



從香港到火星

國家首次火星探測任務「天問一號」近日順利「落火」，標誌着中國航天發展的重要里程碑。是次歷史性的重大科學探索工作，香港理工大學的科學家參與其中，為指引探測火星的路向及監察着陸狀況作出重要貢獻；理大土地測量及地理資訊學系教授吳波研發的創新地形測量及地貌分析方法，包括分析火星的地理數據，選定火星北半球廣闊烏托邦平原為着陸區，及以「天問」2月進入環火軌道後取得的最新資訊，結合3D測量與人工智能技術，迅速深入檢視平原各處的細微地形地貌，包括相對高度、坡度，以及數以百萬計的隕石坑與石塊分布等進行風險評估，成功搜索出數個可能着陸供國家航天局作最終選擇，是「天問」安全抵達與開展工作的幕後功臣。

香港文匯報記者 郭虹宇

在「天問一號」任務中，理大兩支跨學科研究團隊與中國空間技術研究院合作，分別於選取火星着陸點，以及製作精密「火星相機」監視着陸情況作出重要貢獻。該校昨日特別舉行記者會「解密」。

曾先後參與嫦娥三號、嫦娥五號探月工程的吳波分享，團隊協助選取火星着陸點的工作早於2017年至2020年期間開始。當時，他們分析火星的地理數據，篩選出三個候選着陸區，分別是亞馬遜平原、克里斯平原及烏托邦平原，均位於北緯5度至30度，三地的地理環境太陽日照充足，有助太陽能電池板供電；溫度適中，且海拔較低，可延長探測器降落時減速的時間；地形平坦，有利於探測器安全降落。

其後，該團隊經詳細研究後發現亞馬遜平原沙塵多，如風沙吹蓋太陽能板不利於火星車運作，而克里斯平原地形複雜，認為烏托邦平原較為理想。吳波進一步解釋，烏托邦平原是火星北半球最大的撞擊盆地，遍布有火積物，可能是遠古海洋，深入探測幾十米深可能會有水

或冰的存在，便於探究火星是否有生命的痕跡。

經過進一步對烏托邦平原的相對高度、坡度的分析後，團隊發現風險較小的A、B區。A區位於烏托邦平原上一形成於較早的赫斯珀利亞亞紀 (Late Hesperian) 晚期的低地單元 (Loudan unit) 上，年齡約33.4億年，包含周圍高地和流域形成的河流、湖泊或海洋沉積物，普遍被冰凍作用及沉積成岩作用所覆蓋；B區年齡為30億年，較年輕，位於東部埃律西昂火山 (Elysium Mons)，該山峰的高度為地球最高峰珠穆朗瑪峰的兩倍。

作為前期準備工作，他們初步選出包括A區域及AB中間區域，大約70公里×180公里大小，面積約11個香港大的首選着陸區。隨着「天問一號」今年2月進入環火軌道，陸續收到軌道器「高分相機」拍攝更為詳細的最新圖像，3月中旬起，團隊對傳回圖像進行解析，務求在5月初決定最後的着陸地點前分析好地貌。

分析逾200多萬塊石塊 67萬個撞擊坑

在更充足資訊下，團隊對首選着陸區內擊坑、火山錐、石塊密度進行精密檢視，包括利用自主研發的「三維集成測量模型」生成該處3D地形模型，再利用人工智能技術提取分析逾200多萬塊石塊及超過67萬個撞擊坑，最後製作全面的目標着陸區風險指數圖，為國家航天局提供二個橢圓形的候選着陸小區域，而「天問一號」最終亦在其中一個橢圓形區域附近安全着陸。

僅個半月時間按新資料評估

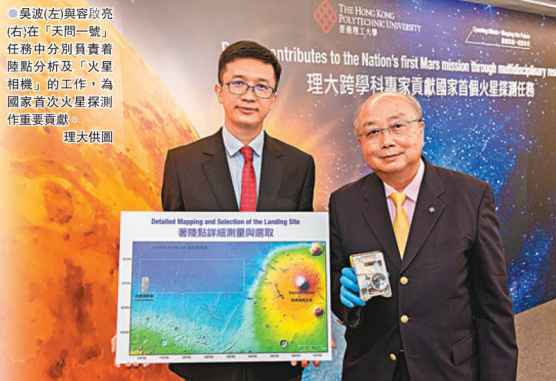
被問及選定目標着陸區的挑戰，吳波直言，由於今次是國家首次火星探測，未有建立自己的火星數據庫，所以前期工作只能暫時使用美國、歐盟的資料；由「天問」進入環火軌道獲得新資料至確定目標着陸區僅約一個半月時間，可說是分秒必爭，團隊各成員為趕工日以繼夜工作，多次於實驗室留宿。

他形容，「天問一號」任務是龐大工程，成上千萬人的努力成果，而團隊作為其中的一顆「螺絲釘」，亦全力以赴，精益求精，終於在限時內完成工作，亦全都對於能參與國家火星探測深感榮幸。

理大團隊結合3D測量AI技術評估風險 成功搜索安全降落區

指路「天問」着陸

細析火星地貌



「天問」着陸區地貌風險與機遇

風險

- 高程 (elevation, 即相對高度)：**指某一點相對於基準面的高度，與地球上海拔相似，是重要因素之一。
- 坡度：**坡度較大，對於平穩着陸帶來風險，因此要選取坡度小於8度的區域，以滿足着陸的安全條件。
- 撞擊坑：**為火星表面通過隕石撞擊而形成的環形的凹坑。如着陸器落地時跌入坑中，或一墜即陷入坑裏，計劃都會失敗，因此團隊利用人工智能主動機器學習算法 (AI-based Active Machine Learning) 分析選取撞擊坑密度較小的地方。
- 火山錐：**由熔岩流或火山碎屑沉積物等堆積而成的山丘。是火星地表的凸起處，亦是着陸器降落需避開的區域，要選取火山錐密度較小的地方。
- 石塊：**石塊亦是着陸器平穩着陸的「絆腳石」，為避開石塊，團隊利用人工智能深度學習算法 (AI-based Deep Learning) 在整個目標着陸區提取分析逾200多萬塊石塊。

機遇

科學家利用衛星遙感光譜圖像分析可以測出火星上具有的物質，包括含水鐵/錳黏土礦物 (Fe/Mg clay minerals) 及含水鋁鎂硅酸鹽 (Al phyllosilicate mineral) 及橄欖石等，此類物質多在撞擊坑周圍。

烏托邦平原包含來自周圍高地和流域形成的河流/湖泊/海洋沉積物，可能夾雜火山岩及沉積物，普遍被冰凍作用與沉積成岩作用影響及覆蓋。應用雷達可探測到是否會有水或冰的存在，探尋生命的痕跡。

整理：香港文匯報記者 郭虹宇

資料來源：理大吳波團隊

克服極端溫差 「火星相機」狀態佳

香港文匯報訊 (記者 郭虹宇)

在「天問一號」中，理大研發的「落火狀態監視器」(「火星相機」)負責監視着陸情況及火星周圍環境，以及「祝融號」火星車的操作狀態等，在任務中擔當了關鍵角色。領導團隊研發的理大工業及系統工程學系鍾士元爵士精密工程教授、精密工程講座教授及副系主任容啟亮昨日形容，「火星相機」以克服太空旅程中極端溫差、輻射、機械振動等挑戰而設計，期待相機能有效發揮其功用，拍攝到火星的壯麗景色以及火星車打開及運行的情況。

監視「祝融號」操作狀態

多次在國家航天任務貢獻科學力量的容啟亮在記者會上分享，團隊自2017年起開始投入「火星相機」的研究、設計及製造，經過不懈努力去年成功交付。是次「天問一號」的任務中，「火星相機」搭載着陸器外層平台上，主要作用為監視着陸情況、火星周圍環境，以及成功降落后「祝融號」的操作狀態，包括太陽翼的打開及天線狀況。這些資訊對掌握監視器是否在火星表面成功視視至關重要。

「火星相機」重約390克，非常輕巧，然而外殼十分堅固，可以抵受穿越地球與火星超過九個月的旅程期間出現約攝氏150度的極端溫差，及後須能在火星表面極低的環境下運作，並要承受相等於地球地心吸力6,200倍的衝擊。

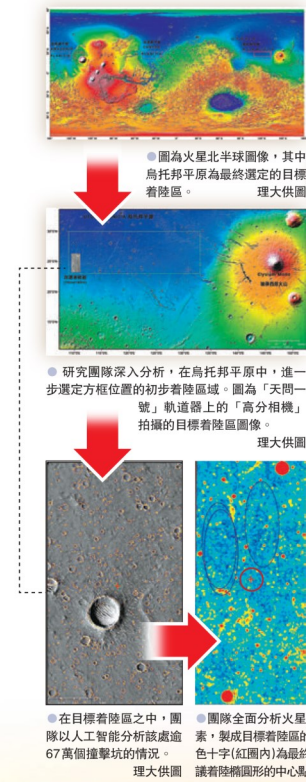
120度水平視野 利攝超廣圖象

同時，「火星相機」亦具備廣闊測量視野 (水平視野範圍達到120度，對角線視野範圍達到170度)，可顯著減低圖像變形的程度，方便拍攝超廣闊的圖像及影片作科研之用。

容啟亮說，在得悉「天問一號」成功「落火」，研究團隊都非常興奮，並笑說從國家航天局日前公布的圖片中看到，「火星相機」狀態良好，感到「鬆了口氣」，期待相機能繼續有效發揮其功用。

容啟亮強調，國家火星探測任務是一次過完成「繞、落、巡」，可以說是全自動，相比美國分階段進行難度更高。由於「天問一號」着陸時間較美國探測器遲三個月左右，火星與地球距離已進一步拉大，數據傳輸亦面對較大挑戰，希望未來探測任務能一一克服。

「天問一號」最新傳回的登陸火星圖片，可見理大研發的「火星相機」位置。(圖為天問一號)



薛永恆：證港科研實力雄厚獻力國家

香港文匯報訊 (記者 郭虹宇)

特區政府創科局局長薛永恆昨日在理大的記者會上表示，是次任務中理大利用頂尖的科學知識及前沿技術作出重要貢獻，彰顯理大團隊的科研實力，「更說明香港科研實力雄厚，臥虎藏龍，是國家科技建設的一支重要力量，可以為國家級的「大科學」項目作出貢獻。」

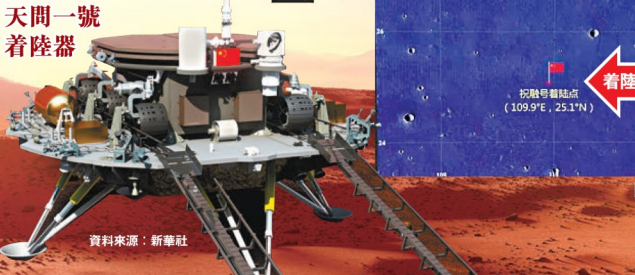
薛永恆首先恭賀國家首次火星探測任務成功着陸，並表示「科技是國家強盛之基，創新是民族進步之魂」。國家「十四五」規劃堅持創新驅動發展，加快建設科技強國，同時明確支持香港建設成為國際創新科技中心。

國家創新科技發展大潮當中，香港既可以作出貢獻亦可以受惠。

理大校董會主席唐大輝在記者會上表示，理大科學家人員有份參與國家首次探測火星任務並發揮關鍵作用，令人十分鼓舞。

校長蔣經亦祝願「天問一號」任務取得圓滿成功，讓世界對這個「紅色星球」有了更多了解，又透露理大會進一步加大對航天科技領域的支持，包括成立全新的「深空探測研究中心」，聚集地質學、土木工程、機械工程、物理學等不同領域的專家展開深入研究。

薛永恆



天問一號 着陸器

着陸點位置

國家航天局圖片