

光波上的訊息——一叢光值百萬言

科學月刊第十七卷第八期

中華民國 75 年 8 月

謝清俊

經過百年成長，人們終於對無線電通訊的觀念習以為常了。可是，當初這個觀念曾是那麼神秘和難以想像得可怕。現在通訊界卻將注意力移轉到新近發展中的光學技術上。談到光的通訊應用，我們立刻聯想到古時綿延山野間的烽火，或是海上明滅閃爍的信號燈光。其實，我介入人天天用的「照子」又何嘗不是由光而帶來訊息的呢！

若將光纖傳輸訊息的容量完全開發出來，那麼，只需一根光纖就可以應付目前全美國電話的話務量。若經由光纖，收藏在美國國會圖書館內全部典藏的內容，只需幾秒鐘就可以傳送完畢。真的，我們已經發現了這種幾乎用心不竭的通訊媒體。目前，由於光纖技術大多數用於作為取代電子設備的同級品，所以它似乎還沒有把我們居住的土作明顯的改變。

利用光波通訊的研究肇始於 1971 年代初期，當時康寧玻璃公司（Corning Glass）的研究人員，製成了一條可以傳遞光線的光導管——一條約頭髮粗細的玻璃纖維。這個成就立刻引起了通訊業界的注意，因為與電子傳輸比較，這條光導管——光纖——幾乎有難以●計的「頻寬」。

一個通訊波道的頻寬是以它能負載的頻率範圍來計算的。譬如：由最低至最高音鍵所產生的頻率範圍，就是鋼琴能提供音樂訊息的範圍，也就是它的頻寬。頻寬的大小決定了資訊負載量的多寡。由於光線頻率遠較無線電的高出許多，它能負載的頻寬也就大得多，約是無線電波道的一百萬倍！

經過十年的努力，無論在負載能力及傳輸速率上，光纖均有驚人的進展。以矽土（二氧化矽）做的光纖而言，其透明度幾乎已近理論值的極限，使光

脈波在經過 100 公里以上的光纖後仍然清晰可測。最近的實驗紀錄是：約十億位元（bits）的資訊——相當於 30 冊大英百科全書目容的分量——在一秒鐘內成功地被送到 117 公里以外。雖然此紀錄已足令人驚訝，然而它只及理論上大容量的五分之一，也許這差距就是未來十年努力的目標吧。

雖然在研究室裡成就斐然，可是以十年的光陰來開發整套的光傳輸科技是顯然不夠的。光纖構成的高速大道並不能獨自成為一個完整實用的通訊系統。如何集結待傳的資訊，如何分配輸送的途徑，在難以想像的高速下如何做分封（package）和解封（unpackage）資料的工作等，都是待解決的「光交換」和「光邏輯」（optical switching and logic）的問題。

以目前的光纖科技而言，下一步應該是發展微光波管道模組，包括放大器、開關、耦合器、濾波器、絕緣子等，然後將它做在微積體迴路晶片上。一個光波管道應該能容下各種不同波長光線混合組成的訊號，就像無線電通訊系統處理混合波長訊號一樣的順暢，譬如：在調幅收音機頻帶中含有許多電台，各有各的頻率。目前，已上市的光纖系統通常只能藉單一波長傳輸資料，就像是只有一個無線電台的系統。由於處理許多頻道的技術尚未建立，使得光纖寬度的頻寬無法被開發出來充分享用。

由於研究人員仍然被果於上述的問題中，光纖技術的全面開發是不可能一蹴而成的。然而目前資訊的流量已將令電子系統不堪負荷，對我們有極大貢獻的電子終將會被突然發跡的光子取代。

最初，商用的光纖系統只用於連接都市裡的電話系統上。之後，長程的光纖系統出現在美國的東北部和加州。在 1990 年以前，美國將布滿這種大容量、小體積的光纖超級大道。

第一條連接美國、英國和法國的光纖海底電纜預定在 1988 年久開始運作。另一個類似的系統玄將架設在太平洋區，以供各島嶼間的連繫。

再下一步，就是把光纖接到每一石住家。這其實是一個價錢比技術更難解決的問題。像是目前的高速公路沒有急速的彎道一樣，也許光纖大道的銜接點會離住家還有里許之遙。以目前情況而言，光纖的價格仍然無法與電話線或有線電視所用的同軸電纜相較。然而，把光纖接到住家的殷切盼望，終將使以百計的電視頻道、雙向的視像電話能變得物美價廉而無所不在。這情形會使得影像資訊的利用非常方便，我們可以像瀏覽圖書資料一樣的從容閱讀螢光幕上的資料。

光纖之於目前的世界，就像高速公路之於一個蠻荒心地。發展光纖一定會帶動些新興的企業，開發出各種不同的應用。已往，人類從未虛擲任何一種通訊的科技，當越過開發期的挑戰以後，我們深信我們有充分開發光纖通訊的潛力。