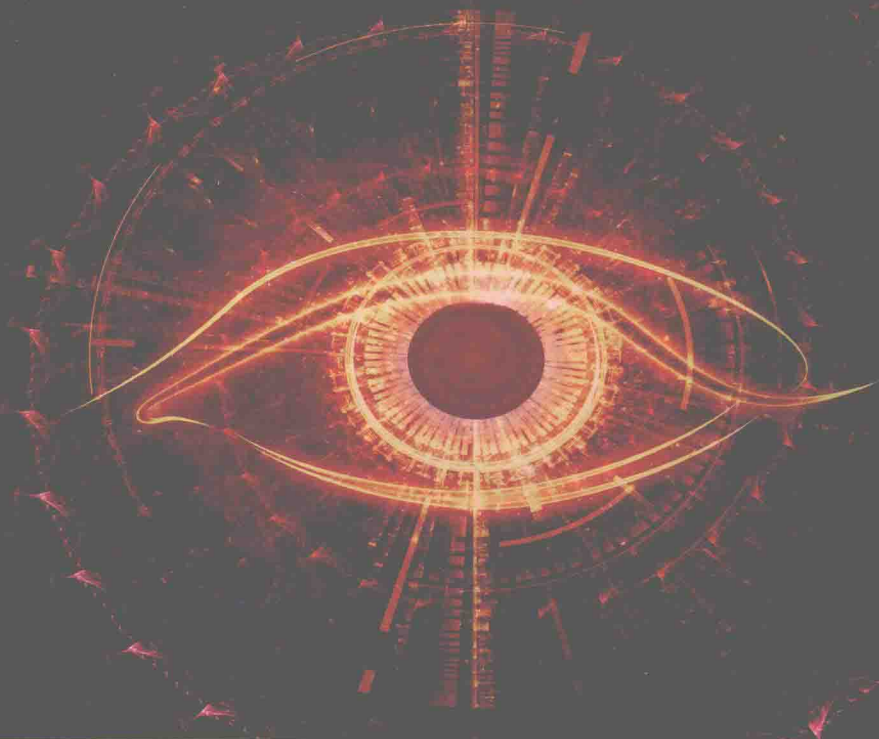


SIGHT UNSEEN

AN EXPLORATION OF CONSCIOUS AND UNCONSCIOUS VISION



神经科学与社会丛书

丛书主编：唐孝威 罗卫东
执行主编：李恒威

看不见的视力

对有意识和
无意识视觉的探索

[加] 梅尔文·古德爾 (Melvyn A. Goodale)

◎著

[英] 大卫·米尔纳 (David Milner)

李恒威 龚书◎译



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

神经科学与社会丛书

丛书主编：唐孝威 罗卫东

执行主编：李恒威

看不见的视力

对有意识和
无意识视觉的探索

[加] 梅尔文·古德尔 (Melvyn A. Goodale)

◎著

[英] 大卫·米尔纳 (David Milner)

李恒威 龚 书◎译



SIGHT
UNSEEN



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

看不见的视力:对有意识和无意识视觉的探索 /
(加)梅尔文·古德尔(Melvyn A. Goodale), (英)大卫·米尔纳(David Milner)著;李恒威,龚书译. —
杭州:浙江大学出版社, 2017. 7
(神经科学与社会丛书)
书名原文:Sight unseen: An exploration of
conscious and unconscious vision
ISBN 978-7-308-16947-9

I. ①看… II. ①梅… ②大… ③李… ④龚… III.
①视觉—研究 IV. ①B842.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第114187号

看不见的视力:对有意识和无意识视觉的探索

[加]梅尔文·古德尔(Melvyn A. Goodale)

[英]大卫·米尔纳(David Milner) 著

李恒威 龚书 译

丛书策划 王长刚 陈佩钰

责任编辑 陈佩钰

文字编辑 姚 嘉

责任校对 陈庆初

封面设计 卓义云天

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路148号 邮政编码310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 浙江印刷集团有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 15.5

字 数 230千

版 印 次 2017年7月第1版 2017年7月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-16947-9

定 价 68.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式 (0571)88925591; <http://zjdxcbss.tmall.com>

总序

每门科学在开始时都曾是一粒隐微的种子,很多时代里它是在社会公众甚至当时主流的学术主题的视野之外缓慢地孕育和成长的;但有一天,当它变得枝繁叶茂、显赫于世时,无论是知识界还是社会公众,都会因其强劲的学科辐射力、观念影响力和社会渗透力而兴奋不已,会引起他们对这股巨大力量的深入思考,甚至会有疑虑和隐忧。现在,这门科学就是神经科学。神经科学正在加速进入现实和未来;有人说,“神经科学正在把我们推向一个新世界”;也有人说,“神经科学是第四次科技革命”。对个新世界的革命,在思想和情感上,我们需要高度关注和未雨绸缪!

脑损伤造成的巨大病痛,以及它引起的令人瞩目或离奇的身心变化是神经科学发展的起源。但这个起源一开始也将神经科学与对人性的理解紧紧地联系在一起。早期人类将灵魂视为神圣,但在古希腊著名医师希波克拉底(Hippocrates)超越时代的见解中,这个神圣性是因为脑在其中行使了至高无上的权力:“人类应该知道,因为有了脑,我们才有了乐趣、欢笑和运动,才有了悲痛、哀伤、绝望和无尽的忧思。因为有了脑,我们才以一种独特的方式拥有了智慧、获得了知识;我们才看得见、听得到;我们才懂得美与丑、善与恶;我们才感受到甜美与无味……同样,因为有了脑,我们才会发狂和神志昏迷,才会被畏惧和恐怖所侵扰……我们之所以会经受这些折磨,是因为脑有了病恙……”即使在今天,希波克拉底的见解也是惊人的。这个惊人见解开启了两千年来关于灵与肉、心与身以及心与脑无尽的哲学思辨。历史留下了一连串的哲学理论:交互作用论、平行论、物质主义、观念主义、中立一元论、行为主义、同一性理论、功能主义、副现象论、涌现论、属性二元

论、泛心论……对于后来者，它们会不会变成一处处曾经辉煌、供人凭吊的思想废墟呢？

现在心智研究走到了科学的前台，走到了舞台的中央，它试图通过理解心智在所有层次——从分子，到神经元，到神经回路，到神经系统，到有机体，到社会秩序，到道德体系，到宗教情感……的机制来解析人类心智的形式和内容。

20 世纪末，心智科学界目睹了“脑的十年”(The Decade of the Brain)，随后又有学者倡议“心智的十年”(The Decade of the Mind)。现在一些主要发达经济体已相继推出了第二轮的“脑计划”。科学界以及国家科技发展战略和政策的制定者非常清楚地认识到，脑与心智科学(认知科学、脑科学或神经科学)将在医学、健康、教育、伦理、法律、科技竞争、新业态、国家安全、社会文化和社会福祉方面产生革命性的影响。例如，在医学和健康方面，随着老龄化社会的迫近，脑的衰老及疾病(像阿尔茨海默综合征、帕金森综合征、亨廷顿综合征以及植物状态等)已成为影响人类健康、生活质量和社会发展的巨大负担。人类迫切需要理解这些复杂的神经疾病的机理，为社会福祉铺平道路。从人类自我理解的角度看，破解心智的生物演化之谜所产生的革命性影响，有可能使人类有能力介入自身的演化，并塑造自身演化的方向；基于神经技术和人工智能技术的人造智能与自然生物智能集成后会在人类生活中产生一些我们现在还无法清楚预知的巨大改变，这种改变很可能会将我们的星球带入一个充满想象的“后人类”社会。

作为理解心智的生物性科学，神经科学对传统的人文社会科学的辐射和“侵入”已经是实实在在的了：它衍生出一系列“神经 X 学”，诸如神经哲学、神经现象学、神经教育学或教育神经科学、神经创新学、神经伦理学、神经经济学、神经管理学、神经法学、神经政治学、神经美学、神经宗教学等。这些衍生的交叉学科有其建立的必然性和必要性，因为神经科学的研究发现所蕴含的意义已远远超出这个学科本身，它极大地深化了人类对自身多元存在层面——哲学、教育、法律、伦理、经济、政治、美、宗教和文化等——的神经生物基础的理解。没有对这个神经生物基础的理解，人类对自身的认识就不可能完整。以教育神经科学为例，有了对脑的发育和发展阶段及

运作机理的恰当认识,教育者就能“因地制宜”地建立更佳的教育实践和制定更适宜的教育政策,从而使各种学习方式——感知运动学习与抽象运算学习、正式学习与非正式学习、传授式学习与自然式学习——既能各得其所,又能自然地相互衔接和相得益彰。

“神经X学”对人文社会科学的“侵入”和挑战既有观念和方法的一面,也有情感的一面。这个情感的方面包括乐观的展望,但同时也是一种忧虑,即如果人被单纯地理解为复杂神经生物系统的过程、行为和模式,那么与生命相关的种种意义和价值——自由、公正、仁爱、慈悲、憧憬、欣悦、悲慨、痛楚、绝望——似乎就被科学完全蚕食掉了,人文文化似乎被此新一波神经科学文化的大潮淹没,结果人似乎成了一种生物机器,一具哲学僵尸(zombie)。但事实上,这个忧虑不可能成为现实,因为生物性从来只是人性的一个层面。相反,正像神经科学家斯蒂文·罗斯(Steven Rose)告诫的那样,神经科学需要自我警惕,它需要与人性中意义性的层面“和平共处”,因为在“我”(别管这个“我”是什么意思)体验到痛时,即使我认识到参与这种体验的内分泌和神经过程,但这并不会使我体验到的痛或者愤怒变得不‘真实’。一位陷入抑郁的精神病医生,即使他在日常实践中相信情感障碍缘于5-羟色胺代谢紊乱,但他仍然会超出‘单纯的化学层面’而感受到存在的绝望。一个神经生理学家,即使能够无比精细地描绘出神经冲动从运动皮层到肌肉的传导通路,但当他‘选择’把胳膊举过头顶时,仍然会感觉到他在行使‘自由意志’”。在神经科学中,“两种文化”必须协调!

从社会的角度看,神经科学和技术在为人类的健康和福祉铺平道路的同时,还带来另一方面的问题,即它可能带来广泛而深刻的人类伦理问题。事实上,某些问题现在已经初露端倪。例如,我们该如何有限制地使用基因增强技术和神经增强技术?读心术和思维控制必须完全禁止吗?基因和神经决定论能作为刑事犯罪者免除法律责任的理据吗?纵观历史,人类发明的所有技术都可能被滥用,神经技术可以幸免吗?人类在多大程度上可承受神经技术滥用所带来的后果?技术可以应用到人类希望它能进入的任何可能的领域,对于神经技术,我们能先验地设定它进入的规则吗?至少目前,这些问题都还是开放的。

2013 年年初,浙江大学社会科学院与浙江大学出版社联合设立了浙江大学文科高水平学术著作出版基金,以提升人文社会科学学术研究品质,鼓励学者潜心研究、勇于创新,通过策划出版一批国内一流、国际上有学术影响的精品力作,促进人文社会科学事业的进一步繁荣发展。

经过前期多次调研和讨论,基金管理委员会决定将神经科学与人文社会科学的互动研究列入首批资助方向。为此,浙江大学语言与认知研究中心、浙江大学物理系交叉学科实验室、浙江大学神经管理学实验室、浙江大学跨学科社会科学研究中心等机构积极合作,并广泛联合国内其他相关研究机构,推出“神经科学与社会”丛书。我们希望通过这套丛书的出版,能更好地在神经科学与人文社会科学之间架起一座相互学习、相互理解、相互镜鉴、相互交融的桥梁,从而在一个更完整的视野中理解人的本性和人类的前景。

唐孝威 罗卫东

2016 年 6 月 7 日

中文版序

25年前,我们有幸结识了一位年轻的女士(迪伊),她那不平常的视觉缺陷模式和残存的视觉能力为人类脑研究打开了一扇窗。与她一道所开展的工作开启了我们新的科学征程,这使我们对人类视觉起源和视觉系统的组织方式有了全新的理解。我们这本《看不见的视力》旨在与大家分享这次奇遇,这些分享并不限于科学家,也包括所有对理解大脑如何把落在眼睛上的光模式转化为我们的日常行为和体验过程感兴趣的广大读者。尽管我们的工作重心转移到了运用业已改良的新技术来指导正常人脑的研究,但我们仍将继续与迪伊和其他脑损伤患者一起工作。我写作本书的目的是要提供一个最新的概述,为大家呈现迪伊所激发出来的这些想法是如何指导视觉脑研究的。

我们非常高兴地看到《看不见的视力》的第二版已经翻译成了中文,对此我们由衷地感谢李恒威教授及浙江大学出版社。我们希望我们的中国读者能好好享受这本书,就像我们当初享受这个写作过程一样。

梅尔文·古德尔(Melvyn A. Goodale)

大卫·米尔纳(David Milner)

前言

这个故事开始于 20 世纪 70 年代早期苏格兰的圣安德鲁斯(St Andrews), 本书的两位作者当时就在那里相遇, 并首次开始合作研究视觉系统的工作原理。然而, 如果不是我们称为迪伊(Dee)和卡洛(Carlo)的这两个引人注目的人走进我们的生活, 那么我们就没有机会写下这之后大约 15 年里所发生的事。

由于一个令人愉快的巧合, 当我们首次观察迪伊的脑损伤所造成的影响时, 正值视觉引导运动的神经科学领域出现了一些新进展。这为我们的理论观念提供了肥沃的土壤, 这些观念汇总在我们合著的第一本书——《行动中的视觉脑》(*The Visual Brain in Action*, Oxford University Press, 1995, 2006)中。最初出版于 2004 年的著作《看不见的视力》(*Sight Unseen*)中, 我们尝试着将这些观点传递给更广大的读者。在这个新版中, 我们扩展和更新了旧版的内容, 书中引入的新发现不仅来自我们自己的实验室, 而且包含其他实验室的成果。我们之前因研究迪伊及其视觉世界所得到的理论观点, 启发了我们现在的大部分研究。这个新研究包括人脑影像, 以及神经科学和行为的其他领域的激增的研究工作。

我们继续受益于迪伊和卡洛的可靠合作和好脾气。迪伊与我们分享她的视觉世界, 这让她花费了大量时间待在实验室里, 对此我们深表感激。我们欠他俩的实在太多了。他们不仅教会我们视觉脑的知识, 而且教会我们明白人如何能够以坚韧克服最严重的困难, 并继续享受丰富而幸福的人生。与书中描述的所有脑损伤患者一样, 迪伊的名字是虚构的, 只是首字母与她的真实姓名相同。

我们要感谢许多同行, 他们过去和现在都在理智和实践两方面给予我

们帮助,尤其是以下诸位(按字母排序):萨尔瓦多·阿格里奥蒂(Salvatore Aglioti)、史蒂芬·阿诺特(Stephen Arnott)、乔纳森·坎特(Jonathan Cant)、大卫·凯里(David Carey)、克里斯蒂安娜·卡维纳-普利特斯(Cristiana Cavina-Pratesi)、克里格·查普曼(Craig Chapman)、杰森·康纳利(Jason Connolly)、乔迪·库尔汉姆(Jody Culham)、克里斯·迪克曼(Chris Dijkerman)、理查德·戴德(Richard Dyde)、茨维·甘奈尔(Tzvi Ganel)、理查德·格雷戈里(Richard Gregory)、安吉拉·哈芬登(Angela Haffenden)、莫妮卡·哈维(Monika Harvey)、普利希拉·赫尔德(Priscilla Heard)、大卫·赫利(David Heeley)、查尔斯·海伍德(Charles Heywood)、胡耀平(Yaoping Hu)、柯思·汉弗莱(Keith Humphrey)、洛娜·雅各布森(Lorna Jakobson)、汤姆·詹姆斯(Tom James)、马克·让内罗德(Marc Jeannerod)、罗伯特·肯特里吉(Robert Kentridge)、格泽格尔·克罗里克扎克(Grzegorz Króliczak)、乔纳森·马洛塔(Jonathan Marotta)、罗伯特·麦金托什(Robert McIntosh)、弗朗索瓦·米歇尔(François Michel)、马克·蒙威廉姆斯(Mark Mon-Williams)、凯利·莫菲(Kelly Murphy)、大卫·佩里特(David Perrett)、劳雷·皮瑟拉(Laure Pisella)、尼古拉·里斯-柯亨(Nichola Rice-Cohen)、伊夫·罗塞蒂(Yves Rossetti)、托马斯·申克(Thomas Schenk)、伊戈尔·辛德勒(Igor Schindler)、菲利普·赛尔福斯(Philip Servos)、詹妮弗·斯蒂夫斯(Jennifer Steeves)、克里斯·斯特里弥尔(Chris Striemer)、洛尔·泰勒(Lore Thaler)、大卫·韦斯特伍德(David Westwood)以及罗伯特·维特威尔(Robert Whitwell)。我们也特别感谢莱恩·米切尔(Lynne Mitchell)在迪伊多次到访加拿大期间给予她的照顾。

我们还要感谢凯文·巴金汉姆(Gavin Buckingham)、乔纳森·坎特、茨维·甘奈尔、克里斯汀·米尔纳(Christine Milner)、保罗·米尔纳(Paul Milner)、塞维利诺·普利托(Severino Poletto)和里昂·苏利特(Leon Surette)对本书初稿提出的深刻见解,以及感谢肯尼基·瓦耶尔(Kenneth Valyear)、詹妮弗·斯蒂夫斯、布莱恩·万德尔(Brian Wandell)、凯文·巴金汉姆(Gavin Buckingham)和罗勃·麦金托什(Rob McIntosh),感谢他们协助整理数据和插图。

序 言

视觉,在对我们心智生活的支配上远胜过其他感觉。我们的视觉体验如此丰富和细致,以至于我们很难把主观世界与真实事物区分开来。即使当我们闭起眼来仅仅是去思考这个世界时,我们也不禁要去想象它看上去像什么。

但是丰富的视觉体验是从哪里来的呢?我们当中有很多人都有一个深刻印象,即我们只是简单地向外注视这个世界,并记录我们所看到的東西,就好像我们不过是一台相当精巧的照相机,忠实地复制这个世界,并把复制的结果传送到我们头脑中的某种电视机屏幕上。这种认为我们有一幅世界的内部图像的观念极其强烈,可是这种观念最终被证明不仅是误导人的而且根本就是错误的。

视觉,远非只是把我们的眼睛对准这个世界并获得投射在内屏幕上意象(image)。我们的脑必须理解这个世界,而不只是简单地复制它。事实上,脑必须像理解世界本身一样去努力理解客厅里电视机屏幕上的东西,所以脑里有个电视屏幕的比喻其实什么也没有解释。(究竟又是谁在我们头脑中注视这个屏幕呢?)但一个更根本的问题是,我们的视觉体验不是视觉的全部。原来,视觉为我们所做的某些最重要的事从未被我们意识到。

了解视觉如何工作的方式是研究当它失常时会发生什么,其中的失常不仅发生在眼睛上,而且发生在脑中。对在某些脑损伤状况下的视觉生活的研究已经揭示出我们关于视觉工作方式的直觉对人的误导是多么严重。在一些病例中,要感受这种个体的体验是很容易的;在另一些病例中,比如在本书我们称为迪伊·弗莱彻(Dee Fletcher)女士的病例中,要想明白他们的眼睛所看到的世界则出奇地困难。

当我们研究脑损伤如何干扰视觉时，我们不能仅仅考虑它如何影响有意识的视觉体验，当然这正是脑损伤患者想要告诉我们的。当他们谈论自己的视觉问题时，他们所描述的正是他们对这个世界的有意识的体验，就像我们中的其他人一样，他们只会描述他们所能觉知到的东西。但是还有其他办法来发现人们可以看到什么。如果我们观察他们的行为而不是简单地听他们告诉我们的东西，那么我们会发现其他视觉问题，这些问题是他们自己没有意识到的，或者在其他病例中，我们会发现他们所能看到的远远超出他们认为自己能看到的。

我们试图理解脑损伤可能导致的视觉问题，而这直接导向一个更根本的问题：最初我们为什么需要视觉？在这本书中，我们秉持这样一个观点：我们需要视觉是因为两个迥然不同但又互相补充的原因。一方面，我们需要视觉来为我们提供关于我们自身之外的这个世界的详细知识，这些知识保证我们时刻不停地识别事物；另一方面，我们同样需要视觉在我们恰好发起行动的瞬间指导我们在这个世界中的行动。这里有两个截然不同的工作职责，而自然似乎给了我们两套不同的视觉系统来分别执行这些职责。一个系统，它允许我们识别物体并建立有关这个世界的数据库，我们对这个系统更熟悉，并且它赋予我们有意识的视觉体验；而另一个系统，我们对它的研究和理解要少得多，它提供我们所需要的视觉控制，以便我们运动以及与物体互动。这个系统不必是有意识的，但它必须反应快速而准确。

一个脑中有两套视觉系统的观点乍听起来似乎是反直觉的，甚至是荒谬的，这似乎与我们日常对心智如何运作的假设相冲突。事实上，即便是视觉科学家也是在最近才把“存在两个分离的系统，它们分别掌管感知世界和对其采取行动”的观点，当成一个貌似合理的方案。我们对于这个世界的视觉体验是如此强烈，以至于我们很难相信在脑内还有一个非常不同的视觉系统，它完全在我们的意识之外运作却指导着我们的运动。一个直觉上显而易见的看法是：保证我们识别咖啡杯的视觉意象同时也是指导我们的手去拿起它的那个视觉意象。但这个信念是一个错觉。正如我在本书中试图表明的，赋予我们视觉体验的视觉系统与指导我们运动的那个系统并非同一个。

目 录

1. 一起悲惨的事故 / 1

看不出形状的视觉 / 4

视觉失认症 / 11

小 结 / 17

扩展阅读 / 17

2. 看不到但做得到 / 19

邮箱测试 / 21

抓取尺寸 / 23

抓握形状 / 30

四处走动 / 33

她是如何做到的? / 34

小 结 / 36

扩展阅读 / 37

3. 当行动视觉失败时 / 38

巴林特综合征 / 38

视觉共济失调症哪里出了错? / 40

与视觉共济失调症相关的其他困难 / 44

小 结 / 51

扩展阅读 / 52

4. 视觉的起源:从模块到模型 / 54

视觉的起源 / 55

知觉视觉 / 61

行动视觉 / 64

视力量:灵长皮层中的两个视觉流 / 66

只让一个侧流工作 / 68

在脑上监测神经元 / 69

双路径导向何处? / 76

小 结 / 80

扩展阅读 / 80

5. 流中流 / 82

脑损伤如何影响我们的知觉? / 82

透视脑的内部 / 88

人脑内的“可逆损伤” / 95

运动视觉:一个特例 / 97

视觉指导行动的建构模块 / 99

小 结 / 105

扩展阅读 / 105

6. 有意识视觉和无意识视觉的解剖学 / 108

视觉共济失调症和视觉形状失认症的神经成像 / 108

视觉共济失调症患者不是迪伊的镜像 / 118

“盲视” / 118

小 结 / 124

扩展阅读 / 125

7. 我们为何需要两套系统? / 127

脑内有一个观看电视的模块? / 127

时间和观察者 / 131

基于场景的参照系相对于以自我为中心的参照系 / 139

小 结 / 145

扩展阅读 / 148

8. 两套系统如何工作? / 149

视觉错觉 / 149

所有错觉都是一样的吗? / 162

背侧流如何计算尺寸和距离? / 166

腹侧流如何建构我们的视觉世界? / 170

扩展阅读 / 174

9. 总 结 / 175

把想法付诸行动 / 176

自上而下的动作控制 / 180

动作的语义 / 182

腹侧流也是一个视觉运动系统吗? / 185

有意识的和无意识的视觉 / 186

寻找脑活动与意识之间的相关性 / 188

引导我们行动的视觉加工真的是无意识的吗? / 193

小 结 / 197

扩展阅读 / 197

10. 后记:迪伊此后 25 年的生活 / 200

小 结 / 205

扩展阅读 / 206

索 引 / 207

译 后 记 / 225

1. 一起悲惨的事故

在 1988 年 5 月里的一个明媚的清晨,我们在苏格兰圣安德鲁斯第一次 1
听说了迪伊·弗莱彻(以下简称迪伊)的事。那天,我们意外地接到一位在
阿伯丁大学的同行打来的电话。他刚从米兰回来,在那里他听说一位年轻的
苏格兰女士在她意大利的新家中经历了一场悲惨事故。显然,这场事故
严重地影响了她的视力。她已经回到苏格兰家中并与父母待了几个月。我
们有兴趣测试她吗?我们告诉对方,尽管她这个病例的科研价值并不大,但
我们很乐意帮忙。不久之后,我收到了在意大利实施的临床测试结果的副
本,她的情况看起来似乎更加不容乐观。很明显,迪伊的视觉功能严重受
损。她的视觉问题不仅限于一个方面,比如识别人脸和阅读文字的能力——
这种选择性丧失长久以来对热衷于研究脑如何工作的心理学家和其他
科学家来说都极具吸引力。不过我们还是定了一个日子去看她。

几天之后,迪伊来到我们在圣安德鲁斯大学的实验室。她的母亲陪同
前来,可以理解这位母亲对于发生在她独生女儿身上的事极为心烦。身材
娇小、穿着得体的迪伊那年 34 岁。刚开始她还有点沉默,不过很快她就开
始同我讲起了她那不幸的故事。透过迪伊的谈吐,我们确信她是一个受过
良好教育而又自信的人,但是却被现在的处境弄得困惑而痛苦。当迪伊和
她母亲讲述起她的生活,以及那场奇怪的事故是如何彻底将其改变时,我们
得以拼凑出事情的全貌。

迪伊出生在苏格兰,她的早年也在那里度过,但她有很大一部分时间却 2
是生活在其他地方——包括加勒比地区和非洲,她的父亲曾经在非洲的大
学里担任一系列职务。现在她和她的男朋友卡洛(Carlo)定居在意大利,卡

洛是一个意大利工程师,他们是在尼日利亚相识的。迪伊拥有商科大学文凭,加上她会说一口流利的意大利语(以及几门其他语言),这些使她在意大利成了一名自由工作的商业翻译。她性格活泼、爱好广泛。在非洲时,她已成为一个技巧娴熟的女骑士,最近两年她又学会了驾驶私人飞机。她和卡洛曾经享受着充实而幸福的生活。不幸的是,在1988年2月的一天,他们的生活永远地改变了。

那天,迪伊在刚装修好的房子里洗澡,这所坐落于米兰北部小村庄的房子是她和卡洛一起买的。洗澡水通过一个丙烷气体加热器加热——这是当时欧洲南部许多家庭的常规做法。结果,由于这个热水器的排风方式不正确,一氧化碳渐渐在浴室里聚积起来。迪伊当然没有觉察到这种完全无味的气体,随着一氧化碳不断取代血液里的氧气,她最终陷入昏迷(见框1.1)。毫无疑问,如果卡洛没有及时赶到并救出她,她已经死于窒息了。卡洛给她做了人工呼吸,然后飞奔着将她送进当地医院,她活了过来。如果她在早期能得到更专业的治疗,或许她的脑损伤程度会低一些,不过她至少活了下来。

框 1.1 一氧化碳中毒

一氧化碳是一种无色无味的气体,汽油、石油、丙烷或木材燃烧时都会产生一氧化碳。如果燃烧设备没有正确排风的话,一氧化碳就会聚积到一个危险的程度。一氧化碳之所以会使人中毒是因为它置换了血液中的氧气(通过成功地与氧分子争夺血红蛋白分子上的位置)。一氧化碳中毒最常见的症状有头痛、头晕、乏力、恶心、呕吐、胸痛和意识模糊。严重的一氧化碳中毒会导致人失去意识和死亡。事实上,一氧化碳中毒是世界上头号意外中毒致死的原因。一氧化碳致人死亡的主要方式是夺走脑中的氧。也就是说,一氧化碳中毒导致了缺氧症。

缺氧症是这样的,即使有充足的血液流向器官,但器官组织仍然缺乏氧供应。低氧是缺氧症的一种较温和形式。脑对于缺氧尤其敏感,而且超过几分钟没有氧气,脑细胞就会失能。