

主编：刘以林

中华学生百科全书

素质教育
必备的参考



ZHONG

HUA XUE SHENG

BAI KE QUAN SHU

中国古代科技集成



92
LL6

中华学生百科全书

中国古代科技集成

总 主 编 刘 以 林
本 册 主 编 李 立 群

北京燕山出版社，

京新登字 209 号

中华学生百科全书

刘以林 主编

北京燕山出版社出版发行

北京市东城区府学胡同 36 号 100007

新华书店经销

北京顺义康华印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 250 印张 5408 千字

1996 年 12 月第 1 版 1996 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN7-5402-0491-5

印数:6000 册

定价:320.00 元(全 100 册)

《中华学生百科全书》编委会

主编 刘以林 北京组稿中心总稿辑

编委	张平	解放军总医院医学博士
	冯晓林	北京师范大学教育史学博士
	毕诚	中央教育科学研究所生物化学博士
	于浩	北京师范大学物理化学博士
	陶东风	北京师范大学文学博士
	胡世凯	哈佛大学法学院博士后
	杨易	北京大学数学博士
	袁曙宏	北京大学法学博士
	祁述裕	北京大学文学博士
	章启群	北京大学哲学博士
	张同道	北京师范大学艺术美学博士
	赵力	中央美术学院美术博士
	周泽旺	中国科学院生物化学博士

目 录

古老的二进制与今天的电脑.....	(1)
祖冲之的世界纪录.....	(3)
计算机的祖先——算筹和算盘.....	(5)
化学先驱——炼丹术.....	(6)
火药与火器.....	(8)
造纸和蔡伦.....	(9)
指南车.....	(11)
京杭大运河.....	(12)
我国的第一口水井.....	(18)
都江堰.....	(18)
最早的轮船.....	(18)
最早的海陆变迁理论.....	(19)
地震预测.....	(20)
煤的开采.....	(22)
黑色金子——石油.....	(24)
先进的青铜冶铸技术——司母戊大方鼎.....	(25)
卓越的冶铁技术——沧州铁狮.....	(28)
古代最先进的制钢技术——灌钢.....	(29)
世界钟王——永乐大钟.....	(33)
植物纤维的最早利用——葛布.....	(35)
谁发明了养蚕缫丝.....	(37)

首创的动植物分类图示法	(41)
17 世纪的工艺百科全书	(43)
李诫与《营造法式》	(46)
豪华的故宫	(48)
世界茶叶第一书——《茶经》	(50)
8 根柱子的圆顶凉亭——盖天说	(58)
浑圆的大鸡蛋——浑天说	(59)
天会塌吗——宣夜说	(61)
别具一格的计时器——日晷·漏壶·孟漏	(62)
第一部系统的法医学专著——《洗冤集录》	(66)

古老的二进制与今天的电脑

“ $1+1=10$ ”。看了这个算式，同学们或许会大吃一惊：这作者准是糊涂了，“ $1+1=2$ ”是天经地义的，怎么会“ $1+1=10$ ”呢？这问题的确让人疑惑。不过，你要是了解二进制的话，那这问题就不成为问题了。

在人类采用的记数法中，不仅有十进制，还有八进制，十二进制，十六进制等等。其中，最低的进位制是二进制。

在二进制中，只有0和1两个基本符号，0仍代表“零”，1仍代表“一”，但“二”却没有对应的符号，只得向左邻位进一，用两个基本符号来表示，即“满二就应进位”。这样，在二进制中，“二”应写作“10”，“三”应写作“11”，其他以此类推。

不同进位制的数是相互联系的，也是可以互相转化的。下面是十进制数和二进制数的关系对照表，请同学们比较一下，看看你能从中悟到点什么：

自然数	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	……
十进制	2	3	4	5	6	7	8	9	10	……	
二进制	10	11	100	101	111	1000	1001	1010		……	

看了这个表，你便会明白，为什么“ $1+1=10$ ”了。你也许发现，在二进制中，用0和1两个数码就能表示出所有的自然数。这就是二进制的优点。正因为如此，被誉为“人类文明最辉煌的成就之一”的电子计算机，便采用了这二进制的数字线路。很显然，机器识别数字的能力低，10个数字要用

10种表达方式实在复杂，而对付两个数字，就简单容易得多了。

那么，这作用非凡的二进制是谁最先发明的呢？西方数学史家认为，它是17世纪德国著名数学家莱布尼兹的首创。公正地讲，莱布尼兹是一位卓越的天才数学家，1671年，当他还只有25岁时，便发明了世界上第一台能进行加、减、乘、除运算的计算机；1684年，他又与牛顿几乎同时各自独立地完成了微积分的研究。应该承认，莱布尼兹是欧洲最早发现二进制的数学家；但就世界范围来看，二进制的发明权在中国，这便是那神秘的八卦。

八卦，是我国古代的一套有象征意义的符号，古人用它来模拟天地万物的生成。其符号结构的素材只有两种，即阳爻“——”和阴爻“——”。这两种素材互相搭配，以三个为一组，便产生出八种符号结构：☰、☷、☱、☲、☴、☵、☶、☳。这八种符号结构就叫作八卦。它们的具体名称是乾(☰)、坤(☷)、震(☳)、艮(☶)、离(☲)、坎(☵)、兑(☱)、巽(☴)。

我们可以看出，每个卦形都是上、中、下三部分，这三部分称为“三爻”。上面的叫“上爻”，中间的叫“中爻”，下面的叫“初爻”。如果我们用阳爻“——”表示数码“1”，用阴爻“——”表示数码“0”，并且由下而上，把初爻看作是第一位上的数字，中爻看作是第二位上的数字，上爻看作是第三位上的数字，那么，我们便会发现，八卦的八个符号，恰好与二进制吻合。

卦名	坤	震	坎	兑	艮	离	巽	乾
符号								
二进制	000	001	010	011	100	101	110	111
十进制	0	1	2	3	4	5	6	7

因而，我们有足够的根据说，八卦是世界上最古老的二进制。其实，这一点连莱布尼兹本人也不否认。他曾和清朝的康熙皇帝通过信，就 64 卦问题交换过看法。莱布尼兹认为，64 卦的排列，就是把 64 个数字用二进制写出来。由此可见，莱布尼兹的二进制是从中国的八卦得到的启发。尽管他的研究更完备、更系统，但从创造的时间来看，莱布尼兹却落后于中国几千年。

八卦最早记载在《周易》一书中。据说，它最先由圣人伏羲所画，后经周文王、周公、孔子的探究推演，发展成了完备的体系。

如果从传说中的伏羲画八卦算起，八卦的产生将有 5000 年之久，几乎与我们中华民族的历史同步。即使不这样算，以《周易》所记载八卦为源头，八卦在我国的生产也有近 3000 年的历史。这是任何国家任何个人所无法比拟的。这样看来，谁能说八卦中的“二进制”不是古代数学的“世界冠军”呢？

祖冲之的世界纪录

圆周率是求圆周长、圆面积、球体积时经常用到的，在生产实践中用途非常广泛。因而，有关它的计算，一直是古

今中外数学家们关注的课题。在国外，古希腊的阿基米德计算过圆周率，曾求得圆周率的两位小数的精确值；在我国，也有人很早便研究圆周率。成书于西汉初年的《周髀算经》，就有“周三径一”的说法，认为圆周率是3。到了西汉末年，数学家刘歆又得出3.1547的圆周率值；而时至东汉，张衡则用 $\sqrt{10}=3.1622$ 和 $\frac{92}{29}$ 这两个数值作为圆周率。

三国时的数学家刘徽用割圆术的方法，求出圆周率的值是3.14，取得了我国古代关于圆周率研究的一个重大成果。

公元429年，祖冲之诞生在范阳郡道县（今河北省涿源县）的一个士大夫家庭。他的祖父、父亲都很喜欢数学。受家庭环境的影响，祖冲之从儿时起，就对数学着迷。每当父辈们用“算筹”来计算时，他就瞪着好奇的大眼睛，默默地瞅着那些“算筹”。渐渐地，他也能得心应手地摆弄这些用来计算的小竹棍了。随着年龄的增长，祖冲之已不满足于那些简单的运算，他开始研究前人的成果，希望在此基础上有更大的突破。

一天，祖冲之得到了一本刘徽作注的《九章算术》。他如获至宝。上朝归来，便躲在书斋里潜心阅读。

随后不久，祖冲之便开始了他的计算工作。当时，没有计算机等先进的计算工具，所有的只是一些作为算筹的小竹棍。祖冲之便利用这原始的计算工具，每天在公务之余不停地计算着。从12边形、24边形、48边形、96边形、192边形、768边形、1536边形、到12288边形，反复地运算。一根根小竹棍被摸得通红发亮，一双手被磨出了厚厚的老茧。经过多年不懈的努力，终于得出了比较精确的结论。

3.1415926(π)3.1415927

这个数值在当时的世界上是最精确的，直到一千年之后，才有人打破这个纪录。

计算机的祖先——算筹和算盘

一次，一个中国代表团访问前西德某学校，主人请客人们参观完现代化的电子计算机之后，又指着一幅挂图说：“这是世界上第一个计算器。”代表团成员一看，原来竟是中国的算盘。

英国皇家学会会员、著名化学家李约瑟博士曾致力于《中国科学技术史》的研究，待他全面地考察了中国古代的发明创造之后，以赞美的口气说：现在流行于世的算盘，是中国人发明的，它可以跟中国的四大发明相提并论，完全可以称为中国的第五大发明。

那么，这中国的第五大发明，也就是咱们中国人的绝活——算盘，是怎样发明的？又是什么时候发明的呢？

算盘是由“算筹”脱胎而来。早在西周初年，为了计算，咱们中国人创造了一种简陋的计算工具——算筹。这算筹就是用竹片等制成的小圆棍。计算时，把它们或纵或横摆放在平坦的物体上，原理跟算盘相似。

所以，人们说，算筹是算盘的前身。那算盘是什么时候诞生的呢？这好像还没有谁能说出具体的时间。不过，在一千多年前后汉人徐岳的《数术记遗》中，已有“珠算”一词。

算盘问世最早最确凿的“视觉证据”，是在北宋著名画家张择端所画的《清明上河图》中。据有关珠算专家考证，该

图左端所画赵太丞药店的柜台上放着一样东西，就是一架算盘。据此可知，早在宋朝，算盘就已在社会中普遍使用。

元代以后，算盘更风靡于世。上至皇家显宦、豪商巨贾，下至平民百姓、市井小贩，无不家藏户有。

时至明代，算盘完全取代了算筹。随着算盘的普及应用，一些指导珠算的书籍也应远而生。如徐心鲁的《盘珠算法》(1573)，柯尚迁的《数学通轨》(1578)，等。尤其值得一提的是，程大位撰写的《直指算法统宗》(1592)一书，书内详细记载了珠算的口诀、技巧，被人们称为“商人的《四书五经》”。这本书后来还流传到了日本，成了日本珠算的必备教科书。

明代初年，中国的算盘流传到日本。现在，日本的山甲市还保留着一把古老的算盘。这把算盘的盖板反面有“文元子年”的标记。“文元子年”就是中国明英宗正统九年。俄国的算盘，也是由中国传入的。到了19世纪20年代，算盘又经俄国传播到欧洲。至此以后，算盘便开始走向了世界。

算盘的式样繁多，著名的收藏家陈宝定先生，共收集古今中外算盘450多种。中国乃至世界最大的算盘，收藏在天津历史博物馆内。它是清朝末年天津沽衣街算盘作坊制造的，距今已有一二百年的历史。它的长度是按天津达仁堂药店的柜台设计的，为306厘米，宽则为26厘米，共有117档。营业忙时，五六个店员可以同时在大算盘上算账。

化学先驱——炼丹术

《周易参同契》这部著作，对于大多数同学来说，是很陌

生的。然而，要知道，它却是世界炼丹史上最古的著作。它的作者，便是被人称作神仙的魏伯阳。

我国的炼丹术有着悠久的历史，它的兴起缘由，是希望找到长生不死的神药。古人们曾经幻想，甚至相信人服了某种神丹妙药，不仅可以升仙化神，与天地齐寿，与日月同辉，而且还能够坐视天下，役使鬼神，举家升仙，无翼而飞，乘云驾龙，上天入地。因此，他们便开始了寻求仙药的活动。

早在战国，我国就有了关于神仙和不死奇药的传说。

秦始皇统一中国后，也效法前人，孜孜以求长生不死药。一些方士投其所好，纷纷编织谎言，说东海“三神山”有仙药，吃了能够长生不死。秦始皇信以为真，随即派人前去寻求。

海上寻仙求药不得，方士们又转而鼓吹食黄金，饮玉泉，嚼云母，服丹砂（天然红色硫化汞）可以天年永驻，与神仙相会。方士们的话便一些人深信不疑，因而，进入而汉初年，一股求丹药、炼丹药的风气便在整个社会盛行起来，并随着汉武帝的推崇，方士的推波助澜，而越炼越炽。到东汉时，已掀起了一个不小规模的高潮。皇帝在金銮宝殿服“仙丹”，方士在深山密室炼“仙丹”，百姓在茅屋田野谈“仙丹”。魏伯阳便是这时期产生的一位炼丹士。他像其他炼丹士一样，在名山幽谷，摆设一些炉、鼎、越、筛、坩埚、蒸馏器等炼丹工具，用汞、硫磺、铅、砒霜、硝石、云母等，以及一些植物性的药材，炼制红色的丹丸，称为灵丹妙药，来给那些希望长生不老的人们服用。

魏伯阳不仅善于炼丹，而且总结炼丹经验，《周易参同契》就是当时的一部集前人炼丹经验之大成的著作。在这部

书中，魏伯阳不仅论述了炼丹术的理论基础，还提到了有关炼丹的化学知识。他说，氧化铅能被炭还原为铅；几种不同的金属可以炼成合金；采得汞矿石，可以炼制成红色的硫化汞；黄金不容易氧化，等等。

魏伯阳之后，到魏晋时期，炼丹术进入了成熟阶段。在这时，出理了《太清丹经》、《五灵丹经》、《岷山丹法》、《三皇内文天地人》等二百多种丹法、道书。尤其值得一提的是，炼丹家葛洪所著的《抱朴子》一书。在这部书中，葛洪对炼丹术的指导思想、理论基础，以及当时炼丹术所取得的成果，都作了全面系统的阐述。

火药与火器

中国古代的炼丹家们，做梦也没有想到，他们炼丹的副产品“火药”，竟能成为中国古代的四大发明之一。

大家知道，火药的主要成分是硫磺、硝石和木炭。在很早的时候，炼丹家们便发现，这三种物质配制烧炼的“灵丹妙药”非常容易着火，尤其是硫磺，碰火就飞升，难以控制。为了改变这些易燃药物的特性，唐代的炼丹家在前人经验的基础上，发明了“伏火法”。

火药的发明，和这硫磺伏火实验有着密切的联系。它表明，当时的炼丹家已经掌握了硝、硫、碳混合点火会发生剧烈反应的特点，因而采取措施来控制反应速度，防止爆炸。其实，如果炼丹家能利用这种特点，火药就会在他们的手中生产出来了。然而，遗憾的是，炼丹家由于认识的局限和自然科学视野的不够开阔，他们仅把自己的炼丹经验，停留在对

药料的伏火与配制上，因而，对火药这一重大发明不但没有引起足够的重视，反倒在他们的著作中谆谆告诫人们，在炼丹中要防止硝、硫、炭合炼时所造成的爆炸火灾。伏火法便是预防爆炸起火的一项措施。

与炼丹家为炼制丹药而进行的“避害实验”相反，有识之士，尤其是军事家，他们从实际需要出发，大胆地利用硝、硫、炭3种物质合烧后产生的爆炸作用，于是，火药便产生了。

火药发明后不久，便被人们运用到武器上。

北京庆历年间，由曾公亮主编的《武经总要》一书，在描述了多种火药武器的同时，便记下了当时的3种火药配方。它们是：火球火药方、蒺藜火球火药方，毒药烟球火药方。3种火药配方，都是以硝石、硫磺、木炭为主要原料，再配以其他物质而形成的。它们是我国古代劳动人民，尤其是炼丹家、军事家经过成百上千年的努力探索所取得的丰硕成果。这一成果的正式公布，标志着我国军用火药的研制，已走过了发明阶段，进入了成熟时期，这在兵器发展史上，具有划时代的意义。

13世纪，中国发明的火药传到了印度和阿拉伯，后来又传到欧洲，以至整个世界。从此，在世界兵器史和军事史上引发了一连串重大的变革。

造纸和蔡伦

你每天都在使用纸，读书、写字、看报、作画，但你知道它是什么时候、由谁发明出来的吗？

千百年来，人们都认为，纸是东汉的宦官蔡伦在公元105年发明的。其实，早在西汉时期，我国就有了用植物纤维制造的纸。只是当时的纸还很粗糙，质量较低，不便于书写，因而当蔡伦改进了造纸技术，制造了优良的纸张时，人们便把纸的发明权授予了他。而实际上，纸是我国西汉时的劳动人民发明的。

蔡伦改进了原有的造纸技术，创造性地扩大了造纸的原料来源，为大规模地生产和使用纸开辟了道路。

在纸发明以前，我国古人曾用过多种物质来作书写材料。先人把文字刻在陶器上，这陶器就是最早记载文字的材料。周代冶金技术发展，王室的一些重大活动常用文字刻铸在钟鼎之上，这青铜器便又成了刻写文字的材料。时值春秋，甲骨文记载文字的材料，逐渐被简牍、缣帛取代。

简牍与缣帛作为书写材料，显然比甲骨等适用，但它们也有不足之处。简牍仍然很笨重。据说，秦始皇每天批阅的简牍的文书，重达120斤。西汉时，文学家东方朔给汉武帝写了一篇奏章，竟用了三千多根竹简，由两个武士抬进宫中，汉武帝看了两个多月才看完。缣帛倒是轻便，可价格昂贵，一般人是用不起的。

经过千百年的探索、实践，先人终于从漂絮等活动中受到了启发，发明了这种便利的书写材料，这就是“纸”。

蔡伦，是东汉时期桂阳人，这桂阳就是现在的湖南耒阳。他从小就进宫当了太监，到汉和帝时被提升为中常侍，侍奉在皇帝身边，传达诏令，负责管理文书。后来，他又兼任尚方令，掌管皇宫里的手工作坊，专门为皇帝监造各种器具用品。应该说，当时的蔡伦接触诏令、文书的过程中发现，丝

帛是书写的好材料，但造价太贵，只适合皇室富户使用，一般人难以问津；而前人造的纸又疙疙瘩瘩，让人无法下笔。于是，他广泛地研究了民间的造纸经验，用树皮、麻头、破布和旧鱼网作原料，监制出一批优良的纸张。公元105年，蔡伦把他监造的第一批纸献给了汉和帝。汉和帝一见，赞不绝口，从此，造纸术得到推广。公元116年，蔡伦被封为“龙亭侯”，他造出的纸，就被人们称为“蔡侯纸”。



指南车

在很古很古的时候，中国人的祖先还创造使用过“指南车”这一指示方向的工具呢！这项科技成果在世界上独一无二。

那还是在远古的时候，黄帝为行“仁道”的事跟主宰南方的炎帝打了起来，结果炎帝失败了。