

教學用光譜儀之改良

周鑑恆 朱士群

一般供教學使用的簡易光譜儀，通常只需一片光柵，並不需要任何透鏡。此類光譜儀，具有同時可見整個光譜、堅固耐用、製作簡單等優點，但亦具有下列缺點：一、解析度稍差。二、先天上譜線亮度低，尤其當要進行定量測量譜線波長時，須另以光源照明譜線所在位置的刻度，譜線亮度相對更低，且又不易看清楚刻度。針對後者，本文將提出一改良之設計【註1】。

所需的材料如下：600 lines/mm 的光柵一片【註2】、 $1 \times 25 \times 40 \text{ cm}^3$ 的玻璃一塊、發光二極體一顆、20 cm 長的鐵尺兩支、銅片、木條若干、厚紙板、黑色色紙、吉利刮鬍刀兩片，以及強力膠和 AB 膠等。

此光譜儀僅有三樣主要組件，如圖一和所附之照片所示，包括：可以遮去所有多餘射入光的狹縫和相關之光遮、光柵和適當之觀測孔、以及利用發光二極體作為游標的刻度尺。

狹縫安排約在光柵之法線方向，且兩者互相平行，相距約 40 cm。當然，讀者也可自由設計更適合的結構。在此僅敘述筆者之設計，供讀者參考：先將六根鋸得很平整，高約 6 cm 的小木柱依圖一的方式，用 AB 膠黏在玻璃板上，並以其他小木條構成所需之支架。把兩片刮鬍刀先並排靠攏，貼在中間有一長方形開口的厚紙板上，以形成一 $0.5 \times 25 \text{ mm}^2$ 的狹縫，並將其安裝在木架上，如圖二所示。待測光源射入狹縫的光，以其後的兩、三片光遮進一步

加以局限，如圖三所示，使得射入的光僅只照在光柵上比瞳孔面積略大的區域，（只有此部分的光有助於光譜之成像，應仔細挑選光柵品質最佳的區域來運用）。接著固定光柵在木架上，如圖四所示。至於觀測孔則位於圓弧狀凸起上，透過觀測孔，透視光柵被入射光照及的區域，即可見右前方第一階（first order）光譜。圓弧狀凸起上另有一覘孔，用來瞄準狹縫，以確使入射光照在光柵上選定之區域，如圖五所示。但從觀測孔反而看不見狹縫，以使整個視野中只見光譜而完全不受其他影像之干擾。把兩支鐵尺並排橫陳於木架上，其間形成一等寬之縫，如圖六所示，將厚紙板兩側黏上銅片，製成如同三明治的結構，並在其上緣黏上一小木塊，小木塊置於鐵尺上，兩面覆以銅片的厚紙板則垂直伸進兩鐵尺之間，滑動小木塊時，兩銅片始終與鐵尺保持接觸，發光二極體之兩端即焊在厚紙板兩側之銅片上，當兩鐵尺接上電源，發光二極體就會發光，即可用作游標，標定譜線之位置，再從鐵尺上讀出刻度，如圖七所示。最後，以黑色色紙包覆並密封此光譜儀，使之形成一方形盒即完成。圖八為本光譜儀呈現的 PL 燈光譜，其中可移動之圓點即為發光二極體游標。

因發光二極體之亮度、大小均可調整，且可利用另外之裝置讀出其所標定譜線之位置，再加上特別設計的光遮，將所有非照在光柵上選定區域的多餘光線完全遮掉，故可大幅減少

光譜儀內部不必要之光害，提高譜線相對亮度之效果顯著，並更方便讀取刻度。

除了上述的改良外，尚可作進一步的改良如下：一、以發光二極體作為游標標定譜線之位置後，該位置之刻度，可用類似數位游標尺之技術，顯示在液晶顯示器上；同時藉助齒條和齒輪之類的裝置，移動發光二極體游標；發光二極體游標本身亦可有其他創意，例如：形狀改成箭頭、可調亮度等。二、使用約 900 lines/mm 的光柵，可增加解析度，而狹縫也可安置在偏離光柵法線較大角度之處，惟數據分析時，須詳加考慮，用已知光譜之波長加以校正。三、可再用單一窗口的滑動窗，視操作需要，分別蓋住觀測孔或覘孔。

誌謝：感謝源流基金贊助。

註釋：

- 1、此光譜儀的原理和其數據分析辦法，請參見作者拙作（科學月刊 2000 年 5 月）及台大物理系普通物理實驗講義；本文之改良乃針對台大物理系普通物理實驗所使用之分光鏡。
- 2、本文採用中國蘇州大學物理系所生產的光柵，一片價格約台幣 50 元。

圖說：(請見封底圖)

- 一、此光譜儀之俯視圖和其內部之實物攝影。
- 二、吉利刀片構成之狹縫。
- 三、狹縫後方光遮部分之實物攝影，參見圖一。
- 四、光柵固定在觀測孔和覘孔前方之木架上。
- 五、圓弧形突起左方開口為觀測孔，右方開口為覘孔。
- 六、兩鐵尺並陳。
- 七、發光二極體游標的特寫鏡頭及其草圖。
- 八、可以移動的小圓點即為發光二極體游標。

