



訪問訪問訪問訪問訪問訪問

冬青
葉云

——專訪——

你曾眩惑於光彩耀目的雷射光芒嗎？

你曾迷惑於撲朔迷離的雷射藝術嗎？

雷射——這漸漸成為大家所耳熟能詳的名詞，你對它又能知道多少呢？

是高深莫測？

是遙不可及的東西？

底下乃是我們訪問謝太炯教授、許根玉老師的內容、談談他們對雷射的看法。

神秘的雷射

雷射 (Laser) 說穿了其實一點也不神秘。它只是應用光學的一部份，我們知道應用光學所包含的範圍非常廣泛，從大家所熟悉的眼鏡鏡片到光譜的分析和應用都是，而雷射在其中可算是很偏的一環了，只因它是一種同源光、光束聚縮性良好，能量可集中在很小的點內，所以比一般光源在應用上要方便的多，其實它和電燈一樣，只是個光源而已，因為其物理特性特殊，所以用途也就廣泛多了。例如在切割材料方面，光纖通訊方面、化學工業方面……。都曾發揮過，尤其我認為化學工業，通訊上都是可以研究發展的。

雷射如何用在化學工業上呢？

譬如在化學方面，這原理很簡單，因為雷射具有特殊頻率的波長，而在化學反應中分子，離子常會對某種波長的光吸收量特別多，也就是能量能吸收的較多，一個反應中，能量高的分子多，反應也就快多了。所以我們可以把雷射當做一種觸媒，可以使我們所希望得到的產品生產得較快，且副產品（我們不要的或是一些有害的產物）也較少，這是關於全國的民生問題，非常值得推廣的。

在通訊方面呢？

在通訊方面，黃廣志教授曾用氦氖雷射來傳遞一般訊號，不僅如此，我們還可以把音樂、講話……等信號經雷射調變作用，轉換成光信號來傳遞，在某地方發出而在另一地方接收，再反覆而成為原來的信號，這也就是光纖通訊。而這些我們也都做過

，目前電信系也在著手研究，電信研究所好像也頗有收穫的。這早該大力的推行，何況國內電話數目直線上升，地下電纜幾乎已達到飽和程度。我們不可能一直往地下發展，所以光纖通訊一定會用於電話方面而取代電纜。

此外，因為光不會受到外界的干擾，而一般的電纜、無線電波都會，所以對於在需要很靈敏的接收信號方面，或是需要把信號傳到很遠的地方時，（如航空、人造衛星上），用光纖通訊會比較好。

還有便是用在印刷機 (printer) 上，利用雷射的高速，把光掃射在特殊的紙上感光，這樣每分鐘可打五千字以上，比起一般一個字一個字的速度快多了。

甚至還有雷射藝術，像慶齡工業研究所、大漢雷射科藝社等，用於藝術方面來增加生活情趣，我想這是當初發展雷射時所沒想到的。

光學科技是否會取代電子科技

我的答案是否定的，雷射工程不可能取代電子科技，電子工業的發展是任何工業都趕不上的。從一九二〇年到現在，二十幾年來，突飛猛進，將來它還是不可限量的，像我讀大學時，大家都在懷疑積體電路是否已經到達飽和了。但是一九七〇年到一九八〇年間又產生了好些新的技術，更帶動發展了更多新的工業，例如大家都知道一個 I.C 能容納許多的元件，而現在元件的密度已經增加好幾倍以上，大約都是以仟來做計算單位了。

雷射決不可能代替這些的。雷射在各種工業上都只是當做一種工具，是一個輔助工業發展的一種

雷射 laser

技術，比方用雷射的特殊裝置做半導體材料的處理問題，亦即雷射配合熱處理的問題。雖然雷射在半導體上的應用還在摸索階段，但雷射確已在製作大型 I.C. 上及矯正積體電路的連線上發揮極大功能，還有用雷射熱處理來製造二極體，像這類的例子我們可以很明顯的看出，雷射只是輔助其他工業的發展，我不認為它會凌駕於電子工業上。

雖然如此，但光學工業仍是時代所需要的，只是應用的程度不及電子工業來的廣，但是對於研究方面卻是非常需要的，如在自然科學方面、生物化學、純物理、純化學上，雷射的應用可說是很有前途，像今年的諾貝爾獎得主就是將雷射用在原子分子的質譜分析上。但是大家不要把雷射看得太萬能，其實以上所述及的這些應用，在還沒有雷射時，也都可以做，只是因為雷射是同源光、速度穩定，所以效果比一般的光源好而已。

國內自製雷射

至於國內自製雷射方面大概是沒有，即使有也可能只在科學園區的光儀中心，而且聽說也只是由外國進口原件裝配成小型雷射罷了。

我認為國內自製雷射是項不需要，也不可能的事。一方面乃因國內本身精密工業，基礎工業不很發達，無法做出雷射所需要的各種工具，而美國方面也不願高焦距的鏡片外流，因為這可能涉及核融合的問題，而為他們的高級機密，因此保留這些技術的結果將限制我們發展雷射技術和雷射科學的環境。

講到這裡，我覺得我們實在應從基礎上著手，如鏡片蒸鍍的問題，如何加上一層薄膜使得反射的波長能在我們期望的範圍內；材料的問題則是如何才能做出耐高熱的陶瓷器材、特殊晶體（非線性晶體）是如何生長。這些都是國內電子工業界中潛在的問題，而雷射所需的光學儀器、光學材料的製造—磨鏡片、鍍金屬…等更是甯提了。我們可以這樣說，國內幾乎 100 % 的元件都依賴外國，而日本依賴外國的程度則不到 20 %，這樣一來，因為元件不是自產，總要受外國的限制，而且還得讓他們賺一筆，因此我們所做的東西就會比日本貴一些，如此工業怎會趕上別人呢？雖說台灣電子工業已經非

常好了，其實潛在的問題還是不少，其根本就是在基礎工程未建立好。

再一方面，國內也沒有雷射工業發展的市場，因為雷射只是一項輔助的工具，尤其是用於非常精密的工業，我們國內現在尚不需要，所以也決不會特別去發展雷射工業，只是在化學工業、機械工業中的切割、鑽洞方面可能比較需要，但都只是用在很特別的情形上——要做得很精確時，如做太空梭的某部份，或是鋼板太厚，一般傳統工具無法做到時，才會用到雷射，而且要使雷射應用在這方面時，還必須累積很多的實驗數據才行，而這些則需要下很大的投資在實驗上方能完成，國內大概不會有這種投資者吧！因工商業的著眼點與一般研究科學的機構不同，他們都會考慮到經濟的效益。而國內即使有人做出來了，也沒人去買，外國則因為它有很好的電子工業、精密工業，所需要的地方也多，才使得雷射工業發展起來。這些東西都是相輔相成的。所以當國內廠商們需要雷射時，大都是向外國買回整套設備，這樣用起來是方便多了。

雷射與電腦

我們是如何來控制這精密的儀器？

現在幾乎什麼地方都需要電腦，雷射自然也不例外，我們可以猜到電腦一定是用在控制方面，因為使用雷射時，一定要靠計算機的幫助，而且更需要它來控制這整個系統，道理很簡單，因為雷射的工作範圍是如此的精密，而且不可有任何差失，而人無法控制到那麼精準的程度，何況要發出多少功率也是要經很多的實驗才能決定的，所以我們用計算機來控制這一切，比較不會出問題。也因為如此，所以廠商所訂購的雷射裝置才會這麼貴，其實雷射本身大概才佔總價的三分之一到五分之一，昂貴的是別人已經把那些實驗的成果做出，再輸入電腦中，也就是貴在電腦上啊！

雷射是否也能用於電腦上，也就是所謂的光腦。

雷射也可用於電腦上（也就是光腦），電腦現在大都是由 Gate 所組成的，如 AND, OR, NAND …等來分出 1 與 0 的形式，所以如果光的元件也能區別一個脈衝（pulse）的 high level, low level

的話，也就是光在某情況下會有反應，在某情況下則不能有反應，那麼我們可以預測它會比一般電子元件的延遲時間（delay time）要小，一般電子元件大約是在十個微秒左右，而用雷射則可能到 10^{-2} 微秒左右。但是並不是只有雷射方有如此可觀的特性，一般電子元件也有這樣快的如：約瑟芬效應的元件，都可以做到像雷射一樣的，但是在傳遞上雷射的雜訊會比較少，也就是和前面所提的通訊原理是一樣的。

簡介劉教授的無鏡雷射及學校各種雷射

無鏡雷射其實他只是把鏡子裝在雷射棒上，（它本身是一個固態雷射），而在另一端上磨成一個固定 90 度的角錐型，再在上面鍍上一層金屬，光從棒的一端進入，到這端時經過兩次反射，再沿棒而離開。他只是用角錐取代了外面的鏡子，因為鏡子放在外面，極易受到外在機械振盪的影響，我們取消了鏡子而用角錐取代，無疑就把這缺點消除了。這是一個很不錯的構想。

學校的雷射系統是否有什麼計劃？

學校方面雷射除平常做實驗上課外，便在準備做那國科會支持我們的五年計劃上了。但是我們還是儘量地在購一些新的器材，使我們的雷射實驗室能更趨於完整，尤其是在光譜分析上的問題，都是感到較弱的地方。而大家所關心在大四時，學習雷射會遇到困難，我想大家只要把基本的東西，如：普物、化學、電路理論，近代物理學得紮實些，便可以了，因為雷射的原理很簡單，只是涉及一些技術方面的卻很難，不過到時一學就會了。

高功率的雷射需要什麼技術？

就拿高功率的雷射來說，原理還是很簡單：雷射能量的來源則是電子從高能階跳到低能階時，這過程轉換時所放出來的，我們只要將在高能階的數目提高，便成了。但是方法是什麼呢？卻要自己去研究、發現了。從上面看來，若是在基本理論上有很好的了解，就可能比較有那種「靈感」（笑聲），知道要用什麼方法才能使高能階的電子數目增加，但還有便是，只是提高雷射本身，這並不是最

好的，還有許多外在的因素也影響雷射的輸出功率，如電路就是很重大的因素，在電路上難免會消耗到許多能量的，如何設計一良好的線路，才能使得能量損失到最低的極限，這也就表示電路要能學得很透澈。

為什麼雷射課程只排在大四，而且還是選修呢？

你們看看我們學校雷射的課都排在大四，不但是因為上述原因，而且我們還覺得在大學中，只需要知道一些它的工作原理、基本裝置、及在應用方面牽涉的一些重要的細節，也算是當做雷射導論而已。我們在剛開始也提過，雷射只是應用光學的一項頗偏的部門，不值得在大學中花太多的時間，倒不如多讀些基本知識，只是因為或許你們有人有興趣，而且將來在工作上也許會遇到類似的雷射系統，這樣你們已有些基本概念，做起事來也較會感到愉快。即使是在光研，雷射也不是他們主要學習的題目，只是其中之一部份而已。須知，基本的知識貫通之後，應用方面才不至感到一書到用時方恨少。

大家千萬不要把雷射看得太奧秘，覺得它是個無所不能的傢伙，其實雷射最大功用也是在當做輔助的工具罷了，像雷射能切割鋼板、玻璃，做為非常厲害的武器，但這並不表示傳統的工具就應該拋棄，最主要原因是因為它太貴了，而一般說來，並不需要那麼精細的東西，譬如中鋼製造的產品，若是用雷射來做，那起碼要貴上 10 倍以上，那誰敢要？所以我們可以說雷射這種特殊工具，只能用在特殊的方面，和能值得那麼高價的東西，如飛機的機翼…等，至於其他方面，雷射實在無法代替傳統工具的。可能化學方面不受這限制喔！

有趣

大家有沒有想過，20 世紀雷射的產生可以證明布朗克受到愛因斯坦的原子理論，全部是正確的。這是一件非常奇妙的事。如果這些理論是錯誤的，那根本不會有雷射的存在，所以現在可說以前所有的原子理論都已被證明過是正確的。當初在研究原子的時候，怎麼會知道他是什麼樣子，軌道是如何？怎會有能階的存在。這全是一些很抽象的概念，看不見，摸不著。只能憑實驗加以想像，猜測，

努力至今，大家可說是有目共「睹」了。像在放電的時候，裏面是亂七八糟的一團，可是跑出來的東西卻和我們所預測的一樣一是藍色，是綠色。

由此，我們更可以說，正確的理論始終是會得到實驗的支持的。甚至於產生一具體的東西來造福大眾。所以我們應好好的訓練自己的思想，使得變得更靈活，富有想像力。有很多事情都需要靠想像力才能有進展的。若只是一味地接收而不經思考是不會有創新的。不過這當然必須先把基本的課程都能融會貫通才行。現在有很多的學生都有「好高騖遠」的想法，須知「登高必自卑，行遠必自邇」的道理，還希望大家了解。

寫在訪問之後

這是我第一次採訪教授，第一次正式做編輯工作，心裏既興奮又緊張，興奮的是我居然能加入那麼專門的雷射專欄中工作，緊張的是才疏學淺的我怎可能跟得上教授口中的高深學識呢？果然不出所料，一小時的錄音帶有好些涉及專有名詞或英文名詞的地方，簡直是不知所云，只好刪掉了許多，這樣或許會減少許多的內容，但是畢竟讀者看這篇文章並不是在上課，所以還是通俗些好。但是對於那些程度很高的同學，我只能說聲對不起，讓你們失望了，文中尚有許多地方可能交代不清的，也請多多指點，也可讓我多得到一點知識！

—冬青—

附記

謝太炯

教授

交大電物系60年畢業、台大電研所
德國慕尼黑工科大學博士
現任教交大電物系

許根玉

老師

交大電物系62年畢業
交大電研所64年畢業
現任交大電信系講師暨雷射實驗室負責人之一

口 贅 述

一個專欄的誕生，是融合了編者的心血與眾人的鼓勵所促成的，雷射專欄也是如此，在此我要感謝前教務長黃廣志教授、謝太炯教授、許根玉老師與新竹師專席慕蓉老師的鼎力協助，而得到每位看過此專欄後的交大人的批評與指教，將是為這群「臨深履薄」的編者惟一的回饋，更企盼「神秘的雷射」能在大家的了解中消失了，從而甄露科技與藝術双重面貌的新形象。

雷射 Laser