

## 綜合評述

# 国外紅寶石激射光漫反射測距的進展

范果健

自1960年光激射器問世以來，這一新技術的發展是極為迅速的。一些器件已逐漸成熟，並已開始應用，利用激射光測距是光激射器的重要應用之一。用電磁波測距本是由來已久的事，但是無論是普通光源的光電測距儀或微波測距儀，在被測目標處都需要一個合作目標，前者需用全反射鏡，後者則需用一微波副台。而激射光測距儀僅借助於目標的漫反射就可以進行測距。微波雷達測距雖不需要合作目標，但由於微波天綫發射的旁瓣影響，背景噪聲很大，近地面的測距難於實現。而激射光光束很窄（毫弧度數量級），比微波波束窄2—3數量級，因此可以彌補這一缺點，同時又可提高分辨率。在目標面積大於光束截面的情況下，激射光漫反射測量的距離與發射功率的平方根成正比，而微波雷達探測距離與發射功率是開四次方的關係，這也是光激射器測距比微波雷達優越之處。激射光測距儀應用半導體電路，用數字頻率計顯示，因而輕便、靈活、迅速、可靠、容易隱蔽，適合於野戰炮兵、坦克兵以及航空測高等使用。美國已研製成來復槍式克立達2型(Colidar Mark II)的激射光測距儀，英國已製成重量約16公斤的LF-1型商品。這些都說明這一新技術已到了實際應用階段。另一方面，應該指出，大氣情況對於光波傳播的影響比較大，由於光頻接收受目前光電倍增管量子效率低的限制，靈敏度比較低，這是發展激射光測距中存在着的主要問題。

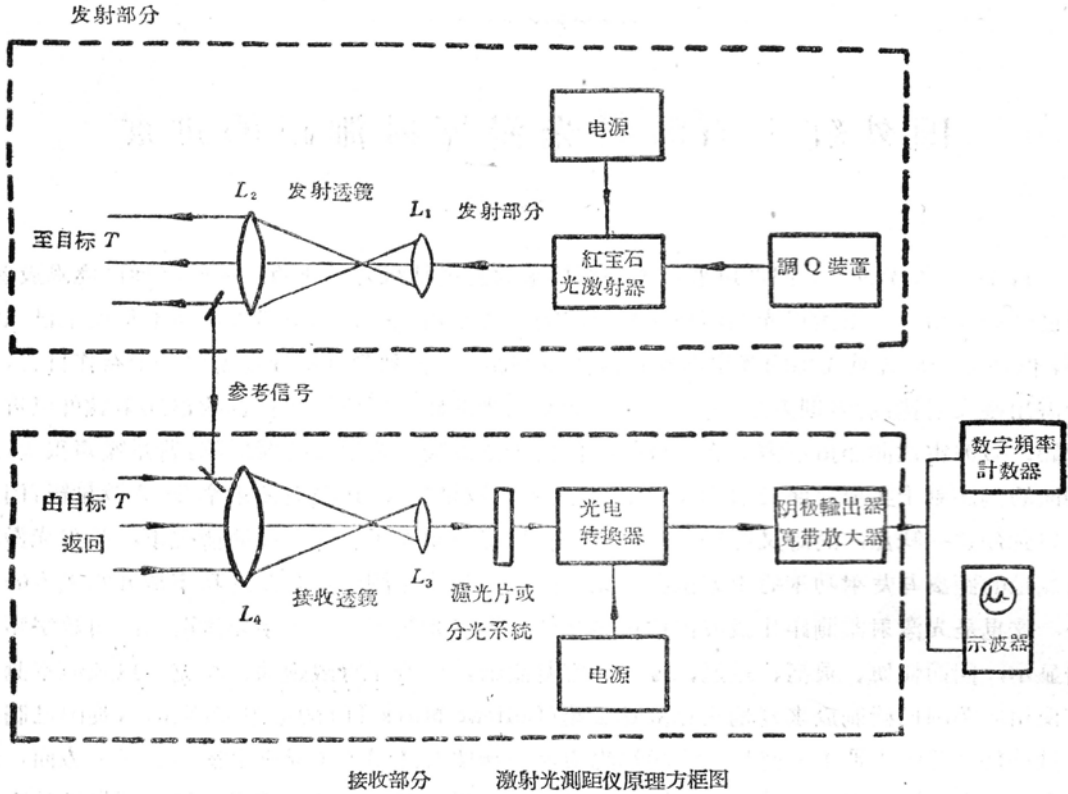
### 激射光漫反射測距基本原理

激射光漫反射測距儀可分為兩大部分，即發射部分和接收部分。發射部分目前大多用調Q紅寶石光激射器。接收部分的光電轉換器件，大多用光電倍增管；顯示器則用示波器及數字頻率計直接顯示。原理方框圖見下圖。

從調Q紅寶石光激射器輸出的強光脈沖，經過發射透鏡( $L_1L_2$ 透鏡組成的平行光管)，光束橫向截面面積增加而發散角減小，此光束射至距離為R處的目標T，在T表面漫反射之後，經過 $L_3L_4$ 組成的光學接收系統，再通過濾光片或分光系統送至光電轉換器件，將光訊號變為電訊號。為了和示波器或寬帶放大器達到良好的匹配或獲得應有的放大，光電倍增管後面接有陰極輸出器或寬帶放大器。此外，從發射透鏡處取出一小部分參考訊號，直接由接收透鏡送入。這樣在顯示設備上可以顯示出起始的參考訊號，數字頻率計有這一訊號即可開始計數。直到回波訊號來到時，在示波器上則有第二個脈沖訊號，頻率計數即停止計數。由發射訊號與接收訊號之間的時間間隔即可求出要測量的距離，即

$$R = \frac{1}{2} Ct$$

式中 R 是被測距离；C 为光速；t 为发射訊号与接收到漫反射訊号之間的时间間隔。



### 国外紅寶石激射光漫反射測距的进展

1960年7月，美国梅曼(Maiman)首次观察到激射光之后的两个星期，密歇根大学就用光激光器做了約5公里(3哩)的測距实验<sup>[13]</sup>。1961年就发表了有系統的实验装置方面的文章，现在只对其中具有代表性的有关紅寶石激射光測距文献做一綜合評述。为了清楚起見，已将各文献描述的实验装置或測距仪的性能参数列于附表中。

从这些文献中我們可以看出：

(一)在1961年以前的激射光漫反射測距尚处在初始阶段，实验装置比較原始、簡陋，測距实验結果与普通光源(如弧光)相比較，用激射光測距具有較高信号噪声比。

此后，測距設備由散装的实验性装置逐渐向整机发展，根据应用的要求，減輕測距仪的重量和縮小体积已提到日程上来，并且有的已实现。首先是晶体管化的电子线路；其次是电容器的小型化，光激光器中的聚光器、腔的结构和光学系統等等都在朝小型化的方向发展。全部采用晶体管电路后，有外形类似示波器的測距仪<sup>[4]</sup>，有外形象一支来复枪，使用灵活、携带方便的克立达2型产品，英国在光激光器及其应用会议上展出的展品 LF-1 型測距仪<sup>[12]</sup>，装置非常紧凑，主机体积約为 420×200×114 毫米<sup>3</sup>，电源体积約 330×220×180 毫米<sup>3</sup>。这

些都說明了在短短的三、四年內，雷射光測距已走出實驗室，發展成為一種為人們十分重視的實用儀器。

(二)雷射光測距儀中，如何獲得單一的、強大的光脈沖是很重要的，因為它直接影響測量的距離與測距精度。在雷射光漫反射測距的初期，還未用調Q技術。紅寶石光雷射器發出的是低功率的多脈沖，為了觀測方便，大多用雙迹示波器，初始脈沖參考訊號另用一個光電管接收<sup>[1-2]</sup>。為了增遠測試距離、提高精度，隨著雷射光技術的發展，採用了雷射光技術中所特有的調Q技術，獲得了單一強大的光脈沖，提高了測距性能。測距儀發展到一個新的階段。1964年，R. 培森和M. 米拉奇(R. Benson和M. Mirarchi)在IEEE Trans.-on MIE雜誌上討論了轉鏡調Q技術及其應用，作了轉速5,000—10,000轉/分的系統實驗<sup>[10]</sup>，提供了可參考的實驗數據。提出了轉鏡加速調Q方法、激勵電源的改進等等。指出了適當地選擇轉鏡馬達轉速、腔長、介質膜透射率、輸入能量等參數，可用結構簡單的設備獲得1—20兆瓦，10—30毫微秒前沿快速、強大的光脈沖。目前測距儀上絕大多數用了馬達轉鏡式的調Q方法，馬達轉速在1萬轉/分以上。為了節省用電，前述的LF-1型測距儀中調Q裝置不用馬達，而是用彈簧發條。隨著調Q技術的發展和測距儀的實用要求，必然會出現和應用更簡便的調Q方法。

(三)初期的雷射光測距裝置都用示波器顯示，由於受示波器分辨率的限制，不能滿足高精度的要求。目前一般的測距指標都在10公里±0.01公里，發射功率在兆瓦級，頻率計數器的鐘頻(標準頻率)是15兆赫，更高的精度則要求更高的鐘頻率。法國H. 波斯報導的測距儀，用的鐘頻約30兆赫<sup>[6]</sup>，是目前收集到有關測距儀文章中最高的數據。

(四)測距儀中光雷射器工作物質一般均採用紅寶石，但也有用其他工作物質的，如摻鉍鎢酸鈣、摻鉍玻璃等，輸出的波長都在紅外(1.06微米)，並且閾值(光雷射器開始振盪時所需要的輸入能量)較低，可減輕電源體積、重量，又可縮短每次發射的時間間隔，即可提高發射率，保密性又好，看來有代用的趨勢。此外，提高電池每充電一次所能發射的次數(有已能發射200次的)<sup>[10]</sup>，對於實用也是很重要的指標。目前紅寶石每分鐘僅發射數次，摻鉍鎢酸鈣做過每秒30次，連續5秒不需冷卻的實驗。為了提高重複頻率，格蘭·泰勒(Glen Taylor)用了六個光雷射器依次來發射，即所謂機關槍方案<sup>[9]</sup>。

(五)整機式的測距儀測量距離都在10公里左右，實驗室的測距裝置，據公開報導，最遠的測量距離為25.6公里<sup>[7]</sup>。此外，在1962年7月Proc. IRE雜誌上的一篇通訊短文，報導了美國麻省理工學院(MIT)與雷瑟恩公司(Raytheon)合作，在1962年5月10日晚上，用輸出能量為50焦耳的紅寶石光雷射器向月球發射了十三次，在2.6秒之後收到了回波<sup>[5]</sup>。1963年約翰遜和普勞特肯(Johnson, Plotken)還報導了，準備應用雷射光跟蹤“S-66”人造衛星<sup>[8]</sup>。人造衛星上裝有合作目標——多個全反射體，利用雷射光的反射訊號來實現“S-66”人造衛星的跟蹤，計數鐘頻率是100兆赫。

(六)還有二篇文獻，報導了美國八家公司已研製成的和準備研製的雷射光測距儀的計劃考慮等<sup>[7]</sup>。還報導了美國現有10種類型的測距儀正在試制，其中二種是設計初型，八種是屬於試驗類型。1962年6月已簽訂了45萬美元的合同。在15家公司與軍事部門簽訂了合

同。从这里可以看出美国研制激光测距仪的一些概况。

从国外目前的发展可以看出，激光光这一新技术用在测距领域是成功的，也就是说，漫反射测距是激光光的一项切实可行的、重要的应用。在现有的基础上，进一步解决前进中存在的问题，提高测距性能是大有潜力的，发展到定位的光雷达也是不久有可能实现的。

### 主要参考文献

1. Buddenhagen D. A., Lengyel B. A., McClung F. J., Smith, G. F.: I. R. E. International Convention Record, Part 5, 1961, p. 285; Бадднхгер и др., Заруб. Радио-электроника, 1962, № 1. p. 117; 測繪譯丛, 1962, 第 8 期(总第 35 期).
2. Stich M. L., Meyers F. J., Morse J. H., Woodburg. E. J.: Proc. 5th Nat. Conv. on Military Electronics, 1961, 6, p. 279.
3. Woodburg E. J., etal: Wescon, 1961, Vol. 30, № 1.
4. Johnson R. E., Ticen J. E., Soeppard A. P.: Nat. Winter. Conv. on Military Electronics, 1962.
5. Smullin L. D.: Proc. I. R. E. 1962, 7, p. 1703.
6. Bosc H.: L'onde Electrique Guillet-Aout, 1963, p. 738; Заруб. Радио-электроника, 1964, 3, стр. 21.
7. Alfred Rosenblatt: Electronic Design, 1963, 8, 16, p. 4; 1963, 7, 19, p. 24.
8. Johnson T. S., Plotken H. H.: Lasers and Applications, 1963, p. 225.
9. Glen Taylor: Nat. Conv. on MIE, 1963, p. 9—11. MIE-E-CON 7, p. 165,
10. Robert C. Benson, Michael R. Mirarchi: IEEE Trans.-on MIE 1964, 1, p. 12.
11. Изнар А. Н., Федоров Б. Ф., “Оптические квантовые приборы в военной Технике”, p. 122.
12. Electronics Engineering, 1964, 7, p. 482 Hamilton: Lasers and their Application Conference 1964, p. 47.
13. Missiles and Rockets, 1961, Vol. 8, № 10, p. 18.

## 关于激光通讯的一些问题

(日) 内田禎二

光激光器出现以来，人们对于它在通讯方面的应用给予足够的重视，这是由于许多原因所致，如频率极高，有可能用于超宽带通信；具有比无线电波强得多的方向性以及有可能用于行星间的超远距离通信等等。但目前和光激光器的光调制、解调器件尚不够理想，有着相当复杂的特性。在这里主要是从实用的角度对激光光通讯问题作一剖视。

### 作为振荡源的光激光器

作为通讯设备中振荡源的光激光器，除了应有大的输出功率以外，还必需具有下列特性：

- (1) 振荡模式的个数要少，其频率间隔要宽；
- (2) 具有优良的空间和时间相干性；
- (3) 噪声小。

下面说明其理由。