**我認識的林家翹先生**

袁旂

我 第一次聽到林家翘先生的名字是我在大學四年級時，那時我在台湾大學土木系，選了丁觀海教授的彈性力學，丁教授是一位很謙虛而有學問的人。在那門課程里，我 第一次學到了完整的應力、應变张量知识，也見到了重调和方程，这是一門有啓發性的課程。有一次丁先生与我們談治學，他說， C.C.Lin(林家翹)、 H.S. Tsien(錢學森)的文章他看都看不懂，怎麼敢在那方面去做研究發表論文？丁先生交大畢業後去密歇根大學深造，據說他的論文老師是 Timoshenko，論文已屆完成，抗日戰爭爆發，丁先生與丁夫人王隽英女士，帶著襁褓中的丁肇中回國參加了抗日行列，他是我們敬重的師長，他口中的林 家翹，就深深地烙印我們心中。没想到後来我有机会在他身边學习、工作，親聆他的教诲。在他九十华诞之际，就记忆所及，概述一些片断，以表我对林先生的敬仰 之情。

**瑰丽篇章**

1962年我去密歇根大學讀博士學位，隨易家訓教授學流動力學穩定性理論，我才第一次看到林先生在流體穩定性理論方面的經典著作，那時台灣來的同學，人手一本台灣翻版的劍橋大學出版的流體穩定性理論专著，尽管此书篇幅不大，但誠如丁觀海教授所說，林先生這本小書真的非常難懂，我雖然在那門課拿了A，但是很多地方仍是似懂非懂。最難懂的部份就是林先生成名的研究工作:平行流的不穩定性理論。 林先生不僅從數學上完整地解決了 Orr-Sommerfeld 方程的本征值問題，而且從物理上說明了流體的黏性可以穩定流動，也可以成為製造不穩定的誘因，它具有两重性，所以具有拋物線速度剖面的平行流動，在 Rayleigh的无黏流體的穩定性定律下是穩定的，而当计及流體黏性后，就可能不穩定，并为實驗所证实。

後來我知道這個問題曾是物理學上的懸案。因為不穩定性會使流體流動從层流轉捩成湍流(turbulent flow)。 自然界的流動大多是湍流, 所以從层流轉捩 到湍流, 成了物理學家關注的大問題, 而 Orr-Sommerfeld方程就是解決這個問題的關鍵。傳說德國著名物理學家 Sommerfeld 在1920年左右曾經說：“我只指望在我去世前，有人能告訴我量子力學的秘密”。有學生和同事就問他：“那湍流的問題呢?” Sommerfeld教授答道: “那只有等待聖彼德(St. Peters)在我上天堂時告訴我了”，可見湍流問題在物理學大師心目中的地位。後來 Werner Heisenberg（海森堡）來了，Sommerfeld 認為這個年輕人夠聰明了，就要他去做湍流的研究，結果 Heisenberg 就成功地解出了 Orr-Sommerfeld方程，但是平行流的不穩定性問題還是沒有解決，後來林先生告訴我，其實 Orr-Sommerfeld的四個解，Heisenberg都已經找到了，只是他沒有進一步去解那個本征值問題。林先生就使用 Heisenberg的四個解，加上正確地運用了邊界條件，才將这个本征值問題解決了，成功地解釋了為什麼黏性會使流體的流動從层流變成湍流。這個本征值 問題非常之複雜，中間包括臨界層與邊界層的問題，也包括了物理與應用數學交互印證的問題。從這個錯綜複雜的問題找出答案，是理論物理中又一個瑰麗的篇章， 林先生的大名從此響澈學林。等到劍橋大學出版社，1955出版了林先生的专著《流体動力學穩定性理论》 (Theory of Hydrodynamic Stability) ，林先生在流体力学界中就成了“不穩定性先生” (Mr. Instability)。但是認識他的人都以CC稱呼他，而不名焉。

**亲聆教诲**

我 是在1966年開始認識林先生的，此前對其背景並不完全知曉，66年暑假我已完成了博士論文，開始找工作，也將一份履歷寄給了我心儀已久的林先生，當時並 不存一絲希望，有一天我的論文指導老師打電話給我，說林先生有一個博士後的工作給我，要我馬上去見他。我心中忐忑地去見了易家訓先生，当時講了什麼我已記 不得，唯一記得的是易先生說：“林家翹先生是我的老師，你要好好地做”。我後來才知道易先生拿了博士學位後，曾去布朗大學 (Brown University)短期進修，那時林先生剛從加州理工學院畢業，在布朗大學的應用數學系任教，第二年才被MIT挖角聘請去。我當時寫信給林先生時，表 示對旋轉流動 (rotating flows) 有興趣，林先生就寫信給我，要我做他的研究助手(Research Associate) ，但是表示他現在不做流體動力學穩定性的研究了，也不研究一般的旋轉流動，是做一個巨大系統的旋轉流动，後來我才知道這巨大系統就是星系盤，所研究就是天體物理學方面的課題，我做夢也沒想到會去做天體物理學，但是我對林先生十分崇拜。认定他選擇的研究課題一定不會錯，這樣，我就走上了天體物理學研究的道路，我對這個選擇從來沒有後悔過，即使開始時，因為自己的物理基礎十分薄弱, 我感到十分吃力，但是林先生循循善誘，使我很順利地進入了這個研究的殿堂。

**石破天驚**

        那么林先生為什麼會改變研究方向，轉而去做天體物理學研究呢? 据我了解，1959楊振寧先生在普林斯頓高等研究院 (Princeton Institute for advanced studies) ，正在研究玻色-愛因斯坦（Bose-Einsteim）凝聚問題，凝聚產生了超流體 (super fluid) ，需要一個既懂物理學，又精通流體力學的人幫忙，林先生是最理想的人選，所以就請他的學長林家翹先生到Princeton高等研究院访问一年，就在這段時 期中，在楊先生的介紹下，林先生認識了在高等研究院的一位傑出的天文學家斯特龍根（Bengt Stromgren），斯特龍根是丹麥人，在天體物理學界很有地位，在星球外圍有一個電離的球狀區域，就叫斯特龍根球體(Stongren Sphere)。有一次，斯特龍根邀林先生一起去參加一個天文學学術會議，在會上，林先生才聽到星系較差自轉 (Differentical rotation) 以及著名的旋緊矛盾的問題，就是說星系中心轉得很快，按這個方式去轉，星系的旋臂將在很短的時間就轉成了一個絨線團一樣的形狀，而星系已經存活的時間，已 遠超過這個旋臂旋緊所需的時間，而有可见的螺旋星系，旋臂都是很開放，完全沒有被旋緊的，天文學家叫這個現象為旋緊矛盾 (winding dillemna)。面对這個天文學上有名的大問題，林先生馬上就認識到這些旋臂一定不是同一物質組成的，而是一個密度波，他很快就寻求问题的近似解。發 現螺旋密度波是一可以滿足流體力學的解，接着他就著手建立更嚴謹的螺旋密度波理論，這時，徐遐生作为大四學生參加了林先生的工作，並寫了學士論文，結果也 發表在美國天體物理學雜誌 (Astrophycal Journal, Vol. 140，No.8,646\_, 1964)，并在美國科學院期刊上發表了更为完善的结果(Proceedings of National Academy of Sciences, Vol. 55,229-234, 1966），這就是震驚天文界的密度波理論。

**儒雅学者**

1966 年, 林先生被選入美國科學院院士，也成为 MIT的學院教授 (Institute Professor) ，他個子不高，一付恂恂儒者彬彬君子的模樣，是一個溫文儒雅的長者, 他對人十分和氣，完全沒有盛氣凌人的神態，講得一口京片子的中國話，我後來才知道他祖籍是福建，父輩很早就到北京，林先生生在北京，沒有回過福建，他的父 親林凱清末在鐵道部工作, 不是技術人员, 而是文職人員, 伯父林旭, 是戊戌變法而牺牲的六君子之一. 父親英年早逝, 由母親鄧氏(教育家鄧萃英之妹)撫養成人, 林先生幼而歧嶷, 早歲即嶄露頭角, 1934以第一名考入清華物理系, 1937以第一名畢業. 当時正值日寇發動侵華戰爭, 清華西遷至昆明與它校合併成立西南聯大, 林先生留系任助教, 帶過楊振寧先生那个班。 據我所知, 在清華時周培源、王竹溪、任之恭教授對林先生都有較大的影響, 尤其是周培源教授。在昆明時林先生考取了庚款留英, 歐戰爆發,不能去英國改為留學加拿大, 林先生於1940年經印度汎海到多倫多大學(University of Toronto), 跟隨應用數學大師 J.L. Synge學習數學物理，林先生一篇关于旋轉湍流的名作，就是在那時完成的。他於1941拿到碩士學位，就轉學到加州理工學院，跟隨流体力学业與航空工程 大師 von Karman 研究流體動力學穩定性和湍流問題。 Synge 與 von Karman 是完全不同的學者，Synge 偏重於純理論及比較嚴格的數學，而 von Karman則是注重物理現象，比較偏重於實際的應用，两人毫無疑問都是當時頂尖的學者，林先生兼有數學深奧與物理之洞澈，實得力於這二位老師。

**高风亮节**

我在1966到 MIT 跟隨林先生做天體物理學研究，第一個深刻的印象不是林先生數學之高深，而是林先生物理之透澈，他常常說物理是一個實驗科學，天體物 理學不能做實驗，就要靠觀測，因此他對觀測的結果非常熟悉，而且不斷地去尋找新的結果。我到 MIT之時，林先生與他的高足徐遐生已經基本确立了星系螺旋密度波的理論，徐遐生那時是哈佛天文系的研究生，而且博士論文已經接近完成了，他大四就与林先 生一起建立了密度波理論的框架，而且在學術期刊發表了，我的工作則是把理論與觀測聯繫起來。林先生告訴我這個工作十分重要，因為密度波理論對天文觀測的專 家是有一些難处。如果要使密度波的理論在天文界能有影響力，一定要分析他們的觀測結果，用理論做出可以与他們觀測結果做一對一的比較，才能赢得他們的支 持。

但是，這個工作不很好做，星系 螺旋密度波，不像水波，我们能看到它在水面上傳播，螺旋密度波是繞著星系中央旋轉，其轉速非常之慢，以銀河系為例，轉一整圈需要5億年，人生幾何，再精確 的望遠鏡也別指望能看到螺旋波的轉動，所以一定要用旁證的方法，旁證就是要找出密度波可以產生，也可以觀測到的一些現象，這就包括了光學、電磁波、紅外 線、磁場的各種觀測，。而其中一個最重要的數字，就是螺旋密度波的旋轉角轉速度，我們就以銀河系為對象，去找這個螺旋式樣的角轉速度 (又稱型式速度pattern speed)。我們用了各種方法进行探索，在這個過程中，使我更認識了林先生作为优秀學者的风范。有幾點可說：

**第一，                 從不輕言放棄。**當時我在做星球遷栖 (star migration) 问题，開始時結果很不好，因為星球的年齡很難準確地定出，我有些灰心，林先生說是星齡的問題，要持續做下去，果然調節了星齡，結果就改變了, 就做成功了。

**第二，                 非常注重結果的陈述** (presentation)。中國學生一般不懂這個道理，很好的結果顯示得了了無奇，不是很出色的結果，就更不用說了，林先生非常講究結果的表述，我做了又做，直到他滿意為止。

**第三，                 敢下結論**。 我最初做出的銀河系密度波之型式速度是 12.5 km/sec-kpc，是太陽繞銀河中心旋轉角速度之一半，這個結果是由星球遷栖研究得出來的，但是把它代入林-徐色散關係(Lin-Hsu star dispersion relation) 時，銀河系中的螺旋就會轉得比較緊，因此太陽附近的獵戶星座旋臂 (Orion Arm) 就難放入這的螺旋型式了，林先生馬上就決定獵戶星座旋臂不是銀河系的主要旋臂，而是旋臂之間的一個枝節 (spur) ，這一個看法的提出，十分具有革命性，從1969年以迄今日已經40多年了，這一看法已經被天文界普遍採納了，一直到今天，我還不知道他怎樣能下出這樣一 個既大膽又有創見的結論。

**第四，                 有遠見。**在 各種混亂的觀測數據中，率先地去定出螺旋密度波的型式速，是林先生戰略的成功，這一型式速度的決定奠定了密度波理論的地位，這是事先不可預料的，也是林先 生洞悉物理學才能有此遠見，因為有了這個型式速度就解決了雙激波的形成問題，从而解決了為什麼螺旋旋臂被明亮的新星點綴而成的著名問題。當時哥倫比亞大學 的Pordengert 教授與籐本 (Fugimoto) 博士也在做這個問題，就是因為型式速度不對而沒有找出答案。

**第五，                 公正。**就 是說決不搶人家的研究成果，任何一篇文章，林先生總是會把他人的研究結果公平地归于其創造者，決不疏忽，甚至他一再把密度波的创始歸功於 B. Lindblad，其實 Lindblad 教授 1959 提出的密度波，其實是非常粗略、原始，決不是林先生精心構建、演繹出來的理論。

星 系螺旋密度波理論在天文界起了震憾的作用，1970在英國召開的14届國際天文學會大會上，林先生被請去作大會邀請講演 (Invited discourse) ，這是天文界的殊榮，我和徐遐生也都參加這個盛會。 但是名滿天下，歧見隨之，就在 MIT 就有一位 Toomre 的教授，對密度波提出了反駁，認為被螺旋密度波覆蓋的星系盤應在很短的時間內 (與宇宙歷史相比) 會消失，所以我們看到在星系上的螺旋結構應該不是密度波。面对这一异议，林先生非常之冷靜，立刻用駐波 (standing waves) 的概念來檔住這個反駁，這也是非常有見地的對策，後來他與幾位新來的年青人 (Y. Y. Lau, James Mark, G.Bertin等) 把這個概念用數學物理的框架給建立了起來，並完整的把理論發展了出來，使讓密度波成了巔撲不破的理論。從這一方面，我又更深地認識了林先生，他的成功決非 偶然，在他溫文儒雅外貎下，他是如此強靭，如此有競爭力。

**谦谦君子**

我前面講了流體動 力學穩定性及层流轉捩到湍流的問題，是物理學家心目中一個重要而具挑戰性的問題。 Heisenberg 也曾研究過這個問題，有一次我很好奇地請教林先生，是否應做湍流問題的研究，林先生馬上說:“做湍流是一件吃力不討好的事，你看 von Karman 、 G.I Taylor、Chandrasekhar和我, 哪一個做出了什麼成績？”其實我以為林先生、von Karman、G.I.Taylor 都在湍流上有了輝煌的成就，顯然他並不以為然, 這是他堐岸自高, 而又謙虛的另一面。這裡，我順便提一下，林先生在 MIT辦公室裡只有兩張照片，一是他的老師 von Karman，另一張是 G.I. Taylor，這一點可以概述林先生治學傳承及做研究的風格。另一件可以一提的故事也与湍流有關。林先生七十歲生日，學生同事，朋友給他辦了一個學術會 議，在 Boston 舉行，那一次李政道先生也來了，他講了一個往事，他說他在Fermi指導下完成了博士學位，Fermi告訴他粒子物理沒有前途，要他去做天体物理学，他就 去跟 Chandrasekhar 做天体物理学，也做出了一些成績，但是 Chandrasekhar 告訴他天体物理学沒有前途，要他去做流體力學，李馬上就請教他西南聯大的學長林家翹先生，當時林仍在加州理工學院，結果林先生告訴他流體力學沒有前途，所 以他又回到了粒子物理上了。古人說世事迴還不可說，旨哉斯言。如果現在有人問林先生，要做天體物理學前景如何，不知他會怎樣回答，如果我猜得不錯的話， 或許他會說天體物理學沒有前途，去做生物物理學吧。

**琴瑟和谐**

每 一個成功的男人背後都有一個女人，林先生也不例外，這個女人就是林夫人梁守瀛女士，聽說他們有一點點親表關係，但我沒有問證過，至少他們很早就認識，而且 是同鄉，林夫人也是一口標準的京片子，她曾經告訴我，不像林先生，她小時回過福州，而且會講福州話，林夫人一直在哈佛大學教中文，也是很有成就的女性，她 不僅是好内助，而且對待我們學生、晚輩有如家人子弟一般，1966我們剛到波士頓，舉目無親，林夫人的照顧，給我們帶來了溫暖，他們有一位女兒叫融融，也 是一个明慧才女，現在是美國傳染病防治中心的資深研究員，一直在喬治亞州亞特蘭大城工作。

**一代宗师**

林 先生另一個令人津津樂道的成就就是他在應用數學上的貢獻，他曾經做過美國工業及應用數學學會(SIAM)的會長，他與他的學生 Lee Seagal 寫了一部有名的應用數學的教科書\*，他在MIT的數學系，將應用數學的概念，通过教學和研究把论述体系建立了起來。有一次我聽到他与一位理論物理學家對 話，那位物理學家問他：“应用數家與理論物理學家的分別何在？”他說：“在做物理学研究上是沒有分別的，但是，應用數學家不一定要教物理学，而且也不一定 只做物理学的研究，他可以做工程、經濟、醫學上的問題｣。哪些學校在做應用數學呢? 他說，除 MIT外，如芝加哥大學、加州理工學院、哈佛大學、劍橋大學，至於紐約大學的 Courant Institute 呢，他說有些人是應用數學家，如 Harold. Grard、Keller兄弟是，但很多人不是，包括他老師的女兒 Gathleen Synge Morawetz.

2005 年9月徐遐生以台灣新竹清華大學校長的身份，到北京清華給林先生一個榮譽博士學位，這也是破天荒的一件事, 學生給老師一個學位, 我也應邀参加了頒發證書的儀式。主席要我講幾句話，我一時不知所措，想起了范仲淹的嚴先生讚，非常合適給林先生，所以借了他的話: “雲山蒼蒼，江水泱泱，先生之風，山高水長”，贈給林先生, 我認為林先生當之無愧。

原刊于《力学进展》2006年第36卷第4期481－484页