

# 端泵固態雷射在簡併共振腔架構附近的非線性動力學研究

學生: 陳慶緒

指導教授: 謝文峰 教授

國立交通大學光電工程研究所

## 摘 要

我們使用柯林繞射積分和速率方程式研究擁有平凹共振腔的端泵固態雷射處於簡併共振腔架構附近的動態行爲。當幫浦光斑大於基模光腰時，我們在架構參數  $g_1g_2$  約等於  $1/4$  和高  $Q$  值條件下發現傳播主導的雷射不穩和混沌的現象， $g_1g_2$  約等於  $1/4$  附近的動態行爲在以前是沒有被研究過的，我們稱傳播主導的不穩是因其行爲像是在保守系統中的光束傳播行爲。我們也得到和共振腔架構有關的  $V$  型準週期不穩閥值曲線和幾種雷射不穩的分叉圖。而且，以前認為混沌不可能發生在簡併位置附近，但是我們確認了當雷射腔被調整到簡併位置附近時，由於光束和雷射增益的相互作用會促使雷射進入混沌狀態。

對於幫浦光斑小於基模光腰的情況，我們發現一種多光腰模態的雷射輸出，這種雷射模除了在平面鏡的光腰之外，又多了一個光腰，此光束在遠場形成多個同心圓光圈但近場則否，而且當此光束經過一個聚焦鏡，在鏡後會形成多光腰的情形，電腦模擬結果非常符合實驗觀察。此外，我們考慮了多光腰模光束同時具有光線及光波的特性，因而將它表示成空腔週期解的連續多趟電場的疊加，對於  $g_1g_2$  等於  $1/2$  採用兩趟疊加，而對於  $g_1g_2$  等於  $1/4$  和  $3/4$  則採用三趟疊加。

最後，我們發現對於幫浦光斑足夠小的情況，位在簡併位置兩旁總是會產生雷射不穩定的輸出情形，我們首先決定雷射不穩定區，並發現不穩的時序發展有週期性的，週期二的，和混沌的特徵，當腔長調動時，我們觀察到多種遠場橫模形狀，包括一種特別的對稱破缺現象以及輸出功率和其拍頻特徵關於簡併點的不

對稱現象，電腦模擬結果指出這些不對稱的現象起因於熱透鏡效應。我們認為位於短腔的雷射不穩定是由一種組成雷射超模的橫模間之非線性交互作用而發生，位於長腔的雷射不穩定則是由雷射超模和其他橫模的非線性作用而產生。

