

两位物理学家的传说*

(《大学科普》编辑部 李轻舟 编译自 Philip Ball, *Physics World*, 2017, (10): 38)

很难想象，在物理学领域有比惠勒(John Archibald Wheeler)和费曼(Richard Feynman)这两位还要花样百出的心智组合。费曼于1939年来到普林斯顿大学，希望在维格纳(Eugene Wigner)的指导下完成博士学业，然而到了那儿他才发现自己已经被分配给了惠勒，而那个家伙的年纪大他不到七岁。这两位极具创造力的思想家，彼此提点，相互协作，在他们的游戏中成功登顶。在《量子迷踪：费曼和惠勒如何玩转时间与实在》(*The Quantum Labyrinth: How Richard Feynman and John Wheeler Revolutionized Time and Reality*)这本书里，物理学家兼科学作家保罗·哈尔彭(Paul Halpern)详细描绘这对搭档的事业和关系。

费曼创立了被惠勒命名为“历史求和”的量子电动力学——一种对付无穷大的方法，当你试图量子化麦克斯韦的电磁场论时，这些可恶的无穷大就出现了，而这种方法正是以著名的费曼图为特色。惠勒及其合作者研究了黑洞和虫洞(由惠勒普及的术语)、量子力学的“多世界”诠释以及提炼成真言“比特生万物”(It From Bit)的量子信息论基础。在此期间，这两位物理学家在爱因斯坦、玻尔和泡利的物理学之间建立了一座沟通的桥梁，并为物理这门学科如此多的现代分支奠定了基础：量子场论、夸克理论、标准模型、量子的和相对论性的宇宙学。

就这本书的副标题而论，是否如哈尔彭所云“彻底变革了时间和

实在的观念”，当然是有争议的。然而通过记录这两个人关系的发展，哈尔彭描绘了物理学史上一个有些被遗忘的时期。在20世纪初的量子论和相对论这对孪生革命以后，从40年代到60年代末，物理学中那些挑战性的观念在学术高墙之外几乎都是晦涩难懂的。而哈尔彭表明，跟如今看起来几乎充满神话和传奇的“二战”前夜完全一样，这个时期意义深远。

惠勒惊异于费曼的才华，当他还是麻省理工的一名大学生时，就已在令人生畏的普特南数学竞赛中斩获最高分。“在申请普林斯顿的人中，还没见过考这么高的”，惠勒说，然而，他又补充道，“我们还从未录取过历史和英文成绩这么烂的人”。按惠勒的结论，费曼肯定是“一颗未经打磨的钻石”。

作为纽约皇后区工薪阶层的一个小孩，费曼按那时的标准来说无疑算草莽出身。惠勒的妻子珍妮特(Janette Wheeler)就曾因费曼在女士走近时没有起身而责备过他，但惠勒欣赏这个年轻人的率真和幽默。费曼第一次与新导师会面时，惠勒在桌上放了块怀表来计时，费曼离开后也买了块便宜货，在下次会面时拿了出来，“活像棋盘上的反戈一击”。两个年轻人纵声大笑；而书中的趣事远不止这些。

惠勒很快意识到他可以在物理上把费曼作为平等的讨论对象，并且可以依靠这个学生为最具挑战性的难题找出数学解。更重要的是，

他俩都对那些疯狂不已的观念持开放态度，只要它们不明显违背物理学定律。他们的一些早期工作是有关“吸收体理论”的，这个理论是讲加速中的带电客体是如何发出辐射的，其中包括逆时间传播的信号。这个概念极富创意，但终究是错的。

正如哈尔彭指出的那样，从容优雅的惠勒通常比张扬冲动的费曼更率性而为。某日，正是惠勒给费曼挂电话嚷嚷道，他知道了为什么所有电子是相同的了：它们都是同一个电子，兜兜转转，遍历时间和空间。但这个想法最后也落空了。惠勒乐于琢磨出发人深省的佻谬式修辞——“非法之法”(law without law)，“无相之相”(charge without charge)。惠勒一费曼吸收体理论在稳态宇宙论的信徒们手中复苏并焕发活力时，就被戏称为 Wheeler Without Wheeler。

因为发展出的理论观念促成了规避无穷大奇点的量子电动力学——其核心问题是如何处理可视点电荷的电子与其自身激发场的相互作用——费曼同施温格(Julian Schwinger)、朝永振一郎(Sin-Itiro Tomonaga)分享了1965年的诺贝尔物理学奖(戴森 Freeman Dyson 揭示了如何综合这三人的理论，确实也该分一杯羹，按哈尔彭的说法，他最终受限于一奖最多颁三人的规定)。惠勒从未达到那样的高度，但他在现代物理学中的影响也是广泛而深远的：除费曼外，他的学生还

* 感谢中国科学院半导体研究所姬扬研究员对译文提出的修改意见。



1947年6月，惠勒和费曼参加谢尔特岛会议。照片中左立者为兰姆(Willis Lamb)，中立者为惠勒；前排坐者，从左至右依次为派斯(Abraham Pais)、费曼、费施巴赫(Hermann Feshbach)和施温格

包括了埃弗雷特(Hugh Everett)，他构造了如今广为人知的量子力学“多世界”诠释，此外还有复兴广义相对论的几位主角，比如贝肯斯坦(Jacob Bekenstein)、米斯纳(Charlie Misner)以及索恩(Kip Thorne)。

很难说讲这样的故事却不深究一些艰深的物理学。哈尔彭充分且广泛地发挥了类比的功用，但是这些类比自有其限度，一根挂满毛毯的晾衣绳连接着两个摇椅，你一旦试着描绘出类似的图景，就很难再聚焦于你意欲解释的现象了。哈尔彭偶尔回避了更深层次的问题。比如量子电动力学中的费曼路径积分法暗示了“凡有可能，皆会发生”，

援引这样的寻常概念倒是不错，但那在本体论的方面是什么意思？“现实到来之前，实在已然刻意地遍历了所有可能”，这样说不过是含混词句的“虚晃一枪”。费曼自己还不见得对一个“一切皆会发生”的诠释满意；他是个务求实际而轻视哲学的人，接受玻尔的观点(戴森的说法)，量子理论的目的是“描述自然，而非解释自然”。它很有用，而这就足够了。

直截了当的风格是费曼持久魅力的一部分。但是哈尔彭暗示了他至少有一部分个人形象是刻意营造出来的。费曼喜欢扮演身怀绝技却不露相的凡夫俗子：参加曼哈顿计

划期间，他在洛斯阿莫斯基地开保险箱的神迹，其实是私底下许多研究和实践的结果罢了。他在加州理工开设的那些广为传颂的“有问必答”讲座也泄露了他想被视为“天纵奇才”的渴望。

那些丰功伟绩编织了许多经典的故事，但也揭示了费曼在他想让我们看到的之外还有更自负和虚伪的一面。在此，与惠勒做个比较也是富于启发的。我猜想，费曼更加出类拔萃，尽管他还得搞邦戈鼓演奏以及(略带偷窥性的)人体素描，而惠勒则更为面面俱到——就像他的导师玻尔，即使面对那些科学无法回答的问题，仍然不惜一探究竟。