

数学家手中的折纸不仅是游戏

——读李国伟“数学文化览胜集”有感（三）

■刘钝

前两篇文章分别介绍了数学家李国伟“数学文化览胜集”系列丛书《人物篇》和《教育篇》若干内容，本文谈谈第三本《艺数篇》。

艺数是近年来中国台湾数学教育与普及领域常见的一个新名词，反映了人们在数学普及活动中与艺术沟通的努力，眼下正呈现越来越红火的热度。

李国伟特别强调“艺术不会是异数”。按照他的见解，艺数至少包含以下三方面：1.以艺术手法展示数学内容；2.受数学思想或成果启发的艺术；3.数学家创作的艺术。

我很高兴前两点与自己伸张的“科学与艺术”实践若相契合。若干年前，李国伟曾在中国科学院自然科学史研究所作了《折纸几何学》的演讲，当场做了几个演示，不禁让人想起孩童时代做过的一些手工游戏。他在演讲中展示的大量折纸作品的图像，令人叹服那些折纸大师巧夺天工的构思和不可思议的空间想象力。

通过书中《一张纸折出了乾坤》一文，李国伟介绍了折纸活动的数学内涵及相关历史。

——

折纸艺术最早可追溯到日本神道祭祀中的纸质饰物，但是折法却多秘而不宣，目前存世的最古折纸专著《秘传千羽鹤折形》直到18世纪末才刊行。

记得幼时读过一个日本女孩的悲惨故事，寄寓着健康、长寿、和平与美好的愿望。日本作家、诺贝尔文学奖得主川端康成有一部著名的中篇小说就叫《千纸鹤》。他在谈到创作动机时说，千纸鹤的图案是日本传统美的一种象征，提笔时心底“仿佛有一种观赏千纸鹤在晨空或暮色中飞翔的憧憬”。

折纸与数学的渊源，则要追溯到印度人鲁生达。如同遇到数学家哈代前的拉马努金一样，鲁生达只是一个业余钻研数学的公务员，1893年他出版了小册子《折纸作为几何练习》（以下简称《练习》），内中除了处理一些直线形对象外，还提出了用折纸产生曲线上点的方法。除了《练习》之外，他还出版过一本关于初等立体几何方面的书。

在中、日、韩等东亚国家，鹤是吉祥的动物，寓意着健康、长寿、和平与美好的愿望。日本作家、诺贝尔文学奖得主川端康成有一部著名的中篇小说就叫《千纸鹤》。他在谈到创作动机时说，千纸鹤的图案是日本传统美的一种象征，提笔时心底“仿佛有一种观赏千纸鹤在晨空或暮色中飞翔的憧憬”。

折纸与数学的渊源，则要追溯到印度人鲁生达。如同遇到数学家哈代前的拉马努金一样，鲁生达只是一个业余钻研数学的公务员，1893年他出版了小册子《折纸作为几何练习》（以下简称《练习》），内中除了处理一些直线形对象外，还提出了用折纸产生曲线上点的方法。除了《练习》之外，他还出版过一本关于初等立体几何方面的书。

世界科技史知多少

■本报记者 韩扬眉

“我们对世界科技史依然知之甚少，这难以满足国家科技创新对科技史知识的需求。”中国科学院自然科学史研究所（以下简称自然史所）研究员、南开大学教授张柏春接受《中国科学报》采访时直言。

科技史研究随近现代科技发展而兴起，成果服务科技创新发展。通过分析科技历史中的经验教训，为国家战略决策提供案例，从而助力国家综合竞争力的提升。

日前，“科技史经典译丛”首批图书出版，其中包括《科学与知识的历史》（ENIAC在行动：现代计算机的创造与重塑）（威廉·西尔门子传），山东科学技术出版社、自然史所和南开大学联合主办了“科技史经典译丛”出版座谈会，与会专家讨论了如何通过经典译丛促进国内外科技史学科的交流。

“冰山一角”

“与中国科技史的研究相比，国内对世界科技史的研究依然十分薄弱，涉及到的还是‘冰山一角’，我们对世界科技史及相关问题的认识落后于国际学术前沿的同行。”张柏春指出。

中国科技史研究兴起于20世纪初的新文化运动时期，到20世纪50年代开始职业化和建制化。1978年，中国的科技史研究由古代史扩展到近现代史。此后，中国近现代科技史成为一个重要的学术增长点，并取得显著进展。

国际上的科技史研究已有300年以上历史，学术成果浩如烟海。在张柏春看来，快捷有效的学习途径是翻译国外优秀科技史论著。

早在1958年，中国科学院自然科学史研究所就起草了《1958—1967年自然



兰恩本是美国加州理工学院喷气推进实验室的科学家，后来辞职成为一名专业的折纸家。他编写了一套计算机程序，可以帮助设计极为复杂的折纸，他还协助美国加州劳伦斯伯克利国家实验室，利用折纸概念解决了可折叠的太空望远镜与太阳能板问题。

“数学文化览胜集”（共四册），李国伟著，高等教育出版社2024年3月出版

德国数学大师克莱因热衷于数学普及，1895年写了《初等几何的著名问题》一书，内中对古希腊三大作图难题（倍立方、三等分任意角、化圆为方）的不可解给出了简洁的证明。

在该书第五章《代数作图的一般情形》里，克莱因提到，在只允许使用没有刻度的直尺和圆规的欧几里得式作图之外，还有一种非常简单的方法，就是依靠折叠纸张达到类似目的，据说另一位德国数学家赫尔曼·维纳已经用这种方法制作出一系列正多边形。克莱因又以相当篇幅介绍了鲁生达的《练习》，折纸与几何学的议题才引发更多人的关注。

20世纪初，经美国数学史家毕曼与史密斯编辑修订，《练习》在美国出版后获得了相当广泛的流传。1931年，商务印书馆出版了《练习》的中译本，书名为《折纸几何学》，译者是陈岳生。目前国内可以找到的是日本折纸专家前川淳的同名著作。

《练习》在谈到几何学教学时说，从一般教科书的拙劣图示去理解命题，不如引导学生折叠正确的几何图形，从而使命题的正确性具备更直观的印象。

他举了一个有趣的例子。仅靠未经严格考查的前提，似乎可以证明每个三角形都是等腰三角形的错误在于用到了某个在三角形内部的点，但是如果用纸来折出各条线段的话，就会清楚显示该点必须在三角形之外，因此这个推论是不能成立的。

在《练习》中鲁生达利用纸上的折痕从正方形折出正三角形，进而折出正5边形、正6边形、正8边形、正9边形、正10边形、正12边形、正15边形等，这都是与尺规作图等价的几何学练习。此外，通过折痕加以推论还能推导出包括勾股定理

在内的一些平面几何定理。

早在1936年，意大利女数学家贝洛西就用折纸法解出三次方程的根，相当于宣告折纸可以解决倍立方问题。20世纪70年代，日本人阿部恒首先利用折纸解决了三等分任意角问题；1984年，法国人尤斯丁则成功实现任意钝角的三等分。

二

在欧几里得几何中，尺规作图的理论依据是几条公设，而对折纸几何学来说，是否也能总结出一些基本的原则呢？最早从理论上考虑折纸几何的就是上文提到的尤斯丁。

1992年，日裔意大利数学家藤田文章明确归纳出6条规则，后来日本人羽鸟公士郎、美国人兰恩以及尤斯丁分别发现还有第7条规则。兰恩进一步证明了这7条规则已经构成完备系统，也就是说任何折纸作图都能通过反复利用这7条规则完成。它们也被称作折纸几何学的“藤田-羽鸟公理”。

这7条规则是：1. 给定点 p_1 与 p_2 ，可以折出通过这两点的直线；2. 给定点 p_1 与 p_2 ，可以令 p_1 折到与 p_2 重合；3. 给定直线 L_1 与 L_2 ，可以令 L_1 折到与 L_2 重合；4. 给定点 p 与给定直线 L ，可以通过 p 折出 L 的垂线；5. 给定点 p_1 与 p_2 以及直线 L ，可以把 p_1 折到与 L 重合，同时令折线通过 p_2 ；6. 给定点 p_1 与 p_2 以及直线 L_1 与 L_2 ，可以同时令 p_1 与 p_2 分别折到与 L_1 与 L_2 重合；7. 给定点 p 以及直线 L_1 与 L_2 ，可以沿着 L_2 的垂线，把 p_1 折到与 L_1 重合。

熟悉欧几里得几何学的读者立刻就能看出它们与传统尺规作图的关系。

弱环节”下功夫。比如《科学与知识的历史》一书，共上中下3卷，主要讲述从文艺复兴至今的科学与知识的历史，模糊了“科学革命”的边界。

“科学革命是特殊阶段的历史现象，并不能涵盖长时期的科技发展。”张柏春表示，科技发展的常态并不是革命，那么，科技发展的总体面貌如何？知识系统化成为“科学”之前的知识是什么样的？《科学与知识的历史》讲述了知识和科学渐进、连续的发展过程，而非跳跃式发展。

此外，科学发展不是单一的，与政治、经济、社会等密切关联的知识也值得关注。

在张柏春看来，过于强调科学本身，容易把相关知识排斥掉。尤其是在学科交叉和融合的发展趋势下，更需要开放包容的理念。

《ENIAC在行动：现代计算机的创造与重塑》原著是英文版。ENIAC是世界第一台现代电子计算机，是研究计算机和信息技术史绕不开的对象。该书挖掘计算机科学领域的原始创新、系统思维等，涵盖创新思想、项目管理、工程实现、应用开发、系统进化、社会影响等。而《威廉·西尔门子传》一书呈现了作为工程师的威廉·西尔门子的人生轨迹及其生长环境，探讨了其的全球视野、技术创新实践、企业创新经验等，这对当下科技创新与创业的发展具有借鉴意义。

急需专业人才

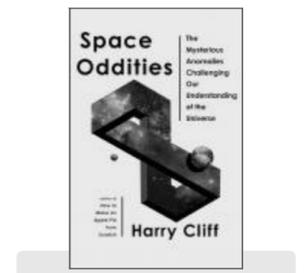
在人工智能时代，专业人士的翻译是否还有必要？座谈会上，专家一致认为，非常有必要。

除了语言能力外，译者要了解国际科技史研究的基本态势、理念和方法，不仅能研读研究文献，还能解读原始文

域外

物理学家正面临一系列新的难解之谜

■武夷山



3月，美国Doubleday出版社出版了Harry Cliff(哈利·克利夫)的第二部科普著作《Space Oddities: The Mysterious Anomalies Challenging Our Understanding of the Universe》(本文作者译为“太空异象：挑战我们宇宙认知的神秘怪异现象”)。

作者克利夫是英国剑桥大学粒子物理学教授，深度参与欧洲核子研究中心大型强子对撞机的工作。他一向热心于面向公众的科学传播。2021年8月，他出版了第一部科普著作《如何从头开始做一个苹果派：从原子起源到大爆炸，探索我们宇宙的配方》，该书于次年在国内出版。这一书源自美国天文学家、科普大师卡尔·萨根的话：“想要从头开始做一个苹果派，你必须先创造宇宙。”克利夫还在伦敦科学博物馆策划过两个科普展览：“对撞机”(2013)和“太阳”(2018)。他常常作科普讲座，深受欢迎。

克利夫在新书中展现的一些证据有颠覆旧有的模型、观念和规则之势。他想回答的问题是：书中叙述的那些反常现象是自然界的偶然事件，还是指向了广阔的未知新世界？

他认为：“科学进步不是展开为一条从无知变为理解的直线。”“科学进步是混乱的过程，充满着起步不当、转向错误和死胡同。”

对于物理学家正面临一系列新的难解之谜，克利夫是有资格对此加以解释的。过去几十年来，科学界曾志得意满，好像什么都解释清楚了，但最近几年，一系列反常现象打破了原来的确定性。

例如，为什么宇宙膨胀的速度高于预期？为什么中微子的行为与理论模型预测的不一样？偶尔从南极冰层下喷发出的高能粒子是怎么回事？若对这些

问题回答得好，可能引起全新的物理实在观。

可问题是，我们有可能一睹对物理世界深刻的新视角的风采，还是会被残酷的数据把戏所捉弄？

在思考这些问题的过程中，克利夫走访了世界各地的相关研究设施——从智利北部阿塔卡马沙漠中的ALMA望远镜，到深埋地下的粒子对撞机，再到南极冰盖上空监测气球，继而尝试回答这些问题的一些科研人员进行了访谈。充满着不确定性的新物理学能否成功，无人知晓，耕耘于该领域的科学家其实在用自己的职业和声誉打赌。

长期以来，对复杂的数学模型深信不疑的理论家与专注于开展实验和寻找关联的观察者之间一直存在矛盾。双方都在探寻新的范式和定义实在的新的方式。由于不确定性无所不在，偶然的数据波动或抖动可能造成“新发现”的假象，尤其是数据量较小的时候。

比如在2015年12月，通过世界上最大的粒子加速器——大型强子对撞机，科学家曾认为，他们或许发现了一种全新的粒子，激动万分。可是，最后发现，这个“发现”只不过是实验数据波动导致的结果。

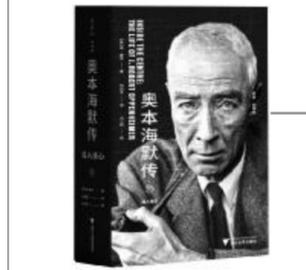
为避免出现类似错误，就要尽量多做数据，不要一看到3个西格玛的结果（结果出错的概率不到0.3%）就过于激动。

在粒子物理学界，大家习惯于采用的人为判断准则是：3个西格玛的结果被视为“证据”（也就是说，值得关注是否出现了新效应，但离你订机票去斯德哥尔摩领诺贝尔奖还远着呢）；5个西格玛的结果（出错概率约为0.023%）才被视为一次“观察值”或“发现”。5个西格玛的这一金标准保障科学家不被统计结果愚弄。

本书缺点是，尽管克利夫努力用通俗的语言来说明问题，但宇宙学和粒子物理学实在太复杂艰深了，某些章节不容易看懂。具备高等物理学背景的读者会觉得本书的一些内容充满魅力，一般读者则可能“啃”不动。

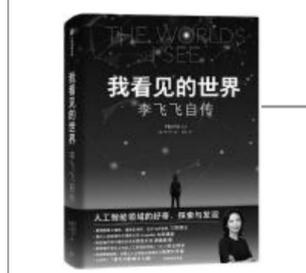
但不管怎么说，克利夫的乐观、幽默和对所述主题的热情还是给读者留下了深刻印象。他写道：“大自然不会轻易出尔反悔，要想获取秘密就得奋斗。不过到头来……这一曲折的道路终将通向更深刻的理解。”

荐书



《奥本海默传：深入核心》[英]瑞·蒙克著，刘诗军译，刘小雨校，浙江大学出版社2024年5月出版，定价：168元

本书作者瑞·蒙克说他之所以写这本传记，“是关于奥本海默，有一部真正伟大的传记正等待着人们去书写，这样一部传记需要公正对待他在20世纪的历史和政治上的重要作用，需要展现他的非凡思想以及他那深入而广泛的智识兴趣。这样一部著作需要阐述和解释他在物理学上的贡献，并将这些贡献置于当时的历史



《我看见的世界：李飞飞自传》[美]李飞飞著，赵灿译，中信出版集团2024年4月出版，定价：85元

2018年6月26日，李飞飞迎来职业生涯新的里程碑：她要出席国会听证会。她感诸万千，“像许多移民一样，我感到被各种纵横交错的文化鸿沟所束缚。一些鸿沟不可名状，另一些则清晰地横亘在我的面前，难以跨越。英语是我的第二语言，但我每天大部分时间都必须用英语来交流；我是一名女性，而我所在的领域由男性主导……这么多年来，我一直在思考自己是否真正确

于哪个世界，而国会似乎不太可能是一个能让我放下警惕的地方”。

李飞飞是美国国家工程院、美国国家医学院、美国艺术与科学院院士。1976年出生于中国北京，长于成都；1992年随家人赴美；1995年被美国普林斯顿大学物理学专业以全额奖学金录取；2005年在美国加州理工学院获得电气工程博士学位；2009年在美国斯坦福大学完成ImageNet的初始版本；2012年在她发起举办的ImageNet大型视觉识别挑战赛第三届比赛上，神经网络算法AlexNet识别准确率高达85%，开启了新一轮深度学习革命。

李飞飞的人生并非人们认为的像是开了“外挂”，在这本自传中，可以看到她从底层移民成长为顶尖科学家的逐梦之旅。（喜平）