

关于折纸的若干事

木遥

1927年，在德国国立建筑学院（即后世著名的包豪斯学院）的一次预备课程上，教师 Josef Albers（他战后成为耶鲁大学设计系的系主任）带着一卷报纸走进课堂，对学生们说道：

女士们先生们，我们很穷，没什么钱。我们浪费不起时间，也浪费不起材料。所有的艺术都得从材料上开始动手，所以我们必须先来看看我们能搞到什么材料，不要直接想着去制作什么成品。我们目前先考虑的应当是巧妙地利用材料，而不是美。我们的学习应当引出建设性的思考。我希望你们利用这些报纸，搞出一些你们现在还没见过的东西来。我希望你们尊重材料，合情合理地使用它们，保持它们的内在特征。如果你们能不用剪刀和胶水就更好了。

有一些当时的学生作业被保存了下来。其中一份是这样的：在一张圆形纸片上画出一系列同心圆，沿着它们作为折痕依次交替折成峰和谷。（考虑到折痕是曲线，这不太容易做到，但是并不是不可能的。）然后，一个出人意料的，呈现出马鞍形的漂亮结构出现了。

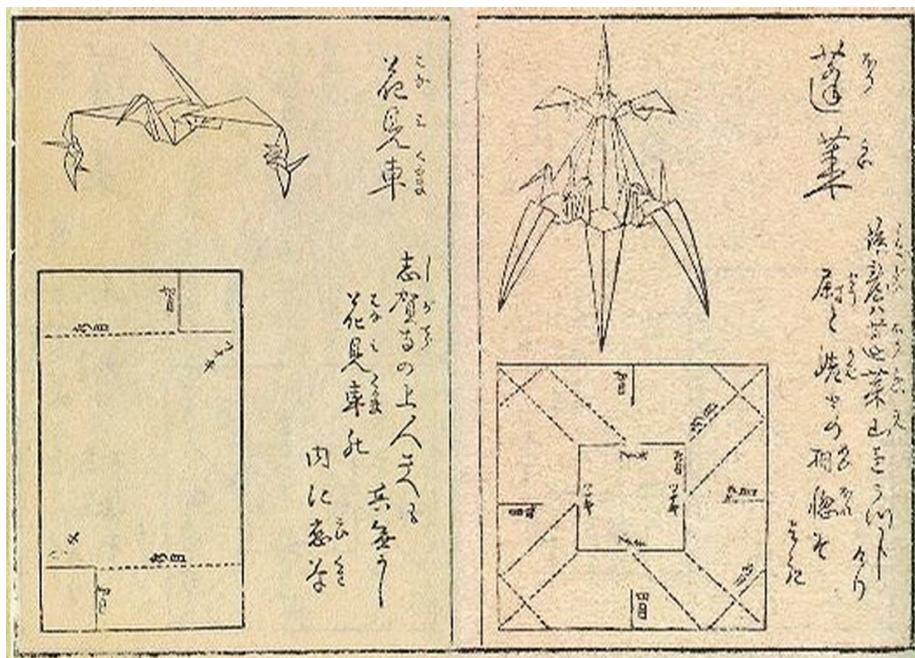
在人们目前所知道的文献里，这样的折纸结构还是第一次出现。

我们每个人都知道怎么折一个纸飞机或者纸鹤，不过



恐怕也仅限于此。折纸毫无疑问是一门历史久远得已不可考证的艺术，在漫长的历史年代中，一些简单的折纸技术在中国和日本代代流传。1797年日本三重县桑名市长円寺的僧人义道一円出版的《秘传千羽鹤折形》被认为是世界上第一本折纸书，记载了当时所知道的大量折纸图案。

人们意识到折纸有其技术上的复杂可能性，但研究其科学上的应用和研究价值，还是相当近期的事。二十世纪的日本折纸艺术家吉泽章被认为是现代折纸艺术的鼻祖。他一生发明出了超过五万种新的折纸图样，更重要的是，他建立了描述折纸技术的标准语言，至今仍旧



秘传千羽鹤折形影印

为全世界所通用。在海外，他被广泛看作是日本的一名文化大使。1983年，日本天皇授予他旭日章，这是日本国民所能获得的最高荣誉勋章之一。

到上世纪八十年代，人们开始注意到折纸可以作为一个数学问题被加以研究。归根结底，一个折纸作品一旦被展开，就不外乎体现为一张纸片上的若干折痕，这些折痕满足某些特定的数学性质。反过来，给定一个人们心目中的折纸作品的模样，如何设计出相应的折痕，这在从前是一件完全依赖于折纸艺术家的经验的困难技巧，而今天却可以通过特定的方式转化为一种可以被标准流程所回答的数学问题。上世纪九十年代，美国科学家 Robert Lang 写出了一个名为 treemaker 的电脑程序，允许人们输入任何自己心目中想要

的形状，然后电脑会计算出为了折出该形状所需的折痕图样。从那一天起，折纸艺术彻底进入了自由王国。

这件事情听起来像是科学家们完全心血来潮的业余爱好。可是大多数科学技术领域的发展所体现出的一条必然规律在这里也发生了作用：一种纯粹基于兴趣的，看起来毫无实际用途的研究，最终会以出乎人们意料的方式在现实生活中产生应用。2004年，日本宇宙科学研究所发射太阳能飞船时意识到，为外太空航行提供能源所需的太阳能板需要尽可能大的展开面积，而这些太阳能板又必须能够被折叠到尽可能小的状态才能在发射过程中装进狭小的飞船船舱。而折叠和展开的过程都必须尽可能简单，才能在无人环境中顺利完成，



吉泽章的折纸作品



以上三幅为 Lang 借助电脑创作出的作品

这正是折纸技术所要研究的问题。于是，东京大学宇宙科学研究所教授三浦公亮发明了一种折纸方法，提供了一个完美的解决方案。这一方案今天称为三浦折叠法，被广泛地应用于各种生产领域，甚至包括轮胎的胎纹设计。折纸技术还被用于设计人造血管支架，因为这种支架需要被折叠得足够小才能被放入血管，在到达指定位置后再被展开成一段人造血管，这一设计是由牛津大学的中国科学家由衷研究员带领的研究小组发明的。

在这个领域里事实上还存在着大量未能解决的问题，它甚至构成了数学中一个特别的分支：折纸数学。所有从事这一领域的科学家几乎一开始都只是被折纸过程所蕴含的简单而纯粹的美所吸引，但是事实上，他们的工作开启了一个科学和工程学的宝库。这一美妙的结果是人们始料不及的。

作者介绍：

木遥，北京大学数学系本科毕业，美国加州大学洛杉矶分校数学博士。是本刊特约撰稿人。

