

物理学史中的八月

1819年8月13日：流体动力学先驱
斯托克斯的诞生



萧如珀¹ 杨信男² 译

(1 自由业；2 台湾大学物理系 10617)

1998年，科技创投与金融巨擘克雷 (L. Clay) 捐助成立了克雷数学研究所，此私人研究所在2000年6月宣布设置千禧年大奖，给解答任一七大数学难题的人，每人1百万美元的奖金。其中的第四难题是要证明流体动力学中最重要的方程式——纳维-斯托克斯方程 (Navier-Stokes equation) 是否有解，且为唯一。这个宣布将斯托克斯 (G. Stokes) 从大学物理和数学的教科书中，推到一般大众的面前。



斯托克斯

1819年8月13日，斯托克斯出生于爱尔兰北部滨海的斯来哥郡史格林教区 (Skreen, Sligo County)，父亲是教区长，母亲也来自教区长的家庭，所以家庭宗教气息浓厚，生活美满。斯托克斯是8个小孩中的老么，他的三个哥哥长大后都成为牧师。

斯托克斯从小由父亲与教会人士教导，1832年才被送到都柏林接受学校教育，显现出非凡的几何能力。3年后，斯托克斯到布里斯托学院 (Bristol College) 就读。学院院长是数学家，也是斯托克斯的哥哥在剑桥念书的同学，对斯托克斯的数学天份非常惊讶，力劝他哥哥送他到剑桥深造。1837年，斯托克斯终于获得奖学金进入剑桥大学彭布罗克学院 (Pembroke College)，终其一生均未离开。

在剑桥的第二年，斯托克斯开始接受名师霍普金斯 (W. Hopkins) 的私下指导。霍普金斯以培养顶尖的数学学生闻名，斯托克斯在他的指导下，很快地于1841年在剑桥的数学荣誉学程中以第一名毕业。彭布

罗克学院马上给他研究员的职位，而他也在霍普金斯的建议下，开始从事流体动力学方面的研究。

由于流体现象与人们的生活关系密切，所以很早人类就对它关心好奇，其中最早的理论首推阿基米德 (Archimedes) 的浮力原理。自罗马帝国迄中世纪，虽然在沟渠和水车方面的建造有不少创新，但在理论上并未超越阿基米德。

文艺复兴时期达芬奇 (L. da Vinci) 开启对水力现象比较具体且精确的观测，提出了如开口与压力的关系、流量守恒、以及涡流现象等；托里拆利 (E. Torricelli) 导出液体从容器出口流出的速率公式，解释气压计的原理；及至帕斯卡 (B. Pascal) 指出压力的均向性后，流体静力学终至大成。

牛顿力学提供了处理流体动态行为的理论架构，《自然哲学之数学原理》第二册即是专门讨论物体在有阻力流体中的运动，以及流体静力学和可压缩流体的性质。1738年，伯努利 (D. Bernoulli) 出版了《流体动力学》，首次提出在稳定流动的流体中，压力、速度和高度之间的关系式，就是今日通称的伯努利定理。

1775年，欧拉 (L. Euler) 导出了不导热、无黏性理想流体的运动方程式。虽然欧拉方程式的非线性本质既难解又不易应用，但19世纪的欧洲对于航行活动越来越重视，所以对流体动力学以及欧拉理论更加重视。

斯托克斯于1842和1843年相继发表了二篇论文，

讨论不可压缩流体的稳定流动。之后他进一步考虑有黏性流体的运动，在 1845 年发表了论文“论有内部摩擦力流体之运动”。在发表此论文之前，斯托克斯发现法国的工程师纳维（C. Navier）已在 1822 年写下相同的方程式。不过纳维的推论带有推测性，而斯托克斯则是基于不同的假设严格推导出来的。因此，他最后还是决定将论文发表出来，此方程式现今被通称为纳维-斯托克斯方程。

纳-斯方程不仅在物理方面，如涡漩、紊流、混沌，而且在工程方面如飞机和汽车的设计、管内水流，以及气象和洋流等方面都很重要。但由于它太复杂，目前我们只知道一些简单二维情况下的解，其他情况均有赖近似的数值方法去求解，这是会将它列为七千禧难题之一的原因。

千禧年大奖激励了数学家积极投入纳-斯方程是否有解的证明，近几年来便有几个数学家宣布解决了此难题，而被媒体广泛的报导，但最后都被找出了错误。

1846 年，斯托克斯在英国科学促进协会发表《流体动力学最新研究报告》，广受学界的推崇，各项荣誉与演讲接踵而来；1849 年，他被任命主持剑桥卢卡斯数学讲座（Lucasian chair of mathematics），1851 年获选入皇家学会，1852 年获得伦福德奖章（Rumford medal），1854 年起担任皇家学会秘书长等。

斯托克斯的研究范围很广泛，除了流体动力学之

外，在物理领域包括光学、荧光、天体轨道和以太上都有重要贡献，现在用以标示光极化态的斯托克斯参数即是他于 1852 年所提出的。此外，剑桥卡文迪许实验室的设立，斯托克斯厥功至伟。

至于向量微积分书上必提的斯式定理，有着两位好友的故事。物理大师汤姆孙（W. Thomson，后受封为开尔文男爵）小斯托克斯 11 岁，从学生时期开始常向斯托克斯请教，两人成了莫逆之交。汤姆孙在偶然机会获得了一本当时鲜为人知的格林（G. Green）论文集，将其中一个定理延伸至三维情况，在 1850 年寄给斯托克斯。斯托克斯于 1854 年将其当作史密斯奖数学竞试的题目，使得开尔文定理被称为斯式定理。

斯托克斯个性简朴、谦逊又虔诚，他迟至 43 岁才结婚。斯托克斯在写给未婚妻的信中经常使用数学名词来形容他的感情，导致未婚妻一度想退婚。两人婚后育有 5 名子女。

斯托克斯结婚后逐渐忙于行政工作，除了校务、剑桥国会议员代表和皇家学会秘书长外，并于 1887~1892 年间担任皇家学会会长。他是英国史上除了牛顿以外，唯一曾任皇家学会秘书长、会长以及卢卡斯数学讲座三个职位的人，1889 年被册封为男爵。

（本文转载自 2016 年 8 月《物理双月刊》，网址：<http://Pproc.Phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；杨信男，Snyang@phys.ntu.edu.tw）



科苑快讯

元素周期表第 7 排终于被填满

相继发现的 4 种新元素终于填满了元素周期表的第 7 排。日本理化学研究所（RIKEN）被确认为 113 号元素（ununtrium, Uut）的发现者，获得该元素的命名权。115 号（ununpentium, Uup）、117 号（ununseptium, Uus）和 118 号（ununoctium, Uuo）元素的发现者分别为俄罗斯布纳市的核子研究联合研究所（JINT）、美国加利福尼亚州利弗莫尔市劳伦斯-利弗莫尔国家实验室（LLNL）和田纳西州橡树岭国家实验室（ORNL），他们也因此获得命名权，同时还要确定由两个字母组成的元素符号。

以后科学家们就要尝试填充周期表第 8 排了。

（高凌云编译自 2016 年 2 月 12 日《欧洲核子中心快报》）

28 Ni 镍 58.69	29 Cu 铜 63.54	30 Zn 锌 65.38	31 Ga 镓 69.72	32 Ge 锗 72.59	33 As 砷 74.9216	34 Se 硒 78.9	35 Br 溴 79.904	36 Kr 氪 83.8
46 Pd 钯 106.42	47 Ag 银 107.868	48 Cd 镉 112.41	49 In 铟 114.82	50 Sn 锡 118.6	51 Sb 锑 121.7	52 Te 碲 127.6	53 I 碘 126.905	54 Xe 氙 131.3
78 Pt 铂 195.08	79 Au 金 196.967	80 Hg 汞 200.5	81 Tl 铊 204.3	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 208.98	84 Po 钋 (209)	85 At 砹 (210)	86 Rn 氡 (222)
110 Ds 鐳 (271)	111 Rg 錀 (272)	112 Uub 鰐 (285)	113 Uut 鰩 (284)	114 Uuq 鰵 (289)	115 Uup 鰽 (288)	116 Uuh 鰿 (292)	117 Uus 鰻 (293)	118 Uuo 鰏 (294)