

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 中壢 VHF 雷達之中氣層流星風場與潮汐之觀測與研究 The observation and study of the mesosphere meteor wind and tide using the Chung-Li VHF radar

計畫編號：NSC 89 - 2111 - M - 034 - 001 - A10

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：黃信健 中國文化大學物理系

### 一、中文摘要

本計畫比較中壢雷達於 1997 年與 1998 年獅子座流星雨期間，所得到的風場與潮汐的資料，發現 1997 年東西向與南北向全日潮振幅最大值皆發生在 97 公里高度以上，而 1998 年東西向之全日潮最大值發生在 85 公里高度，南北向之全日潮最大值發生在 92 公里以上的高度。另外也觀測到南北向從高度 88 公里至 96 公里之間有全日潮波長為 8 公里向上傳播之情形；比較半日潮情況時，1998 年半日潮以南北向較為明顯，而 1997 年則以東西向較為明顯。

關鍵詞：全日潮、半日潮

### 二、Abstract

In this project we present the wind profiles and the characteristics of tides during the campaign to investigate the shower of Leonid in 1997 and 1998. The maximum amplitude of diurnal tide in east-west (E-W) and north-south (N-S) directions are found at the height upper than 97 km in 1997. The maximum in E-W and N-S directions occurred at 86 and the height upper than 92 km respectively in 1998. Also, a upward propagation diurnal tide in N-S direction with wavelength 8 km at 88-96 km was

observed. Comparing the semidiurnal tide the N-S direction was the majority in 1998 and the E-W direction was dominate in 1997.

Keywords: diurnal tide, semidiurnal tide

### 三、計畫緣由與目的

潮汐是由外來重力(如太陽、月球)與自轉離心力合成的擾動現象，對地球上的某一位置其潮汐力是由月球與太陽的引力及本身自轉離心力所貢獻，因月球距離比較近重力主要來自月球(約 2.1 倍)，隨著相對位置不同，潮汐力的大小和方向也不同，來自自轉的潮汐有 24 小時週期或 12, 8, 6, 4 小時週期(24 的因數)；至於大氣分子所受潮汐力則來自吸收太陽的電磁輻射所產生，主要分為兩種，一：對流層中的水汽分子、二：臭氧層的加熱後膨脹產生向上傳播的大氣潮汐現象。

過去二十年許多中氣層研究報告已經揭示中氣層平均風場與重力波、潮汐之間，經由許多非線性過程產生交互作用如：重力波-潮汐交互作用[Wang and Fritts, 1991]，重力波-平均風場交互作用[Hitchman et al., 1992]，重力波-平均風場-潮汐交互作用[Hall et al. 1995]。因此中氣層風場資料的建立是進一步了解大氣動力與波動耦合及

能量傳輸的基礎；本計畫為三年持續性研究的第三階段，第一年已經利用雷達干涉技術，先將流星尾回波做合理的相位校正，再從互相干頻譜的相位差計算出流星尾高度及方位角，進而統計出中壠地區流星尾大約集中在85公里高度，回波的天頂角大致分布在 $10^{\circ}$ ~ $60^{\circ}$ 天頂角之間；第二年則統計流星尾回波的高度及方位角，利用最小平方方法計算各高度層平均風場；本計畫將以諧波分析法(Harmonic analysis)，對各高度層平均風場進行潮汐分析。

#### 四、結果與討論

本計畫在獅子座流星雨期間，分別於1997年11月13日至21日，及1998年11月14日至11月23日，以中壠特高頻雷達進行連續觀測，收集流星尾回波訊號，做為風場及潮汐分析的基本資料，一共獲得兩筆連續九天的流星尾資料，以移動窗區間(Sliding Window)方法，得到五天的中氣層風場，可進一步做潮汐之分析。圖1至圖4分別為1998年獅子座流星雨所推估中氣層每小時平均水平風速大小、風向、東西向風速及南北向風速的等值圖；由圖1可看出平均水平風速大小隨高度而有增加現象，週期為24小時之全日潮現象相當明顯，在高度80公里與95公里附近，亦有週期為12小時之半日潮現象；由圖2每小時平均風方向等值圖也可以看出全日潮的情形；由圖3每小時平均東西向風的等值圖，風速為正時表示西風，可看出1998年每小時平均東西向風速在高度80公里至95公里之間有明顯全日潮現象，95公里上半日潮現象則比較明顯，而1997年在高度80公里至99公里之間，皆可發現全日潮與半日潮之現象；圖4每小時平均南北向風速的等值圖，風速為正時表示南風，1998年在高度80公里與95公里附近

發現明顯之半日潮現象；85公里至94公里之間為全日潮的情形，而1997年則皆為全日潮之現象(88年度成果報告圖2)。圖5為1998年各高度層南北向平均風速及東西向平均風速，在南北向平均風速上，84至89公里及92至100公里間為南風，而東西向平均風速上，86公里至89公里及94公里至96公里為西風，其餘皆為東風。與1997年比較(88年度成果報告圖4)，發現1998年平均風速最大值比1997年大40(m/s)。圖6及圖9為東西向(zonal)、南北向(Meridional)全日潮之振幅及相位，圖7及圖10所顯示為東西向風、南北向風12小時半日潮之振幅及相位，圖8則為東西向風8小時半日潮之振幅及相位。比較中壠雷達於1997年11月與1998年11月所得到的風場與潮汐的資料，在24小時週期全日潮汐方面，可發現1997年東西向與南北向全日潮振幅最大值接發生在97公里高度以上，而1998年，東西向之全日潮最大值發生在85公里高度，南北向之全日潮最大值發生在92公里以上的高度，且南北向全日潮從高度88公里至96公里之間，相位相差 $2\pi$ ，由圖4也可看出南北向風速從88公里之西風到92公里之東風再到96公里之西風，在此8公里範圍內完成一個循環，表示全日潮有向上傳播之情形，且波長為8公里；比較半日潮情況時，1998年半日潮以南北向較為明顯，而1997年則以東西向較為明顯；8小時週期潮汐振幅隨高度的變化1998年也是比1997年劇烈。

#### 五、計畫成果自評

本計畫成果為：利用1997年與1998年獅子座流星雨期間的流星尾回波，得到高度80~100公里的風場與潮汐的訊息。另外也觀測到南北向從高度88公里至96公里之間有全日潮波長為8公里向上傳播之現象。計畫之執行有助於了解中氣層

現象，也可提供給其他大氣動力研究做為背景風場的重要參考資料。本研究結果與原計畫相符，具學術價值可在學術期刊發表。

### 六、參考文獻

1. Nakamura, T., T. Tsuda and M. Tsutsumi: Meteor wind observations with the MU radar, Radio Science, Vol. 26, No. 4, p. 857-869, 1991。
2. Avery, S. K., J. P. Avery, T. A. Valentic, S. E. Palo, M. J. leary and R. L. Obert, A new Meteor echo Detection and Collection System :Christmas Island mesospheric measurements, Radio Science, Vol. 25, No. 4, p. 657-669, 1990。

### 七、圖表

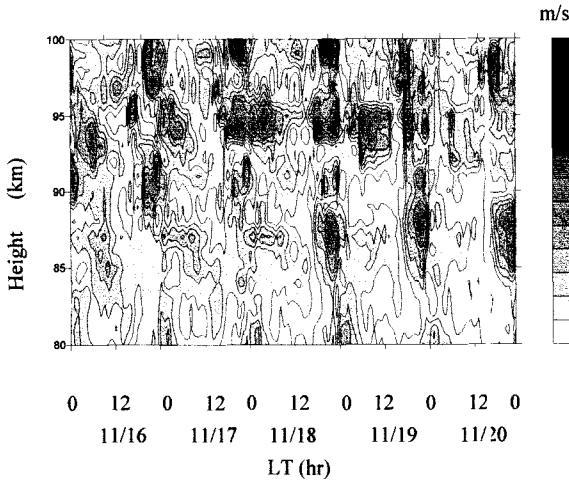


圖 1：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層風場之每小時平均風速大小等值圖。橫軸為當地時間，縱軸為高度，顏色深淺代表平均風向大小。

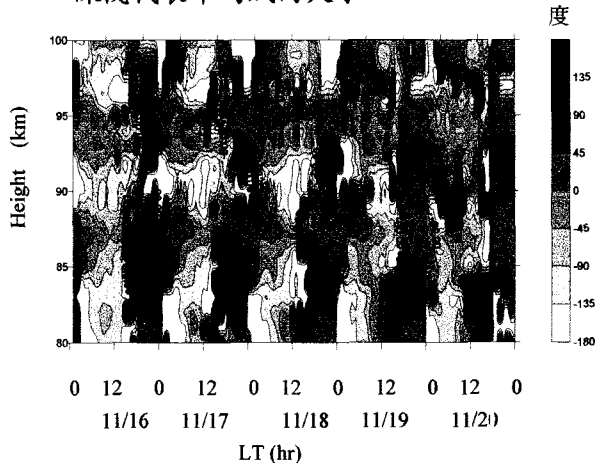


圖 2：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層風場之每小時平均風向大小等值圖。橫軸為當地時間，縱軸為高度，顏色深淺代表平均風向大小。

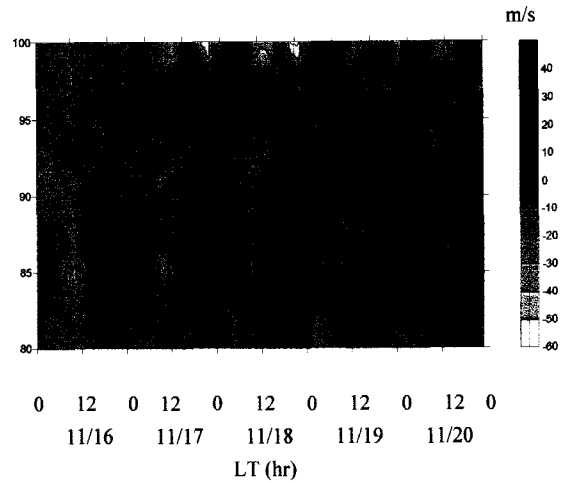


圖 3：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層風場之每小時平均東西向風速大小等值圖。橫軸為當地時間，縱軸為高度，藍色代表西風、綠色代表東風。

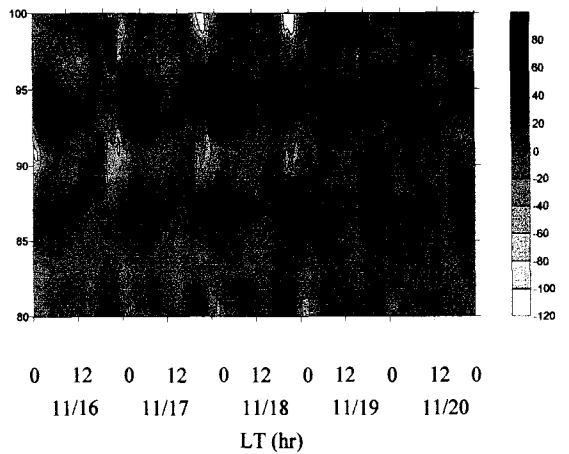


圖 4：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層風場之每小時平均南北向風速大小等值圖。橫軸為當地時間，縱軸為高度，藍色代表南風、黃色代表北風。

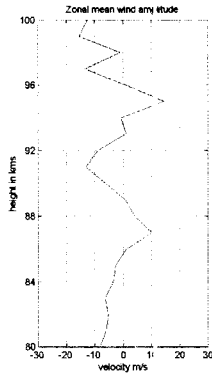
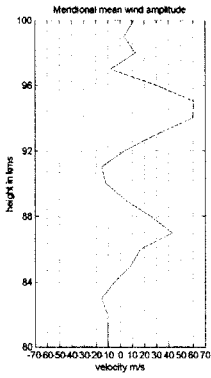


圖 5：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層不同高度南北向平均風速及東西向平均風速(Mean Wind)。左圖為南北向平均風速，右圖為東西向平均風速橫軸為風速縱軸為高度。

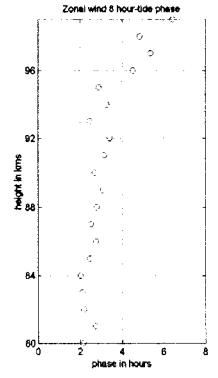
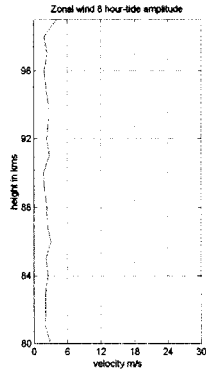


圖 8：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層之東西向週期 8 小時潮汐振幅及相位。左圖為振幅橫軸為風速縱軸為高度。右圖為相位橫軸為相位(0~8(hr)表示相位  $0 \sim 2\pi$ )，縱軸為高度。

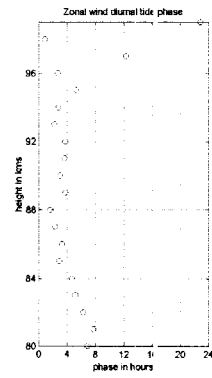
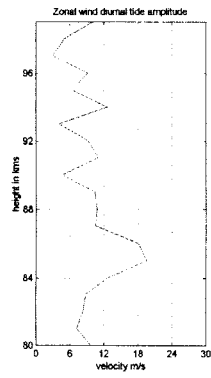


圖 6：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層之東西向全日潮振幅及相位。左圖為振幅橫軸為風速縱軸為高度。右圖為相位，橫軸為相位(0~24(hr)表示相位  $0 \sim 2\pi$ )，縱軸為高度。

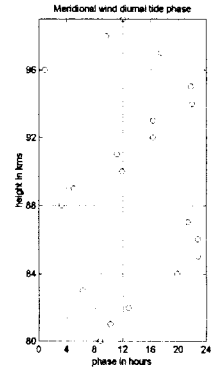
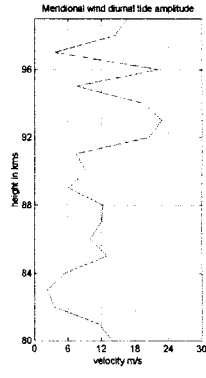


圖 9：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層之南北向全日潮振幅及相位。左圖為振幅橫軸為風速縱軸為高度。右圖為相位橫軸為相位(0~24(hr)表示相位  $0 \sim 2\pi$ )，縱軸為高度。

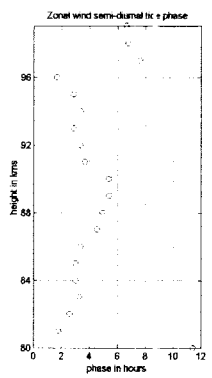
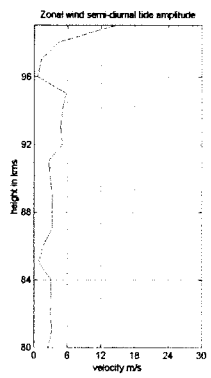


圖 7：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層之東西向半日潮振幅及相位。左圖為振幅橫軸為風速縱軸為高度。右圖為相位橫軸為相位(0~12(hr)表示相位  $0 \sim 2\pi$ )，縱軸為高度。

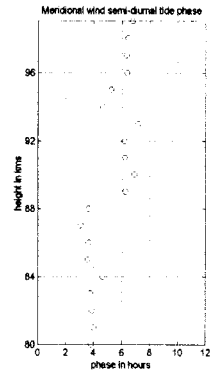
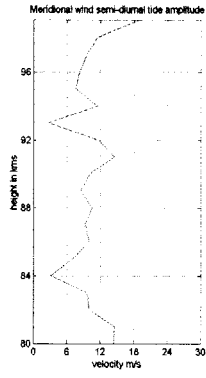


圖 10：1998/11/16~20 以流星尾回波推估中氣層之南北向半日潮振幅及相位。左圖為振幅橫軸為風速縱軸為高度。右圖為相位橫軸為相位(0~12(hr)表示相位  $0 \sim 2\pi$ )，縱軸為高度。