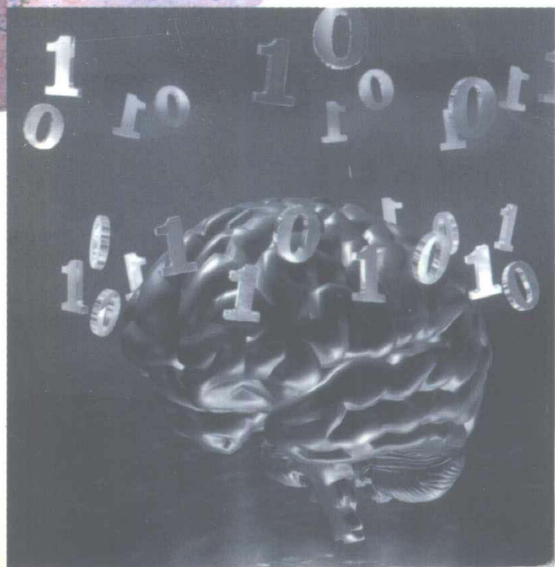
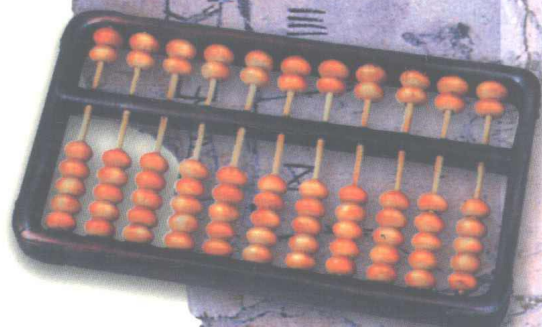


中国人的智慧丛书

王敬东 于启斋 王居仕 编著

大象出版社

探索数形奥秘



近代世界赖以建立的
种种基本发明和发现可能
有一半以上源于中国

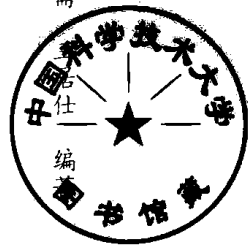
——李约瑟

0112-49
w33

中国人的智慧丛书

探索数形奥秘

王敬东 于启斋



出版社

图书在版编目(CIP)数据

探索数形奥秘/王敬东等编著. — 郑州:大象出版社,
2000.9

(中国人的智慧丛书)

ISBN 7-5347-2511-9

I. 探… II. 王… III. 数学史-中国-普及读物
IV. O119-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 38837 号

责任编辑 刘东蓬

责任校对 范秀娟

封面设计 朱 晖

出 版 大象出版社(郑州市农业路 73 号 邮政编码 450002)

发 行 大象出版社发行部 电话: 0371—5726194

印 刷 河南第一新华印刷厂

版 次 2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷

开 本 850 × 1168 毫米 1/32

印 张 5.375

字 数 125 千字

印 数 1—1000 册

定 价 6.80 元

目 录

卷首语

- 1 最妙的发明
- 5 “0”的故乡在中国
- 8 古代几何学
- 10 勾股定理
- 13 巧测太阳高度
- 16 中国人与方程
- 18 今有术
- 20 分数与小数的使用
- 23 盈不足术
- 26 刘徽割圆术
- 29 九九歌诀
- 31 集前辈之大成的赵爽
- 34 孙子剩余定理
- 37 百鸡问题
- 39 祖冲之与圆周率
- 42 祖暅原理
- 44 中国古代的智力玩具
- 47 正负数及其加减运算
- 49 等间距二次内插法
- 52 张燧内插法公式
- 54 贾宪三角
- 57 隙积术和会圆术
- 60 《数学九章》

63	《缉古算经》
65	天元术
68	影响深远的“纵横图”
71	《算学启蒙》和《四元玉鉴》
73	第五大发明——算盘
76	举世闻名的杰作——《视学》
78	明氏新法
82	数学运算律
85	致力于幂级数的研究
88	《求表捷术》
90	中国的微积分学
93	科研、育人硕果累累的熊庆来
96	北李南钱的“钱”
98	教育科研双丰收的苏步青
101	自学成才的数学大师华罗庚
104	三次东渡求学的陈建功
107	在数理统计中的贡献
110	数学大师陈省身
114	海森堡悬案的澄清
117	数学机械化
120	杨氏理论与方程
122	哲学与数学联姻
124	由“组数”引起的故事
127	夏道行函数
129	摘取数学皇冠上的明珠
132	数学奇人朱梧槿
135	中学教师攻克世界性难题
138	一鸣惊人的杨乐

- 141 “五笔字型”的发明者
- 144 获得菲尔兹奖的华人
- 146 攻克瓦利隆猜想
- 148 获得戴维逊奖的侯振挺
- 150 享誉国际的数学家樊畿
- 152 中国的高性能计算机
- 155 让计算机更聪明的人

最妙的发明

现在,拿出两个数字 8 和 1,就是小学一年级的学生,也可以毫不费力地组成 18 和 81 两个数。同时,谁都清楚地知道,8 在个位上是 8,而在十位上则是 80。然而,在世界数学史上,是我国劳动人民首先采用这种十进位值制方法计数的;而当时其他国家的记数,却远没有达到如此先进的程度。比较一下,你就明白了。

在古埃及,81 这个数,必须写成八个 10,再写一个 1,才能组成 81。这样,在读出 81 以前,必须做个加法题,即 $10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 1 = 81$ 。

玛雅人使用的是 20 进制,81 必须写“· · ·”,上面的每个点表示 20,下面那个点是 1,即是 $20 + 20 + 20 + 20 + 1 = 81$ 。

欧洲人使用罗马数字,数字很多,L 代表 50,X 代表 10,I 代表 1,那 81 就必须写作 LXXXI,即是 $50 + 10 + 10 + 10 + 1 = 81$ 。

以上 3 种记数法,带有刻木记事和结绳记事的痕迹。远古时,原始人有的采用结绳记数。一条长绳上有许多结,大结可代表 10,小结可代表 1,事物的总数为绳结之和。如果要记的是一个上万的大数,结和数都很麻烦,往往令人望而却步。

这“难”字的症结何在呢?说穿了也很简单:难就难在没有采用位值制。

直到 16 世纪,有些欧洲国家还在使用这种笨拙的记数法。当时,一般欧洲人不会加减法,而少数精通四则运算的人就可以称作数学家了。如果要计算 235×4 ,现在看来是非常简单的问题,但在那时,计算却相当复杂,下面就是他们的计算过程:

235(CCXXXV) 乘上 4(IV)

第一步是将 CC、XXX、V 分别重复写 4 遍：

CC	CC	CC	CC
XXX	XXX	XXX	XXX
V	V	V	V

第一行共有 8 个 C, 将 5 个 C 缩写成一个 D(500)。

第二行 10 个 X 缩写成一个 C(100), 第三行缩写成 XX(20), 于是简写成：

DCCC

CXX

XX

再进一步合并, 才能得到结果 DCCCCXL(XL 是 40)。

由上不难看出, 乘以一位数就这么冗(rǒng)长, 如果是多位数乘以多位数, 其复杂程度就更难以想像了!

欧洲人的这种“堆砌”记数法, 确实相当繁琐。如果采用我们祖先的“位值制”, 问题则会变得十分简单明了。

据甲骨文记载, 早在 3400 多年前的殷商时代, 我国就有了完整的十进位值制记数法。

我们在那里不仅可以找到相对应于 1—9 的九个基本字符, 而且还能找到十、百、千、万等表示位值的字。而且, 其后汉文中的数字, 竟与它们是一脉相承的。

一	=	≡	≡	𠄎	𠄎	+	)	(	𠄎		𠄎	𠄎	𠄎	𠄎
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100	1000	10000		

甲骨文数字

与十进位值制记数法紧密相关的, 就是算筹和筹算的发明。

算筹是用于记数和计算的工具,筹算就是用算筹进行数学运算的方法。例如,1954年,在湖南长沙的一座战国晚期的楚墓中,发现了40根长短一致的小竹棒,长约12厘米,它们就是现存最早的算筹实物。用算筹按一定规则排列起来表示数字,称为筹式。筹式有纵式和横式两种表示形式:

纵式: | || ||| |||| 丁 𠄎 𠄎 𠄎

横式: 一 二 三 四 五 上 𠄎 𠄎 𠄎
 1 2 3 4 5 6 7 8 9

如果用算筹表示6451,那么就应写作: 上 ||| 三 |

这种记数法,个位用纵式,十位用横式,其余相间,遇到零,用空格表示。这样,只用9个数码加上一个空格,就能表示任意的自然数,并可进行运算。

显而易见,我国古代的这种十进位值制记数法,除了记数符号不同外,其他都与现在通用的记数法相同。

这种位值制,在我国公元前4世纪的《墨经》一书中,就说得很清楚:“一少于二而多于五。说在建位。”意即1这个数,在个位上就比2少,换到十位上就比5多。每个数字的大小,除了本身的数值,还要看它在整个数中所处的位置。

毋庸赘(zhuì)言,中国古代的十进位值制在世界上是一大发明,对数学的发展具有划时代的意义。

应该承认,十进位值制记数法和以它为基础的筹算系统,使中国古代数学遥遥领先于世界其他文明古国,如古巴比伦、古埃及和古希腊。印度直到6世纪,仍然用特殊的符号表示20、30、40等10的倍数,到了7世纪才采用十进位值制记数法,比中国晚了1000多年,欧洲人正式采用十进位值制记数法的最早证据,则是公元976年的一份西班牙文抄本。

马克思在《数学手稿》一书中，曾赞誉它为“最妙的发明”。

长期从事中国科技史研究的英国科学家李约瑟也曾感叹说：“奇怪的是，忠实于表意原则而不使用字母的文化，反而发展了现代人类普遍使用的十进位值制的最早形式。如果没有这种十进位值制，就几乎不可能出现我们现在这个统一化的世界了。”

“0”的故乡在中国

“0”是一个十分美妙的数字，它的作用无比奇妙，不可思议。它独立存在时，介于正数和负数之间；它表示一个数，但这个数却什么也没有，然而，若没有它，却又无法表示所有的数。就是这样一个现在看来如此简单的“0”，在我国古代数学史的长河中，却经历了一个十分曲折而又漫长的发展过程。不信请看……

“0”在我国的诞生和完善，大约经历了五个阶段：

一、用空位表示

二、用“空”字代替

三、用方框“□”代替

三、用圆圈“○”表示

五、用椭圆“0”表示

如果沿着历史的长河逆流而上，那么，就不难发现，在我国春秋战国时期，人们就开始使用零的表示法了。当时人们是采用在算筹间留下空位的方式来表示，这从我国敦煌石窟的唐代手抄本《立成算经》中，就可以找到证明。当时，把 405 表示为“ⅢⅢ Ⅲ”，又把 90 写成“ $\frac{1}{2}$ ”，120 写成“ $\frac{1}{2}$ ”。

后来，可能考虑到这个空格会使人产生误解，所以又采用了“空”字来表示零。如把 405 就写成了“Ⅲ空ⅢⅢ”。这样，就表示出了一个实实在在的数学概念，有几个“空”字就表示几个零和几位数字，这的确是一大进步。

应该承认，“空”的运用，是用文字符号表示零的开始，这不仅是意义上的表示，而且也是实际形象的表示。

不过,仍有美中不足之处。那就是这个“空”在数学运算过程中,既不怎么方便,又显得和纵横相间的筹算数字不协调、不统一。于是,人们便又采用正方形“□”来表示零。

例如,南宋蔡沈著《律吕新书》中,就把 118098,记作“十一万八千□九十八”。这标志着用文字表示零转变为用符号表示零的新阶段。而且,它直接导致了我国数学史上基本完善的零符号——圆圈“○”的诞生。

圆圈“○”是我国古代数学家所独创的。最早见于秦九韶的《数学九章》(1247 年)。如把 3076800 记作:Ⅲ○π┐π○○。

卜
 | ≡ ○ 下
 ⅢⅢ — | ≡ ○ 开
 Ⅲ┐ Ⅲ ○ 丁 亥 ○
 | ○ ≡ π┐ ○ 丁 ≡ 丁 ○ ○

筹算中以○代零

为什么用“○”零代替“□”零呢?它可能是受了太阳、月亮、圆圆的珍珠等的启发后,才把数学的逻辑和艺术的形象美结合了起来。另外一个事实是,“○”零比起“□”零书写起来也容易得多。

圆圈“○”与现代数学中的椭圆“0”是不同的。“0”在我国的最早出现,与阿拉伯数码在我国出现是同时的。最早记录见于明末方以智(1611—1671)的《通雅》(1641 年)一书中:“太西字,十字皆只一画,作 1234567890,不烦两笔,亦取其简便尔。”

那么,从“○”到“0”的演变又是怎样的呢?

根据现有资料研究,椭圆“0”是公元 4 世纪左右(东晋)产生于中印边界一带,那时,它还不代表零。中国的“○”传到印度后,印度的碑文上就出现了用“0”表示零的情况。为什么就演变成

“0”呢？这恐怕要用美学观点来解释了。因为1—9都是长条形状，“○”也就自然地变成了苗条的“0”了。

零是数学史上的一大发明，其意义非同小可。首先，零代表“无”，没有“无”何来“有”？因此，零是一切数的基础。其次，没有零就没有进位制，没有进位制就难以表示大数，数学就走不了多远。零的特点还表现在其他运算功能上，任何数加减零，其值不变；任何数乘以零，得零；任何非零数除以零，得无限大；零除以零，得任何数。

综观历史，毫无疑问地应该承认：零的故乡在中国，是中国人最早创造性地在数学中运用了“○”。正如李约瑟的风趣表述：“也许我们可以冒昧地把这个符号看作是汉代筹算盘上摆了一个印度花环。”

当今，世界各国数学史研究学者，都已经达成共识：中国名副其实是“0”的故乡，而印度，充其量可称为“0”的第二国籍。

令人振奋的是，20世纪末，在网络上评选1000年来最重要的发明时，“0”也在被提名之列。

古代几何学

提到几何学,人们想到的总是古希腊数学家欧几里得的《几何原本》。

岂知,我们中国还有一本比《几何原本》早 100 多年的《墨经》呢!

《墨经》的作者是墨翟(dí)。

墨翟(约前 468—前 376)是我国古代春秋战国时期鲁国人。他所生活的年代,是我国从奴隶社会向封建社会大转变的时期。

墨翟一生品格高尚,以古代的大禹为榜样,全心全意地为下层的劳苦大众服务。他一方面从事生产劳动,从劳动中获取经验和知识;另一方面苦心钻研,勤于思考,成了当时社会上享誉极高的学术权威。

墨翟曾利用几何知识,给人们制造能载 50 石(dàn)的车辆和其他生产工具。他做事认真,从不敷衍(fū·yǎn)塞责,很得人们的厚爱,人们称他为墨子。

当时,墨翟与一些志同道合的朋友及学生,组成了以他为代表人物的墨子学派。墨子学派提出了许多学术观点,并用竹简记录下来,这就是墨子学派的代表作——《墨经》。

《墨经》包括《经上》、《经下》、《经说上》、《经说下》等多篇。在《经上》、《经下》中阐述了一些几何定义和命题。

《墨经》虽然没有《几何原本》那么系统完善和严密的论证,但是其中若干的几何理论,却跟《几何原本》中的相关知识完全一致。

这里,不妨从《墨经》中采撷一些定义或命题,以供读者朋友鉴赏。

《经上》中说:“平,同高也。”

意思是说:平行线(或平行面)就是两条(个)在每一处距离(高)都相等的直线(平面)。这里的“同高”,就是《几何原本》中的两直线间的距离处处相等。

《经上》中:“中,同长也。”

用现代的话说,就是:线段中点到线段两端的距离相等。

《经上》中说:“圆,一中,同长也。”

用现代的话说,就是:圆(或球),有一个中心,且圆(或球)上每一点到这个中心的距离相等。

《墨经》共 15 卷,71 篇,今天只保存下 53 篇。其中几何内容 19 篇。

如果把《几何原本》与《墨经》对照,不难发现,《几何原本》谈到的,《墨经》中大都涉及到了。因此,可以说,中国古代虽没有产生严格意义上的几何学,但聪明的中国人,却早于欧几里得 100 多年在这块园地上耕耘和收获了。

特别值得指出的是,《墨经》的主要价值还在于,中国古代的科学家已能够透过直接观测和实验,概括上升为抽象的理论了。这种思想方法恰恰是中国,而且后来也成为西方科学得以迅速发展的强大武器。从这一点上看,《墨经》是一本多么难能可贵的数学著作啊!

勾股定理

勾股定理在西方国家被称为“毕达哥拉斯定理”，也叫“百牛定理”。我们中国人称为“勾股定理”，也叫“商高定理”，或“陈子定理”。现在世界上通称为“勾股定理”。

奇怪！这是怎么回事？

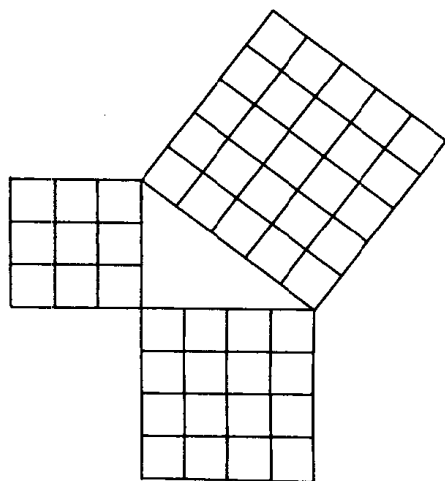
原来，毕达哥拉斯是公元前6世纪古希腊的数学家。由于是他发现了这条定理，所以人们就称其为“毕达哥拉斯定理”。

传说，当年他发现这一定理后，欣喜若狂，认为这是缪斯女神（古希腊神话中掌管文艺、科学的女神）的赐予，竟杀了100条牛祭祀（jì · sì）。所以，后人也称此定理为“百牛定理”。

在我们中国，《周髀（bì）算经·卷上·周公问算》中却有这样的记载：

周公（周武王之弟）向商高请教数学上的问题时说：古时伏羲是如何测量天文和制定历法的，天既没有供攀登的台阶，地也不能用尺子去测量，那么，这些数是从哪里得来的呢？

商高解释说：数是根据圆形和方形的数学道理计算得来的。圆来自方，而方来自直角三角形。将一线折三段围



勾三股四弦五

成直角三角形,一条直角边(勾)为三,另一条直角边(股)为四,则斜边(弦)就是五。

在这里,商高就已明确地指出了直角三角形的三条边有“勾三股四弦五”的数量关系。



规矩图

当周公向商高求教“矩”(三角尺)的用法时,商高回答说:把矩放平了,可测定水平和垂直方向;把矩立起来,可测量高度;把矩翻过来倒置,可以测量深度;把矩卧在地面,可以测量水平距离;将矩环转一周,可以得到圆形;将两矩合起来,可以得到长方形。

商高总结了前人的经验,归纳出了勾股测量的各种方法,开创了勾股测量术的先河。

商高关于“环矩以为圆”的论述,即立于直径上的圆周角为直角这一定理的发现,也比古希腊数学家泰勒斯早五六百年。

在《周髀算经》中陈子提出:欲求斜边长,可用“勾股各自乘,并而开方除之”的方法,已深刻地揭示出直角三角形三边之间的数量关系。

若以定理发现者的名字命名,勾股定理应该称为“商高定理”。因为他比毕达哥拉斯要早6个世纪,就是陈子也比毕达哥