

CHUANGZAO
FAMING 1000LI

发明大王

孙智昌 总主编
李红梅 孙俊芳 王洛建 编著

创造 发明1000例

数学卷



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社





发明大王

孙智昌 总主编

创造发明1000例

(数学卷)

李红梅 孙俊芳 王洛建 编著

图书在版编目(CIP)数据

创造发明 1000 例. 数学卷/李红梅,孙俊芳,王洛建编
著. —桂林:广西师范大学出版社,2001.4(2002.6 重印)
(发明大王丛书/孙智昌主编)

ISBN 7-5633-3185-9

I. 创… II. ①李… ②孙… ③王 III. ①自然科学—
创造发明—世界—普及读物 ②数学—创造发明—世界—
普及读物 IV. N19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 16599 号

广西师范大学出版社出版发行

(桂林市育才路 15 号 邮政编码:541004)
(网址: <http://www.bbtpress.com.cn>)

出版人:萧启明

全国新华书店经销

玉林正泰彩印包装有限责任公司印刷

(玉林市万花路 135 号 邮政编码:537000)

开本:890mm×1 240mm 1/32

印张:8.875 字数:264 千字

2001 年 4 月第 1 版 2002 年 6 月第 3 次印刷

印数:8 001~13 000 定价:8.90 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂联系调换。



序

江泽民总书记强调指出：“创新是一个民族的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。”同时，他还指出：“我们必须把增强民族创新能力提到关系中华民族兴衰存亡的高度来认识。”这说明创新对我们的民族、国家是多么重要。我们青少年应满怀爱国热情，时刻想着好好学习，增长知识，将来以自己的聪明才智报效祖国。

但是，多少年来，由于受应试教育的影响，同学们接受的是不全面的教育，不能健康地、全面地发展。家长大多只关心考试成绩，学校也多以考分为重，于是乎，同学们的绝大部分时间都用来应付考试，以至于自己的兴趣和特长不能得到发挥、发展，自己要去钻研问题，往往受到很多条件的限制。这样，同学们对许多问题，只知其然，不知其所以然。

大家知道勾股定理、二项式定律等许多公式定理，并能够熟练地运用它们去解各种题目，但这些公式定理是哪位大师发现的，发现的思路、过程如何，就不得而知了。

大家也知道万有引力定律、折射定律等，但却不知道它们是如何被发现的。听说万有引力定律是牛顿看到苹果从树上掉下来而被发现的。果真如此吗？回答是否定的。因为这一定律的发现过程远远没有那么简单。

在日常生活中，在化学课上，同学们知道了很多元素，还知道是俄国的大科学家门捷列夫编制了元素周期表。但这些元素及元素周期表是怎样被发现和编制出来的呢？火柴——至今还是人们生活中常用的东西，你知道它是由谁通过多少艰苦的探索才发明的吗？



同学们还知道生物是由细胞构成的,知道血液是循环流动的,人们的周围广布着细菌、病毒,但你知道这些都是由谁,并通过什么方法发现的吗?他们探索、发现的过程对我们今天的发明、发现有什么启发意义吗?

正是出于这样的考虑,我们组织全国一流的学者、专家、博士和对同学们的学习非常了解的中小学教师共同编写了发明大王丛书《创造发明 1 000 例》这套课外读物。

这套书分数、理、化、生四卷,它将同学们接触到的定理、公式等的发明发现过程讲得清清楚楚,明明白白,并做了适当的扩展。书中不仅讲了定理、公式的来历,而且重点阐述了科学家发明发现的过程、思想和方法。其中还有许多鲜为人知的感人故事,而这些都是大家在课本中所学不到的。在全国实施素质教育的过程中,我们相信该书的出版,对启迪同学们如何去发明、发现,一定会有很大的帮助。曾经有幸先读了该书书稿的同学们都认为这是一部难得的好书,相信你读后一定会有同感。

我们的祖国正处于伟大的复兴时期,我们愿与同学们一道,学习科学大师的精神,积极创新,为祖国的明天而努力奋斗。

孙智昌

2000 年 9 月于北京



导 言

在漫长的人类历史的早期,我们的远祖正躺在篝火旁边。他们想些什么?呈现在他们面前有许许多多不同的事物。怎样去理解?一块石头、一根猛犸长牙、一块兽皮……对他们来说,把周围事物的全部性质都记住,这太复杂了,应该牢记在心的只是这当中的某些不变性质。于是寻找这些性质的活动开始了,看了这块石头和这根长牙,可以把它们与自己的手指头相比较,一块石头只相当于一个指头,比方说相当于一个大拇指。一块石头和一根长牙放在一起就相当于一个大拇指和一个食指,如果把一块兽皮也归到一块儿,就还需要一个中指。

所有这一切又将怎样表示呢?数,真是一项伟大的创造,找到数的概念,周围许多物体所具有的非常重要的性质就可以用数来比较。但是所看到的每一个物体都有一定的形状,找到的这些新概念必须要同形状相联系。几何学,这门科学的名称首先是希腊人确定的。这门科学包括什么内容呢?所见到的是许多草棍,还有石头的侧面,一束细长的光线,它们都是直线的一部分。石头有的大,有的小,还有的更小。如果愿意,还可以设想有任意小的石头,一个新的几何学概念不能与此相联系吗?这个新的概念叫做点,为了简便,可以认为点既没有长度和宽度,也没有高度。所有这一切的产生都是不自觉的、自发的,没有对概念加以区别并互相比较对照的意识。所有的一切是发生在千百万年的漫长历史过程之中。

自然界像是一本未知世界的百科全书,人们读这部大书已经有千百年了。大自然无时无刻不在向人类透露着它的秘密,惊人的新发现往往来自小概率事件中捕捉到的信息,犹如电光石火,瞬息即逝。1608年,伟大的天文学家伽利略听到荷兰有个磨眼镜的学徒发



现把两块镜片一前一后放置,如果这两块镜片的距离一定,那么远处的物体看起来就像在眼前一样的消息时,就马上意识到这一发现在天文学上具有划时代意义,并由此发明了望远镜;瑞典化学家诺贝尔偶然将火药棉倒进硝化甘油里,发明了烈性炸药;意大利解剖学家加尔伐尼在做解剖青蛙的实验时,偶然发现了电流;布里尔利在废品堆里发现不锈钢;英国细菌学家弗莱明在长着一簇霉菌的玻璃器皿周围偶然看到葡萄球菌消失而发现了青霉素……在观察的领域中,机遇只偏爱那种有准备的头脑。重视自然界偶然泄漏的春光,是人类文明获得进步的捷径。

科学的本质是数学。当前,科学的数学化浪潮正席卷着自然科学、社会科学和工程技术的各个领域,数学作为科学技术的语言和思想的工具,越来越被人们所重视。数学教育在文化教育中所占比例相当大,它不仅是数学知识与方法的传授,也是思维能力与思想方法的训练。对于青少年学生,数学训练是一种不可替代的特殊的思维训练。伟大的科学家伽利略说,大自然的书是数学写成的。数学充满了辩证法,正数与负数,常量与变量,有限与无限,微分与积分,数量与形状,形象与抽象,等等,这些都是客观世界矛盾运动在数量空间形式上的反映。数学是一门优美的科学,是人类心灵最独特的创作,每一个重要的公式、定理,每一个重要的方法,都隐载着一个美好的历史故事。呈现给读者朋友的这本《发明大王丛书·创造发明1 000例(数学卷)》告诉了读者几千年来数学史上一系列重大发明创造的生动故事及相关原理的证明过程,愿它成为开启读者朋友心灵与智慧的一把钥匙!

编 者

1999年1月于北京



目 录

1. 数的起源——结绳记事	(1)
2. 记数法种种	(4)
3. 设置密码与数学	(11)
4. 认识自然数	(16)
5. 正数的对立者——负数	(21)
6. 分数与小数	(26)
7. 对数——将乘除运算转化为加减运算	(32)
8. 从二进制到十进制	(38)
9. 算筹、算盘与计算机	(45)
10. 圆周率的发现与精确化过程	(51)
11. $\sqrt{2}$ 的发现与无理数的产生	(57)
12. 神秘的虚数	(62)
13. 集合——全部数学的基础	(66)
14. “无限”悖论	(71)
15. 赌场产生的数学	(77)
16. 概率论的产生和发展	(82)
17. 哥德巴赫猜想	(87)
18. n 次方程的整数解——费尔马猜想	(91)
19. 一元一次方程的解法	(96)
20. 二次方程的解法	(101)
21. 高次方程及其求解	(106)
22. 不定方程的求解	(112)
23. 勾股定理	(118)



24. 三角形内角和的计算	(125)
25. “割圆术”中学问多	(132)
26. 圆面积的计算方法	(138)
27. 比例中的奥妙	(144)
28. 地图着色与四色猜想	(150)
29. 射影几何	(156)
30. 立方倍积问题	(163)
31. 拓扑学中的奇观	(168)
32. 化圆为方与超越数	(175)
33. 角的 3 等分	(180)
34. 半圆的内接三角形	(187)
35. 神奇的不动点	(192)
36. 美的比例——黄金分割	(199)
37. 三角形面积的计算	(205)
38. 非欧几何诞生的前后	(209)
39. 代数援助几何	(215)
40. 笛卡儿与解析几何	(222)
41. 平行公理	(227)
42. 圆锥曲线的性质	(233)
43. 模糊数学	(238)
44. 二项式定理的矛盾与求证	(242)
45. 指数效应	(248)
46. 陀螺与刚体绕固定点的旋转	(253)
47. 微积分创立过程中的两场风波	(257)
48. 对策游戏与数学	(265)
49. 画法几何与图算	(270)



1 . 数的起源——结绳记事

对数的认识可以说是人类对自然界认识的起点。人类文明与科技的发展,好似潺潺溪流千折万转,在克服重重障碍中求索前进。在人类的早期,“求索”是原始的,前进是缓慢的,然而人类的脚印不管是曾经迈出过一大步,还是一小步,都闪烁着人类智慧的光芒,记录着人类进化的艰辛历程。

“记数”是人类的祖先最早对自己活动的记录。在人类开化的初期,主要以捕猎为生。古猿人一旦在江河湖海中捕到了鱼,或在崇山峻岭里打到了猎物,这便是“有”了食物,他们饱餐一顿,而后尽情歌舞;一旦运气不佳,捕猎无获,他们的头脑中便生成了“无”的概念,“无”同他们忍受饥饿之苦相联系。可以看出,人类对数的最早认识便是“有”与“无”的概念的形成。

最早,人们的生产力很低,对数与形的认识与应用也很差,例如,渔猎时期,人们打了一只野兔便在系带上打一个结,绳子上的结多了,也就表明打的野生动物多了。起先人们只会数一、二,而三个或三个以上时就数不清了,均称之为“多”。这种现象直到现代尚有一些不发达地方还有类似迹象。例如,在澳大利亚波利尼亚群岛——南太平洋岛屿包括土阿莫土群岛、社会群岛等,以及托列斯海峡群岛——在澳洲与新几内亚之间,一些不发达民族的语言里就只有头几个自然数的名称。如只有 1 和 2,3 就叫 2-1,4 就叫 2-2,5 就叫 2-2-1,6 就叫 2-2-2,等等。6 以上就叫“多”,说成“许多”或“无数”之类的话了。

据史学家考证,在人类历史上最早出现的是“非文字记数法”。主要用的是结绳和书契(刻木、刻竹或刻骨等)两种方法。没有文字以前,世界上绝大多数民族都曾使用过这种方法来记数。

我国北京郊区周口店发现了大约 1 万年前“山顶洞人”用的刻符



骨管,骨管上用圆形的洞表示数“一”。在我国的少数民族地区,至今还有一些地方仍继续使用竹片上刻口来记数。我国最早关于这方面的记载可见《周易·系辞》,书中说:“上古结绳而治,后世圣人易之以书契。”这表明上古先有结绳而后有书契。中国文字是象形的,请看,甲骨文中的“数”(图 1-1),这个字多么像人用一只手在绳上打结子。至于书契记数也不乏实例。



图 1-1

“书契”是指在骨头上或竹、木、石片上刻字。《周易·系辞》里的这一句话的意思是说:开始结绳记数,后来才改为用刻画符号在骨头或竹片上来代替结绳,于是产生了文字。可以说,人们开始会“记数”是很早的,它产生在文字出现之前,随着生产力水平的逐渐提高,人们对语言文字及记数方式均有了相应的发展与提高。

从下面一些文字符号的变化中,我们可以看到我国历史上记数方法的演变历史。

甲骨文(殷):



图 1-2

鼎夏(周秦金文——镌刻在金属钟鼎器皿上的文字,也叫鼎文):

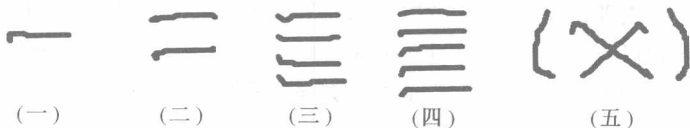


图 1-3

《说文解字》(许慎著)中:

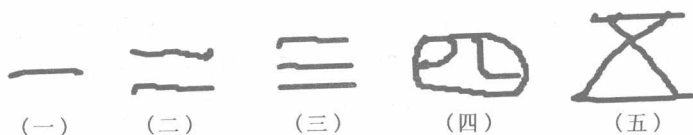


图 1-4

直到现代,汉字记数的头三个字都没有变化,它是占算筹或手指的象形。“四”则经历了许多变化,其写法主要有如下几种:



图 1-5

在西方也有类似结绳记事的史实可考。考古学家曾在维斯托尼斯发现了一根七英寸^①长,大约 40 万年前的狼骨,上面刻有 55 条深痕,这可算迄今为止刻痕记数最早的实物;古波斯王在一次战争中责令他的将士在一座桥上坚守 60 天,为此,波斯王在一根长皮条上结了 60 个扣,让将士们每守 1 天解 1 个扣,什么时候扣解完了便大功告成,即可胜利返回大本营。

直至今今天,我们还能够从日常生活中找到我们祖先记数方法的遗迹。在记录信号或统计选票时,我们通常采用画“正”字的方法,这是目前最常见到的类似于“结绳”或“书契”的现代记数方法。可以认为“结绳”和“书契”的方法,同时包含了“记录”和“累加”的作用,特别是对信号逐个出现的场合,这种方法是最简单也是最适用的。但是,为什么种族各异,相隔万里,彼此不相往来的古代人,能够创造出如此惊人的而又相似的记数法呢?其中的奥秘恐怕在于他们在最初面临的生存环境大体都是相似的,因为条件简单,近乎相同,所以出发点也是相同的。比如他们可得到的武器只是石头的时候,面对野兽也只能是扔石头了。

① 英寸:英制单位,1 英寸约合 2.54 厘米。



随着原始人生活条件和面对自然应付能力的增强,改进记数方法的要求变得强烈了,仅仅“有”与“无”乃至“许多”的概念,已不能满足需要,结绳与刀刻记数也显得笨拙,人类希望找到较大数字的简捷表示法。古罗马人、古印度人和古埃及人都在这方面有独特的智慧,各自创造出了相当先进的记数方法。

古罗马人创造了用下面七个记号来代表数字:

$$I = 1, V = 5, X = 10, L = 50, C = 100, D = 500, M = 1\ 000$$

记数时按“右加左减”的法则进行:当数值较小的记号位于数值较大的记号右面时,则把两个记号所分别代表的数值相加;反之,则以较大的数值减去较小的数值。例如, $XL = 40$, $LX = 60$ 。这样,罗马符号 $MCCXLI = 1\ 241$ 。这一方法不愧为人类在求索记数法中的一朵奇葩。尽管如此,它与古印度人与古埃及人所发明的记数法相比就有些黯然失色了。古埃及人用记号重复写一定次数的方法来表示数。

如: $2\ 115 =$ 

这里一个  相当于十个 , 一个  相当于十个 , 一个  相当于十个 。从右到左,各类记号“逢十进一”这种方法已接近十进制记数法。

2. 记数法种种

数字是用以记数或计算的符号。在人类的早期,我们的祖先发明了很多记数的方法。现在世界上通用的数字是阿拉伯数字,但几乎每个民族都有自己的数字。巴比伦人创造的计算符号,是世界上最早的数字。他们用一个垂直的楔形来代表一个数,而 10 则用一个横向较



大的楔形来表示。埃及人干脆用一竖来代表一个数,而 10 则用一个弧形,这与楔形数字比起来,显然要方便一些。此外,埃及人还使用过一些其他的记数符号来表示大数目,例如,用一个涡形代表 100,用一朵荷花代表 1 000,用一个吃惊的人形代表 100 万。罗马人的数字则更为形象,例如,I 代表一个手指,V 代表一只伸开的手,当然就是五个手指。而 X 呢,则代表两只伸开的手。中国发明的数字一、二、三、四……相互之间不容易搞混,这对于计算来说,显然比较方便,但最为简便的,要算印度人发明的数字了。实际上,我们现在所用的阿拉伯数字,就是这种数字演变过来的。

首先我们来看古代的巴比伦人创造的最早的记数符号和他们的六十进制记数法:



图 2-1

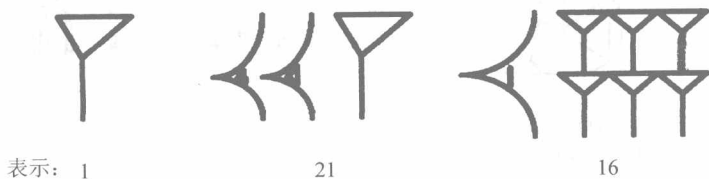


图 2-2

图 2-2 中的数表示:相当于十进制的 4 876,巴比伦人的记数法表示这是一个由三位数组成的数,其中第三位为 16,第二位为 21,第一位为 1。

由于该数是六十进制,故为 $1 \times 60^2 + 21 \times 60 + 16 = 4\,876$ 。

19 世纪 60 年代,一位名叫莱因特的英国人得到了一部名叫《阐明对象中一切黑暗的、秘密事物的指南》的古代手稿,据推测作者是



生活在公元前 1800 年左右的一个古埃及僧侣阿默士。书的卷首写道：“书中的许多内容，都是从金字塔时代一份更古老的文献中抄来的。”这本书可以说是目前世界上能够见到的最古老的数学书，这本书又叫莱因特纸草书。据纸草书记载，古埃及人很早就会用十进制记数法了，但不会用位值制，例如，他们不懂得 32 与 23 可用同样的字母在不同位置上安放能表示不同值。但是古埃及人发明的记数符号非常有趣，图 2-3、2-4 中的一些符号就是该书的一些记数符号。



图 2-3

其中，表示 1 的符号像一根垂直的木棍，表示 10 的符号像一根踵骨，表示 100 的符号像一圈草绳，表示 1 000 的符号像一朵莲花……

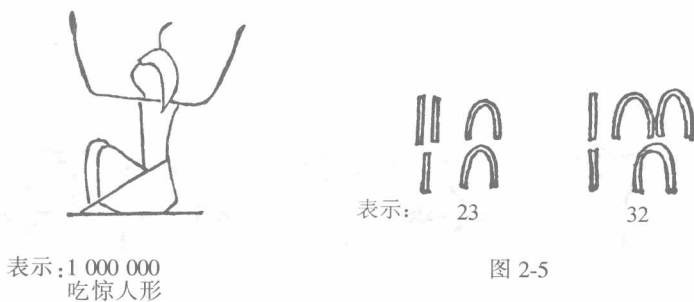


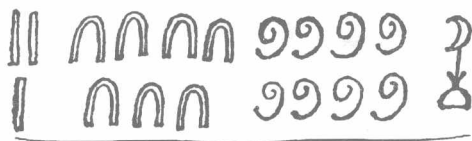
图 2-5

图 2-4

古埃及人记数时，它们用 10 个 1 来表示 10，用 10 个 10 来表示 100，用 10 个 100 来表示 1 000……这一点与现在的记数方法是相同的。但是由于没有专门表示 2, 3 等数的符号，所以要表示这些数，就得把原来的符号重复写若干次，于是，现在只用几个数字就能表示的数，古埃及人不得不写上一大串。要弄清这个数是多少，得先数数有多少个 1 和多少个 10，再数数有多少个 100 和多少个 1 000，最后再



把这些数加起来。也就是说,用这套有趣的符号来记数,还得注意遵守加法的法则。



表示:1873(从右往左表高位到个位)

图 2-6

玛雅人发明的记数方法可以称得上是最有趣的。公元前 2000 年至公元前 1000 年间,生活在美洲的玛雅人,很早就发明了象形文字,他们在石碑上刻上重要事件的内容和日期。他们还发明了相当精确的太阳历,把 1 年分成 18 个月,把每个月分成 20 天,外加 5 天“忌日”,一共是 365 天。有趣的是,在玛雅人发明的记数系统中,一共只有 3 个基本的符号:小圆点用来表示 1,小短横用来表示 5,另外还有一个卵形记号。仅凭这 3 个基本符号,他们就写出了所有的自然数(图 2-7)。

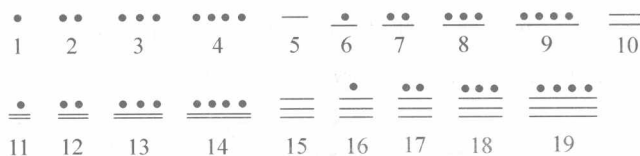


图 2-7

这种记数方法是二十进制的,计数满 20 后才向高位进 1,遇到比 19 大的数时就将卵形记号派上用场。玛雅人规定:在哪个数的下面加一个卵形记号,哪个数就扩大了 20 倍。例如,要表示 20 这个数,只需要在一个小圆点下加一个卵形记号就行了。如果一个数中已经有了一个卵形记号,那么,加上第二个卵形记号后,原数不是扩



大 20 倍,而是扩大了 18 倍。例如:



表示: $1 \times 20 \times 18 = 360$

图 2-8

更加有趣的是,如果在 360 的下面再加一个卵形记号,那么,原数不是扩大 18 倍,而是扩大 20 倍了。玛雅人对记数作出这样的规定可能是与玛雅人把 1 年分成 18 个月,把每 1 月分成 20 天有直接的关系。考古学家还认为,玛雅人之所以采用二十进制的记数方法,是因为在原始社会里,人的双手是一种最好的记数器,人类最初都是扳着指头数数的。由于一只手上有 5 个手指头,所以有些民族发明了 5 进制的记数方法;由于每个人都有 10 个手指头,所以大多数民族都采用十进制的记数方法;由于玛雅人生活在热带丛林里,常常赤着脚,露出脚趾,所以遇到比 10 还大的数时,他们就请脚趾来帮忙,于是形成了二十进制的记数方法。还有人认为,小圆点是石子的形象,小短横是木棍的形象,卵形记号很像个小贝壳,在玛雅人发明文字之前,他们很可能就是用这 3 样东西来记数的。

玛雅人的记数法同我国商人的记数法有着相似的起源,商人能记从 1 到 10 万以内的任何自然数。记数的符号见图 2-9:

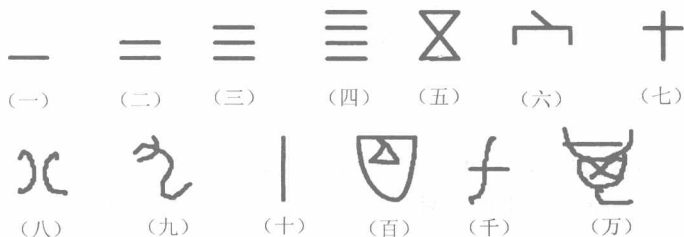


图 2-9

商人采用十进制,这和人们最早用 10 个手指头记数有关。