



時間雖然不能變長，但卻可以被無限細分，細分到足夠讓你看清每一微秒都發生了什麼。「借助高速攝像機，我們已經實現每秒100萬幀的拍攝速度，回看這些照片，就像在顯微鏡下看時間一樣。」經過多年努力，中國科學技術大學（下文簡稱「中科大」）博士呂盼稔帶領其團隊，成功研發了具備國際先進水平的高速攝像儀器和精密測量分析技術，打破了日本、歐美等國家長期在該領域的壟斷。團隊自主研發的高速攝像機產品被廣泛應用於科研、航空航天、工業等領域，並在我國火星探測工程等多項國家重大科學研究任務中發揮重要作用。

◆香港文匯報記者 趙臣 合肥報道

人物名片

呂盼稔，2011年畢業於中國科學技術大學，獲博士學位，安徽省扶持高層次科技人才團隊在皖創新創業項目核心成員。呂盼稔團隊致力於超高時空分辨率新視覺前沿技術研究，他主導研發的「千眼狼」高速攝像儀打破了日本、美國、歐洲等同類產品及其技術在中國市場的壟斷。目前，呂盼稔團隊獲得研發專利60多項，團隊主持完成及承擔在研包括國家級高端儀器進口替代項目、國家科技部重點研發計劃、安徽省科技重大專項等10餘項。呂盼稔基於高速攝像機領域的研發成果獲安徽省機械工業科學技術一等獎、中國電子協會科學技術發明二等獎等多項大獎。

◆呂盼稔帶領團隊研發高速攝像機技術已超過10年。
香港文匯報記者趙臣攝



研發高速攝像破美日技術壟斷 助力火星探測工程

與應用結合的科研更具價值 中科大博士呂盼稔



◆呂盼稔團隊成員進行芯片實驗。

受訪者供圖

在位於安徽省合肥市包河區的合肥富煌君達高科技信息技術有限公司（下文簡稱「君達高科」）實驗室內，香港文匯報記者見到了呂盼稔和其研發團隊。基於高速攝像技術與科研領域的結合，這個團隊正在研發跟蹤分析多相流中氣泡的技術，同時，包括工業領域的很多應用產品亦在同步研發中。「上上周跟中科大的老師們交流，他們在高端儀器方面又有很多新的成果，具備成果轉化的條件。」呂盼稔興奮地介紹，他亦希望助力更多科研工作進行成果轉化，促進我國高端儀器領域的快速發展。

進口機器頻故障 決心自己造一台

呂盼稔1996年考入中科大，隨後的15年裏，從碩士到博士後，他一直在該校求學、工作。呂盼稔回憶，第一次見到高速攝像機是在他大一參觀學校實驗室時，那是台膠片機，每拍一秒鐘的素材，竟要耗費幾十米長的膠片。雖然用起來很麻煩，但呂盼稔卻對其產生了濃厚興趣。「後來學校有了從國外進口的數碼高速攝像機，上百萬元（人民幣，下同）一台，但使用過程中經常出現故障。」呂盼稔說，學校每次維修這台機器，還需要申請等各種手續，把儀器寄到國外，這樣一去一回，需要半年多時間。

因忍受不了這種經常性的故障導致對工作的「耽擱」，呂盼稔在學校博士後期間，就想著自己能不能試著維修。他發現，雖然高速攝像機內部的芯片、電路等結構不複雜，但因不明這台機器的算法，相比之下，自己造一台可能比維修更來得實際。在得到導師的鼓勵之後，他與兩位師弟一起展開了研究。他們先從美國進口芯片，用了兩年多時間，突破了芯片輸出的高速信號接收等核心問題；自己「攬」的第一台高速攝像機總算研發成功。「雖然只有100萬像素，每秒拍攝500幀，但在當時已足以滿足學校實驗室需求。」呂盼稔說。

成品元件受限多 創新調試獲專利

「既然我們做出來的高速攝像機用着還不錯，為什麼不做成產品給更多的科研人員使用呢？」呂盼稔告訴香港文匯報記者，當時國內需求全部依賴進口，還沒有一家企業生產高速攝像機產品，而且進口機器售價很高，從幾十萬元到上百萬元不等。與此同時，實驗所需的超高性能高速攝像機，還被一些國家列為禁止出口的名單，「超高性能的高速攝像機，發達國家均禁止對外出口，例如美國就禁止出口曝光時間小於100納秒的高速攝像機。」呂盼稔說。

2011年，呂盼稔博士後出站，受導師注重科研產業化的影響，決定與兩位師弟一起創業，創辦了君達高科，專注更高性能高速攝像機產品研發。

市場化產品研發的過程遠比呂盼稔想象中要難得多，「以傳感器芯片為例，當時團隊採購芯片的最高性能是400萬像素，每秒400幀的速度，但是團隊要實現500幀的目標，強行加快速度，輸出的圖片質量就很差。」團隊成員經過幾個月的反覆嘗試，最後通過精心調節芯片的驅動電路和周圍通信電路，才將輸出的圖像質量問題解決。

但遇到的問題不僅是傳感器芯片一個，一台完整的高速攝像機包含10種核心芯片以及400多種元器件，而市場上能採購到的成品元件性能很難直接滿足團隊的更高要求。要想在現有基礎上研發更高性能的儀器，必須挨個攻克核心元件。還有很多基礎功能元件，甚至需要團隊重新開發。創業初始階段，每天工作到凌晨3點是呂盼稔和團隊的工作常態，「團隊成員都很投入，大家特別興奮地去挨個攻克難題。」目前，包括存儲高速視頻數據的存儲控制器在內，團隊基於這些元件的創新研發，已經取得了60多項研發專利。

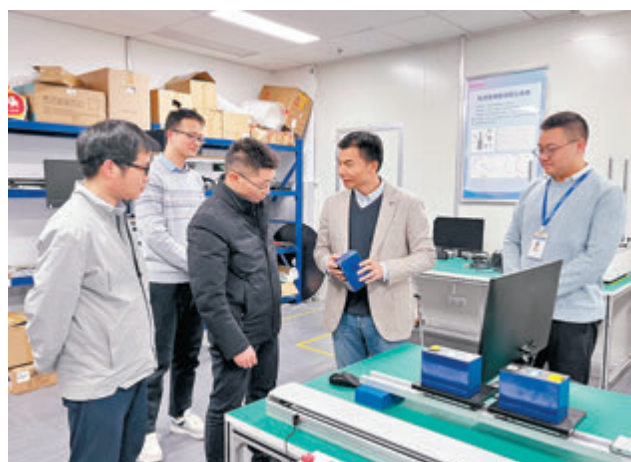
自研芯片破壟斷 今年有望創新高

經過近3年的摸索，呂盼稔團隊於2014年成功研發出第一台高性能高速攝像機。當時，擁有同等性能並只有進口儀器1/2價格的高速攝像機，為呂盼稔團隊逐漸贏得了市場口碑。隨著我國在航空航天、科研等領域的研發深入，市場對高速攝像機性能的需求也越來越高，同時為了突破外國的壟斷並不斷滿足國內研發需求，2018年，呂盼稔團隊決定自己研發核心器件圖像傳感器芯片。與普通芯片不同，圖像傳感器芯片屬於數模混合芯片，是芯片中最難的一種類型。團隊卯足了勁，歷經兩年半的努力，才攻克了芯片傳輸信號不失真的最大難題。「這款芯片可以實現800萬像素，每秒2,000幀的速度，是我國第一款可以達到這一級別的芯片，在國際亦可達到領先水平。」呂盼稔介紹，團隊在研發芯片時對畫面比例、動態範圍等都做了優化，十分適合三維測量領域的產品應用。

而基於這款芯片的高性能，呂盼稔團隊研發的高速攝像機拍攝速度亦實現了每秒100萬幀的突破，打破了進口高端整體產品在國內市場的壟斷，該團隊亦成為國內唯一可以生產成熟商品化高速攝像機系統的團隊。如今，他們在高速攝像機領域的研發從未停止，呂盼稔透露，團隊今年的目標是實現高速攝像機拍攝速度達到每秒500萬幀的新高度。

培養人才手把手 團隊注重「傳幫帶」

現如今，呂盼稔團隊的研發人員已從最初的3人增加到目前的120多人，團隊成員亦專注在高速攝像機應用的各個產業領域不斷尋求突破。提到自己的科研團隊，呂盼稔十分讚賞：「大家對待工作都十分主動，而且很喜歡挑戰一些難題。」在呂盼稔團隊，成員圍繞科研難題做研究加班到凌晨是常有的事，但大家卻充滿激情。「我們團隊有一個有趣的『3點效應』，研發過程中包括存儲控制器、激光線等很多關鍵難題最後都是團隊在凌晨3點解決的，3點也成了團隊的吉祥數字。」呂盼稔介紹。



◆呂盼稔（右二）指導團隊解決研發難題。

香港文匯報記者趙臣攝

我再把技能手把手教給他們。」盧小銀介紹，高速攝像機是一個複雜系統，而團隊人員有限，因此就要求各成員必須是複合型人才，從系統原理到最基礎的代碼編寫都要懂，在團隊管理過程中，培養人才是他們花大精力去做的事。「我們團隊傳承了實驗室研發氛圍，在學校實驗室，都是師兄帶着師弟做研究，在我們團隊也是如此。」

▶利用高速攝像機拍攝的球落水瞬間。
受訪者供圖



應用中發現更多有價值研究課題

特稿

2019

年，國家重大項目相關負責人找到了呂盼稔。當時我國正在進行火星探測器着陸的相關實驗，火星探測器在下降過程中需要不斷調整位置，才能使其最終穩定降落到指定地點，在這個過程中，需要高速攝像機實時準確測量其下降過程中位移、速度、加速度等重要參數，助力火星探測器準確着陸。「之前他們找了好多單位都無法達到要求，最後才找到了我們。」呂盼稔介紹，火星探測器下降過程中要求高速攝像機拍攝的速度快且精度高，團隊在現有高速攝像機產品的基礎上，通過不斷優化其快速自動對焦功能，經過半年多的調試，最終圓滿完成任務。

除了科研領域，如今包括生物醫療、工業等各個領域對高速攝像機都有了很高的需求。「在這些領域中的很多問題，如果用高速攝像機來分析，問題就變得簡單很多。」呂盼稔團隊針對高鐵軌道磨損檢測需求研發的檢測系統，工作人員只需打開設備將鐵軌掃描一遍，就可以自動計算出鐵軌的磨損程度。包括當下的新冠疫情，病毒與細胞反應的過程，以及病

毒在空氣中傳播的路徑等，這些都很適合用高速攝像的新視覺技術進行分析。

據市場需求調整研發方向

求學期間，呂盼稔的導師竺長安教授十分注重產業化應用，這一理念直接影響着呂盼稔的科研之路。「我認為好的科研成果應該嘗試去做成果轉化，在應用中發現更多有價值的研究課題，反過來促進科研創新。」呂盼稔坦言，自己在高速攝像機領域的研發正是這一理念的有效踐行，若當初科研成果止步於實驗室，也許現在我國還沒有拿得出手的高速攝像機產品。

呂盼稔介紹，目前從國家到地方政府再到高校均十分重視科研成果轉化，特別是高校和科研院所，科研人員自主知識產權的成果轉化也有更為明確的方向指引，同時市場對優秀的科研成果項目亦十分青睞。現在，呂盼稔團隊正主持完成及承擔國家級高端儀器進口替代項目、國家科技部重點研發計劃等。他透露，以前這類國家級、省級的重點項目只能是科研院所等單位才能申請，但現在有研發能力的民營企業會更具優勢。呂盼稔認為，科研與應用相結合會更有前景。「現在科研人員尋找課題越來越難，但是在與產業結合的過程中，會從實際應用、客戶反饋等過程中發現可以成為研究課題的方向。」在開發高端攝像機工業領域的使用場景時，呂盼稔團隊就經常遇到很多在實驗室遇不到的難題，例如生產線機器材料反光影響拍照清晰度，產線零件形狀各異造成拍攝有遮擋等，因此團隊會根據遇到難題有針對性的進行研發調整，以符合產業應用。