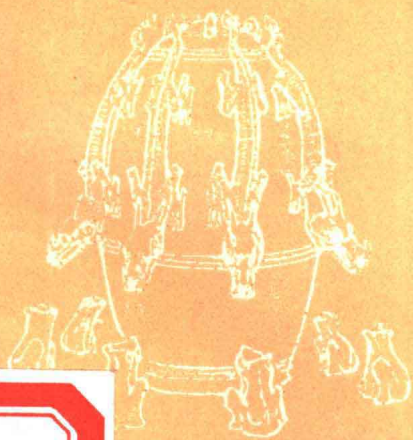


中國古代科技集錦

董福长 编



092
690

科学技术出版社

中国古代科技集锦

董福长 编

黑龙江科学技术出版社

1987年·哈尔滨

责 任 编 辑：刘 秉 谦

封 面 设 计：洪 冰

中国 古代 科技 集锦

董 福 长 编

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

双鸭山市印刷厂印刷 · 黑龙江省新华书店发行

787×1092毫米32本3.75印张 78 千字

1987年8月第1版 · 1987年8月第1次印刷

印数 1—860册

书 号：13217·176 定 价：0.85元

前 言

我国古代科学技术曾长期在许多方面处于世界领先地位。为了便于读者了解中国古代科学技术成就，编者参阅了大量资料，编写了这本《中国古代科技集锦》。

本书力图用简短的文字，把我国古代科学技术的主要成就汇集起来。采取先按学科分类，再按年代排列的编写方法，以便于读者了解各门科学技术的发展情况；有的采用了中外科技成果对照的方法，以突出其重要意义。

书稿曾蒙中国科学院自然科学史研究所李家明同志审阅、修改，特致谢意。

由于水平所限，书中错误之处难免，欢迎读者批评指正。

编 者

于哈尔滨科技大学

目 录

一、数学	(1)
二、物理学	(9)
三、化学	(17)
四、天学	(21)
五、地学	(32)
(一) 地学一般	(32)
(二) 气象学	(37)
六、生物学	(40)
七、能源	(45)
八、陶瓷	(48)
九、冶金	(52)
(一) 有色金属	(52)
(二) 钢铁	(55)
十、机械	(60)
十一、兵器	(65)
十二、建筑	(69)
十三、水利	(73)
十四、纺织	(77)
十五、造纸	(84)
十六、印制	(86)

十七、农学.....	(90)
十八、医学.....	(96)
十九、其他工艺.....	(103)
(一) 酒和曲.....	(103)
(二) 文化领域中的科技.....	(109)
(三) 涂料、染料.....	(110)

一、数 学

公元前21世纪 据司马迁《史记·夏本纪》记载：“夏禹……陆行乘车，水行乘船，泥行乘橇，左准绳，右规矩。”说明规矩、准绳作为测量工具已广泛使用。

公元前15～前11世纪 据甲骨文记载，殷代人已用十进位值制记数法。当时殷人用百位数字、十位数字、单位数记数。马克思曾把十进位值制称为“最妙的发明之一”。

公元前11～前8世纪 西周时期的八卦最先采用了二进制记数法。二进制是电子计算机的生命。《周易·系辞》：“易有太极，是生两仪，两仪生四象，四象生八卦”。这段话已含有等比数列。《周易》还是世界公认的第一本讨论排列的书。

公元前11世纪 西周已有关于勾股定理的应用。据《周髀算经》记载：商高和周公讨论了勾股测量方法。勾三股四弦五这个特例的出现可能更早。商高利用相似关系的测量，比西方第一个用同类方法测量金字塔的塔利斯早五个世纪（商高的环矩以为圆，就说明对直角的圆周角是直径，这个定理的西方发现者是塔利斯）。

公元前7世纪 《管子·地员》中有九九口诀的记载。管子时的乐律已采用分数算法。

公元前7～前6世纪 《周髀算经》记载的荣方、陈子问答

中“勾股各自乘，并而开方除之”，是普遍勾股定理在我国的最早记载。陈子测日术（重差术）即16世纪西方流行的鼓面测量法。陈子的方法求出具体的数字是东西二万八千里，南北二万六千里。比阿利斯塔卡测得日地距离与月地距离的比（大于19:3，小于43:6）早三、四个世纪。

公元前5世纪 春秋末期的《孙子兵法》中有分数应用的记载。

公元前5~前3世纪 《考工记·车人》中有多种角度的名称。

公元前5~前4世纪 《墨经·经下》和《经说下》也有十进值制的记载，并阐述了一和五及一和二的辨证关系。

《经下》说：“一少于二而多于五。说在建位。”《经说下》说：“一，五有一焉，一有五焉，十，二焉。”

“建位”就是定位，一个数字的大小由它的位置决定。把五和一都置于个位，五大于一，这是很容易了解的。若把五置于个位，一置于十位，一就大于五。“一少于二”是说把二和一置于同一位置，如一置于十位，二置于个位，一就不是少于二而是多于二了。一放在十位，五放在个位，十位的一中有二个五。一和五都放在个位，五中有五个一。《墨经》中的几何比欧几里得早一千多年。

公元前4世纪 据《庄子·天下》篇记载：战国时名家惠施提出了朴素的极限观念和物质无限可分的思想：“一尺之棰，日取其半，万世不竭。”

公元前3世纪 我国有六种历法，在计算一年的日数时即涉及分数除法，说明当时分数运算已相当熟练。

公元前3~前1世纪 《九章算术》是世界上系统地叙述分数的最早著作，比欧洲大约早1400年。继中国之后，于1247年中亚细亚的阿尔·卡西才能系统地应用十进分数。欧洲直到16世纪末叶才完全掌握了小数（即十进分数）的性质和运算方法。《九章》叙述了负数概念和正负加减运算法则（欧洲16—17世纪才有正负数概念）。该书并论及一般一元二次方程数值解法和联立一次方程问题（其中二元8题，三元6题，四元、五元各2题）。欧洲到16世纪开始出现联立一次方程解法。《九章》中的“五家共井”就是不定方程。《九章》中的“盈不足术”，实际上就是现在的线性插值法。这在阿拉伯和欧洲早期的数学著作中，就被称为“中国算法”。

《九章》记载的算筹排列是最古老的行列式和矩阵，和国矩阵的出现比欧洲早二千多年。西汉时已经知道百分数比欧洲早1683年。

公元前1世纪 汉代数学家运用最大公约数和最小公倍数的技巧非常先进。欧洲到十五、六世纪才应用它们。

公元前1世纪 《大戴礼》记载的河图洛书纵横图被认为是现代组合数学的最古老的发现。

公元2世纪 张衡在体积公式中已采用 $\pi = \sqrt{10} \approx 3.1622$ 。这是世界上最早的记录。欧洲直到十九世纪末，才把体积理论作为一个难题明确地提出来。1900年希尔伯特在国际数学会上所作的著名讲演中，把体积理论列为23个

问题之一。

公元前2世纪《淮南子》一书已运用了四舍五入的近似算法。

公元178~183年 刘洪造《乾象历》，应用了负数和一次内插法。历法中应用内插法，我国比欧洲早一千多年。

公元190年 徐岳著《数术记遗》，记载了珠算。

公元263年 刘徽在《九章算术注》中提出长方体体积原理：斜解一长方体，所得阳马与鳖臑的比恒是2:1，人们称为刘徽原理。刘徽还创立了割圆术，得出圆周率

$$\pi = \frac{3927}{1250}, \text{ 即 } 3.1416. \text{ 刘徽的割圆术还体现了极限概念。}$$

刘徽在开方开不尽时用十进分数（小数）表示。

公元3世纪 《孙子算经》中的“物不知数”题是后来驰名世界的“大衍求一术”的起源。

公元3世纪 赵君卿《周髀算经注》中提出了普遍的勾股定理的证明（按弦图，又可以勾股相乘为朱实二，倍之为朱实四，以勾股之差自相乘为中黄实。加差实，亦成弦实），至少比印度波什迦罗早900年。

赵君卿已用到了相当于现今所用的二次方程求根公式：

$$x = 2C \pm \sqrt{(2C)^2 + 4q^2}. \text{ 过去一般人认为这个公式是印度婆罗门笈多于628年创造的。}$$

公元5世纪 《张丘建算经》中的“百鸡问题”（不定方程）是有世界意义的问题。

公元5~6世纪 对《数术记遗》关于珠算的记载，甄鸾在注中说：“刻板为三分，其上下二分，中间一分，以

定算位。位各五珠，上一珠与下四珠各别。其上别色之珠当五，其下四珠，珠各当一。”

公元462年 据《隋书·律历志》记载，祖冲之圆周率的不足近似值3.1415926和过剩近似值3.1415927，准确到小数点后七位，这在当时世界上非常先进。直到15世纪阿拉伯人阿尔·卡西和16世纪法国维叶特才打破了祖冲之的记录。祖冲之发现的密率 $\pi = \frac{355}{113}$ ，是分子分母都在1000以内的分数形式的圆周率最佳近似值。1583年荷兰工程师安托尼兹发现 $\pi = \frac{355}{113}$ ，称为安托尼兹率。

德国人奥托于1573年得到这个近似分数值，比祖冲之迟了1100多年。为了纪念祖冲之的杰出贡献，把 $\pi = \frac{355}{113}$ 称为“祖率”。祖冲之还和他的儿子祖冲之得出了椭球体体积公式，并提出幂势既同则积不容异的原理，被称为祖暅原理。这比意大利卡瓦列里提出的公理早1100多年。

公元600年 刘焯在《皇极历》中创立了推算日月，五星行度的等间距二次内插公式。

公元626年左右 王孝通在《缉古算经》中解决了土方工程中的三次方程求根问题，特别是用几何方法列三次方程是具有世界意义的成就。

公元727年 僧一行（张遂）草成《大衍历法》。他在求太阳经行度数时，在刘焯二次内插公式的理论基础上，

创造了自变量不等间距二次内插公式。

公元1050年左右 贾宪在《黄帝九章算法细草》中首先提出“开方作法本源图”。这是一个指数是正整数的二项式定理系数表。欧洲人一般把它称为“巴斯噶三角”。其实巴斯噶得出这个表是在贾宪之后六百多年的1654年。在巴斯噶之前德国人阿皮纳斯于1527年提到这个表，也比贾宪晚了四百年左右。人们为了纪念贾宪的杰出贡献，把“开方作法本源图”称为“贾宪三角”。贾宪还创造了任意高次幂的“增乘开方法”，公元1819年英国人霍纳才得出同样的方法。

公元1088~1095年 北宋沈括提出隙积术，创造了高阶等差级数求和的正确公式。他还提出会圆术，在我国古代数学史上得出第一个求弧长的近似公式。他还运用运筹思想分析和研究了后勤供粮与运兵进退的关系等问题（《梦溪笔谈》）。

公元12世纪刘益著《议古根源》，提出系数不拘正负的一般方程式的解法。

公元1247年 秦九韶《数书九章》。创造了用互乘法解联立一次方程的方法。这和今天人们普遍应用的方法是完全一致的。高次方程的数值解法（“正负开方术”）是《数书九章》中所记载的最主要的成就。秦九韶在理论上说明了“物不知数”问题，并定名为“大衍求一术”。秦九韶创造了一整套求乘率的方法，这是“大衍求一术”的精髓。欧拉在1743年对一般一次同余式进行了详细研究，取得了和秦九韶大衍求一术相同的定理。1801

年德国数学家高斯著《算术探究》出版，明确地算出了一次同余式。英国基督教士伟烈亚力于1852年将《孙子算经》中“物不知数”问题的解法传到欧洲。1874年马蒂生指出《孙子算经》的解法与高斯符合，从而在西文的数学史中将这一定理称为“中国剩余定理”。1973年美国出版《十三世纪的中国数学》，作者比利时人力勃雷希写道：“秦九韶在不定分析方面的著作时代颇早。考虑到这一点，我们就看到萨顿称秦九韶为‘他那个民族，他那个时代，并且确实也是所有时代伟大的数学家之一’是毫不夸张的。”

公元1248年 李冶著《测圆海镜》，对天元术进行了系统叙述。天元术是一种普遍的列方程的方法。它用一个“元”字代表未知数。1591年左右德国韦达在《美妙的代数》一书中记载了用字母表示数字系数的一般符号，推动了代数问题的一般讨论。

公元1261年 杨辉在《详解九章算法》中用“垛积术”求出几类高阶等差级数之和。

公元1274年 杨辉在《乘除通变本末》中叙述了“九归捷法”。

公元1276~1282年 郭守敬的《授时历》运用高阶等差级数求和方面的知识来解决天文计算中的高次招差问题，取得了辉煌的成就。《授时历》应用的招差术比欧洲早近四百年。

公元1279年 赵友钦著《革象新书》，把圆内接正多边形增加到16384边，证实了祖冲之圆周率数值是十分精密

的。以后便被遗忘，直到《赤水遗珍》重被发现为止。

公元1303年 朱世杰著《四元玉鉴》，在中国数学史上第一次正确地列出了高次招差公式。在欧洲，1670年格列高里得出这个公式，1676~1678年在牛顿的著作中出现了招差术的普遍公式。

《四元玉鉴》中记载有四元术（四元高次联立方程）的消元解法。1775年法国别朱在欧洲最先系统地叙述了高次方程组消元问题。

《四元玉鉴》记载的高次方程数值解法最高为十次方程。17世纪意大利菲尔洛才提出三次方程解法。

公元1550年 卡坦记载了中国的“九连环”（拓扑学，它可能是从中国的算盘演变出的）。后来华立斯为它提供了详细的数学说明。格罗斯在19世纪应用二进制记数法给它以最优美的数学解答。20世纪初，这种玩具在中国普遍称为“连环圈”。中国人还称为“七巧图”，欧洲人称为“唐人图”。这与几何部分，静态对策、变位镶嵌等有关，也与多少世纪以来中国建筑师用在窗格子上的几何图案有关。

公元1774年 明安图的《割圆密率捷法》由其门人陈际新定稿成书，其第一卷叙述了九个幂级数的内容。前面三个是由杜德美传来中国的，后面六个是明安图创立的。明安图将三角函数与反三角函数展开为幂级数，他以线段的连比例关系为根据，计算了展开式的各项系数。这为三角函数展开式的研究开辟了一条新路。

二、物理学

公元前4000年 西安半坡仰韶村文化遗址出土了许多汲水陶罐。这种陶罐两侧系绳，空时倾斜，将满时直立，水盛满时自动倾覆。这表明当时在实践中对于物体的重心与平衡已有初步的认识。

公元前14~前11世纪 商代时，我国人民已能制造石磬和铜铙等乐器。经过对河南安阳大司空村出土的商代后期铜铙的研究，推测当时已具有十二音律中的九律，并已有了五度谐和音的观念。安阳小屯村殷代墓葬中出土的四面铜铙，为目前所见最早的铜铙（1976年发现）。

公元前5~前4世纪 《墨经》记述了墨子和他的弟子对小孔成像的解释：“光之照人若射，下者之人也高，高者之人也下。”光穿过小孔和射箭一样，是直线前进的，人的头部遮住了上面的光，成影在下边；人的足部遮住了下面的光，成影在上边。就形成了倒立的影。《墨经》对光直线传播作了第一次科学解释。

关于平面镜成像，《墨经》指出：“临鉴而立，景倒。正鉴，景寡。……鉴景，当俱就；去亦当俱，俱用。”即站在平面镜之上，其像是倒立着的，平面镜成像只有一种，当人走向镜面，像随之，离开镜子，像亦随之。关于凹面镜，墨子和他的学生也进行了深入的研究，发

现物体放在球心之内，得到的是正立的像，距离球心近的像大，距离球心远的像小。物体在球心之外，得倒立像，距球心近的像大，远的像小。物体在球心处，像和物重合。（“景，一小而易，一大而正；说在中之外、内。”“中之内，鉴者远中，则所鉴大，景亦大；近中，则所鉴小，景亦小，而必正。”“中之外，鉴者近中，则所鉴大，景亦大；远中，则所鉴小，景亦小，而必易。”）影“易”就是倒像。墨家已经明确地区分了焦点和球心，把焦点称为中燧。墨家对凸面镜也进行了研究，认识到物体不管在凸面镜什么地方，都只有一个正立的像。（“鉴团景一”、“鉴团就是凸面镜。”）像在镜面的另一侧，就是虚像，并且比原物体小，只是距中心近的像显得大，距中心远的像显得小（“鉴者近，则所鉴大，景亦大；其远，则所鉴小，景亦小。”）《墨经》以球心来区分物体和像的关系，没有说明凹面镜中心到焦点间成像的情况，这是它的不足之处。《墨经》还记述了杠杆平衡的现象，即“长、重者下，短、轻者上”。《墨经》还记载了浮力原理，即“刑（形）之大，其沉浅也，说在具（衡）”。《墨经》还记载有应用共鸣现象作为侦察敌人的手段。大致情形是这样，在城墙根下每隔几尺挖一深坑，坑里埋置一个容量七、八十升的陶瓮，瓮口蒙上皮革。这就实际上做成了一个地下共鸣箱。让听觉敏锐的人伏在瓮上听，遇有敌人挖地道攻城的响声，就可以发觉，并且根据陶瓮的响声确定来敌的方向和位置。

公元前4~前3世纪 《庄子·杂篇·徐无鬼》讲到了调瑟的时候发生共振现象。《庄子》对基音和泛音的共振现象的发现在声学史上比西方早得多。

公元前4~前3世纪 《考工记》记载了惯性现象，并叙述了箭杆、镞头和后羽要有一定比例，才能使箭在疾风中保持一定的弹道前进。

公元前3世纪 《尚书·虞书·尧典》记载了古老的物理实验室—窳室（古代观察节气之室）。

公元前3世纪 据《史记·五帝本纪》记载，西汉初期有关于利用两个斗笠从高处跳下的原始降落伞的传说。

公元前3~前1世纪 西汉时已有透光镜。七世纪隋末唐初王度的《古镜记》有关于透光镜的记载：承日照之，则背上文画，墨入影内，纤毫无失。”元代吾丘衍曾解释过透光镜的原理。北宋沈括为了搞清透光镜的制法，曾做过仔细的观察和审慎的推理。近代日本人仍铸造透光镜（当由中国传去）。欧洲人也依日本制法试制获得成功。1974年上海各科研单位协作模拟试验透光镜，1975年试制成功。复旦大学光学系采用淬火的热处理法。交通大学铸工教研组采用研磨抛光法。两种方法都能使镜面出现透光效应。西汉透光镜的问世，充分说明了我国古代高超的制镜技术和对光的反射特性的深刻认识。夏鼐在1977年，对透光镜的产生有如下分析：

“按透光镜的产生，最初当是在制造或使用过程中偶然发现的。铜镜铸成后，需要抛光，使用过程中也需要时常加以研磨。如果镜体很薄而周围又有阔厚的边，则研