



■吳波指出，不同國家在同一月面位置進行測繪數據會有偏差，構成潛在的安全問題。 莫雪芝 攝

■容啟亮研發的「相機指向機構系統」用於月球全像攝影，有關成果引起社會關注。 莫雪芝 攝

吳波研發高精密技術 助析地貌尋着陸點

香港測繪指路 嫦娥安降廣寒

為讓嫦娥成功奔月，精密的月面地形分析結果不可或缺，吳波及其研究團隊肩負嫦娥三號着陸點選取的重任。他表示，由於月球數據種類繁多，不同國家在同一月面位置進行測繪數據會有偏差，例如兩地測繪同一月坑位置便可能相差幾公里，構成潛在的安全問題。他解釋，「這不一致性正是(着陸成功的)關鍵，因為我們知道着陸點可能就是方圓50米，如果測繪技術不準確，對後續工作有很大影響」。

吳波表示，研究利用來自不同傳感器、感應器和衛星平台等多來源的月球遙感數據，包括嫦娥二號早期的影像進行地形地貌分析。其中在圖像處理時，需要運用兩幅圖像構成立體模型進行測繪，藉此找出其相關性，以提升地形測繪的精密度。有別於地球，月球沒有建築物和道路等標誌物進行定位，相對地較難找到兩幅圖像的相關性，成為研究的一大困難。

數據地形模型的準確度與美國月球勘測軌道飛行器(LRO)的衛星數據相比，誤差只有10米至20米之內，證明精密度極高。及後，由來自北京的專家選取3個可能的着陸點，再交由吳波的團隊進行更詳細的分析，包括測出直徑達20米或以上的撞擊坑在月面的情況，以挑選最終着陸點。

吳波續稱，選取着陸點有3個條件，其中坡度不能超過15度，也不能有太多撞擊坑，且具有科學探索價值。

吳波指，最終決定的「第一區」着陸點，即坐落月球北緯44度的虹灣區偏東的位置，正符合上述條件。他表示，嫦娥三號的着陸點附近發現很多隕石，對後續科學研究很重要，由於撞擊坑是由隕石撞落月球所造成，研究人員日後可透過採集的月球石樣本，獲得月球地質資料等訊息，有助了解月球的年齡和形成。「了解月球發展演變過程，對我們今後在地球上生活的人類也有重要意義。」

專家選3着陸點 團隊分析「拍板」

研究團隊花了長時間，發展出「自適應三角形約束下的可靠影像匹配方法」(self-adaptive triangle constraint)，吳波解釋，利用三角形構建一個網，然後在對應三角形的相同範圍，把整個大範圍的圖像分割成一個較細小範圍，並分成不同的部分，校對並從而提高「配對相關性」的可靠性。歷時半年，終完成月球地形模型，並於今年5月份呈報告給中國空間技術研究院。結果發現，理大的

獲港研資局資助 研究院上門力邀

吳波在2010年獲香港研資局資助70萬，開始進行月球高精密地形建模研究，成功研發集成月球遙感影像與激光高度計數據的新測繪技術。團隊於去年8月起應中國空間技術研究院邀請，隨即使用新技術，在月球表面91公里至358公里的虹灣區範圍進行地形地貌分析研究，協助嫦娥三號選取最平坦和合適的着陸點。

理大研航天科技民用化

航天科技除了協助完成太空探索任務外，未來其實亦可走向民用化，惠及社會。理工大學正研究多個不同項目，將航天相關技術轉移至工業、醫學、基建等層面，其中測繪技術可應用於城市規劃，亦能協助消防員偵測火場人士的位置。另外，太空儀器上能克服高輻射、巨大溫差等惡劣環境的精密零件，亦能應用於工業產品，提升其可靠性。

機械人和無人機控制的自動導航系統等。容啟亮透露，其團隊現時正利用系統中能抵受巨大溫差、提高精密度、減低重量及增加力度等調節技術，研究適用於惡劣環境或醫學用途的微型機械人，「製造微型機械人要輕、細和大力，可以去些難去的地方，或在人體裡做醫學工作……在一個細的環境中，要大力就需要多點能量，如何散熱，避免燒傷身體器官，便需要研究」。

況，透過測繪技術，可以直接了解整體城市規劃，包括建築物的高度、新建物的出現，甚至地質訊息。他指：「測繪技術與城市規劃及工業領域等息息相關，畢業生多數從事基建工程工作，例如港珠澳大橋和高速鐵路等，現在已經有應用相關技術。」

■香港文匯報記者 馮晉研



■吳波在月球表面91公里至358公里的虹灣區範圍進行地形地貌分析研究，協助嫦娥三號選取着陸點。 莫雪芝 攝

測繪追蹤動態助災場搜救

而於嫦娥三號着陸點測位貢獻甚多的理大土地測量及地理資訊學系助理教授吳波則表示，類似測繪技術的應用範圍極廣，他舉例，有關技術能追蹤人的動態，可協助消防員在商場和機場等室內地方，確認被困火場的居民，加快進行搜救工作。不過具體技術仍在發展當中，未臻成熟，期望日後可以廣泛應用。

吳波又指，目前地政總署每年均拍攝香港全貌圖，紀錄和分析每年香港土地發展的情況。

發展自動導航微型機械人

帶領研發嫦娥三號「相機指向機構系統」的理大工業及系統工程學系教授容啟亮表示，航天儀器背後涉及不同先進技術，故其設計可靠性極高，亦能適應惡劣環境；他舉例指，儀器的零件都需要抵受太空中的高輻射，同樣技術亦能用於核電廠、鑽油台和地底等環境，以確保機件運作正常。

理大正探討將相機指向系統及其他航天項目的相關技術轉向民用發展，其中包括微型



■由理大團隊研發的「相機指向機構系統」協助嫦娥三號完成任務。早前團隊成員一同慶祝嫦娥三號任務成功。 馮晉研 攝

相機指向助追蹤 容啟亮盼再合作

除負責着陸點分析的吳波之外，同屬香港理工大學的工業及系統工程學系教授容啟亮，亦是嫦娥三號「千萬顆螺絲釘」中的另一顆，他帶領團隊研發的「相機指向機構系統」在太空船中用於全像攝影，追蹤月球車降落到月面及月面巡航的狀態，有關成果引起社會關注。他並透露，正與內地專家合作，研發「表取採樣執行裝置原理樣機」，有應用於採月工程下一階段的採集月壤和封裝工作，但他亦指，除其團隊外，另有9所內地院校也正各自研發相關儀器，暫時未知國家最終會否採用理大的產品。

研取樣機配合嫦娥五登月

在嫦娥三號任務初步成功後，容啟亮已多次介紹其相機指向系統的研發工作。他日前接受本報專訪，進一步分享未來展望。隨著嫦娥三號成功登月，中國探月工程將轉入第三階段，預計在2017年擇機派出嫦娥五號再度登月，執行無人自動採集月樣2公斤和封裝帶返地球的任務。參與其中的容啟亮，更與內地專家研發「表取採樣執行裝置原理樣機」以完成上述重任。

他又透露，去年團隊已完成「原理樣機」研發，目前正製作「初樣」準備接受測試，但因多個內地團隊也正各自進行相關工作，嫦娥五號最終是否採用理大儀器，仍然是未知之數。而若順利通過測試，便會再製造真正登月的「原理樣機」。

嫦娥三資訊優化測繪技術

另外吳波則表示，經過嫦娥三號的工作，已跟中國空間技術研究院建立良好的關係，雖然暫未有「嫦娥五號」在身，但他非常樂意再次參與。他又指，現時其測繪技術對測出直徑20米以下的撞擊坑仍然不足，他希望透過嫦娥三號所取得的資訊和圖像，「看清(月球)每一顆石頭」，獲得更準確的數據來支撐日後的任務，包括取樣。

■香港文匯報記者 馮晉研

促跨院校合作 育港航天專才

航天事業的發展有賴高精密度的儀器和技術，而人才培訓的工作也不能懈怠。兩位有分參與嫦娥三號任務的理大學者容啟亮及吳波均認為，香港雖有不少人才，但社會傾向重視金融業，學生也較少機會接觸航天事業，未必對投身航天研究感興趣。因此他們打算從一點一滴做起，藉着未來香港或有更多機會參與國家工程的契機，從科研出發，促成本地大學跨院校合作，培育港產航天人才。

倡設航天科「邀月」到太空館

理大工業及系統工程學系教授容啟亮指，香港具備有能力的科研人員，但參與航天技術研究的人並不多，期望透過引起社會的興趣，未來將有更多港產科學家參與國家航天

任務。他建議大學可開設「航天科技」選修科，為培訓人才出一分力。

他又表示，國家天文台利用衛星不同高度拍攝的月球影像，建構真實的月球三維影像，觀賞者有如置身月球，他有意向國家天文台提出將「月球」帶到香港太空館，冀引起學生對航天事業的興趣。容啟亮相信，隨着兩地科技交流，香港於國家太空探測和探月工程中，將會越來越多聯繫及參與機會。而理大亦會在與中國空間技術研究院設立聯合實驗室的基礎上，嘗試邀請其他大學參與研究，從科研開始，促成港校跨院校合作。

社會重金融 不熱航天事業

理大土地測量及地理資訊學系助理教授吳

波則認為，本港雖有多所大學進行航天相關的研究工作，不過整體社會重視金融商業，與國家航天事業的關係較不緊密。他又表示，港生對國家航天事業普遍缺乏了解，資訊不足夠，大學畢業後也未必有強烈意願循有關方面深造進修，故航天科研領域的人才相對少；以其團隊為例，內地研究生便佔八成，港生只屬少數。

吳波又指，經過嫦娥三號的任務後，認為目前測繪技術仍需進一步改善，包括提高自動化的效率。他希望通過研究成果吸引更多學生加入航天科技研究，藉此培訓人才，為日後可能參與國家月球和火星太空任務做更好的準備，為國家航天事業作貢獻。

■香港文匯報記者 馮晉研