

出國報告（出國類別：進修）

英國倫敦帝國理工學院  
碩士進修報告

服務機關：國防大學理工學院

姓名職稱：劉冠儀上尉

派赴國家：英國

出國期間：105 年 10 月 1 日至 106 年 10 月 1 日

報告日期：106 年 11 月 30 日

## 摘要

本報告係依據「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，旨在提報個人進修經驗與所見所聞，除有利大眾查閱外，更可提供日後國內大專院校相關行政及教學人員運用參考。

職於 105 年 10 月 1 日奉派至英國倫敦帝國理工學院(Imperial College London, UK) 就讀化學工程碩士班，進修目的在於培養國防大學理工學院未來師資，並於 106 年 10 月 1 日修業期滿返國報到。

本文就職所進修之學校及學系之學習環境、模式及特色做講解，並針對職碩士研究主題做介紹，以供日後國內大專院校相關所需人員做參考。

# 目次

壹、 目的 .....	1
貳、 進修過程 .....	1
參、 心得及建議 .....	8
肆、 參考資料 .....	9

# 壹、目的

職於民國 105 年 10 月 1 日至英國倫敦帝國理工學院(Imperial College London)就讀化工碩士班，為期一年，並於 106 年 10 月 1 日修業期滿返校報到。此次進修目的在於提升個人學識素養及取得碩士學位，俾利作為國防大學理工學院化學及材料工程學系師資培育儲備人員。

本篇報告係依據「行政院及所屬各機關出國報告綜合處理要點」相關規定撰擬，旨在提報個人進修經驗與所見所聞，以提供日後國內大專院校相關行政與教學人員運用參考。

# 貳、進修過程

## 一、 學校介紹

倫敦帝國理工學院（Imperial College London）是一所開放式的大學，擁有多個校區，其中最大的校區為南肯辛頓校區（South Kensington），位於英國著名的海德公園（Hyde Park）南方，並坐落於自然科學博物館（Natural History Museum）、科學博物館（Science Museum）、皇家阿爾伯特音樂廳（Royal Albert Hall）及維多利亞和阿爾伯特博物館（Victoria and Albert Museum）旁。

本學院主要是由四個學院組成，分別為工程學院，醫學院，自然科學院和商學院，在理工及醫學領域更是頗負盛名，據 2017 年 QS 世界大學排名（The QS World University Rankings），倫敦帝國理工學院排名第 9 名，而在泰晤士報 TIMES 世界大學排名（World University Rankings | Times Higher Education (THE)）則是排名第 8 名。



圖 1：倫敦帝國理工學院外觀。



圖 2：倫敦帝國理工學院內著名的女王塔。

(資料來源：<https://www.pinterest.com/pin/216876538275582200/>)

## 二、 系所介紹

倫敦帝國理工學院的化學工程學系的教職為 45 人，碩博士生合計約 300 人，而碩士研究領域主要分成 4 類，分別是進階化學工程領域（Advanced Chemical Engineering, ACE）、生物工程領域（Advanced Chemical Engineering with Biotechnology, Bio）、系統工程領域（Advanced Chemical Engineering with Process Systems Engineering, PSE）及結構化產品工程領域（Advanced Chemical Engineering with Structured Product Engineering, SPE）。

依研究領域的不同，所需必修科目及研究題目也就會有所不同，一般來說，若想有機會嘗試不同領域的課程，建議選擇 ACE 領域，此領域是非常適合想發展多元化知識基礎的學生來選擇，因除一科統一必修科目外，在此領域的學生可自由選擇剩餘 7 科想要修習的科目，在選擇研究論文題目時，也相對地有彈性。

## 三、 修課制度及評分制度

碩士課程主要由三個學期組成，分別是秋、春及夏季學期（Autumn, Spring and Summer Terms），前兩個學期是以修課為主，一學期需修 4 科，共 8 科，並在夏季學期時（5 月份），統一進行 8 科的學科紙筆測驗，不及格者（低於 50 分），將於 8 月中旬舉辦重考。

在學校期間，學科的紙筆成績會以等級的方式公布，70%以上為優異（Distinction）、60~69%為不錯（Merit）、55~59%為及格（Pass）、50~54%為低分通過（Low Pass）及 50%以下則是不及格，至於正式分數須等到整個碩士學程結束後約兩個月才會公布。



圖 3：在帝國理工學院上課實況。

#### 四、 論文及口試

在學期一開始的時候，所有教授會針對其相關的研究題目做介紹，學生可選擇 7 個興趣的題目做排序，後續系上會再以亂序的方式進行論文題目的分配。

選定完論文題目後，在秋季學期至春季學期初（約 2 月初）須完成文獻回顧（Literature Review）的撰寫，目的只在讓學生能先期了解其所選定題目之背景、基礎理論及規劃後續實驗進行方式等，並藉由與教授及博士生的互動，活絡自身想法思維，以對論文題目有更進一步的了解。



圖 4：指導教授 Paul Luckham (後排右三) 與實驗式碩博士生合影。

基本上，論文相關的研究步驟是從學科紙筆測驗結束後開始(約 6 月初)，部分學生是以儀器實驗的方式進行研究，部分學生則是利用各項程式模擬，如 ASPEN、gPROMs，進行化工程序、製程的評估及優化 (Optimisation)，並於 9 月份中旬前後完成論文並執行口試。

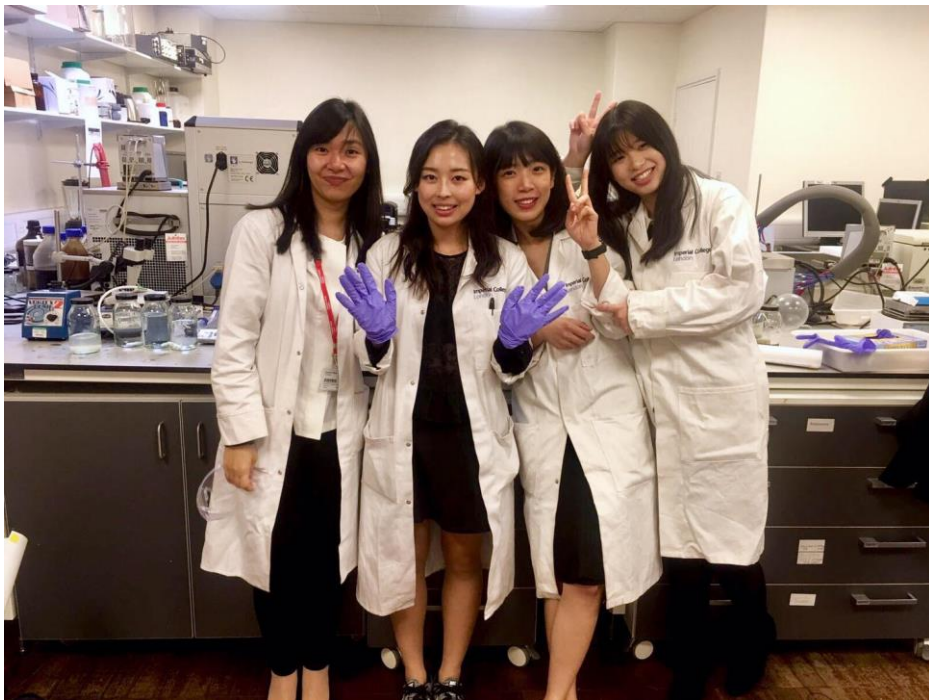


圖 5：與同期實驗室碩士生合影。



口試 (Poster Presentation) 主要是由指導教授及隨機選取一位教授、副教授或助理教授執行評分，同實驗室的博士生也有可能隨行參與評分。學生針對其論文研究題目進行 5 到 10 分鐘的介紹，結束後，評分人員會針對內容做提問，以確認學生已通盤了解自身研究領域。



圖 6：口試當天與同學合影。

## 五、 論文介紹

本次在倫敦帝國理工學院所研究的題目為「Bringing Plant Potential to Life Through Intelligent Model Fluid」，此外，本碩士題目是與 Syngenta 公司所合作。

Syngenta 是全球最大的農業生產商，專注於永續農業發展及經營，日前因混和道次有混和不均的現象，當執行混合道次時，攪拌槽內部分流體會呈現靜態，並產生一停滯區域 (Stagnant Zone)，導致攪拌槽內溫度分布不平均、物質擴散速率不均，以致製程效率降低、產品品質不穩定，又或對人機產生危險。為研究此部分之議題，須於實驗室進行 CFD (Computational Fluid Dynamics) 模擬，藉以觀察混合作業時，攪拌槽內流體流動狀況，但因礙於混合道次內的真實流體具毒性，易對人體造成不良影響，故無法直接使用真石流體進行相關測試及實驗。

因此 Syngenta 公司與本學系合作，欲找出一個與真實流體 (Real Fluid)

具有相似的流變學特性 (Rheological Characteristics) 的替代流體 (Model Fluid)，除此之外，膠體溶液要儘可能為透明無色，以確保實驗的可視性，並可於實驗室模擬並觀察真實流體於混和道次時的流體流動狀態，進而改善製程或機具。

本實驗所研究的替代流體為 Carbopol 980 及 981 膠體溶液，此膠體是一無毒物質，且因加入少量的 Carbopol，便可使溶液黏度有大幅度的提升的特性，一般商業多用於乳液、洗髮精產品的製作，此外，中和後的膠體具有良好的可視化特性，非常適合後續攪拌槽內流體流動觀察。

Carbopol 膠體溶液隨著重量濃度的增加，其黏度 (Viscosity) 及屈服應力值 (Yield Stress Value) 會有大幅度的提升；另外，中和膠體溶液使其酸鹼值至 7 左右，亦可有效提升黏度及屈服應力值，本實驗主要使用流變儀進行各試樣流體測試作業，並利用 Herschel-Bulkley 及 Casson 經驗方程式分析各試樣流體的流變特性，再藉由混和其他溶液，期望達到一連續剪切速率及剪切應力圖 (Shear Rate - Shear Stress Plot)，也就是在一固定的屈服應力值下，可得到不同曲度的曲線，在未來，此替代流體就可用於模擬各種不同的真實流體在不同轉速的攪拌器內的動態狀態。



圖 7：Carbopol 膠體溶液濃度變化對可視畫的影響，由左至右為 0.5wt%、1.0wt%、1.5wt%、2.0wt% 及 2.5wt%，上排為 Carbopol 980 下排為 Carbopol 981。

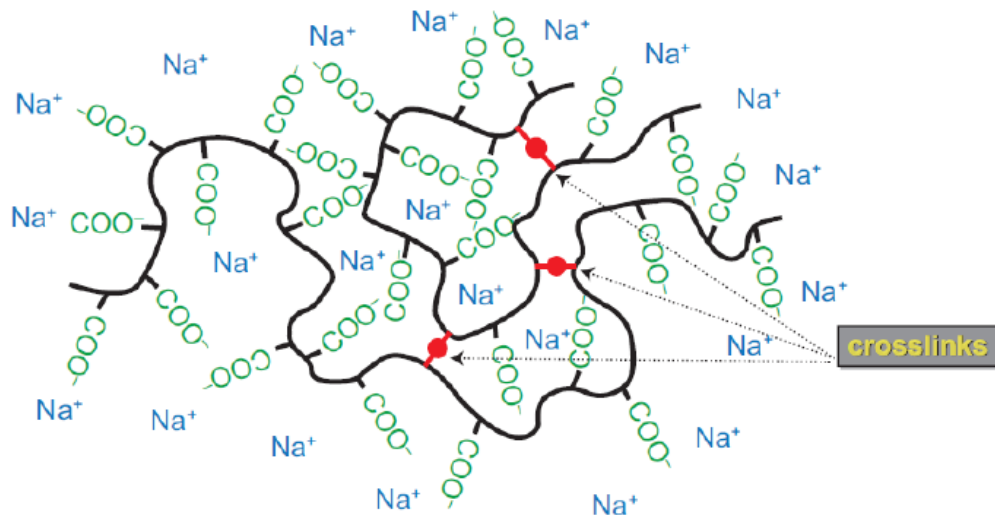


圖 8：中和後 Carbopol 膠體溶液內部結構。

## 參、心得及建議

倫敦帝國理工學院的讀書風氣非常開放自由，學生可以選擇要不要到學校上課或利用線上錄影課程在家學習，而學生們多是徹底貫徹「Work hard, play hard」的精神！雖然常常到了周休二日，學校的圖書館、閱讀室常常都是人滿為患，更不用提一到五的時間，但還是會在忙碌之餘安排短期旅遊或一些休閒娛樂幫助紓解壓力，透過各式各樣的舒壓管道，平衡的繁重的學術研究及課業，是一種相當值得學習的生活態度。

學校的教學模式比較注重團隊合作、溝通、實事求是及培養解決事物的能力。舉程序設計的分組報告為例，教授僅針對報告內容的背景資料作講解，講解為什麼會有工程師想要做這部分的探討及研究，也會粗略地講解所需的模擬程式使用方法，但其餘有關流程的設計、設定的溫度、壓力部分就必須由學生自行從各文獻資料及小組討論中得到，並且將訂定的參數值及為什麼要這樣設計的原因通通撰寫出來，而非直接將得到的資訊視為理所當然；若遇到困難，教授也都是非常樂意跟學生做討論，但多是以啟發互動的方式進行，一步一步地讓學生自己得到答案，激盪出學習的火花，講求先自我探索而非直接從教授得到答案。

因為論文研究的題目，讓職有幸能到民間企業 Syngenta 公司提報並參觀學習，Syngenta 公司的工作環境及空間非常的開放，在提報時與台下公司高層及技術人員的互動模式比較像是在跟朋友討論，雙方立場非常平等，資訊是雙向的交流，得到的回饋也是相當豐富具啟發性，且因他們較具實務經驗，切入的觀點也比較具有實用性，幫助職後續在進行實驗研究時能站在不同的面向作探討，這樣

的經驗非常難能可貴。

回顧在英國念書的一年，職發現了以下幾點事情可供大家參考學習，第一點是老師與學生之間的關係非常像朋友，但這不代表在國外學生就不尊重老師，而是一種亦師亦友的感覺，彼此對一待解決的問題，皆是抱持著 **open-minded** 的想法，老師對於學生所提出的問題，不管好或壞，皆是給予正面的回應，而學生也是能非常有自信的表達自身想法。第二點是學校資源相當豐富，環境、機儀具也維持得相當不錯，如果有找不到的論文、書籍及期刊等，只要跟圖書館說一聲，他們就會儘快幫忙購買讓學生使用。第三點是購買實驗耗材非常方便，舉凡燒杯、酒精、試管等等，學生只要帶著自己的學生證到學校裡的化學商店購買，商家會從學生證的資訊知道這個學生由哪位老師指導，之後商家會再統一跟老師收錢。

最後，感謝國防大學理工學院給職這個機會出國進修，回顧讀書一年，除了學習到許多專業知識以外，更有幸能體驗到一個截然不同的生活，培養獨立自主生活及提昇忍受挫折的能力，也有機會利用休假期間至各地參訪，吸收當地特有的民俗風情文化，拓展了自身的視野。

## 肆、參考資料

1. Imperial College London: <https://www.imperial.ac.uk/>
2. 2016. Chemical Engineering MSc Handbook. London: Imperial College London.
3. Liu, G., 2017. *Bringing Plant Potential to Life Through Intelligent Model Fluid Selection*. Thesis, Chemical Engineering, London.