

一位资深记者眼中的科学进展

(北京大学 朱星 编译自 Charles Day, *Physics Today*, 2013, (12): 35, 原文详见 <http://ptonline.aip.org>)

《今日物理》(*Physics Today*)是美国物理联合会(AIP)所属的期刊。发表在 Search and Discovery 栏目的文章反应了当代物理学界最新的进展, 具有广泛的读者群。Charles Day 是这个栏目的资深记者。他在过去十年间追踪了一些重要论文发表后研究人员和项目的变化。他用一些典型实例, 说明十年时间里科研工作所面临的崎岖和曲折, 以及研究人员成功的喜悦。——译者注

1929年, 23岁的莫特(Nevill Mott)自问, 自由电子是否具有磁矩, 是否能用普通的实验方法探测到。这个问题是很微妙的: 由于不确定原理, 一个电子的本征磁矩不能与其运动中所产生的磁场区分开。然而, 正如莫特所解释的, 电子的本征磁矩可以是量子化的, 这是由于电子从一个原子核中散射的方向取决于电子自旋的取向。

在莫特的文章发表42年后, 圣彼得堡约飞研究所在半导体中发现了一种类似的与自旋相关的散射现象, 这个现象在2004年被最终确认为自旋霍尔效应。去年, 康奈尔大学在钽的一个脆性半金属相中发现这一效应的明确证据。这种室温效应, 可以有效地在铁磁体附近实现自旋翻转, 或许能够应用于非易失计算机存储器。自旋相关的散射现象经历了83年才为人承认。这个事例表明, 科学的进展是渐进的, 并非是跨越式前进。

我最近做了一个深入的调研, 希望了解物理学是如何在十年内演化的。2003年, 我为 *Physics Today* Search and Discovery 专栏写了一篇文章, 为了跟踪文中研究人员工作的进展, 我最近采访了他们。当年的项目有些开辟了新的领域和新产品, 有些改变了研究方向, 而某些仅取得一般进展。但是谈到具体细

节时, 他们的回答总是令人惊讶, 有时令人振奋。

从事科研终有回报

我在2003年所写的最有趣的故事是关于 Dieter Braun 的一篇文章, 他当时是洛克菲勒大学的博士后。那篇文章描述了用激光加热法提高溶解在小容器中DNA浓度的方法。这个方法可以在实验室中处理大生物分子, 这种现象还能用来解释地球上35亿年前生命的起源。

最令人感兴趣的不是那篇文章: Braun 发现这种方法是靠运气。他最初的目标是寻找新方法测量温度对生物化学反应物的影响。尽管使用激光加热已经是常用的方法, 但是将激光与紧密束缚这一关键因素相结合才能实现。

机遇终于到来了。当 Braun 寻求为什么热梯度能够促使DNA和其他分子在小空间内富集时, 他的同事提出: 这是热迁移。优化条件后, Braun 将溶解的DNA浓度提高了1000倍。

在那篇文章发表后十年间, 我为他的研究进展感到震惊了。Braun 现在领导德国慕尼黑大学一个研究组。他告诉我, 那篇2002年的论文是他整个职业生涯的“触发器和基础”。2011年, 他因此获得10万欧元的奖励, 这个奖是专门授予杰出的德国物理学家或化学家的。Braun

和他的合作者发现, 热迁移也可以发生于热的自然环境中: 在海底的热孔附近, 他们发现很多细小狭长裂隙穿过岩石。他们最近证实, 热迁移不仅能够富集RNA分子, 也可以促成它们聚合, 这被认为是生命起源中RNA相关过程的基本阶段。

五年以前, Braun 成立了一个名为 Nano Temper Technologies 的公司, 将探测器技术市场化, 用热迁移来测量生物分子的结合力。他们已经销售了80多台每台价值10万欧元的这种探测器。Braun 告诉我, “我们公司所缴纳的税款已经超过我用于科研的经费总和。科学终究带来回报!”

三维光学存储

在上世纪八十年代中期, 计算机数据保存在磁带机中。尽管磁带的信息密度比当今光盘和磁盘低几个数量级, 但缠绕式磁带与光盘的表面存储不同, 是一种三维存储。

2003年夏天, 加州大学厄文分校 Y. Liang, A. Dvornikov 和 P. Rentzepis 发表了题为《复合分子存储可重复写的数字化数据》的论文。该文研究的基本思路是寻找到一种染料分子, 其荧光的发射可以用入射光的波长控制, 从而实现开关转换。将这些分子包埋在透明塑料之中。存储的比特相应于包埋染料分子的塑料的三维像素。将两束相互垂直的激光对准这些三维像素, 可以获取它的

单个比特状态。调整激光束位置，双光子吸收可以仅对所需要的比特进行读、写和删除。

Rentzepis 等将两个不同分子嫁接在一起：一个分子可以在光的操纵下完成从极性到非极性状态的切换，另一个染料分子仅仅在非极性状态中能够发出荧光。2003年，他们构建的器件能够可靠地写、读和擦除数据一万余次。十年以后，Rentzepis 告诉我，他们发展的技术现在可以在一个塑料棒上存储10太[拉]字节数据，误码率优于数据存储工业标准。Call/Recall公司在2007年将这个技术首次引入到三维存储，而Rentzepis则转向研究其他课题。

抗肿瘤纳米粒子

2003年8月，美国癌症研究学会在华盛顿举行了年度会议。华盛顿大学Lanza和他的同事S. Wickline从事使用纳米粒子对肿瘤进行诊断和治疗的研究。他们用抗肿瘤药物包覆纳米粒子，用药物分子粘在肿瘤分子标志物上，使用衬度增强剂使得即使很小的肿瘤也可以在X射线或其他医学影像法中更清楚地显现。自然，纳米粒子能够很容易地被引入患者的血液中。原则上说，可以摧毁肿瘤且无需医生确定肿瘤的位置。他们用整合蛋白（一种跨膜蛋白）抗体覆盖纳米粒子，整合蛋白参与血管再生过程，这是肿瘤体组装血管以获得营养的途径。我在2003年题为《纳米粒子可以定位并标记为肿瘤提供营养的血管》的文章中，将这种制备过程类比于使用橄榄油和香醋调制沙拉浇汁方法。Lanza和Wickline还在推进基于乳液的纳米粒子。9月份，Lanza告诉我，他们的纳米粒子正在进行临床前的试验，对血管再生的位置进行成像，并且向肿瘤

位置输送抗血管再生药物。这项技术已经得到专利保护。

极端条件下的湍流

马里兰大学D. Lathrop实验室专门从事湍流研究。他们的一项实验研究小尺度三维速度梯度，这是存在于湍流液体中，在大尺度湍流流动时出现的强大而少见的改变。Lathrop和他的研究生B. Zeff要检验涡旋状态与耗散的关系，就必须用耗散产生的尺度解析运动方式。

他们有一个边长22 cm的内部充满水的透明立方盒和三万亿个微米尺度的聚苯乙烯小球。盒子内部有两个水平金属网格上下移动，对液体进行搅拌；用绿色激光照射小球；用高速摄像机跟踪小球移动；用复杂的软件收集和分析数据。当Lathrop和Zeff使用10 Hz的搅拌频率时，耗散度为0.75 mm，雷诺数高达48000。

在1 mm³体积内跟踪10⁵个粒子是件很困难的事情，原因是相机无法以足够高的精确度确定粒子的间距。Lathrop和Zeff另辟蹊径，向盒子内入射三束互相正交的激光光束层，这些光束相交后确定一个立方体的三个面。当粒子在绿色激光中通过每个1 mm²的面时，粒子就被标记。使用这种高技术，他们能够高分辨率地表征粒子事件。根据他们取得的经验，在超流He-4中进行三维成像。最近，Lathrop报道了Kelvin波——长波长微扰进行直接观测的结果，这是在量子化涡旋结合时被激发出的微扰现象。

柔性导体

2003年我曾写过关于柔性电子设备的研究工作。普林斯顿大学S. Wagner和S. Lacour找到了一种方法，在柔性的塑料上沉积薄层的金条带，这样，当衬底受到达40%的应变时仍

然可以保持金的导电性。

这个实验很重要。可以将探测器及其部件制作得很小，以使它们能承受衬底的拉伸。但是，导电的连接线必须用金属制作，这是因为有机导体虽然可以弯曲，但是导电性能不好。Lacour和Wagner申请的美国专利直到6年后才获得授权。10年后，Wagner继续从事柔性电子学研究，而Lacour在洛桑瑞士联邦理工学院成立了她自己的研究组。她将淀积在柔软的硅胶上的14 mm长金电极阵列，设计成连接神经组织和感测电极的假体器官的一部分，以能够适应植入器官在肢体中所承受的应变。

还会产生更多的奇迹吗？

过去十五年左右，*Physics Today*每年发表在Search and Discovery栏目的文章约40篇。2012年，仅发表在*Physical Review Letters*上的论文就有3995篇，这几乎是*Physics Today* Search and Discovery栏目同年发表论文的40倍。对于这个栏目来说，如何从PRL和其他科学期刊中选择最有新闻价值的论文是编辑部最重要和最有挑战性的任务。不容置疑，发表在这个栏目的文章是物理研究的重要进展。从调研中看出，科学研究需要重复进行以及不断深入研究。首先，不能预测基础研究何时能够取得丰硕成果，很多情况下需要进行长期的研究。那些短期、目标导向的研究是以牺牲基础研究为代价的，会减弱研究成果转向应用的进程。其次，大学在从事创新性和科学研究方面发挥着重要作用。大学可以用10年或者更长时间进行自由探索，而无需受到产业化的压力。最后，在过去十年间我所调研的课题组取得的成就使我联想到，“科学”与她的兄弟“技术”是人类所从事的事业中进展最快的。