

中国在数学上的贡献

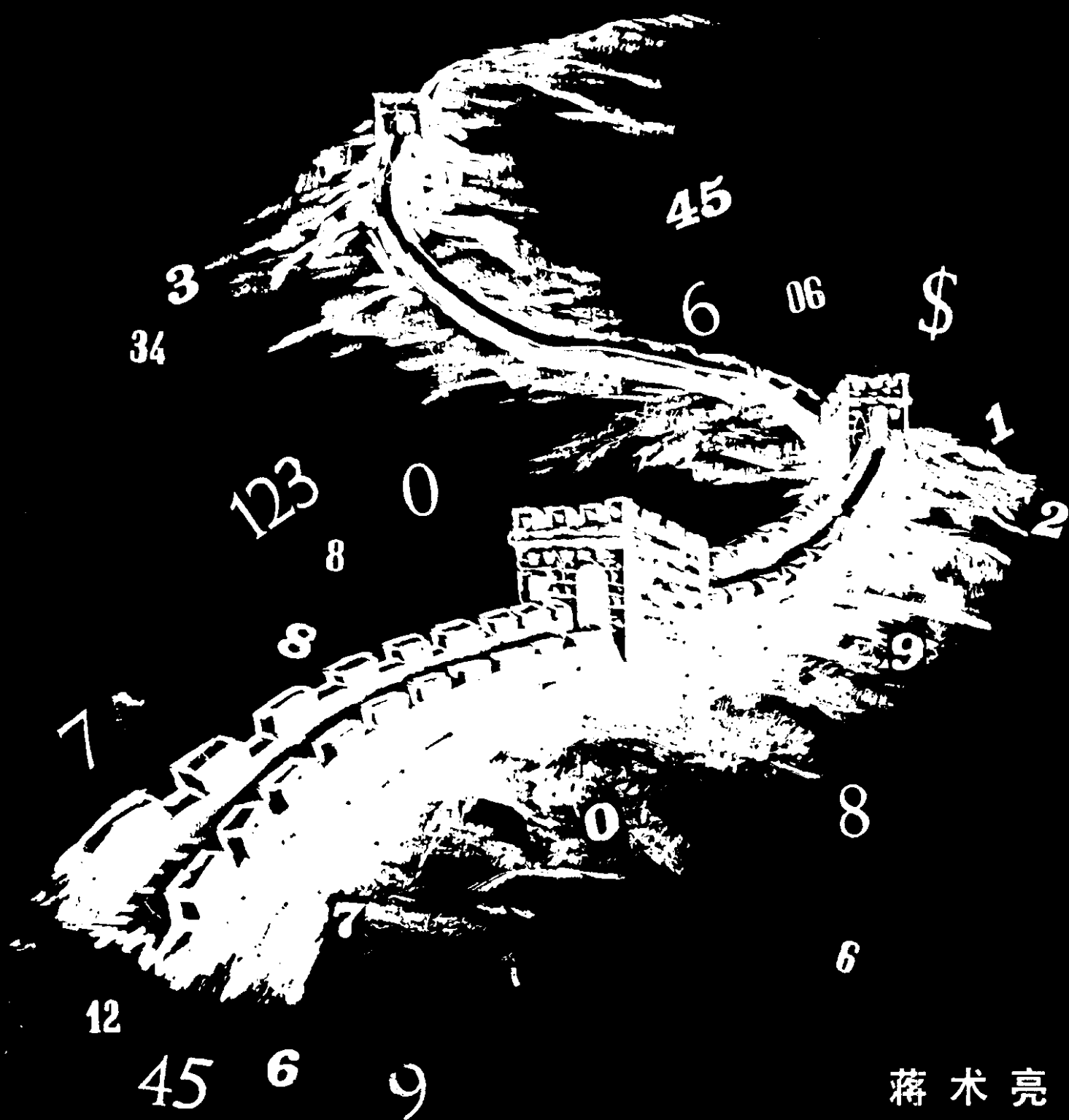
蘇步青題



蔣術亮

山西教育出版社

中国在数学上的贡献



蒋 术 亮

中国在数学上的贡献

中国在数学上的贡献

蒋术亮 编著

*

山西教育出版社出版 (太原并州北路11号)

山西省新华书店发行 铁三局印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 7.5 字数: 182千字

1991年6月第2版 1991年6月山西第1次印刷

印数: 1—1,740册

*

ISBN 7-80578-612-7

G·570 定价: 2.90元

目 录

第一章 中国数学发展情况概述.....	(1)
§ 1-1 引言	(1)
§ 1-2 上古到汉初 (公元前 2700—前 100 年).....	(7)
§ 1-3 汉初到宋初 (公元前 100—1000 年)	(21)
§ 1-4 宋元时期 (公元 1000—1367 年)	(29)
§ 1-5 明清时期 (公元 1367—1912 年)	(40)
§ 1-6 现代 (公元 1912 年以后)	(47)
第二章 算术.....	(59)
§ 2-1 记数法、十进位值制及二进位法	(60)
1 记数法、十进位值制	(60)
2 二进位法	(66)
§ 2-2 分数	(69)
§ 2-3 十进小数、度量衡	(72)
§ 2-4 负数	(76)
§ 2-5 比例	(79)
§ 2-6 近似计算	(81)
1 四舍五入法	(81)
2 内插法	(82)
3 其它近似算法	(87)
§ 2-7 初等数论	(89)
§ 2-8 珠算盘	(91)
第三章 纵横图.....	(96)

第四章 代数学.....	(102)
§ 4-1 方程	(104)
1 联立一次方程组	(104)
2 二次方程	(109)
3 高次数字方程	(112)
4 指数方程	(117)
§ 4-2 天元术	(118)
§ 4-3 四元术	(122)
§ 4-4 一次同余式	(125)
§ 4-5 盈不足术	(133)
§ 4-6 杨辉三角	(137)
§ 4-7 级数与堆垛	(139)
第五章 几何学.....	(145)
§ 5-1 勾股定理及其应用	(149)
§ 5-2 相似三角形	(154)
§ 5-3 圆周率 (π) 的计算	(161)
§ 5-4 面积与体积	(168)
1 面积	(169)
2 勾股容方圆术	(172)
3 体积	(175)
§ 5-5 球体积	(179)
§ 5-6 计算圆的弧、矢、弦、径	(183)
§ 5-7 三角学	(185)
第六章 高等数学.....	(192)
§ 6-1 解析几何学	(192)
§ 6-2 微积分	(197)
第七章 现代数学.....	(202)

§ 7-1 数论	(202)
§ 7-2 微分几何学	(204)
§ 7-3 微分方程	(204)
§ 7-4 概率论	(206)
§ 7-5 函数论	(207)
§ 7-6 近世代数学	(209)
§ 7-7 拓扑学	(210)
§ 7-8 数学机械化	(211)
第八章 中国数学的传播和影响.....	(215)
后记.....	(231)

第一章 中国数学发展情况概述

§ 1-1 引言

我们祖国具有悠久而光辉的历史，在科学领域里曾经创造了高度文明，对人类作出过极其辉煌的贡献，其中有许多发明，对世界的历史产生了深远的影响。^{*} 例如，指南针、造纸术、火药及印刷术四大发明就具有重大的世界意义。这一点，我们可以引用英国哲学家弗朗西斯·培根 (Francis Bacon, 1561-1626 年) 的话来说明。培根曾写道：“我们应该观察各种发明的威力、效能和后果。最显著的例子便是印刷术、火药和指南针……这三种东西曾改变了整个世界事物的面貌和状态，第一种在文学上，第二种在战争上，第三种航海上，由此又产生了无数的变化。这种变化是这样的大，以致没有一个帝国，没有一个教派，没有一个赫赫有名的人物能比这三种机械发明在人类的事业中产生更大的力量 and 影响。”^{**}

培根只谈了三大发明，没有明确指出发明的国家。事实上，现在全世界公认四大发明的所有权应该属于中国。如果没有这些发明，就没有欧洲的文艺复兴运动，从而也就不会有欧洲的现代

^{*} 1983 年在美国芝加哥举办的《中国：七千年的探索》展览会，博得国外人士的极大重视和赞赏。芝加哥论坛报 6 月 5 日发表文章说，中国人拥有世界上已知的最古老的文明，其渊源可追溯到七千多年前，……中国人对世界发展作出了巨大贡献。

^{**} 转引自李约瑟《中国科学技术史》第一卷第一分册。

文化。这一点，西方人自己也是承认的。他们参观 1983 年在芝加哥举办的《中国：七千年的探索》展览会后说：“这些发明立即推动了其他国家，加速了它们发展的步伐，就像现在我们可以预期，我们一旦与其他星球上的高级生物接触就能一下子跃进到未来世界一样。”*

1986 年 10 月，香港大公报报道，英国出版了一本新书《中国——发现与发明的国度》。该书提出一个观点：中国不仅历史文化久远，而且科学技术在世界上占领先地位长达十五个世纪之久，近一半的重大科学发现与成就源于中国，它们为现代科学技术奠定了基础。书中还列举了一百项最重大的、最早来自中国的科学技术成就，它们遍及数学、物理学、天文、农业、工程、医学等各个领域。

自然科学的皇后是数学。它是科学技术发展的基础，也是人类理解自然、征服自然的有力武器。数学曾经在历史上对科学起过推动作用。在我国丰富多彩的科学技术历史宝库中，数学是一颗特别璀璨的明珠，几千年来，一直在闪闪发光。我国数学对人类的贡献和影响，也是极其深远的。英国科学家、皇家学会会员李约瑟（Needham）在《中国科学技术史》这部巨著的第三卷中说：“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制的最早形式，如果没有这种十进位制，就几乎不可能出现我们现在这个统一化的世界了。”

在数学上，仅就发明完善的“十进位位值制”这一记数法来说，我国对人类文化已经作出了非常重大的贡献，可以与印刷术、火药、指南针一类发明相媲美。

我国古代数学是自己独立创造发展起来的。在世界数学史

* 芝加哥论坛报。

上，我国数学具有独特的成就和贡献。

我们如果要想预见祖国数学的将来，就得站在历史的高度，用历史的眼光，来研究和了解中国古代数学处于世界领先地位的原因。数学的领先地位，主要体现在中国对数学的贡献上。这些贡献，是从中国数学史中提取出来的，它与中国数学史有着紧密联系。但是，本书未采用历史编年式的叙述写法，也不是作为专题来论述或考证，而是想用通俗的语言，来总结我国数学发展的客观规律和历史上的成果，从而达到古为今用、普及科技知识的目的。本书对作出杰出贡献的数学家给予应有的尊敬和推崇，使他们的贡献，他们的治学精神，他们的数学思想，长留后世，不致磨灭。这样，就等于给了塞迪约 (Sédillot, 1868 年前后)* 之流一记响亮的耳光，因为他们坚持某些传教士的偏见：中国人从来不曾数学中得到任何有价值的成就，中国的主要数学著作都是在外来影响的启发下完成的。我们现在应该把这种荒谬的说法颠倒过来：我国古代数学，在世界上一直居于主导领先地位，从记数、分数、小数、正负数及无限逼近任一实数的方法，到解联立方程组与二次、高次数字方程等，实质上都是中国古代数学家的发明创造。如果抽掉了这些中国独具特色的部分，只保留所谓希腊式的几何部分，那么，世界数学的今天将成什么局面？

关于中国数学史和中国在数学上的贡献，已经引起国内外很多数学史家和学者们的极大重视和兴趣。例如，德国数学史家坎托 (Cantor, 1880 年)、美国科学史家萨顿 (Sarton) 等人，以及我国的李俨、钱宝琮、严敦杰、杜石然、李迪、王铃等人，都搜集了大量的文献和论文目录，来证明这一点。

日本著名数学史家三上义夫 (Mikani, 1950 年去世)，他曾

* 法国科学史家。

广读中日两国古籍，著有《中国和日本的数学发展》及《中国算学的特色》等书。^{*} 他的书平易通顺，在世界数学史中占有非常独特的优越地位。

美国数学史家史密斯 (D.E.Smith)，他曾在中日两国住过很长时间，搜集了很多数学书籍。他还与三上义夫及我国数学史家亲密合作，对中国数学史作了比较全面的研究，他的著作有《数学史》、《中国数学》等，流传很广，影响颇大。

英国皇家学会会员、英中了解协会会长李约瑟(Needham)，三十多年来，对我国科学技术发展的历史进行了广泛的研究。他的重要著作《中国科学技术史》，其中第三卷专门论述中国数学史，可以说是现代国外科学家对中国数学所作的比较客观而全面的著述，对海内外都有很大影响。

在国内做出了重大贡献的著名数学史家，也不乏人。其中成绩突出，著述颇多的有李俨 (1892—1963 年)，钱宝琮 (1892—1974 年) 和严敦杰等人。他们数十年如一日地进行辛勤研究，搜集保存了大量历史上的数学文献，做过大量的整理和著述工作，使我国数学的传统和精华得以继承下来。他们做出了很有价值的贡献，深深值得我们敬佩。

中国数学史的资料极为丰富。清代数学家阮元及其后继者，在 1799 年至 1898 年间，陆续完成《畴人传》(数学家传) 七十一卷，总计六十余万字，记录了历代许多数学家的事迹。据李俨、严敦杰与王铃统计的数学史论文目录，从 1918 年至 1949 年重要的专题研究论文大约有 170 篇。他们花了大量时间和精力才搜集到这样一些宝贵资料。我们应当感谢那些对中国数学有精湛造诣的中外数学史家、科学家和学者们，他们发掘和整理了我们

^{*} 三上义夫有一部关于中国数学史的遗稿，共计一千多页，至今仍保存着。

祖先的遗产，唤起和激发人们去进一步开发这座丰富的宝藏。

翻开中国数学史，我们便会发现，我国古代的数学成果，形成了一套完全是自己独创的方式和方法。我国历来在数学上是人才辈出，推陈出新，独具特色，独放异彩，堪与世界各先进文明古国媲美，不愧是一个数学大国。

恩格斯说：“纯数学的对象是现实世界的空间形式和数量关系，所以是非常现实的材料。”* 数学来源于实践，同时又在实践中受到检验，使它日臻完善，形成基础公理、公式、定理，反过来又指导社会生产发展。因此，从一个国家数学发展的情况，可以看出这个国家的科学文化发展水平。数学不应是像古希腊一些有闲阶级用以消遣自误的玩物，也不应是像中国过去某些统治者用以统治社会的工具，它是适应社会精神文明和物质文明的需要而产生的；反过来它也促进两个文明的不断提高和向前发展。

古希腊人对数学确实也曾作出过光辉的贡献，对世界数学思想产生过巨大的影响。希腊人认为数和形是思维的抽象，同实际事物和实际形象是没有联系的。他们并把数学思想当作进入哲学的阶梯。他们试图把数学和哲学与宗教相联合，相信数学的永恒性，希望通过对永恒的东西的沉思来净化灵魂，并建立一套理想化形式的理论。这种认识，形成了数学是宇宙结构的基础的观念，这种观念占统治地位长达一千余年，使希腊数学产生了严重的缺点，阻碍了数学的发展。希腊数学的主要缺点是：希腊人把结构严密的数学局限于几何，把几何又局限于那些能用圆规和直尺作出图形。他们认为几何方法是数学证明的唯一方法，几何公理是天赋的真理。因此不能掌握无理数的概念，在无理数面前束手无策。他们相信数学不是人创造的，而是先于人而存在的。他

* 参看《反杜林论》第一编《分类。先验主义》。

们对无穷的空间望而生畏。

古印度人对数学的贡献之大也是无可否认的，但是，他们给数学披上了神秘的外衣，提倡“菩萨算法”，使事物超出形状和数量的范围，使数学概念显得隐晦而不可测，对数学的发展同样起到了阻碍作用。

我国最古老的哲学思想源于《易经》。《易》的卦爻变化常与数学有着密切关系，故我国古代数学家对《易》多有所钻研。刘师培（1884—1920年）说：“《易经》为数学所从生。上古之时，数学未明，即以卦爻代数学之用。如卦有阳爻阴爻，阳爻为奇，阴爻为偶；《易》爻之分阴阳，犹代数之分正数负数也。”因此，我国古代数学思想，与希腊截然不同，与印度也有所不同。我国数学一开始便注重实际，注重数和形的结合，从实践中逐步发展完善起来。数和形的概念是从客观世界中发展得来的。因此，世界上数学发展史最长的国家要算中国。三上义夫《中国算学的特色》一书中认为：一个国家有如此长久（四千多年）的数学史，这是世界其它各国所不能比拟的。希腊数学史不过一千年左右，阿拉伯仅限于公元八世纪至十三世纪。西方文明古国大多早已灭亡，而中国文明六千年来一直存在着，直到现今还在发展。

为了说明中国在数学上的贡献，我们首先把中国从上古到现在的数学发展情况，分成五个历史时期（这种分法不是固定不变的）加以概括地叙述、介绍，使读者有一个比较清楚的轮廓和概念，然后再采用分类办法来重点地加以叙述。最后一章，总结归纳我国在数学上的贡献。我国数学思想和方法传播到其它国家，对世界产生了重大影响，这些影响对中外科学文化交流，曾起过极其重要的促进作用。

§ 1-2 上古到汉初

(公元前 2700—前 100 年)

中国是世界文明古国之一。中华民族的文化在黄河流域一带发展得较早。根据考古学家的考证，十万年前河套人已在骨器上刻有菱形等几何图纹。他们证明《尧典》确是公元前 2357 年，即帝尧即位初年的天象记载。说明中国在四千四百年前已有了确切的文字记载。恩格斯说：“数学是从人们的实际需要上产生的。”* 在这块美丽富饶的土地上，随着生产的发展，为了测量田地面积，计算仓库容量，进行物资交易，推算历法以及满足人民日常生活需要等，各方面都需要数学理论和计算方法。因此，我国数学的发展，在远古时期就开始萌芽。最早的数学家也许就是那些制订历法的历算家。

外国有些学者（例如列顿，Legden, 1875 年）认为中国人在公元前一万七千年前已具有天文知识，已知道计算时间了。这是多么悠远的事！我们认为，我国数学文化至少是从黄帝时代（约公元前 2700 年）开始的。我国传说中有黄帝使“隶首作算数之说”。黄帝时代正是石器时代的晚期。相传大挠发明甲子，垂创造规矩。大挠是黄帝的老师，垂也可能是黄帝时代人。战国时期尸佼（约前 390—前 330 年）在他著的《尸子》一书中说：“古者，垂为规、矩、准、绳。”考古学家们发现这个时期的陶器，都有各种几何图形。后来发掘出来的殷代车轴上，就有五边形、九边形的装饰。

在河南安阳发掘出来殷墟甲骨文（公元前 1400 年以前）及周代金文证明：我国的十进位法和位值制，发现很早。对世界数

* 参看《反杜林论》第一编《哲学》。

学来说，这是一个最古老、最伟大的贡献。在殷代已确定十进位制，并且已经采用“十进位值制”的先进记数法，当时已有一、二、三、四、五、六、七、八、九、十以及十进百、千、万的数字记录。

我国十进位制在殷代已正式确定和采用，它的存在和应用，我们认为还远在殷代以前。关于位值制的发现，可以说是数学上的一个飞跃。我国至迟在春秋战国时代就已经能熟练地运用十进位值制算筹记数法，和现在通用的十进位值制笔算记数法是一样的。

古代埃及人已采用了十进位制的数学符号，可是他们缺乏位值制的概念，不知道重复用最初的 9 个数字加上位值成分来构成更高的位数。他们对所有的数字，都是按顺序重复写出每位数的基本符号。现在，以 375 这个数字为例，对比一下古代中国和埃及的写法。

殷代写法  (这是以后三千多年始终不变的形式)

古埃及写法 

(绳索  表一百，弓形  表一十，一竖  表一个)

从表中看出，我国古代的记数法比古埃及优越先进得多，因为它不但是十进位，而且按位值分别表示不同的单位。

远在殷代以前，为了计算农事上的时节、日期，就发明创造了六十甲子表。据传我国用干支纪年的开始可追溯到黄帝轩辕氏时代，第一个甲子年应该是在公元前 2697 年，至今已有四千六百八十多年的历史了。现在已是第七十八次癸亥年。天干用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸十个字表示；地支用子、

丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥十二个字表示。十天干、十二地支配合成六十个序数，叫做六十甲子，可以用作年月日的记号，一直沿用到今天，具有强大的生命力，真不简单！

我们祖先最早使用的数学工具是规和矩。荀子说：“圆者中规，方者中矩。”说明规就是圆规，用来画圆；矩就是丁字尺或直角三角板，用来画方。规和矩起源于何时？尚有待研究。相传为伏羲氏所制造，也有说是垂所制造的。在山东嘉祥县武梁祠的石碑上，刻有汉代一幅蛇身人面画像：伏羲氏手执矩，女娲氏手执规（图1）。传说女娲氏是伏羲氏的同母所生妹妹。根据《史记》记载：女娲氏炼五色石块以补天。她还能治洪水，杀恶龙，立四极。这个美丽而迷人的神话故事，说明女娲氏的贡献堪与伏羲氏媲美，也说明她是多么关心天文数理！她可算得是我国传说中最早的女数学家。

司马迁在《史记·禹本纪》里，有禹治水“左准绳”、“右



图1 伏羲执矩女娲执规图

规矩”的记载。“准”是测水的工具，“绳”是测垂直的工具。可见早在四千多年前，夏禹已经认识到洪水的特点，掌握勾股术的原

理，用来控制和确定水位的高低差，成功地疏通河道。三国时期（第三世纪初）数学家赵爽在为《周髀算经》作注时指出：“禹治洪水，决流江河。望山川之形，定高下之势，除滔天之灾，释昏垫之厄，使东注于海，而无浸逆（溺）。乃勾股之所由生也。”因此，我们可以说，禹是世界上有史以来第一个与勾股定理有关的人。

规和矩都是木工最重要的工具。它的发现，去掉神话传说色彩，也可以说是我国古代劳动人民的卓越创造和贡献。矩是怎样制造的？关键在于直角。能作成直角，整个制造问题便迎刃而解了。聪明的我国古代人民，他们很早就发现这个真理：把绳索折叠为十二等段，围成一个三角形，使边长分别为 3、4、5，那么长边 5 对的角便是直角。由于规和矩的发明，无论在数学理论上和应用上都起到极其重大的作用，用途非常广泛，这是何等有价值的贡献！古希腊几何学使用的作图工具是圆规和直尺，同我国的规和矩差不多。但是，我国规和矩的发现时间比希腊早多了，并且规和矩开始便把几何图形和代数结合起来。

早在商代和西周时代，我国已掌握自然数的四则运算，已会应用倍数。至迟在春秋末年前，我国已创造一种简便的计算工具——算筹。

先秦时代，我国文化、生产都十分发达，数学也是随着实际的需要而发展起来了。此时，我国已有了分数概念，整数四则运算和九九表。公元前四世纪，曾经当过工匠的墨翟（公元前 480—前 420 年）* 在《墨经》一书中已有点、线、面、方、圆等几何概念。《周髀（音闭，bì）算经》和《九章算术》（公元前一世纪前后），这两部最古朴、最伟大的数学著作，能够流传到现

* 参看《中国古代科技名人传》，1981年中国青年出版社出版。

在，本身就是一项了不起的贡献。我国古代的数学书籍是很多的，但由于时代久远，可惜多半都已散失，流传到现在的仅存算经十书。它们是：《周髀算经》，《九章算术》，《孙子算经》，《数术记遗》，《五曹算经》，《夏侯阳算经》，《张邱建算经》，《五经算术》，《缉古算经》、《海岛算经》。

这些书籍出现年代和作者大多很难考证。北宋时期我国已经出现世界上最早的印刷本数学著作。其中认为属于上古期而且影响最大的要算《周髀算经》和《九章算术》。一般人认为这两部书是这一时期的主要著作，成书时间我们这里不去考证。宋代鲍澣之（十三世纪初）根据传统的估计，宣扬“《周髀》是公元前1100年的一部完美的数学记录”。《周髀》中许多内容是很古的，比《九章》还要古得多，所以，中国数学史家李俨等人认为它的成书可以追溯到公元前四世纪以前。但也有学者认为它成书于西汉末，东汉初期。

《周髀》的内容，主要有：

1.在算术方面记录有分数的乘除法，公分母的求法以及分数的应用。这证明我国的分数四则运算，那时已相当成熟，并已普遍应用。它的计算方法，后代历算家曾广泛加以应用。

公元500年以后，印度数学才在世界数学史上占有地位，八世纪以后，才开始有数学专著。

印度人在沙盘上，利用位值制数码做数字计算工作。他们的四则运算方法一般都和中国相同。

2.《周髀》在历法上用“四分历”法，和秦汉时期的“颛顼历”（公元前246年）相同。如

$$1 \text{ 年} = 365\frac{1}{4} \text{ 日,}$$

$$\text{十九年七闰} = 235 \text{ 月,}$$