

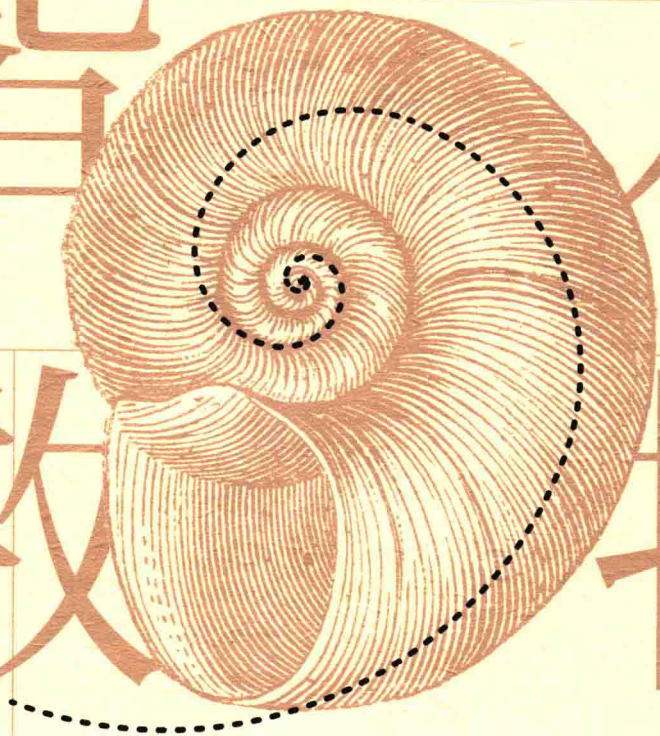
比
白

数
女

万
物

Le Grand Roman
des Maths

De la Préhistoire à Nos Jours



从史前时期到人工智能，
跨越千年的数学之旅

Michael Launay
[法]米卡埃尔·洛奈 著
孙佳雯 译



北京联合出版公司

Beijing United Publishing Co., Ltd.

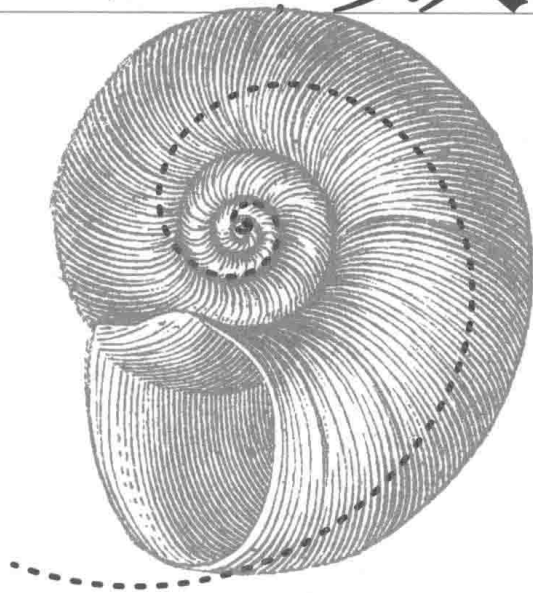
· 注音

万物皆数

从史前时期到人工智能
跨越千年的数学之旅

Le Grand Roman
des Maths

De la Préhistoire à Nos Jours



Michael Launay

〔法〕米卡埃尔·洛奈 著

孙佳雯 译



北京联合出版公司
Beijing United Publishing Co., Ltd.

· 麻音

图书在版编目 (CIP) 数据

万物皆数：从史前时期到人工智能，跨越千年的数学之旅 / (法) 米卡埃尔·洛奈著；孙佳雯译. —北京：北京联合出版公司，2018.8

ISBN 978-7-5502-4918-9

I . ①万… II . ①米… ②孙… III . ①数字—普及读物 IV . ①O1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 130392 号

©Editions Flammarion, Paris, 2016

Simplified Chinese Edition Copyright © 2018 by Beijing United Publishing Co., Ltd.

All rights reserved.

本作品中文简体字版权由北京联合出版有限责任公司所有

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2018-4048

万物皆数：从史前时期到人工智能，跨越千年的数学之旅

作 者：[法] 米卡埃尔·洛奈 (Mickaël Launay)

译 者：孙佳雯

出版监制：刘 凯 马春华

选题策划：联合低音

责任编辑：闻 静

内文排版：联合书庄 bjlhcb@sina.com

封面设计：奇文云海

北京联合出版公司出版

(北京市西城区德外大街83号楼9层 100088)

北京联合天畅发行公司发行

北京华联印刷有限公司印刷 新华书店经销

字数181千字 880毫米×1230毫米 1/32 9.5印张

2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5502-4918-9

定价：68.00元

版权所有，侵权必究

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书部分或全部内容

本书若有质量问题，请与本公司图书销售中心联系调换。电话：(010) 64243832

“啊，可我这人……我数学一直学得特别不好呢！”

对此，我都感到有点儿麻木了。这应该是我今天第十次听到这句话了。

然而，这位女士已经在我的摊位前面驻足了一刻钟，她挤在其他的路人中间，耐心地听着我介绍几何学的诸多美妙之处。正是在这个时候，她说出了上面那句话。

“所以，你平时都从事什么工作呀？”她问我道。

“我是个数学家。”

“啊，可我这人……我数学一直学得特别不好呢！”

“是吗？可是，我刚才讲的那些，您似乎很感兴趣呀！”

“没错……但是，但是你讲的不是真正的数学呀……你讲

的这些我都听得懂。”

好吧，这可真是意想不到的回答啊。所以，数学的定义难道是一门我们无法理解的学科？

这是8月初的一天，法国拉弗洛特市镇的菲利福尔林荫大道——自由集市所在的地方。在今天这个小小的夏季集市上，我右边是个用散沫花绘制文身和编非洲脏辫的摊位，左边是个卖移动手机配件的摊位，而对面则是一排卖珠宝首饰和各种小玩意儿的。我的数学摊位就在它们中间。仲夏夜微风清凉，度假的人们闲适漫步。我有个恶趣味，就是特别喜欢在一些莫名其妙的地方“搞数学”。因为人们在这样的地方“没有一点点防备，也没有一丝顾虑”……

“我一定会告诉我爸妈，我居然在度假的时候搞数学了！”一位刚从海滩回来，路过我的摊位的中学生这样对我说。

这话也没错，我的确是对观众们耍了点小诈，但这也是必须付出的代价。这是恶趣味的我最享受的时刻。我就是超喜欢带着人们若无其事地搞上一刻钟数学，然后告诉声称自己“数学非常不好”的他们，“老铁，刚才我们搞的就是数学哟”，并且观察他们的各种尴尬反应！而且，我的摊位前面总是挤得满满当当！我会展示折纸、魔术、游戏、谜题……总之，无论男女老少，总有一款适合您。

可惜，我的自得其乐只是表面上的，在内心深处，我感

到痛心和悲凉。我们怎么会不得不向人们隐瞒他们正在“搞数学”的事实，才能让他们充分享受到数学的乐趣呢？为什么人们对“数学”如此谈虎色变呢？有一件事儿是确定的，如果我在我的摊位前面也支上一个牌子，上面写着俩大字“数学”，就像我的邻居们摊位前支着的写有“首饰与项链”“手机”“文身”之类的牌子似的，那我的摊位一定瞬间门可罗雀。因为如果那样的话，人们是不会在我的摊位前驻足的，他们甚至会后退一步，转头看向其他地方。

然而，好奇心却始终存在着，我每天都能遇见它。数学的确令人心生畏惧，可是它更令人心驰神往。我们不喜欢数学，可是我们希望能够喜欢上它。或者至少，我们希望自己能够朝那片名为“数学”的神秘迷雾投去冒失的一瞥。人们相信，这片迷雾中隐藏着无法抵达的神秘大陆。可是这不是真的。即使不是音乐家也能欣赏音乐，即使不是大厨也能好好地享用一餐饭。所以，我们为什么非得成为数学家，或者具有特别出众的“智慧”，才能学一点数学，才能让代数或者几何的美挑逗我们的心灵呢？其实我们并不需要知道所有的技术细节，就能够理解那些伟大的想法，并且感受到它们带来的震撼。

自从上古时期以来，有很多的艺术家、创作者、发明家、匠人，或者只是单纯的梦想家和好奇者，他们都在无意中踏入了数学的领地。他们是不自觉的数学家。他们是人类历史

上最早的提问者，最早的研究者，最早的头脑风暴践行者。如果我们想了解数学到底是什么，就必须追随他们的脚步，因为一切正是因为他们而起。

所以，现在是时候开始一场时空旅行了。如果你愿意，请让我带领你，翻阅这本书，回顾人类历史上最不可思议、最迷人的学科——数学——穿越历史时空发展至今的曲折历程。让我们去认识那些通过意外发现和奇思妙想而创造了历史的人们吧。

让我们一起打开这一卷厚重的数学史话。

目 录

第一章	
不自觉的数学家	…001
第二章	
数字的形成	…017
第三章	
不习几何者不得入内	…033
第四章	
定理时代	…049
第五章	
一点儿方法	…071
第六章	
从 π 到坏	…087
第七章	
零和负数	…103
第八章	
三角原力	…119
第九章	
面对未知	…139

第十章	
数列	… 153
第十一章	
虚数的世界	… 165
第十二章	
数学语言	… 181
第十三章	
世界的字母表	… 201
第十四章	
无穷小	… 217
第十五章	
测算未来	… 231
第十六章	
计算器时代的到来	… 251
第十七章	
未来的数学	… 269
结 语	… 289
扩展阅读	… 293
参考文献	… 294

第一章

不自觉的 数学家

回到巴黎，我决定从位于城市中心位置的卢浮宫博物馆开始我们的征程。在卢浮宫搞数学？这看上去可能不太搭调。这座曾经的皇家宫殿、如今的博物馆，看上去是画家、雕塑家、考古学家或者历史学家的领地，总之不会是数学家。然而，我们就是要在这一重新建立一种新的“第一印象”。

来到卢浮宫，我看到了屹立于拿破仑庭院中心巨大的玻璃金字塔，这似乎就是一封来自几何学的请柬。但是今天，我和更古老的上古时代有个约会。我走进博物馆，时间机器正式开启。我从法兰西的国王们面前逐一经过，又掠过文艺复兴时期和中世纪，最后回到了遥远的古希腊时代。一个展厅接着一个展厅，我看见了古罗马时期的雕塑、古希腊花瓶

和古埃及的石棺。我还要再回到更久远的过去，于是，我终于进入了史前史时期。后退了这么多个世纪，我必须逐渐忘掉所有的事情。忘掉数字，忘掉几何学，忘掉文字。在最初的最初，没有人知道任何事情，也没有什么东西是需要被知道的。

首先，让我们回到1万年前，驻足于美索不达米亚。

其实仔细想想，我应该还能回到更久远的过去。让我再继续后退，退回150万年前，回到旧石器时代的初期。在这个阶段，原始人类还没有学会用火，所谓的“智人”根本还是天方夜谭。此时的世界由亚洲和非洲的直立人统治，或许还有一些尚未被考古发现的直立人的亲戚。这是石器的时代，“手斧”正流行。

在营地的一个角落里，琢磨匠人们正在工作。其中一人拿起了一块没有被打磨过的燧石，是他几小时之前收集起来的。他坐在地上（可能是盘腿而坐），将这块燧石放在地面上，一只手固定住这块燧石，另一只手握住另一块大质量的石头，用它敲击燧石的边缘，一块碎片应声而落。他看到了碎片，然后转了转手里的燧石，再次敲击另一侧的边缘，使燧石的边缘形成锋利的棱脊。剩下的就是在整个轮廓上重复操作了。在某些部位，燧石太厚或者太大了，所以需要削掉很大一块，来达到匠人最终想要实现的效果。

“手斧”形状的出现，既不是巧合，也不是灵光一闪。它

是经过一代又一代古人的思考、琢磨、传承而最后实现的。我们发现了好几种不同类型的手斧，随着所处时期和发现地点的不同而有所区别。有一些是具有凸出尖端的水滴形；另外一些更浑圆的，看上去像是蛋形；还有一些几乎没有圆角，更接近等腰三角形。



旧石器时代初期的手斧

然而无论是哪种手斧，都有着一个共同点：对称。到底是因为这种几何构造的实用性，还是仅仅出于某种审美意图，促使我们的老祖宗们坚持使用这种构造呢？今天的我们很难弄清楚这一点。可以肯定的是，这种对称不可能是一个巧合。琢磨匠人应该预先设计好了自己的打磨计划，在完成手斧之前就考虑好了形状。对于要被打磨的燧石，他们在头脑中构建了一个抽象的形象。换句话说，他们在脑海中“搞数学”。

当这位琢磨匠人最终完成这个手斧之后，他会仔细观察这件新工具——伸直手臂，将手斧置于光线下，更好地观察它的轮廓，在某些锋利边缘处敲掉两三小块碎渣来完善手斧的形状，最终，他得到了一件满意的作品。这一刻，他的感受会是怎样的呢？他是否已经感觉到了这种由科学创造带来的巨大的喜悦之情？即从头脑中的一个抽象概念出发，理解和塑造外部的世界。不管怎样，抽象概念被发扬光大的时刻，此时还没有到来。这时还是实用主义大行其道的时期——手斧可以用来砍树、割肉、在毛皮上钻洞，以及挖地。

好吧，其实我们并不是要在这个问题上做进一步的研究。毕竟这些对于史前史的阐释看上去都太不靠谱，就让这些古老的时代在历史中继续沉睡吧，而我们则回到我们的冒险的真正起点：公元前 8000 年的美索不达米亚平原。

在新月沃土上，有一块区域，在未来我们将称其为伊拉克，此刻正在进行着新石器时代的革命。自古以来，人类就在这一地带定居。在北部高原，游牧民族成功地安定了下来。这个地区可以算作是所有最新发明的“实验室”。由未烧制加工的泥砖生坯搭建成的房屋形成了人类历史上的第一批村落，最有干劲儿的一批建造者甚至还盖起了小楼。此时的农业是一种先进的技术，温和的气候使得非人工灌溉的农作物的生长成为可能；动植物逐渐地被驯化；陶器的出现也正在萌芽之中。

嘿，好吧，那就让我们来聊一聊陶器吧！因为，虽然这一时期的很多证据都消失了，不可挽回地散佚在了时光的隧道中，但是考古学家们还是发掘出了数千件陶器：陶盆、花瓶、罐子、盘子、陶碗……在我周围的玻璃橱里，塞满了各种陶器。最古老的陶器可以追溯到9000年以前，从一个展厅到另一个展厅，好像有“小拇指”的小石子^[1]引路一般，带领我们穿越若干个世纪。陶器形状各异，大小不一，它们的装饰、塑形、彩绘或者雕花也都不一样。有一些陶器有“脚”，有一些陶器有手柄。有的陶器完整，有的布满裂痕，有的碎裂，有的是重新修复的。有一些陶器，却只剩下一些零星的残片。

陶器是火的最初艺术品，随后才是青铜、铁和玻璃。使用黏土——这种具有可塑性的、能够在潮湿的地区大量获取的泥土，陶工能够随心所欲地塑造自己的作品。当陶工塑造出满意的形状之后，只需要将生坯风干几天，然后送入窑中烈火烧制，就能使整件陶器定型。人类掌握这种技术的时间已久。早在2万多年以前，人类已经在用这种方法烧制小型陶像。然而，直到近来，伴随着游牧民族的定居，人们才开始烧制日常生活中经常使用的陶器。新的生活方式需要存储

[1] 译注：“小拇指”的故事是法国历史上口口相传的童话故事。1697年，法国作家夏尔·佩罗整理了包括《小拇指》在内的一系列童话故事，包括《睡美人》《小红帽》《蓝胡子》《灰姑娘》等，组成了《鹅妈妈的故事》出版。在童话《小拇指》中，“小拇指”是樵夫家最小的孩子，出生时只有指头大小，被取名“小拇指”，后来他被家人遗弃，靠口袋里装的一把小石子在路上留下标记才走出了黑暗的森林。

的工具，于是人们烧制出了两臂环抱那么大直径的罐子！

这些陶土容器迅速成了日常生活的必需品，以及村庄集体组织的必要用品。接下来，人们开始制作各种耐用的餐具，不管造型好不好看。不久之后，陶器上出现了装饰；又过了一段时间，开始出现了不同的制作流派。有些匠人在陶器生坯还未风干的时候，用贝壳或者树枝在上面印刻花纹，然后再送入窑中烧制；有一些匠人先烧制风干的陶器，然后再用石器雕刻出花纹；还有一些匠人喜欢陶器外侧刷上一层天然的染色涂料。

我一一走过东方古文物部分的展厅，由美索不达米亚人设计的、丰富的几何图形让我感到惊奇。正如我们的祖先用石头精心琢磨出手斧一样，这些对称性实在是太精巧了，不可能是未经过深思熟虑的随性之作。其中，花瓶边缘一周的“腰线”尤其引起了我的注意。

所谓“腰线”，就是一种带状的、围绕着整个罐子外侧一周的装饰花纹，表现为同一种纹样的不断重复。在所有常见的腰线中，有三角形锯齿状花纹，还有由相互缠绕的两条花纹构成的腰线，然后是人字交错的腰线、方形锥碟状的腰线，以及带尖斜方形、打了阴影线的三角形、同心圆……

当你从一个地区的展品看到另一个地区的展品，或者从一个时期看到另一个时期，你就能发现一些模式：有一些花纹非常流行，它们被不断地使用、变形，通过多种方式被改善。

然后，几个世纪过去，这些模式被“淘汰”了，被另外一些当时流行的花纹取代。

一路看下去，然后我作为数学家的灵魂被点亮了。我看到了对称、旋转、平移。然后在大脑中，我开始分类、整理。我多年来研究的几个定理浮现在脑海中，而我需要的，正是几何变换的分类。我拿出笔记本和铅笔开始涂抹起来。

首先，是几何图形的旋转。在我面前的，正好就是一条由“S”形花纹前后嵌套构成的腰线。我歪了一下脑袋，确认了一下。是的，没错，这是一个“倒转不变”的图案：如果我把这个水罐头朝下倒着放，腰线的花纹还是和之前一模一样。



其次，是对称性。这个腰线中，存在着好几种对称性。渐渐地，我完成了我的列表，“寻宝”正式开始。对于任意一种几何变换，我都会寻找与其对应的腰线。于是我在这些展厅之间走来走去。有一些陶器是损坏的，于是我眯着眼睛，试图在脑海中重构这些来自几千年前的陶器上绘制的花纹。当找到一个新的几何变换时，我就打一个钩，然后确认陶器制作的日期，试图重建一份陶器外观的年表。

最终我能发现多少种几何变换呢？经过一番思考，我成功地在脑海中找到了那个关于几何变换的著名定理，而我最终也找到了全部 7 种类型的腰线。7 组不同的几何变换可以让花纹保持不变。一种也不多，一种也不少。

当然了，美索不达米亚人并不知道这一点。因为很显然，问题中所涉及的原理要一直到文艺复兴时期才会被提出来！然而，无心插柳，他们甚至原本只是故意用一些和谐又新颖的花纹来装饰自己的陶器，然而这些上古时期的陶器制作者们其实已经开始构建一门美妙学科的最初论据，影响和激荡了几千年后的整个数学家群体。

而此时，我盯着手里的笔记本，几乎把 7 种几何变换都找全了。几乎？因为还有一种腰线我始终没有找到。我对此稍微有些期待，因为很显然，这种几何变换是列表当中最复杂的一种。我要寻找的是这样一种腰线，即如果我们将它水平翻转，它看上去和之前是一样的，只是所有花纹都向后错了半个身位。今天，我们称其为“平移对称”。对于我们的美索不达米亚前辈们来说，这可真是个不小的挑战！

然而，我还远远没有逛完所有的展厅，所以还远不到丧失信心的时候。我继续耐心寻找，观察每一个细节，琢磨每一条线索。我之前已经观察到的另外 6 种类型，一次次地重复出现。在我的笔记本上，日期、简图和其他涂鸦逐渐混作一堆。尽管如此，我依然没有发现第 7 种几何变换的蛛丝马迹。