



姓名：陸駿逸

學歷：

英國劍橋大學博士 (1996)

台灣大學理學士 (1989)

現職及經歷：

中央大學物理系副教授

中央大學物理系助理教授 (1997-2002)

劍橋聖凱瑟琳學院研究員 (1995-1997)



著作名稱：

“Effects of Non-local Stress on the Determination of Shear Banding Flow”, Phys. Rev. Lett., 84, p642 (2000) by C.-Y.D. Lu, P.D. Olmsted, R.C. Ball.

中文簡介：

背景：

軟物質以液晶，膠體懸浮液，高分子溶液等為代表例子。它們最明顯的特性是結構很軟。外界的小小擾動很容易對它們的分子排列產生很大的影響。實驗學家已經陸續發現許許多多由於流動而引起的結構重組的現象。我們的工作分析兩性分子溶液在流場下的行為。兩性分子在溶液中會自組成微胞之類的結構。用適當的分子可以產生很長的棍狀微胞。此類溶

液的流變學性質很接近高分子溶液。但因為微胞的長度是系統自己決定的，外界控制的參數比高分子少，是個好的實驗系統。近年來仔細的實驗觀察到兩性分子溶液在高速的剪流中，會產生很奇特的多層的剪流。相鄰區域的剪切率不同。文獻中好幾個工作試圖借用平衡熱力學一階相變的觀點來理論上處理這個非平衡的現象。這些工作都遇到一個基本的問題，那就是最低自由能的熱力學原理在非平衡系統一般不適用了。在平衡一階相變的相圖計算上(例如氣液相變)，要決定定溫下兩相共存的壓力，必須要用到最低自由能的條件(或由他導出來的Gibbs' equal area construction)。而多層剪流是一個遠離平衡的現象。若強加最低自由能或最小生成熵之類的條件，理論上站不住腳。若不外加這樣的條件，多層流產生的剪應力(角色近於之前氣液兩相共存的壓力)

常常不能由流變方程唯一的產生。換句話說，缺少了一個類似於最少自由能的條件，非平衡相圖的兩相共存線似乎不能決定。

得獎作的研究成果：

文獻中不同的研究群會用不同的流變動力方程。從幾個動力學方程式的數值分析結果，我們先歸納出一個一般的趨勢：若是流變方程是空間上局域的，則剪應力無法唯一決定，反之若流變方程式是空間上非局域的（例如有用到剪切率的空間微分），則產生多層層流的剪應力可以唯一決定。我們接著證明了一個重要的結果：粗略的說，若流變方程式是非局域的，則兩相共存的邊界是唯一決定的。由此可以馬上推出多層層流的剪應力也是唯一決定的。這個結果適用的範圍很廣，只要流變方程是微分形式的，並且滿足基本的空間平移和旋轉對稱，就應該適用。最後我們以一個簡單的流變模型為例，指出非局域效應無法簡單的用最低自由能等變分法來處理。最後這個部分是與 R.C.Ball 合作，並一併指出他之前的最低自由能理論（代表作中 ref.16）一般來說是不成立的。

對流變學的具體貢獻：

在這個領域裡，各個研究群常用各自偏好的流變方程。而個別具體模型得到的結論不見得一定適用於其他模型。因此在我們之前有關非局域流變模型的工作一直都只建立個案，而得不到一個普適的結果。我們的結果有高度的普適性，因而重要。我們的結論並直接挑戰了流變學的中心教條：流變方程必須是局域的。翻開流變學的教課書，其中都陳述著唯像的流變方程必須是局域的。其實這個教條本身只是一個近似的結果。我們的結果顯示：在多層層流這個現象的理論模

擬，非局域的流變方程能給出好的結果。我們指出局域方程的數值結果應該很不可靠，因為數值方法引起的非局域效應也是一 singular perturbation。

對非線性動力學的貢獻：

我們證明的方法用到非線性常微分方程的 saddle connection 分類，我們得到的結果是 hetroclinic saddle connection 的一個新結果。這個工作第一次把多層層流的物理問題和非線性常微分方程做了一個連接。可以預見研究非線性動力學的數學家將開始引進更強有力的數學工具來研究多層層流問題。

評審簡評：

This work investigates the nature of shear banding that can occur in complex fluids such as entangled polymer solutions or in suspensions of worm-like surfactant micelles. It expresses a very important conclusion: when the shear stress becomes a decreasing function of the shear flow, an instability must occur. It generalizes previous models in an important direction, by adding nonlocal effects to show how the coexisting stress is selected unambiguously. It establishes the stress selection generally via a mathematical technique called "non-transversality condition" for nonlocal models with any symmetry and show that the variation technique, used in previous works, fails for nonlocal models.

The importance of this work is that it uses a specific case to make a quite general conclusion for understanding the generic behaviors for many different complex soft-matter systems, which are potentially important in science and industry application.