

物理学史中的十月



2004年10月22日：发现石墨烯
(译自 *APS News*, 2009年10月)

萧如珀 杨信男 译

科学家时常找出巧妙的方法来达成他们的研究目标，即使那目标是许多物理学家都认定长不出来的名符其实之二维物质。2003年，一位足智多谋的物理学家拿一块石墨和一些透明胶带，以无比的耐心与坚持，制造出一种神奇的奇特新物质，它是纸质的百万倍薄，比钻石坚固，传导性胜过铜，我们叫它石墨烯。当有关石墨烯的第一篇论文于第二年发表出来时，它震惊了物理界。

最先和同事诺沃肖洛夫^① (Kostya Novoselov) 一起发现石墨烯的是盖姆 (Andre Geim)。盖姆先就读于莫斯科物理科技大学，再于俄罗斯莫斯科东北切尔诺戈洛夫卡 (Chernogolovka) 的固态物理学院获得博士学位。他花了两年在俄罗斯微电子科技学院，之后在英国诺丁汉大学 (Nottingham University) 任研究员。1994年，他接受荷兰奈梅亨大学 (University of Nijmegen) 的教职，2001年，搬回英国曼彻斯特大学，成为介观科学和纳米技术中心主任。

盖姆擅长寻找古怪但有重要性的研究题目，他于1997年使用磁场让一只青蛙漂浮升空，登上报纸头版头条，于2000年获得搞笑诺贝尔奖。他曾和他钟爱的仓鼠 (hamster) 共同发表一篇论文《探测地球自转的反磁性悬浮回转仪》，坚持说：“H. A. M. S. ter Tisha 对悬浮实验有最直接的贡献。”(根据维基百科全书，那只仓鼠后来还申请了荷兰奈梅亨大学的博士学位。) 2007年，他的实验室开发出一种仿壁虎黏性脚垫的微制造黏着剂。



盖姆

盖姆曾说，他主要的研究策略是利用他所拥有的研究资源，尽量用手边的设备做新的研究，他称此为他的“组合政策”：“这些是你所拥有的不同配备，你必须利用你所仅有的资源来建构新东西。”以石墨烯来说，他的实验室装备正适合研究这类微小的样品。

纳米碳管从以前到现在都是材料研究的主要领域，盖姆认为或许打开形态，有可能做出类似纳米碳管的东西。他想到将石墨磨至只剩10~100层厚，然后研究它的性质。于是他指派一个学生做此工作，磨出一石墨细片，大约1000层厚，但距离目标还差一点。这时盖姆又

想出，利用透明胶带将它的上层剥下，石墨薄片便会剥黏在胶带上。重复数次相同的过程，胶带上就黏着越来越薄的薄片。然后，他将胶带放置溶液中融化，得到超薄的石墨薄片，只有10层厚。不过几个星期，他的团队即开始利用此材料制造初步的晶体管。接着不断地改进技术，终于得到了第一个石墨烯片。盖姆说：“我们和大自然开了玩笑，先是制造出三维的材料——石墨，然后又将它一层层剥下来。”

2004年10月，盖姆在《科学》杂志 (*Science*) 发表了一篇论文，宣布成功制出石墨烯片，标题为《薄似原子之碳薄膜的电场效应》。这篇论文现在在材料物理方面是最常被引用的论文之一。2005年，研究人员已成功分离出石墨烯片，它只有一个原子的厚度，也许是宇宙间最薄的物质，呈现出高质量的晶格，结构没有缺陷。这种结构使得其性质有趣，展现令人惊讶的新物理。

从基本的观点来说，石墨烯最令人振奋的性能是它的传导电子会整装成行为似中微子或接近光速电子的准粒子，呈现相对论性的物理行为。在大多数的物质中，带电的粒子行为较像古典的形式。盖姆拿大型强子对撞机（Large Hadron Collider, LHC）来比较它的效应，“只不过就在你的桌上就可观测到。”这使得粒子物理和天体物理的某些概念可以小规模地在桌上来测试，而不需要用到数百万美元的对撞机。



硅芯片上极皱的石墨烯片的扫描电子显微照片
(荷兰基础物质研究基金会)

石墨烯最明显的用途是可用它来取代硅芯片，因为晶圆技术正快速地接近基本的极限（低于 10 纳米，1 纳米为 10 亿分之 1 米）。也可以利用外延生长技术，即在晶格间距相当的晶体基底上面产生单层石墨烯，制造出石墨烯芯片以供电子应用。因

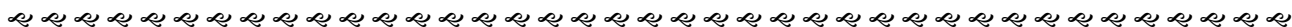
此，石墨烯在太赫范畴高频率晶体管，或建造纳米尺度微型的印刷电路板使用方面很有前景。但它也有着技术上的障碍，因为石墨烯有金属性，所以科学家需要设计出让材料半导电的方法；此外，假如科学家要将石墨烯片大规模应用于工业用途上，还需开发出大量生产此材料的技术。

目前，石墨烯正被开发为塑料的填充物，以制造复合材料，正如纳米碳管被用以增加水泥材料的强度。此外，悬架着的石墨烯还能被用在液晶银幕中所需的透明且能导电的薄膜。

石墨烯甚至有本领制服盖姆不光彩的五年之痒，他过去时常每隔几年就试图更换研究题目。然而，现在他甚至把他认为深具前景的壁虎黏胶研究搁置一旁，而主要集中于石墨烯的探讨上，他承认这是他到目前为止所做最有意义的科学成果。盖姆于 2007 年告诉《科学》(Science) 杂志说：“在石墨烯方面，每年都有新的结果以及新的研究次领域出现，足以开启、激发研究的热潮。我要在此投入更多心力，直到完全涵盖整个领域，发掘所有有趣的科学为止。完成之后，我就会再往前走。”

(本文转载自 2012 年 10 月《物理双月刊》，网址：<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/index.php>；萧如珀，自由业；杨信男，台湾大学物理系，Email: snyang@phys.ntu.edu.tw)

① 盖姆和他的主要合作者诺沃肖洛夫（原为盖姆的博士研究生）于 2010 年因“在二维石墨烯的开创性实验”，获颁诺贝尔物理奖。



人类牙齿其实和鲨鱼牙齿一样坚硬

科苑快讯

虽然你的牙齿大部分由比鲨鱼牙齿更软的矿物质组成，但是根据《结构生物学杂志》(Journal of Structural Biology) 的测试报告，它们其实一样坚硬。

鲨鱼牙齿覆盖的矿物质主要是氟磷灰石，纯净的含氟磷酸盐要比人类牙齿外层珐琅质中的羟基磷灰石更坚硬。但是当尖吻鲭鲨（如图）和虎鲨牙齿表面冲压上微小的金属椎体，研究者发现珐琅化的鲨鱼牙齿外层不如人类智齿上的珐琅质坚硬。这是因为其表面不是纯净的矿物质而是与蛋白质结合在一起，这样矿物质才不会在突如其来的撞击下

碎裂。

研究者说，鲨鱼与人类在进食方式上存在很大差异，尖吻鲭鲨撕扯猎物身上的肉、虎鲨是切割啃咬，而人类则依靠餐刀。因此人类与鲨鱼牙齿的区别不是在硬度上，而是最初的设计用途就不同。



(高凌云编译自 2012 年 8 月 2 日 www.sciencemag.org)