

研究簡報

水銀共振線超精細結構的強度分佈

趙廣增 鄭志豪

(北京大學物理系; 中國科學院應用物理研究所)

INTENSITY DISTRIBUTION OF THE HYPERFINE STRUCTURE OF MERCURY RESONANCE RADIATION

CHAO KUANG-TSENG (K. T. CHAO) and CHENG CHI-HAO

(Department of Physics, Peking University; Institute of Applied Physics, Academia Sinica)

天然水銀元素包含有七種不同的同位素。其質量數和相對豐度的百分比如表 1 所示。

表 1. 水銀同位素質量數和相對豐度

質 量 數	196	198	199	200	201	202	204
豐 度	0.15	10.1	17.0	23.3	13.2	29.6	6.7

從上表可看出除最輕的一種同位素外其餘幾種含量豐度相差不太懸殊, 因此許多水銀的強的譜線在高鑑別力儀器分析下, 其結構都不是簡單的。兩個奇數的同位素, Hg^{199} 和 Hg^{201} , 其自旋一個是 $\frac{1}{2}$, 另一個是 $\frac{3}{2}$, 這樣使水銀譜線超精細結構就變得非常繁複了。

過去曾有許多科學工作者^[1-4] 利用半徑大的凹型光柵或干涉儀器研究了水銀 5461 Å 綠色譜線的結構。如果儀器的分辨本領不很大, 水銀的 5461 Å 線分為七條, 在更高的分辨本領儀器下, 其中的所謂零線又可再分解為六條。所以水銀的綠線共包括十二個組成分, 每個組成分的強度是與同位素含量豐度成比例的。

最近莫斯科大學 $\Phi. A. \text{Королев}^{[5]}$ 利用複型標準具觀察特製的水銀弧光放電光源內綠線，發現水銀 $5461 \text{ \AA}$ 線內零線組成分波長與強度分佈和過去其他工作者的實驗結果很不相同，強度分佈反常原因目前還不瞭解。

在我們實驗室，按照 $\Phi. A. \text{Королев}^{[6]}$ 的設計，曾試行製造水銀弧光放電光源，經過多次失敗之後，最近才獲成功。我們利用了一隻水晶製的魯墨爾-格克平行板，觀察所製光源的水銀共振線 $2536 \text{ \AA}$ 的超精細結構。在魯墨爾-格克平行板與光源中間放置了一塊吳拉斯頓雙像稜鏡，目的在去掉光束中的尋常光線，只取其非常光線進行攝影。到目前所得結果，如圖 1（見 370 頁後的插頁）及圖 2 所示，在多數情況下，超精細結構線強度分佈是正常的，有少數情況，強度分佈是反常的。

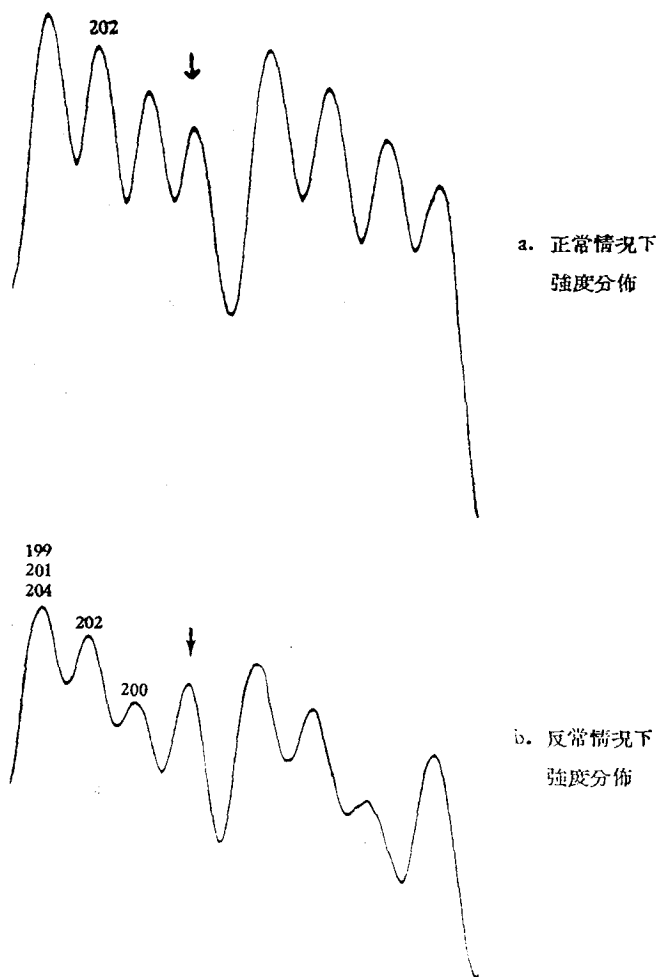


圖 2. Hg $2536 \text{ \AA}$ 線超精細結構測微光度計記錄曲線

根據 H. Schüler 和 J. E. Keyston^[7] 的研究結果, Hg 2536 Å 線的超精細結構強度分佈應如圖 3 所示. Hg 的偶數同位素, 組成線的高度與豐度成比例. Hg¹⁹⁹ 的自旋為 $I = \frac{1}{2}$, 其激發態能階分裂為二, 即 $F = \frac{1}{2}$ 和 $F = \frac{3}{2}$. Hg²⁰¹ 的自旋為 $I = \frac{3}{2}$, 激發態能階分裂為三, 即 $F = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}$. 在分辨本領不夠大的情況下, Hg 2536 Å 線的超精細結構, 看去好像是由間距約相等的五條銳線所組成, 波長較短的一端最後一線間距較大一些.

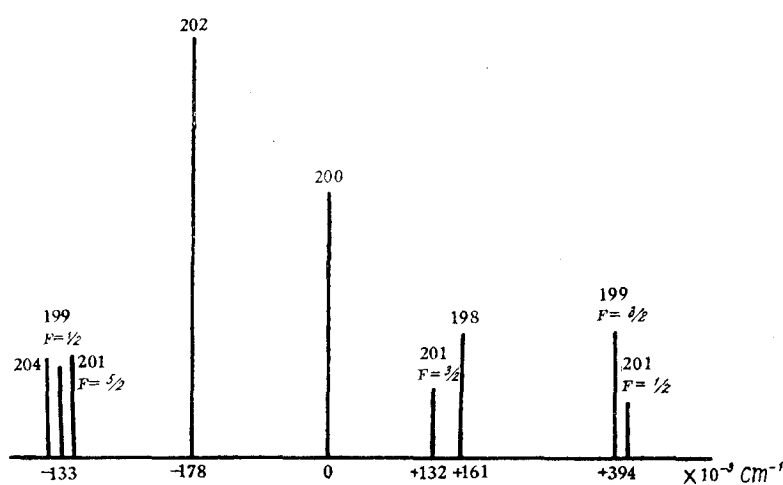


圖 3. Hg 2536 Å 線超精細結構強度分佈理論計算結果.

在我們的工作中由於所採用的魯墨爾-格克平行板厚度的關係, 所得最大波長範圍恰好使 Hg 2536 Å 內波長最短的一組成分與最長的一組成分重合起來, 所以在我們的光譜中每一序內只有四條線可以看到.

在正常強度分佈下 Hg²⁰² 線較強, Hg¹⁹⁸ 線較弱, Hg²⁰⁰ 線介乎其中, 這是與天然水銀含量豐度約成比例的. 在我們所得的光譜 (圖 1a 及圖 2a) 即是如此, 其中最強的一線是二個複雜的組成分重合的結果.

在反常的強度分佈時, Hg¹⁹⁸ 線強度比 Hg²⁰⁰ 線大, 據我們所瞭解, 這是與 Королев 實驗結果^[5] 符合的. 我們的實驗結果中 Hg²⁰² 線強度比 Hg²⁰⁰ 線為大, 這就與 Королев 的結果不一致了.

進一步的觀察水銀共振線強度分佈及其他水銀譜線超精細結構並尋找其強度反常的原因似有必要. 一方面擬改變水銀放電管激發條件, 另一方面擬採用分辨本領大的儀器設備, 例如法布列-白路標準具, 觀察超精細結構線強度分佈

的變化。近年來由於鍍膜技術的發展，在標準具平面玻璃片上鍍以多層的各種物質，控制其反射度，對標準具的發展是一大改進。鍍膜技術的提高可能是進一步深入工作的基礎。

在製造水銀弧光放電管的工作中，承中國科學院應用物理研究所吹玻璃技師吳天恩同志與清華大學無線電系杜繼楨同志協助，僅此誌謝。

參 考 文 獻

- [1] Wood, R. W., *Phil. Mag.*, **8** (1929), 205.
- [2] Gehreke, E. und Lau, E., *Phys. Zeit.*, **31** (1930), 973.
- [3] Schüler, H. und Schmidt, Th., *Z. f. Physik*, **98** (1935), 239.
- [4] Burger, H. C. and Van Citter, P. H., *Physica*, **5** (1938), 177.
- [5] Королев, Ф. А., *ДАН СССР*, **88** (1953), 965.
- [6] Королев, Ф. А., *Вест. Моск. Унив.* No. 3 (1953), 101.
- [7] Schüler, H. und Keyston, J. E., *Z. f. Physik*, **72** (1931), 423.