

## 我认识的林家翘先生\*

袁 旗<sup>†</sup>

台湾中央研究院天文研究所, 台北



我第一次听到林家翘先生的名字是我在大学四年级时, 那时我在台湾大学土木系, 选了丁观海教授的弹性力学, 丁教授是一位很谦虚而有学问的人. 在那门课程里, 我第一次学到了完整的应力、应变张量知识, 也见到了重调和方程, 这是一门

有启发性的课程. 有一次丁先生与我们谈治学, 他说, C.C. Lin (林家翘)、H.S. Tsien (钱学森) 的文章他看都看不懂, 怎么敢在那方面去做研究发表论文? 丁先生交大毕业后去密西根大学深造, 据说他的论文老师是 Timoshenko (铁木辛柯), 论文已届完成, 抗日战争爆发, 丁先生与丁夫人王隽英女士, 带着襁褓中的丁肇中回国参加了抗日行列, 他是我们敬重的师长, 他的口中的林家翘, 就深深地烙印我们心中. 没想到后来我有机会在他身边学习、工作, 亲聆他的教诲. 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.

### 1 瑰丽篇章

1962 年我去密歇根大学读博士学位, 随易家训教授学流体力学稳定性理论, 我才第一次看到林先生在流体稳定性理论方面的经典著作, 那时台湾来的同学, 人手一本台湾翻版的剑桥大学出版的流体稳定性理论专著, 尽管此书篇幅不大, 但诚如丁观海教授所说, 林先生这本小书真的非常难懂, 我虽然在那门课拿了 A, 但是很多地方仍是似懂非懂. 最难懂

的部份就是林先生成名的研究工作: 平行流的不稳定性理论. 林先生不仅从数学上完整地解决了 Orr-Sommerfeld 方程的本征值问题, 而且从物理上说明了流体的黏性可以稳定流动, 也可以成为制造不稳定的诱因, 它具有两重性, 所以具有抛物线速度剖面的平行流动, 在 Rayleigh 的无黏流体的稳定性定律下是稳定的, 而当计及流体黏性后, 就可能不稳定, 并为实验所证实.

后来我知道这个问题曾是物理学上的悬案. 因为不稳定性就会使流体流动从层流转捩成湍流 (turbulent flow). 自然界的流动大多是湍流, 所以从层流转捩到湍流, 成了物理学家关注的大问题, 而 Orr-Sommerfeld 方程就是解决这个问题的关键. 传说德国著名物理学家 Sommerfeld 在 1920 年左右曾经说: “我只指望在我去世前, 有人能告诉我量子力学的秘密”. 有学生和同事就问他: “那湍流的问题呢?” Sommerfeld 教授答道: “那只有等待圣彼德 (St. Peters) 在我上天堂时告诉我了”, 可见湍流问题在物理学大师心目中的地位. 后来 Werner Heisenberg (海森堡) 来了, Sommerfeld 认为这个年轻人够聪明了, 就要他去做湍流的研究, 结果 Heisenberg 就成功地解出了 Orr-Sommerfeld 方程, 但是平行流的不稳定性问题还是没有解决, 后来林先生告诉我, 其实 Orr-Sommerfeld 的 4 个解, Heisenberg 都已经找到了, 只是他没有进一步去解那个本征值问题. 林先生就使用 Heisenberg 的 4 个解, 加上正确地运用了边界条件, 才将这个本征值问题解决了, 成功地解释了为什么黏性会使流体的流动从层流变成湍流. 解决这个本征值问题非常之复杂, 中间包括临界层与边界层的问题, 也包括了物理与应用数学交互印证的问题.

收稿日期: 2006-10-30

\* 《力学进展》编委戴世强先生约稿

<sup>†</sup> E-mail: yuan@asiaa.sinica.edu.tw

从这个错综复杂的问题找出答案,是理论物理中又一个瑰丽的篇章,林先生的大名从此响彻学林.等到剑桥大学出版社1955年出版了林先生的专著《流体力学稳定性理论》(Theory of Hydrodynamic Stability),林先生在流体力学界中就成了“不稳定性先生”(Mr. Instability).但是认识他的人都以CC称呼他,而不名焉.

## 2 亲聆教诲

我是在1966年开始认识林先生的,此前对其背景并不完全知晓,66年暑假我已完成了博士论文,开始找工作,也将一份履历寄给了我心仪已久的林先生,当时并不存一丝希望,有一天我的论文指导老师打电话给我,说林先生有一个博士后的工作给我,要我马上去见他.我心中忐忑地去见了易家训先生,当时讲了什么我已记不得,唯一记得的是易先生说:“林家翘先生是我的老师,你要好好地做”.我后来才知道易先生拿了博士学位后,曾去布朗大学(Brown University)短期进修,那时林先生刚从加州理工学院毕业,在布朗大学的应用数学系任教,第二年才被MIT挖角聘请去.我当时写信给林先生时,表示对旋转流动(rotating flows)有兴趣,林先生就写信给我,要我做他的研究助手(research associate),但是表示他现在不做流体力学稳定性的研究了,也不研究一般的旋转流动,是做一个巨大系统的旋转流动,后来我才知道这巨大系统就是星系盘,所研究的是天体物理学方面的课题,我做梦也没想到会去做天体物理学,但是我对林先生非常崇拜,认定他选择的研究课题一定不会错,这样,我就走上了天体物理学研究的道路,我对这个选择从来没有后悔过,即使开始时,因为自己的物理基础十分薄弱,我感到十分吃力,但是林先生循循善诱,使我很顺利地进入了这个研究的殿堂.

## 3 石破天惊

那么林先生为什么会改变研究方向,转而去做天体物理学研究呢?据我了解,1959年杨振宁先生在普林斯顿高等研究院(Princeton Institute for Advanced Studies),正在研究玻色-爱因斯坦(Bose-Einstein)凝聚问题,凝聚产生了超流体(super fluid),需要一个既懂物理学,又精通流体力学的人帮忙,林先生是最理想的人选,所以就请他的学长林家翘先生来Princeton高等研究院访问一年,就在这段时期中,在杨先生的介绍下,林先生认识了在高等研究院的一位杰出天文学家斯特龙根(Bengt Stromgren),斯特龙根是丹麦人,在天体物理学界很有地位,在星球外围有一个电离的球状区域,就叫斯特龙根球体

(Stromgren sphere).有一次,斯特龙根邀林先生去参加一个天文学学术会议,在会上,林先生才听到星系较差自转(differential rotation)及著名的旋紧矛盾的问题,就是说星系中心转得很快,按这个方式去转,星系的旋臂将在很短的时间就转成了一个绒线团一样的形状,而星系已经存活的时间已远超过这个旋臂旋紧所需的时间,而有可见的螺旋星系,旋臂都是很开放,完全没有被旋紧的,天文学家叫这个现象为旋紧矛盾(winding dilemma).面对这个天文学上有名的大问题,林先生马上就认识到这些旋臂一定不是同一物质组成的,而是一个密度波,他很快就去寻求问题的近似解.发现螺旋密度波是一可以满足流体力学方程的解,接着他就着手建立了更严谨的螺旋密度波理论,这时,徐遐生作为大四学生参加了林先生的工作,并写了学士论文,结果也发表在美国天体物理学杂志(Astrophysical Journal, 1964, 140(8): 8),并在美国科学院期刊上发表了更为完善的结果(Proceedings of National Academy of Sciences, 1966, 55: 229~234),这就是震惊天文界的密度波理论.

## 4 儒雅学者

1966年,林先生被选为美国科学院院士,还成为MIT的学院教授(Institute Professor),他个子不高,一付恂恂儒者彬彬君子的模样,是一个温文儒雅的长者,他对人十分和气,完全没有丝毫盛气凌人的神态,讲得一口京片子的中国话,我后来才知道他祖籍是福建,父辈很早就到北京,林先生生在北京,没有回过福建,他的父亲林凯清末在铁道部工作,不是技术人员,而是文职人员,伯父林旭,是为戊戌变法而牺牲的六君子之一.父亲英年早逝,由母亲邓氏(教育家邓萃英之妹)抚养成人,林先生幼而歧嶷,早岁即崭露头角,1934年以第一名考入清华物理系,1937年以第一名毕业.当时正值日寇发动侵华战争,清华西迁至昆明与它校合并成立西南联大,林先生留系任助教,带过杨振宁先生那个班.据我所知,在清华时周培源、王竹溪、任之恭教授对林先生都有较大的影响,尤其是周培源教授.在昆明时林先生考取了庚款留英,欧战爆发,不能去英国改为留学加拿大,林先生于1940年到多伦多大学(University of Toronto),跟随应用数学大师J.L. Synge学习数学物理,林先生一篇关于旋转湍流的名作,就是在那时完成的.他于1941年拿到硕士学位,就转学到加州理工学院,跟随流体力学与航空工程大师von Karman研究流体力学稳定性和湍流问题. Synge与von Karman是完全不同的学者, Synge偏重于纯理论及比较严格的数学,而von Karman则是注重物理现象,比较偏重于实际的应用,两人毫无疑问都是当时顶尖的学

者,林先生兼有数学深奥与物理之洞彻,实得力于这二位老师.

## 5 高风亮节

我在 1966 年到 MIT 跟随林先生做天体物理学研究,第一个深刻的印象不是林先生数学之高深,而是林先生物理之透彻,他常常说物理是一个实验科学,天体物理学不能做实验,就要靠观测,因此他对观测的结果非常熟悉,而且不断地去寻找新的结果.我到 MIT 之时,林先生与他的高足徐遐生已经基本确立了星系螺旋密度波的理论,徐遐生那时是哈佛天文系的研究生,而且博士论文已经接近完成了,他大四就与林先生一起建立了密度波理论的框架,而且在学术期刊发表了,我的工作则是把理论与观测联系起来.林先生告诉我这个工作十分重要,因为密度波理论对天文观测的专家是有一些难处.如果要使密度波的理论在天文界能有影响力,一定要分析他们的观测结果,用理论做出可以与他们观测结果做一对一的比较,才能赢得他们的支持.

但是,这个工作不很好做,星系螺旋密度波,不像水波,我们能看见它在水面上传播,螺旋密度波是绕着星系中央旋转,其转速非常之慢,以银河系为例,转一整圈需要 5 亿年,人生几何,再精确的望远镜也别指望能看到螺旋波的转动,所以一定要用旁证的方法,旁证就是要找出密度波可以产生,也可以观测到的一些现象,这就包括了光学、电磁波、红外线、磁场的各种观测.而其中一个最重要的数字,就是螺旋密度波的旋转角转速度,我们就以银河系为对象,去找这个螺旋式样的角转速度(又称型式速度 pattern speed).我们用了各种方法进行探索,在这个过程中,使我更认识了林先生作为优秀学者的风范,有几点可说:

第一 从不轻言放弃.当时我在做星球迁栖(star migration)问题,开始时结果不是很好,因为星球的年龄很难准确地定出,我有些灰心,林先生说是星龄的问题,要持续做下去,果然调节了星龄,结果就改变了,就做成功了.

第二 非常注重结果的陈述(presentation).中国学生一般不懂这个道理,很好的结果显示得了了无奇,不是很出色的结果,就更不用说了,林先生非常讲究结果的表达,我做了又做,直到他满意为止.

第三 敢下结论.我最初做出的银河系密度波之型式速度是  $12.5 \text{ km/sec-kpc}$ ,是太阳绕银河中心旋转角速度之一半,这个结果是由星球迁栖研究得出来的,但是把它代入林-徐色散关系(Lin-Hsu star dispersion relation)时,银河系中的螺旋就会转得比较紧,因此太阳附近的猎户星座旋臂(Orion arm)就难

放入这的螺旋型式了,林先生马上就决定猎户星座旋臂不是银河系的主要旋臂,而是旋臂之间的一个枝节(spur),这一个看法的提出,十分具有革命性,从 1969 年以迄今日已经近 40 年了,这一看法已经被天文界普遍采纳了,一直到今天,我还不知道他怎样能下出这样一个既大胆又有创见的结论.

第四 有远见.在各种混乱的观测数据中,率先地去定出螺旋密度波的型式速,是林先生战略的成功,这一型式速度的决定奠定了密度波理论的地位,这是事先不可预料的,也是林先生洞悉物理学才能有此远见,因为有了这个型式速就解决了双激波的形成问题,从而解决了为什么螺旋旋臂被明亮的新星点缀而成的著名问题.当时哥伦比亚大学的 Pordengert 教授与藤本(Fugimoto)博士也在做这个问题,就是因为型式速度不对而没有找出答案.

第五 公正.就是说决不抢人家的研究成果,任何一篇文章,林先生总是会把他人的研究成果公平地归于其创造者,决不疏忽,甚至他一再把密度波的创始归功于 B. Lindblad,其实 Lindblad 教授 1959 年提出的密度波,其实是非常粗略、原始,决不是林先生精心构建、演绎出来的理论.

星系螺旋密度波理论在天文界起了震撼的作用,1970 年在英国召开的第 14 届国际天文学大会上,林先生被请去作大会邀请讲演(invited discourse),这是天文界的殊荣,我和徐遐生也都参加这个盛会.但是名满天下,歧见随之,在 MIT 就有一位 Toomre 的教授,对密度波提出了反驳,认为被螺旋密度波覆盖的星系盘应在很短的时间内(与宇宙历史相比)会消失,所以我们看到在星系上的螺旋结构应该不是密度波.面对这一异议,林先生非常之冷静,立刻用驻波(standing waves)的概念来挡住这个反驳,这也是非常有见地的对策,后来他与几位新来的年青人(Y. Y. Lau, James Mark, G. Bertin 等)把这个概念用数学物理的框架给建立了起来,并完整地吧理论发展了出来,使让密度波成了颠扑不破的理论.从这一方面,我又更深地认识了林先生,他的成功决非偶然,在他温文儒雅外貌下,他是如此强韧,如此有竞争力.

## 6 谦谦君子

我前面讲了流体动力学稳定性及层流转捩到湍流的问题,是物理学家心目中一个重要而具挑战性的问题. Heisenberg 也曾研究过这个问题,有一次我很好奇地请教林先生,是否应做湍流问题的研究,林先生马上说:“做湍流是一件吃力不讨好的事,你看 von Karman、G.I. Taylor、Chandrasekhar 和我,哪一个做出了什么成绩?”其实我以为林先生、

von Karman、G.I. Taylor 都在湍流上有了辉煌的成就，显然他并不以为然，这是他崖岸自高，而又谦虚的另一面。这里，我顺便提一下，林先生在 MIT 办公室里只有两张照片，一是他的老师 von Karman，另一张是 G.I. Taylor，这一点可以概述林先生治学承传及做研究的风格。另一件可以一提的故事也与湍流有关的。林先生七十岁生日，学生同事，朋友给他办了一个学术会议，在 Boston 举行，那一次李政道先生也来了，他讲了一个往事，他说他在 Fermi 指导下完成了博士学位，Fermi 告诉他粒子物理没有前途，要他去做天体物理学，他就去跟 Chandrasekhar 做天体物理学，也做出了一些成绩，但是 Chandrasekhar 告诉他天体物理学没有前途，要他去做流体力学，李马上就请教他西南联大的学长林家翘先生，当时林仍在加州理工学院，结果林先生告诉他流体力学没有前途，所以他又回到了粒子物理上了。古人说世事迥还不可说，诚哉斯言。如果现在有人问林先生，要做天体物理学前景如何，不知他会怎样回答，如果我猜得不错的话，或许他会说天体物理学没有前途，去做生物物理学吧。

## 7 琴瑟和谐

每一个成功的男人背后都有一个女人，林先生也不例外，这个女人就是林夫人梁守瀛女士。听说他们有一点点表亲关系，但我没有问证过，至少他们很早就认识，而且是同乡。林夫人也是一口标准的京片子，她曾经告诉我，不像林先生，她小时回过福州，而且会讲福州话，林夫人一直在哈佛大学教中文，也是很有成就的女性，她不仅是好内助，而且对待我们学生、晚辈有如家人子弟一般。1966 年我们刚到波士

顿，举目无亲，林夫人的照顾，给我们带来了温暖，他们有一位女儿叫融融，也是一个明慧才女，现在在美国传染病防治中心的资深研究员，一直在乔治亚州亚特兰大城工作。

## 8 一代宗师

林先生另一个令人津津乐道的成就就是他在应用数学上的贡献。他曾经做过美国工业及应用数学学会 (SIAM) 的会长，他与他的学生 Lee Seagal 写了一部有名的应用数学的教科书\*\*，他在 MIT 的数学系，将应用数学的概念，通过教学和研究把论述体系建立了起来。有一次我听到他与一位理论物理学家对话，那位物理学家问他：“应用数学家与理论物理学家的分别何在？”他说：“在做物理学研究上是没有分别的，但是，应用数学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、经济、医学上的问题。”哪些学校是在做应用数学呢？他说，除 MIT 外，如芝加哥大学、加州理工学院、哈佛、剑桥大学，至于纽约大学的 Courant Institute 呢，他说有些人是应用数学家，如 Harold. Grad, Keller 兄弟是，但很多人不是，包括他老师的女儿 Gathleen Synge Morawetz。

2005 年 9 月徐遐生以台湾新竹清华大学校长的身份，到北京清华大学给林先生一个荣誉博士学位，这也是破天荒的一件事，学生给老师一个学位。我也应邀参加了颁发证书的仪式，主席要我讲几句话，我一时不知所措，想起了范仲淹的严先生赞，非常合适给林先生，所以借了他的话：“云山苍苍，江水泱泱，先生之风，山高水长”，赠给林先生，我认为林先生当之无愧。

# A ONE-TIME RESEARCH ASSOCIATE OF PROFESSOR C.C. LIN RECOLLECTS HIS EXPERIENCE WORKING WITH PROFESSOR LIN

YUAN Chi

Distinguished Research Fellow, Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, Taipei, China

---

\*\* 指 “Mathematics Applied to Deterministic Problems in the Natural Sciences”, Macmillan Publishing Co. 1974. (中译本：自然科学中确定性问题的应用数学，赵国英等译，北京：科学出版社，1986)。——编者注