相機「踏火」一步一腳印

製作挑戰重重 要輕巧能禦低溫 每步迎難上不簡單

貢獻。

科研界的定位和熱潮中，了解本港讓讀者在此「探火」望帶來哪些科學成果，火星探索的重要性及有作，並以專家角度，剖析科學家如何從事火星研究工到火星」系列報道，介紹香港港文匯報今日起展開「從香港火星謎團上，發揮關鍵作用。香領域中貢獻想法，從登陸以至解構數科研人員付上畢生心血，於各自

爲實現火星探索這項重大里程，無軌道，進行不同的探測任務。號」，亦先後抵達了這顆紅色星球及其外，美國「毅力號」及阿聯酋「希望星、有望爲國家航天歷史寫下全新一頁

器最快今日凌晨擇機着陸火自主發射的「天問一號」探測最熱鬧的一年。除了中國首次2021年被視爲人類探索火星

●理大研發的「火星相機」原形。香港文匯報記者 攝

國家火星探測器「天問一號」已進入環火軌道逾三個月，並擬5月15日至19日擇機着陸，實現國家史上首次着陸火星地表。於這次任務中搭載於着陸器外層平台，肩負監視着陸情況、火星周遭環境，及降落火星後巡視器的操作狀態的「落火狀態監視相機（火星相機）」，正是出自香港理工大學教授容啟亮的手筆。隨着「落火」日子開始倒數，曾多次參與國家航天任務、身經百戰的容啟亮近日接受香港文匯報訪問時亦難掩緊張心情，不論是「落火」任務本身還是「火星相機」的製作過程，他直言都是挑戰重重，例如要達到輕巧、強度、抵禦低溫等要求，每步都必須迎難而上，絲毫不簡單。 ●香港文匯報記者 姜嘉軒

「大約在2017年底開始醞釀，做了一些準備功夫，翌年8月正式簽約，隨即全速去做（火星相機），」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憶述團隊參與是次國家火星探測任務之始，雖然他們過往有做過精密的相機項目，但要達到「落火」規格，必先要實現多項變革，「要全面重新設計過，包括相機結構，電子零件如何擺法，線路、部件，應該用上什麼才可承受火星環境。」

眾多難題之中，容啟亮首先點出了重量這項關鍵，「這是其中一大重要限制，我們只能夠在很有限的重量下打造相機，必須跟足要求，分毫不差。」火星相機重約390克，即只有不足1磅重，他笑言當初收到這項指標時，確實感覺挑戰很大，但也只得法寶盡出，達到目標。

設計輕巧不容易 還須兼顧強度

設計輕巧本身已不容易，還需要兼顧強度，使其足以承受太空環境以至「落火」衝擊，難上加難。「『天問一號』有好幾部相機，安裝位置各異，承受的衝擊亦各有不同，」容啟亮介紹其火星相機除了需要承受一般航天過程會遇到的衝擊外，由於位置比較接近「火工鎖」，因此還須承受一些額外衝擊，「航天儀器的一些部件本身會用螺絲鎖實，想要將其釋放，就要透過爆破將其切斷，這個（火工鎖）衝擊力很大，因此設計相機時亦必須顧及這點，使其抵受旁邊的爆炸震盪後，仍可正常運作。」

另外，火星相機亦須要抵禦整段太空旅程及火星的低溫環境，「低溫起動又是另一大難題，即使我們會設加熱器，以免相機過於低溫，但亦非時刻都能保持，」容啟亮解釋，所謂低溫大約是零下45度左右，而火星相機在測試階段則能夠達到「零下75度以下，放足一年仍能正常運作」的成績，所以是有「走盞」的。

「即使美國都不是每次成功」

克服各種技術難關，團隊最終在去年2月成功研製並交付「火星相機」，但由於疫情關係，容啟亮無法前往內地見證「落火」，只得在港等候消息。對於國家首次執行「落火」任務，他形容挑戰確實很高，「即使美國都不是每次成功，尤其他們一般會事先於火星設環繞器，將火星攝得清楚後，再行揀選着陸點，最後才直接飛一個着陸器過去，分開不同階段完成。」

至於「天問一號」則是一次過要完成「繞、落、巡」三項目標，「單論環繞影相，講起來好似好容易，但要在這般距離下將相片傳送回來並不簡單，尤其時間拖愈久，地球和火星就會相隔愈遠，傳送訊號的時間亦相應加長。」

此外，距離遠亦意味控制着陸器只得全自動形式操作，「不能在地球隨時控制到佢點做，當找到着陸點之後，就要事先計好拋物線、入位，預先編程，由機器自己執行。」這確實是分秒必爭的艱鉅工作，「挑戰很大，的確是好緊張，經常都會留意住相關新聞。」其火星相機則會在着陸後發揮廣角特點，用以觀察周圍環境及火星車，以監察整個過程運作順利。「例如其太陽板、天線等機件打開時狀況如何等，然後再看着它走出去。」

●任務中肩負監視「落火」狀態的「火星相機」，正是出自理大教授容啓亮手筆。香港文匯報記者 攝

研製交付遇「佔領」 家中趕工幸趕及

「火星相機」由醞釀起兩年多便要完成研製並交付，容啓亮形容，時間本已相當緊迫，尤其中間先後經歷了理大被「佔領」的「飛來橫禍」，團隊要將重要儀器搬到容的家中一整個月繼續趕工，他坦言最終能夠成功趕及，除了感謝團隊努力外，確是要靠一點運氣。

「火星相機」項目研製期間，分別經歷黑暴和疫情爆發，容啓亮憶述2019年底在理大被「佔領」，確對團隊帶來很大衝擊，「本身已經趕，（校園）還要全面淪陷，但就眞係夠運，當黑衣人出現時，能夠及時叫同事撤退，好似『螞蟻搬家』一樣，同事一人拎一件嘢走。」所有重要儀器悉數搬到容啓亮家中，其後一個月大家都前往容家中繼續工作。

直至後來黑衣人離開，「那時整個理大校園都爛晒，燒到黑晒……但即使大學未正式重開，我們都已經要『偷偷地』回來做事。」容啓亮說，團隊之所以這般趕工，全因火箭不等人，「唔會因為『理大被佔領』就等埋你，只可以不停一直做」，結果多得一班同事努力不懈，加上一點運氣，總算完成了這件艱鉅任務。

至於最快本月有望見證的「落火」任務，容啓亮感嘆礙於疫情影響，確實無辦法回內地參與，「始終要長時間隔離檢疫的話，對香港的工作有很大影響」，因此只得留在香港「等消息」，「總是有點可惜的，但講到底，能夠置身其中，已經好開心。」

●香港文匯報記者 姜嘉軒

籲有志者打好基礎 待機會發展所想

容啓亮團隊曾多次參與國家航天任務，其研製的「相機指向機構系統」應用於「嫦娥三號」及「嫦娥四號」的月背探測任務；「表取採樣執行裝置」則應用到「嫦娥五號」及往後「嫦娥六號」；加上「天問一號」的火星相機，經驗相當豐富。對於投身航天事業，他笑言興趣固然重要，但更講求機遇，寄語有志投身於此的年輕人，先於自身專業領域打好基礎，到機會來臨時便能積極參與跨學科研究中，「正如我初初都是做電子，之後再讀控制、機械，一步步不斷積累。」靜待時機發展所想，征服終極航天挑戰。

「我本身對太空有很大興趣，由細到大都好有興趣去問『人從何來』、『生物又是如何演變出來』，而這些答案都有望從太空探索得來。」容啓亮說，近年火星探索變得熱烈的其中一項原因，正在於其可能存在生物痕跡，因此不少着陸器，均會搭載相關探測儀，一方面測水，另一方面則探測會否存在類似生物的化石。

做航天儀器非憑空想像

容啓亮提到，航天被視為工程學的終極挑戰，其科研路一開始亦是專注電子，未有此「遠大」想法，直至機緣下參與相關研究，才一步步接觸學習相關知識，「做航天儀器絕不是憑空想像，事前要先了解航天環境，由地球到火星牽涉到什麼狀況，考慮旅程中會遇上甚麼，又該用何手段應對。」只有透過不斷研究、模擬，按結果衍生出相應設計，才可製作出克服太空環境的穩妥儀器。他寄語有志航天科技學生宜先做好自己專業，一步步裝備自己，再行尋求更多發展機遇。

●香港文匯報記者 姜嘉軒

◀今次的火星任務，因疫情影響無法到內地參與，容啓亮坦言感可惜。圖片攝於2013年西昌衛星發射中心。 受訪者提供

理大設「深空探測中心」 聚專家跨科研究

為進一步推動本港參與航天研究，容啟亮透露理大已決定成立「深空探測科研中心」，聚集地質、建築、機械、物理等不同領域專家，就航天物料、星際地質、航天能源等方向從事深入研究。他又分享中心設短中長期三步目標，第一步希望向國家申請月壤，以此匯聚本港其他大學專家共同研究，逐步實現跨學科、跨院校的航天科研平台。

「這個中心大學在不久前已經批准，5月1日正式開始，我們已經有同事表達了興趣，稍後就會開始商討該如何去申請月壤，」容啟亮表示，國家現時已撥出部分月壤，供學術界申請借用研究，「也許會是為期一年之類，非永久保存，我們最希望（借用期）可以長一點。」他強調，一些有價值的研究或科學問題，往往需要長時間追蹤才可望取得答案。

除了申請月壤進行研究外，中心亦會添置儀器，及邀請香港各大學專家，就航天物料、星際地質、航天能源等不同方向研究，包括探索如何建設月球太空站等。而中心的第二步，則是希望從事月球水冰相關的研究，包括探究採集水冰相關儀器的開發，「至於再往下一步，因應國家預算在2030年前到火星採樣，假如真的做到，當然就希望可以申請取得樣本，再做更高一層次，從而一直發展星際資源研究。」

容啟亮強調，若要推動尖端科技發展，航天領域必然佔當中一個重要部分，而過程間所發展出來的技術，亦同時可望應用到其他範疇，「以我們的火星相機來說，當然唔係話部相機直接當玩具咁拿出去賣，而是為了製作火星相機而研發出來的高科技，可轉化至精密工程、機械人、醫療器械等不同範疇。」中心成立的其中一個目的，正是希望做好航天科技，更全面提升本港的科研能力。

●香港文匯報記者 姜嘉軒