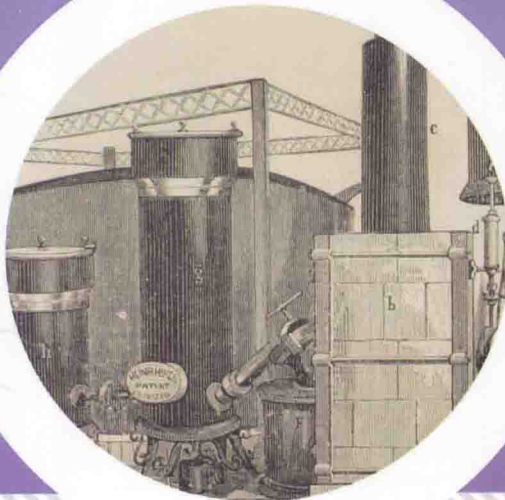


培 头 脑 的 基 本 储 存

CCTV 教科文行动



CCTV《教科文行动》编写组 编

# 炼火流金

## 改变人类的科学活动

古往今来科学大师的心路历程

审视人类对自然、对世界的认知过程

体会科技给世界带来的变化和财富，分享人类的科学精神



上海科学技术文献出版社  
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

给 头 脑 的 基 本 储 存

# 炼火流金

## 改变人类的科学活动

CCTV《教科文行动》编写组 编



上海科学技术文献出版社  
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目 ( CIP ) 数据

炼火流金：改变人类的科学活动 / CCTV《教科文行动》  
编写组编. —上海：上海科学技术文献出版社，2014.7  
（CCTV 教科文行动）  
ISBN 978-7-5439-6282-8

I. ① 炼… II. ① C… III. ① 科学探索—普及读  
物 IV. ① N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 127798 号

责任编辑

张

树

封面设计

杨

桃



炼火流金·改变人类的科学活动  
CCTV《教科文行动》编写组 编  
出版发行：上海科学技术文献出版社  
地 址：上海市长乐路 746 号  
邮政编码：200040

经 销：全国新华书店  
印 刷：常熟市华顺印刷有限公司  
开 本：740×970 1/16  
印 张：14  
字 数：171 000  
版 次：2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷  
书 号：ISBN 978-7-5439-6282-8  
定 价：30.00 元

<http://www.sstlp.com>

# 教科文行动

## 给头脑的基本储存

周光召

二〇〇三年十一月

《教科文行动》丛书——给头脑的基本储存

顾 问：周光召 赵化勇

编辑委员会

主 任：王庚年

副主任：高 峰 王进友 缪其浩

委 员：冯存礼 王渝生 李栓科 李 竞 英 杰  
王玉清 刘民朝 魏 斌 熊文平

编 辑 部

主 任：王进友

副主任：王玉清 张广义

成 员：杨利加 董 葵 纪淑田 商世伟 吴胜利 陈 盛  
洪丽娟 贾 娟 张学敏 贾冰冰 芦 嘉 陈云珍

图书出版策划

高 峰 王进友 王玉清 赵 炬

图书出版统筹

张广义 吴胜利 商世伟 张 树

本册主编：王渝生

副 主 编：刘胜华

# 序

王庚年

中央电视台社教节目中心与上海科学技术文献出版社合作的《教科文行动》丛书出版活动,标志着中央电视台科教频道借助与兄弟媒体的互动与联系,获得了一个具有品牌效应的传播平台,频道制作、编播的优秀科教文化节目的社会影响力也在此平台上获得了全新的、深层次的扩充。

中央电视台作为一个全国性、综合性的媒体,不仅注重社会主义新闻事业、文艺事业,还十分注重文教事业;不仅注重自身建设,还十分注重与各方面社会力量的合作;不仅注重传媒自身的政治文化使命,也十分注重社会经济属性。

这几个注重,加上多年积淀,就决定了中央电视台是有着深厚文化内涵和文化作为,开放而非封闭、灵活而不僵硬,无论业务还是观念都始终处于前沿的电视媒体。

现在科教频道与上海科学技术文献出版社的合作,就是体现了几个注重,尤其体现了我们的文化作为、文化抱负,也体现了我们的合作理念。

中央电视台科教频道于2001年7月开播,是随着“科教兴国”战略的实施应运而生的。3年来,科教频道组织了多次主题突出的大型系列节目制作和播出上的特别编排,在中央电视台已形成了鲜明的频道特色,“教科文行动”的品牌在社会上也获得良好的赞誉。

上海科学技术文献出版社的同志一直关注着科教频道的成长,关注着科教频道的内容,此次通过精心策划、编辑,使电视上一闪即逝的节目,变成可以细读的文字,可以细看的图片,这样,科技、文化、艺术知识的传播就是立体的,深入的,全方位的。所以,双方的合作从文化上看,可以说是善莫大焉。

科教频道是中央电视台宣传“科教兴国”战略的重要基地,也是展现国内外优秀电视科教作品的基地。希望我们能以此为出发点,在将来展开更大规模、更高规格、更具影响力的合作。这样,我们同为国家文化事业中的一员,就能够互相借力,共同发展,最终把我们的事业做大做强。

祝中央电视台科教频道与上海科学技术文献出版社合作成功,祝《教科文行动》丛书的出版获得成功!



《改变人类的科学活动》主创人员

制 片 人

刘胜华 刘国春

编 辑

吕 洁 闫 珊 费燕燕 秦雪竹 崔黎黎 姜 丹  
欧阳薇 范文含

制 片

何丽洁

监 制

刘民朝





目  
录

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第一章 大哉言数——漫谈数学    | 001 |
| 第二章 格物致知——物理      | 021 |
| 第三章 炼火流金——化学      | 053 |
| 第四章 破译生命——生命科学    | 071 |
| 第五章 守望健康——防疫      | 087 |
| 第六章 文明之火——能源      | 105 |
| 第七章 文明基石——材料      | 127 |
| 第八章 泽被万代——水利      | 141 |
| 第九章 汽车            | 153 |
| 第十章 飞机            | 167 |
| 第十一章 沟通无限——通讯     | 185 |
| 第十二章 网尽天下——计算机与网络 | 199 |





## 第一章

# 大哉言数—— 漫谈数学

许多动物都有美丽的花纹，精细优雅，没有人知道它们是如何形成的，好奇的数学家认为这里面一定大有文章。在一些非常细微的花纹中，他们发现了豹子形成斑点的线索。

想法非常简单，在豹子胚胎发

育的某个阶段,会发生基因控制的转变,生长出这种化学花纹,而这一化学花纹,是由一种化学物质的高浓度区和低浓度区组成的。在表皮下面,如果在化学物质的高浓度区,细胞就产生某种颜色,而在这种化学物质的低浓度区,就不产生颜色。那么这种细胞对应的化学花纹模式,是如何生成的呢?只用铅笔和纸,数学家建立了一个数学模型。这个模型是由数学等式组成的,而描述的却是真实事物,比如化学反应。

让这个数学描述的反应发生在一个瘦长的圆筒里时,得到的是类似豹尾巴的花纹,上面是点,下面是环。改变圆筒的形状,花纹也随着改变,斑点变得更多了,像是猎豹的花纹。再次改变形状时,尾巴变成了斑纹的,像是香狸的花纹。通过改变圆筒大小和形状,数学家继续创造了斑马和长颈鹿的斑纹。利用数学我们有了重大的发现,既然这种单一的机制可以制造出哺乳动物界所有的皮毛花纹,那么哺乳动物的皮毛花纹可能就是由它们的大小和外形决定的。

## | 数 | 字 | 的 | 世 | 界 |

数学并不像人们想像的那样神秘,它只是一种语言,一种说话的方式,从植物界中也能得到与此异曲同工的证据。数学最强大的能力之一就是描述事物。植物、花朵蕴含着生命的美丽,但对数学家来说,他们看到的不仅是这种外形上的美丽,还有塑造这种形状的内在机制之美。

在19世纪末的时候,数学家开始建立与以前完全不同的几何形状——分形。要建立一个经典的分形,只要用一个三角形,再在每个边上加一个三角形,一直重复下去就能形成一个科彻雪花图形。

这些古老的图形有几个突出的特点,第一,不断重复的简单原则,可以创造出非常复杂的图形;第二,图形小的局部和大的局部相似,著名数学家曼得尔把这类图形命名为“分形”。他还自己创造了一个著名的分形。



猎豹的斑纹



香狸尾巴的斑纹



斑马的斑纹



长颈鹿的斑纹

自然界充满了类似分形的图形,它们并不是真正的数学分形,但是两者之间的确有共同之处,例如:小树枝长得像大树枝,大树枝长得像一整株树。小的局部类似大的局部。这种分形特点被称为自相似。

一谈到数学,人们似乎都爱同抽象的理论联系在一起。其实数学不光是自然科学的基础,而且它还对社会科学和人文科学有非常深远的影响,数学就是一种语言,一种思想,影响了人类的思维观、思想观,所以数学真是我们现代社会生活的基础。

恩格斯在《自然辩证法》里有一个定义,他说数学是研究现实世界的空间形式和数量关系的学科,今天对数学有很多新的定义,大概也超过这个范围了。然而,认识数学就是从身边的数和形开始的,古代认识数学,各个民族有不同的方式,而中国的先民是从最简单的结绳记事开始来认识数学的。

### | 奇 | 妙 | 的 | 发 | 明 | —— | 十 | 进 | 位 | 值 | 制 | 记 | 数 | 法 |

“记数”最早是人类祖先对自己活动的记录。当时社会的生产力很低,人们对数与形的认识与应用也很少。因此记数的方式也很原始。

根据古书《周易·系辞》的记载,“上古以结绳而治,后世圣人易之以书契”,就是说古人是用结绳来记事、记数的。后来用木刻,在一个木片上刻痕来记数,解放初期在云南少数民族地区还发现有人用木刻来记数。

“结绳”,就是用在绳上打结的办法来记事表数,事大用大绳,事小用小绳,用结的多少表示事物的多少。后来人们改为“书契”。就是用刀在竹、木或石头等上面刻痕记数。此后,便逐步过渡到楔形文字记数法。在陕西半坡村出土的一些距今五、六千年前的陶器上,有一些符号,其中有的就是表示数字的符号,到三千多年前的商代,我国文字使用已经很普遍,刻在甲骨、陶器以及青铜器上的

数字也屡见不鲜。

甲骨文中有一到九以及十、百、千、万十三个单字。

而十、百、千、万的倍数用合文表示，比如三与百结合，表示三百；三与万结合，表示三万。它们组合起来，可以记十万以内的任何自然数。春秋时期，我国人民记大数时，用亿、兆、经等字，



陶器上表示数字的符号

表示数字仍用十进制单位。那么什么叫“十进位值制”呢？其实它包含“十进制”和“位值制”两部分。所谓“十进”，就是逢十进一，所谓“位值”，就是同一个数字符号在不同的位置，表示的数值也不同。

进位制看来是非常微小的事，人们习以为常，实际上它是人类智慧最伟大的一个发明。最自然的进位制是十进制，因为人有十个手指头，古时人屈指而算，十进制制非常自然，但并不是所有的民族都用十进制制。

现在，大家都用惯了十进位值制，也许想不到，在世界数学史上，有许多民族在开始并没有“位值制”的概念。罗马数字就是如此，他们把5表示成一只手的形状，而10表示成两只手交叉，于是他们用7个基本符号来记数。当数值较小的记号位于较大的记号左边时就把两个数相减，反之则相加。比如将10位于50的左边时表示40，反之表示60。

甲骨文表示数字的符号

古埃及发明的记数符号非常有趣，使用生活中常见的木棍、面包、蛇、树、手指以及鸟等形状，而形状重复的次数便代表了相应的数。按照这个规则进行下去，埃及人要想表达任意一个自然数，不知要创造多少个图形。





希腊人看重几何,轻视计算,他们用27个字母相互组合记数,这种方法主要的缺点是计算困难。阿基米德是古希腊也是世界上伟大的科学家,但对他来说,要表示出一个大数却是件非常困难的事。他曾用宇宙中可以容纳多少沙子来描述很大很大的数。

古代美洲,玛雅人也使用位值制,也许是因为他们计算数时喜欢手脚并用的缘故,所以用的是20进位值制。小圆点表示“一”,小短横表示“五”,他们用这些组成19种排列方式以表示同一位数的不同数。

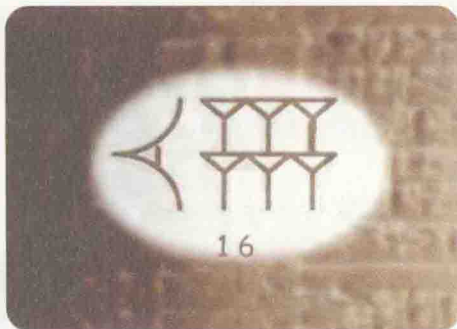


罗马数字1982  
的表示方法

古代巴比伦虽然懂得了位值制,但用的是六十进制。他们创造了两个代表1和10的符号,但是在60以内,由于没有位置的概念,所以这组符号代表了16。当数字大于60时便向前进一位,那么这一组数可以换算为十进位值制的4876。

公元6世纪,印度人掌握了十进位值制。公元8世纪,阿拉伯人入侵西班牙,把印度的这种记数制传到了欧洲。后来由于十进位值制记数法使用方便,又不断经过改进,使其发展成为现在的阿拉伯数字,被世界各国一致采用,并且使用至今。

我国古代数学,在数字计算方面能有非常卓越的成就,原因之一就是创造了算筹记数法。算筹记数法和现代通行的十进位值制记数法原理是完全一致的。只不过同一数字分别用横式和纵式表示,以区别相邻两个位数,并为此制定了严格的规定。可以说它是当时世界上最先进的记数和计算方法。

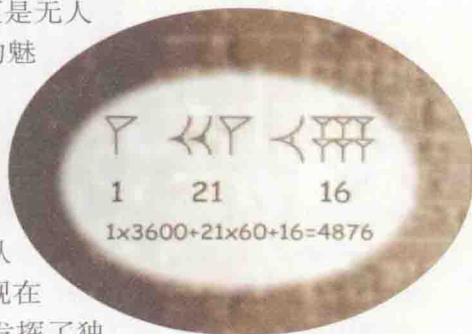


这组符号代表了巴  
比伦16的数字

其实从现代数学观点来看,采用什么样的位值制,是没有关系的,最主要的就是位值制,因为现在计算机是两个数也是位值制,0和1放在不同地方,表示不同的位值。但具体用几进这个问题不大,十进制是最自然的,因为人有十个手指头。

很明显十进位值制记数法,以它自然的逻辑,简捷的表示,为加、减、乘、除创造了良好的条件,为后来数学的飞速发展提供了可能。今天,随着科技的发展,在人们的生活中,由于各种不同的需要,人们使用着多种进位制度,特别是计算机中常用的二进制,更是无人不知。然而十进位值制,仍以它特有的魅力,影响着我们的思维。

十进位值制的发明,被马克思称为最妙的发明之一,中国古代用于十进位记数制和计算的算筹现在虽然不用了,但是从文献记载和出土文物来看,是从西汉就有了,距今有两千多年的历史。现在可以说它在中国的数学发展的过程中,发挥了独特的作用。



这一组数可以换算为巴比伦的4876

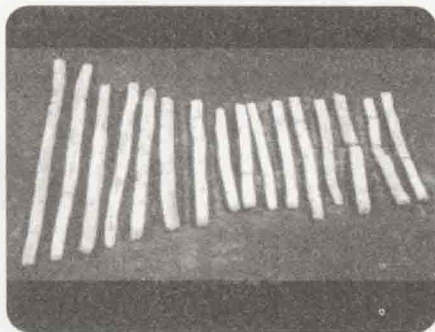
## |创|造|奇|迹|的|小|魔|棍|——|算|筹|

中国古人擅长计算,而古代用作计算的工具就是算筹,古代有两个同音的算字,一个是我们现在常用的“算”,表示计算,另一个“筹”,从字形上不难看出,它是由摆弄的“弄”字加“竹”字头组成,说明计算过程就是摆弄作为算筹的小竹棍。古代的算筹除了用竹子外,也有用木头、金属、兽骨、象牙等材料制成的。它是一根根同样长短和粗细的小棍,一般长为13厘米左右,径粗0.2厘米左右。随着时间的推移,算筹的长度逐渐变短,截面也从单一的圆形变成方形或三角形,后来则演变为至今仍在使用的算盘。算筹看起来简单,但是它的发明却经历了一个漫长的过程。



现在知道算筹最早是老子所讲的，“善数不用筹策”，这个筹策就是算筹，表明在春秋末年，算筹已经是人们普遍使用的一种计算工具了。中国古代有好多说法，比如说“运筹于帷幄之中，决胜于千里之外”，这个运筹就是用算筹进行计算，比如计算兵力，计算粮草、供给等等。

说起典故，在唐朝段成式所著的《酉阳杂俎》中描写了一个故事，说秦始皇东游时，将算袋掉到了海里，结果变成了现在的乌贼鱼。而在《旧唐书》的《舆服志》中，我们又看到了这样的记录，“一品以下带手巾、算袋”，说明算袋已是当时不可缺少的物件。可以想像当时的古人将算筹放在一个布袋里，系在腰间随身携带，需要记数和计算时，就把它们取出来放在桌上、炕上或地上来摆弄计算。那么这些小棍，对于中国古代数学的发展，又是如何发挥作用的呢？



中国古代的算筹

利用筹算，不像现在西方或者是古代其他民族的记数工具，它们都只能做数值的计算，做四则运算。而在中国古代，比如说一个方程，它可以用筹来加以表示，同时列出一个方程之后，可以用筹进行变换，实际上起到一个代数运算的作用。

算筹这种极为简单、寻常的小棍棍，在中国智慧的祖先手里，竟像魔棍一般，创造出了一系列震惊世界的奇迹，为中国数学的发展奠定了基础。算筹分为红筹、黑筹，可以分别代表正数、负数，甚至利用算筹还可以摆出一个“方程”来，解线性方程组。所以，中国基于算筹的筹算体系是取得了很大的成就的。

实际上中国古代的数学还有很多非常辉煌的成就，比如说商高的勾股定理，赵爽对勾股定理的证明，还有刘徽的割圆术、体积理论，祖冲之的圆周率计算，贾宪三角，

正负开方数，还有天元术、四元术等等，还有内插法、垛积术，总之，中国古代数学确实是非常辉煌的。

中国古代数学对于近代数学做出了很大的贡献。比如近代数学最基础的是解析几何、微积分，天文学里用经纬来表示星辰日月，这些实际上就是坐标的雏形。实数是现代数学的基础，而中国古代已经能够任意地逼近实数，中国古代实际上已经完成了实数体系的建立。甚至关于积分我们中国古代也有，有一个称作祖暅原理，说的是“幂势既同，则积不容异”这就是积分的思想。关于极限的思想，中国古代有一个说法，即“一尺之棰，日取其半，万世不竭”，这应该说是  $1/2^n$ 。

就用这种方式，中国人已经知道，不仅有有理数，而且有无理数，用这个方式可以逼近无理数，甚至于开方。现代数学里面的很多思想，在中国古代已经有了。在中国传统数学成就中，有一位中国人妇孺皆知的数学家就是祖冲之，他计算出来一个非常精确的圆周率， $\pi$  等于 3.1415926 到 3.1415927 之间，在他那个时代他是算得位数最多的也是最精确的，他的圆周率的精确值保持了世界一千年的水平。而且那时候看一个民族的数学成就，就是看他的圆周率能够算多少位数。

## | 科 | 技 | 发 | 展 | 水 | 平 | 的 | 试 | 金 | 石 | —— | 圆 | 周 | 率 |

圆周率，这个与圆相关的常数，我们现在用希腊字符  $\pi$  来表示，它可以将圆的直径、周长、圆的面积，以及体积有机地联系在一起。虽然这些公式看似简单，却直接关系到人们的日常生活和生产活动。因而世界各民族很早就开始了圆周率的计算，而我国古代科学家对圆周率的计算精度，曾千年称雄于世界。

从我国出土的文物中，常常可以发现很多有关圆的器皿和图形。有一张从西汉画像砖上拓下来的图像，被称为规矩图。图中的伏羲手拿着“矩”，而女娲则手拿着“规”，