

# Smolarkiewicz 正定義數值方法中的交錯項

柳再明<sup>1</sup> 郭鴻基<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 中央氣象局氣象資訊中心

<sup>2</sup> 國立臺灣大學大氣科學系

(中華民國八十三年四月二十八日收稿；中華民國八十三年六月七日定稿)

## 摘要

Smolarkiewicz 指出一數值平流方法應納入交錯項而未納入者是一不穩定法。我們針對 Smolarkiewicz 法交錯項加入與否、圓錐初始位置的改變、穩定度的探討以及邊界的影響進行多方面的探討。研究結果指出有納入交錯項的 Smolarkiewicz 法如 Smolarkiewicz 所言是一穩定的方法，而對於 Smolarkiewicz 法沒有加入交錯項的部份，只要注意  $\Delta t$  大小的使用及圓錐所在位置，雖然 Smolarkiewicz 法沒有納入交錯項，也會是一穩定的方法。以分離法的執行多維運算方式，除了可以使用比直接二維運算較大的  $\Delta t$  外，亦自動包含交錯項的效應，可以免除二維處理時，考慮交錯項是否納入的困擾。以上這些最重要的結果，總結於圖 13 至圖 15，這是 Smolarkiewicz 法所沒有的重要補充，此外我們亦更正了 Smolarkiewicz 法多維公式之錯誤。

關鍵詞：交錯項、正定義數值方法

## 一、引言

Smolarkiewicz(1982)指出任何數值平流方法，應加入交錯項(cross-space partial derivative terms)而沒有納入者，是一種不穩定的數值方法(文中說明 Crowley 1968 二階法因為沒有包含交錯項，所以產生不穩定)。Smolarkiewicz(1983, 1984)在其正定義水汽平流方法的基礎探討裏，指出 Smolarkiewicz 法沒有納入交錯項的平流結果，會因校正階段的重覆執行而產生額外的質量(文後以 S83 簡稱 Smolarkiewicz 1983，以 S84 簡稱 Smolarkiewicz 1984)。本文針對 Smolarkiewicz 法中交錯項納入與否、初始圓錐所在位置及穩定度的改變，作多方面的詳細探討。根據研究結果，我們清楚的指出交錯項在 Smolarkiewicz 法裏所扮演的角色。另外我們要先說清楚的是，Smolarkiewicz 法的優缺點在 S83 及 S84，已作了透澈的分析，本文是針對 S83、S84 文中有關 Smolarkiewicz 交錯項的探討，以及其文中對交錯項的說明方式提出補充；我們研究之目的，是將 Smolarkiewicz 交錯項的特點，做全盤性的分析，本文的討論不影響 Smolarkiewicz 法的結果。文中第二節陳述 S83 及 S84 文中有關交錯項的說明，以及分離法包含交錯項的相關證明。第三節是研究結果與討論，結