

大學組 隊名：盜墓奇俠

機器人名：聖甲蟲

指導老師：周立強老師

參賽同學：莊英銘 蘇文德 邱國維

國立宜蘭大學 生物機電學系

機器人簡介

本屆競賽主題為「約櫃奇兵之光鑰 2003」，本隊隊名為盜墓奇俠，所創造之機器人為「聖甲蟲」以符合競賽主題的故事背景。動力方面是選用報廢汽車車窗馬達作為機器人各部份的致動器。底盤是採四輪驅動及大輪徑的釘字橡膠輪能快速地通過地形障礙。構造方面是採用滑軌方式配合拉線技巧，使得車身重心能前後移動，產生猶如聖甲蟲般的前臥立與後翹足的機械運動。機器人配備有升降與旋轉的抓取機構，以利於取得光鑰，如同蟲類靈活地以觸鬚及觸角抓取食物。在控制電路方面是採用可程式控制器（PLC），使操控上非常人性化，同時機器人各部份的動作功能也十分地靈活，可以快速置入光鑰開啟約櫃。

設計概念

根據競賽主題的背景是要潛入古墓中抓取光鑰，通過各種障礙後開啟約櫃。在設計方向上機器人名為聖甲蟲，由於蟲類擅於以觸鬚抓取食物、爬行及跳躍於各種棲息障礙、躡穿於孔縫當中，所以本隊設計之機器人能模仿以上特點，如(圖 1)所示之示意圖。因此本隊根據此構想，依工程規範來設計構圖（I-DEAS 軟體），以逐步

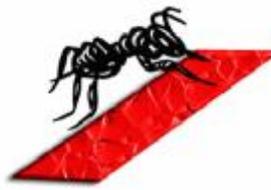
呈現機器人構造設計中的種種創意，同時也包括機構運動的模擬（ADAMS 軟體）。

機構設計

競賽場地主要分為五大部分，分別是光鑰區、波浪板區、岩漿區、雷射光柵區及古墓區。依據競賽規則，所設計出的機器人必須能通過障礙並完成指定功能。機器人構造各部分，分述如下：

1、『行走部』：底盤部分，採用方口鋁組合而成，將直流馬達固定於框架上，以 $\phi 10\text{mm}$ 的鋼棒作為車軸，配合連軸器及軸承座作為動力連結，車輪為市售的遙控車模型輪胎。機器人的行走部採用四輪驅動，提供其快速通過波浪板區及岩漿區所需的動力，如(圖 2)所示。

2、『伸展機構』：伸展台採用 L 形鋁組合而成，其外側固定有兩組滑軌並配合馬達驅動，可使得伸展台能前後伸展，造成車身重心移轉，使車身重量能全部傾向一端，將車身翹起以便能順利通過岩漿區，如(圖 3)所示。



(a) 前臥立



(b) 跨越



(c) 後翹足



觸鬚抓取食物

(d) 爬行於棲息障礙躡穿於孔隙

圖 1 蟲類各種運動特性之示意圖

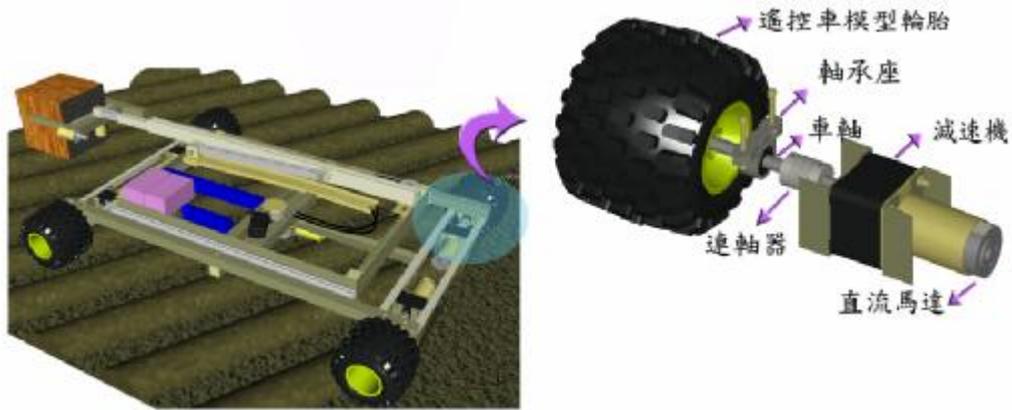
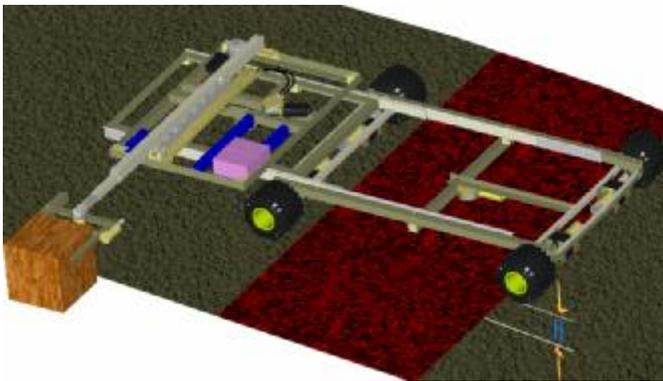
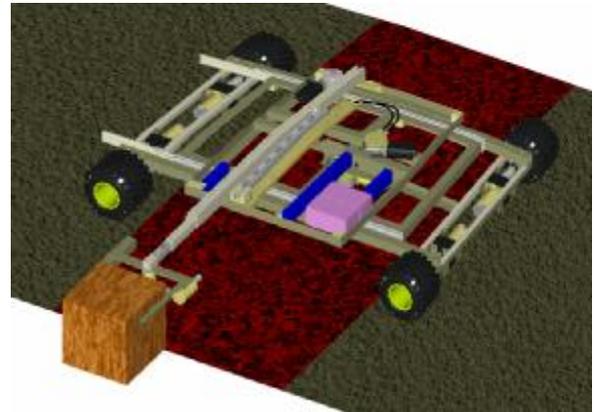


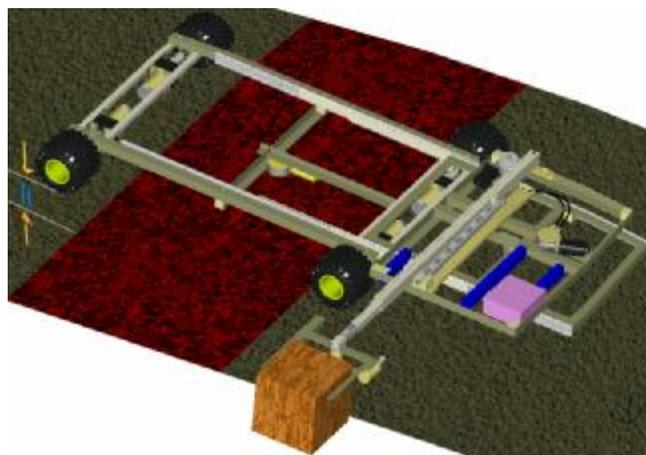
圖 2 線控機器人通過波浪板區



(a) 重心移轉於後方，車身向前趴立通過



(b) 重心移轉於中間，車身正跨越於岩漿區



(c) 重心移轉於前方，車身往後翹足通過岩漿區

圖 3 線控機器人通過岩漿區

- 3、『旋轉台』：旋轉台是裝置於伸展台之上，其形狀大小及材料規格均與伸展台相同。旋轉台是以馬達直接驅動轉盤方式，可左右旋轉 90 度，可解決過岩漿區時的重心轉移配重問題(圖 3)，同時增加放置光鑰的機動能力。
- 4、『舉昇機構』：本機構是由曲柄滑塊所組成，利用直流馬達以拉繩方式帶動一滑塊，使得滑塊在軌道上前後移動，透過連桿與機械手臂相互連接，來帶動機械手臂之升降，如(圖 4)所示。



圖 4 線控機器人之舉昇機構

- 5、『夾取機構』：夾爪部分是由 L 形鋁製成，以一拉力彈簧及兩只直流馬達達到兩個自由度的動作，使夾取部可張開夾爪及平面旋轉 360 度(圖 6)。
- 6、『伸縮手臂』：本機構是用三種不同口徑的方口鋁所製成，將布線穿過其中，運用滑輪的原理，當馬達轉動時會拉動布線使手臂伸出，搭配旋轉台之設計，可使放置光鑰的動作更加順暢。

由於以上的機構設計使機器人本體高度壓縮為僅有 19 公分，能躡穿於雷射光柵，如(圖 5)所示。當機器人到達古墓區時，由於旋轉台、舉昇機構、夾取機構及伸縮手臂的功能相互配合，可順利放置光鑰開啟約櫃，如(圖 6)所示。

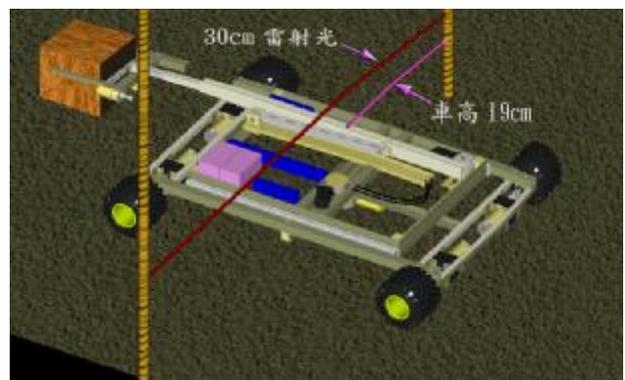


圖 5 線控機器人躡穿雷射光柵

機電控制

本隊所設計之機器人具有五個自由度，由於功能上的要求，使得機械動作必須十分的靈活，在各部位的致動器定位上也要有一定程度的準確，如此一來便增加了操控上的複雜度。於是在控制電路方面，如(圖 7 及 8)所示。必須克服人為操控的種種疏失，故採用可程式控制器 (PLC) 之程式邏輯與傳統繼電器線路邏輯混合型式，並配合操縱桿之極限開關、按鈕開關控制九只馬達的正反轉。操縱桿係由電玩遊戲的搖桿所改裝，左右操縱桿分別控制伸展台的前進後退、旋轉台旋轉、手臂伸縮及夾爪部旋轉。中間的操縱桿則

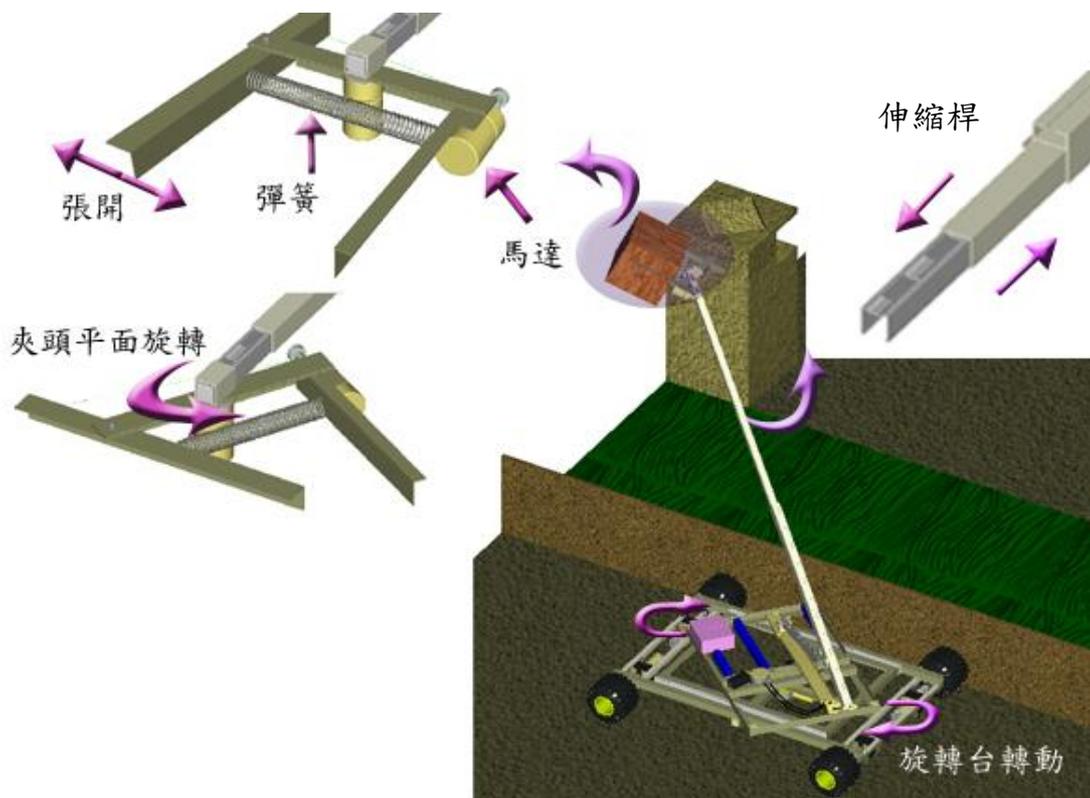


圖 6 線控機器人放置光輪開啟約櫃圖

控制車體的行進方向前後左右。在有限的經費下，本線控機器人僅採用一般的直流馬達，但一般的直流馬達在定位要求上就不及步進馬達般的準確，所以本隊就在電路的控制技術上加以變化，發揮可程式控制器的強大功能，運用可程式控制器之內部計時電驛的功能，以 10ms 作為計時週期的單位，配合內部虛擬電驛所產生類似脈衝的閃爍電路，使得一般直流馬達有如步進馬達般定位精準，可提升機器人操作上的順暢與定位精度並降低人為疏失發生的風險【1, 2, 3, 4, 5】。

機器人成品

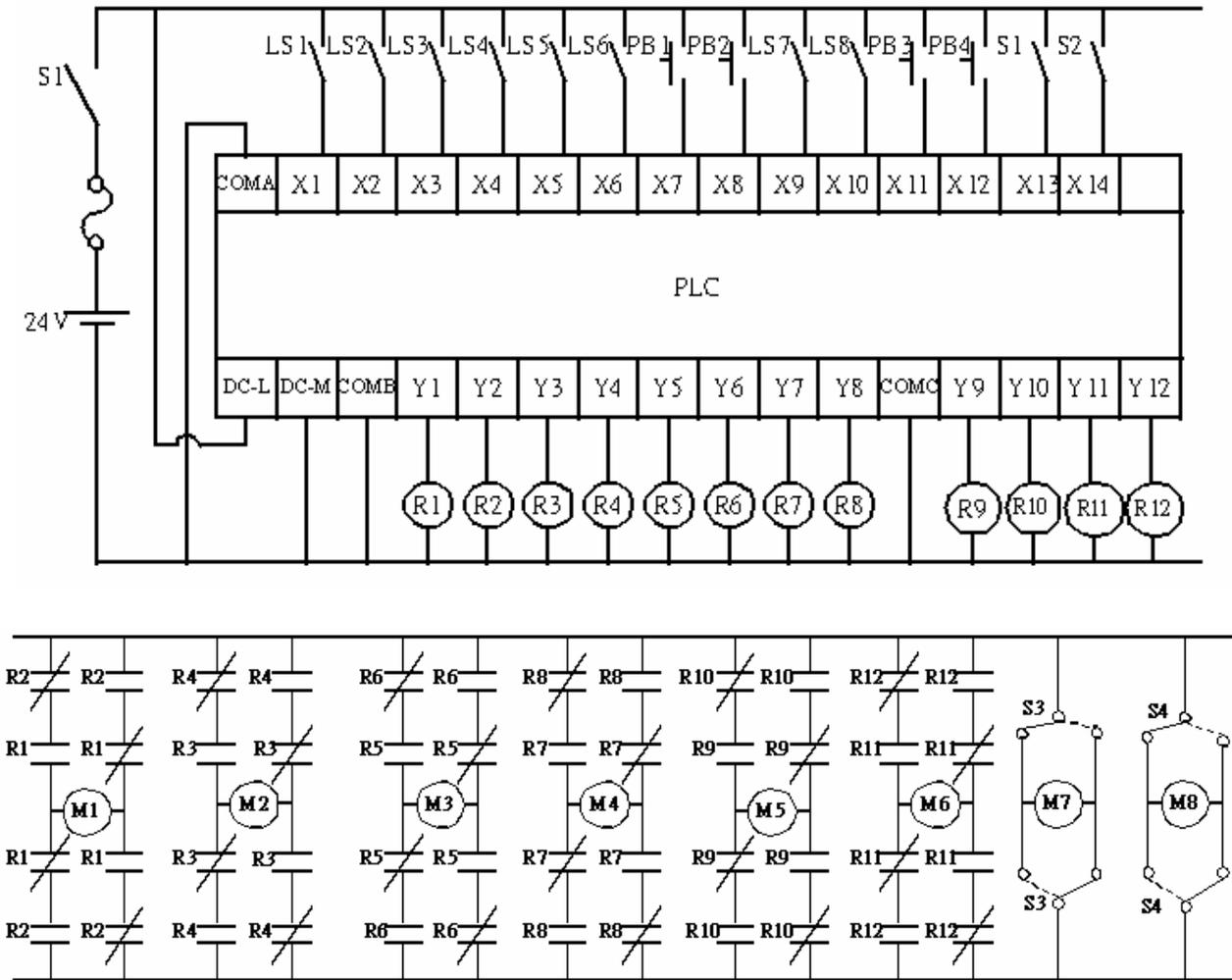
本製作完成之線控機器人重量為 23 公斤，並在校內仿造競賽場地之條件，製作出 1:1 的實體場地，展開機器人各動作的功能測試，如(圖 9)所示，讓操作者熟悉比賽場地、使機器人發揮最完備的機能。因此才能在正式比賽中，一路過

關斬將如(圖 10)所示，達到第四名的好成績。在整體闖關時間上，約為 1 分 30 秒至 2 分鐘之間。

參賽感言

機器人各部分在製作前，先以 I-DEAS 軟體繪出模型及 ADAMS 軟體作運動分析。再根據場地、重量及尺寸等限制條件，假設出機構運動中各種條件、以計算出完成動作所需的動力。接著由廠商提供的型錄中找出匹配之元件規格，可使得製作測試與改進過程中修正幅度很少也較為順利，在本製作再一次確切證明。

就競賽勝利而言，機器人的機能速度及操縱者的從容應對是致勝關鍵。製作的設計與精良會表現在機器人的機能速度上，而操縱的純熟與穩定度更是會反應在臨場操縱者的心理狀態。創思設計與製作競賽透過競賽主題及機器人實作，使



S1：總開關

LS1-LS4：行走部操縱桿之極限開關

LS5-LS6：旋轉台操縱桿之極限開關

LS7-LS8：夾頭旋轉之極限開關

S4：手臂伸縮之指撥開關

M2：行走部右側馬達

M4：旋轉台馬達

M6：手臂夾持馬達

M8：手臂伸縮馬達

S2：連續-微調切換開關

PB1-PB2：舉昇機構之極限開關

PB3-PB4：夾頭夾持之按鈕開關

S3：伸展台之指撥開關

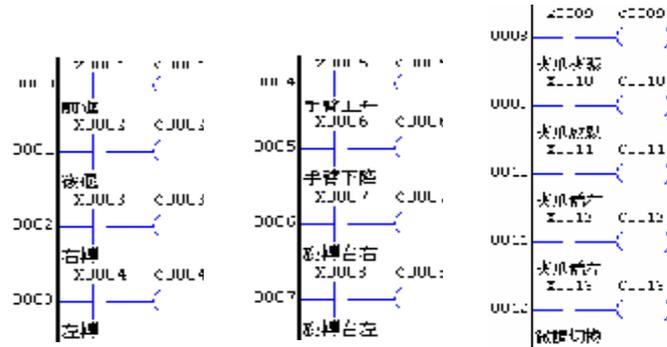
M1：行走部左側馬達

M3：舉昇機構馬達

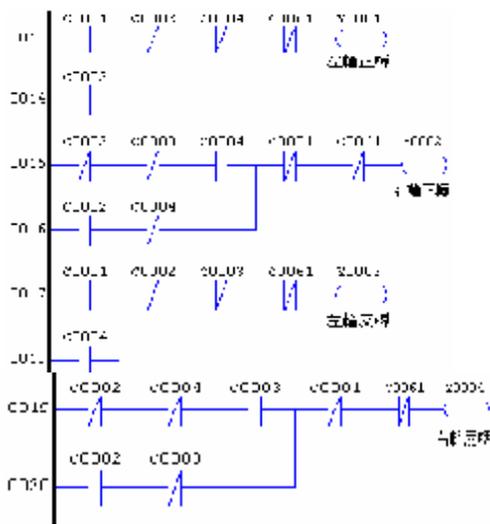
M5：手臂夾頭馬達

M7：伸展台馬達

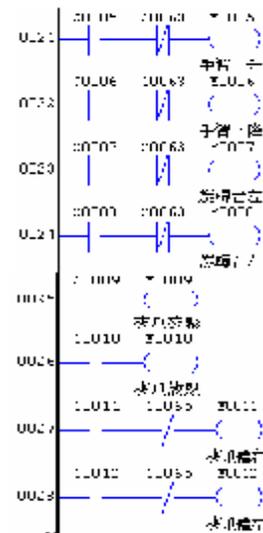
圖 7 線控機器人之外部負載線路圖



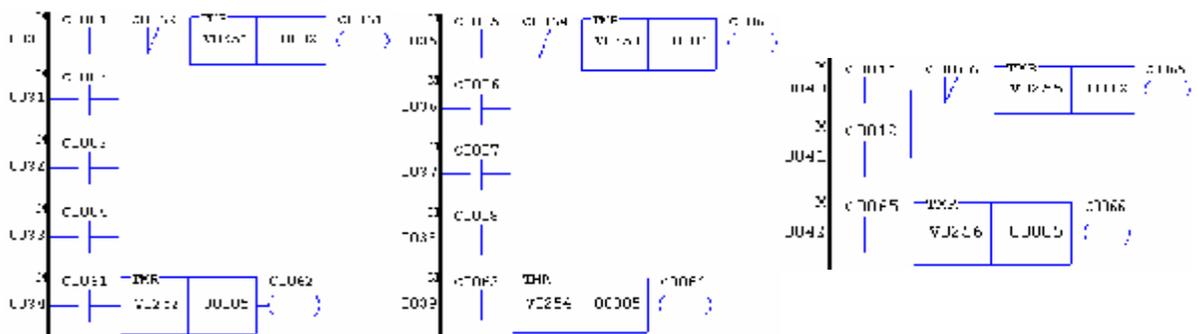
(a) 操控器輸入部份



(b) 行走部方向控制部份



(c) 輸出於致動器部份



(d) 致動器微動步進控制部份

圖 8 可程式控制器階梯電路圖



(a) 機器人通過岩漿區之動作測試



(b) 機器人放置光輪之動作測試

圖 9 製作完成之線控機器人在校內模擬場地進行功能操作測試



(a) 機器人通過波浪板區之動作



(b) 機器人躡穿雷射光柵區之動作

圖 10 製作完成之線控機器人在競賽場地進行競賽之操作實況

參與學生確實整合了機與電的各種專業課程，在教育精神上，培養團隊合作的觀念以及訓練臨場從容的反應，是一種對其人生態度的洗禮。未得獎得隊伍並不代表實力及技術不佳，有時機運與操控手臨場表現也是很重要的因素，在比賽過程中有時會產生人為疏忽。為了盡量降低人為疏忽而造成勝敗決定因素，建議命題委員在考量題目型態時，多以技術層次來決定勝負，而將人為因素減至最低【6】。

感謝詞

感謝財團法人 TDK 文教基金會贊助製作材料費以及教育部與台灣科技大學主辦本次活動，此外系主任程安邦教授在製作過程中不時給予指導及建議，張明毅老師提供工程塑膠，使本次製作得以完成並學習到機器人製作的所需的相關知識、經驗、經費、進度與團隊分工合作掌控。

參考文獻

- 1、周立強，高易宏，吳建昌（2001），「線控機器人與自走子車製作在教學上之應用」，宜蘭技術學報第六期，85-95 頁。
- 2、周立強、程安邦（2003）「布林代數演算法在條件序控的應用-以線控機器人操作為例」，宜蘭大學學報第一期，第 106-115 頁。
- 3、周立強、游哲銘、洪英傑、林岳迪（2000），「線控機器人之製作」，第三屆全國技專院校創思設計與製作競賽技術論文集，雲林，第 43-48 頁。
- 4、TP02 系列可程式控制器使用手冊，台安電機股份有限公司，台北（1998）。
- 5、曾賢堉，機電整合之順序邏輯控制（I），全威圖書有限公司，台北（1998）。
- 6、郭振輝、詹東融（2001），「障礙特性與創思設計方法之研究」，第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽技術論文集，雲林，第 73-78 頁。



圖 11 指導老師與隊員合照