主要關鍵字：警報			
排名	機台	產品	作業員
第一位	M049	P145	E50,E51
第二位	M041	P071	E27,E29
第三位	M054	P036	E14
主要關鍵字：異常			
排名	機台	產品	作業員
第一位	M047	P092	E02
第二位	M051	P101	E18,E19
第三位	M114	P145	E27,E29
主要關鍵字：故障、不工作			
排名	機台	產品	作業員
第一位	M012	P071	E61,E28
第二位	M055	P101	E60,E61
第三位	M083	P145	E01,E03

進一步將具有關鍵字維修的資料進行分析，統計出需要維修之三大原因，如圖 4-2 顯示維修注嘴的比例占最多為 39%、機械手占 32%及模具占 17%。再深入以機率論探討彼此之間的關聯性，發現了三種發生機率較高的組合：機台 M050 發生維修機械手的次數最多，而機台 M051 則是維修注嘴的次數最多，兩者皆由作業員 E18 和 E19 兩人一組共同負責操作時發生機率最高；然而產品 P101 在生產時維修模具的比例最多，且大部分皆是由作業員 E62 和 E63 兩人一組負責生產，這可讓現場作業員優先瞭解使用該機台或生產該項產品所會發生之狀況。

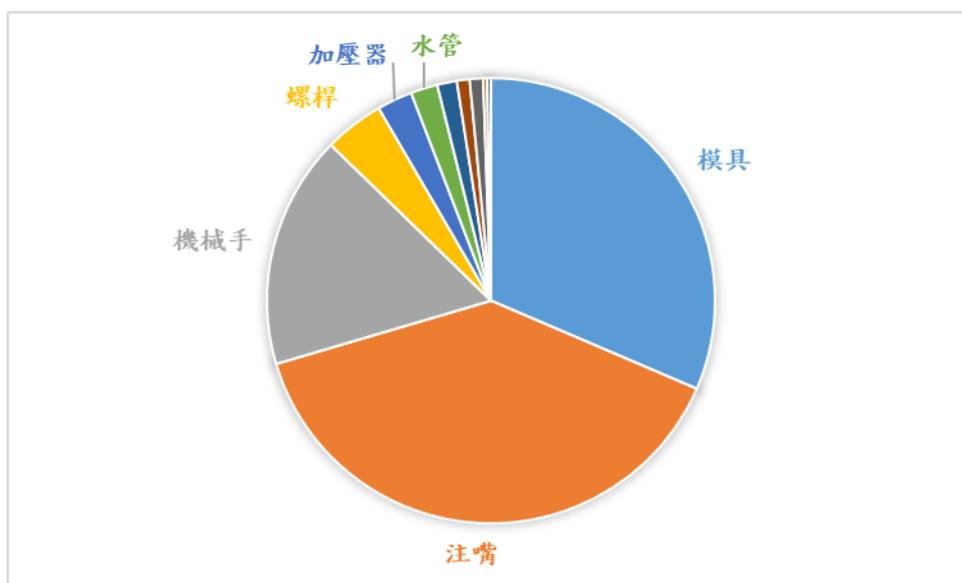


圖 4-2 維修的主要原因之比重

細分等待之主要原因，如圖 4-3 所示，有 79% 的時間皆花費在等待機台預熱上，不管是哪組作業員負責生產哪種產品，皆以等待排名前三之機台 M084、M087 及 M006 預熱次數最多。預熱皆是每台機台在製程前必須歷經的過程，為了讓生產更具效率，管理人員必需要再進一步瞭解機台預熱速度較慢的原因。

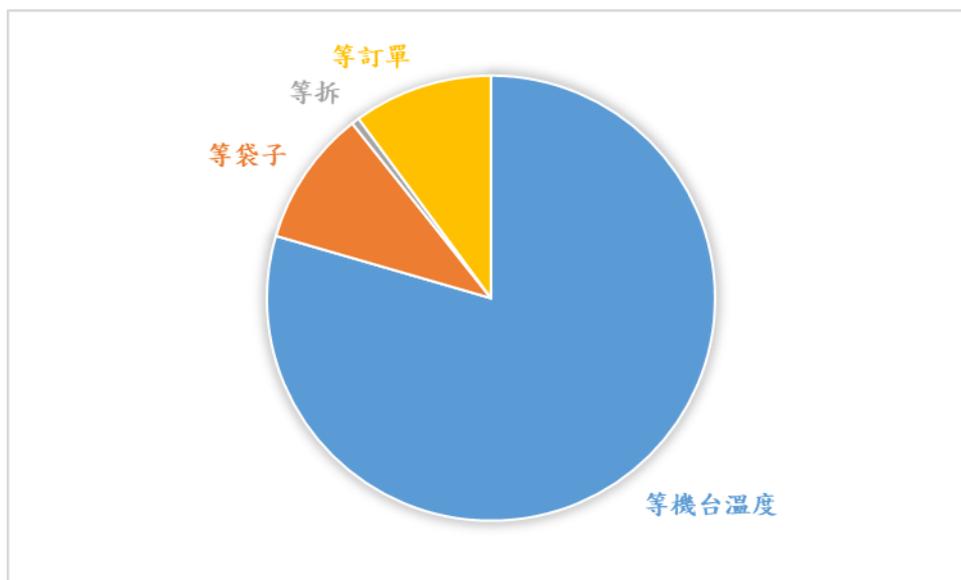


圖 4-3 等待的主要原因之比重

有一套管理方式，是利用機台發出的訊號參數予以即時讓作業員知曉，若機台發生超過規定之情況時，則機台發出預警訊號，等作業員或工程技師檢查，如果檢查正常，則機台繼續運作，反之則必須細部檢查，此預警管理能將影響生產的機台因素降到最低。分析工廠機台警報響起的原因，如圖 4-4 分別為機台占 70%、機械手占 13%及滑油占 11%。其中，發現機台 M041 在生產產品 P071 時，較容易因機械手和滑油的問題而觸動警報；當響起頂針警報時，皆是由機台 M049 所發出，且皆為作業員 E27 和 E29 兩人一組負責操作生產產品 P036。

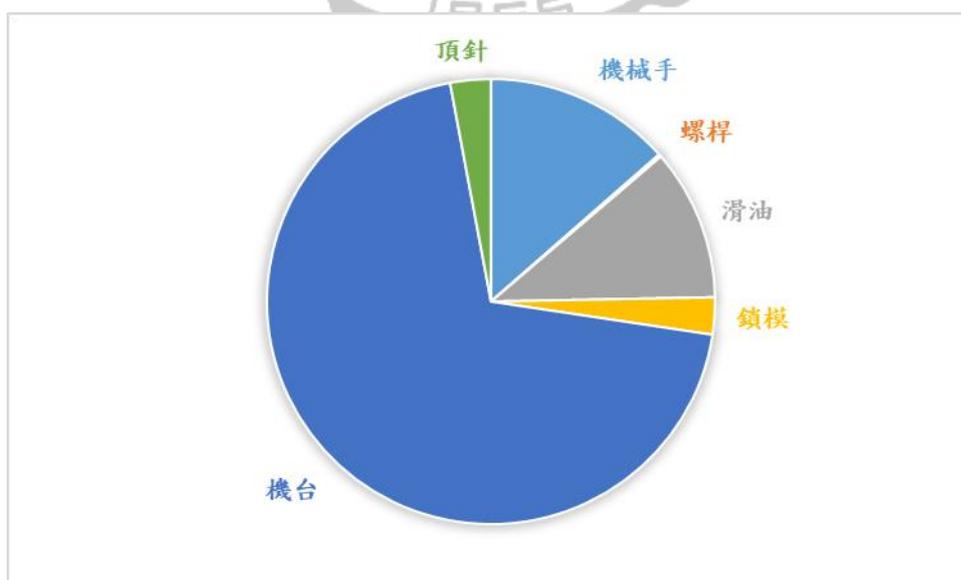


圖 4-4 警報的主要原因之比重

出現異常最多次的原因，如圖 4-5 為灌料異常占 82%。其中，發現機台 M047 最常發生灌料異常，又以生產產品 P092 和 P101 時發生機率最高。

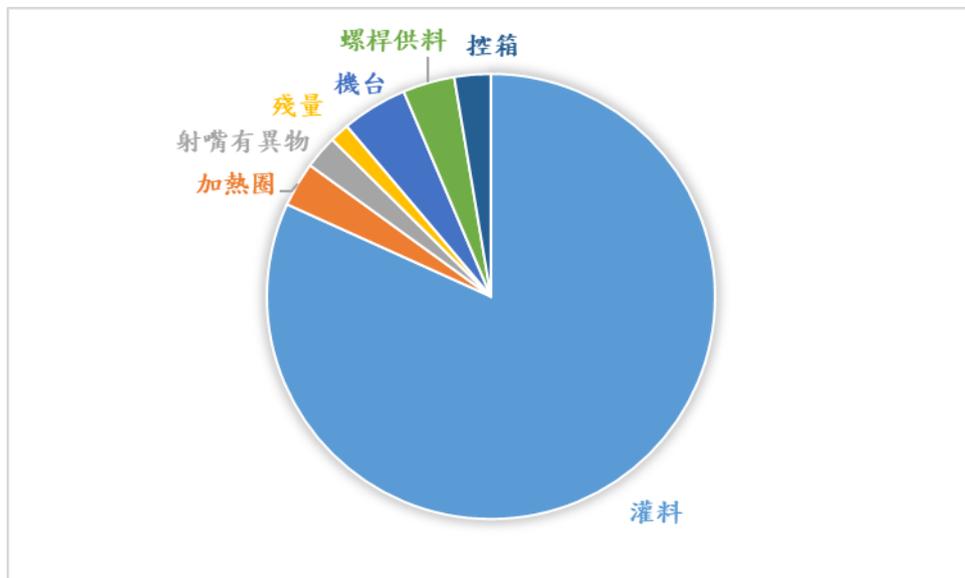


圖 4-5 異常的主要原因之比重

記錄內容有故障、不工作、短路、換零件的筆數相較少於以上四種情形，在此當中故障、不工作發生的原因卻幾乎來自機械手故障占 60%，依序為螺桿不工作占 13%及機台故障占 11%，如圖 4-6 所表示，且發生機械手故障的情況有 20%皆與作業員 E61 的參與有關。

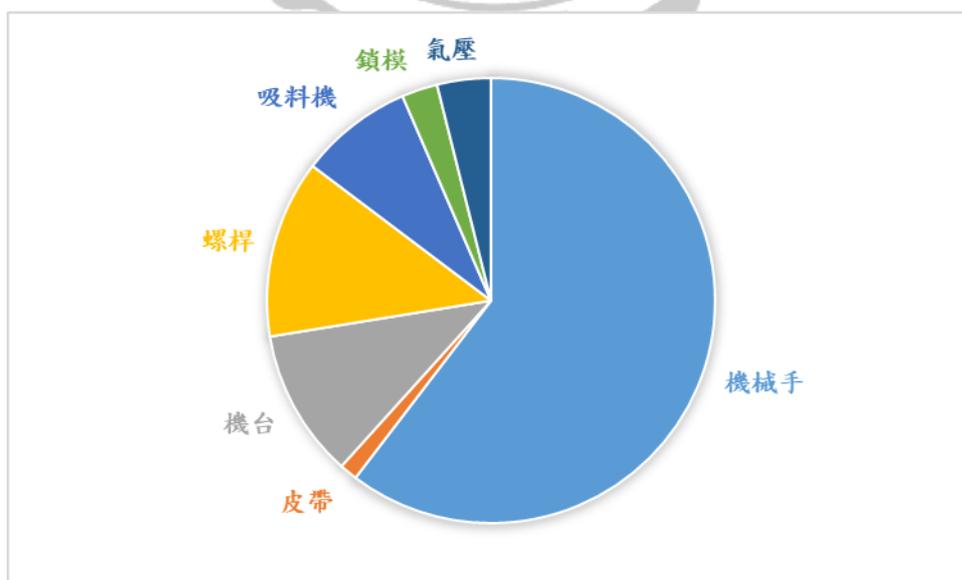


圖 4-6 故障、不工作的主要原因之比重

本研究分析工廠生產日報表之備註中關鍵字出現的次數，與對應之機台、產品及作業員之關聯性，可以依循分析結果，來迅速找出發生問題之原因，縮短尋找問題的時間，或者能讓作業員或管理者事先瞭解可能發生之情況，進而做到預防工作，或改善其生產流程。

第三節 各年月效率之分析

上節的分析無法得出備註中記有停電、跳電與機台、產品及作業員的關聯性，但該項所占之比重不能忽視其影響力。本段將停電、跳電以每天或各年月分類統計，並搜尋泰國當地氣象資料，發顯與風速、雨量無關，但 2014 年 11 月份停電、跳電影響批次次數高達 238 批次，明顯高於其他年月份，所造成支影響使得該月份為平均良品率太低，深入分析其結果，即停電、跳電會影響塑膠原料在生產過程中的塑形品質。

進一步將樣本資料以時間排列，依照各年各月份做分群，算出各年各月份的整體設備效率之平均數，畫出圖 4-7 之折線圖，可以知道在 2014 年 3 月至 5 月的平均整體設備效率分別為 0.595、0.572 和 0.568，皆低於 0.6，深入瞭解並進一步搜尋當地相關新聞與經濟狀況，其原因發現泰國當地處於政變時期，民眾皆積極參與相關抗議活動；然而 12 月份的平均整體設備效率亦低於 0.6，其原因為平均產能利用率太低，深入分析其結果，當月份維修機台及其更換零件影響批次次數高達 301 批次，高於其他年月份，受機器設備本身因素影響較大。

在 2015 及 2016 年連兩年的 1 月、2 月整體設備效率較低之原因，可能是遇上泰國元旦節和清邁花節，加上泰國有不少人祖上是中國血統，泰國人每逢 1 月、2 月有過大年節的習俗。

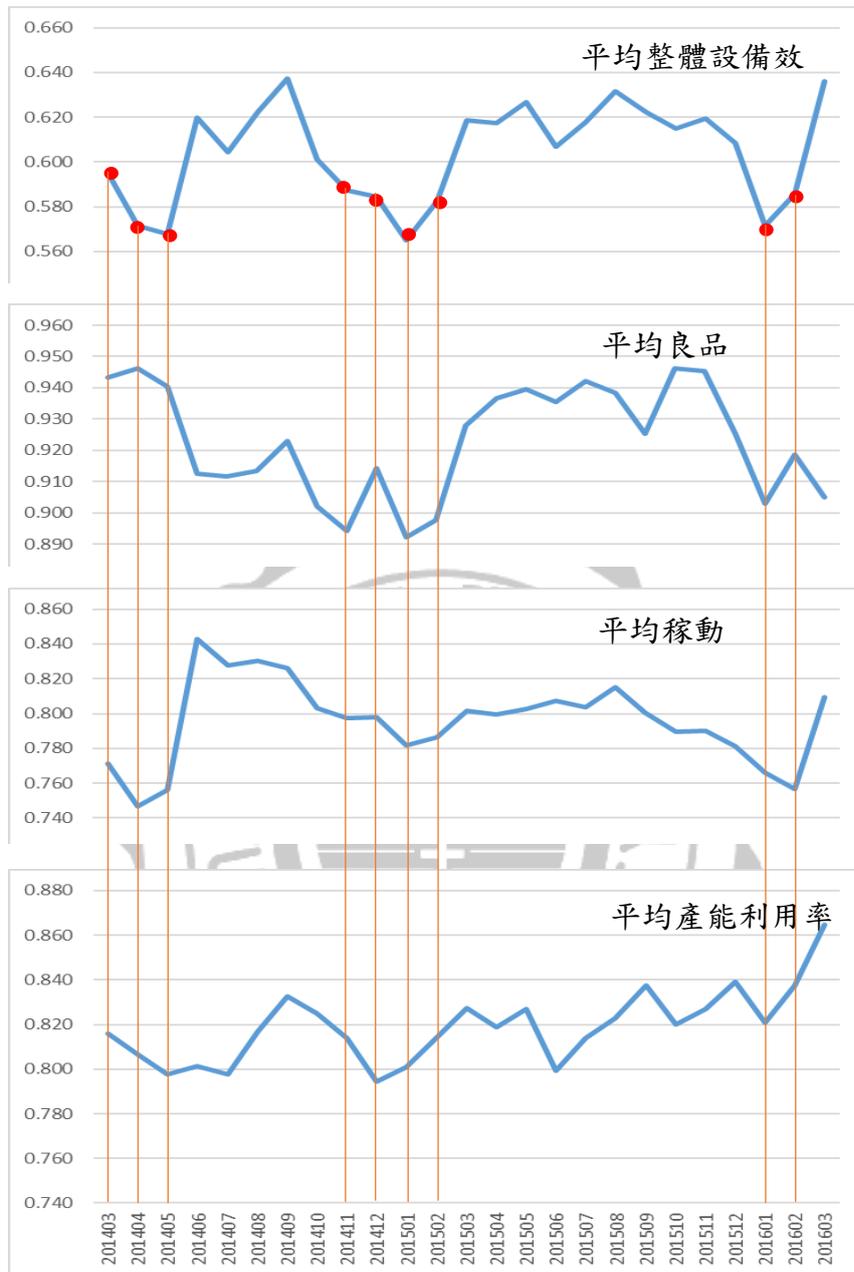


圖 4-7 各年各月份之效率折線圖

第四節 人員配置分析

在資料中可以發現作業員的記錄採記名方式，將參與該生產批次之作業員記錄下，而在資料項目中，多了一個班別的選項，此章節將研究人員配置狀況的效率有無差別。工廠在塑膠束帶的生產過程中，機台設備會持續 24 小時運轉，並不會關閉電源，原因是塑膠原料在加熱融為可塑造的液體型態過程中會發生質化，降溫塑形後就無法再次加熱融為可塑造型態，而機台一旦溫度下降，機台內部可能會殘留質化後的塑膠原料，該機台就得大清洗，因此，除了要更換塑膠原料、更換產品塑型模具或是大清洗機台，都必須配置作業員在旁，24 小時加熱運轉。

本段將樣本資料按照工廠人力配置的班別 A、B 兩班來做分群，依表 4-3 作業員依班別配置效率顯示，雖然 B 班所投入的生產次數高於 A 班 104 次，但平均實際生產數量卻低於 299 個，然而兩班的作業效率非常平均，也皆高於 0.6，整體而言，A 班投入次數少，平均實際生產數量多，效率也略較高於 B 班。

表 4-4 作業員依班別配置效率

班別	投入次數	平均實際生產數量	平均整體設備效率	平均良品率	平均稼動率	平均產能利用率
A	37855	116.235	0.605	0.924	0.795	0.820
B	37959	115.936	0.603	0.921	0.797	0.818

在 19881 筆記錄不完全之資料中有 19414 筆有記錄該批次負責之作業員，分別對這些資料分類作業員配置人數，計算出登記不完全筆數，再除以該配置人數記錄之總次數，表 4-5 作業員配置人數與其記錄失誤率顯示，作業員配置一人的記錄失誤率為 0.303，比配置兩人和三人的記錄失誤率還要高。

表 4-5 作業員配置人數與其記錄失誤率

作業員配置人數	平均記錄失誤率
1	0.303
2	0.209
3	0.207

表 4-6 為算出樣本資料加上不實記錄之資料的平均整體設備效率，並比較樣本資料與不實記錄之資料的平均整體設備效率，發現不實記錄之資料的平均整體設備效率高於另外兩者，這些不實記錄之資料會拉高整體的效率，使得其效率變得好看，而導致作業員不實記錄之原因：可能是剛開始實行記錄制度，技術人員還不習慣每次做生產回報；生產效率為技術人員績效考核指標之一，導致技術人員故意漏記生產效率差的批次或少記生產損失；亦有可能為非故意失誤。

表 4-6 不實記錄與樣本資料之平均整體設備效率

	樣本資料	不實紀錄之資料	樣本資料+不實記錄之資料
平均整體設備效率	0.604	0.868	0.659

表 4-7 作業員配置人數之效率敘述性統計

Panel A：技術員配置一人，共 28 組							
	平均數	標準差	最小值	Q1	中位數	Q3	最大值
整體設備效率	0.591	0.172	0.006	0.485	0.607	0.715	0.982
良品率	0.916	0.047	0.354	0.884	0.922	0.952	0.995
稼動率	0.785	0.185	0.009	0.699	0.842	0.923	1.000
產能利用率	0.818	0.106	0.256	0.747	0.820	0.901	1.000
觀察樣本數	20941						
Panel B：技術員配置兩人，共 45 組							
	平均數	標準差	最小值	Q1	中位數	Q3	最大值
整體設備效率	0.608	0.169	0.008	0.509	0.628	0.731	0.990
良品率	0.926	0.046	0.198	0.895	0.934	0.962	1.000
稼動率	0.798	0.180	0.009	0.719	0.852	0.931	1.000
產能利用率	0.819	0.101	0.235	0.755	0.827	0.893	1.000
觀察樣本數	52169						
Panel C：技術員配置三人，共 2 組							
	平均數	標準差	最小值	Q1	中位數	Q3	最大值
整體設備效率	0.629	0.150	0.113	0.538	0.635	0.731	0.958
良品率	0.916	0.041	0.800	0.892	0.921	0.948	0.994
稼動率	0.853	0.137	0.145	0.806	0.884	0.948	0.999
產能利用率	0.802	0.118	0.500	0.730	0.804	0.887	1.000
觀察樣本數	409						

扣除紀錄不完全之資料後的樣本資料按照工廠作業員配置一至三人來做分群，依表 4-7 作業員配置人數之效率敘述性統計顯示，作業員共有 72 人，配置一人有 28 組投入生產批次共 20941 次，配置兩人有 45 組投入生產批次共 52169 次，配置三人有 2 組投入生產批次共 409 次，分析出配置三人，其平均整體設備效率會較高，按照配置人數遞減而效率遞減。

束帶製程中的溫度控制相當重要，在每台機台在生產的時候，都會配置作業員負責控管，每批次產品生產出來後都必須做記錄進行回報，然而在整理資料時，發現有些作業員會漏記或是不實記錄之資料，進一步算出作業員配置人數的記錄失誤率與負責批次之平均整體設備效率，可以知道作業員配置人數越多能互相監督，減少記錄失誤的發生，並能有效提高整體效率。



第五章 結論與建議

第一節 研究結論

工業 4.0 的時代來臨，工廠作業流程邁向智慧化勢在必行，隨著科技的進步，無論是資料的增加亦或是累積速度皆大大領先過去，初步導入大數據分析方法，將累積巨量的數據資料，快速地挖掘出能夠改善生產作業流程的有用資訊，是前進智慧化不可獲缺且刻不容緩的議題。

本研究根據全面生產保養制度(Total Productive Maintenance, TPM)設定的整體設備效率，篩選出有效之資料，並將這數萬筆資料之備註項目加以進行文字分析，找出主要關鍵字包含維修、異常、故障、不工作、停電、跳電、換零件、等待、警報、停水、短路，其中維修就占了整項目的 48%，可以知道造成效率低之原因主要花費在維修上。

進一步瞭解備註之細部原因與機台、產品及作業員的關聯性，迅速找出發生問題之原因，縮短尋找問題的時間。以機率論的計算方式，發現在各項主要關鍵字中生產產品 P145 的比率相當高。在維修中，機台 M050 的機械手以及機台 M051 的注嘴最常進行維修，且兩者皆由作業員 E18 和 E19 兩人一組共同負責生產操作時發生機率最高，而生產產品 P101 的模具維修比例最高。細分等待之主要原因，大部分花費在等待機台預熱的時間最多。機台 M041 在生產產品 P071 時，較容易因機械手與滑油的問題而觸動警報。發生異常之主要原因以灌料異常占異常整體的八成，更發現機台 M047 較常發生灌料異常的情況，其中又以生產產品 P092 和 P101 時機率最高。故障、不工作的發生有六成原因來自於機械手故障，當中有兩成的機率皆與作業員 E61 的參與有關。

將樣本資料以時間排列，依照各年各月份做分群，算出各年各月份的整體設備效率之平均數，可以知道在 2014 年 3 月至 5 月的平均整體設備效率皆低於 0.6，深入瞭解其原因發現泰國當地處於政變時期，民眾皆積極參與相關抗議活動；而導致每年 1 月、2 月效率低之原因與年節習俗有關。2014 年 11 月份造成平均整體設備效率低之原因，為平均良品率太低，深入分析其結果，當月份停電、跳電影響批次次數高達 238 批次，明顯高於其他年月份，即停電、跳電會影響塑膠原料塑形品質。

束帶製程中的溫度控制相當重要，在每台機台在生產的時候，都會配置有經驗的作業員負責控管，每批次產品生產出來後都必須做記錄進行回報。然而，在整理這些人員所記錄的資料時，發現有些作業員會漏記或是不實記錄之資料，仔細追究抓出這些記錄不全之資料，算出作業員從配置一人至配置兩人、三人的記錄失誤率隨之減少，平均整體效率低增。可以知道作業員配置人數越多能互相監督，減少記錄失誤的發生，並能有效提高整體效率。

綜上所述，根據數據分析結果能發現一些作業員無法直接察覺的問題，甚至是整個工廠生產能力，或是加以追蹤每位技術員、各機台和生產的產品，找出效率低之根源，進而改善其生產流程。



第二節 研究貢獻

大數據的發展，促使人類的活動範圍擴大、需求增長，世界已經逐漸在全球範圍內以分工合作和商業整合的方式，促使人類把學習、生活和工作的模式從局部走向整體。大數據分析儼然將成為輔助管理者做決策的基礎和推動智慧工廠、邁向工業 4.0 的關鍵，然而，台灣中小型製造業及傳統產業實際進行大數據分析及瞭解工業 4.0 之觀念的案例更是少之又少，本研究為將導入大數據分析方法，進行工廠生產模式的模擬，發現一些作業員無法直接察覺的問題，進而改善工廠內部作業流程。

第三節 未來研究建議

本研究榮幸獲得個案公司工廠生產資料，透過數據分析改善企業內部管理和優化工廠生產製程，並未涉及到上游顧客端與下游消費端，因此，未來研究方向可連接上游顧客端與下游消費端之資料，建構出水平價值鏈。



參考文獻

- Ahmad, M. M., and N. Dhafr. 2002. Establishing and improving manufacturing performance measures. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 18 (3):171-176.
- Ames, V., J. Gililland, A. Konopka, and H. Barber. 1995. *Semiconductor Manufacturing Productivity; Overall Equipment Effectiveness (OEE) Guidelines*. Technology transfer 950327443.
- Brooks, R. A. 1991. Intelligence without representation. *Artificial intelligence* 47 (1-3):139-159.
- Case, S. 2016. 第三波數位革命：這是農夫、工人、廚師與藝術家……以及我，從邊陲地方發動的全球經濟革命. Translated by 廖桓偉: 大是文化出版.
- Chen, H., R. H. Chiang, and V. C. Storey. 2012. Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS quarterly* 36 (4):1165-1188.
- Dal, B., P. Tugwell, and R. Greatbanks. 2000. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement—A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management* 20 (12):1488-1502.
- Fodor, J. A., and Z. W. Pylyshyn. 1988. Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis. *Cognition* 28 (1):3-71.
- Huang, S. H., J. P. Dismukes, J. Shi, Q. Su, M. A. Razzak, R. Bodhale, and D. E. Robinson. 2003. Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis. *International Journal of Production Research* 41 (3):513-527.
- Jonsson, P., and M. Lesshammar. 1999. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems—the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management* 19 (1):55-78.
- Konopka, J. M. 1995. Capacity utilization bottleneck efficiency system-CUBES. *IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology: Part A* 18 (3):484-491.
- MacDougall, W. 2014. *Industrie 4.0: Smart Manufacturing for the Future*: Germany Trade & Invest.
- Nakajima, S. 1988. *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*.(Translation). Productivity Press, Inc., 1988:129.
- Nakajima, S. 1989. *TPM development program: implementing total productive maintenance*: Productivity press.
- Nilsson, N. J. 2014. *Principles of artificial intelligence*: Morgan Kaufmann.

- Oechsner, R., M. Pfeffer, L. Pfitzner, H. Binder, E. Müller, and T. Vonderstrass. 2002. From overall equipment efficiency (OEE) to overall Fab effectiveness (OFE). *Materials Science in Semiconductor Processing* 5 (4):333-339.
- Scott, D., and R. Pisa. 1998. Can overall factory effectiveness prolong Moore's law? *Solid state technology* 41 (3):75-81.
- Turing, A. M. 1950. Computing machinery and intelligence. *Mind* 59 (236):433-460.
- IBM. 2012. 2012 IBM Annual Report.
- 王树良, 丁刚毅, and 钟鸣. 2013. 大数据下的空间数据挖掘思考. *中国电子科学研究院学报* 8 (1):8-17.
- 余承叡, 盧冠宇, 吳維文, and 丁士翔. 2016. 邁向工業 4.0-製造業的大數據分析應用實例. *電工通訊季刊*:68-77.
- 张仰森. 2004. 人工智能原理与应用: 高等教育出版社.
- 李科逸. 2013. 國際因應智慧聯網環境重要法制研析-歐盟新近個人資料修法與我國建議. *科技法律透析* 25 (12):41-62.
- 李傑. 2016. 工業大數據: 工業 4.0 時代的智慧轉型與價值創新: 天下雜誌出版社.
- 城田真琴. 2013. Big Data 大數據的獲利模式: 圖解·案例·策略·實戰. Translated by 鐘慧真、梁世英: 經濟新潮社.
- 韋康博. 2015. 工業 4.0: 從製造業到「智」造業, 下一波產業革命如何顛覆全世界: 商周出版.
- 張允文, 張瑞當, 張菁萍, and 吳少君. 2007. 預算參與一致性對個人及公司績效之影響. *會計評論*,(45):57-97.
- 莊祐軒, and 羅乃維. 2013. 物聯網安全的現況與挑戰. *資訊安全通訊* 19 (4):16-29.
- 曾智揚. 2016. 工業 4.0 浪潮下的管理會計人員. *會計研究月刊* (363):15-17.