



高校通识教育丛书
国家社科基金资助项目

科学图像传播

Science Image Communication

王国燕 著



中国科学技术大学出版社

高校通识教育丛书
国家社科基金资助项目

科学图像传播

Science Image Communication

王国燕 著

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

一图胜千言。DNA 的双螺旋结构、原子的行星模型、薛定谔之猫等视觉形象带来了人们对科学知识的有效理解和认知,视觉图像在科学成果的表达与传播中优势明显。本书精选了数百件富有艺术感染力的科学可视化经典案例,包括《Nature》《Science》《Cell》等顶级学术期刊封面图像,世界科技进展新闻图片,科学演示动画,全球科学可视化挑战赛作品等,并结合前沿科学成果的多次图像设计亲身实践,从科学成果图像传播的内容、效果、主体、客体、受众等角度,探讨前沿科学成果如何针对科学公众进行有效的视觉表达,为中国日渐涌现的大量前沿科学成果面向社会的形象化科普提供建议和参考。

图书在版编目(CIP)数据

科学图像传播/王国燕著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2014.6
ISBN 978-7-312-03445-9

I. 科… II. 王… III. 学术期刊—封面—视觉设计—研究 IV. G237.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 086683 号

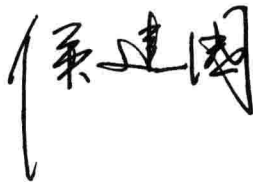
出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
印刷 合肥市宏基印刷有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 710 mm×960 mm 1/16
印张 14.5
插页 8
字数 296 千
版次 2014 年 6 月第 1 版
印次 2014 年 6 月第 1 次印刷
定价 32.00 元

序

美,无处不在。自然界有简单和谐之美,科研工作中也充满探索未知的新奇与美妙。科学与艺术就像是世界的一体两面,求知和审美既是人类的内在需求,也是科学家不断探索未知的原动力。哥白尼《天体运行论》的开篇第一句就写道:“在哺育人的天赋才智的多种多样的科学与艺术中,我认为首先应该全身心地研究与最美事物有关的东西。”因此,科学研究不单要有敏锐的洞察力,还要对科学之美有强烈的感受和欣赏能力。

我的研究领域是物理化学,在利用扫描隧道显微镜研究纳米结构和分子特性时,常惊讶于微观世界的精妙与美丽。但发表的科学研究论文,时常把这种美隐藏在简洁的公式、严谨的数据与图表中,无法用语言向社会公众表达,这不能不说是一种遗憾。在科学发展的历史上,有许多科学家和艺术家都曾尝试用直观的图像把科学之美表现出来。令人高兴的是,随着计算机技术、数字图像技术、新媒体艺术等的快速发展,越来越多的科研成果可以被具象地描绘出来。这种生动的视觉形象拉近了科学与公众的距离,也促进了公众对科学的理解。

王国燕是一位专注于科学成果图像传播的青年学者,最近几年有许多成功的设计。本书是她历时三年编写的一本介绍科学可视化的著作,其中既有理论研究,也有生动、形象的科学图像传播案例,兼具科学性与艺术性。希望能通过本书,促进社会公众对科学前沿的了解,激发青少年朋友对科学研究的兴趣,这也是我作为一名教师和科研工作者,最希望看到的。



2014年6月6日

前 言

前沿科学成果的图像传播是视觉文化时代背景下科学可视化与科学传播、视觉传播、科技艺术交叉的新兴领域。生动的视觉形象能够有效拉近科学与社会的距离,促进公众对于科学的理解。

最近几年,中国科学技术大学的侯建国院士、潘建伟院士、郭光灿院士、李传峰教授、杜江峰教授、董震超教授、吴缅教授等杰出科学家不断有重磅级科研成果诞生,“亚纳米拉曼成像”“麦克斯韦妖式的量子冷却”“量子的波粒互补”“八光子量子比特的拓扑保护”“新型海森堡的不确定性原理”“量子态自由空间隐形传输”“原子尺度的结构分析”“非编码 RNA 与癌症肿瘤细胞”“黑曼巴蛇毒蛋白的实验合成”等,来自物理、化学、生物学等领域的世界前沿科学成果如井喷般集中出现。感谢这些杰出的科学家都共同期待其成果能以科学之美的生动形象展现在社会公众面前,于是,我有机会一次次投入到这些世界前沿科研成果的可视化设计中。在沟通中学习每个原本让人望而生畏的成果有着怎样的创新之处,并了解到它们诞生背后的故事,由此逐渐走进了一个新奇的交叉世界:在这里人文艺术要与前沿科学进行对话,并且最终形成有趣的合作。

中国紧随欧盟和美国已成为世界第三大论文生产国,近十年来论文产量由全球总量的 3% 上升到 11%,据《自然出版指数中国 2012》,《Nature》杂志中高达 8.5% 的论文来自中国作者。中国科研能力稳步提升,视觉传播需求日益突出,然而视觉表达水平与美国、英国等国家存在差距。对于前沿科学成果从图像传播学的视角来关注,这是传播学中的一个较新的领域。一扇大门打开了,里面充满神奇的诱惑,带着儿时对科学的美妙憧憬和心向神往,我被深深地吸引并走了进去,从而对于科学成果的图像传播这个新领域展开较为系统深入的研究,最终促成了本书的成形。这个过程虽然有些辛苦,但更多的是探索和创造的快乐。

麻省理工学院的 Felice Frankel(2010)教授作为科学成果图像传播领域的全球创始人,以案例形式为科学家和工程师成果的视觉表达提供借鉴。Lisa F. Smith(2011)通过对比实验发现科学家与公众对于图像的关注角度不同,科学家更注重图像的科学性,而公众更为关注图片的美学及产生的情绪反应。米歇尔

(2012)从图像学角度强调“观看”是外在形态和心理暗示相互作用的结果。国内,新媒体艺术家会用科学经典元素如拓扑、分形来进行视觉化创作,却不能紧扣科学前沿。在研究领域也鲜有学者从视觉形态的角度关注前沿科学知识,相关研究较为零散。

本书可以分为两个部分:第1~4章为理论部分,第5~10章为应用部分。

理论研究部分从相关学科的理论基础出发展开探讨。从科技哲学视角,自然界一方面可认为是由基本粒子、原子、分子、生物及其宏观群体组成,也可认为是由物理、化学、生命的相互关系而组成。科学可视性来自科学研究的实体、属性与关系的至少一方的明确视觉表达。科学新知识作为显性知识具有可视性、可表达性、可传播性的特征。同时还从符号学、视觉传播学、认知心理学、科技美学等视域来审视,探讨了科学可视化传播过程中5W要素的漂移,这是在目前的社会科普大背景下的科学可视化的必要演化,同时也带来了传播形式上的改变,如艺术化渲染、视觉故事形式表达等。第4章前沿科学成果的图像传播范式研究是核心理论内容,科学成果的图像传播具有分层结构,科学成果有效的视觉表达至少应该从具体的科学问题展示入手,运用共识领域的视觉符号来阐明科学问题及思想,构建生动的视觉故事来突出视觉表现力,以达到有效的图像传播效果。

应用研究部分从顶级期刊封面故事数据及图像特征的调研分析、国内外典型案例、中外科技期刊的比较分析等角度入手,探讨了数学、物理、化学、天文、地理、生物这六大基础自然学科的可视化表现特征,以及世界级科技新闻图片的视觉特征,并结合自身近年来多次的科学可视化图像创作经验,形成科学成果适用于面向公众传播时的视觉表达建议,为中国高水平科研成果的科技新闻配图以及顶级学术期刊封面图像设计理念的转变提供参考。

书中涉及大量的调研和分析,非常感谢我的科学可视化研究小组中多位同学和老师的协助。其中姚雨婷同学撰写了第2章中认知心理学相关理论、第5章中科技期刊封面特性、第6章中CNS封面故事及国外图像创作者的案例研究和第8章中生物学的可视化特征等内容,撰写文字总计约2.6万字,并对书稿进行了多次文字整理和系统校对工作;程曦同学完成了第5章中科技期刊封面的意义,第6章中CNS封面故事成果的国际比较研究,第8章中数学、化学期刊等内容,撰写文字总计约2.8万字;钱思童完成了第9章中世界级科技进展新闻图片的主要内容,撰写文字总计约1.3万字;张致远撰写完成中外科技期刊封面的比较分析、物理学期刊调研等内容,撰写文字总计约6千字;第7章前沿成果的产出机构及个人分析部分约有1500字由中国科学技术大学图书馆的张素芳老师提供统计数据资料。同时非常感谢中国科学技术大学图书馆的杜进老师对于科技期刊研究框架的建

议,并亲自带队奔赴国家图书馆展开系统的调研。在最近两年内我们的科研小组定期探讨交流,携手合作、共同进步,这些积累和收获是我的,也是你们的共同财富。

该书在即将出版之时收到喜讯——获得了2014年国家社科基金青年项目“前沿科学成果的视觉传播研究”(课题编号:14CXW011)立项,这是对该方向前期系列研究工作的肯定,更是对以后进一步拓展深入研究的有力支持。

感谢中国科学技术大学研究生院的研究生创新计划对本书出版的支持。感谢中国科学技术大学给了我这么多接触前沿科学成果的机会,给了我创新的土壤和不断学习进步的养分。感谢汤书昆、周荣庭、徐飞、史玉民、古继宝、张增田等良师益友对于理论研究模块的良好建议和细致帮助,同时也感谢他们对于该研究方向的肯定、鼓励和支持。本书从点滴积累直至出版一晃3年过去了,这期间有憧憬和紧张,有彷徨和迷茫,更有兴奋和激动,终于在今天可以向这3年的青春时光致敬,向一路上所有给予我帮助与鼓励的师长、朋友及亲人致以深深的谢意!

哲学是一个钟摆,因为接近科学而可信,因为亲近艺术而可爱。科学的艺术化,艺术的科学化,是科学与艺术融合发展的必然趋势。

王国燕

2014年6月6日

目 录

序	(i)
前言	(iii)
第 1 章 绪论	(1)
1.1 科学与图像	(1)
1.2 科学的图像传播	(2)
1.3 科学图像的研究视角	(10)
第 2 章 相关理论	(15)
2.1 科学可视化与知识可视化	(15)
2.2 图形学与符号学	(19)
2.3 视觉文化与视觉传播	(21)
2.4 认知心理学	(23)
2.5 科学之美	(25)
第 3 章 传播学视角下的科学可视化	(29)
3.1 科学可视化的三个应用领域	(29)
3.2 科学可视化过程的三层关系传递	(30)
3.3 科学可视化形式的演进	(31)
3.4 科学可视化的新形式	(32)
3.5 科学可视化的 5W 要素漂移	(36)
3.6 科学成果的视觉表达	(38)
第 4 章 前沿科学成果的图像传播范式研究	(41)
4.1 科学研究的可视性	(42)
4.2 科学成果的可传播性与可表达性	(47)
4.3 科学成果的可视化层级	(48)
4.4 前沿科学成果的传播受众分析	(61)

4.5	科学成果视觉传播的二维导向	(63)
4.6	面向科学公众建立有效的视觉传播范式	(64)
第 5 章	前沿科学成果与科技期刊	(75)
5.1	前沿科学成果的视觉化形态	(75)
5.2	科技期刊封面的意义	(84)
5.3	科技期刊封面的科学性	(86)
5.4	科技期刊封面的多样性	(90)
5.5	科技期刊封面的融合性	(94)
5.6	中外科技期刊封面的比较分析	(95)
第 6 章	CNS 封面故事研究	(99)
6.1	CNS 封面故事成果的国际比较研究	(99)
6.2	CNS 封面故事及国外图像创作者的案例研究	(115)
第 7 章	中国的前沿成果图像传播调研	(129)
7.1	中国的前沿科学成果及其分布	(129)
7.2	中国作者的科学可视化案例及创作分析	(136)
第 8 章	基础自然学科成果的图像特征研究	(145)
8.1	化学的可视化特征	(147)
8.2	物理学的可视化特征	(159)
8.3	生物学的可视化特征	(171)
8.4	数学的可视化特征	(179)
8.5	基础自然学科可视化特征的比较分析	(184)
第 9 章	世界级科技进展新闻的图片研究	(200)
9.1	科技成果新闻图片的特征	(200)
9.2	世界级科技成果新闻图片的分类研究	(201)
9.3	中外重大科技成果新闻图片对比	(215)
第 10 章	科学成果视觉表达的经验与建议	(218)
第 11 章	总结	(220)

第1章 绪 论

1.1 科学与图像

人们的阅读行为早已从传统的文本阅读时代转向“读图”时代。视觉表达能够跨越不同的文化背景、语言环境,人们通过感性直观的“读图”就可快捷接受科学新知、留下生动形象的记忆。感觉器官是一切信息向人类传播的通道,其中,85%以上的信息来自于视觉。同时,大脑中与视觉相关的神经元多达50%。随着现代科学技术的发展,显微镜、天文望远镜、红外探测、医学显影等技术手段不断提升,本来遥不可及的星云宇宙以及微观的生物与物质结构现在都可以通过视觉通道进入人类大脑从而被认知。科学技术在延伸着、丰富着我们的视界,同时利用科学可视化技术手段,各种科学研究成果也在不断转化成视觉内容,通过新媒体技术手段形成一幅幅具有视觉冲击力的画面,跃然于我们眼前。

比起长篇大论的研究报告,一张生动的图片更能在第一时间抓住公众的眼球。“图片往往反映文献的重点和核心,可以把知识在不经图像到文字转换的情况下完整地展示在研究者面前,帮助研究人员快速获取核心知识单元。”^①科学研究的成果无论是在业界传播还是面向社会大众时,都离不开图片、图表的辅助,以至于CNKI(中国学术期刊网)近年推出了CNKI科学图片库,收录了1500万余张各类学科领域的学术图片,并以每年100万张的速度不断递增。视觉图像的表达在人文科学、公共文化等领域也已是常态。

科学研究新发现的知识是可以视觉化的,并且是有规律的。重大科学发现是不太容易仅靠文字去表达的。亚里士多德认为“一切事物的存在都遵循着质料和形式的构成规律,而形式是关键性要素”^②。文字、图片、图表乃至动态演示都是科学表达的形式。

① CNKI学术图片知识库. <http://image.cnki.net>.

② 赵慧臣. 知识可视化视觉表征的形式分析[J]. 现代教育技术, 2012(2): 21-27.

自然科学成果的可视化与一般意义上的可视化有相似之处,也有显著区别。“科学可视化”的概念发端于美国国家科学基金会 1987 年关于“科学计算领域之中的可视化”的报告^①,而科学可视化领域如今依然还属于新事物,是科学之中的一个跨学科研究与应用领域^②。目前,《大英百科全书》依然把科学可视化作为计算机图形学的组成部分。在视觉文化时代背景下,科学可视化尤其是前沿“大科学成果”的可视化,并非能单独通过计算机的可视化模拟运算自动生成,更需要从便于公众理解和认知的角度由艺术家与科学家来合作创建,并展开相关的图像研究。促进科学与艺术的融合也是近年来计算机图形学领域内不断掀起的呼声。

1.2 科学的图像传播

视觉是人类获取信息的最重要的途径。俗语道:一图胜千言。图像在科学成果的解释中具有鲜明的优势。视觉图像的直观性、易读性、生动性等特点使它更具视觉冲击力,能够跨越不同的文化背景、语言环境。若从图像角度来研究前沿科学成果的视觉表达,则对提高科学成果面向业内同行(即科学共同体)的传播效果和影响力有显著作用,从而促进科学成果更快速地转化为生产力,在促进公众理解科学、公众参与科学的深度与广度的同时,扩大科学技术对社会的影响。

哲学家兼科学家弗朗西斯·培根(Francis Bacon)在《新工具》一书中提倡“知识就是力量”,认为“科技知识的力量不仅取决于其自身价值的大小,更取决于它是否被传播以及被传播的深度和广度”^③。利用各种媒介传播渠道和多样化的表达方式来增进科技知识被传播的深度和广度,形成价值的溢出性和扩散增值效应,可有效提升自然科学成果自身的价值和力量。

比起长篇大论的科研报告,兼具科学性与艺术性的视觉化设计无论是在专业研究领域还是在大众扩散领域,都能更好地在第一时间吸引公众的注意力。2008 年的诺贝尔化学奖授予了“分子与细胞事件的光学可视化”研究成果,该成果基于荧光报告基因的光学分子成像技术在细胞、细胞网络、组织、器官和个体等不同层

① McCormick B H, DeFanti T A, Brown M D. Visualization in scientific computing computer[J]. Graphics, 1987, 21(6).

② Scientific Visualization Britannica Online Encyclopedia [EB/OL]. 29 April 2008. Retrieved 11 July 2008.

③ 卞毓麟.“科学宣传”六议[J]. 科学, 1995(1): 23-26.

次实现分子与细胞事件的实时可视化,从而为重大疾病的早期诊断和药物研发发挥重要作用。自2003年开始,每年美国国家科学基金会都会和《科学》杂志联合举办国际科学可视化挑战赛,以鼓励人们把科学成果知识以照片、插图、绘图、视频及互动游戏等具有视觉冲击的形式呈现,促进人们对科学的了解。科学可视化不仅是科学研究的重要手段,更是促进科学成果走向大众的必要形式。

自然出版集团(Nature Publishing Group)于2013年5月发布的2012自然出版指数显示,来自中国的作者2012年度在《Nature》及子刊上共发表了303篇论文,占据《Nature》论文总数的8.5%,这一数字比2011年同比增长了35%。如果追溯到2000年,则只有6篇发表在《Nature》系列期刊的论文有中国作者的参与。中国作者发表的《Nature》《Science》期刊论文数在最近20年内呈现快速增长态势,尤其在最近5年呈现井喷式增长,相关的具体数据将在7.1节展开详细分析。自然出版集团称赞中国科研能力正在快速崛起,与此同时,科学成果的视觉表达需求也在与日俱增。

1.2.1 前沿科学进展的图像传播

在2013年1月19日公布的由中国两院院士评选的“2012世界十大科技进展新闻”中,“加拿大科学家开发出人造大脑”“科学家发现‘疑似’上帝粒子”“英国研究发现一种高速磁存储原理”“天文学家发现质量是太阳170亿倍的黑洞”“德国首次从皮肤细胞中培养出成体干细胞”等重大科学进展的展示图,以具有艺术张力的视觉形式诠释着科学原理以及研究对象的内部结构,2012年世界十大科技进展的10项成果中有7项来自于《Nature》《Science》期刊。这些科技进展通过大众传媒面向社会公众不断扩大宣传的过程中,视觉表达图片与科技报道相得益彰,格外引人注目,如图1.1~图1.4所示。

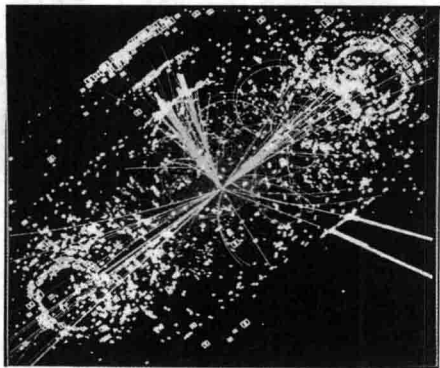


图 1.1 科学家发现“疑似”上帝粒子

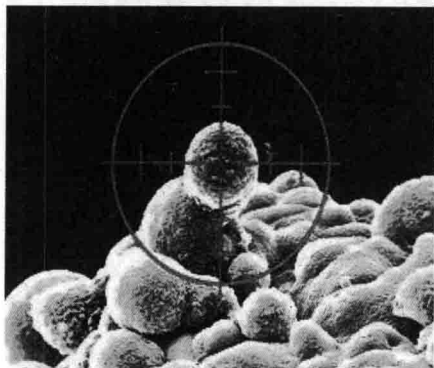


图 1.2 癌症干细胞研究获新证据

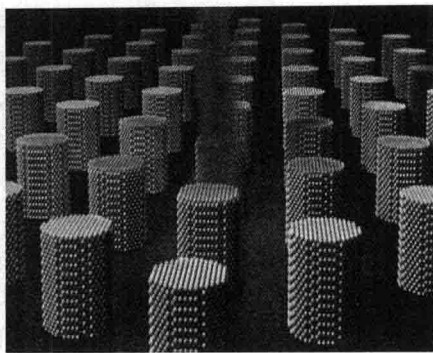
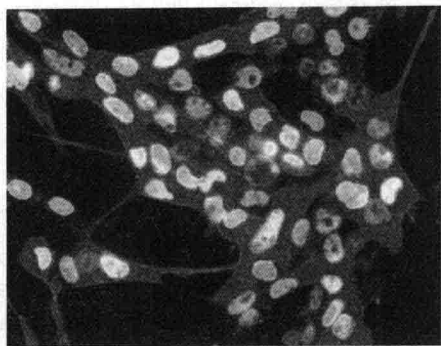


图 1.3 德国首次从皮肤细胞中培养成体干细胞 图 1.4 英国研究发现一种高速磁存储原理

而相对应的“2012 中国十大科技进展新闻”则与之对比鲜明：中国十大科技进展中多达 8 项成果的图片仅仅是工作场景的新闻照片，尤其是“大亚湾实验发现中微子新的振荡模式”，被《Science》杂志评选为 2012 年度十大科学突破之一，却在各类宣传报道中仅展示了大亚湾实验室的全景，不足以对该项具体成果有准确的视觉表达。这让我们看到了科学成果视觉表达中，中国与发达国家之间存在着差距。两院院士评选的中国十大科技进展新闻（部分）如图 1.5～图 1.8 所示。

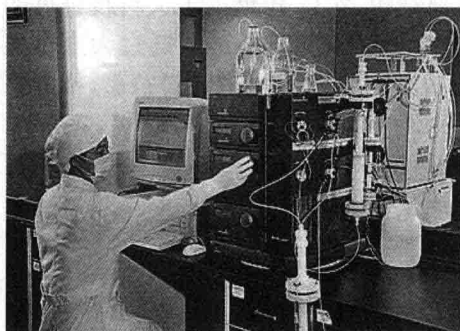


图 1.5 戊肝疫苗研制成功



图 1.6 可扩展量子信息处理获重大突破

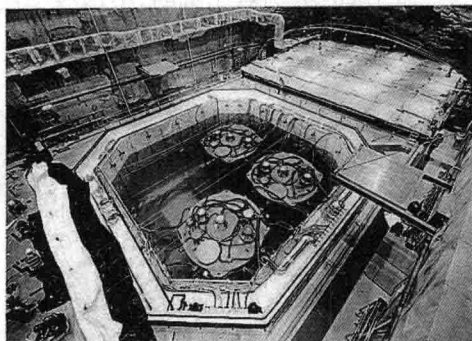


图 1.7 大亚湾实验发现中微子新的振荡模式



图 1.8 “蛟龙”号下潜突破 7000 m

1.2.2 顶级期刊的图像传播

最近五年来中国科研团队在《Nature》正刊上发表了 306 篇论文,其中封面故事文章 8 篇;在《Science》正刊上共发表 295 篇论文,封面故事文章 3 篇。而这些《Nature》《Science》封面图片中,中国作者署名的仅 4 篇,其科学可视化设计的创意也较为简单,多数为研究对象的外观展现。多数中国成果的封面图片提供者都来自美国的 Science Photo Library, I Stock Photo 等科学图片机构^①。这显示了中国前沿科学成果可视化对国外机构具有较高依赖,自主创作能力严重不足的现状。图 1.9~图 1.12 为中国科学成果可视化设计,与图 1.13~图 1.20 国外科学成果

^① 王国燕,汤书昆. 论科学成果的视觉表达:以 Nature、Science、Cell 为例[J]. 科学学研究, 2013(10):1472-1476.

在前沿期刊封面上的可视化图像的案例对比鲜明,中国科学成果的视觉表达形式、艺术化水平、创意思路与视觉效果都还有较大的提升空间。

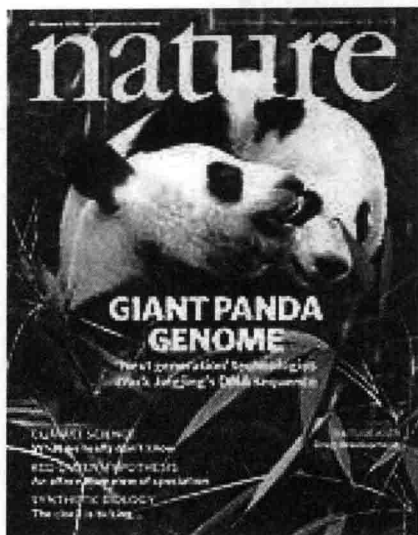


图 1.9 2010 年 1 月 21 日《Nature》杂志



图 1.10 2011 年 2 月 24 日《Nature》杂志



图 1.11 2012 年 11 月 1 日《Nature》杂志

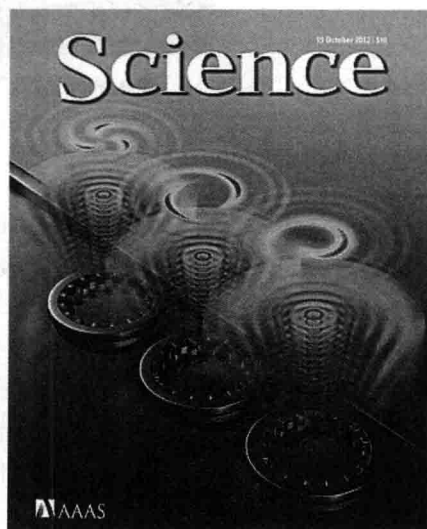


图 1.12 2012 年 10 月 19 日《Science》杂志

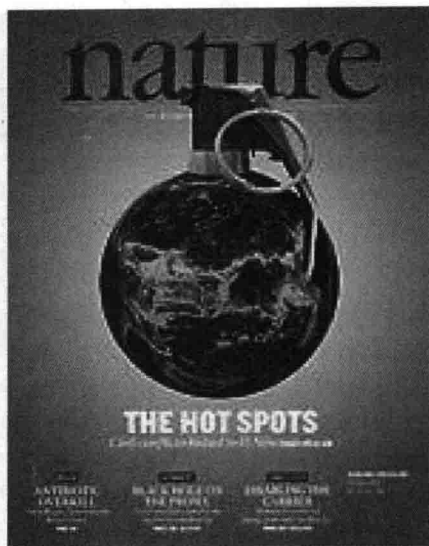


图 1.13 2011 年 8 月 25 日《Nature》杂志

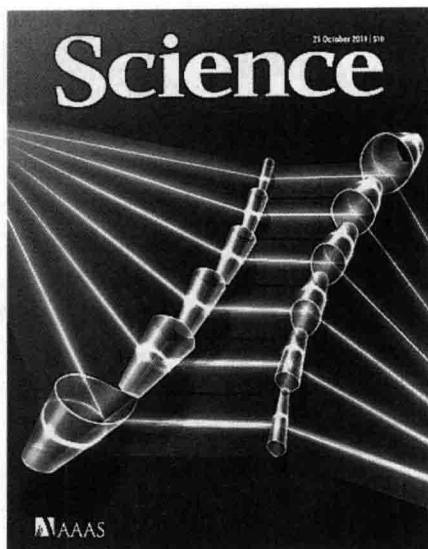


图 1.14 2011 年 10 月 21 日《Science》杂志



图 1.15 2012 年 6 月 1 日《Science》杂志



图 1.16 2012 年 2 月 10 日《Science》杂志

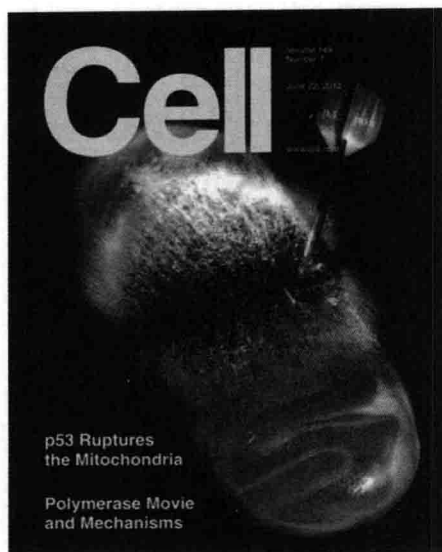


图 1.17 2012 年 6 月 22 日《Cell》杂志

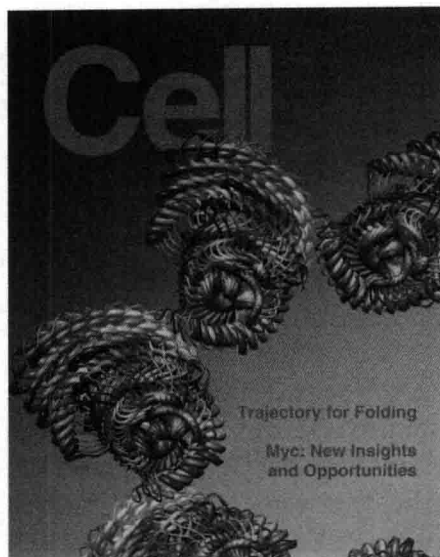


图 1.18 2012 年 3 月 30 日《Cell》杂志

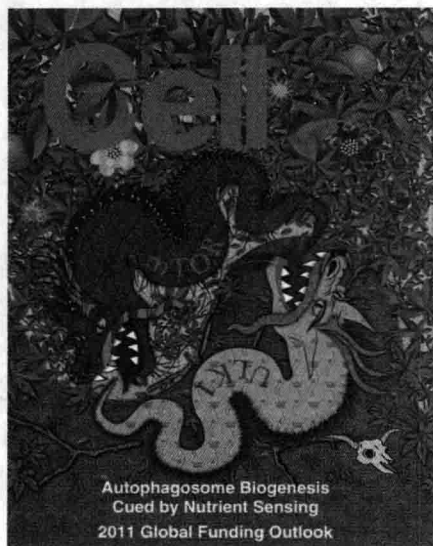


图 1.19 2011 年 1 月 21 日《Cell》杂志

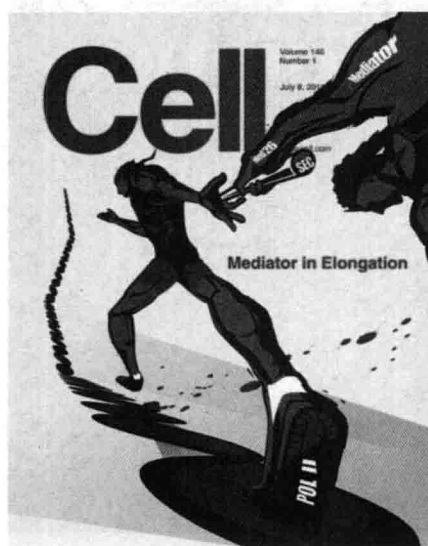


图 1.20 2011 年 7 月 8 日《Cell》杂志