探索未知深海，爭奪海底資源，無人水下載具科技已受到海權發達國家的重視。

無人水下載具（UUV）的現況與未來

◎ 郭振華

「Unmanned Underwater Vehicle（無人水下載具）」，也就是UUV，泛指所有於海下無載人的潛航器與海下機器人。人們常聽到的AUV（Autonomous Underwater Vehicle）及ROV（Remotely Operated Vehicle）都是屬於無人水下載具的一種。

無人水下載具誕生於20世紀50年代初期，至今已有六十年以上的發展歷史；當今世界各國如美國、英國、法國、義大利、俄羅斯、日本、中國及瑞典等國，都已開發出各種類型的無人水下載具，且各自具有一定的技術能力與優勢。從石油開採、海底礦藏調查、水下搜尋與打撈作業、海洋科學探勘及研究，到海底管線、水下結構物、海底電纜、鑽油平台、港灣碼頭等水下設施檢測作業，乃至於軍事作戰等領域，都能發現它們的身影。進入21世紀後，伴隨著人類開發海洋、利用海洋、保護海洋進程的加快，作為人類探索未知深海、爭奪國際海底資源的重要工具—無人水下載具，這一新型高科技已受到海權發達國家的重視，因而得以快速地發展而日臻完善。

特徵與分類

無人水下載具（UUV），其意為「不須要人員於水下操作的一種載台」，透過遠端連結與監控的方法即可使其於水面下自由運動並執行既定的探勘任務，這是UUV最大的特徵。

而依照它的操控方式，無人水下載具主要可分為以下兩大類：有繫纜無人水下載具及無繫纜無人水下載具。前者一般多被稱為水下遙控無人載具（ROV），靠著一條內含有銅線與光纖束的繫纜與水面上的工作母船連結來提供此載具所需的電力、傳遞控制命令和即時的水下資訊，其於1970年代因遭逢石油危機所帶動的海底探油開採需求而蓬勃發展，至今已逐漸取代潛水員成為水下作業的主流，再加上能加裝機械手臂來執行水底樣本採集、水下電焊接管施工、水下打撈、水雷清除等工作，強大的功能幾乎就等於是水下機器人，如下圖一所示；後者一般多被稱為自主式無人水下載具（AUV），不需仰賴水面母船供電與控制，靠著自身內建的電池與自主的導航程式即可任意悠游於水面下，常被運用於冰層底下的海洋調查、地形貌測繪、掃獵雷等軍事任務、海防安全監哨、危險水域調查、水下沉船搜尋、水下環境監測，及海底電纜線路檢測等特殊環境下的工作，如下圖二所示。

圖一：有繫纜無人水下載具
(From：NOAA, USA；JAMSTEC, Japan；KORDI, Korea）

項　　目	ROV	AUV
與水面通訊方式	光、電纜通訊	超音波
動力來源	透過繫纜供應直流高壓電	內建電池
移動性	小範圍	無限制，依電池電力多寡決定
操控方法	人員經由繫纜於母船上控制	自主控制或超音波遙控
外型差異	通常為開放式機架	通常是有外殼的低阻造型

圖二：無繫纜無人水下載具
（From：Hydroid, USA；C&C, USA；BUAA, China）

關鍵技術與設計

由於無人水下載具經常性工作的區域為高壓、低溫、黑暗、通訊不良、人類不易或無法到達的惡劣環境，因此良好的機體結構設計、適當的感測器選用、成熟的機電控制軟硬體科技，再輔以訊號處理、動態估測、導航定位以及水下通訊等技術，方能使無人水下載具構成一個穩定又具靈活性的水下探測與觀察平台，在那惡劣又未知的水下環境去達成各種人類所設定的任務。

「人工智慧於水下導航的運用」是影響未來無人水下載具發展的重要關鍵性技術之一；除此之外，現今無人水下載具遙控系統的關鍵性發展，是以操作者與無人水下載具之間的人機交互控制為主要重點，亦即局部的人為操控加上自主系統所構成的完整監控作業系統，這可實現即時操控和資訊傳遞、交流、處理與顯示的同步化作業，使未來無人水下載具的實用範圍能更為寬廣。

海洋中心深海無人水下載具研發計畫

臺灣海洋科技研究中心（Taiwan Ocean Research Institute, TORI）為行政院國科會所屬的法人機構，其主要任務是結合國內現有的海洋科學研究資源與科技研發能力，建構一個「國家海洋永續發展科技平台」來做為未來支援國內外海洋相關學術研究、建立我國自主海洋科技研發能量，以及配合政府推動與執行海洋政策的專業機構；「建構海洋科學與技術研究發展平台」、「支援海洋科學與技術之學術研究」、「推動前瞻的海洋科學與技術研發」、「培育海洋科學與技術人才」為其四大核心目標，而「深海遙控無人載具(ROV)研發計畫」為當中的重點工作項目，也是海洋中心成立初期的首要標的之一。

目前海洋中心所規劃的深海ROV發展計畫主要有三大部分，分別為：2,700噸海洋研究船建造計畫、3,000公尺級商業用ROV採購案以及6,000公尺級深海遙控無人載具（ROV）研發；研發計畫預定分成三大階段來進行，依次為：規劃與研究階段、實體測試整合與測試階段、研發能量與團隊建立階段，其內容與項目請參閱圖三所示。至於在深海ROV系統組成部份，將分成四大部分，依次為：導航系統部分（Navigation）、控制系統部分（Control）、酬載系統部分（Payload）以及動力系統部分（Power），各系統間的關係如圖四所示。圖五所示為海洋中心自主研發尚未定案的深海遙控無人載具外觀雛形。

圖3 海洋中心「深海遙控無人載具（ROV）研發」計畫執行流程

圖4 海洋中心「深海遙控無人載具（ROV）研發」系統架構圖

圖5 海洋中心深海遙控無人載具雛形（尚未定案）

未來遠景與展望

由於市場需求與所需技術的不斷提升，未來無人水下載具的專業化程度將越來越高，且由於單一種型式的無人水下載具不可能完成所有的任務與工作，因此無論是適用於複雜、惡劣海況下的大型無人水下載具或是小型的觀察用無人水下載具，它們都將只針對某個特殊的工作環境、需求，來配置專用的設備以完成特定的任務。

在ROV的技術發展上，世界先進研究機構皆致力於提高水下環境觀察、抗流作業以及即時資料傳輸與資訊交流的能力，同時加大資料處理容量，提升操作控制水準和操縱性能，以及完善人機交互的介面； AUV的發展則將朝使其更能遠端化、智慧化的方向來進行，電力需求的精簡及長時間、高效能電源供應系統的研發等皆為重要的課題。而於控制和資訊處理系統上，採用圖像識別、人工智慧技術、大容量的知識庫系統以有效提高資訊處理、精密導航定位等的技術能力，亦是未來無人水下載具的發展重點方向。

另一方面，群體無人水下載具網路的實現，藉助多機分工的概念來共同完成更加複雜的任務，亦是未來無人水下載具技術發展的重要趨勢。透過智慧感測器的融合、配置技術的研發，以及通過水下通訊網路的建立，將使得不同機型、功能的無人水下載具間藉此得以相互通信、連結與溝通，利用協調與磋商機制來完成群體行為控制、監測與管理及系統故障診斷，實現群體作業的理想（見圖六）。

圖6 無人水下載具群體工作網路想像圖（摘自：國立海洋科技博物館籌備處教學摺頁）

結　語

隨著科技的日益進步，無人水下載具的設計與製造技術亦日漸成熟；相信在不久的將來，一般人也可以靠著無人水下載具航向那未知待開發的水下環境，一同加入深海探索的任務。未來，你我將不只是在遠處旁觀，而是可以直接積極地參與，促成親近海洋、善待海洋，以至於永續海洋的目標早日實現。

（作者是財團法人國家實驗研究院臺灣海洋科技研究中心海洋探測科技組組長）

▲Top

科學新聞摘要

◎ 林治平

北非陽光發電　夢想可能成真

北非沙漠地區太陽能豐富，早有人主張善加利用，如今德國業者計劃付諸行動，共組集團預計集資5,600億美元，開發北非太陽能為歐洲生產電力，可望於10年後開始輸電。據參與計畫的德國工業巨擘西門子公司估計，若這項計畫完全實現，將可生產多達1,000億瓦電力，相當於100座電廠的供電量，約可提供歐洲電量需求的15%。

除了德國、義大利和西班牙等歐洲國家業者有意參與這項計畫外，北美方面同業也有興趣，因此，發起業者相當樂觀，預定於今後2至3年內提出具體的執行計畫。就技術而言，這項計畫確實可行，但北非國家的政治情勢是一大變數，若北非政治穩定，這個集團準備在當地幾個國家安裝蒐集太陽能設施，實現以北非陽光供應歐洲用電的夢想。

垂直溫室有譜　可供城市蔬果

全球人口日益集中都市，預計數十年後有80%人口聚居都市，這對新鮮蔬果的需求將大增；但城市寸土寸金，要找到農地種植蔬果以供應居民所需十分困難，而由外地採購價格偏高又不環保。瑞典一家公司提出了解決辦法，就是在城市興建龐大的垂直溫室，種植有機農產品，直接賣給城市居民，估計可節省70%的運輸和儲藏費用，北歐和中國大陸有些城市有意嘗試，也許不久的將來就可以實現。

這種垂直溫室的造價約3,000萬美元，造型宛如巨大玻璃球，中央有一根支柱，周圍有螺旋狀平台，樓板面積可達1萬平方公尺，而由於旋轉平台可以持續耕種，產能相當於10萬平方公尺的農地。早在20年前就有人提出這種構想，但直到現在才有業者起意付諸實現，所使用的技術其實很簡單。這種溫室的造價雖遠高於一般溫室，但據信很快就能回收成本並且開始獲利。

茹素罹癌率低　但易骨質疏鬆

茹素已證實有許多好處，英國一項追蹤六萬餘對象12年之久的大規模研究發現，素食者比較不容易罹患癌症，整體罹癌率比肉食者低12%，而罹患血液和淋巴癌症的風險更低了45%。這些對象中有三萬二千餘人是以肉食為主，素食者約二萬人；結果研究期間有三千餘人罹患癌症，其中68%是肉食者，24%是素食者，而9.5%是吃魚不吃肉的人。

不過，澳洲和越南一項對2,700人的研究也發現，與吃肉的人相比，素食者骨頭比較脆弱，骨質密度約低了5%，而不食用任何動物製品的全素者情況更為嚴重，骨質密度低了6%。儘管骨質密度低是否意味骨折風險增加的問題尚待解答，鑒於素食人口日增，在西方國家已占總人口的5%左右，而骨質疏鬆狀況也越來越普遍，這個問題仍值得素食者關注。

罹癌死亡風險　男性高於女性

影響癌症罹患率和死亡率的因素很多，英國最近有研究發現，性別恐怕也是一項重要因素；這種令人意外的性別差異可能導因於男性諱疾忌醫，身體不適時還硬撐，而且生活方式不如女性健康。這項研究分析前兩年的罹癌率和死亡率，結果顯示男性罹患各種癌症的風險都較女性高出16%；而在兩性皆可能罹患的癌症的罹患率更高出60%，男性死於任何種類癌症的機率則較女性高出40%。

排除年齡因素後，男性死於各種癌症的機率都較女性高出許多，目前尚無已知的生理因素可以解釋這種差異，因此，研究人員推測關鍵在於男性愛硬撐而不看醫生的態度，以及男性不像女性較有健康意識。這項研究建議男性對生活方式與癌症風險間的關係提高警覺，因為有半數的癌症可以藉由改變生活方式來預防；而除了抽菸之外，肥胖、飲酒和不良飲食習慣都可能提高罹患癌症和死於癌症的風險。

奈米細胞上陣　抗癌再添利器

治療癌症可能又有新利器，澳洲生物科技業者應用奈米技術，以宛如「特洛伊木馬」的微小奈米細胞攜帶藥物，進入癌細胞內將之逐漸殲滅，不必傷害健康組織，免除了目前化學治療的最主要問題。這種新技術證實對化學治療產生抗藥性的老鼠100%有效，並已展開人體實驗，未來可能讓癌症患者成為門診病人，不必住院接受多次化學治療，可望降低治療癌症的副作用及費用。

這種奈米細胞以波浪式攻勢攻擊癌細胞，第一波進入癌細胞後先癱瘓其禦敵機制，妙的是癌細胞坦然接受這種攻擊，讓一波波奈米細胞長驅直入，而每次都可以視需要攜帶不同的抗癌藥物。由於奈米細胞攜帶的藥量比傳統治療方式少，價格比較低廉，同時因鎖定癌細胞發動攻擊，避免傷及健康組織，造成的副作用比化學治療少，而且無須住院，只須門診拿藥，可以過正常的生活。

神奇奈米貼布　癒合臟器傷口

奈米科技在醫療上的應用可望越來越廣，日本的研究人員即研發出號稱世界最薄的奈米醫療貼布，厚度僅目前所使用貼布的十萬分之一，可用來

修補體內臟器創傷的傷口，最後能讓人體吸收自然消失。研究團隊已數度以這種新型貼布貼在實驗用狗肺部的破洞上，韌性甚佳的貼布不但能承受狗肺呼吸的壓力，而且讓傷口在一個月內痊癒，又未留下明顯痕跡，如今希望能展開人體臨床實驗。

這種貼布的原料包括蟹殼所含的甲殼素及海藻所含的海藻酸鈉，厚度只有75奈米。這種透明薄膜極具彈性，又無須使用黏著劑即可吸附器官，可以避免現有膠原製貼布易與傷口附近組織沾黏引發的併發症，最適用於無法縫合的柔軟內臟。由於這種貼布有助於縮短手術時間和減輕病患負擔，又可避免留下傷疤，研究人員也期盼能用於體外傷口，例如乳癌病患的手術傷口，尤其是用於皮膚。

MJIB 法務部調查局

▲Top