

中国
文化
史
丛
书

科技
卷

河南大学出版社

古代数学与物理学

李慕南 张林 李丽丽 主编



• 中国文化史丛书·科技卷 •

古代 数学与物理学

孙丽光 编著

河南大学出版社

责任编辑:杨 钧

图书在版编目(CIP)数据

中国文化史丛书/李慕南主编. —开封:河南大学出版社,2001.12

ISBN 7-81018-911-5

I. 中… II. 李… III. 文化史—中国—古代—通俗读物

IV. G256.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 057673 号

中国文化史丛书

(图文版)

出	版:河南大学出版社
发	行:各地新华书店
印	刷:北京海德印务有限公司
开	本:850×1168 32 开
印	张:783 字数:16330 千字
印	数:1000
版	次:2005 年 1 月第 2 版
印	次:2005 年 1 月第 1 次印刷
书	号:ISBN 7-81018-911-5/G·381
定	价:1996.00 元(全 68 册)

编写说明

中华民族是世界上最古老的民族，中华文明是世界上最悠久的文明之一。中国有文字记载的历史近 5000 年之久，从公元前 841 年开始，有文献可考的编年史从未间断，至今已近 3000 年，这在人类历史的长河中是绝无仅有的。世界四大文明古国中，只有中国的历史始终传承有序，从未中断。

中华民族在世界东方创造了光辉灿烂的文化，并形成了一个以中国为中心的大文化圈，影响着亚洲许多国家和地区的价值观念与行为方式。

在清朝之前，中国的科学技术也一直位居世界前列，中国的物质文明为欧洲的文艺复兴和近代化奠定了物质基础。火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级社会到来的三大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针打开市场并建立殖民地，而印刷术变成新教的工具。总的说来，它们变成了科学复兴的手段，变成了对精神发展创造必要前提的最大杠杆。中国文化为西方的近代文明提供了物质基础，而且还是西方现代科学技术的直接源头。

中国在清朝之前是世界上最强大的国家之一，不但经济发达、科技先进、国势强盛，而且人文荟萃，有着辉煌的文化成就，不但造福中国，而且造福全人类。

文化是与文明既有联系又有不同的概念，文明是文化发展到一定阶段的状态。

文化是一种人类现象。文化既具有时代性，又具有区域性。从地域概念来说，“中国”是一个历史范畴，随着时代的推进其范围也不断变化。“中国”作为近代国体意义上的主权国家概

念，只是近 300 年来的事情，是在和西方国家打交道时按西方外交模式形成的。“中”在中国人的心目中是天下之中的意思，而近代形成的“中国”这一国体名称显然已不被这样理解。

“文化”一词，语义极广，古今中外关于文化的定义不下 200 种之多。本书所讲的文化是指《周易·贲卦·彖传》所说：“观乎天文，以察时变；观乎人文，以化成天下。”如果具体一此，则“文”为：经纬天地曰文；道德博闻曰文；勤学好问曰文；慈惠爱民曰文；愍民惠礼曰文；锡民爵位曰文。（《周书·谥法》）而“化”如《说文·段注》所释：“教成于上，则化教于下。”中国历史上的先哲们赋予文化的内涵，注重的是文治修远和人伦教化，与武力征伐相呼应。

中国文化由于大海、高山、沙漠、林莽等地理环境的局限，成就了自己的独立性，并在漫长的岁月里很少受到外来文化的冲击，从而保持了从未间断的完整性。中国文化是世界上少有的传承悠久、内容丰富、博大精深的原生文化之一。

中国文化有着鲜明的农耕经济为基础的特点和以血缘为纽带的思想痕迹，形成了中国文化的内向性。这也是风靡世界的各种宗教在中国不能占统治地位的原因，这也是中国人在最有可能成为海洋大国而错失机遇的原因。

中国人一向有重视文化的传统，文化积累在世界各民族之林中首屈一指。

中国有自己特有的人文传统，有与西方完全不同的伦理理念，长期运作于中国农业自然经济、重农轻商、自给自足的经济模式形成了尊群传统和民为邦本的思想。

中国人的文化是崇尚和平的文化，奉行中庸的理想人格。在多种文化相汇时，善于融合，不偏颇、不怨尤，尚调和、主平衡，使中华民族不断发展壮大。中国文化如百川之海，浩淼无垠。

有的学者把中国文化史分成了六个时期：

1. 前文明期，即史前期：包括旧石器时代和新石器时代中前期，相当于中国古史的传说时代，即三皇五帝时期。

2. 文明奠基期：夏、商、周（西周、春秋、战国时期）。这是中国文化史上的创始期，包括了新石器时代晚期、青铜器时期和铁器时期。这一时期孕育了中国文化的一系列特征。

3. 大一统定型期：秦、汉（西汉、新、东汉）时期。政治大一统和文化大一统规模形成，农耕经济占控制地位。

4. 民族大融合期：魏、晋、南北朝、隋、唐中叶时期。这一时期，五胡乱华，中国文化大范围地与周边民族文化整合，进入了“亚洲中国”之路，中国文化进入了又一个高峰期。

5. 近古文化定型期：唐后半叶、五代十国、宋、辽、金、元、明中叶时期。这一时期是中国文化现代转型的基础，也构筑了西方资本主义侵入之前的文化背景。

6. 中西文化交汇及现代转型期：明末迄今。这一时期，中国文化第一次遭遇更先进文化的入侵，中国文化在物质、制度、行为、精神诸层面开始了冲突、调适、融汇、创造等艰难而痛苦的历程。

《中国文化史》叙述的就是这样一个从史前到现在的中国国土开辟、民族形成、社会进化、经济文化发展、政治演变的不平凡的历程和内容。

为了全面展现这一波澜壮阔的历史，本书用了近 2000 万字、8 卷 68 分册的洋洋篇幅来记述。

政治卷：分为历代帝王、王朝更替、历代名臣、权臣末路、宫廷政治、后宫政治、政治事件、千古奇案等 8 分册来阐述政治斗争的复杂性。

军事卷：分为军事统帅、兵书通览、著名战役、军事思想、军事制度、军事谋略、军事工程、军事间谍等 8 分册来演绎古代

军事文化的发展和军事斗争的残酷。

文学卷：分为神话传说、历代诗歌、历代词赋、历代小说、历代散文、文学名著、文学名家、民间文学等8分册来展现中国文学形式的丰富多彩与辉煌成就。

艺术卷：分为书法与篆刻艺术、绘画艺术、建筑艺术、雕塑艺术、音乐艺术、舞蹈艺术、戏曲艺术、民间艺术、工艺美术、艺坛典故等10分册来描绘古代绚烂多彩的艺术殿堂。

科技卷：分为古代生物与医学、古代数学与物理学、古代天文历法、古代地理与农学、古代化学、古代发明与发现、历代科技、科学名家等8分册来展示古代科学技术的进步与巨大成就。

民俗卷：分为传统节日、婚育习俗、服饰文化、饮食文化、信仰文化、诞辰与丧葬习俗、民居民俗、游艺文化、中华武术、风水与巫术等10分册来表现古代人民社会生活的丰富多彩。

社会卷：分为商业贸易、社会经济、农业制度、古代教育、古代民族史、思想文化、千秋教化、典章制度等8分册来解读古代社会生活的形成、演变与发展过程。

历史卷：分为历史典籍、中外关系、历代律令、历代官制、历代宦官、历代状元、历史掌故、历史之谜等8分册来揭示古代历史长河角落中最为隐秘的部分。

为了摒弃传统历史教科书条条框框式的说教，增加直观性、可读性、趣味性，本丛书分门别类采用辞条的形式，并辅之以大量丰富、精美的插图，以立体的方式再现中国文化的宏伟历史画卷。

由于丛书篇幅宏大、编写时间又较为仓促，书中难免存在各种疏虞之处，恳请广大读者悉心指正。

本书编委会
二〇〇五年一月

目 录

一、古代数学	(1)
【数字与记数法】	(1)
【算筹与筹算】	(5)
【四则运算】	(7)
【算码】	(8)
【组合分析】	(9)
【数的概念的扩展】	(12)
【图形知识】	(15)
【《墨经》】	(21)
【早期的数学教育】	(23)
【算书的出现】	(24)
【《九章算术》】	(26)
【赵爽】	(49)
【刘徽】	(54)
【祖冲之与祖暅】	(68)
【数学教育】	(73)
【算经十书】	(75)
【天文、历法中的数学成就】	(80)
【中印数学间的影响】	(83)

【宋元数学】	(85)
【高次方程数值解法】	(89)
【高阶等差数列】	(97)
【同余式理论】	(106)
【传统数学的沉寂】	(108)
【珠算等实用数学的发展】	(110)
【西方数学的传入】	(113)
【梅文鼎】	(118)
【《数理精蕴》】	(119)
【年希尧、明安图】	(120)
【传统数学的理论和研究】	(123)
【西方数学著作的再翻译】	(127)
【李善兰】	(135)
【华蘅芳与夏鸾翔】	(141)
【不定分析】	(144)
【近代数学教育】	(145)
二、古代物理学	(158)
【物理知识的萌发】	(158)
【中国物理学史料的来源】	(160)
【墨家和《墨经》】	(164)
【《考工记》】	(165)
【刘安及其淮南王书】	(167)
【王充和《论衡》】	(168)
【沈括和《梦溪笔谈》】	(169)
【赵友钦和《革象新书》】	(171)
【朱载堉和《乐律全书》】	(172)
【张载与王夫之】	(174)
【物质观念】	(176)

目 录

【元素论思想】·····	(181)
【物质守恒思想】·····	(183)
【物质结构】·····	(186)
【热的获得与对热的认识】·····	(188)
【测温与测湿】·····	(191)
【热的传播与保温瓶】·····	(194)
【热膨胀与热应力】·····	(196)
【物态变化】·····	(197)
【中国古代对时间的量度】·····	(200)
【中国古代度量衡的发展】·····	(204)
【时空概念】·····	(210)
【机械运动】·····	(213)
【惯性、力、重量与比重】·····	(216)
【机械】·····	(221)
【流体力学】·····	(227)
【材料力学】·····	(233)
【乐器的制作与使用】·····	(235)
【声本性】·····	(244)
【磁现象与电现象】·····	(254)
【大气中的电磁现象】·····	(257)
【对磁性的进一步认识】·····	(262)
【人造磁体】·····	(264)
【光源】·····	(266)
【影与影戏】·····	(270)
【成像论】·····	(275)
【大气光象】·····	(292)
【光学仪器】·····	(297)
【明末清初西方物理学传入中国】·····	(302)

一、古代数学

【数字与记数法】

数字在中国的最早出现，是在新石器时代的晚期，距今大约6000年左右。在这之前，我们的祖先采用“结绳”、“契木”等办法来表示数的概念，实现记数，即所谓的“结绳记事”、“契木为文”的传说。其实，甲骨文中的“数”字就取自结绳的形象。这种情况在世界的其他一些民族中也有发生，有的甚至到近代还保存着结绳记数的方法。

契木或其他形式的刻划记数是数字产生的基础。当人们觉得可以通过按某种规则的刻划来表达数的时候，数字也就自然而然地产生了。

根据现有的资料来看，最迟在半坡时代我国已经有了可以称得上数字的刻划符号，如见之于半坡出土的陶片上的数目字（右图示）。

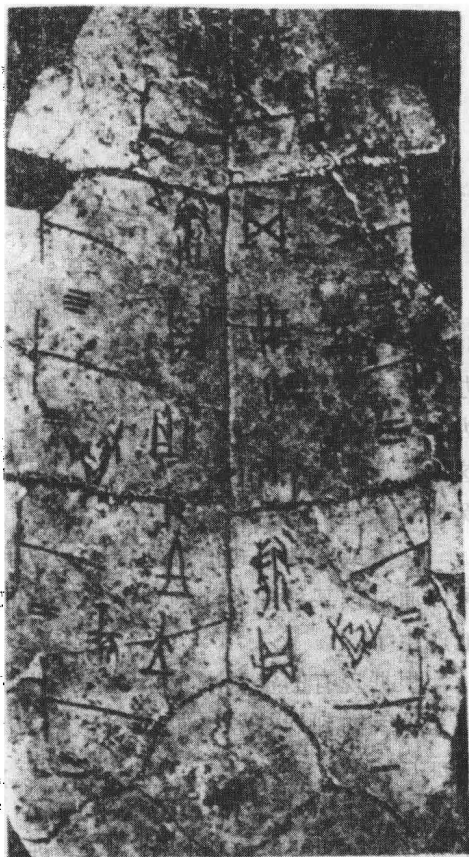
× 人 十)(| ||

虽然字形没有那么整齐，但已 5 6 7 8 10 20
十分规范。后来的考古发现，除了进一步加强上述考证外，还充实了一些数字。如，与半坡遗址差不多时代的陕西姜寨遗址中出现了“一”（1）、“|||”（30）；距今四千年前的上海马桥遗址出现了“十”（5）；稍晚的山东城子崖遗址中出现了“= ”（12），还有“U”（20）；“∩”（30）。U是将二个|（10）合在一起；∩是将三个|（10）合在一起。这种合写形式的出现不仅标志了数的概念的发展和表数能力的提高，而且证实了十进制记数法已经

使用。

进入商代以后，随着农业成为社会生产的主要成分，手工业的分工和商业的产生，相应地产生了高度发展的殷商文化。这时，已有了所谓“卜、史、巫、祝”这样的文化官。他们作为社会的管理人员，负责记人事、观天气与熟悉旧典。专职书记人员的出现，使得原先零星粗疏的表数符号得到提炼和整理，进而创设出系统的数字和记数法来。商代产生的甲骨文数字就是目前所知的我国最早的完整记数系统。

甲骨文是商周时代刻在龟甲兽骨上的文字，是“巫”、“史”们为商王室占卜记事的主要手段。从现在发现并已认识的 1700 多个甲骨文字中，能够清理出整套数目字，共 13 个。前 9 个是数字，后 4 个是位值符号。与其他甲骨文字一样，甲骨文数字采用了会意、形声、假借等比较进步的文字构造法，说明它是一种具有严密文字规律的古



殷墟甲骨文上的数字

文字。

一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	百	千	萬
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100	1000	10000

甲骨文中的记数单字

甲骨文记数系统属于十进制乘法分群数系。这种数系由 1 至 9 九个数字和若干十进制的位值符号组成，记数时先将两组符号通过乘法结合起来以表示位值的若干倍〔也有例外，如 𠄎 (20)、𠄎 (30)、𠄎 (40) 是重复书写，而不分别写成 𠄎、𠄎、𠄎〕。如 𠄎 (5) 与表示 10 的符号 “|” 通过乘法结合起来，写成 𠄎，表示 10 的 5 倍，即 50；又如 三 (3) 与表示 100 的符号 “𠄎” 通过乘法结合起来，写成 𠄎，表示 100 的 3 倍，即 300；同样，𠄎表示 2000，𠄎表示 20000。然后将分群后的位值符号组合（相加）起来，达到完整表数的目的。例如，𠄎𠄎三，表示 673；𠄎𠄎𠄎八，表示 2356 等等。现已发现的最大的甲骨文数字是 30000，写作 𠄎。

𠄎	𠄎	𠄎	𠄎	𠄎	𠄎	𠄎	𠄎	𠄎	𠄎	𠄎	𠄎	𠄎		
50	60	70	80	200	300	400	500	600	800	900	2000	5000	8000	30000

甲骨文记数系举例

甲骨文记数方法一直沿用到现代，期间字体虽有变化，但记数原则不变，仍然是乘法分群原则。下图列出的是历代记数符号，将商代甲骨文、周代金文、秦代篆文以及现代数字加以比较和分析，从中可以发现一些变化规律。

周代金文记多位数的方法，原则上与甲骨文一样，如 659，记作 “𠄎又𠄎九”。其中 又 是又字，写在数字之间起隔开位值的作用，这在商代甲骨文记数中已有出现，因此，形式上差异仅是 50 的写法不同，金文是 𠄎，甲骨文是 𠄎。汉代以后，多位数记法

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	20	50	60	100	500	10 ³	10 ⁴	81
商代甲骨文																				
西周金文																				
秦代篆文																				
汉代算筹																				
宋代算筹																				
商业数码																				
现代文	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十										

历代记数符号

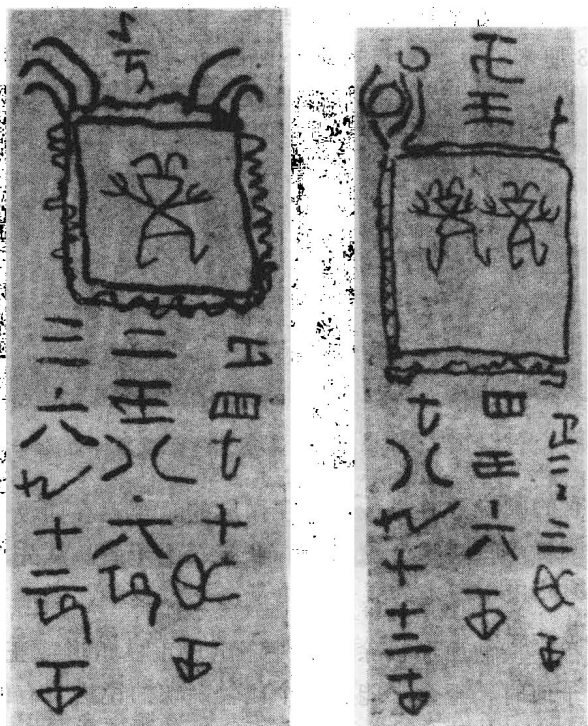
废弃了用“入”字隔开的做法，位值的倍数也不采取合写，而是采取位值符号紧接在数字后表示，如 300，不写成𠄎𠄎，而写成𠄎𠄎。但记数系统仍是乘法分群系，如 2356，被写成二𠄎三𠄎𠄎𠄎，即现在的二千三百五十六的前身。

这种表数制度还算不上是十进地位制记数法，但它确实向地位制靠近了一步。如果把“𠄎”、“𠄎”、“1”等符号曳去，再引入表示 0 的符号，那就是完全的十进地位制记数法了。

现代中国数字实际在唐朝以前已经形成。由于这 10 个字简单明了，我国少数民族记数时也常采用它，或者把这 10 个数字稍作变动。北京图书馆藏有一本苗文的历书，全部用了汉文的 10 个数字，并且以两个十作二十、三个十作三十。唐代还全面使用了所谓大写数字，即：

壹 貳 叁 肆 伍 陆 柒 捌 玖 拾

大写数字常出现于比较严肃的场合，所以后来人们把这些大写数字叫做“官文书数目字”。

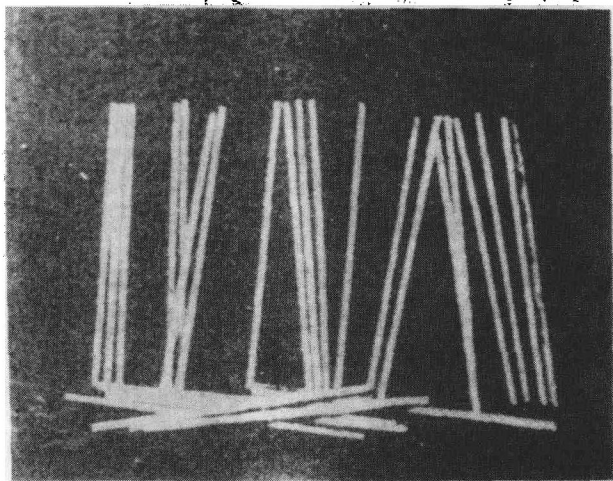


苗文历书内记录的汉字数字

【算筹与筹算】

记数与计算不是一回事，单有记数法不足以构成数学。数学至少是计算的学问。只有进入专门的算的实践，揭示其规律，总结出技术，进而形成算理，才能称得上有了算术——一种初级的数学理论。中国古代数学是随着算筹的发明而形成的。算筹，简称“算”、“筹”、“策”等，亦称“筹策”，是中国古代用于计算的工具。一般用竹制成，也有用铅制，骨制或象牙制的。本世纪50年代以来陆续出土了一批算筹，形状大小与文献资料记载相

仿。战国时的算筹平均长 19.5 厘米，西汉算筹大约长 13 厘米，径粗 0.3 厘米。算筹太长太细不便摆动，所以后来的算筹逐渐



陕西旬阳出土的西汉象牙算筹

改短，增粗。横截面形状除圆形外还出现正三角形或正方形的。算筹产生于何时，至今未能有一个比较确切的说法。有的说“大约从西周开始已使用竹筹，在毡毯上或在算板上进行各种运算”，有的则说算筹是长期演变而成的，至迟在西汉时已普遍使用。各种说法在措词上都比较慎重，时间幅度也很大，彼此互不矛盾。从先秦典籍中的记载来看，算筹很可能起源于原先用于占卜的蓍草。由于占卜过程中，需借助于蓍草来表示数和简单的计算，久而久之，蓍草就成了计算工具。“算”字古体作“𠩺”，由二“示”合成。“示，神事也。”这又一次说明，古代算术与占卜的关系。从时间上说，大约可以认为，算筹作为人造计算工具的产生是在西周或更早些，而普遍深入使用是在秦汉。

用算筹摆成数字进行计算称之为筹算。所以“算术”的原义是指筹算的技术。这本是中国数学特有的名称，现在涵义有了变

化。算术这一名称恰当地概括了中国数学依赖于算筹，以算为中心的特点。从一定意义上说，中国古代数学史就是中国筹算史。

【四则运算】

筹算数目是由算筹摆出来的，9个基本数的摆法有两种，一种是纵式，一种是横式。

在这基础上，利用位值原理和纵横相间的办法可摆出一切多位数。例如，238可摆成，

纵式 一 二 三 四 五 六 七 八 九

横式 一 二 三 四 五 六 七 八 九

一 二 三，6803可摆成一 二 三 四，

1 2 3 4 5 6 7 8 9

9个基本数的算筹摆法

其中空位处表示零。可见，我

们中国很早就发明和使用十进位制记数法了。把筹的排列形式记下来，就成为算码。明代珠算盛行以后，筹算逐渐淘汰，这时，筹算算码在数学中起了很大的作用。

与笔算一样，筹算的基础是加减乘除四则运算。筹算四则运算的程序与珠算基本相同，从高位向低位进行。加减法最简单，摆上两行数字，从左到右逐位相加或相减就可以了，和或差置于第三行中。乘法也不难，基本过程仍然是放筹与运筹两个过程。乘法分三层放筹，上下层放乘数（无被乘数与乘数之区别），中间放积。运算时由上层乘数的高位起乘下层乘数，乘完后去掉这位的算筹，再用第二位数去乘，最后将逐次相乘之积的对应位上的数相加即可。

当然也可以将第二次乘得的结果随时加到中层之中。

筹算把除法看作乘法的逆运算，如《孙子算经》所说：“凡除之法，与乘正异。”基本步骤也是放筹与运筹。放筹时也分三层，上层放商，中间放被除数（古时称实），下层放除数（古时称法）。除数摆在被除数够除的那一位之下，除完向右移动。

乘除运算需要口诀，古时称之为“九九表”，从“九九八十