

全國重點實驗室  
新征程

傳輸速度最高可望升百倍  
為未來智能社會發展奠基

# 城大深研6G技術「通感一體化」勝5G

第六代流動通訊技術(6G)於今年首次進入政府工作報告,被視為國家焦點培育的未來產業之一。過去十年間,流動通訊技術應用已從第四代(4G)演進至第五代(5G),為社會、產業及日常生活帶來重大變化,但科學家未有滿足現狀,持續爭取突破。其中,香港城市大學太赫茲及毫米波

全國重點實驗室,正開展6G研究,以太赫茲頻段(0.1-10THz)電磁波技術突破現有瓶頸,其網絡容量、傳輸速度及室內定位精準度均遠超5G,做到「通感一體化」。若以傳輸速度為例,最高可望達到每秒1Tb,較5G每秒10G提升100倍,為未來智能社會發展奠定關鍵基礎。

●香港文匯報記者 陸雅楠

全球科技界當前正瞄準6G發展,根據國際通訊標準組織3GPP(第三代合作夥伴計劃)時間表,6G技術標準化研究會於2025年正式啟動;預計2029年將敲定首套6G技術標準,商用服務則可望於2030年正式推出。事實上,國家近年於通訊技術開發與產業鏈布局已有着國際領先優勢;而香港作為區內的電訊樞紐,亦針對6G積極發揮影響力,今年5月舉行了匯聚國際專家的6G全球高峰會,為峰會首次移師亞太地區舉行。

至於科研實驗室的技術開發,更是為未來產業鋪路的關鍵。2008年成立的港城大太赫茲及毫米波全國重點實驗室,是現時香港唯一聚焦流動通訊的國家級實驗室,主任陳志豪接受香港文匯報專訪時,未來的6G將採用太赫茲頻段進行更高速的數據傳輸,而「通感一體化」是當中的核心概念,是將通訊與感知系統結合,除了降低成本,還能按照不同地區的需求,更有效地控制和分配通訊資源。

## 消防員救火 感知系統能測煙霧障礙物

他舉例說,消防員在火場救援,可藉通訊系統保持聯絡,感知系統能實時偵測煙霧中的障礙物或高速旋轉的風扇等危險源,「假如微型雷達能在短距離內發送信息,即時反饋環境數據,即可幫助消防員掌握現場情況,大幅提升救援安全性。」他認為此技術理念將延續至7G、8G甚至更遠的未來。

## AI服務模式將從被動響應轉為主動推送

流動通訊從2G的文字傳輸到5G的物聯網應用,催生了直播、外賣和網購等多個新業態。陳志豪更預言,6G將催生全息影像或裸眼3D影像等新型應用場景,「AI服務模式也將從被動響應轉為主動推送」,這一變革需依賴太赫茲頻段的高頻傳輸與高速計算能力。

未來智慧城市發展中,「通感一體化」理念在機械人、無人機及智能駕駛等應用更是必不可少。他解釋指,未來世界不同場景中會有更多服務機械人出現,在提供服務時需依賴自動化感知作層級監控,例如24小時AI直播、網購平台自主接單、機械人自主規劃行動路線等。

不過,由於大氣的損耗問題,當傳輸頻率愈高,傳輸距離往往會變短,陳志豪說:「目前太赫茲傳輸只能做到短距離,因此有意見質疑『無用』,但克服這些技術挑戰,正是我們研究的動力。」而另一方面,也有一些應用場景不要求長距離無線傳送,預計6G或可望率先應用於大型展覽或博覽會,實現超高質量的全息影像場內直播。

太赫茲天線的設計和應用是實驗室研發焦點,他介紹指,團隊去年首創的超表面天線(metasurface antenna),提出並驗證了「合成移動包絡」的創新概念。那能使天線同時產生不同的任意譜波頻率,並通過軟件調控相關電磁波的特性,增強天線的靈活性及調控能力,並循不同方向向多個用家發送多重信號,大幅提升頻道容量,提升了無線通訊系統的效率和性能,這技術有望應用於新一代大容量及高度保安的資訊系統,進行實時成像及無線電能傳輸。

不過陳志豪坦言,流動通訊技術轉化需要完整的產業鏈配合,目前香港5G應用仍未完全成熟,市場需求較低的情況下如要進一步發展至6G,相關的硬件製造和營運等,在產業轉化上難以達到成本效益。

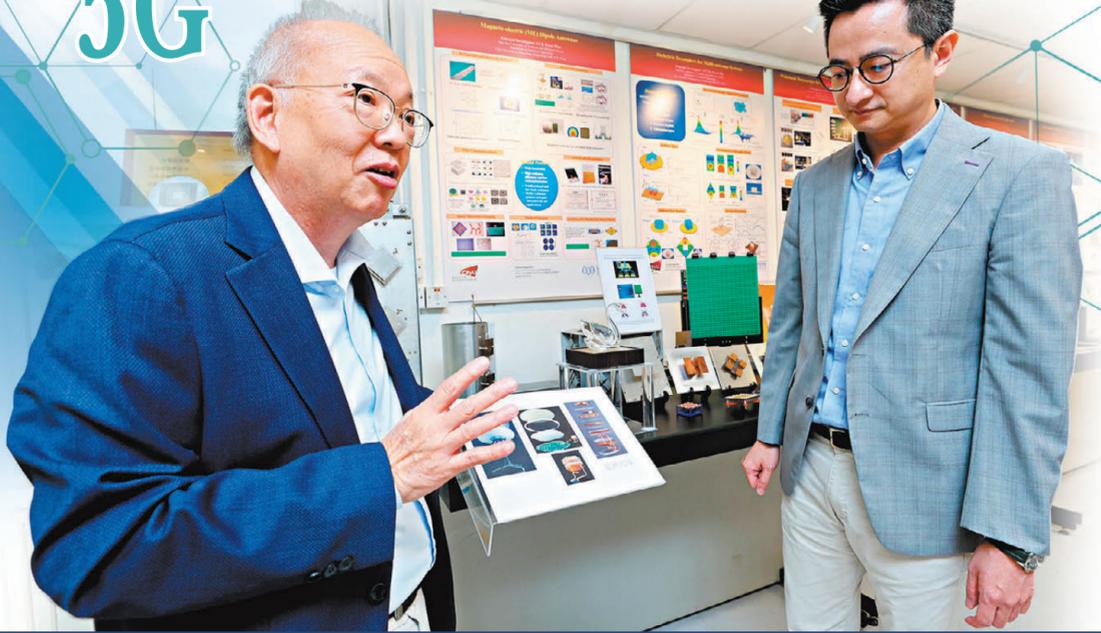
他強調,科研工作必須保持技術的前瞻性,持續推動創新,每一種新技術的出現,都能為社會發展多打開一扇門,而且在研發過程中能培養人才,亦能帶來新的創新力量,這種收穫不能單以金錢來衡量。

## 深圳轉型成典範 啟發港再審視創科潛力

實驗室副主任黃衡作為土生土長的本地學者,在港城大先後獲得學士、碩士、博士學位,見證了香港科研從區域性探索到參與國家級、世界級合作的歷程。過去業內流傳「High Tech 指野, Low Tech 撈野」,黃衡指出,當時很多人認為在香港做科研沒前途,社會由服務業和金融業主導傾向搵快錢,而科研需要投入人力、時間、設備和資金,未有足夠孕育空間。不過,隨着全球經濟格局變化,更多頂尖企業以科研為核心競爭力,而深圳花了20年轉型為創新科技城市的例子,也啟發香港重新審視創科的潛力。

黃衡認為,香港擁有5所全球百強大學,創科成果更可通過大灣區內地城市實現產業化,「香港研發、內地擴張」的模式正彰顯協同效應。香港僅有超過700萬人口,而全國人口高達14億,市場規模自然推動技術迭代更快,凸顯深化兩地合作的重要性,若能做到香港主導技術創新,結合內地產業化優勢,便有望實現全球領先。

陳志豪則提到,香港尤其擅長將外國技術本土化並降低成本,如八達通雖源自澳洲技術,卻在香港發揚光大,成為全球首個城市電子支付系統,甚至推廣至德國、日本等地,體現香港在技術改良與市場化應用的獨特能力。



左起：陳志豪、黃衡。  
香港文匯報記者北山彥 攝

## 實驗室育才無數 為國家通訊產業提供重要支撐

在國家建設科技強國路上,高水平科技人才的培養與集聚至關重要。陳志豪表示,實驗室最引以為傲的成就,正是為國家培養一批傑出人才,很多人在不同崗位貢獻自身力量。例如成都電子科技大學校長胡俊,是上世紀九十年代末在城大跟隨時任無線通訊研究中心主任梅冠香進行博士後研究的優秀學者;實驗室培養的眾多學子中,部分人畢業後選擇到東南大學等知名高校任教,有人成為其研究領域最年輕的正教授;亦有人創業,涵蓋天線、芯片等多個前沿領域,「通過培養這些人才,為國家通訊產業提供了重要支撐。」

黃衡指,疫情期間,實驗室安排學生嘗試自主搭建全球首台用於毫米波和太赫茲研究的「雙機械臂」高解析度天線測量系統,「從外觀設計到核心設備搭建,全部由團隊自主完成,歷時約一年半。學生通過親手做,可以更好理解相關技術各環節的知識。」

好理解相關技術各環節的知識。」

### 「勤奮不怕吃虧是成功要素」

科研要創新,陳志豪認為,勤奮和不怕吃虧是成功的要素。他以實驗室兩位優秀學子為例,當年他們經常工作至深夜,如今各有成就,一人在芯片領域成就斐然,另一人加入大學電機工程系學術路上展所長,強調聰明才智固然重要,但若缺乏扎實的基本功和良好的溝通能力,只會事倍功半。

陳志豪又笑言,黃衡也是不怕吃虧的好例子,「他是世界頂尖的天線專家之一,與小米、比亞迪等建立了長期友好關係,從不計較即時回報,在企業請教技術問題時大方分享。後來城大辦活動需要企業參與時,黃衡去尋求業界支持時立刻得到回響,促成了校企雙贏。」



「雙機械臂」高解析度天線測量系統。  
香港文匯報記者北山彥 攝

陳志豪最後寄語青年學子:「現在最大的發展機遇在中國,但是不論在何地,關鍵是找到滿足感,找到動力。」

## 從L型探針到水滴天線 體現團隊創新智慧

訪問期間,陳志豪和實驗室副主任黃衡帶領香港文匯報記者參觀實驗室的收藏庫,從已申請專利、奠定移動通信基礎的L型探針,到晶瑩剔透的玻璃天鵝天線,再到可替代金屬的水滴天線,處處體現團隊的創新智慧。

### 勉青年留心身邊事 創科隨處見

其中L型探針的技術源自實驗室前主任陸貴文早年研發的「L型探針平面天線」,是開創2G和3G基站天線新家族的專利設計,適用於所有頻率波段。探針改為L型之後,頻帶可從2%至3%增大到30%,而後來黃衡更開發了能用於寬頻及可重構天線的磁電偶極子與L型探針饋電,其簡單結構,饋電效率高,常用於微波通訊等領域。

陳志豪自豪地說,就算專利已過期,該技術至今仍被全球通訊行業廣泛採用,成為流動通訊基礎設施的重要組成。



由耐熱玻璃製成的天鵝造型天線。  
香港文匯報記者北山彥 攝

至於由耐熱玻璃製成的天鵝造型天線,由城大電子工程學系講座教授梁國華研發,既能作為裝飾品,又能用於無線信號傳輸,陳志豪指,團隊更會嘗試以水滴製作天線。黃衡解釋,水滴在特定條件下可產生與金屬天線相同的輻射效果,為透明電子技術提供了新方向,「這些作品告訴年輕人,只要留心身邊事物,創科隨處可見,人人可做。」

黃衡又提到,中美的芯片戰不單涉及製

造,還包含了芯片的運用和技術的提升。團隊將天線技術與芯片設計結合,成功在毫米級別的芯片上集成144個天線單元,使發射功率提升數千倍,性能超越國際同類研究。而城大另一團隊研發的微波光子芯片,利用光學技術進行信號處理,速度較傳統電子芯片快1,000倍,能耗更低,可應用於5G或6G、雷達系統及人工智能(AI)等領域,「我們擅長以合理成本實現技術突破,不必依賴昂貴的材料或設備,也能做得更出色,這種務實創新的風格,科研人員的韌性與刻苦精神,正是中國科研的獨特優勢。」

陳志豪認為,團隊的許多突破都源於長期積累的開創性構想,通過反覆實驗與改進,最終轉化為領先技術,才能在國際競爭中保持領先地位,未來實驗室將繼續探索太赫茲及毫米波技術的前沿應用,助力國家通訊科技發展。

## 6G 具體特點

### 高效連接

可望支持每平方公里同時接入高達1億個裝置,比5G提升百倍

### 超低時延

延遲時間將低至0.1毫秒,為虛擬實境和增強實境技術(VR/AR)等應用提供更佳支援

### 可靠覆蓋

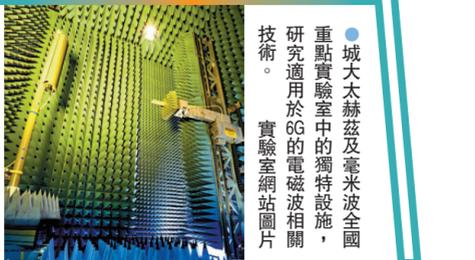
目標是實現99.9999%的可靠性,無論是在沙漠或偏遠地區也能確保穩定的連接

### 智能網絡

將與人工智能結合,使網絡自動調節管理,形成更全面、更智能的通訊網絡

### 感知融合

綜合多維感知技術,促進高精度定位,支援更廣泛應用場景如物聯網(IoT)、遙距醫療系統、無人運輸等



城大太赫茲及毫米波全國重點實驗室中的獨特設施,研究適用於6G的電磁波相關技術。  
實驗室網站圖片