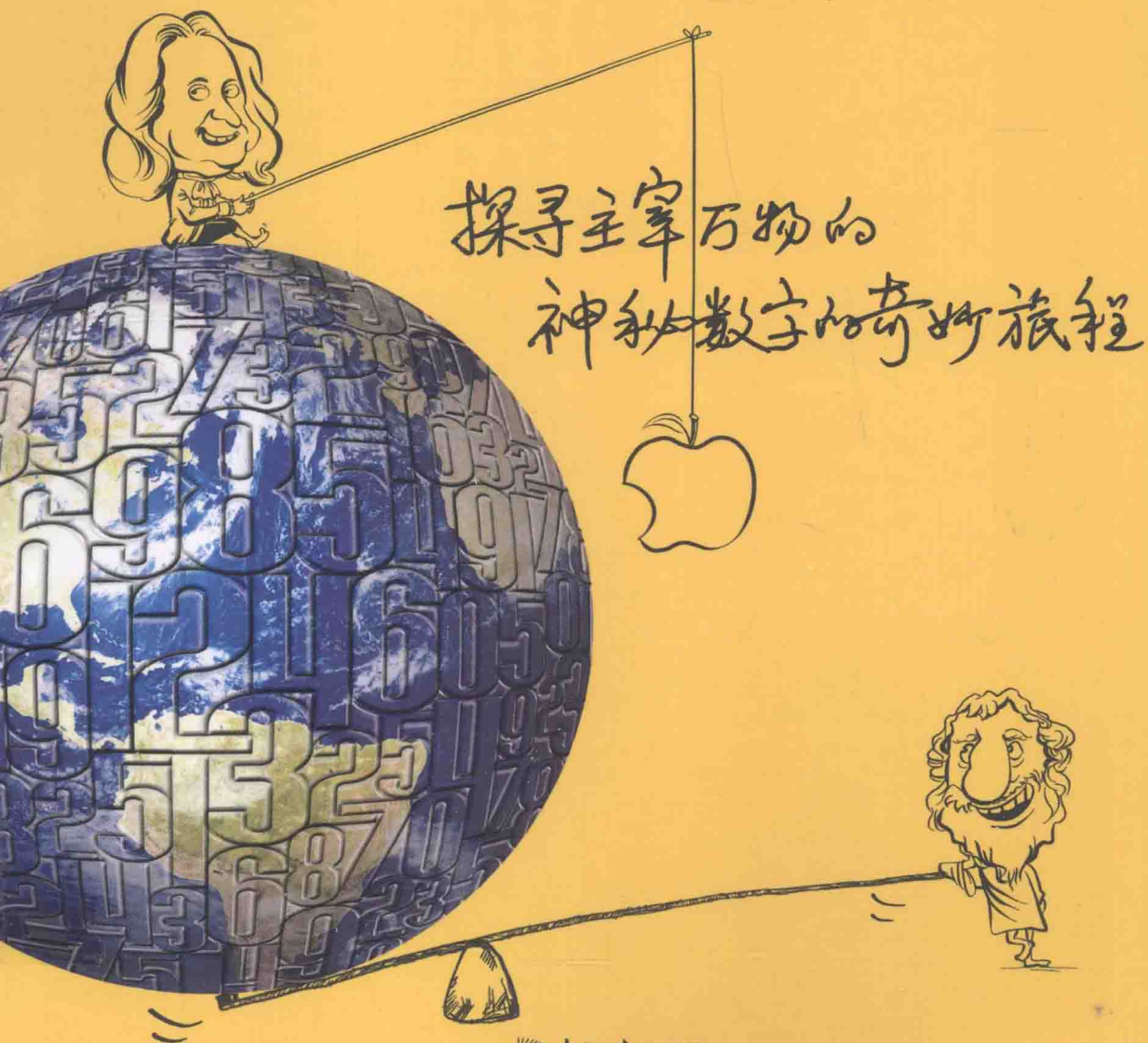


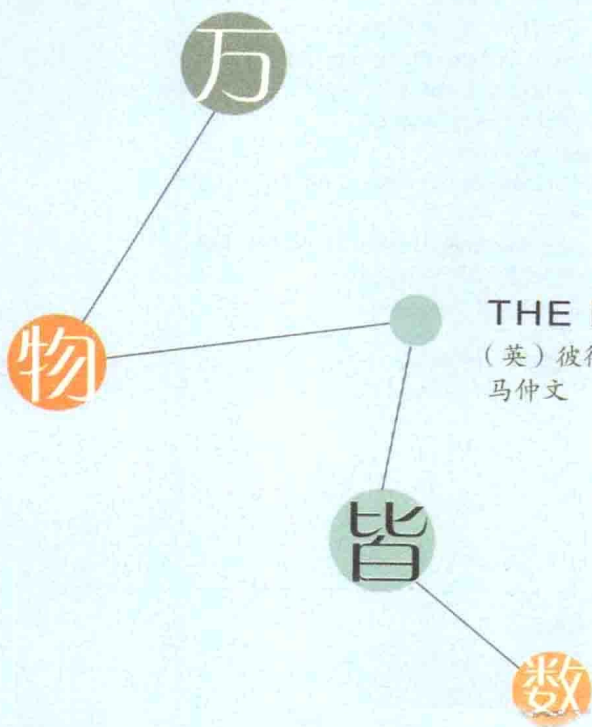
THE **OF** NUMBERS

*The Secrets of Numbers and How They Created Our World*

# 万物皆数

(英) 彼得·J. 宾利 著 马仲文 译





# THE BOOK OF NUMBERS

(英) 彼得·J. 宾利 著

马仲文 译



## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

万物皆数 / (英) 宾利著 ; 马仲文译. — 广州 : 南方日报出版社, 2012.12

ISBN 978-7-5491-0272-3

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

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第224360号

First published in 2008  
under the title The Book of Numbers  
by Cassell Illustrated, an imprint of Octopus Publishing Group Ltd.  
2-4 Heron Quays, Docklands, London E14 4JP  
© 2008 Octopus Publishing Group Ltd.  
All rights reserved.  
Simplified Chinese Edition ©2012 Guangdong Yuexintu Book Co., Ltd.

Chinese Translation © 2012 Guangzhou Anno Domini Media Co., Ltd.  
译文由广州公元传播有限公司提供  
All rights reserved 所有权利保留

图片支持 :  www.fotoc.com

# 万物皆数

WANWU JIE SHU

作者 : (英) 彼得·J. 宾利 (Peter J. Bentley)

译者 : 马仲文

责任编辑 : 阮清钰


特约编辑 : 杜晓杰

装帧设计 : 林丹妍

技术编辑 : 郭汉文

出版发行 : 南方日报出版社 (地址 : 广州市广州大道中289号)

经销 : 全国新华书店

制作 :  广州公元传播有限公司

印刷 : 广州汉鼎印务有限公司

规格 : 760mm × 1020mm 1/16 14印张

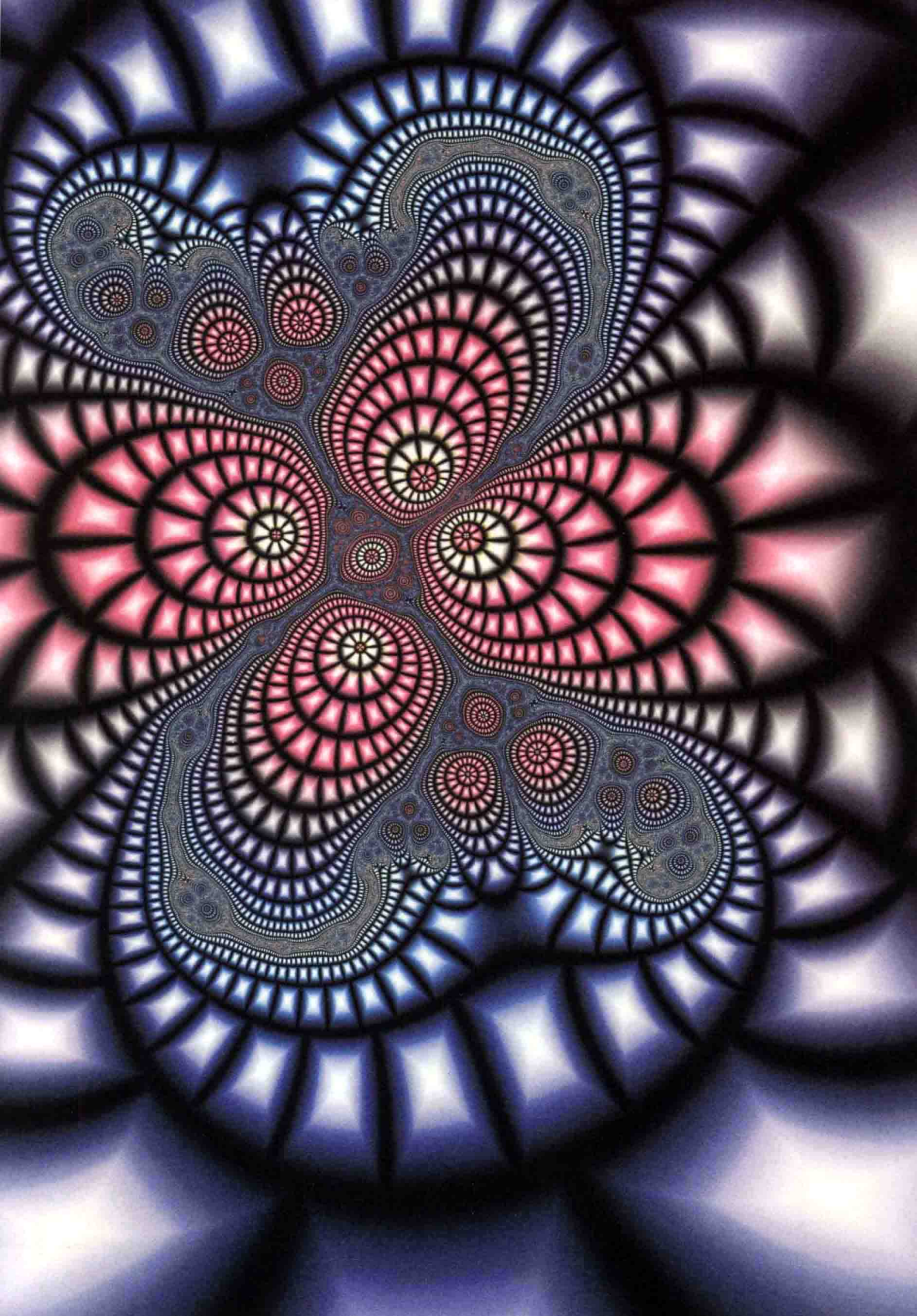
版次 : 2012年12月第1版第1次印刷

书号 : ISBN 978-7-5491-0272-3

定价 : 35.00元

如发现印装质量问题影响阅读, 请致电020-38865309联系调换。





# 目录 CONTENTS

## 序章 -1 : 各就各位! 001

## 第一章 0 : 无中生有 005

数字如何书写 006

数字如何发音 009

“无”的发明 011

公元0年 018

## 第二章 0.000000001 : 小即是美 021

神奇的有理数 022

一点的突破 024

思考入“微” 026

## 第三章 1 : 万物归一 031

自然数的奥秘 032

罕见的完全数 034

成双入对的亲和数 035

“专一”的质数 036

0.00000...1哪去了? 041

## 第四章 $\sqrt{2}$ : 要命的无理数 043

无理性的“荒谬” 045

丈量世界的科学 047

用数字移动地球 051

如果数字不再是数字 054

方程式的千面手 056

迷失在页边 058



## 第五章 $\phi$ : 黄金数字 061

谁说兔子不是个严肃的问题? 062

超脱尘世的思想 065

不可失去的理性 070

## 第六章 2 : 美妙的偶数 073

0和1的世界 074

用数字编织图案 075

有趣的逻辑思维 079

推倒数学之基 081

一切尽在计算之中 085

第一台电子计算机 088

信息革命的开始 091

## 第七章 $e$ : 最伟大的发明 095

化繁为简 096

精巧绝伦的自然螺线 099

砾石变成了微积分 102

## 第八章 3 : 永恒的三角 107

橡皮筋围出的拓扑学 109

走过七座桥的难题 111

纸带上的虫洞 115

五彩缤纷的地图 118

## 第九章 $\pi$ : 环视神秘的“派” 121

割圆求  $\pi$  122

无尽的数位 126

角度的测量 129

美妙的正弦波浪线 135

摆锤引发的异端邪说 137

<b>第十章</b>	<b>10 : 十进制探秘</b>	<b>143</b>
	千奇百怪的计算制	144
	现在时间：5点86分	147
	神圣的四元基和三角形	152
<b>第十一章</b>	<b>12a : “13恐惧症”</b>	<b>159</b>
	三思而后信	160
	数学里的运气观	162
	数中秘义	165
<b>第十二章</b>	<b>c : 极尽全速</b>	<b>169</b>
	亲历光速	170
	所见不同于所闻	176
	狭义相对论	178
	广义相对论	182
<b>第十三章</b>	<b><math>\infty</math> : 永不结束的故事</b>	<b>187</b>
	永恒之始	188
	圈内之圈	192
	仰望无尽星空	195
<b>第十四章</b>	<b>i : 无法想象的复杂性</b>	<b>199</b>
	展开想象的翅膀	200
	虚实之间	205
	数字的视觉盛宴	209
	一切皆数	214
	数字历史上的女性在哪里？	215
	译者后记	215
	致谢	216



## 各就各位!

BEFORE THE BEGINNING

无论身在地球的哪个角落，我们总能接触到各种各样的数字。开车的时候我们会看到数字，戴上耳机会听到数字，甚至我们手表上的数字也每时每刻在变化。

我们的生活中有数字，我们的话语中有数字，我们的娱乐游戏中也有数字。数字控制着我们的生活，提醒我们几点起床以及告诉我们何时出发，乘坐的交通工具的编号和将到达的地目的地的房号。数字是一切事物的裁判员，它们是评定价值大小和对比数目多少的公平无私的权威；不过数字也会撒谎，它们讲的可能不一定是事实真相；数字可以挽救我们的生命，不过选择了错误的数字也会毁了我们自己；数字可以成为我们的朋友，用作我们的救生索和吉祥饰物，数字也能杀害我们……数字组成了你也组成了我。

数千年前，科学和宗教尚未分家，数字似乎是开启宇宙大门的钥匙。当时数字以不同的形式展示在我们眼前，它们可能并不像电影《黑客帝国》里面的场景一样惊险刺激，不过在这些丰富多样的形式下面隐藏着常见但重要的数字。这种现象决不是巧合。有些固定比率在自然界中不断出现：圆的直径和周长之间比率恒定，海贝壳的曲率也固定不变。在太阳系的行星空间这样常人难以想象的地方，人们也一直在探索其中的几何形状和数字。这些形状和数字与我们在地球上看到的是一模一



样的。更不可思议的是，甚至速度（比如光速）也似乎处于我们宇宙架构的中心。当时人们普遍认为，这些数字会指引我们找到上帝造物的神秘模板，理解这些数字就像阅读上帝写在宇宙万物上的隐秘神谕一样。先驱们在探索数字世界未知领域的同时，也是在探索自身世界的万物。他们在揭示关于生命、宇宙和万物的信息资料。他们找到的不是单个数字，而是一系列重要的数字，以及这些数字的运算规则。

今天，科学与宗教的较量中已占上风。不过我们仍然相信宇宙中存在和它自身密切相关的非常重要的数字。我们现在知道，这些数字就像构成万物织锦上的可见图案一样——织锦上有些图案用粗线织就，非常显眼醒目，如 $\pi$ ， $e$ 和 $\varphi$ 这些数字；有些构成了织锦的大部分图案，如0，1，2，3和 $\sqrt{2}$ 这些数字；有些像织锦上的零星线头，如10和13这两个数字；其他像 $c$ 和 $\infty$ 这些数字和概念，表示了织锦的大小和形状；像 $i$ 这类数字组成的图案仅仅是织锦轻轻晃动时可见的轻微零乱的起伏波动。

现在这些探索自然基本原理的人被称为数学家、天文学家和物理学家。不过不管我们怎么称呼他们，这些人过去是、现在也仍然是探索者——他们检查的那块织锦不是由他们自己编织的。和虚构故事情节的小说家不同，他们没有发明数字或者创造数学思想，而是在寻找基本事实并努力解释它们。他们也发明了新的数字语言，不过只是为了把他们的发现写下来。有些人是为了发展科学而探索自然世界的，有些为了宗教信仰，有些则为了名声。

我们在这本书中谈到的这些探索者非常聪明，可以被称为天才，不过他们当然也是人。他们有复杂的生活经历，有自己的观点，有缺点，也获得过成功。伽利略当年学医时中途退学了，牛顿曾威胁要烧毁他父母的房子，伯努利窃取了他儿子的成果，帕斯卡喜欢欺凌弱小，而爱因斯坦则有一个私生子……因为探索数字，有些人被谋杀了，有些则疯了。如果把所有这些人关在一个房间里，他们的叫喊声将会震耳欲聋。不过和常人不同的是，他们都对数字很迷恋。他们来自世界各地，然而有共同的语言。随着他们探索的深入，数字语言也在日益完善。

通过这些杰出探索者们的努力工作，我们知道了数字怎样构成各种形状和角度，怎样把不同事物联系起来，这使得我们能测量土地，能设计建造复杂的机器。我们发现了相互作用的波的数量，这样就能理解音乐、钟摆运动和光的特性这些现象；我们知道了数字是怎样描述方位、速度和加速度的，这样就能解释行星的运动以及了解我们所居住的星球。我们还认识到数字界定了时间、空间和无限概念的大小，这也使我们明白了时间在

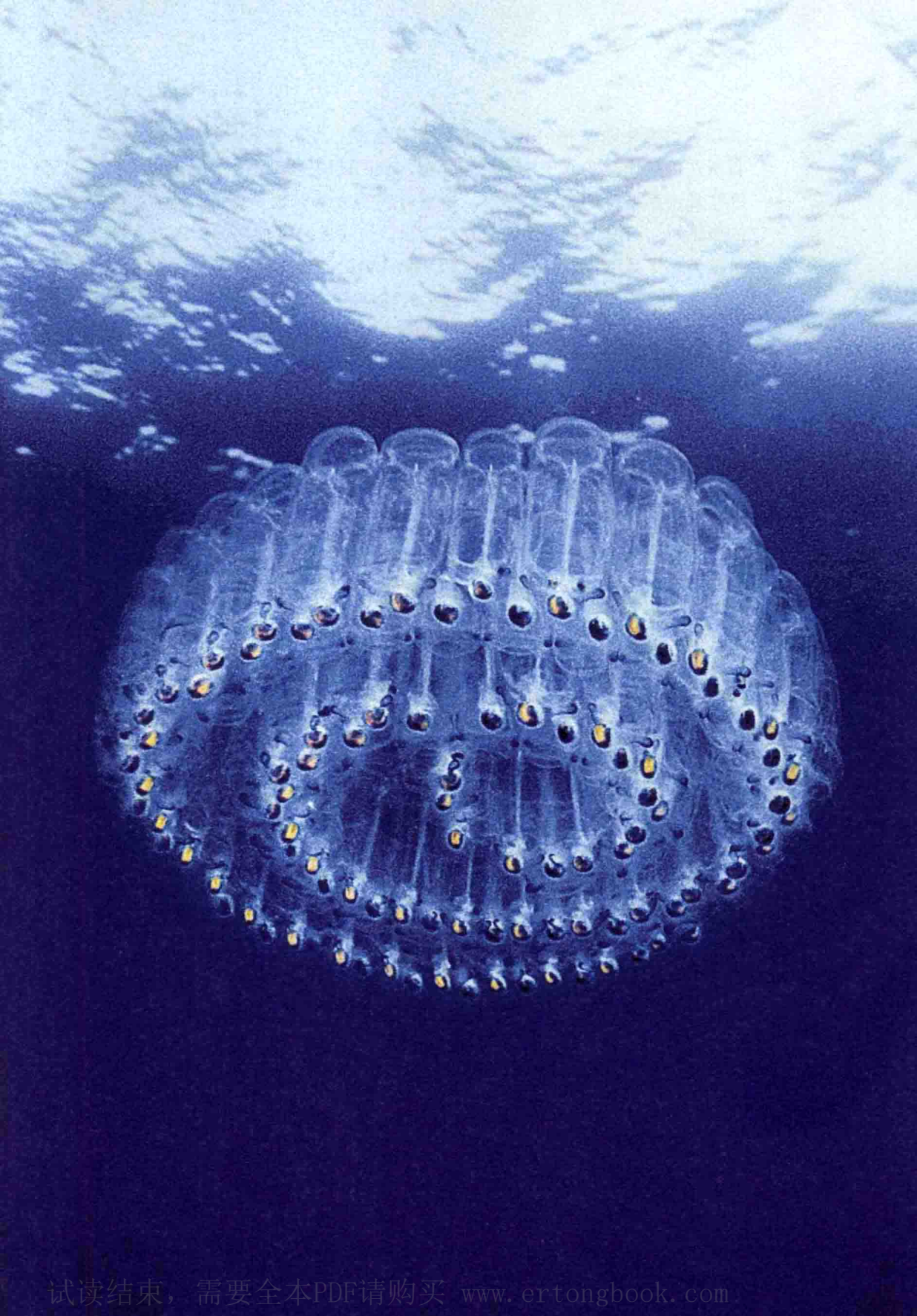
流动中的变化以及我们的宇宙是如何产生的。今天我们继续探索数字，看看它们如何对亚原子粒子产生作用，我们还研究像经济、社会和意识这些复杂系统背后隐藏的数字。这些非凡的成果创造了我们现代社会中的电话机、汽车、音乐、计算机和飞机。几乎所有你使用的现代设备都是因为有了数字才能运作，你吃的食物和做的工作也是数字的功劳。你的生活方式如何，也是由我们对数字的理解来决定的。

本书将谈到许多数字探索者和数学发明家。这些古怪人物的研究动机和坚定信念常常使我们啧啧称赞。不过，数字本身却比他们的发现更激动人心。

阿尔伯特·爱因斯坦曾经说过：“生活的方式有两种。一种是万物皆平常，另一种是万物皆神奇。”数字不会使你对世界失去兴趣，反而会增加你对世界的好奇心。

你将会在本书中发现，数字世界是一个不可思议的奇迹。









## 无中生有

MUCH ADO ABOUT NOTHING

现在我们知道，人类是地球上唯一能够识别和操作数字的生物。我们可以训练鹦鹉数数或者训练狗做简单的算术运算，但这些都不是它们的自然本能。那么，这是否意味着数字依赖我们而存在？或者说没有我们就没有数字、没有计算、没有这一切？数字到底是什么？

数字是我们用来描述图案的词语和记号。识别图像的能力对于地球上所有的生命都是至关重要的，即使结构最简单的生物体也必须有辨别敌人和食物的能力。结构复杂一些的生物体必须有辨别食物“多”与“少”的能力。动物爸爸妈妈们对于它们的宝宝是否都在身边也必须有敏锐的直觉感受。有些动物必须要会辨认夜间食肉动物双眼的明亮光斑，这和动物伪装或杂乱光线所形成的点状光斑是不同的。所以包括人类在内的许多生物都进化出了大脑，自然也具有发现并辨别不同图像的能力。

我们所写所说的数字是一种被称为“数学”的语言中的词语。我们是地球上唯一使用这种语言的生命，同样也是唯一会“说数字”的生命。不过无论我们是否给图像命名，它们都是一直存在的。我们把相同物体组成的一个图像叫做“三”，而把另一个叫做“四”。这完全是偶然的。不过命名或者数数不会改变数目的多少。有人问：在树林里拍手没有人听到，那么真正发出声音了吗？答案当然是肯定的，声音不依赖耳朵而产生，它是分子的震动。同样，没有人看到的数字（或者图像）仍然是个数字，这和我们是否在那里没有关系。

### 无名之数

数千年以来，数字一直是我们的朋友。可能我们在发明燧石手斧的时候就已经发现了数字，但是它们变成我们今天所熟悉的形式却经历了漫长的时间。数字不是一夜之间创造的。远古洞穴人中没有这样的天才，能在某天早上醒来时抓起一根石笋就开始在地上写“1, 2, 3”。情况不是这样的。数字一开始出现的时候就像幽灵一样，无人辨别，无人命名，也没有人说。随着我们人类的发展进化，数字也有了具体的形式，现在它们统治着我们的世界。

数千年前，人们说话时使用的词语很少，没有人会写字，没有货币，甚至没有描述数字的词语，不过他们当时就知道了数字。尽管没有给它们命名，他们当时却在使用。我们思考时没有数字这个概念，也无法把数字画下来。我们唯一能做的是区别1个、2个、3个和多个东西，就像“数量”色盲一样。如果你生活在那个时代，不管你多么聪明，仅仅通过观看来区分6个和7个苹果的不同是件很困难的事。尽管你的眼睛和脑子跟现在的一样，但是你会发现很难区分异同。为什么会这样？因为当时还没有发明如何计数。

### 魔法般的计数能力

计数确实是知道数目多少的好方法。特别是如果你没有数字概念，那就尤为重要。最早会计数的那些人可能曾被视为魔术师或者萨满。不同部落的人互相打仗，这可能给他们提供了第一次展示魔法般的计数能力的机会。如果你是部落首领，派遣了很多勇士出去与另一个部落战斗，知道这些战士是否全部回来就非常重要。此外，有些部落之间有一种传统，要求根据损失获得相应的赔偿（例如一方损失了15个战士，对方就要补偿15头水牛）。所以，如果你没有表示“15”的词语又没有计数的手段，怎么能获得公平的赔偿呢？

他们使用的方法非常简单。战士们离开去打仗的时候，

瓢虫身上的斑点数量表明了它所属的品种，可能也是对抗食肉天敌的防御图案。



每个人放1块石头，这样就堆成了一个石头堆。当他们回来时每个人拿走1块石头，剩余的石头数目就和战死的人数相同。然后首领就会依次移开每块石头，每移开1块石头就拿起1根小木棍（木条容易携带）。随后首领就会带着木棍步行去对方部落，要求用1根木棍换1头水牛。这样，不需要真正会计数，甚至都不需要知道数字的概念，交易买卖就能够精确顺利地进行。



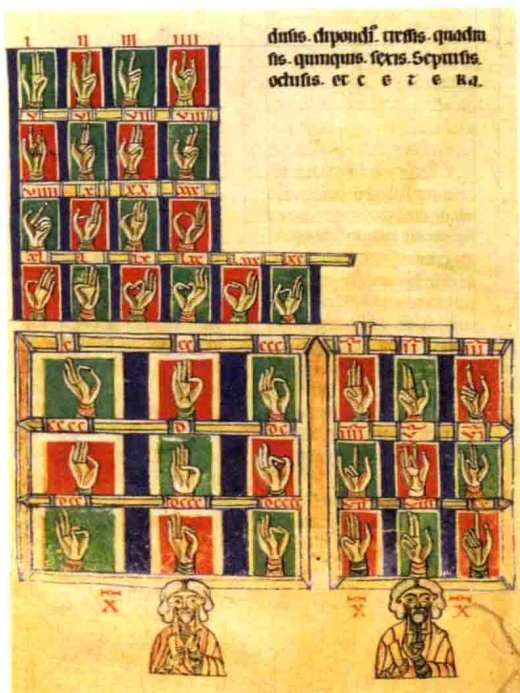
墨西哥玛雅石雕上的象形文字，讲述了巴加尔一世的政权交接过程。上面用人的身体来表示数字。这些图案描绘在公元702年的宫殿浮雕石板上。

当然使用石块和木棍不方便，太占空间而且可能会遗失。在桶里装满石头或者在袋子里放满木棍，这些都是“写下”数字的方法；不过这种方法不是最有效的（事实上六千年前，在现在伊朗境内靠近波斯湾的地方有一个埃兰古国，当时人们就用土块做成不同形状的筹码，储存在特殊的罐里用来计数）。

## 从刻痕开始

不过从三万多年前开始，我们就一直在用更有效的方式书写数字。现在找到的一些动物骨骼上面刻有错综复杂的刻痕，这为当时的数字书写提供了线索。在史前时期，人们会使用燧石短斧刻凹槽，这样他们就能记录数字。每度过1天时间就划1个刻痕来表示，这样就能非常精确地预测阴历周期或季节的交替。最早的那些牧羊人给每1只羊划1个刻痕，这样在一天收工的时候就能知道是否所有的羊都还在那里。部落里最优秀的猎人们每杀死1只猎物就划1个刻痕，以此来证明他们的勇敢和高超技巧。有意思的是，这些刻痕常常是5个1组的。这样做有两个原因，第一是碰巧我们一只手有5个手指，自从我们能自由活动这些手指以来我们一直用它们来数数。刻痕五五组合还有另一个原因：人的大脑不能仅凭看一眼就能区分两组多个物体的数目。这点我们已经谈到过了。所以要区分一排的4个、5个和6个刻痕是很难的，如果你不会数数，那就几乎无法将它们区分开来。通过把刻痕五五分组（用一只手的5个手指就很容易做到），马上就能看出写下来





手指计数法，摘自德国神学家、作家哈邦·穆尔（780-856）9世纪手稿《数字》第四卷。



哈邦·穆尔手稿中关于手指计数法的另一幅示意图。

的数字。

几万年以后，古罗马人也使用相同的方法来计数。罗马数字写下来是I、II、III、IV、V，下面依此类推。这一切绝不是巧合，这些数字来源于几万年前刻在骨骼和木块上的凹槽。古罗马人用V代表数字5，这和史前人类把刻痕五五分组道理一样。相对于IIII而言，V只要看一眼就很容易明白。在他们当时使用的语言中，也有很多关于数字起源的线索。拉丁语中，rationemputare这个单词的意思是“计数”。Ratio这个词从古至今都是指“事物之间的关系”，而putare这个词当时的意思是“砍伐树木或者修剪树枝”。因此，古罗马人在谈论计数的时候，他们说的词语实际上指“用你的眼睛观察事物之间的关系并在木块上画刻痕”。

尽管罗马数字来源古老，它们却没有被遗忘。今天你看到的很多书籍的开始几页都是用罗马数字标记的，这和两千年前古罗马人的计数方式一样。此外，英国授予的学位等级写下来是I、Iii、Iiii和IIII，分别代表“一级”、“二级甲等”、“二级乙等”和“三级”。许多建筑物的建筑日期也是用罗马数字刻在奠基石上的，例如2007年就会写成MMVII。

古人这种用刻痕来计数的想法现在也没有被遗忘。今天需要快速计数时人们仍然会使用计数表。竖线五五分组，第5条穿过前面4条（中国人则写“正”字），这样就很容易区分和计算。令人惊奇的是尽管现在有了计算机，我们却还在使用这种史前洞穴人都能看得明白的方法计数。

# 数字如何发音

SPEAKING NUMBERS



具有两千多年历史的一系列岩画，分别代表了费瑞蒙文化、纳瓦霍文化、阿纳萨齐文化和盎格鲁文化。

## 嗯、嗯、嗯、嗯、嗯

随着数字书写符号的慢慢变化，数字的发音也随之变化。原始人类住在洞穴里时，可能会用“嗯、嗯、嗯、嗯、嗯”这种简单的方式来表示数字5。但是很明显，特别是数字较大或者听者不会数数时，这样来说数字不是最好的方法。解决的方法很简单：每个数字的发音都必须有所不同。在世界各地很多部落里，人们曾主要用手指（有时候也用身体的各个部位）来计数，所以他们主要使用与手指和手有关的词语来表示数字，例如美洲土著祖尼族人使用的词汇。

## 语系始祖

随着时间的流逝，人口越来越多；后来出现了村庄和城镇，这些村庄和城镇之间需要交易，所以越来越需要数字。如果要用11罐牛奶来换17个鸡蛋，当时的人会这样说：“一个人的所有手指再加1个手指”罐牛奶交换“一个人的所有手指和单手再加2个手指”个鸡蛋。”因此用更简短容易的单词来表示数字很有必要，这样说话也会快一些。大约四千年前，有些部落的人在说话时开始使用较短的词



语来表示数字。他们当时根本不知道这些词语在以后会变得如此流行。令人惊奇的是，现在整个欧洲所使用的数字的基础和原型正是这些由农夫和猎人创造的词语。在旁遮普语、北印度语、古波斯语、阿富汗语、利西亚语、希腊语、拉丁语、德语、亚美尼亚语、意大利语、西班牙语、葡萄牙语、法语、罗马尼亚语、撒丁语、达尔马提亚语、威尔士语、康沃尔凯尔特语、厄尔斯语、马恩岛语、苏格兰盖尔语、荷兰语、弗里斯语、盎格鲁—撒克逊语和英语中都能够找到这些词语的痕迹。

现在这些人被称为印欧语系人。他们所创造的语言构成了我们现在所知的最大的语系之一，这一语系内的不同语言最初都来源于几千年前的一个原始民族。尽管我们不知道这些人当时的确切居住地，不过通过研究这些语言之间的共通性，我们能清楚地知道他们当时是如何说数字的。附表中的内容是我们认为最符合实际情况的猜测。如果你会说几种语言，你就会明白下面这一点：在几千年的时间里，从这些原始的“母本”词语产生出了成百上千种不同的发音和形式，这样就产生了成百上千种不同的口音和语言。

尽管有些词语看起来有些陌生，不过你可能会感到奇怪，因为其中的很多数字很容易辨别。特别是如果你知道欧洲各种不同语言中的其他词语是怎么变化的，那么就更容易区分了。尽管欧洲各国之间不断有战争，但是他们的数字使用相似的词语，这足以证明他们来自同一个地方。相似的数字把他们都联系在了一起，他们拥有共同的历史。

身着传统服装的祖尼部落人。



### 祖尼语数字词汇的发音及其含义

数字“1”	töpinte	计数开始的数字
数字“2”	kwilli	和先前的手指一起伸出
数字“3”	kha'i	在中间的手指
数字“4”	awite	单手减去一个手指
数字“5”	öpte	(作为计数单位的) 单手手指数目
数字“6”	topalik'ye	单手再加一个手指
数字“7”	kwillik'ya	单手再加两个手指
数字“8”	khailik'ya	单手再加三个手指
数字“9”	tenalik'ya	单手再加另一单手再减去一个手指
数字“10”	ästem'thila	一个人的所有手指
数字“11”	ästem'thila topayä'thl'tona	一个人的所有手指再加一个手指