

出國報告(出國類別：進修)

英國雪菲爾大學碩士班返國報告

(自動控制及系統工程含工業管理)

(Advanced control and systems engineering with
industrial management)

服務機關：軍備局生產製造中心第205廠

姓名職稱：鄭雅琳上尉

派赴國家：英國

出國日期：108年7月22日至109年9月26日

報告日期：109年10月14日

摘要

本次進修係奉國防部 108 年 7 月 8 日國人培育字第 1080010768 號令核定赴英國雪菲爾大學 (The University of Sheffield) 進修授課型自動控制及系統工程(含工業管理)理學碩士。職於 108 年 7 月 19 日啟程赴英，於核定修業期限內取得畢業所需學分及完成論文繳交，並於 109 年 9 月 26 日返台。囿於刻正 COVID-19 疫情期間，於返國後次日(27 日)起隔離 14 日至 10 月 10 日止，並於 10 月 12 日返廠述職。

本返國報告依據「行政院及所屬各機關出國報告宗和處理要點」相關規定撰擬，包含目的、過程、心得及建議事項，旨在提報學校特色、學習環境及模式、進修課程、論文研究主題等相關專業技術內容及個人進修經驗心得分享，除供民眾查閱外，亦可提供日後申請國外進修人員參考。

目次

壹、目的.....	1
貳、過程.....	2
參、心得及建議.....	10

壹、目的

本次進修係奉國防部 108 年 7 月 8 日國人培育字第 1080010768 號令核定赴英國雪菲爾大學 (The University of Sheffield)進修授課型自動控制及系統工程(含工業管理)理學碩士。目的在於提升個人學識素養、鞏固及增進既有相關專業知識並取得碩士學位，俾將所學應用於國軍現行相關設備及技術，提升我國整體軍事能量。

貳、過程

一、城市簡介

雪菲爾為英國中部南約克郡內的一座城市，也是英格蘭倫敦以外的八大核心城市之一，從 19 世紀起，便開始以鋼鐵工業聞名於世，擁有許多工業方面的革新，包括不鏽鋼等，因此，城內許多的展覽及歷史古蹟均與鋼鐵陳展或鋼鐵業有關。雪菲爾的地理環境多變，除被群山環繞外，也是 5 條河流的匯集處，城內建築多建築於山坡上，海拔高度最低僅 29 公尺，最高可達 500 公尺，因此，平時於街道上行走宛如爬山，從外圍山坡可看到整個市中心，同時也是觀夕陽的最佳的地點。



圖一、雪菲爾位置(紅點處)

由於得天獨厚的地理環境，再加上超過 50 座公共公園及林地和鄰近的峰區國家公園讓整個城市有 61%的面積為綠地，因此雪菲爾也被譽為英格蘭最綠化的城市。

雪菲爾夏、秋季(5 至 10 月)氣溫約 6-18°C，冬、春季(11 至 4 月)氣溫約 1-10°C，且今年未見雪景，由此可見，即使位於高緯度，雪菲爾冬季並非經常下雪。此外，英國的天氣多變，多陰雨綿綿，因此英國人經常把握難得的晴天在草地上聚餐或烤肉，甚至到池塘裡游泳，平時也很少下滂沱大雨，若下大雨通常伴隨著強風，因此英國人不太喜歡撐雨傘，常以連身帽代替。英國的夏令時期(4 至 10 月)與台灣時間相差 7 小時，冬令(11 至 3 月)相差 8 小時，所使用的插頭為英規三腳扁型，電壓 220-240V，因此使用台灣電器需自備或另購轉換頭。離雪菲爾最近的國際機場為曼徹斯特機場，搭乘火車或計程車均約需 1 小時 20 分鐘，但途中需轉機，若從台灣直飛則抵達倫敦蓋威克或希斯洛機場，再從國王十字火車站搭乘火車至雪菲爾火車站，則需約 2 個半小時。

二、學校簡介

雪菲爾城內計有兩間大學，雪菲爾哈倫大學及雪菲爾大學。雪菲爾大學(University of Sheffield) 成立於1905年，是由三所學校合併而成(雪菲爾醫學院成立於1828年、福斯學院成立於1897年及雪菲爾技術學校成立於1884年)，為六所紅磚大學之一(伯明罕大學、布里斯托大學、利茲大學、利物浦大學、曼徹斯特大學)，紅磚大學為大英帝國時期維多利亞時代創立於英格蘭六大重要工業城市中的科學或工程技術類院校，於第一次世界大戰前榮獲皇家特許狀的英國著名城市大學，是英國頂尖的老牌名校，與英國工業革命有著密切的關係，同時也是「羅素集團(The Russell Group)」的重要成員，主要提升學生實踐方面的技能知識。發展至今，雪菲爾大學在教學與研究方面已建立起卓越的聲譽，在2020年泰晤士高等教育世界大學排名中位居第117位，在英國內排名第14位，在歐洲500所大學中名列第45位。根據2020年QS世界大學排名，排名第78位，為英國20所最佳的研究型大學之一，其中以理工科為強，甚至被譽為「工程帝國」，也是英國眾多大學中具有國際聲望的名校之一，與波音公司、勞斯萊斯、BAE Systems及Airbus等大型企業或地方企業均有長期或短期合作計畫，將豐沛的研究能量與全球產業鏈密切結合，建立雪菲爾大學在世界先進製造領域的地位。

三、課程進修

碩士課程從 108 年 9 月 27 日至 109 年 9 月 25 日止，全程可分為三個學期，每學期約為 3 個月，其中包含聖誕節假期及復活節假期。本專業進修課程計有：「控制系統概論 (Foundations of Control Systems)」、「系統優化與信號處理(Optimization and Signal Processing)」、「策略管理與業務實踐(Strategic Management and Business Practices)」、「智能與視覺系統(Intelligent and Vision Systems)」、「工業自動化 (Industrial Automation)」、「先進製造業中的工業訓練程序(Industrial Training Programming in Advanced Manufacturing)」、「工程環境中的創新和改革管理(Managing Innovation and Change in Engineer Contexts)」及「控制系統專題與論文(Control Systems Project and Dissertation)」，合計 8 門

課程。其中「策略管理與業務實踐」及「工程環境中的創新和改革管理」為本科系含工業管理才有的管理課程。除「控制系統概論」佔總學期學分 30 分及「控制系統專題與論文」佔 60 分外，餘課程均佔學分 15 分，合計總學分為 180 分。圖二為秋、春季課程及其學分分配。

2019/20

Autumn semester	
ACS6101: Foundations of Control Systems	30 credits
ACS6128: Optimisation and Signal Processing	15 credits
MEC602: Strategic Management and Business Practices	15 credits
Spring semester	
ACS6123: Intelligent and Vision Systems	15 credits
ACS6131: Industrial Automation	15 credits
ACS6402: Industrial training programme (ITP) in Advanced Manufacturing	15 credits
MEC442: Managing Innovation and Change in Engineering Contexts	15 credits
ACS6200: Control Systems Project and Dissertation	60 credits

圖二、秋、春季課程及其學分分配

各項課程重點說明如后：

(一)秋季學期(Autumn semester)(10~12月)：

1. 「**控制系統概論 (Foundations of Control Systems)**」

課程時間為學期第 1 至第 6 週(9 月 30 日起至 11 月 8 日止)，本課程為控制系統工程的基礎入門課程，目的為鞏固控制和系統工程的相關基礎知識，分別由 4 位老師針對不同領域進行授課，各領域分述如后：

- (1) 工程數學和 MATLAB：介紹線性及非線性微分方程、齊次及非齊次方程、線性代數、矩陣、特徵值、特徵向量及拉普拉斯變換等工程數學內容，使學生熟習如何計算高等數學並結合 MATLAB 軟件以解決與系統和控制工程相關的問題。
- (2) 系統建模與仿真和 SIMULINK：介紹系統建模的目的、用途和好處，並以機械系統、直流電動機、液壓致動器等常見物理系統呈現一階和二階系統建模及系統線性化，使學生熟習如何建立工程問題相關的系統方塊圖及其轉移函數和狀態空間表示法之間的轉換，並搭配工業標準軟件 (SIMULINK) 和硬件來建模、分析、仿真、設計和執行控制系統。

- (3) 控制系統分析與設計：介紹系統模型、性能要求、一階和二階系統的時域特性、穩態誤差等系統控制相關基礎，時域和頻域分析、根軌跡設計方法、波特圖、零極點位置、開環和閉環系統、奈奎斯特穩定性與等系統穩定性判斷方法，使學生熟習相位超前及相位滯後補償等不同 PID 控制設計方法來增強控制系統的屬性，以滿足系統所需的性能規格。
- (4) 數位控制系統：介紹訊號數位離散化取樣概念及 z 變換中時域及頻域之間轉換（連續和離散）的關係，並以實作課讓學生熟習如何設計數位控制器及伺服補償系統及 PLC 邏輯控制撰寫及設計。

2. 「系統優化與信號處理(Optimization and Signal Processing)」

課程時間為學期第 7 週至第 12 週(11 月 11 日起至 12 月 22 日止)，本課程詳細介紹用於各種工程問題中其優化和信號處理的理論和方法，分別由 2 位老師教授。系統優化部分，除介紹一、二階線性及非線性約束條件的基本概念及最速下降法、牛頓法、精準及非精準線搜索法、拉格朗日法及懲罰函數法等不同傳統的優化及其求解方法外，還介紹其他新發展的演算法，如微粒群演算法(PSO)、遺傳演算法(GA)、差分進化演算法(DE)、模擬退火法(SA)等生物啟發式智能計算求解法。信號處理部分，介紹時域及頻域中的離散信號和系統分析方法，傅立葉轉換、快速傅立葉轉換、離散傅立葉轉換及其之間的轉換關係，熟習如何使用「衝激不變法」及「雙線性變換法」設計有限及無限衝激響應（FIR 及 IIR）數位濾波器及基本的數位圖像處理方法。

3. 「策略管理與業務實踐(Strategic Management and Business Practices)」

課程時間為秋季學期全 12 週（9 月 30 日起至 12 月 22 日止），本課程提供策略管理的基礎知識，介紹策略與策略管理及其使組織持續成功的重要性，教導學生如何應對工程組織所面臨的策略管理問題的分析 and 關鍵技能，例如 1. 應用「VRIO 框架」和「價值鏈分析」評估公司不同類型的競爭優勢。2. 利用「波特五力分析模型(Porter's Five Forces Model)」分析行業和市場的吸

引力。3.了解商業模式圖(Business Model Canvas)及其各個組成部分。4.改變行業結構的策略以提高組織的盈利能力。5.依「政治、經濟、社會、技術、生態、法律(PESTEL)分析模型 (PESTEL Analysis Model)」分析組織的廣泛宏觀環境等等，使學生掌握與該行業相關的基本技能以成為未來的組織領導人。

秋季學期於第 12 週(12 月 20 日)結束，期末考試科目計有乙項「系統優化與信號處理」，考試時間為 2 月 5 日。

(二)春季學期(Spring semester)(2~5 月):

下學期課程於 2 月 11 日開始，學期開始後囿於謝菲爾城市內新型冠狀病毒確診病例逐漸攀升，學校宣布於 3 月 16 日起全面停止面對面教學，開始執行線上教學。原復活節假期為 4 月 6 日至 24 日，因疫情爆發學校將假期提前從 3 月 23 日起至 4 月 20 日止。下學期後半段課程於 4 月 20 日開始並持續實施線上教學。

1. 「智能與視覺系統(Intelligent and Vision Systems)」

由 2 位老師分別教授影像處理(第 1 至第 6 週)及模糊控制(第 6 至第 12 週)。影像處理部分，介紹圖像和影像處理在智能系統中的應用，從基礎的圖像顏色、像素分辨率、直方圖平均化，到根據共同的圖像特徵(顏色，邊緣，紋理和形狀)使用不同方法進行進階的圖像分割、圖像分析及圖像合成，及使用光流法進行影像序列的自動目標檢測及目標追蹤等。

模糊控制部分，介紹模糊邏輯基礎概念、經典集和模糊集定義及其屬性、經典和模糊關係的基數和運算、如何應用模糊邏輯於模糊集中，了解模糊到清晰的轉換(去模糊化)、近似推理、模糊決策乃至於建立基於模糊規則的系統，通過模糊聚類技術進行模糊預測建模和系統識別，設計模糊控制系統、神經模糊系統、自組織模糊控制系統(SOFLC)及基於遺傳的模糊系統等。

2. 「工業自動化 (Industrial Automation) 」

本課程介紹工業自動化系統的結構和策略並透過硬件配置使學生了解如何識別及選擇適當的感應器和驅動設備，學習如何對人機界面 (HMI) 及電腦進行編程，使其直接與感應器和執行器連接並對本地或遠程的系統數據進行收集、處理和實時監視，評估和應用業界基於工業自動化所使用的西門子最新版本的可編程邏輯控制器 (PLC) 集成和編程並學習 PID 控制器在工業中的應用。

3. 「先進製造業中的工業訓練程序(Industrial Training Programming in Advanced Manufacturing)」

本課程透過與業界相關的專案工作使學生深入了解先進製造系統。由教授依學生專業分組並分配相關主題任務，該任務為業界合作夥伴於職場上實際遇到的技術挑戰，過程中定期舉辦重點技術研討會，由學生小組經討論後提問，而教授和業界工程師協助提供相關專業和技術回復，爾後學生自行實踐理論研究，訂定任務需求規格、製作甘特圖(Gantt Chart)以進行專案管理、風險管理、制訂研究策略、實施和執行小組商定的計劃，藉此學生可學習如何處理開放性和未知的問題、主動提出想法、承擔責任及團隊合作並熟習系統工程管理流程，同時在涉及相當技術難度的理論概念時，強調獨立研究，大量閱讀相關領域文獻，使學生能更深入了解所分配的主題。

4. 「工程環境中的創新和改革管理(Managing Innovation and Change in Engineer Contexts)」

這門課說明創新管理在製造和服務組織中的重要性，尤以業務活動為工程和技術相關的組織為主，並強調創新管理結合新產品、流程開發和改革管理是企業成功的關鍵動力，介紹企業創新的定義、面向、程度、驅動原因等基礎概念、管理創新的流程、「創新管理五項框架(包含創新發想、選擇、實施、

策略及組織)」、國際、國家、地區、組織和團隊等多個層面之間的開放式創新及可持續創新，了解創新和設計方法是如何在組織內部和外部對環境、法律、社會、經濟和道德產生影響，尤其著重於組織如何管理和利用創新固有的商業風險和機遇以及項目如何進行創新開發，並利用案例教學(case study)及實用的工具和技術以增強學生的協作技能，使學生未來在企業中能有效地應對創新挑戰。

本學期於第 12 週(5 月 29 日)結束，6 月 1 日至 6 月 12 日為考試週，期末考試科目計有 2 項「智能視覺系統(僅模糊控制部分)」及「工程環境中的創新和改革管理」，考試時間分別為 6 月 3 日及 5 日上午 10 時，因應疫情，學生各自完成作答後於考試結束 30 分鐘內掃描上傳至學校系統。

(三)論文撰寫(6~8 月)

「控制系統專題與論文(Control Systems Project and Dissertation)」

學校於 12 月底公布指導教授清單及該教授的研究領域，共約 90 個選項，學生須於 2 月前選擇自己的前 6 自願，由學校分配指導教授，而大部分學生並非順利分配到所填寫的第一志願教授。

本專題建立於所學的課程之上，並具更高的獨立性，讓學生發展進階知識和技能，並將其應用於特定或系列問題上。專題目標由學生與教授共同制定並由教授提供總體指導，過程中學生學習主動性和獨立性並發展出創造性和批判性思維、分析、反思及有效的項目管理和溝通方面等相關技能。

學校通過以下方式對學生的學習目標及成果進行評估（由 2 位教授分別對專題進行評分，若兩者評分結果差異甚大，再由第 3 位教授進行評估）：

1. 平時表現及專業性(20%)：

指導教授在執行項目期間根據學生的整體專業行為進行評分，包含學生對專題的投入性、項目的管理、與教授溝通的技巧、組織和計劃、對項目目標的了解度、學生所付出的努力、實驗的能力和分析及最終結果等。

2. 專案提報與答辯(10%)：

使用時間為 30 分鐘，進行 15-18 分鐘提報，餘為答辯時間，由教授對學生進行較深入的提問並根據其演講的組織結構、表達方式、簡報中視覺輔助影像和回答問題進行評估。囿於疫情影響，移除答辯時間，改為繳交簡報及報告影音檔(10 分鐘內)。

3. 書面論文(70%)：

由 2 位教授(各佔 35%)根據其報告報告質量(結構、邏輯性、清晰度)、科學和專業慣例(學術文獻引用得當性、完整性、適當性、批判性評估)、結果(是否實現所有專題目標、對成果的滿意度)和理解及分析(技術含量、個人見解、分析能力、完整性)等進行評估，最大頁數不得超過 70 頁。

職的論文題目為「以光流法評估粉末影像序列 (Optical flow estimation in powder flow image sequence)」，主要係使用光流法預測金屬熔融在霧化過程中受氣流影響的金屬粉末流速快慢，藉此判斷所生產的金屬原料顆粒大小是否平均，進而評估該原料用於增材製造(3D 列印)成品的品質優劣。

主要所用的理論為光流法，由於物體的移動(運動向量)大部分可視為三維空間於二維平面的投影，故發展出此以二維影像評估物體移動的方法，主要假設物體的亮度不變及每一禎影像中所有像素移動距離極小，透過每個像素與周圍像素或整個影像的相對關係及前後禎的關係以評估物體移動方向及速度。目前該方法已大量應用於電腦視覺領域，例如：人工智慧(機器人視野)、物體追蹤、影像分割等等。

本實驗分析所需的粉末流影像序列由雪菲爾的高速氣體霧化公司提供，並使用 Matlab R2020b 軟體中既有的四種光流法指令(Horn-Schunck Method、Lucas-Kanade Method、Farneback Method 及 Lucas-Kanade with Derivative of Gaussian)進行性能測試。首先建立已知位置及速度的移動物體的合成影像序列，接著選出此四種光流法的最佳參數，再將已知正確物體移動的數據與光流法預估的移動速度進行比較，最後計算均方根誤差及角度誤差判斷其優劣。其中

「Lucas-Kanade with Derivative of Gaussian」光流評估方法與正確數據的誤差最小，故以此方法預測合成與粉末流影像序列的光流。結果表示該方法經影像數據平均化後可粗略區分粉末的流速快慢。為進一步分析金屬顆粒移動快慢，進階採用「Wavelet Based Lucas-Kanade with Derivative of Gaussian」光流法進行結果分析及比較，該方法加入小波轉換，可將圖像分別顯示出垂直、水平及對角線的高頻圖像，並將選用的光流法應用於分解出的子圖像，囿於所建立之合成影像序列中並未包含高、低頻差異，因此此方法分析合成序列後的結果並不如預期，故應用於真實粉末流序列亦無法確認其正確性。由於研究時間，教授指導本論文以此作結即可，並建議後續研究人員可採用更進階的方法，例如卡爾曼濾波器處理時間變化以分離金屬粉末流速快慢。此方法若發展成熟，可用於霧化製程即時影像分析，操作人員可依呈現出的流速即時調整製程參數並提升金屬粉末品質。

參、心得及建議

- 一、學校的線上系統 Blackboard(MOLE)非常便利，不論是作業繳交或上課所用教材均可於線上直接下載，有別於過去於理工學院讀書時，需攜帶厚重的課本至課堂上，也省去不少教材費用。除此之外，每堂課均由教授上課所使用的電腦自動記錄上課內容並立即上傳至 Blackboard(MOLE)，使學生可於下課後立即於線上複習，或反覆觀看於課堂時未聽清楚的部分，且在疫情爆發後所有課程均改為線上授課，該系統更是發揮其便利之處。
- 二、英國的校風非常注重學生是否抄襲，英國大學常見的查重系統為 Turnitin，該系統可顯示出學生繳交的作業或文章與資料庫內的文獻重複的比例，由此判定學生是否抄襲。除了語言班時老師教導學生如何正確引用文章之外，開學後的輔導老師亦利用集會時間再次提醒若被判抄襲的嚴重後果，另外，語言班同學因未正確引用導致寫作未通過，且職秋季學期的管理課繳交的小組報告也因來源不清楚導致不及格，此兩個案例均顯示出學校十分重視學生的資料來源。

三、學校資源相當豐富，學校設有線上圖書查詢系統 Starplus，可查詢各學術論文、書籍及期刊，大多為電子檔可直接下載閱讀，若學校有該藏書，亦會顯示其位於哪個圖書館的什麼位置，透過學校帳號可以取得一般民眾無法取得的文獻。學校有 4 間實體圖書館，其中兩間 Information Commons 及 The Diamond 為 24 小時開放，也是學生經常出入的場所，除了 B1 有 7 間講堂及各科系實驗室之外，還有許多小型讀書室可供學生進行小組討論或學習，學生可提前於線上預訂時段，另外還有安靜讀書區，該區域學生不得交談，適合需要安靜讀書環境的學生，此外，學校的電腦設備性能很好，速度快，適合跑程式，因此，需要很早到圖書館才佔的到電腦。職非常喜歡在 Diamond 讀書，經常一待就是一整天，只可惜英國 3~4 月疫情爆發之後，學校關閉，無法使用此資源。

四、在雪菲爾大學就學期間，不僅能加強專業知識，也能增進獨立研究、思辨能力及語言能力，在課餘期間，可參加學校體育館的體育活動(壁球、飛輪、HITT 等)、英國城市旅遊(牛津、劍橋等)、體驗活動(騎馬等)以及專業課程訓練(Python、Matlab 等)，或自行安排峰區(Peak District)一日遊或短期旅遊，以平衡平日繁重的課業，紓解壓力。除此之外，除了平時體驗英國生活，了解英國人文、歷史、文化之外，雪菲爾大學國際學生比例非常高，亦可接觸到世界各地的國際學生，如印度、伊朗、阿拉伯聯合共和國等等，藉此可了解各國的文化差異，對於英國人文、歷史、文化等方面亦有初步的理解，拓展自身視野，實為相當難得的經驗。

五、雪菲爾大學設有語言班的制度，建議語言程度中等或初次於歐美國家學習者可選擇雪菲爾大學，透過語言班可先行調整生活步調、安排住宿及熟悉學校環境，也能事先了解英國學術界不同的慣例(例如抄襲制度)，能於正式碩士課程快速進入狀況，也能避免因無心之過而受到學校處分。

六、目前本廠正值遷建時期，由於多項機具仍須向國外廠商購買，技術資料更新及相關機儀具的使用說明或儀表板可能皆以英文呈現，屆時須不少具備一定外語程度的人員，故建議持續性地派遣軍(士)官赴先進國家進修，以提升人員外語能力，或與國外廠商進行工業合作及技術轉移等，吸收國外先進做法，以提升本廠生產能量，使本廠朝向國際化兵工廠的方向前進。

七、未來新式機具多為自動化機具，其納入生產任務後，作業人員須具備基礎程式編譯能力，建議鼓勵軍(士)官利用公餘時間進修自動化相關課程，如專業課程、程式語言、考取機電相關證照等，以提高人員素質，並具備故障排除之能力，使本廠成為高品質自動化兵工廠。