

出國報告（出國類別：國外碩士班）

機密區分：無

國外碩士心得報告書

服務機關：國防部軍備局生產製造中心第四〇一廠

姓名職稱：劉立堅上尉

派赴國家：美國

出國期間：103年8月27日至105年5月8日

報告日期：105年8月10日

摘要

本次受訓係奉國防部 102 年 04 月 23 日國人培育字第 1020006684 號令核定赴美國俄亥俄州立大學(The Ohio State University)就讀「大地科學系」(Geodetic Science) 碩士課程。學期期程自 103 年 8 月 27 日至 105 年 5 月 8 日止，共計 2 年。第一年的課程為地理動力學(Geodynamics)、地表水文(Surface Hydrology)、地理空間資料結構(Geospatial Data Structure)、平差(Adjustment Computation)、物理大地(Physical Geodesy)及地圖投影(Map Projection)；第二年的課程為幾何參考架構(Geometry Reference Systems)、衛星大地(Satellite Geodesy)、進階衛星大地(Advanced Satellite Geodesy)、測繪主題研討(Topics on Mapping)及資料分析(Data Analysis)。

目 次

壹、目的.....	4
貳、過程.....	5
參、心得.....	10
肆、建議事項.....	12
伍、附件.....	13

壹、目的

本次受訓係奉國防部 103 年 7 月 28 日國人培育字第????號令核定赴美國俄亥俄州立大學(The Ohio State University)就讀「大地科學系」(Geodetic Science) 碩士課程。學期期程自 103 年 8 月 27 日至 105 年 5 月 8 日止，共計 2 年。

美國俄亥俄州立大學大地科學系係為地球科學院(The School of Earth Science)底下之一分支。該學院之大地科學系僅有碩博士之教育學程，餘大學學程納入地球科學系(Earth Science)，並細分為地質化學(Geochemistry)、地質學(Geology)和生化地理(Bio-geochemistry)等學程。大地科學系原涵蓋大地科學(Geodesy)、衛星大地(Satellite Geodesy)、攝影測量(Photogrammetry)、遙感探測(Remote Sensing)、衛星定位系統(Geoglobal Positioning Systems)、地理空間資訊(Geospatial Intelligence Systems)、地理數學(Geo-mathematics)等，現衛星定位系統、攝影測量及遙感探測等應用層面之學科已移至工程學院(School of Engineering)之土木、大地及環境工程學系(Civil, Geodetic and Environmental Engineering)，使本科系更著重於大地科學及地理空間資訊等，並置重點於學術探索。

該系包含碩士及博士學生，其中碩士學生學程可分為論文學程(Thesis Program)及非論文學程(Non-thesis Program)，職遵循非論文學程修畢指定學分數，並完成技術專題(Technical Report)，由指導教授 Michael Durand 及系主任 Alan Saalfeld 完成認證，於 105 年 5 月 8 日畢業並取得畢業證書，於 105 年 5 月 10 日晚間返抵台灣，並於次日向所屬單位軍備局生產製造中心第 401 廠報到。

貳、過程

一、旅行過程

本次去程於 103 年 8 月 17 日由桃園國際機場搭中華航空公司啟程，直飛美國洛杉磯(LAX)國際機場，經轉搭達美航空(Delta)至明尼蘇達州明尼亞波利斯(Minneapolis)轉機後，前往俄亥俄州哥倫布市(Columbus)，由於事前已與俄亥俄州立大學台灣同學會聯繫，由該會派員接往住宿地點。回程自哥倫布國際機場搭乘達美航空至明尼亞波利斯及洛杉磯國際機場轉機後，轉搭中華航空公司班機，飛返桃園國際機場，於 105 年 5 月 10 日返抵台灣。

二、學校概況與環境

俄亥俄州立大學美國頂尖公立大學之一，是美國重要學術聯盟「美國大學協會」的 62 個成員之一，也是一所國家級研究型大學，在語言學、商業、教育、政治、工程學院等均相當著名，其中癌症研究所是美國最先進的癌症研究中心之一。學校主校區占地約 7.14 平方公里，在校人數約 50,000 人，包含為數甚多的國際學生。校區內有超過兩百棟的教學大樓，其中主要圖書館為湯普森圖書館(Thompson Library)，另外有 21 間個徐科圖書館，藏書合計超過六百萬冊，藏書量美國排名第 17 名。校區內有販賣各國風格食物的學生餐廳，以及郵局、體育館、游泳池、學生宿舍等，校區附近亦有超級市場、酒吧、加油站等，生活機能完整。

俄亥俄州立大學除學術成就外，亦為知名的體育名校。身為中西部名校聯盟「十大(Big 10)」之一，美式足球隊是尤為著名，自 1942 以來，共有 8 次奪得全美大學足球聯賽冠軍，其中最近一次是在 2015 年。另校園內亦有一座可容納超過十萬人的美式足球場，以及 NBA 籃球場、冰球場、棒球場、足球場等，足見其重視體育之程度。

三、地理位置

俄亥俄州立大學位於美國中西部俄亥俄州，坐落於州中心的哥倫布市，

以北緊鄰密西根湖、以東為賓州、以南為西維吉尼亞州、以西為印第安那州。距離道頓(Dayton)空軍博物館約 40 分鐘車程，以北距離克里夫蘭市約 2 小時 30 分，以南距離辛辛那提市約 1 小時 40 分。

四、課程內容

兩年內的學科包含地理動力學(Geodynamics)、地表水文(Surface Hydrology)、地理空間資料結構(Geospatial Data Structure)、平差(Adjustment Computation)、物理大地(Physical Geodesy)、地圖投影(Map Projection)、幾何參考架構(Geometry Reference Systems)、衛星大地(Satellite Geodesy)、進階衛星大地(Advanced Satellite Geodesy)、測繪主題研討(Topics on Mapping)及資料分析(Data Analysis)等 11 門課，另為增進體能，職尚選修乙門拳擊入門(Boxing for Beginners)。各學科內容簡介如后：

(一)地理動力學(Geodynamics)

本學科係為了解地理學研究脈絡及地球運動，包含板塊運動、地熱傳導、地震研究等。除此之外需學習如何操作程式語言 Matlab 計算上述內容所牽扯的公式及數據整理。學期末須撰寫小專題，職的專題係以 921 大地震為主題，研究其餘震數量的預測公式與實際發生的餘震數。

(二)地表水文(Surface Hydrology)

地表水文主要著重於地表水循環、大氣氣象及能量輸入、降雨、河流流域、水滲透等。職的期末小專題為擷取某一流域之高程資料，並利用 Matlab 模型計算其降雨與水平衡。順帶一提，本課程教授 Michael Durand 為職畢業技術專題之指導教授。

(三)地理空間資料結構(Geospatial Data Structure)

課程目標為瞭解地理空間資訊系統所使用的資料結構，其中包含資料結構的基礎定義，如對點、線、面之數學定義、歐拉幾何、二元樹狀結構、

多元樹狀結構、排序理論、「掃描線(Swiping Lines)」等。

(四)平差(Adjustment Computation)

本課程是了解測量誤差以及處理誤差的數學方式，由於測量數據通常相當龐雜，故本學科要求學生利用矩陣進行計算，並以由簡入繁的順序了解誤差的來源、種類以及矩陣的計算方式，堪稱是測繪學科中難度最高的學科。

(五)物理大地(Physical Geodesy)

大地科學是一門研究地球形狀及大小的學科，研究其形狀與大小可用坐標系統、時間系統及重力量測作為手段。而本課程以物理學的角度探討大地科學，其中置重點於重力的解析。了解地球重力的變化是量測大地水準線(Geoid)與大地起伏(Geodetic Undulation)的手段之一，進而了解地球的形狀與大小。

(六)地圖投影(Map Projection)

本課程學習各種不同的地圖投影方式及其背後的數學計算，不同的投影方式包含柱狀投影、錐狀投影及平面投影等，並了解不同投影方式的的目的及特性。

(七)幾何參考架構(Geometry Reference Systems)

前述已說明大地科學是一門研究地球形狀及大小的學科，研究其形狀與大小可用坐標系統、時間系統及重力量測作為手段。幾何參考架構即是利用坐標系統及時間系統作為量測的手段，其中坐標系統又可分為地面(Terrestrial)坐標系統與天球(Spherical)坐標系統，而時間系統則是利用地球的運動推算其過去及未來的位置，並作為現代時間計算的基礎。

(八)衛星大地(Satellite Geodesy)及進階衛星大地(Advanced Satellite

Geodesy)衛星大地主要是以大地科學的研究方法運用在人造衛星上，以了解人造衛星的運動。由於衛星測量是遙感探測非常重要的方法之一，

了解人造衛星的運動變成非常重要學科。除此之外，利用人造衛星研究大地科學也是本學科著重探討的部分，包含潮汐運動、重力變化與高程量測等，都需要利用衛星的遙感探測技術。

(九)測繪主題研討(Topics on Mapping)

本課程主要是請修課同學針對其學有專精或是有興趣的測繪及空間資訊主題，製作投影片與其他同學分享。其主題包含街景攝影、坐標系統、智慧城市規劃、洪水模擬、國家災害預警系統、網絡分析等主題，除分享所學外，亦訓練同學對於專題的口語表達能力。

(十)資料分析(Data Analysis)

資料分析乃是利用蒐集所得資訊，以統計的方式進行分析，包含關聯係數、離散性、表現函數、回歸計算、空間分布等，對於測繪數據的分析有極廣的應用性與實用性。

(十一)拳擊入門(Boxing for Beginners)

本課程為入門體育課程，旨在了解拳擊基本動作與拳擊比賽規則，並讓同學互相擊打作為練習。

五、畢業技術專題

職畢業技術專題題目為「洪水模型與遙測影像整合之回顧(A Review of Flood Modeling and Remote Sensing Data Integration)」，該專題主要回顧近 20 年來對於洪水模擬的研究。由於洪水是一影響自然界及人類活動之重大力量，舉例而言，洪水形成肥沃之沖積扇平原，並為人類帶來文明與文化。然而，在某些特定時間，洪水帶來災害，威脅我們人身與財產。為了防止其造成之環境危害，科學家們已建立起複雜的觀測網及洪水氾濫模型。洪水模型模擬需要已定義水流方向及河道參數之數值高程模型，而為精進模型結果，操作模型確認(validation)、模型調校(calibration)、以及不確定性推估等步驟，則需要洪水氾濫區的遙測影像。由於目前為止專為水文研究

之衛星任務尚未正式啟用，資料獲得範圍可來自合成孔徑雷達、測高、及光達等。這些資料不只可用來建立洪水模型，更可用以建立邊際條件、確認與調校模型、及推估模擬結果的不確定性等。

參、心得

- 一、本碩士班旨在培育大地科學與空間資訊的研究人才，然而大地科學的研究方法相當多元，學生必須要瞭解除了大地科學本身的知識外，還需橫跨衛星、GPS、統計學、地理學、水文學、物理學、工程數學、影像處理、資訊科學等等不同的領域，是一門相當多元且需要整合能力的學科。
- 二、「多元」這件事似乎也反映在本廠的特性上，由於本廠結合了原第 401 廠的製圖能量、第 402 廠的光電夜視能量以及測量隊的測繪實作，使得本廠在發展上向各個不同的領域茁壯滋長中。我期許自己在經過國外大地科學的經歷後，能夠貢獻所學，使本廠在未來跨領域整合上能站穩腳步，向前邁出創新的穩健步伐。
- 三、美國大學學生的上課方式就如同好萊塢電影所看到的，每個人都很踴躍想要表達自己的意見，課堂的互動相當良好。然而，由於研究所學生多半以國際學生為主，由於語言上的隔閡與文化的不適應，上課方式與台灣傳統的講授課方式仍相當類似，同學之間在課堂上的互動較少，其中雖有部分以英語為母語的國際學生較為踴躍發言，然非英語為母語的國際學生在課堂上仍較安靜，傾向不主動發言與提出問題。
- 四、美國中西部是一個對人相當友善的地區，有著具備鄉村性格的熱情，比如說商店的店員，他們都願意分享友善的笑容與招呼，而顧客們也都熱情回應；有時候路上互不認識的人，也可以因為共同的話題而互相打成一片。這讓人與人之間顯得更加緊密。然而反觀台灣，從前雖自稱為禮儀之邦，然人與人之間越發冷漠，「請」、「謝謝」、「對不起」只願意向認識的人，對待陌生人常常卻只有冷漠。
- 五、除了友善之外，美國中西部也是一個相當守法且重視行車禮儀的地區。由於交通需要，職在美國考了一張俄亥俄州的駕照並擁有一輛汽車。美國的汽車駕照並不像台灣必須要付出高額的駕訓班費用，並且考不實用的關卡。要考

美國駕照，首先必須先通過免費的法規測驗，再花費不到台幣一千元的代價購買臨時駕照，這時只要你身邊有合格駕照的人指導員，你就可以駕車上路，然臨時駕照只有一年期限，在這一年內必須要再通過駕駛技術測驗以及路考，通過後再花費台幣不到一千的價格辦理正式駕照。考照除了便宜外，更重要的是，考照人經過了路考後，是真正敢於並真的能夠駕車上路的。不像台灣很多人考了駕照卻仍不敢上路。另外有關行車禮儀，轉彎車禮讓直行車、轉彎打方向燈、STOP SIGN 前停車再開等，都是真正實行而非考完即忘的教條。

肆、建議事項

俄亥俄州立大學大地科學系是很多測量學長的國外碩、博士首選科系，然而由於科系課程的分割，有關 GPS、遙感探測及攝影測量等課程尚未能更深入的了解，建議後進的學弟妹除了大地科學系外，可以另外考慮同大學的土木、大地及環境工程學系，以學習有關 GPS、遙感探測及攝影測量的相關知識。