



●「90後」清華博士蔡子明



科學家
探索故事

片式多層陶瓷電容器 (MLCC) 是智能手機、新能源汽車、5G 通信等領域的核心元件，被譽為「電子工業大米」，是全球用量最大的電子元器件之一。作為全球最大的 MLCC 電容器消費國，中國的高端 MLCC 的原材料電子瓷粉及生產設備長期嚴重依賴進口。清華大學「90 後」博士、合肥清瓷科技創始人蔡子明帶領團隊瞄準這一「卡脖子」領域，從原料、配方、設備、工藝全方位實現國產自研，打破國際壟斷。在安徽省合肥市包河區的一家綠色工廠內，隨着原料純國產設備自研技術路徑跑通，由蔡子明團隊建設的首條年產 100 噸高端 MLCC 瓷粉量產線，本月已正式實現投產。

●文/圖：香港文匯報記者 趙臣 合肥報道



●蔡子明團隊自研的高端電子瓷粉。



●清瓷科技使用的國產噴霧乾燥塔。



●清瓷科技使用的國產砂磨機。



●清瓷科技使用的國產純水機。

「90後」博士蔡子明團隊瞄準「電子工業大米」首條年產百噸量產線投產

研高端電子瓷粉 破國際壟斷

「我們自研的高端 MLCC 瓷粉及全工藝流程服務達到國際領先水平，預計明年年底能實現年產 100 噸。」在接受香港文匯報訪問時，蔡子明指着儀器上的數據向香港文匯報記者表示，團隊以自研工藝攻克高端 MLCC 瓷粉製造壁壘，不僅掌握國際壟斷的 120 納米粒徑製造技術，更實現技術躍升，單顆瓷粉粒徑可極限壓縮至 50 納米，產品性能更強、成本更低。未來他冀帶領企業進軍國際市場，力爭改寫全球 MLCC 產業版圖。

明確行業壁壘 探索高端瓷粉製備

從日常消費的電子產品，到關乎國家戰略的通信、能源、航天等領域，電子瓷粉的身影無處不在，支撐着整個電子工業的運轉。然而，在電子瓷粉的高端領域，中國企業卻長期缺乏話語權。以 MLCC 為例，這種基礎元件的生產精度堪稱極致——單顆需交替疊印上千層陶瓷介質與金屬電極，單條高容 MLCC 量產線造價約 5 億元（人民幣，下同）且無法引進，作為核心材料的瓷粉 80% 以上依賴進口。更嚴峻的是，精密半導體封裝、車規級 MLCC 瓷粉等高端品類，國產化率近乎為零，每噸進口價格高達百萬元，核心技術與市場主導權牢牢掌握在日韓美部分企業手中。

「高端瓷粉製備、電極介質共燒是 MLCC 行業兩大核心壁壘。」蔡子明介紹，傳統用高溫高壓的水溶液製造瓷粉的水熱法存在微孔缺陷，而通過固態物

質進行反應製備粉體的固相法工藝沒有缺陷，可靠性很高，性能很好，但是具有很高的技術門檻。

「日企的多個型號 MLCC 的電極連續性超過 98%，而國產相應型號產品的電極連續性僅能達到 85% 左右，反映到可靠性上差距巨大。」在明確研究方向後，在清華實驗室的五年裏，蔡子明帶領團隊以固相法為工藝路徑，研究高端瓷粉製備配方，嘗試突破行業核心壁壘。

創新燒結工藝 最小粒徑 50 納米

在合肥清瓷科技的中試車間，蔡子明在全國產設備前向香港文匯報記者介紹團隊的核心技術：「對於陶瓷粉體製備來講，燒結是最重要的工藝。高溫煅燒的時候，陶瓷粉末的粒徑非常容易長大，尺寸很難控制。經過反覆的調控驗證，不斷地尋找規律，最終我們用定製的國產設備，通過獨創的『兩段式』燒結工藝，可以將瓷粉粒徑最小控制在 50 納米，滿足特殊的工藝需求。」

目前清瓷科技已經掌握 50 納米及以上的不同粒徑的固相法 MLCC 瓷粉製造技術，且技術成熟，相較日韓的國際頭部廠商掌握的 120 納米及以上的技術，同等粒徑產品在性能、價格等方面均有優勢；在 150 納米層面，產品性能遠超 2024 年國家重點研發計劃標準。

MLCC 最核心的高端場景之一就是應用在芯片周圍，高端 MLCC 能夠保證優秀的電容，從而提升芯片性能。高端通

訊、計算及下一代汽車等設備，需要強大的芯片處理能力，MLCC 發揮關鍵作用。「以應用在芯片封裝領域為例，我們要做的事情就是提高 MLCC 這種被動元件單個的有效容量，比如它的有效容量能提升 50% 的話，那麼就可以去掉 50% 的器件數量，封裝成本會降低，封裝體積也會大幅度縮小。」蔡子明說。

獲天使輪融資 創辦科技公司

談到走上成果產業化道路的契機，蔡子明說，「2023 年，日本政府將 MLCC 列入重要物資清單，這意味着未來高端 MLCC 可能不向中國出售，這是國產替代的機遇，行業終於迎來風口。」當年，蔡子明聯合曾在華科大同窗的好友李彥敏，共同籌劃起開設公司建設首條高端 MLCC 瓷粉量產中試線的項目。經過兩年的前期準備，2025 年 1 月，蔡子明團隊成功獲得 1,200 萬元的天使輪融資。最終，創辦了合肥清瓷科技有限公司。

隨着量產中試線投產，蔡子明向香港文匯報記者描繪了未來最大的願景，他想像把瓷粉產品和設備賣到日本等國，實現規模化出口。「我們的願景分四階段，第一階段中試（小規模試驗），第二階段擴產，第三階段賣到日韓去，第四階段是聯合國內廠商協同創新，研發高端 MLCC。」蔡子明透露，下一步公司計劃完成 A 輪融資，打造總規模達 800 噸的三條產線，力爭早日實現年銷售額 5,000 萬元的目標。

MLCC 市場潛力大 國產替代提速

隨着智能手機升級換代、物聯網設備需求爆發、新能源汽車市場增長以及機器人和人工智能產業發展，近年來，國內外電子元件市場規模發展加快，MLCC 市場需求也迅速增長。據統計，單部 5G 手機的 MLCC 用量超過 1,000 顆；特斯拉 Model 系列等新能源車型中 MLCC 的用量則超過 8,000 顆。

蔡子明告訴香港文匯報記者，全球 MLCC 產業格局中，在生產和技術方面，日本、韓國、美國為第一梯隊；中國台灣亦實力強勁，可以排在第二梯隊。「目前國內 MLCC 市場超過 600 億元，但國內產值不足 100 億元，國產替代空間超過 500 億元。瓷粉基本佔到 MLCC 成本的 35% 至 45%，對應 180 億元左右的國

產替代空間。」

目前，中國 MLCC 產能正經歷高端化、規模化雙軌擴張。2018 年中美貿易摩擦以來，國內終端廠商為了加強供應鏈安全和穩定，開始加大對國產供應商的扶持力度，加快認證、採購相關電子零部件，同時疊加國內 MLCC 技術突破，國內企業迎來良好發展機遇。

冷門研究一朝熱 冷板凳上有學問

特稿

1992 年出生的蔡子明是江蘇徐州人，從高中起他便對材料科學產生濃厚的興趣，高考後他堅定投身材料研究，以優異成績考入華中科技大學材料科學與工程專業，大二起就進入實驗室接觸陶瓷材料的製作。2015 年，蔡子明本科畢業，他選擇直博進入清華大學材料學院攻讀博士學位，研究方向是 MLCC 電子瓷粉。

「那時候沒人想到國外會卡芯片、卡技術，會制裁中興、華為，更不會想到卡 MLCC 這種用量這麼大的電子元器件。」蔡子明說，MLCC 是一個格外艱苦的行業，能堅持做下來本身就是一件不容易的事，「我入學清華的時候，整個行業非常困難，電容器賣不上價格，沒什麼人重視這個行業，同在清華課題組的師兄畢業後基本都選擇改行。」

在他讀博的時候，MLCC 領域的學術成果已經基本很難有創新點，成為冷門的研究方向，但他知道這一技術長期被「卡脖子」，核心技術和大部分市場都被國外企業壟斷，因此他覺得深耕這一行業是值得的，2020 年畢業後仍沒有放棄。

蛰伏十年堅守終有回報

至今，蔡子明已在 MLCC 瓷粉的研究領域扎根近十年。隨着 2022 年左右颯起國產替代的風，他的堅守終於有了回報。「MLCC 在華為公司內部是僅次於芯片的第二大重要地位。華為這家企業的特點就是它需要一項技術的時候就會滿中國去找，當它想找 MLCC 瓷粉技術的時候，最後發現國內只有我們團隊在做。」蔡子明表示，面對複雜多變的國際形勢，科技自立自強成為國內企業的策略選擇，如今中高端電介質瓷粉產業化的時機到了，MLCC 國產替代勢在必行。



●蔡子明（右）在實驗室為學生授課。

香港文匯報安徽傳真

新聞史學泰斗方漢奇：將專業書籍悉數捐人民大學

香港文匯報訊（記者 孫志、蘇雨潤 北京報道）12 月 27 日，中國新聞史學泰斗方漢奇先生百歲華誕暨從教 75 周年教學與思想研討會在中國人民大學隆重舉行。方老謙遜地表示，這一輩子「沒有做什麼驚天動地的事，其實都是一般的教學工作，只是年頭長一點」。他還鄭重宣布，要將家中有關新聞傳播的書籍全數捐獻給中國人民大學，「算是給新聞史的教學畫了一個圓滿的句號。」

「給新聞史教學畫圓滿句號」

與會學界同仁、嘉賓友人齊聚一堂，共同致敬這位中國資歷最深、教齡最長的新聞史學家，盛讚其胸懷家國、深耕學術、關愛後學的崇高風範，研討其為中國新聞史學科奠基築起的豐碑。

中國人民大學黨委書記張東剛表示，方先生的學術道路是一部忠於真理、勇於開拓的奮鬥史，他自投身於新聞史研究之日起，就具備優秀學者的品格和定力。研討會期間，張東剛和方漢奇先生還共同為中國人民大學新聞學院文獻中心方漢奇藏書捐贈專區揭牌。

在溫馨熱烈的生日祝福環節，方漢奇先生親手切

開生日蛋糕，頻頻向在場來賓致意。面對眾人的讚譽，他幽默地說，自己又過了一個「小生日」，並謙遜地表示，這一輩子「沒有做什麼驚天動地的事，其實都是一般的教學工作，只是年頭長一點」。他還鄭重宣布，要將家中有關新聞傳播的書籍全數捐獻給中國人民大學，「算是給新聞史的教學畫了一個圓滿的句號。」

日本龍谷大學終身名譽教授卓南生深情憶及，上世紀九十年代初，是方漢奇先生無私地將他引入中國新聞史學會研究之門，使他成為最早一批加入中國新聞史研究的外籍會員。他認為，方先生擁有海納百川的學術精神，不僅是中國新聞史學界的驕傲，也是亞洲新聞史學界的驕傲。

華中科技大學新聞與信息傳播學院教授吳廷俊則表示，方先生積數十年之功撰寫的《中國近代報刊史》，被學界譽為可以和艾文振先生的《中國報學史》媲美，自上世紀八十年代初出版以後已經半個世紀，至今無人超越，可以說是典範的、「深井式」的研究成果。「『打』就是產生『深井』的過程，打出深井的過程必定是漫長且艱苦的。」

「一個大國如果沒有屬於自己的新聞歷史敘事，

如果不能釐清中國新聞事業的自身邏輯，我們又何以在學界學術之林中立足？」中國社會科學院大學副校長姜飛坦言，當回望中國新聞史學科的演進歷程，方漢奇先生的名字本身就是自主知識體系最生動、最堅韌的註釋。同時，方先生也是中國新聞事業通史鴻篇巨製的奠基人，他的百年人生是一曲以師者胸懷鑄就的育人長歌。



●中國人民大學新聞學院文獻中心方漢奇藏書捐贈專區揭牌儀式。香港文匯報記者蘇雨潤 攝

板凳甘坐十年冷 文章不寫半句空

中國新聞史學會會長、中國傳媒大學新聞學院院長隋岩表示，方先生始終恪守「有一分資料說一分話」的信條，畢生踐行「板凳甘坐十年冷，文章不寫半句空」的準則，這已成為中國新聞傳播學科彌足珍貴的精神傳統。先生倡導多打深井，多做個案研究，強調着手個案，超越個案，觸類旁通，把握整體，以求獲得觸及本質的歷史洞察。「方先生的學術與師者情懷，共同融入成一座巍峨的精神燈塔，屹立在學科發展的長河之中，照亮來路更指引前程。」

七秩春秋耕耘不輟，三尺講台桃李芬芳。作為中國新聞史學領域的奠基人之一，方漢奇先生深耕新聞史教學研究領域 75 載，累計培養 51 名博士，構築起中國新聞史學研究的人才基石。方漢奇十分重視後輩培養，早在 2017 年榮獲「第六屆吳玉章人文社會科學終身成就獎」時，他便將 100 萬元獎金悉數捐出，專項用於支持新聞史與新聞傳播學科建設。2022 年，方漢奇又將所藏 3,000 餘冊圖書捐贈給中國人民大學新聞學院，以支持新聞史學研究，推動新聞傳播學科發展。