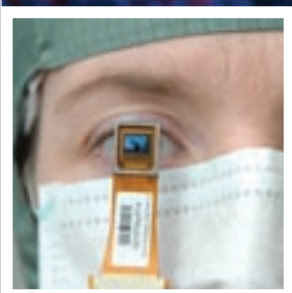


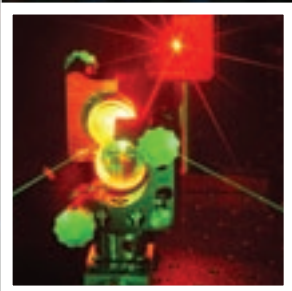
苏格兰研究前沿

成像

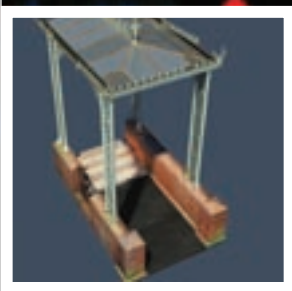
2007 年秋季 第 6 期



尺寸问题



显微镜下的生命



数字化梦想成为现实

简介

苏格兰科学： 成像



Anne Glover 教授, FRSE
苏格兰首席科学顾问

没有什么比可视化图像更加引人注目；人脑中最庞大的处理系统就是视皮质，这一点也并非巧合。人类既依赖于视觉信号又受到视觉信号的刺激。接收到的图像会帮助我们理解人类的行为并解读周围的环境。社会利用成像以达到多种目的，包括通讯、娱乐、安保、远程监控、研究和医疗诊断。在苏格兰，我们在成像技术研究、创新和应用方面的杰出成绩受到了广泛认可。例如，在爱丁堡，我们管理着英国天文技术中心，许多其他国家和地区用来进行银河系及更远星系成像的仪器都是由该中心开发制造的。同时，通过苏格兰基金管理委员会的研究共享倡议 SINAPSE（苏格兰成像网络：科学成就平台），来自阿伯丁、邓迪、爱丁堡、格拉斯哥、圣安德鲁斯和斯特灵的专业知识也汇集在一起，共同推动了脑部成像及解读技术的发展。

谈到微小物体显像时，许多人会将英国人 Robert Hooke 视为显微镜之父。300 多年前，正是他首次揭示了组成生物体的细胞的神秘世界。他在成像方面兴趣广泛，在天文学方面也做出了重要的贡献——他根据圣安德鲁斯大学数学教授 James Gregory 的想法制成了世界上首台反射式望远镜。然而，目前通过应用不同的成像方法已经克服了玻璃光学元件和光线波长对早期显微镜的诸多限制。本期，格拉斯哥生物光子学中心的 Allister Ferguson 将向您介绍一种利用激光进行成像的

先进技术，Allister Ferguson 发明的这项技术将使生物学家能够在不损伤活体组织的情况下进行观察。通过将纯物理学应用于生物系统中，人们能够微型系统中使用脉冲激光观察活细胞对药物的反应，并更好的了解正常和异常的细胞功能（如癌症）。当你的思想冲破个别学科人为界限的羁绊时，许多想法都能实现，上面的技术便是其中一例。

生物学中一些最简单的问题研究起来往往最为困难，例如：“究竟什么使细胞发生分裂”？这是个重要的问题，因为它是我们理解正常发育的基础，也为我们研究细胞分裂异常时发生了哪些问题（例如肿瘤生长）提供了方法。同样，成像也是我们研究细胞分裂或者细胞暴露于各种环境影响下时发生变化的一种最强有力的工具。而现代生物学中许多情况下，研究的困难在于如何试验以及如何读懂试验中产生的大量信息。邓迪大学的 Jason Swedlow 利用一种创新性的用于积累和分析成像数据的软件方案向这一问题发起了冲击。这是一个突破传统学科界限进行思考从而获得全新解决方案的又一例证。

以这些创造性思维和技术进步为基础，我们可以预见人们对于基础生物学的理解将会急速增长。

但是我们对于精密图像越来越高的要求并不仅局限于生物学研究领域。现在无论世界任何地方，人们都在利用移动电话拍摄图像并发送到世界各地与他人分享。在位于爱丁堡的 STMicroelectronics 公司成像产品部，Graham Townsend 在不到十年前就预见到了这一情况，公司已经着手利用一种不同于 CCD 技术的方法对成像技术产品进行进一步的微型化处理，而 CCD 技术起初曾在全球成像市场处于主导地位。通过一种整合图像拍摄和处理的新技术，设备可以比以往更小巧、更智能、更便宜，并能适合各种应用领域，甚至包括以往我们从不知道需要成像产品的领域，还可为一些新出现的问题提供急需的解决方案。

拍摄到图像后，我们希望通过多种方法欣赏图像。现在的电视看起来与几年前完全不同：纤巧的平板显示器取代了巨大的阴极射线管，而且具有极高的分辨率。但是考虑到微型系统的应用问题，爱丁堡 MicroEmissive Displays 公司的 Ian Underwood 开发了全新的微型显示系统，该系统可植入视频眼镜中以及压印在各种柔软表面上。现在再配合数字电视广播，我们就能随时随地观看电视、视频以及其他图像流了。娱乐市场对于高品质图像的需求十分巨大，但格拉斯哥艺术学校的 Douglas Pritchard 开发的虚拟成像技术在其他方面也有许多应用，例如城市和乡村景观的规划和设计。现在我们可以获得格拉斯哥的全三维模型，并且还能显示水位升高对城市的影响。考虑到人们非常容易接受地理位置的“真实”

目录

| | |
|-------------|----|
| 显微镜下的生命 | 4 |
| 当细胞分裂时…… | 6 |
| 洞悉未来 | 9 |
| 尺寸问题 | 12 |
| 数字化梦想成为现实…… | 15 |
| 心灵解读 | 18 |
| 速变磁场循环革命 | 21 |
| 前景扫描 | 23 |
| 让扫描成为当然之选 | 25 |

本杂志由爱丁堡皇家科学院出版，爱丁堡皇家科学院与英国文化委员会合作创办，并获得了苏格兰政府财政支持。

封面：2.5 天大小鸡胚横断面图像，重点显示神经管，该结构最终将发育为脊髓。DNA（使细胞核突出显示）被标记为红色，微管（一种细胞骨架蛋白，参与细胞分裂）被标记为蓝色，神经元被标记为绿色，分裂中的细胞被标记为粉红色；Arwen Wilcock 博士（邓迪大学 Swedlow 实验室和 Storey 实验室）拍摄、供图；插图图片：MicroEmissive Displays 微小的 eyescreen™，MED 供图；实验室正在研制的激光器，斯特拉思克莱德大学教学服务部供图；比特岛上一座金属入口顶篷的三维模型，精度在厘米级以下。苏格兰历史古迹局的数字化记录项目。Douglas Pritchard 供图。

编委会：

主席：John Coggins 教授，FRSE

格拉斯哥大学生物医学与生命科学、临床医学与兽医学系副主任

Peter Grant 教授，FRSE、FIEE、FIEEE、FREng

爱丁堡大学电子工程系工程学钦定讲座教授

Angus Lamond 教授，FRSE

邓迪大学生命科学学院基因调控与表达研究部生物化学教授

David Milne 教授，OBE、FRSE、FIEE、SMIEEE、FREng

Wolfson Microelectronics Ltd 公司执行董事

编辑团队：

文字：Peter Barr, barrcomms@btinternet.com

设计：Emma Quinn

主编：Michael White，英国文化委员会

编辑：Stuart Brown，爱丁堡皇家科学院

翻译和中文排版：Asian Absolute Ltd.

www.asianabsolute.co.uk

印刷：Henry Ling Ltd.

www.royalsoced.org.uk

www.sciencescotland.org

ISSN 1743 - 6222 (《苏格兰科学》印刷版)

ISSN 1743 - 6230 (电子版)

更多信息，请联系：sbrown@royalsoced.org.uk

爱丁堡皇家科学院

22 - 26 George Street

Edinburgh EH2 2PQ

本刊物叙述的任何观点均不代表爱丁堡皇家科学院及其成员的观点。

图像，这一模型将成为吸引公众关注气候变化可能产生的影响，并且使那些减缓气候变化的措施更容易被大家接受的强大工具。随着类似模型在世界各地纷纷涌现，虚拟旅游即将成为现实，用于灾难规划的工具也将问世，其价值不可估量。这些进展为新产业的诞生打下了坚实基础并带动了国家的经济发展，对于富有创造力而且希望在科学领域找到满意职业的年轻人来说，也是一种实际意义上的鼓舞。

由于我们大脑中进行图像处理的神活动如此之多，那么我们能够接收海量信息并进行迅速处理从而勾勒出周围情况的图像，也就不足为奇了。格拉斯哥大学心理学系的 Schyns 教授试图阐明大脑是如何实现上述过程的，他的目标是生产出一系列新装置，例如能够使残疾人通过思维控制装置的远程反应系统，以及能够辨别恐惧、愉悦或者某些行为模式的精密图像识别系统。这将对“我们的思想为我们所特有”这一观点的挑战，也将引发围绕这一新兴科学领域的众多伦理学争论。

我们已经认识到磁共振成像在医学上的价值，作为一种无痛、无创性技术，磁共振成像的应用十分广泛，它可对整个身体进行横断面扫描并用于多发性硬化、心脏病和关节疾病等的诊断。阿伯丁大学的 David Lurie 依靠当地 MRI 技术的发展，开发出了能够提高图像分辨率并增加图像采集信息的新技术。信息采集的改善将缩短诊断时间并改善治疗效果，对于越来越需要医疗保健服务的老年人来说，这无疑是一条好消息。Joanna Wardlaw 领导的爱丁堡 SFC 脑成像研究中心正在推动通过 MRI 扫描改善中风患者的治疗效果（中风是苏格兰地区的一大健康杀手）。毫无疑问，MRI 扫描将改善患者的治疗效果，阿伯丁地区 Andy Welch 领导的 PET 扫描研究小组取得的成果对此也有帮助。PET 扫描不仅可以进行诊断，而且还可用于新药的研发以及疗效的改善。这些扫描技术不仅用于治疗患者，制药公司也可利用这些工具开发出针对各种神经系统疾病（如癌症）更具疗效和靶向性的治疗方法。

成像技术在 21 世纪的人类生活中应用十分广泛，从理解基本生物过程，到生产新型娱乐设备以及改善疾病治疗效果，无所不包。本期《苏格兰科学》杂志的共同主题是科学家们在取得这些成就过程中展现的创新性思维，以及他们希望跨越传统学科边界寻找解决方案的愿望。



ALLISTER I FERGUSON 教授, FRSE

显微镜下的生命

提起激光时，许多人仍然会想到这是一种致命的光线，但是新一代的激光式多光子显微镜已经应用于从癌症到牙痛的各种医疗问题……

20 世纪 90 年代初，生物学家利用显微镜对不同的胚胎进行研究时，首先使用被称为荧光基团化合物的化学物质进行染色，然后再将强光线照射到细胞上。这种方法极为奏效，但是在这一过程中胚胎会死亡。现在，这些生物学家可以跟踪记录仓鼠等动物的整个生命活动——从它们还只是一小束细胞时直到老态龙钟——而不会对其造成任何伤害。

除了不会使仓鼠胎死腹中外，这种新技术的主要优点在于生物学家可以对同一胚胎的各个发育阶段进行研究，而不是对不同发育阶段的不同仓鼠胚胎进行研究。就拿药效检测来说，这就意味着整个实验过程中结果将更为一致，从而也就更加可靠、迅速，而且更经济。

这又是怎样实现的呢？答案就是一种称为多光子显微镜 (MPM) 的新技术，它利用特殊激光照射透镜下的标本，而不会对细胞造成任何损伤。MPM 不仅创伤极小，而且还能穿透表面下数百微米的距离，深入观察其他技术根本无法看到的厚层组织，甚至还能产生三维图像。

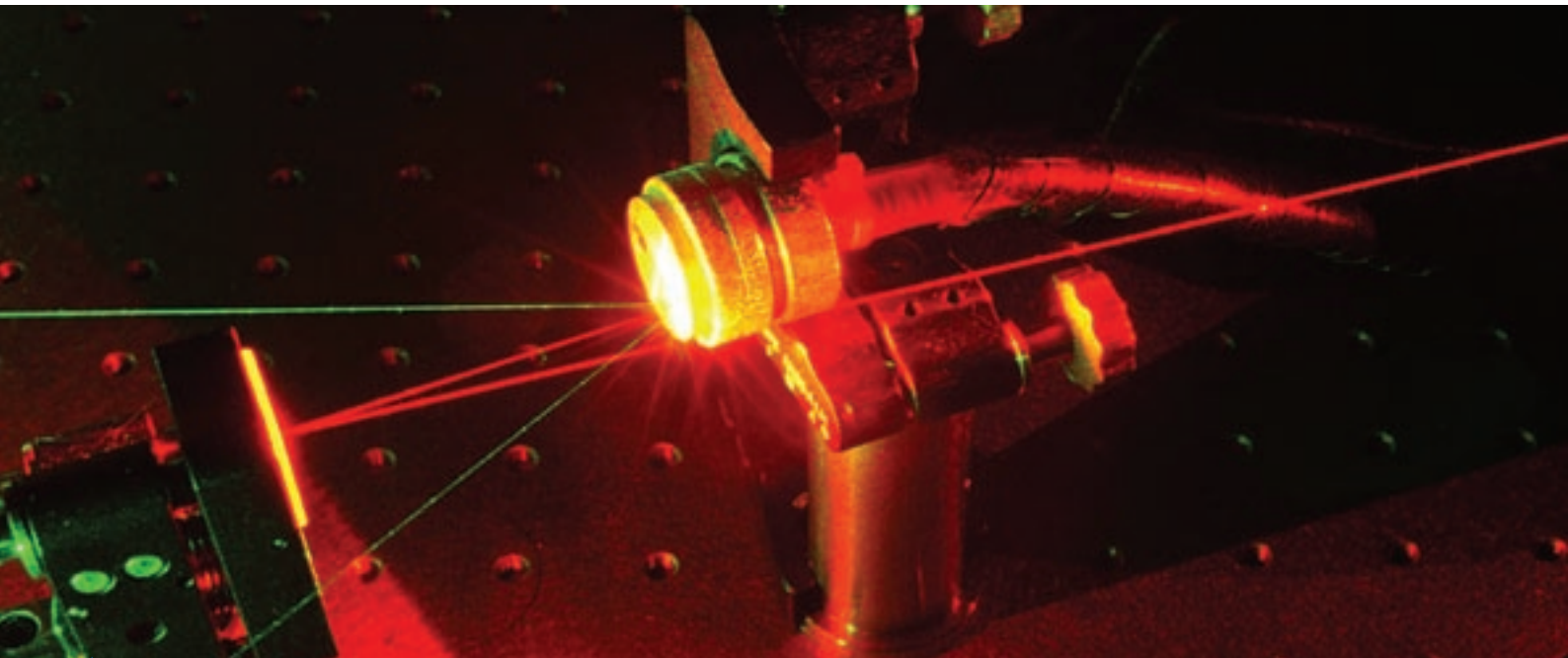
事情的开端是这样的：一天，格拉斯哥斯特拉克莱德大学物理系教授 Allister Ferguson，被一位当时任职于剑桥名为 John White 的生物学家问及是否了解“共聚焦显微镜”。在“虚张声势”了几分钟后（Ferguson 这样回忆他当时的反应），他请

White 解释什么是“共聚焦显微镜”，在这一过程中他了解到了利用现有技术进行活体成像（在显微镜下对研究活体生物）时遇到的问题。

White 获悉 Ferguson 研制超短脉冲激光进行氢原子研究的工作后，与 Ferguson 取得了联系，认为这可能就是解决细胞被激光杀死问题的答案。White 遇到的另一个问题是使用荧光基团化合物及其他指示剂“标记”活细胞，有时会将标本漂白，因而无法观察。其他几家研究机构和商业研发单位告诉 White，寻找这种小巧型激光系统纯属浪费时间。但 Ferguson 立刻想到他的“双光子显微镜”研究可能正是 White 所需要的。

“过量的光线灼伤了观察物体或者产生了有毒物质，但是我知道超短脉冲激光有可能解决这一问题，” Ferguson 说道。“现在的目标就是使多光子系统变得外形小巧，方便使用，这样生物学家及其他不具备物理学背景知识的科学家就能像使用其他显微镜一样使用这种显微镜。”

当时多光子显微镜使用的激光器有一个房间那么大，但 Ferguson 认为他能够研制出固态型多光子显微镜，这需要利用半导体领域的最新进展使部件微型化，容纳更多的信息，使用微小、精密聚焦的激光（脉冲极短，仅 10^{-13} 秒）安全地照射标本，然后通过光栅扫描（一种数据映射方法）构建图像，进行观察。



实验室正在研制的激光器。
斯特拉斯克莱德大学教学服务部供图

Ferguson 与 White 的接触使他对与生物学家合作产生了兴趣，后来他继续研制样品系统，并成立了一家名为 Microlase Optical Systems 的公司，生产用于多光子显微镜的激光器。在将 Microlase 出售给美国 Coherent 公司后，Ferguson 继续他在该领域的研究兴趣，后来在格拉斯哥成立了生物光子学中心，该中心汇集了生命学家和物理学家，使 Ferguson 有机会指导新一代的研究人员。

Ferguson 坚持认为，他能够研制出现在被世界各地的生物学家广泛使用的新型显微镜，要得益于他在纯物理学方面的工作。“这就是为什么要有人研究基础科学的原因，比方说，要利用我们的物理学知识解决生物学问题，”他说。“许多深奥的科学概念最终得以进入我们的日常生活。”

现在，Ferguson “重新回到”了实验室，致力于帮助推动激光器的发展并开发新的应用。生物光子学中心目前正在开发的一项激动人心的新技术被称为 CARS（相干反斯托克斯拉曼散射）显微镜，这是一种无创伤、无标记的高分辨率三维显微镜。

诸如 CARS 等新的激光技术可用于多种领域，包括：免疫学和眼科学，以及胚胎学、脑部成像、电生理学、癌症诊断、药物研发，甚至是龋齿的预防。

利用 MPM，研究人员可以在单一细胞上研究新药的作用，无需人体试验即可做出合格与否的判断。随着扫描深度不断增加，未来的牙科医生能够利用手持式扫描器发现龋齿的早期征象，防止龋齿恶化。另一个优点就是化学特异性，可借此对激光进行调节，从而检测特定的化学物质。

配合相应的光学元件以及特殊的反光镜调整焦距范围，图像品质将会更进一步。

“这一过程十分激动人心，” Ferguson 说道。“我们已将原本被视为科学边界的问题变成了研究人员每天工作中孜孜以求的东西。”

当细胞分裂时

如果科学家能够观察到染色体的诞生并且改变他们的发展方式，那么他们即将迎来许多疾病（包括基因紊乱）治疗方面的令人难以置信的重大突破。邓迪大学的一个研究小组不仅“拍摄”到了新生细胞诞生的瞬间，而且还对图片产生的所有数据进行了分析，从而了解细胞内究竟发生了哪些变化……

图片看上去就像热带海洋里四处游动的水母一样拥有奇异绚烂的色彩，但这不是《蓝色星球》，这是有丝分裂的照片，此时一个细胞分裂成一对完全相同的副本。

加利福尼亚的一间画廊展出了一些米罗风格的图片，抛开其美学感染力不谈，这些图片也代表了迈入癌症、脑损伤或脊髓损伤以及其他许多疾病新型疗法道路上的重要一步。

“如果我们能从机械和分子水平以及组织生物学水平阐明细胞分裂的机制，将对我们理解细胞如何进行生命活动——如何结合成整体以及做出决策具有关键意义。” Jason Swedlow 博士说道。

细胞分裂时，它们要做出“命运的抉择”以“决定”变成何种细胞。Swedlow 实验室正在研究的这种细胞可以“选择”是否变成神经元。Swedlow 和他的研究小组正试图确定哪些细胞变成了神经元，以及这种变化发生的时间。然后再将这一过程进行反向分析，从而追溯到这些细胞的本源，并观察细胞“诞生”以来发生的所有事件。

问题是为了观察到“神经发生”，必须拍摄数以千计的活动细胞，随着细胞分裂和复制，这一过程中产生的数据累积达到数 TB（1TB 等于 1 百万兆字节），在达到“大海捞针”的程度以前，必须对数据进行分析。尽管 Swedlow 实验室（位于邓迪大学 Wellcome 基金会生物研究中心内）拥有的计算能力与一家银行相当，但这仍是一大难题。

Swedlow 和他的研究小组正在研究的这种突破性工具是一款智能软件——关系数据库管理系统 (RDMS) 以及 Open Microscopy Environment (OME)

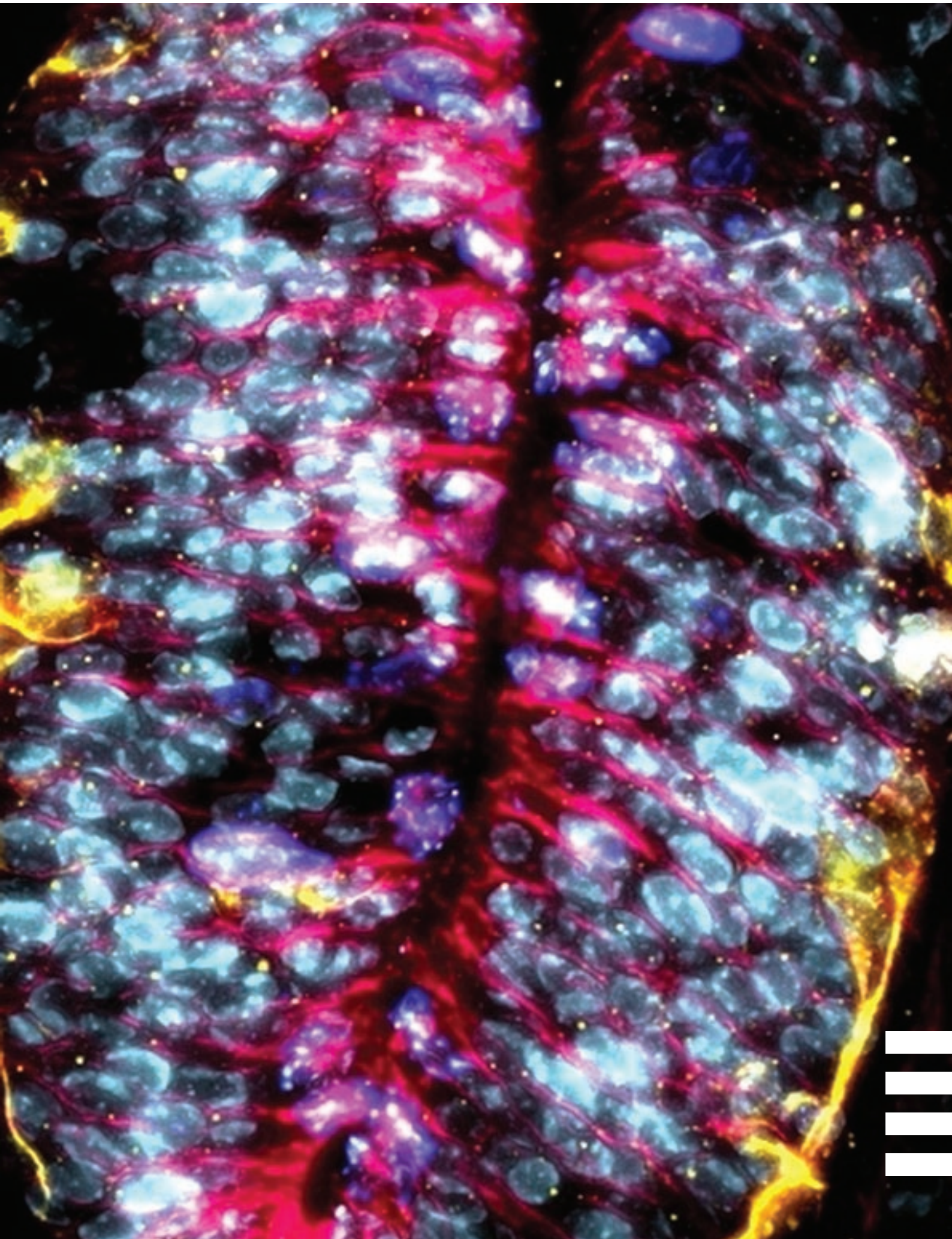


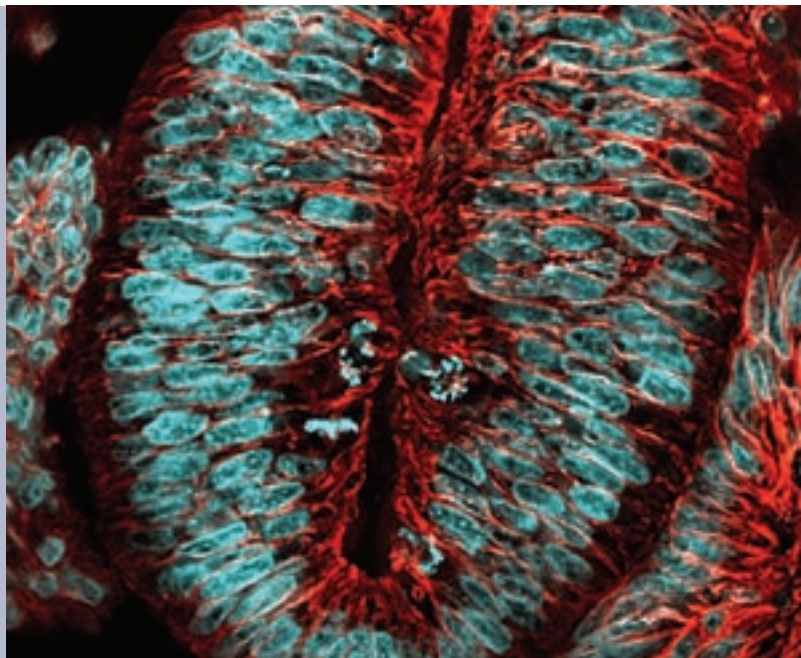
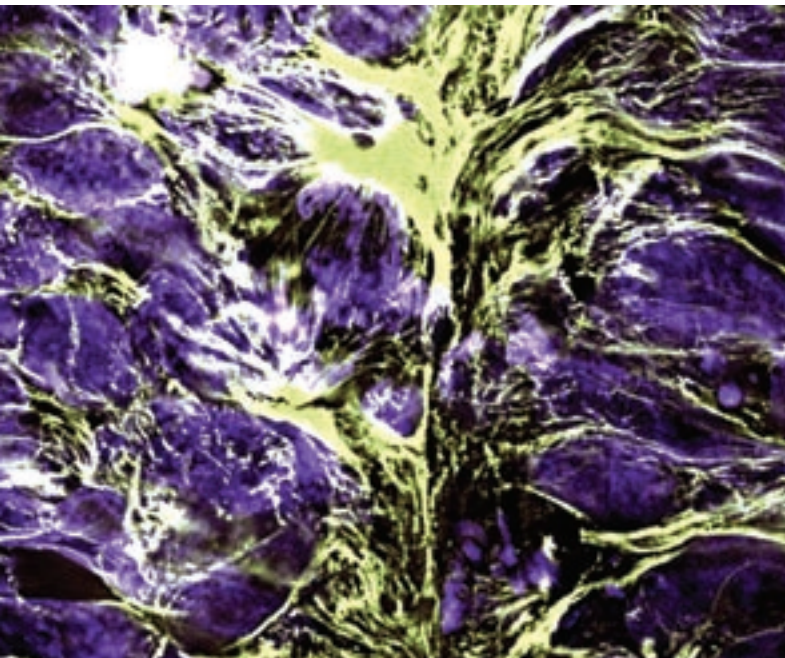
由左至右：KATE STOREY 博士；JASON SWEDLOW 博士；ARWEN WILCOCK 博士
供图：DAVID MARTIN

(Swedlow 于 2000 年协助建立的一家国际财团) 开发的一款开源程序。OME 开发的软件工具可以管理和分析世界各地学术和制药实验室采集的大量图像数据，例如数字荧光成像产生的数据，在显微镜下对目标进行标记或漂白，这样研究人员就能在微观水平计算发生的变化，包括分子定位、相互作用和活动等过程。

按照 GNU 通用公共许可，OME 软件可从 OME 网站 (<http://openmicroscopy.org>) 上免费下载，并且只要保持源码的开源性，用户就可以对其进行再分销。激励 Swedlow 本人的是该工具能够为整个生物学界提供信息学解决方案，这样科学家的实验就能取得更快的进展，例如发明药物和研制治疗方法。

Swedlow 的目标之一是通过多个学科（如信息学和生物学）的融合，使数据分析成为一项更为常规的步骤，并开发新的成像技术以“了解磷酸化指示剂的作用并对其进行精密调整”。





左上：发育中的鸡胚神经管（该结构最终将发育成脊髓）横断面部分区域特写，拍摄于 1.5 天的胚胎。DNA（位于细胞核内）被标记为紫色，微管（一种细胞骨架蛋白，参与细胞分裂）被标记为黄色；上右：1.5 天鸡胚神经管横断面。DNA 被标记为蓝绿色，微管（一种细胞骨架蛋白）被标记为红色。前页：2.5 天小鸡胚神经管横断面。DNA 被标记为蓝绿色，微管（一种细胞骨架蛋白）被标记为红色，新近变为神经元的细胞被标记为黄色，分裂中的细胞被标记为紫色。Arwen Wilcock 博士（邓迪大学 Swedlow 实验室和 Storey 实验室）拍摄、供图。

激动人心的时刻是拍摄到神经元诞生瞬间的照片

换句话说，与那些在细胞复制过程中惊异注视着细胞、纸上谈兵的研究者不同，Swedlow 与他的 13 位程序员和博士后助手试图理解他们在显微镜下发现的现象，将原始图像转化为有意义的定量数据，从而解释细胞如何进行分裂。

另一项主要工作是“干扰”整个过程——通过各种方法进行干预，以便检测我们在处理细胞时都发生了哪些变化，最终研制出新的药物和其他治疗方法。

“我们非常善于采集图像，”Swedlow 解释说，“但数据管理和数据分析可将图像转变为有助于解决问题的结果，而这正是 OME 为我们带来的优势。”

通过与邓迪大学应用计算机系合作，Swedlow 也在改善 OME 的可用性，应用专家直接与用户合作，传递反馈信息，Swedlow 的开发小组可利用这些反馈信息设计新的功能。

这样，Swedlow 实验室就整合了细胞生物学、成像和软件方面的专业知识，研究细胞如何通过有丝分裂进行发育，并通过与邓迪的 Kate Storey 博士合作，研究神经发生。

对于 Swedlow 和 Storey 以及为他们提供支持的博士研究生 Arwen Wilcock 来说，激动人心的时刻就是通过观察鸡胚胎中的细胞分裂，拍摄到神经元诞生瞬间的照片。“以往从没有人看到过这一过程，”Swedlow 说道。他解释说，在过去 4 年中，该项目已经产生了 2.5TB 的数据，记录了神经元诞生的神奇时刻。

在这一过程中，Swedlow 的研究小组在成像技术以及数据管理和处理方面也取得了重要进展，这些改进的新工具和新技术将为苏格兰及其他地区日后的项目提供帮助。

Swedlow 实验室获得了 Wellcome 基金会、英国癌症研究基金会、生物技术与生物科学研究委员会 (BBSRC) 以及工程与物理学研究委员会 (EPSRC) 的资助。其开发的各种技术已经被世界各地越来越多的研究人员广泛使用，使未来生物学和医学领域能够出现 Swedlow 及其资助单位也无法想象的重大突破。

洞悉未来

尽管爱丁堡动物园中数以千计的游客会用自己的新款摄像手机拍摄照片，但他们很少知道，在仅相距 200 米的一座建筑物内，去年世界各地销售的成像系统中有 13% 是在那里设计和开发的，其中一些仅有火柴头大小……



GRAHAM TOWNSEND
供图：GARY DOAK

用于普通 3G 摄像手机的
3Mpx 自动对焦式主要摄像
模块以及视频分辨率
可拆卸式附属摄像模块



2000 年，当 Graham Townsend 介绍 ST 公司成像产品部的“展望未来”系列产品并预测摄像手机将在全世界范围内取得巨大成功时，人们只是一笑置之。在一次国家技术类记者的聚会上，他向大家解释，CMOS（互补金属氧化物半导体）成像技术的独特优势以及电信技术的相应进步，将会“引发图像增强型通讯产品生产和应用的爆炸式增长”。

但是，ST 公司在 2006 年即售出了 8,000 万件摄像模块。现在，当公司未来技术部主管表示在不久的将来，发达国家的每个家庭都将拥有约 10 套植入式成像系统，每个人都会随身携带一个摄像头，随时读取条码，进行面部识别，提供证据以及拍摄美丽的照片，这时没有人会投以讥笑的目光了。

ST 公司微电子成像产品部位于爱丁堡的研发小组研制的最新产品原型与火柴头一般大小，他们的目标是将每件产品的成本降低到 5 美元以下。“我们可以将以往人们认为不可能的事情变成现实，” Townsend 说道，他同时也是爱丁堡办事处的副总经理。“我们的部分产品可以成功解决问题。”

但是，ST 公司最大的问题不是为这种新一代的 CMOS 成像系统寻找新的应用领域，他们要做的是确定应首先集中发展哪些应用领域。“如果你请包括电子工程师在内的 10 个人提出一项新的应用，你会得到 10 种不同答案，其中很多都有很好的发展前景，” Townsend 说道。“我们没有足够的精力全部进行开发，可能只能开发其中不到百分之十的部分。”

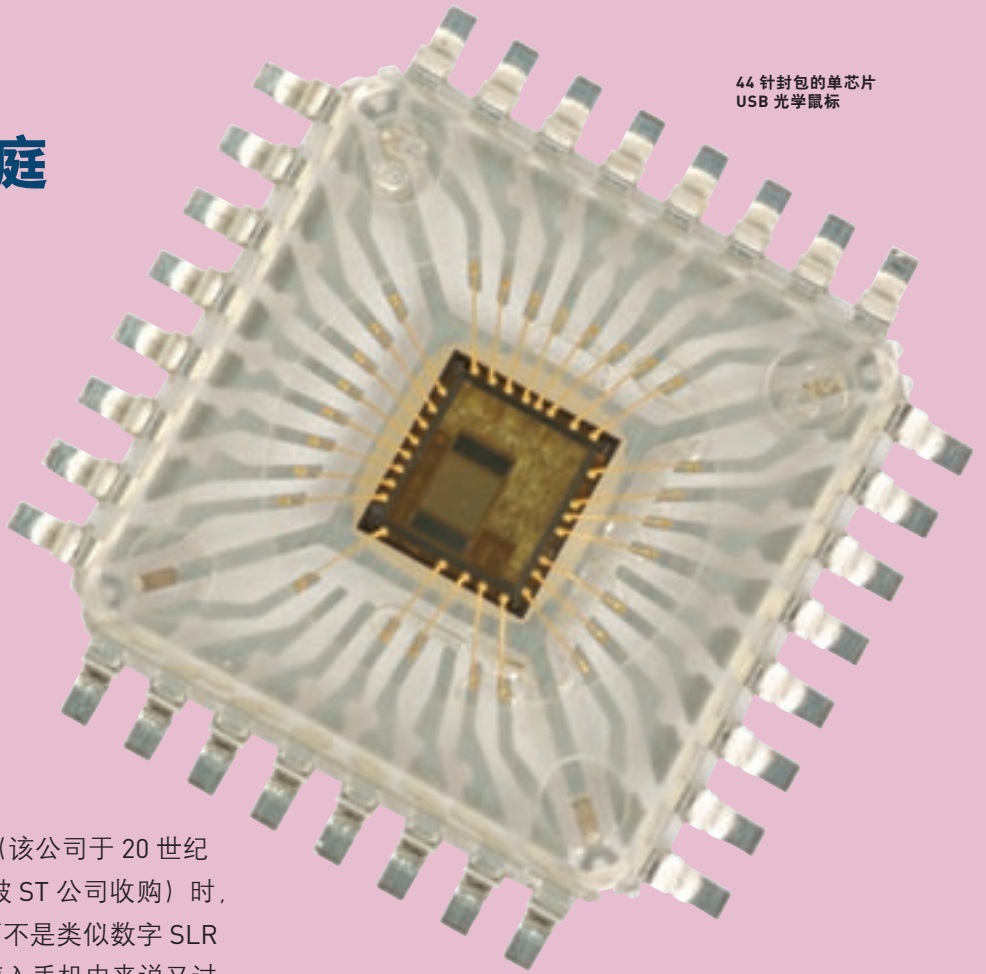
例如，汽车不仅要有车载微型摄像头协助倒车，还要有“黑匣子”摄像头拍摄交通事故（保险索赔或诉讼时可以用到），甚至还需要通过摄像头控制气囊充气。人们可以使用集成了成像系统的多功能设备扫描产品条码，然后在其移动浏览器上“点击浏览”从而在互联网上进行更多研究工作，例如比较价格。冰箱在你购买牛奶前就会了解你的需求，这要归功于能够扫描货架（即使货架门关闭）的智能摄像头。新的成像系统将改善人们的安全状况，因为摄像头会遍布生活的各个角落，互相连接，而且更为智能。

“随着新一代 CMOS 成像系统的功能不断增加以及生产成本的不断降低，在不远的将来，将会涌现数以千计的新型成像应用产品，” Townsend 说道。

该技术的未来充满无限潜能，目前的市场已经达到数十亿美元，但就在几年前，很少有人认为 CMOS 能够征服成像领域，并且主宰日本和韩国的 CCD（电荷耦合装置）照相机市场。

在不久的将来， 世界各地每个家庭 都将拥有 10 套 植入式成像系统

44 针封包的单芯片
USB 光学鼠标



当 Townsend 加入 Vision 公司（该公司于 20 世纪 90 年代独立出爱丁堡大学，后被 ST 公司收购）时，CMOS 系统似乎面向低端产品而不是类似数字 SLR 照相机等尖端产品，而且对于植入手机中来说又过于昂贵。

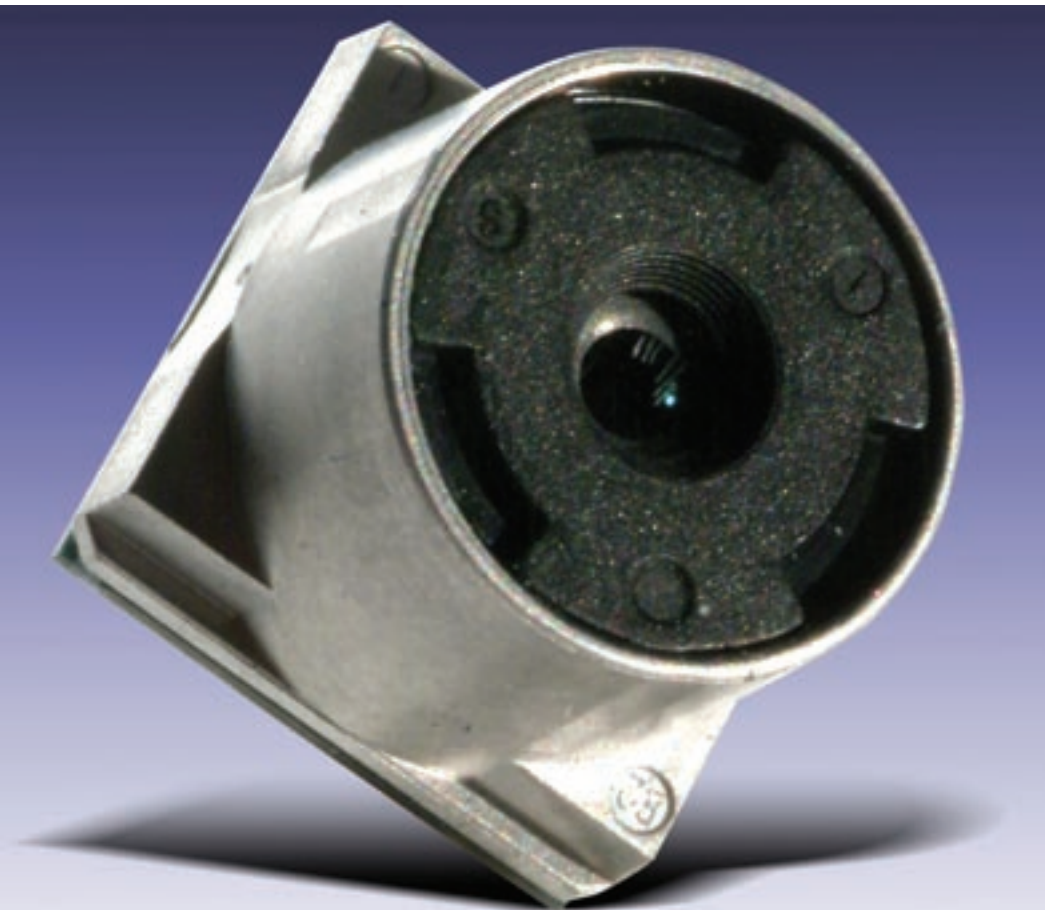
从那以后，这一行业就发生了翻天覆地的变化。目前，摄像手机占全球成像市场的 70%，现在售出的新机型中 60% 都内置了成像系统，CMOS 已经开始改变成像市场的力量平衡，将 CCD 抛在身后。

20 世纪 90 年代，CMOS 成像系统主要用于安保摄像头中，只能提供黑白图像。后来又用于芭比娃娃……

据 Townsend 介绍，1995 年 Vision 公司首次与芭比娃娃的创作者 Mattel 公司接触时，这家玩具巨头坚决反对为芭比娃娃装上 CMOS 数字摄像头的想法，即使其售价不到 50 美元。市场部工作人员表示，年轻女孩不想把摄像头连接到计算机上，但是当 Townsend 向他们展示了自己 11 岁女儿利用该摄像头原型创作的动画短片时，他们迅速改变了想法，不久，芭比摄像头就成为国际畅销产品。

最新的成像系统与早期的产品有天壤之别，并且迅速上市销售，而不仅是被当作工艺器件。例如，ST 公司为几家业内巨头提供成像产品，比如自动对焦模块，该模块体积只有 1cm x 1cm x 1cm，不久就能达到 5Mp（即 500 万像素）的分辨率。随着消费者将选择摄像手机视为理所当然的事，目前正在大规模生产的 3Mp 级产品已经显得有些落伍。

Townsend 表示，ST 公司在成像市场大获成功的秘诀在于它“掌握了成像技术的四大支柱”，包括：信号处理、光学元件、机械装置以及传感器本身。这使 ST 能够在成像市场两条腿走路，既生产成像模块，也生产自己的图像传感器。这种“一体化”发展道路也反映在产品本身的设计即“系统集成芯片”上，它将透镜与负责其运转的智能系统整合在一起，减低了信号噪音和生产成本。另外，大批量自动化组装还有助于生产物美价廉的产品。



“SMIA”标准固定焦距摄像模块

ST的摄像手机产品也是“技术推动需求”的一个绝妙例证，Townsend说。换句话说，消费者并不需要这种功能，在这种产品上市销售前，他们也不知道自己“需要”这种产品。摄像头很快会被植入所有移动电话中，而且会进入越来越多的日常生活领域。“严格说来，我们正在改变人们记录自己生活的方式，”Townsend补充道。

迄今为止，这种变化的脚步颇为激动人心。20世纪90年代末，CMOS成像系统提供的是100,000像素的黑白图像，零售价为20-25美元。现在，同样价格的自动对焦系统不仅可以提供5Mp品质、每个像素12位、每秒8千万像素的彩色图像，而且可对每个像素执行300-500次操作从而进一步改善最终图像品质。像素也更为细致，尺寸从12微米降至不到2微米。ST还开发出成本不到5美元、只有火柴头大小（4.5 * 4.5 * 3.6mm）的摄像头，比几年前出现的任何一款CMOS系统都要先进。

“秘诀在于找到能够补充传感器功能的算法，”Townsend解释说，“但更重要的是，我认为拥有一支庞大而且包括各种专业的工程设计团队，让他们一起工作，团队工作的模式也吸引了众多的人才，这些是我们成功的关键。毕竟，归根结底，在这里以及世界其他地区工作的员工使得我们能够获得成功。”

GRAHAM TOWNSEND 供图

来自爱丁堡的 成像产品

最大研发基地位于爱丁堡的ST成像产品部是ST微电子公司旗下的一个部门。ST是一家跨国公司，去年营业额达100亿美元，其中成像系统销售额为6亿美元。ST是世界领先的成像模块制造商，市场份额达13%，也是硅传感器三巨头之一，市场份额达15%。

爱丁堡的120名员工致力于与图像采集和图像处理技术有关的方方面面，开发用于摄像手机（过去7年间共售出1亿7千万件）、网络摄像头（1千万件）和光学鼠标（7千万件）的产品。该团队中包括硅片设计、图像算法、光学、机械、检测和应用工程师，他们都是成像系统领域的专业人员。



IAN UNDERWOOD 教授, FRSE

尺寸问题

人们说“小巧即美丽”，爱丁堡的电子工程师证明确实如此，他们制成的电视屏幕只有隐形眼镜那么大……

正当电子巨头索尼和飞利浦公司将电视做得足有我们客厅墙壁那么大时，爱丁堡的一家公司却在做着截然相反的事情，他们生产的微型显示器小到你只能通过放大镜才能看清画面。

这种被称为“eyescreen™”新一代微型显示器的一项主要应用就是用于便携式头戴显示器或视频眼镜，它们可以插在移动电话或类似 MP4 和 iPods 视频播放器的个人媒体播放器上。用户可以观看“现场”节目或下载节目观看，可以网上冲浪，甚至还可以玩电脑游戏，与世界各地的玩家一起沉浸在同一个虚拟世界中。配合特殊的光学放大装置，其图像品质可与任何传统电视媲美，甚至强于后者。

这种无闪烁 6mm 对角线像素序列的另一项应用就是用作数字照相机的电子取景器，既提供精确图像，又不受闪光影响。此外，还可用于夜视系统、双眼望远镜、望远镜和便携式摄录机。

生产这种微型显示器的 MicroEmissive Displays (MED) 公司，由 Ian Underwood 和 Jeff Wright 两位博士于 1999 年创立，汇集了二人在微型显示器和聚合物有机发光二极管 (P-OLEDs) 方面的知识。在此之前，Underwood 致力于液晶显示器 (LCD) 技术的研究，但 P-OLED 为其开启了新的探索空间，例如：卷轴式显示器以及微型显示器。

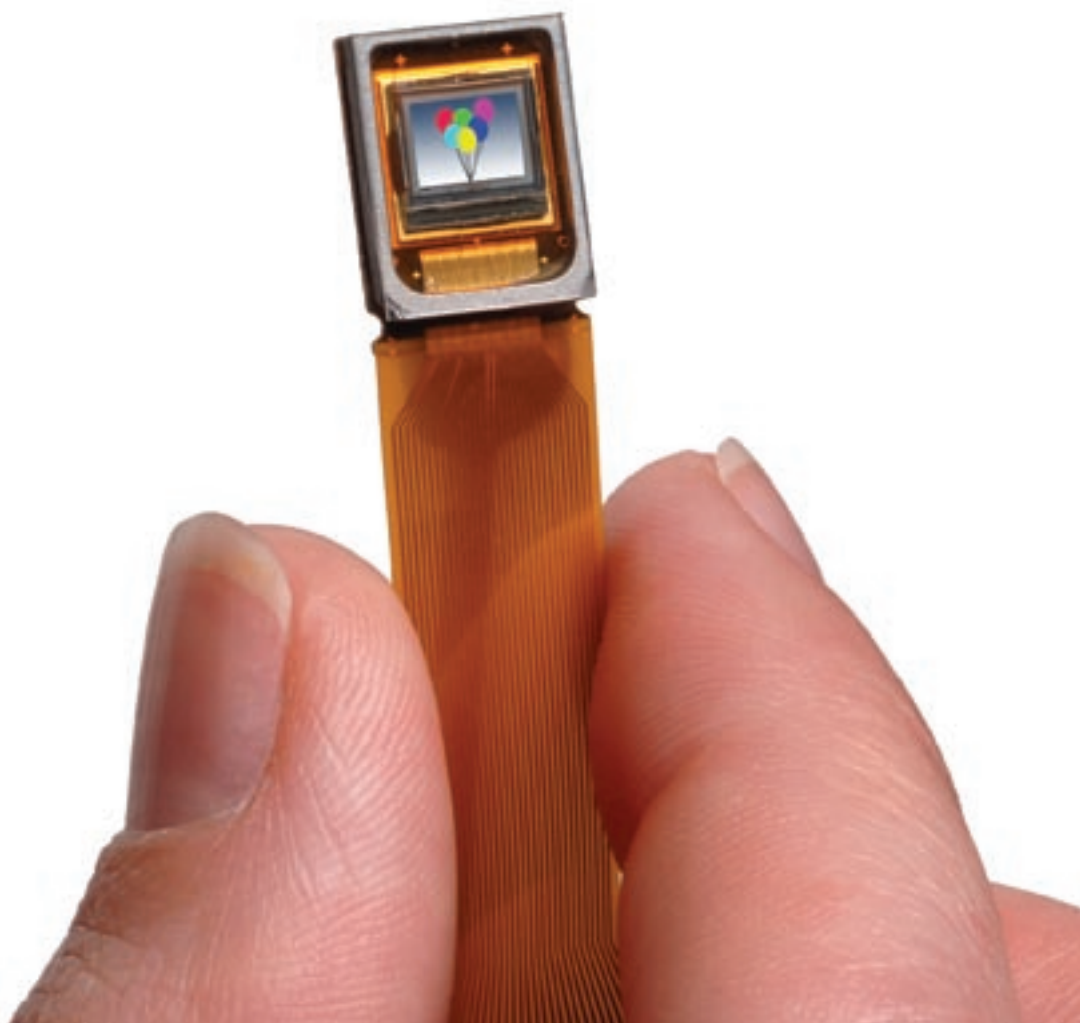
P-OLED 微型显示器具备以下优点：

- 1 减少部件数量（得益于集成式电子驱动装置），从而降低设计成本
- 2 并非背光显示器，因此强光下也可使用
- 3 与传统 LCD 显示器相比功耗降低

例如，尽管 eyescreen™ 每秒钟最多可显示 120 帧画面，但其功耗只相当于传统 LCD 微型显示器的 25% 左右。该技术还可以将显示系统“打印”在硅芯片上，不仅简化了生产，而且可以优化尺寸、重量和电池使用，同时又不影响图像品质——这种显示器具有 230,000 点的 QVGA (320 x RGB x 240) 像素，只需一个 2.5V 电源供电。

“由于 eyescreen™ 的集成电路和数字接口安装在柔性组件上，因此工程师可以为更小、更轻便的装置提供快速、稳定的内部设计方案，” Underwood 说道。

那么，MED 是怎样取得这一重大突破的呢？Underwood 表示，并不存在突然发现微型电视秘密的神奇时刻。他们成功的关键在于两位拥有相同目标、专业技术互补的科学家相互协作，这种合作的效果胜过了这些部分的简单叠加。



MicroEmissive Displays 的 eyescreen™ 微型显示器具有 6mm (0.24") 的对角线像素序列，可配以光学放大装置产生大尺寸虚像，看上去与电视屏幕或者计算机显示器的图像尺寸相当。

最初的市场研究至关重要，要搞清楚哪些人会购买微型电视，上一代的便携式显示器已经成为一种高科技珍品，而不是生活必需品，比如新款标志性的随身听。几年之前，最主要的障碍在于电视接收效果差，现在新一代的数字电视广播解决了这一问题，特别是在手机中的应用。

同时，电子行业慢慢开始寻求一种“一机式”解决方案，即多功能的数字设备，融合移动电话、计算机、互联网接入以及音乐和视频播放器的功能，但质疑的声音仍然阻碍着该产业的发展——

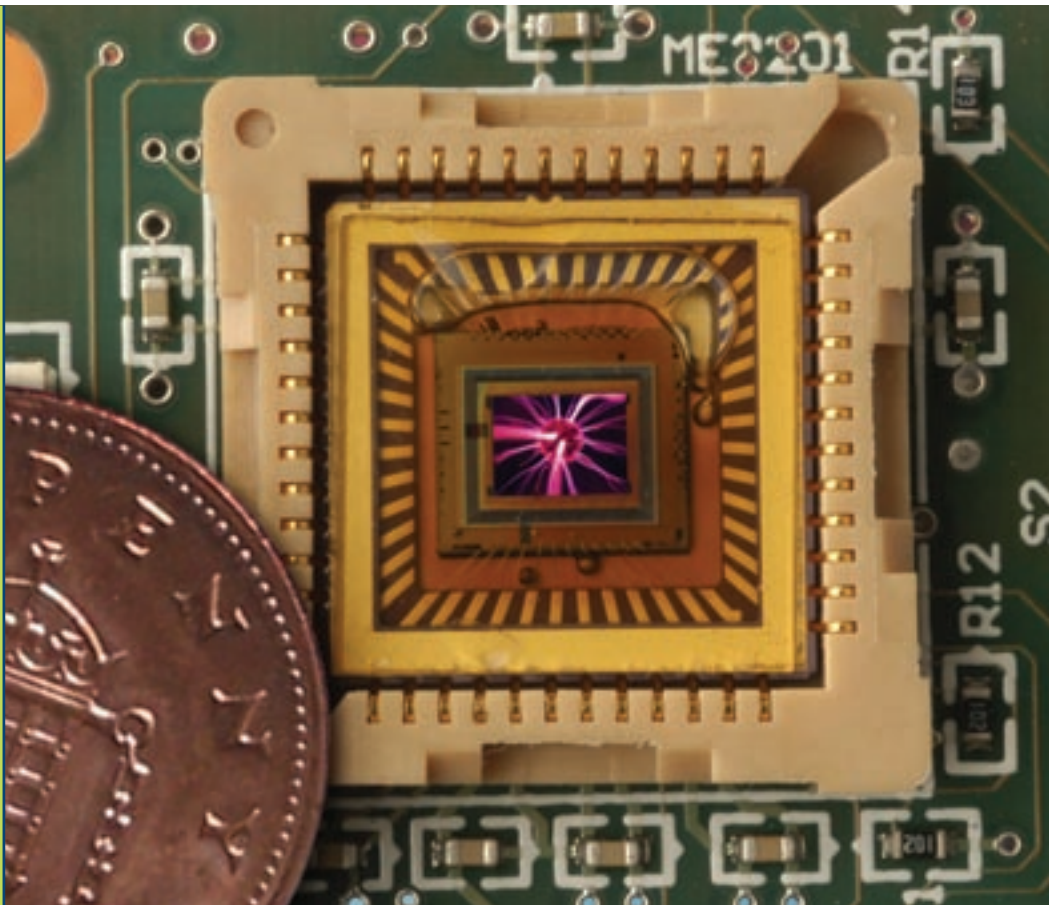
不仅是接收效果的问题，而且也缺乏相应的服务内容。“从那以后，我们开始一一做起，包括更多吸引内容提供商以及游戏公司和移动电话制造商的注意，” Underwood 说道。

2004 年，Ian Underwood 获得了爱丁堡皇家科学院颁发的 Gannochy Trust 创新大奖，这是苏格兰对于个人创新成就的最高褒奖。

MICROEMISSIVE DISPLAYS 供图

如何制造世界上最小的电视

MED 的 eyescreen™ 微型显示器采用在硅芯片上涂布聚合物有机发光二极管 (P-OLED) 材料的专利结构。MED 生产团队在镜面 CMOS (互补金属氧化物半导体) 晶片上沉积多层纳米级的材料, 包括发光 P-OLED 材料 (微小电流通过时可以产生白光) 以及阴极层和上面覆盖的一层较厚的保护膜。然后将硅片压制在玻璃晶片上, 通过玻璃晶片过滤白光, 产生 RGB (红、绿、蓝) 像素。使 eyescreens 显示器得以运转的 P-OLED 核心技术, 最初是由 Cambridge Display Technology (CDT) 开发的, P-OLED 材料则由 Sumation 公司 (CDT 与日本 Sumitomo Chemical 公司组建的合资公司) 提供。MED 将晶片的生产承包给一家顶尖的半导体制造商, 玻璃晶片 / 彩色滤光片材料则从远东地区购入。微型显示器包装和柔性组装也在亚洲完成。



微型屏幕变身市场巨人

目前, MED 爱丁堡总部以及新建的德国制造工厂中大约有 60 名员工, 另外还有遍及亚洲、欧洲和美国的销售代表和应用支持人员。公司管理团队希望新的生产线能够在 2007 年第二季度实现大规模生产; 达到最大生产能力后, 每年将生产 1 千万台微型显示器。

MED 产品的潜在市场价值达数亿美元, 该公司最近与远东的公司签订了两项重大合同, 包括与 Cytech Technology Limited (一家位于香港和中国大陆地区的电子部件分销商) 签订的一份存货和销售协议, Cytech 将向亚洲制造商出售 MED 的 eyescreen™ 技术, 目前估计, 这将为 MED 带来至少 1 千万美元收益。

据估计, 到 2010 年时移动电视和视频市场大约价值 48 亿英镑 (资料来源: 移动视频和电视内容发展策略 Informa)。根据目前形势, MED 能够获得其中很大的份额, 改变我们在移动中观看电视和视频的方式。

数字化梦想 成为现实……



苏格兰艺术学院的一个研究小组将该城市进行了数字化模拟，构建出一个“比实际城市更好”的虚拟模型，该模型精度达 6mm，而一些实际建筑与建筑师最初的二维规划甚至要偏离 2 米之多。该模型可能被用于各个方面，从规划和安保到拍摄电影和考古，但是乍看起来，这座数字化城市更像是 Google Earth 与 Grand Theft Auto 相结合的产物……

在这段旅程中，沿着格拉斯哥中心的克莱德河向上，经过苏格兰展览馆和会议中心，越过金斯顿桥，沿着牙买加大街到达中央车站，然后是乔治广场，最后返回。但是，即使外面下着雨，而你又没带雨伞，也不会淋湿半点，因为这座城市只存在于一台计算机内。

甚至这台储存数据的计算机也在一栋“虚拟”建筑——艺术爱好者之家内，该建筑由 Charles Rennie Mackintosh 于 1901 年设计，一个世纪后在格拉斯哥中心的一座公园内建成。

Douglas Pritchard 是数字设计工作室（格拉斯哥艺术学院的一部分，虚拟城市就是在这里开发的）的影像主管，他承认对虚拟现实来说，这一模型堪称

“福音传播使者”。他将格拉斯哥的这项工程形容为一次“开天辟地”的探索，将对社会生活的许多方面产生重大的影响，其中一些目前难以想象。

该项目获得了格拉斯哥城市委员会的资助，委员会意识到，虚拟城市不仅会对建筑师以及城市规划人员有所帮助，对其他人也同样具有价值。许多组织都对此很感兴趣——包括城市规划人员、建筑师、设计师、商人、历史研究机构、教育家以及紧急救援机构——足以显示该虚拟城市的巨大价值。

最初的想法是构建格拉斯哥市的数字化模板，建筑师可以通过这一模板将其设计的建筑放在精准的虚拟背景下，用于设计和规划审批。最终，将使市民都能利用该模型进行设计审核，例如，比较高度以



图片（由左至右）：格拉斯哥圣安德鲁斯教堂正面外部的三维激光扫描点云图，精度为厘米级以下；根据最初的点云图构建的三维模型（未经表面处理）；根据数字照片添加真实表面。Douglas Pritchard 供图

及显示该建筑与周围环境是否搭配。考虑到克莱德码头区是英国目前发展最为迅速的地区，而且格拉斯哥市中心遍布着众多当代和历史保护建筑，而这些建筑也在随时间而不断发展，因此你就会理解为什么需要这样一件信息工具。

“二维图纸或者比例模型过于抽象，无法显示城市环境中规划发展的复杂程度，” Pritchard 说道。“建筑师或开发人员那种‘艺术家’的透视图会被市场所左右，设计时进行了美化，并未提供准确的信息或者对项目不利的分析结果。”

虚拟的格拉斯哥市将使城市委员会和公众能够更为细致的了解规划建筑项目的情况，有助于减少误解、在实际建成前发现成本过高的设计问题，并且有望鼓励公众更多参与到城市规划过程中。

该模型是怎样构建的？

Pritchard 和他的 10 人研究小组于 6 月份完成了这个历时 15 个月的项目，他们认为构建下一个虚拟城市时只需要 12 个月的时间。他们利用高分辨率 Leica 三维激光扫描仪配合全球卫星定位系统对城市进行了综合扫描，然后利用数字图片确定建筑物的表面。最初的扫描图像看上去就像 X 线照片与金属框架的复合体，但当这些图像与航拍图片以及数字图片合成后，就呈现出令人惊讶的真实感。

起初，研究小组打算参考建筑图纸，但很快他们发现图纸并不准确，规划与实际建筑间最多可有 2 米的差异。相反，通过扫描仪则可使建筑高度和宽度数据精度达到厘米级以下，还可分辨小至 5mm 的正面细节，效果强于将数据简单的进行指数相乘。

“格拉斯哥模型是唯一的，因为它反映了城市的实际建设情况，” Pritchard 说道。“这些三维虚拟建筑以实际建筑为基础，而不是理想化的作图。如果一座建筑物老旧或者倒塌或者有尚未记录的新建筑，可以通过虚拟的方式展现出来。”

模型的精度超出了规划的要求。理论上讲，这种扫描仪可以用来拍摄任何具备物理特性的物体——比如一座雕像——构建出极为完善的三维模型，甚至可以通过控制制造设备，按照所需的比例，复制出与实物一模一样的雕像。

对于格拉斯哥虚拟模型来说，最终的结果还使观察者能够像飞行模拟器一样“飞越浏览”城市模型，从任意角度实时观察每处细节。研究小组甚至还提升了克莱德河的水位，以便显示洪水对城市的影响，同时也显示了该模型具有的现实意义。

研究小组最终决定构建三个实时版本的模型。低分辨率版将通过城市委员会网站发布，主要供浏览建议或纯粹个人兴趣之用。

中等分辨率版将供建筑师和设计师使用，超级现实版将存储所有建筑和现实照片细节。

“制作该模型的目的是告知并赋予相应的权利，” Pritchard 说道。“每个人尤其是公众都会对此感兴趣。”

通向格拉斯哥之路

Pritchard 是一名受过专业培训的建筑师，20 世纪 90 年代在多伦多工作期间，他对视觉成像产生了兴趣。他思考为什么建筑师拍摄和设计的是三维建筑，建造的也是三维建筑，但却要以二维的形式勾画自己的想法，这种二维格式很不自然，大多数人难以领会。建筑师要是始终以三维格式开展工作，会不会更好呢？

在 20 世纪 90 年代，将这一想法变为现实所需的硬件和软件都过于昂贵，但随着时间的推移技术不断进步，Pritchard 终于有机会展示三维成像的威力，他要为多伦多申办 2008 年奥运会工作。研究小组不仅要向选拔委员会展示多伦多奥运会的景象，还必须向当地居民证明奥运会不会毁坏这座城市。

继多伦多之后，Pritchard 的另一项目是在纽约州的布法罗，当地民众反对在尼亚加拉河上建造一座连接美国和加拿大的新桥，当局希望向公众显示未来大桥的外观，以便赢得更多民众的支持。随后当局邀请民众对一些候选方案进行投票，通过这种三维模型保证该过程的民主，同时也可进行沟通。

在了解到格拉斯哥艺术学院 (GSA) 的 Tom Maver 在 Abacus 项目中完成的三维研究工作后，Pritchard 接受了在数字设计工作室 (DDS) 从事新成像方法研究的新工作。他的早期项目是与 Ian Johnston 合作，虚拟重建 1938 年在格拉斯哥举办的大英帝国展览会（目前已接近完工）。该项目以现存的照片和规划以及对当时参观者的采访为基础。随后在 2005 年，DDS 通过“接触格拉斯哥” (Access Glasgow) 计划，击败来自英国和欧洲其他国家的 15 位竞争对手，成功赢得了构建虚拟格拉斯哥项目。

DDS 将来要进行的项目包括记录苏格兰四大世界遗产。这也将是 DDS 为 CyArk 项目做出的部分贡献。该国际项目旨在对世界上最为宝贵的考古遗址进行数字化记录，为子孙后代建立虚拟档案。目前，Pritchard 和 Maver 都在参与欧盟资助的一个研究项目，即记录德国、意大利和波兰的著名遗址。项目重点是在考古学和文化遗产环境中创新性地应用成像技术。

除国际项目外，DDS 还与格拉斯哥住房协会合作，向 Gallowgate 居民展示其周边地区的逐步重建效果，使更多的居民参与规划过程。

“核心问题就是沟通，” Pritchard 认为。“当建成一座虚拟城市后，我们能看到与实际完全相同的街道和建筑，不需要个人的想象。我们荣幸能为格拉斯哥城市项目工作，而且由于该模型精确、细致，我们相信这一模型将对我们的城市未来的发展大有裨益。”



DOUGLAS PRITCHARD

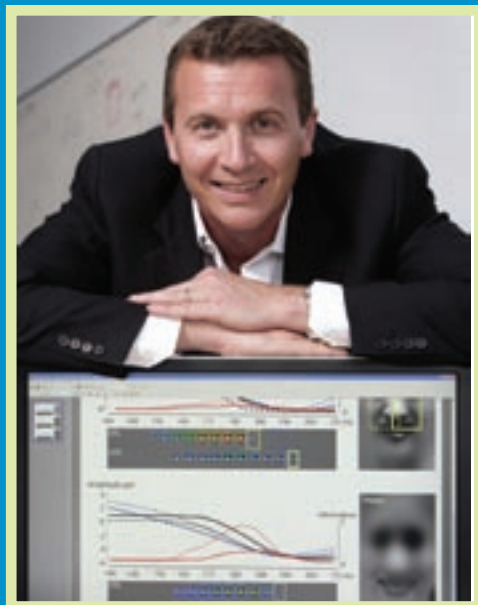
数字设计工作室

DDS 由 Paul Anderson 和 Ian Johnston 于 1997 年成立，致力于所谓的“替代现实”研究，即：能够利用触觉、听觉以及视觉，以自然和直观的方式，与高度可靠的数字模型交互作用，而不受外来设备的干扰。

为了完成这一远大使命，研究人员要进行的工作涉及实时成像、游戏开发、人机交互、语音技术、原型制造、动画和触觉学（对通过触觉获得的数据进行研究的科学）等项目，并提供各种服务，例如：数字内容创建、建筑模拟、虚拟旅游、交互显示程序和公共交互界面。其研究伙伴包括：福特、QinetiQ、BBC 和 EPSRC，为汽车、航空、造船、教育、生物医学和娱乐产业开发项目。

心灵解读

格拉斯哥大学的心理学家正在进行一项描绘心理活动运转情况的研究，他们利用大量的计算机分析人们如何处理视觉信息。将来，这一项目将发展为“心灵感应”和心理动力学计算，或者利用超人机器人探索外层空间，但目前，研究人员有更为保守的目标——至少现在如此……



PHILIPPE G. SCHYNS 教授，FRSE
供图：GARY DOAK

我们如何知道某人高兴还是害怕？我们如何区分男女？如何分清敌友？识别物体需要何种视觉信号？答案可能显而易见，但格拉斯哥大学心理学系主任 Philippe Schyns 教授表示，准确回答这些基本问题，最终有可能使我们可以研制出能通过思维控制电子设备的工具，或者是能够在不利环境中工作并且像人一样观察事物的机器人。

Schyns 和他的研究小组正在从事所谓的“认知神经成像”或者称为计算机心理解读研究。而且，他也坦率地承认他们目前正处在一项新兴科学的早期阶段。

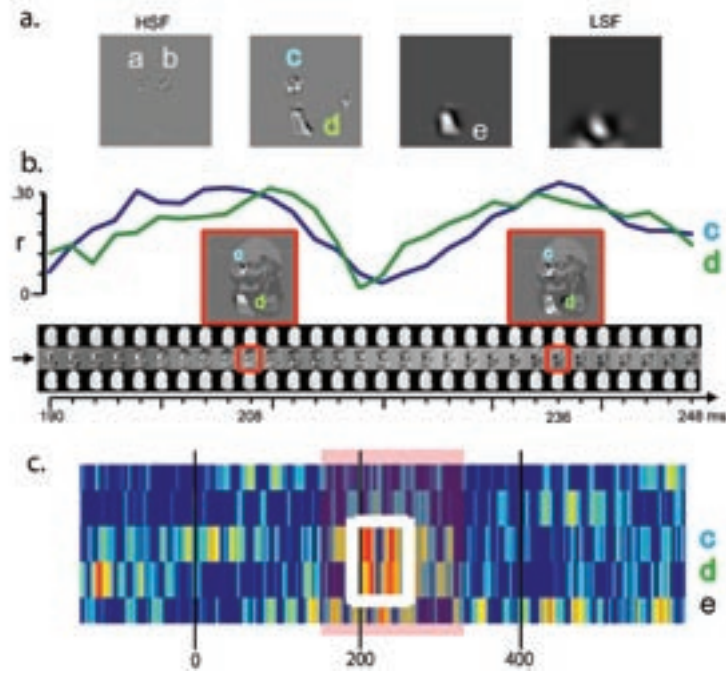
一些研究人员将精力主要放在所谓的“全局研究”上，而 Schyns 则对深入研究心理活动、建立一些研究基础更感兴趣。Schyns 并未宣称自己了解视觉感知过程中大脑内发生的变化；相反的，他表示他的工作开始显示出我们所知甚少：“如果我们不了解视觉识别的基础知识，那么我们什么也无法了解，” Schyns 说道。“我们的任务是辨别大脑状态以及信息处理状态，以便将大脑视为一件机械装置。”

传统脑扫描的概念是用图像显示突然出现的一种活动，或者是大脑深部区域的切片。这些图像很有诊断

价值，可以提高我们对于脑内活动过程的科学理解；尽管这一点十分重要，但对于我们了解即使是最简单的视觉活动过程中信息的处理方式并无帮助。换句话说，静态图像并不适于研究动态变化的复杂机制。

许多年前，心理学家就了解了视觉识别的基本原理。例如，要辨别一个人是高兴还是生气，嘴是关键因素；而要辨别恐惧或悲伤或者辨别性别，就要靠眼睛。获得这样的结论并不难，只要每次遮住一个面部区域，然后询问受试者他们看到了什么，再对这些反应进行分析，但这是一种“颇为有限的知识，” Schyns 表示。

Schyns 教授的实验则要深入得多，当我们看到某幅图像（例如某人的面部或面部的一个特征）后，大脑处理视觉数据，得出“这个人看起来很高兴”或者“她是位女性”之类的结论（该过程通常需要 600 毫秒左右的时间），Schyns 教授试图确定这一过程中我们脑内究竟发生了哪些变化。Schyns 表示，关键的阶段是 100 毫秒到 350 毫秒这段时间。这是人们识别物体所需的时间，从而将看到物体与做出判断连接起来。其他的时间用来进行大脑“管理”和反应。



图片 (摘自 Smith, M.L., Gosselin, F. 与 Schyns, P.G. [2006]. 通过脑部摆动推断有意识的视觉反应的认知瞬间. 美国国家科学院年报, 103, 5626-5631): 上图显示了达利的《奴隶市场与消失中的伏尔泰半身像》这幅画含糊不清, 观察者可以理解成“伏尔泰”或者“修女”。a 图显示了观察者有意识地认识到“修女”时所用的画面信息 (具体而言, 是两个头和一条裙子, 分别以 a-e 标记)。b-c 图显示头顶脑电图活动对于该信息的灵敏度在刺激开始后 200-250ms 间达到峰值。一段连续画面 (箭头所示) 详细描述了大脑对主观认知反应信息的灵敏度的时间变化情况。

“有讽刺意味的是,” Schyns 说道, “我们认识事物时很简单, 甚至根本不需要思考我们在做什么, 但是当你开始分析这一过程时, 你会发现情况非常复杂。视觉数据在哪里接受处理? 如何处理? 我们思考时, 脑内的电或磁活动发生了怎样的变化? 我们如何调整到大脑所用的频率?”

“一旦我们了解了我们思维中的视觉算法系统, 下一步就可以制造‘生物激发视觉机器’, 复制 (并且希望能够改善) 人脑识别视觉信息的过程, 例如: 星际探测器或安保系统。另一种可能就是构建能够转移知识 (又被称为‘大脑转储’) 或者通过心理动力学进行远程控制的交互界面。”

大脑摄影

Schyns 教授和他的研究小组取得的突破之一是一种能够“拍摄”大脑对于各种不同刺激的反应的新技术。当受试者识别出某幅图像时, 脑内电压或者是脑电图 (EEG) 活动似乎有所增强, 然后当你将该电压与受试者当时看到的图像进行比较时, 你就能记录下脑内的变化情况, 并可通过图形显示说明 (见左侧图 C)。

一次实验中, Schyns 使用了一幅萨尔瓦多·达利的油画——《奴隶市场与消失中的伏尔泰半身像》(见左图)。这幅油画会造成错觉, 观察者看到的是伏尔泰或修女。该实验的目的是诱导有意识的视觉认知, 实验中, 四名受试者通过按钮表示他们看到的是“伏尔泰”、“修女”或者“不知道”, 同时测量其 EEG 活动, 并且允许受试者有不同的反应时间。

另外一些实验则涉及到不同表情 (例如: 高兴或恐惧) 和性别 (男或女) 的识别, 在受试者看到这些表情并通过观察嘴或眼睛识别出是“高兴”还是“恐惧”时, 测量其 EEG 活动。为了控制任意时刻受试者看到的内容, 图片的一部分被遮挡起来。这种过滤可以确保 EEG 结果与受试者当时对某幅图片的识别相对应。

实验过程中, 研究小组还发现大脑分析细节特征 (即相对较小的修女形象) 时使用的频率似乎高于分析较大结构 (如伏尔泰半身像) 时所用的频率。Schyns 将这一现象比作多路技术, 他表示, 下一步的工作就是在“心理计算”这一新领域中辨别脑内究竟发生了什么。

处理能力

处理 Schyns 教授研究项目的数据需要强大的计算能力。每次实验中，4 名受试者要识别 7 种表情；通过头上的 64 到数百个传感器采集数据，在 250 个不同的时间点（每 4 毫秒一次）测量 5 个空间频带和 30 个时间频带，而这种识别过程要进行 3,000 次。这样会产生大约 1TB（1TB 等于 1 百万兆字节）的数据，利用 64 台并行处理器，至少也要两周的时间才能分析完毕。“5 年前，” Schyns 说道，“我们的计算机根本无法进行这种分析。”

能够“识别” 罪犯或恐怖 分子的新型 安保设备

“第一个实际应用将是新型人工控制设备，” Schyns 说道。“例如，四肢瘫痪患者可以通过与大脑相应部分连接的植入设备控制外部装置和进行交流。目前，我们才刚刚开始了解开发这些未来工具的基本原理——我们还没有编制出字母表，更别提创造语言了。”

一些机会主义者可能想利用“视觉机器”发现打扑克牌时对手何时出了老千。另外一些人则看到了开发能够“识别”罪犯或恐怖分子的新型安保设备的机会。但不管目前的研究会催生哪些应用，Schyns 教授和他的同事正在默默地为一门全新的科学建立基础，这门科学对于技术和心理学的未来将产生深远的影响。

Schyns 说他的个人目标是“了解脑内一些简单的活动”，但是一旦掌握了这些内容，将会带来重大的科学突破，永远而且极大地改变我们看待事物的方式。

速变磁场循环革命

1980年，阿伯丁大学的医学物理学家创造了历史，他们为一位患者施行了世界首例全身MRI扫描。现在，新一代的科学家再一次轰动了世界——他们利用速变磁场循环技术放大MRI扫描仪产生的图像，发现体内原本“看不到”的细微结构，而这一切与当年首次全身扫描的地点仅相距数米……

DAVID J LURIE 教授



就像之前的X线一样，磁共振成像(MRI)提供的图像使医学领域发生了一场革命。阿伯丁大学的医学物理学家研制的新一代磁共振扫描仪也可能产生类似的影响，它将MRI与速变磁场循环技术结合，从而显示目前的扫描仪无法发现的细微结果。

在阿伯丁的这项MRI新技术带来的众多进步中，其中之一就是人们可借此发现阿尔茨海默病、帕金森病和多发性硬化症等疾病患者脑中异常或存在功能障碍的蛋白质以及目前尚无法发现的癌症征象。这种新型扫描仪不仅会为制药和医学研究人员提供帮助，还能使医生尽早发现疾病并且更加准确的监测治疗效果，从而挽救无数的生命。

阿伯丁的研究小组表示，这项新技术还能进一步延伸，例如：帮助食品行业测量食品加工过程中的蛋白质变化，或

者使运动科学家能够对运动员训练或损伤恢复时的肌肉质量进行无创研究。

这项新技术不仅更为灵敏，而且能够在分子水平检测高度特异性的目标。研究人员将其比作MRI扫描技术的一次飞跃，就像用哈勃太空望远镜同伽利略的“星际使者”相比一样。

传统MRI扫描仪扫描时在体内产生磁场(强度为0.5到3特斯拉)，然后发出无线电波；无线电波达到组织、细胞及其内部的分子后反射回来后形成内部器官的图像，医生根据这些图像诊断疾病。强磁场使氢原子(我们的组织中含有大量的水)按照一定方向排列，随后，氢原子核在五分之一到两三秒的时间范围内吸收无线电波，然后“重新发射”信号。重新发射的无线电波随后被扫描仪采集，并经计算机分析，生成高度清晰的MR图像。

早期诊断和疗效监测

信号进入组织与组织再将信号发射给扫描仪之间的时间间隔被称为弛豫时间，弛豫时间根据组织类型以及是正常组织还是疾病组织而有所不同。这是因为疾病会在分子水平影响组织的状况，包括液体的粘性、蛋白质含量、蛋白质的大小以及蛋白质“旋转”或相互作用的方式。弛豫时间也反映在原始数据上，扫描仪将这些原始数据转化为图像，这样医生就能发现机体内的“分子行为异常”了。一般而言，正常组织反应时间比疾病组织短。

医院里的 MRI 扫描仪都使用恒定磁场，因此必须根据场强调节无线电波的频率，否则就不能产生反映组织状态的有意义的图像。组织产生的图像以及疾病组织的图像变化直接受到磁场强度的影响，但由于磁场和频率都是恒定的，你只能获得你所看到的图像；尽管图像非常清晰，但只能获得该频率显示的情况。换句话说，还有许多隐藏的细节，如果发现这些细节，有可能影响疾病的发现、诊断和治疗。

即使没有人试图改进 MRI，该技术仍能挽救众多生命，但阿伯丁大学生物医学物理学教授 David Lurie 并不这么认为……

Lurie 表示，他和他的研究小组正在打破“MRI 第一定律”，他们让扫描仪采集无线电波信号生成 MR 图像的同时，快速改变磁场，这样就能比传统 MRI 扫描显示更多的细节，从而使医学发生革命性的变化。

那么，Lurie 是如何取得这一重大突破的呢？

Lurie 使用 MRI 已经有多年的历史，他开发了显示自由基分布的成像方法，自由基是一些有害分子，可以提示炎症性疾病、缺血性心脏病，还可能提示癌症。1987 年，Lurie 和他的研究小组在阿伯丁试验了一种名为质子电子双共振成像 (PEDRI) 的技术，该技术将电子自旋共振 (ESR) 与 MRI 合二为一，通过产生高分辨率的图像可以检测低浓度的自由基。这个目前正在进行的项目的部分工作是设计和制造带有特殊双磁体（铁永磁体 + 铜电磁体）的新硬件，这样研究人员就能快速调整磁场的强度（即所谓的速变磁场循环 (FFC)），以便俘获目标。

这项突破要追溯到 1998 年。当时 Lurie 参加了在柏林举办的首届 FFC 弛豫时间测定会议，他了解到，德国乌尔姆大学的一个研究小组在利用其发明的 FFC “弛豫时间测定”装置观察试管中的蛋白质样品时发现了一种非常特殊的弛豫时间反应。当这些德国研究人员测定蛋白质样品氢原子

的核磁共振 (NMR) 数据时，他们发现蛋白质中大量存在的氢氮键以特殊的方式影响了弛豫过程，这是因为氮原子核会与周围环境发生核四极矩共振 (NQR) 作用。实际上，同一样品中同时存在核磁共振和核四极矩共振带来了所谓的“共振交叉”——这是一种明确的磁场，此时 NMR 和 NQR 频率一致，这就是蛋白质呈现特殊弛豫时间反应的原因。这些发现打开了通往新型扫描技术的道路。受此启发，Lurie 开始考虑将 FFC 整合到 MRI 中，这样就能极大改善 MRI 的图像质量。

“共振交叉是显露这些图像的核心，”Lurie 解释说。“通过将弛豫时间作为磁场的函数进行测量，我们还能显示正常组织和疾病组织间的差异。”

回到苏格兰后，Lurie 将他的新想法付诸实施。他通过扫描自己的腿部，证实可以将 FFC 与 MRI 整合，从而显示更多细节。然后，他编写了特殊软件对图像数据进行校准，并开始从事这个目前已经开始结出硕果的项目。

FFC-MRI 研究获得了工程与物理学研究委员会 (EPSRC) 提供的 240 万英镑资助，部分资金将在以后的四年中对两名博士后和两名博士研究生提供支持。该项目还有一些行业合作伙伴，如电磁技术专家 Tesla Engineering 公司以及从事 MRI 硬件和软件开发的 Oxford Instruments Molecular Biotools 公司。另一个合作伙伴是从都灵大学拆分出来的 Invento 公司，该公司将与 Lurie 的研究小组合作研究能够进一步改善 FFC-MRI 成像效果的造影剂。该研究项目的初始目标是在未来的 18 个月中，优化小型扫描仪的硬件和软件设计，然后再将扫描仪增大到适合人体的尺寸。扫描仪制成后，将立即投放到阿伯丁大学医学研究院的实验室中使用，科学家和医学研究人员（他们共同申请了 Lurie 的基金）将用这些扫描仪研究与疾病相关的基本问题。

现在，Lurie 拥有了完成他将近十年的梦想所需的各种资源。他相信在不久的将来，FFC-MRI 将对疾病的早期诊断产生重大影响，并且“有助于阐明疾病的发生机制”。该技术除了用于神经系统疾病和癌症的研究外，还可利用血栓中蛋白质活动减少的特点，用于血栓形成的研究。如果 Lurie 最终能将现在无法观察的结构显示出来，那么他和他汇集了物理学家、生物学家以及医学研究人员的研究小组，将使阿伯丁再次成为扫描技术和应用领域的开路先锋。

前景扫描

ANDY WELCH 博士



阿伯丁大学的医学物理学家的目光远远超过了核医学目前的应用状况，他们不仅要利用辐射改善人们的健康，还要以此开发疗效更好的药物……

这一科学领域中可能会有 100,000 个研究目标，无论谁取得下一项巨大成功，都不仅会挽救众多生命，而且会为医疗卫生服务人员和制药公司节省大量金钱。阿伯丁大学医学研究院的一个研究小组致力于 PET（正电子发射体层摄影）技术研究，现在，他们找到了一些研究目标。

位于阿伯丁的 John Mallard 苏格兰 PET 中心（也是苏格兰首家 PET 中心），由成像领域的开拓者 John Mallard 教授建立。数十年前，人们就知道了 PET 的物理原理。但直到最近几年，由于人们开发出了更好的电子设备（包括计算机和扫描仪）和生物化合物（供扫描仪检测和显示的生物标记物或“示踪剂”），PET 才开始从研究实验室走进医院。阿伯丁 PET 研究小组负责人 Andy Welch 医生预见到 PET 回归实验室的未来，他正在研制用于药物开发和疾病诊断的新一代示踪剂。

“直到不久以前，我们的工作重点还是如何证明 PET 对医疗保健工作很有帮助，” Welch 说道，“但现在，我们已经证明了这一点，开始利用其诊断疾病。现在我们应该更进一步，将更多的精力投入到转化医学方面，将工作重心从临床应用（例如：癌症、心脏病等）更多地转移到临床前项目上，促进新药的研发。”

尽管重心有所转移，但 PET 在医疗保健领域的应用仍将同时进行，并且将越来越多的用于患者身上。2006 年 3 月以来，这家位于阿伯丁的 PET 中心已经为来自苏格兰各地的 1,000 余名患者提供了帮助，他们还计划于 2007 年在格拉斯哥建立一家服务机构，这样，全国每年可有 5,000 人接受 PET 扫描，每次扫描大约花费 1,000 英镑。

PET 在医疗领域有广泛的应用。除一般诊断外，还可用于提供更为“个性化”的治疗。例如，对于一批患

PET 的工作原理

进行 PET 扫描时，首先要将少量放射性物质注入患者体内，然后利用扫描仪构建三维图像（介于热成像照片与 X 线照片之间），观察体内变化。一些有放射性的重要生命元素（标记了氧、氮、碳和氟等原子）被吸引到体内不同的“靶点”上，如器官和肿瘤，这样，医生就能根据化合物上连接的放射性“标签”所突出显示的细节特征，研究这些靶点。

有些示踪剂和目标较容易显像。例如，放射性葡萄糖会被肿瘤吸引，因为生长活跃的肿瘤需要靠葡萄糖维持生命，这样，当放射性葡萄糖达到癌症部位时，就会使肿瘤突显出来，就像打开电灯开关一样。

除了可以追踪药物分布、研究药物影响外，PET 扫描还可用于脑功能监测，比如可以显示治疗前后各有多少受体被“占用”。



有乳腺癌的女性，一部分人化疗效果很好，而另一些人则毫无疗效，只能承受化疗的副作用。问题是治疗过程中怎样通过测量肿瘤区分这两种病人。PET 扫描在这种情况下尤其有效，因为它能在肿瘤尺寸或形状出现任何变化前，显示其功能变化（见左侧边栏）。肺癌的情况与此类似，有些病人手术效果较好，另一些人则不然，这时就可以通过 PET 扫描，决定是否要进行手术，因为手术有时造成的损伤要超过疗效。

在临床前研究或转化医学中，PET 还可用于测定新药的效力，使研究人员能够剔除不合格的药物，集中研究更有发展前景的候选药物。此外，PET 还可用于药物的审批准评估，以便更快投放市场。

制药公司研制的“魔力分子”可能是 PET 未来发展的关键，至少会起到推动作用。许多新型分子无法作为药物开发的基础物质，但其性质可应用于 PET。阿伯丁 PET 中心通过用其研究成果换取这些专利分子的使用权，与生物技术公司合作，加快了临床和临床前项目的研究进程。

例如：PET 中心目前正在与一家大型制药公司合作，将分子成像技术应用于药物研发的早期阶段。PET 最终有可能帮助我们研制出针对各种精神和神经疾病（如阿尔茨海默病、帕金森病和癌症）的新疗法。

人体内有 100,000 余种蛋白质和 20,000 余个基因，这些靶点足够所有成像科学家忙上几十年。Welch 表示到目前为止，大多数 PET 研究人员都把注意力集中在葡萄糖生物标记物特别是氟脱氧葡萄糖 (FDG) 上，但这只是冰山一角。

“我们需要找到一种更为巧妙、更为快速的开发新药的方法，这意味着我们必须提出合适的问题，” Welch 说道。“哪种示踪剂具有良好成像能力？以及针对的靶点是什么？”

阿伯丁 PET 中心拥有研究所需的专业知识和基础设施，Welch 和他的研究小组最终会找到一种新型生物标记物，从而找到观察心理和机体内变化情况的新途径，进而改变医疗技术的未来，这只是时间问题。



JOANNA WARDLAW 教授
供图：GARY DOAK

让扫描成为当然之选

计算机 X 线体层摄影 (CT) 扫描已经问世 30 余年了。CT 使用广泛、无创而且使用简便，为许多脑部疾病的治疗带来了重大革命。磁共振 (MRI) 进入常规临床应用大约有 20 年的时间了，大大促进了扫描技术的变革。苏格兰科学家不仅仅是忙于为 MRI 和 CT 开发新的医学应用，而且还帮助医疗保健服务人员关注使用扫描仪进行早期诊断的经济优势……

一侧躯体无力、麻痹、视力丧失、头痛、眩晕、意识错乱——这些症状显示患者似乎得了中风，但错误的诊断或治疗只能增加误诊的统计数据，因此，医务人员必须确定一些基本问题。这是出血性中风？还是缺血性中风？或者是某种症状与中风类似的疾病，如肿瘤或脓肿？

医生推开急诊室门，立即做出决定：“不能耽搁了，患者需要进行扫描检查，快！”

上面的场景可能并不会出现在下周的《急诊室的故事》里，但这是医院电视剧的必备情节，每天都在苏格兰各地真实上演。

现在，脑部成像在世界各地的医学领域中都扮演着重要的角色，就连“MRI”和“CT”这些缩写也出现在我们的日常词汇中。MRI 的优点在于，它使用强磁场，而不像 CT 扫描或 X 线摄影那样，要使用会损伤组织（例如：眼睛或胎儿）的电离辐射。

与 CT 相比，MRI 的功能也更为多样。借助“造影剂”（灌注）和其他技术，MRI 能够分辨脑和脊髓内不同类型的病理组织，部分原因是 MRI 能够非常清晰地“观察”体内的液体（如水）和化学物质。

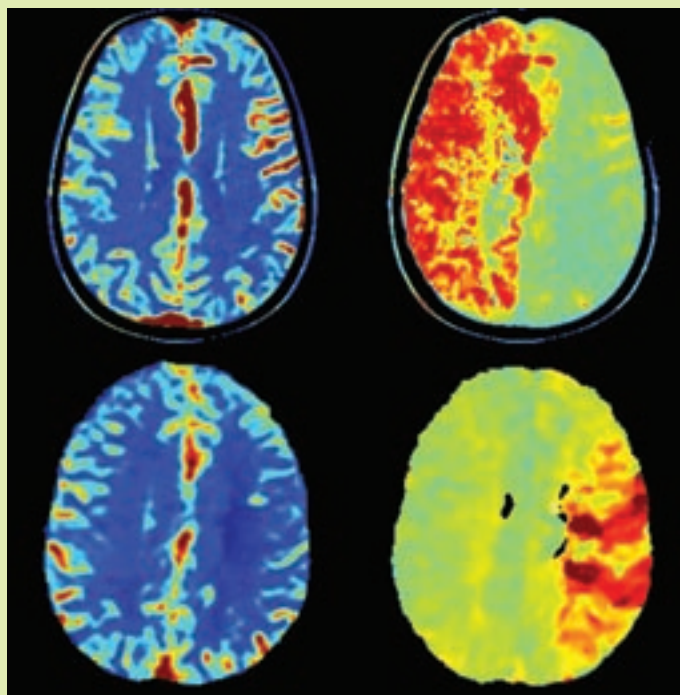
随着科学家越来越多地使用 MRI 进行研究，MRI 的应用成倍增长。SFC 脑成像研究中心（爱丁堡）主

任 Joanna Wardlaw 教授表示，人们通过 MRI 获得的知识使中风的治疗发生了革命性的变化，这也带动了其他疾病如痴呆和精神分裂症等精神和行为异常的研究。

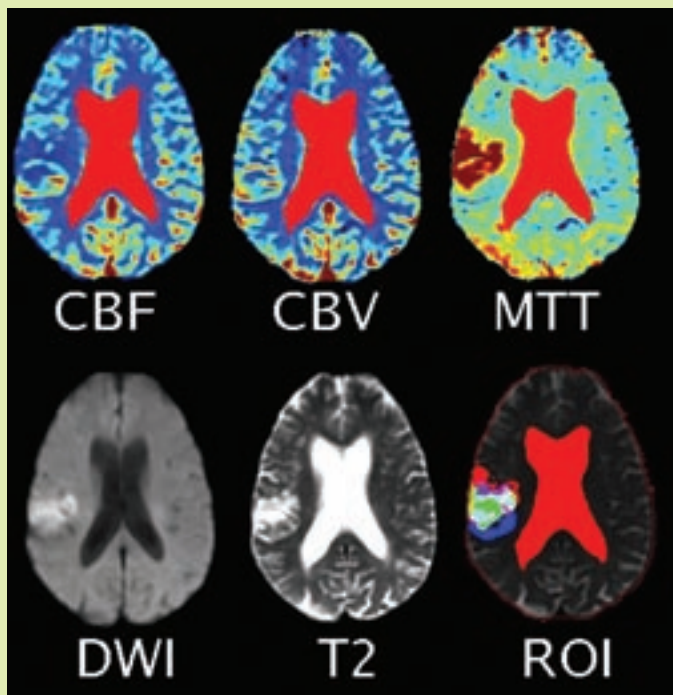
“MRI 在中风的各个方面都大有作为，”Wardlaw 说道。“它能使我们更好地认识中风的病因，更为重要的是，可以更好地了解中风是怎样损害大脑的。它还可帮助我们了解中风的防治方法，并且有助于患者的康复。此外，它还可帮助我们研究其他许多影响脑功能的情况。”

尽管现在人们认为中风治疗过程中接受扫描检查是理所当然的事，就像心电图现在已经成为诊治心脏病发作的常规技术一样，但以往情况并非总是如此。去年，苏格兰大约有 3,000 人死于中风，死亡率大约为 80/100,000，但是如果没有成像检查，情况可能会更糟。过去，中风发生后立即诊断和治疗，即使对于经验极为丰富的医生也是一大挑战。尽管绝大多数中风都是缺血性（血管堵塞所致）而非出血性（血管破裂所致）的，但临床征象并不总是十分明显；过去许多医生会根据症状进行推断，然后给予相应的治疗，但有时效果并不理想。现在，借助 CT 或 MRI，医生能够直接判断病变情况，并给予适当的治疗。与其他诊断方法相比，MRI 对缺血性

中风患者的脑部图像，WARDLAW 和她的研究小组希望通过这些研究确定血流状况恶化到何种地步时患者仍能恢复，或者无法恢复从而留下永久性损伤。



图像为 CT（上方）和 MR（下方）扫描获得的两名患者的脑血流图。左列为定量脑血流图，右列为通过时间图（两种不同的血流显示）。Wardlaw 表示：“我们目前仍然无法确定这些图像对于组织恢复的意义，但是它们在中风治疗中的应用日益广泛。”



此图像来自另一名患者。Wardlaw 解释说，“这是不同的 MR 血流图像，显示了脑部的结构损伤。CBF、CBV 和 MTT（上方）是三种不同的血流显示方法，DWI 是患者入院时可能已经发生永久性损伤的组织区域。T2 是三个月后的最终损害区域。ROI 显示了患者入院时的病变区域，并根据组织血流水平不同进行了编码，利用智能图像处理软件将 DWI 和不同的血流图与最终的 T2 图像比较，可以发现各编码区域最终是否恢复。中风部位为每幅图像左侧不同颜色的区域（实际上是患者大脑的右侧部分）。中心的红色区域为侧脑室，这是一个充满液体的结构，为颅内脑组织提供支持。我们希望通过这项研究确定组织损伤的界限，以便患者发生中风后能够立即决定给予何种治疗。世界各地有许多关于这一问题的研究项目，我们只是其中之一。”

图片由爱丁堡大学的 Trevor Carpenter 医生拍摄。

病变的灵敏度非常高，而 CT 和 MRI 都能迅速辨别出血性病变。

20 世纪 90 年代初期以来，人们通过脑成像认识到不同中风疗法的疗效，中风的治疗也发生了巨大的变化。以前的教科书上说，中风后最好不要解除血管的堵塞，但脑成像已经证明大多数情况下这是非常不利的。“MRI 能够更加全面地显示脑部损伤的发生情况，使我们能够在具体的背景下了解病情，”Wardlaw 说道。“这使我们对疾病的总体认识都发生了巨大的变化，也使研究人员能够进行相应的新药试验。”

脑成像技术出现前，研究人员更多地要依靠动物实验观察中风发病时以及发病后的变化。目前这种方

法非常有效，但 Wardlaw 认为 MRI 将是一种有益的补充，可以加快研究的进程。

此外，还可利用 MRI 在病人中风后的不同阶段“拍摄”一系列的照片，记录病人的恢复过程，更好地显示这一健康杀手的变化情况。CT 多次扫描时，总放射剂量过大，因此无法使用 CT 进行记录，但 MRI 就不存在这一问题。

目前有多种技术可供选择，因此，策略性的使用成像技术也十分重要，Wardlaw 说道。例如，研究人员发现导致轻度中风的少量出血中，大约 75% 会被 CT 扫描遗漏。而 MRI 则可显示这些少量出血，这也显示了对于那些未及时就医的轻度中风病人，MRI 在其治疗中所起的关键作用。

大力推进 神经科学发展

SFC（苏格兰基金委员会）向苏格兰的六所大学——阿伯丁、邓迪、爱丁堡、格拉斯哥、圣安德鲁斯和斯特灵奖励了 600 万英镑以加强脑成像研究。

这些大学希望通过资源共享，将世界各地的研究人员吸引到苏格兰，购买新型设备，为这些成像技术开发新的应用，培训新一代的成像专业人才，使成像技术的新进展能够对国民健康产生深远的影响。

该项目将主要致力于脑成像以及磁共振 (MR)、正电子发射体层摄影 (PET)、单光子发射计算机体层摄影 (SPECT) 以及电生理 (EEG) 技术的研究。

这些大学坚信，神经科学是苏格兰的核心战略领域，特别是中风、心理健康、痴呆和心理学方面的研究，也希望将研究扩展到癌症、心血管疾病和糖尿病等领域。

SFC 脑成像研究中心也提高了我们对与成像有关的经济问题的理解，因此，也帮助更多的医疗保健服务人员能够更有策略地使用脑成像技术。根据 2000 年收集的数据，该中心于 2004 年发布了一份报告，表明由于患者入院后可立即通过 CT 和 MRI 扫描获得更为准确的诊断，加快了决策、治疗和恢复的进程；从长远来看，可以节约医疗成本。例如：CT 扫描大约要花费 100 英镑，病床使用费每天至少 300 英镑。如果中风患者入院后能立即接受扫描，扫描结果将使患者尽快获得更为有效的治疗，从而缩短住院时间，减少致残的发生。这样，只要出院时间提前三分之一天（8 小时），就能抵消扫描的费用。正如 Wardlaw 所说，大多数患者都需要进行扫描检查，那为什么不尽早检查以获得最大益处呢？

MRI 不仅在医院中广泛应用，也是重要的研究工具，爱丁堡的研究人员已经利用 MRI 取得了一些重大成果：

- 利用磁共振波谱成像 (MRSI) 测定脑内温度变化（温度升高可能提示中风后状况）
- 在全国范围内，利用 MRI 对年轻的精神分裂症高危人群进行脑成像研究，以研究该疾病的遗传因素
- 研究老年人认知能力下降的原因
- 利用扩散成像和三维 DTI 锥体束示踪成像技术对脑内白质（或纤维）进行描绘，以检测与衰老、肿瘤、中风和精神分裂症时的变化
- 测定动脉血流，以检测可导致心血管问题的异常情况
- 新的数据处理方法

与其他脑成像研究中心的研究重心不同，SFC 脑成像研究中心主要关注对公众健康有重大影响的中风和心理疾病等常见疾病，并且重点进行临床实用型研究。

“我发现，现在 CT 和 MR 成像以及其他一些技术只被人们当作一种研究工具，就好像显微镜，” Wardlaw 最后说道，“但如果这些技术能对医学产生类似的影响，将是一项重大的成就。”

www.sciencescotland.org

《苏格兰科学》杂志将为您介绍苏格兰最好的科技信息。该杂志由爱丁堡皇家科学院出版，并得到了：



苏格兰下放由政府负责处理与苏格兰当地居民日常生活有关的大多数事务，如：健康、教育、司法、农村事务和交通等。苏格兰政府于1999年苏格兰议会第一次选举后成立，当时被称为苏格兰行政院。目前的行政部门于2007年5月选举后成立。

《苏格兰科学》期待您的反馈

我们衷心希望能把《苏格兰科学》办成更加实用、有趣而且信息丰富的杂志。我们非常愿意得到您的反馈，请您花几分钟在 www.sciencescotland.org 上在线回答几个问题。

您可以在 www.sciencescotland.org 网站上注册以定期获得最新信息，或者填写下表并寄回至：

Science Scotland, The Royal Society of Edinburgh, 22-26 George Street, Edinburgh, EH2 2PQ, United Kingdom

| | | | |
|------|----------------------|-------|----------------------|
| 称呼 | <input type="text"/> | 市/镇 | <input type="text"/> |
| 名 | <input type="text"/> | 国家/地区 | <input type="text"/> |
| 姓 | <input type="text"/> | 邮政编码 | <input type="text"/> |
| 职位 | <input type="text"/> | 电子邮件 | <input type="text"/> |
| 所属机构 | <input type="text"/> | | |
| 地址 | <input type="text"/> | | |

如果您想定期获得我们杂志的时事通讯，请勾选下列接收方式：

电子邮箱 信件 或二者同时邮寄