

钱跃竑

流体力学专家

■ 钱跃竑 Qian Yuehong

长江学者特聘教授

Chang Jiang Scholar

上海市应用数学和力学研究所教授、博士生导师

Professor and Doctor Advisor of Shanghai Institute of Applied Mathematics and Mechanics

☞:20多年来,您在流体力学领域从事了深入的研究,请您谈谈近年来的研究成果。

钱跃竝:从普林斯顿大学应钱伟长先生的热情邀请回到上海大学工作,已有7年多时间。除了继续研究和思考一些基本问题外,更多的是在做格子玻尔兹曼方法的应用和拓展方面的工作。比如说在跨音速流动模型及在空气动力学上的应用;航空声学的格子玻尔兹曼模型计算;多相流,特别是气-液两相流的数值研究;将格子玻尔兹曼推广到城市交通流问题的研究,探讨交通现象中的一些基础科学问题;基于格子玻尔兹曼方法的特点,在微纳系统的流动现象数值模拟研究中,格子玻尔兹曼能发挥出传统流体力学方法没有的优点。

☞:您提及的格子玻尔兹曼方法是计算流体力学的研究热点,在很多领域都有很好的应用趋势。请您介绍一下这一方法及其在航空航天领域的应用。

钱跃竝:格子玻尔兹曼方法最初起源于对流体力学的 Navier-Stokes 方程的研究。一方面,早在1826年法国工程师 Navier 就提出了这一著名的非线性流体力学基本方程,时至今日,其解在一般条件下的存在性(Existence)和光滑性(Smoothness)都没有得到证明;然而在小到微米、大到银河系的尺度范围内,流体力学的现象包括湍流可以由此方程来描述,到目前为止还没有一个反例。另一方面,随着计算机硬件技术的迅速发展,在算法研究上也百花齐放,有限差分、有限元、有限体积法等传统方法日趋成熟。但在解 Navier-Stokes 方程上还是有相当的困难,在20世纪80年代中期,法国物理学家提出了以物理思想为基础的格子气流体力学模型。其基本出发点为:如果有一种模型(虚拟的)能保证物理的守恒和一定的物理对称性,而且这种模型在计算机上又很容易实现;一个简单的等边三角形的网格在二维问

题上,就可以通过粒子在格点上的碰撞和在相应的6个方向的移动来模拟流体的流动问题。这一思想获得了包括大物理学家费曼在内的许多人的赞同,很快在全世界范围内得到了关注。另外,可以建造一种专用的格子气流体力学计算机,专门来解决流体流动问题。格子气模型有许多优点,但本身又有一些克服不了的缺点,如伽利略不变性遭到破坏等。为保留格子气的优点,又能克服其缺点,我利用当时在居里大学力学系有关离散速度 Boltzmann 模型的研究成果,在1989年就开始了格子玻尔兹曼方法的研究,提出了 DnQm (n 为空间维数, m 为粒子的离散速度总数),并迅速获得了广泛的关注和引用。

格子玻尔兹曼方法在航空领域的应用主要在空气动力学计算和气动声学计算;在航天领域的应用主要在稀薄气体动力学的计算上,这已超出了连续介质动力学的范围。

☞:20世纪以来,流体力学已发展成为基础科学体系的一部分,同时在多个领域得到了广泛应用。请谈谈您选择流体力学的初衷。

钱跃竝:选择流体力学的研究有一定的偶然性,因为最早我是在北京航空航天大学学习飞机发动机原理的。到了法国留学时,由于一些原因我被选到巴黎居里大学学习力学。很幸运的是,居里大学的力学很强,我的连续介质力学课就是著名力学家 P. Germain 教的。获得博士学习资格后,在一次 H. Cabannes 院士的家宴上,我遇见了我国著名的航空专家庄逢甘院士和日本京都大学航空系的 Y. Sone 教授(曾根良夫),他们强力推荐我去巴黎高师物理系学习格子气理论。这

正好符合北航陈懋章院士为我建议的学习计算流体新方法的心愿。

☞:当年您放弃了在国外一流大学任教的好机会回到祖国,一直秉承“专心做事、诚实做人”的信念,潜心搞研究。在这样一个学术浮躁的年代,您是如何保持自己的学术独特性的呢?

钱跃竝:我认为我很幸运,从北航,到巴黎居里大学、巴黎高师,再到

钱跃竝:上海大学教授、博士生导师、长江学者特聘教授。先后任职于法国原子能研究中心、法国雷诺汽车公司研发中心、美国普林斯顿大学应用数学系、美国哥伦比亚大学应用物理和应用数学系及美国 Exa 公司。获得国家自然科学基金委“杰出青年”基金和教育部创新团队资助;入选上海市浦江人才计划、上海市科技领军人才和国家新世纪百千万人才工程;被评为上海市优秀学术带头人。

主要研究兴趣是 LBM (Lattice Boltzmann Method) 理论与方法、湍流理论、应用数学、计算物理等与流体相关的流动问题。在计算物理,特别是计算流体力学领域,做出了开创性的工作,是国际上 LBM 方法的创始人之一。



普林斯顿大学、哥伦比亚大学,中间还访问过京都大学、香港科大、意大利的 ICTP、荷兰 Utrecht 大学等著名的科研单位。这些经历使我的视野更加开阔,交际也更加广泛。2003年到上海见到了钱伟长先生,并在他的书房里进行了深入的交谈。他鼓励并竭力支持我到上海大学来施展自己的理想。比起上述我学习、工作和访问过的大学,国内的一些地方和单位,相对会有些浮躁,这也有客观原因,不能认为完全是科研人员的问题,我相信而且希望这只是暂时的。也许是对真理的探索和对原创性的追求,在一定程度上使自己看淡短暂的和功利性的事情,我也希望自己能做得更好,更多些。 (采访 夏宛 责编 深蓝)