

物理学史中的一月

1700年1月29日:白努利诞生
(译自 *APS News* 2020年1月)



萧如珀¹ 杨信男² 译

(1. 自由业; 2. 台湾大学物理系 10617)

无数的人在世界各地搭机旅行,但却没想过飞机能一直飞在高空中的原因。除了其他的基本理论之外,我们应该把一些飞行原理的理论基础归功于一位瑞士数学家白努利(Daniel Bernoulli),他在流体力学,以及几率、统计学和弦振动方面做出了开创性的贡献。

1700年,丹尼尔·白努利出生在格罗宁根(Groningen)一个很强大的数学世家,父亲约翰·白努利(Johann Bernoulli)是传奇白努利家族8个杰出数学家和物理学家之一。在这段期间,他们事实上就是一个王朝。白努利家族来自比利时,为了躲避天主教对新教徒的迫害逃至瑞士。就在瑞士,这家族的大家长尼可劳斯(Nicolaus, 约翰的父亲,丹尼尔的祖父)因经商香料而致富。

尼可劳斯本想让约翰接手家族的生意,但约翰当学徒却是一塌糊涂,所以选择到巴塞尔大学(Basel University)习医。约翰和哥哥雅各布(Jakob)开始合作研究耀眼、新的,叫做微积分的数学工具,也是最先将它应用在各种问题上者之一。当约翰的兴趣由医学转换到数学方面时,却激起了严重的手足竞争纷扰,在白努利家族荡漾数十年。

兄弟俩高度竞争,经常争吵,当提出数学挑战时,总是企图要超越对方。由于是雅各布带领他弟弟进入数学领域的,这让他很难接受弟弟约翰是一个对手,而约翰也厌恶被超越。当雅各布因肺结核过世,约翰就接手他在巴塞尔大学的教授职位。

虽然约翰曾违抗他父亲对他的控制做法,但却也没让他避免以相同的方式对待他儿子,他帮丹尼



白努利(Daniel Bernoulli)

(图片来源: wikipedia commons)

尔挑选结婚的对象,还坚持丹尼尔要像祖父一样成为商人,丹尼尔没兴趣,约翰转而一定要他去学医。但丹尼尔对数学方面的兴趣与才能并未减少,不得已约翰只好退让,私下教导他数学。

丹尼尔完成他的学业后,想要在巴塞尔大学的解剖学或植物学方面找一份教职,但这些向来都是抽签决定,他两次都没抽中。意大利向他招手去接受更进一步的医学训练,在那里,丹尼尔发明了船的计时沙漏,甚至在恶劣的天气下也可操作,因此设计,他赢得了法国学术院的奖项。他还继续他的数学研究,于1724年发表了第一篇论文。《数学演

练》(*Mathematical Exercises*)包含他早期有些受到医学训练启发而对压力问题产生的一些想法。

丹尼尔一回到家,就接受俄罗斯位于圣彼得堡的皇家学院聘请,去教数学。他的哥哥尼可劳斯(Nikolas)也接受类似的职位,和他一起去,但来年即因肺结核而病故。没有哥哥作伴,丹尼尔在圣彼得堡越来越不快乐,想要回去巴塞尔。他父亲乃将他一位最好的学生欧拉(Leonard Euler)送去俄罗斯,让两人可以合作。他们是很成功的合作伙伴,研究弦在乐器上的振动、机率和经济学,各方面都有成果。

丹尼尔在这段期间还在流体动力学方面做了他最开创性的研究。英格兰医生哈维(William Harvey)是最早观察到人类的心脏就像一个泵浦,将血液打出经由动脉循环全身,这鼓舞了丹尼尔,将他对数学的兴趣结合他的医学训练,发现主导流体流动的基本规则。

有一天,丹尼尔做着关键性的实验,他将一根细小、两端开口的吸管刺进充满液体的管壁。丹尼尔注意到液体会在吸管上升,上升的程度直接和管内的液体压力有关,压力越大,则液体上升得越高。他的技术很快地为全欧洲的医师所采用,医师将尖的玻璃管刺进动脉,以测量病人的血压,直到大约170年后才发展出了比较不侵入性的方法。

白努利更进一步研究,应用此发现于他更早期在能量守恒的研究上。根据牛顿的运动定律,一个动态的物体当它越高时会将动能转化为位能,动态的流体也有类似的现象,它会将动能转变为压力。这就是白努利原理:当液体的流速增加时,流体的压力就会降低。

丹尼尔有关液体行为的研究于1738年,他终于回到巴塞尔出版他最重要的专著《流体力学》(*Hydrodynamica*)时达到高峰。此书的内容在于能量守恒概念的阐述,并讨论了水流经管子,及从容器开

洞流出现象。它说明流体压力,以及各种液压机械。白努利还提供气体动力学的理论基础,并应用此观念来阐明波义耳定律(Boyle's law)的一种方法。

虽然丹尼尔很成功,但确因此导致他和父亲的关系进一步恶化,而在1734年达到摊牌关头,那时丹尼尔和约翰都提出巴黎学术大奖的应征论文,并共同获奖。妒忌的约翰怒火中烧,将丹尼尔逐出家门,认为学生岂能跟大师被同等看待!他忘了他这种恶劣的行径正和他逝去的哥哥对他的忌妒如出一辙。

约翰于1739年出版他自己有关流体力学的专书,比他儿子晚一年,但他故意将日期提早到1732年,以便声称对丹尼尔的研究有功。他们的关系自此侮辱后从未恢复,而气馁的丹尼尔在此嫌隙后,再也没有对数学研究展现以往的兴趣。

然而,丹尼尔后来仍持续在其他不同的领域做出贡献,例如风琴管中空气的振动等。他被选为英国皇家学会的会士,又再赢得9次巴黎学术大奖。丹尼尔于1782年3月17日过世,他的学术成就永垂不朽。

(本文转载自台湾大学科学教育发展中心,网址 <http://case.ntu.edu.tw/blog/>)

