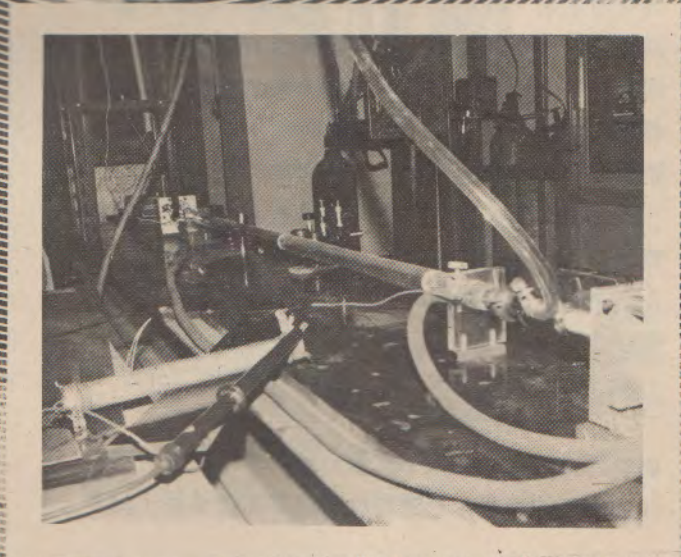


雷射 在交大的展望



雷射 laser

筆路藍縷以啓山林

談交大雷射實驗室

作者

吳光雄 老師



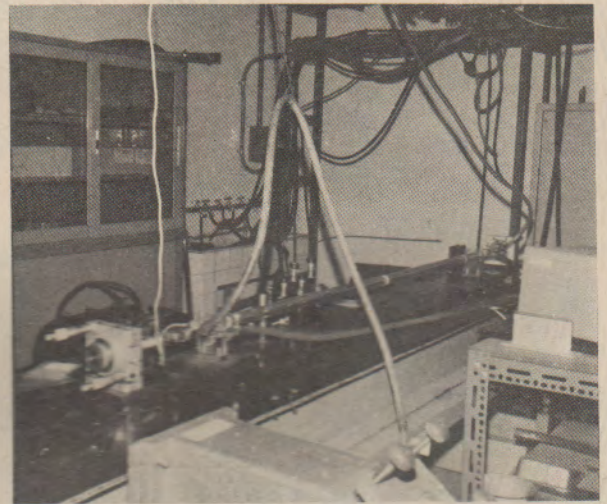
本校有關雷射方面的研究，從民國六十一年雷射研究小組成立以來至今已有相當輝煌的成果。例如雷射通訊系統之研究、雷射立體全像術之研究、高功率連續式或脈波式輸出的二氧化碳雷射等。目前研究的氫離子雷射亦獲得初步的成果。無疑地，交大開創了國內研究雷射的風氣。

雷射實驗室所耗的電力甚大，良好的空氣調節，以及充足的冷卻系統也是必備的條件。去年九月電物系搬入前半導體中心時，裏面是空無一物，經過系主任精心設計並在學校全力的協助下，先後花了近百萬元裝設一電力系統以配合目前的研究工作，並建立鋼架系統，使地面不存一根導線，一根水管；爲了使抽真空的廢氣能夠排出，亦建立了一套完善的排氣系統，其他冷卻系統所須的水源，以及實驗室的配電綫等都在搬入系館幾個月內先後完成，目前大部分實驗都能順利地進行了。

在所有的雷射種類中，國內自製率最高，價格也較便宜的該是氣體雷射了。目前除了光窗和反射鏡等精密材料較難製造外，其他雷射管、電極、抽真空的系統、電源供應器等，國內都有能力自製，這也是我們的原則——提高自製率，無論是二氧化碳雷射或氫離子雷射，我們都盡量採用國內自製的儀器與零件，一方面可以減少對國外的依賴，一方面更可以節省自國外運送來台的時間。

目前雷射實驗室的設備雖然不少，如整套的立體全像系統、各種大電壓（60KV）大電流（200A）之電源供應器、電子儀器、光學零件等，但仍有許多都是「克難式」的，尤其是真空系統方面，一般雷射系統所要求的真空都必須在 10^{-4} torr 以下，而我們現在却祇能抽到 5×10^{-2} torr 左右。雷射管內雜質多，效率不但低，放電亦不易穩定，其他如偵測的儀器、光窗和反射鏡等亦嫌不足，這是

急待改進與補充的。



實驗室中的二氧化碳雷射

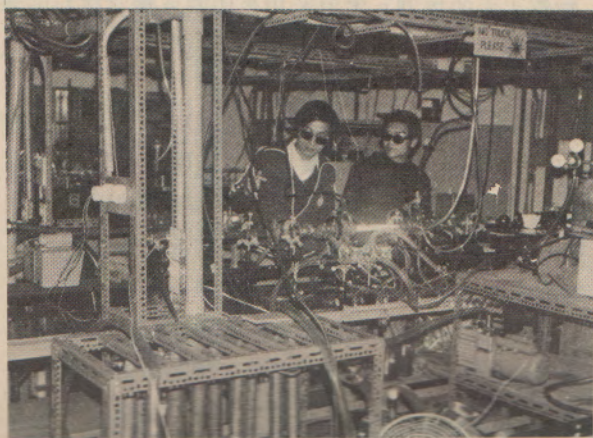
目前實驗室的研究工作除了繼續提高連續輸出、脈波式輸出功率的二氧化碳雷射外，並做有關脈波與連續波輸出功率的氫離子雷射，研究當放電參數改變時，對輸出功率之影響。我們最終的目標有二：

第一：先建立一套效率高、功率高、穩定性高的氣體雷射系統。

第二：應用於實際方面。譬如說，拿高功率的二氧化碳雷射作雷射鑽孔機或切割機等；拿氫離子雷射做立體全像或激發染料雷射等之研究。（見漫談連續輸出功率之氫離子雷射。）

將製成的雷射系統實際應用到國內之工業、國防、通訊、醫學、生物研究及光學系統研究，是我們最終的目標。

最後我想敘述一下在交大研究雷射的幾點感想。做雷射裝置方面的研究和半導體實驗不同。做半導體實驗，你必須採取「Wafer」的方法，並且可以一切由自己控制；但做雷射實驗就不同了，自己總不能去「車」東西，或燒玻璃，所以所要做的就是設計整套系統的結構，如何做雷射管、電極的形狀、冷卻系統的安排等必須要有詳密的計劃和繪圖，因為幫你「車」東西或「燒玻璃」的人，技術雖



操作中的氬雷射

然較高明，但也祇是順著你的意思做。做不好祇能怪自己設計不好。當然，最難過的莫過於車出來的東西與自己所需要的相差十萬八千里。在此我想提出一點建議，希望學校的機械工廠能聘請受過專業訓練的技工人才。否則學校縱有精密的車床，亦無法車出精密的儀器來。除了設計外，還要忙著跟事務組打交道，買這買那。在這兒我要感謝戴先生的採購速度和系主任的全力支持。好了，經過一段時間，一切東西都到齊了，我可以不分晝夜地將各式各樣的零件組合。當然少不了要聞那刺鼻的 Acetone 味道，拭鏡紙要不停的撕 Grease 要不斷地塗，「打靶」式的對準、大螺絲、小螺絲……。一切都裝好了，開始抽真空，用高壓打，激發放電，直到看見那美麗的藍綠光出來時，幾天來的辛苦却一掃而光了，當然有時是曇花一現的，若來個漏水、漏氣，可又有得瞧了。

雷射在國內 的成長概況

許根玉
謝太炯

前言

雷射 (Laser) 是一種利用適當的激發方法來產生同源光的裝置，它具有單色光，光束聚縮性良好，能量集中等特性，因此雷射已廣泛地被應用在自然科學及工程方面。

* * * * *

在國內，緊跟著國外雷射發展風潮，早期已有人製作氦氖雷射。交大在台復校初期，即民國五十年代，已建立一雷射實驗室，內擁有固態及氦氖雷射，但雷射裝置大都是向國外採購。一直到七、八年前才開始雷射製作的研究。首先在民國六十二年發展成功一氣流式（flow type）的二氧化碳雷射。在這近幾年來交大的雷射實驗室除了繼續改善二氧化碳的製作技術外，固態雷射及氫離子氣態雷射的研製也累積了些經驗。因雷射和國防工業的配合日漸被重視，目前國內發展雷射製作技術最積極，規模最大的應該是中山科學研究院了。除此之外，在台大、清大、成大的物理、化學和電機等系所也有各自的雷射研究成果。

本校雷射製作著重教學研究

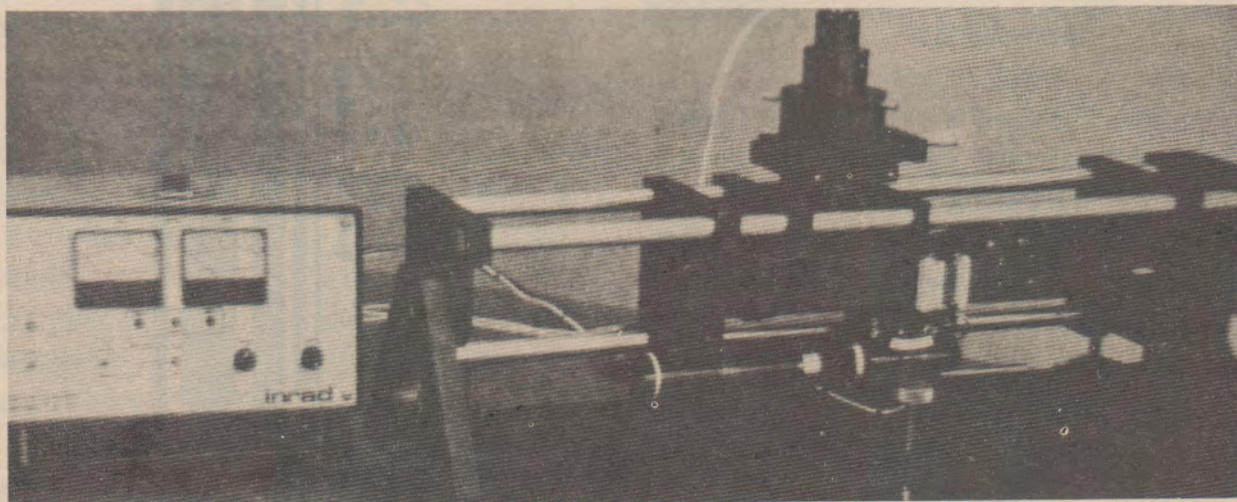
從民國六十二年迄今，交大的雷射實驗室從事一連串有關二氧化碳雷射研究，而大部分的研究計劃也配合碩士班學生的論文寫作，讓碩士班學生廣泛參與。因此在民國六十二年成功發展出來的二氧化碳雷射，實際上是一位碩士班學生的傑出成果。由第一隻低功率的二氧化碳雷射開始，經過數度的經驗累積，雷射實驗室已能製造一百瓦級的二氧化碳雷射。

交大發展出來的二氧化碳雷射，係採取氣流式

，縱向放電型雷射管的結構。二氧化碳、氮及氦氣先經過適當比例的混合，由雷射管的陽極附近進入放電槽道，通過放電管後在陰極附近由真空唧筒抽取排出。雷射的效率，即雷射輸出光（ $10.6\mu\text{m}$ ）功率與電輸入功率的比，可以達到百分之十左右。除了所使用的 ZnSe-光腔鏡片須向國外採購外，雷射管、電極及光腔的鏡架皆在實驗室內製作。

研製較高功率的雷射，是為配合多種的工業應用，如切割、銲接、熱處理等。雷射實驗室經過多年的經驗累積，已能製作輸出平穩的二氧化碳雷射，緊接著也着手研究雷射和物質作用的問題。交大的雷射已被試驗到壓克力板、紙板及薄金屬片的切割，遇到問題大致是雷射光的導引及雷射光破壞物質表面的控制。雷射光用來切割或鑽穿材料的效應，目前仍不很清楚，這是爾後幾年的研究項目之一。

在可以預見的未來，雷射實驗室除了繼續二氧化碳雷射研究外，也將擴大研究範圍，這包括氦氖雷射，氫離子雷射，固態雷射及半導體雷射的研製。這些研究計劃仍一本力求貫徹的宗旨，即提供更多的設備及題材，讓教授及學生從事更廣泛，有創造性的研究工作，如氦氖雷射的製作，目的在能經由自製的途徑，提供雷射管進行各樣的設計，來研究雷射信號的調變，或應用在半導體的測量技術等。



染料雷射

五年計畫

雷射實驗室未來五年的發展計劃大致可分為四個方向：

(一)氣態雷射

第一階段研究密閉型的雷射系統。包括二氧化碳雷射，氦氖雷射及氫雷射，這種密閉型式雷射的

最大好處為使用很方便，不像一般流動式雷射需要另附真空系統及氣瓶，因此在經濟上之價值頗高。針對這個目標，首先必須建立一套完善之真空系統以及玻璃與金屬之燒結技術，用來製作高真空度之雷射管。然後研究氣體放電時化學性質的穩定方法，雷射光腔之穩定性及雷射效率之提高。第二階段為高功率二氧化碳雷射之製作及其導引技術，用之於研究雷射光對物質之作用過程，以及實際上之應用如切割、銲接等。

(二)半導體雷射

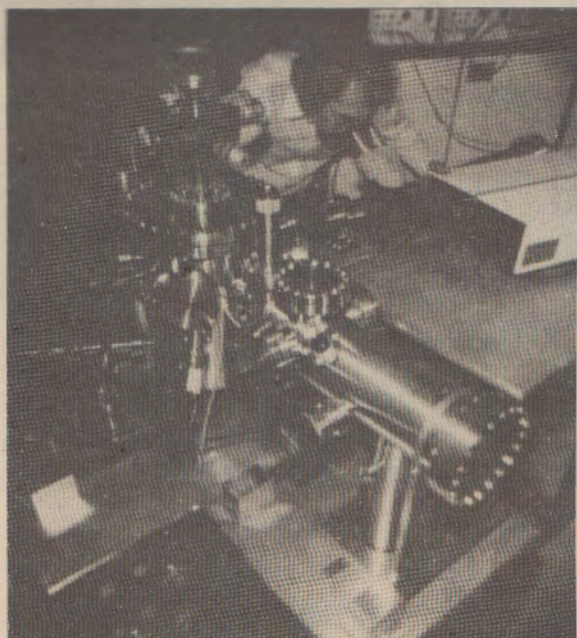
半導體雷射在光纖通訊技術上扮演一個相當重要的角色，國防上也常用於測距、控制等。因此本實驗室也希望在這方面有所發展：

第一階段為半導體相關技術的引進及設備的建立，其中尤以 L P E 技術 (Liquid phase Epitaxy 液相磊晶生長) 最重要。

第二階段為雷射本身之研製，著眼在如何尋找合適的幾何結構，以達到低的界限電流及穩定的光輸出。

(三)固態雷射

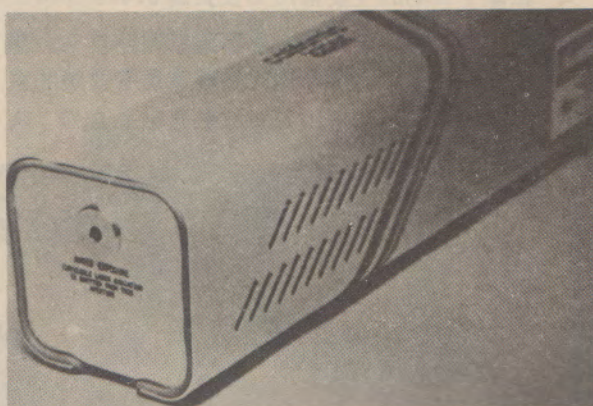
固態雷射將以本實驗室研製之 Y A G 雷射為基礎，研究效率提高的方法及輸出光波形之控制和調變，並應用於半導體材料之退火處理。



操作中的固態雷射

(四)開發新雷射

著重於研究新型的激發方法，以便簡化傳統雷射之激發設備，或者提高雷射之效率。以氫雷射為例，需要在放電槽道內有很高的電子溫度 (40 ~ 50 eV)，及大的放電電流 (100 ~ 200 A) 因此電極及放電管的設計十分困難，其效率也只有 0.2 % 浪費能源甚大，如果能尋找到一種有效提高電子溫度的方法，以便對氫離子作選擇性之激發，則這種技術在學術上及工業應用上必都有相當之價值。



二氧化碳雷射



固態雷射

中山科學研究院

根據今年六月下旬在交大舉辦的光雷工程研討會裏由中山科研院人員所提出的簡介，可以看出中山科學研究院的雷射研究的最大目的在應用國內既有的客觀環境達到雷射的自製自給。納入研究發展計劃的雷射主要是氮氣雷射，氫離子雷射及二氧化碳雷射。

下面的敘述根據該簡介：

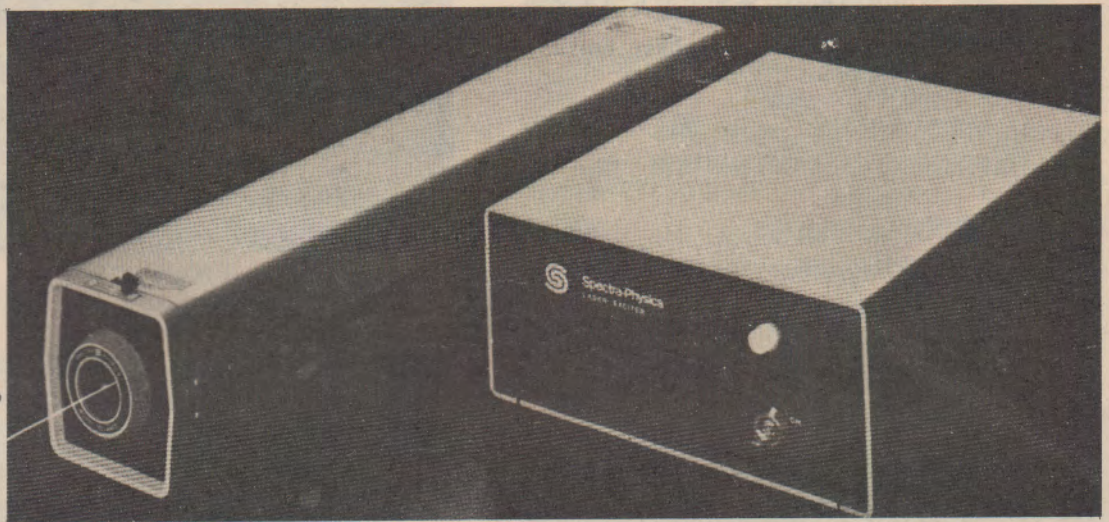
氮氣雷射的輸出光在紫外線範圍（ $0.3371\mu\text{m}$ ），「因雷射的高能階的存在時間比低能階的短」，因此該種雷射只能利用短脈衝放電來激發。此短脈衝由電容器及一快速電流開關裝置產生。電流開關的裝置可利用大星塞（Spark gap）或可控充氣管（thyatron），其中可控充氣管只能向國外採購。除了可控充氣管外，大部分應用在電子線路的零件可由國內自己提供，完成的雷射可以有五十萬瓦的最高脈衝功率輸出。

氬離子雷射的主要輸出光波長為 $0.448\mu\text{m}$ 及 $0.5145\mu\text{m}$ 兩條，要達到雷射激發的條件，必須在放電管內注入強電流，因此造成雷射管散熱的嚴重問題。一般雷射管可由石英或氧化鋇（BeO）吹

製。氧化鋇是最好的材料，因其耐熱比石英好，但輸出卻受到產製國政府嚴格限制，因此不易採購到。另一可行的方法是採用片斷的氧化鋁管結構，即將有氧化層的短鋁管連串結合成一雷射管。利用這種結構製作成的雷射，可以產生一百瓦的雷射輸出

二氧化碳雷射的發展首先是採取氣流式，縱向放電的結構，研製成的雷射有一百八十瓦的連續波輸出功率，另外正着手研究的是橫向放電結構的雷射，即放電方向，光腔軸及氣流方向互相垂直。氣流的流動速率可經由一送風葉扇提高到每秒三十公尺左右，因此氣流的對流冷卻效果比縱向放電式的好。目前可以達到的輸出功率近一千瓦；但由於受到機械振盪的影響，光腔不穩定，輸出功率也難保持一定的值。

氮
氣
雷
射

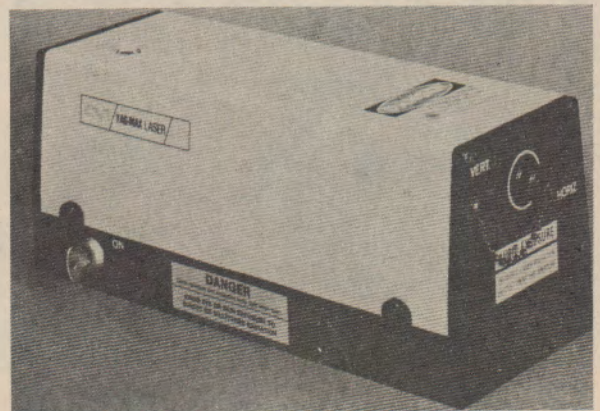


結論

雷射的研究涉及多種的基礎科學，由原子物理，光學乃至化學及電子學有極大的涵蓋面，在工程方面所涉及的由真空技術，材料處理乃至機械元件的設計製作，顯示出雷射的製作具有多重的挑戰性。我們可由國內雷射發展看出那些科技需要加強。

在基礎科技方面國內仍不夠充實，例如真空設備是一般科技必備的設備之一，但國內缺乏廠家或機構提供可用的設備，因此必須泰半向國外採購。在鏡片的蒸鍍技術我們也缺乏，因此一般雷射所使用的鏡片必須仰賴國外供應。此外應用在雷射管的 pyrex- 玻璃材料，國內也沒有廠家生產。

「在發展尖端科技呼聲中」，我們必須加強基礎科技的發展。為了配合精密工業的發展，國內也



氬氣雷射

需要自己的雷射工業。不論由學校或由各種研究機構進行各式各樣雷射的研製，我們可以由國內工業界需求雷射裝置的情形瞭解，加強發展雷射是必然趨勢。

簡介 光電 研究所

所長

周勝次博士



本所在行政院「科學技術發展方案」及「國建會」的建議之下，奉准予中華民國六十九年八月成立，並於四月開始招收第一屆碩士班研究生十名。本所是屬於科技整合性的教學研究機構，舉凡電子、物理、控制、機械、化學、生物等皆為其所涵蓋。然而為了使其在將來發展上具有特色。將特別著重於光學與電子的相配合，即是將傳統的光學帶入現代的光學領域。以奠定我國在精密科技發展的一個重要基石為本所之職志。

本所將以電子物理系為基礎，配以電子研究所、電子工程系的師資、設備，來發展雷射光學、光學系統工程、纖維光學、遙測展示器光學與特殊光學材料等科學，其課程亦是依照其發展方向而訂定為下：

一、基本課程：幾何光學、物理光學、光學實驗。

二、專業課程：

(1)雷射光學：雷射原理與應用、量子電子學電光系統、纖維光學、積體光學、光之散射、光譜學

(2)光學工程：光學工程學、紅外線技術、光檢波器遙測、儀器光學、光儀設計實驗。

(3)光學資料處理：光學線性理論、光之資料處理、全像術。

(4)光學材料：玻璃、結晶學等。

本所乃是因應我國現在及將來發展國防工業及高級科技之需要與在行政院經建會、國科會、工業局、中山科學研究院與工業技術研究院的大力支持下而成立的，以培養我國高級光電人才為目的。在性質上，本所將是在國內、外唯一培養光電專才的機構，而光電在高級科技上佔了一個很重要的地位。因此之故，本所之設立是合時宜、必需的。將來畢業同學的出路甚多，前途非常光明是可以保證的。