

探討電離E層雙流體電漿波的電漿密度梯度效應

馮志龍、郭富雄、馮志剛

國立雲林科技大學通識與科學教育中心、萬能科技大學光電工程學系、南榮技術學院電機工程學系

摘要

電漿密度梯度對於電離E層小尺度雙流體電漿波的影響效應雖已廣為一些學者接受並引用，但近年來一些雷達觀測結果卻質疑梯度效應的存在。本篇論文利用二維雙流體模型考慮不同電漿密度梯度分布型式進行雙流體電漿波的模擬分析，結果發現沿水平方向傳播的二維雙流體電漿波，其垂直尺度大小與垂直分佈的電漿密度梯度具有密切關係。當垂直尺度較大時，其涵蓋的電漿密度差異相對較大，則梯度效應對雙流體電漿波產生的效應便相當明顯，反之，若垂直尺度較小時，其涵蓋的電漿密度差異比較小，則梯度效應影響就不明顯，此結果可有助於解釋目前梯度效應的一些爭議。

前言

雙流體電漿波的梯度效應最早由 1975 年 Farley and Fejer 所提出，他們利用梯度效應解釋雷達 type1 電漿波(即雙流體電漿波)頻譜加寬現象，爾後，1981 年 Hanuise and Crochet 又利用多頻 HF Radar 發現不同尺度的 type1 電漿波傳播相速會因電漿密度梯度效應而產生變化，其中尺度愈大的電漿波，傳播相速愈低，甚至低於雙流體電漿波激發的臨界值，而傳播相速與電漿波尺度大小具有一定的相依關係。此外，關於電離 E 層電漿密度梯度的觀測與估測方面，除了原有一些電離 E 層成層梯度分佈之觀測資料外，近年來 Haldoupis et al.(2000,2005)利用雷達或火箭觀測資料分析高、中緯度電離 E 層，證實散塊 E 層或流星尾亦能造成局部區域強大的電漿密度梯度分佈，梯度尺度長度(*gradient scale length*)可達 2km 以內，然而，在如此強大的電漿密度梯度分佈下，Haldoupis et al.(2005)根據 144MHz 與 50MHz 兩種不同頻率的雷達觀測雙流體電漿波，卻沒有發現明顯的梯度效應，故他們相當質疑小尺度雙流體電漿波的電漿密度梯度效應。

本篇論文利用二維雙流體模擬程式(Fern & Kuo, 2001,2005)探討雙流體電漿波的電漿密度梯度效應，我們發現一項有趣的結果，即雙流體電漿波的梯度效應係藉由垂直於電漿波傳播方向的電漿密度梯度分佈所造成，今以二維模型發展二維雙流體電漿波，則電漿波垂直尺度可能與垂直分佈的電漿密度梯度發生作用，進而構成梯度效應發展的一個主要因子，但一般觀測資料難以獲取二維電漿波發展的相關訊息，而我們的模擬研究可以提供完整的探討與分析。

參考書目

- Fern, C. L., S. Y. Chou and F. S. Kuo, 2001, Simulations of spectral asymmetries of pure two-stream waves in the equatorial electrojet., *Chin. J. Phys.*, Vol 39, No. 2, pp141-162.
- Fern, C.L., and F. S. Kuo, 2005, A numerical study of vertical asymmetry of wave packet Motion of pure two-stream waves in the equatorial electrojet, *Chin. J. Phys.*, Vol.43, No.1, pp1~16.
- Farley, D.T. and Fejer, B.G.,1975, The effect of the gradient drift term on type 1 electrojet irregularities, *J. Geophys. Res.*, 80, 3087-3090.
- Hanuise. C., and M. Crochet, 1981, 5-50-m wavelength plasma instabilities in the equatorial electrojet, 2. Two-stream conditions, *J. Geophys. Res.*, 86, 3567-3572.
- Haldoupis, C. and K. Schlegel, 2000, Auroral E region electron density gradients measured with EISCAT, *Ann. Geophys.*, 18, 1172-1181.
- Haldoupis, C., T. Ogawa, K. Schlegel, J.A. Koehler, and T. Ono, 2005, Is there a plasma density gradient role on the generation of short-scale Farley-Buneman waves?, *Ann. Geophys.*, 23, 3323-3337.