

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

二十一世纪中小生素质教育文库(14)

科技史话

 **eBOOK**
网络资源 免费下载

数学

话说算盘

一校分成两院落，
两个院里学生多，
多的倒比少的少，
少的倒比多的多。

这是一条谜语，谜底是算盘。这一谜语形象生动地对中国人的绝活——算盘作了描绘。可以说，算盘该算得上是中国的第五大发明。那么这第五大发明是什么时候，由谁发明的呢？

提起算盘，还得从“算筹”谈起。

早在西周初年，为了方便计算，我们的祖先创造了一种简陋的计算工具，它就是算筹。算筹是用竹片等制成的小圆棍。计算时，把这些小圆棍或横或竖地摆在平坦的物体上，基本原理与算盘相似。可不要小看这算筹，在没有算盘更没有电子计算器的远古时代，它的作用可不小。如果没有算筹，就不会诞生出算盘。所以说，算盘是由算筹脱胎而来的，算筹是算盘的前身千真万确。然而究竟什么时候出现了算盘，至今无人能准确地说出具体时间。可以肯定的是，“珠算”一词应出现在 1000 多年后的后汉人徐岳的《数术记遗》中。由此推断，当时可能产生了类似算盘的计算工具。这只是推断而已。

从目前我国的考证来看，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。据有关珠算专家分析考证，此画左端所画赵太丞药店的柜台上放的那样东西，就是一架算盘。如果真的如此，宋朝时算盘已经广泛应用而不是刚刚产生。另外，民间还流传着一个故事，也能说明算盘在宋代已经妇孺皆知：

北宋末年，都城汴京（今河南开封市）住着一位王员外。王员外虽不是家财万贯，却也财产上千。员外膝下一女，名曰丽娘。丽娘人品出众，才貌双全，棋琴书画无一不精，缝纫刺绣乃为当地一绝。员外对此女爱若掌上明珠，一心想给自己的宝贝女儿找一如意郎君。京城的少男们听说丽娘婚配，个个喜上眉梢。他们仰慕丽娘，纷纷托媒求亲，而员外却一一回绝。

却说有一天员外探亲途经一座荒山，忽闻山谷传来琅琅书声。循声而去，发现谷中有一破庙，一书生端坐庙门，专心读书。

“此后生将来必成大器。”员外边想边走近书生，张口便问：“相公因何在此读书？”

书生闻言，缓缓抬起头来，答曰：“不瞒老人家，我本赶考一秀才，不想中途遇盗，盘缠皆被抢光。进京无钱，只好在此读书消愁。”

员外上下打量，只见他眉清目秀，举止文雅，顿生欢喜：“观相公神情，并非说谎之人，小老儿有意将小女许配与你。不过我先出题考你，如诗作得好，我便出资助你科考，如作不好，此事便罢，不知意下如何？”

“晚生求之不得，请老伯出题。”

“就以算盘为题，请即作来。”

书生命不该绝，遇此好事。作诗本书生拿手好戏，张口吟道：

鸪鸪七子最均平，

定位联行格局成。
珠欲去盘先入串，
棋将举手预敲杆。
听来钱窟终年响，
算到铜山几处倾。
暗里乘除兼理数，
此间心地要分明。

“好诗！”说完，不再探亲，骑马驮书生径直回府。

后来，书生果然金榜题名，成了员外快婿。

元代以后，算盘风靡于世。上至皇家显贵，下至平民百姓，无不家藏户有。明代，算盘完全取代了算筹。随着算盘的广泛应用，一些指导珠算的书籍应运而生，如徐心鲁的《盘珠算法》（1573年）、柯尚迁的《数学通轨》（1578年）、朱载堉的《算学新说》（1584年）等。最为系统的当属程大位撰写的《直指算法统宗》（1592年），书内详载了珠算的口诀、技巧，被人们誉为“商人的《四书五经》”。此书后流于日本，成了日本珠算的必备教材。

中国是算盘的发源地，这是举世公认的。日本《珠算大事典》记载：“我们今天所使用的算盘，是中国所发明的，这一点几乎是确定的事实。”明初算盘流传到日本。现在日本的山田市还保存一把古老的算盘。

如今已是电脑时代，是否算盘应该退出历史舞台了呢？非也。1979年薄一波给珠算杂志题词：“算盘是我国的传统计算工具，1000多年以来在金融贸易和人民生活等方面起了重要作用。用算盘和用电子计算机并不矛盾。现在还应充分发挥算盘的功能，为我国经济副业服务。”现在收藏算盘也成了一种时尚。著名收藏家陈宝定先生收集古今中外算盘450种。迄今为止，世界最大的算盘收藏在天津历史博物馆内。它是清末天津估衣街算盘作坊制造的，全长306mm，宽26mm，共117档。营业时可供五六人同时在大算盘上算帐。距今已一二百年。

中国最小的算盘是陈宝定收藏的。它镶嵌在一木戒指上。该算盘长12mm，宽7mm，高1.5mm，一共七珠七档。使用时无法用手指拨动，只能大头针轻轻拨动。

双假位法——盈不足术

双假位法是数学解题的一种方法。它实际上就是我国古代的盈不足术。这是我国古代劳动人民首创的解题方法。1957年钱宝琮先生曾建议恢复“双假位法”原来的名称，仍叫“盈不足术”，也正是基于此。

现在你遇到下面这样的题时，用二元一次方程组的解法非常简单。

有几人买鸡，每个人拿9个钱，多余11个钱；每人拿6个钱，不足16个钱。问几人买鸡，鸡值多少钱？

设人数为 x ，鸡值为 y ，则 $y=9x-11$

$$y=6x+16$$

解方程组得

$$x=9$$

$$y=70$$

而在2000多年前的《九章算术》中，就有此类应用题，古人称其为“盈

不足”问题。计算这样的问题，古人创造了别开生面的解题法——盈不足术。古人是怎样运用的呢？

《九章算术》有这样的记载：

“置所出率，盈、不足各居其下。令维乘（即交错相乘）所出率，并以为实；并盈、不足为法……置所出率，以少减多，余，以约法、实。实为物价，法为人数。”

把这段话用算式表为就是：

所出钱数	9	6
盈、不足	11	16
交叉相乘得	144	66
所出钱数	9	6
实	210	
法	27	
所出钱数的差	3	
鸡价	70	
人数	9	

按现代数学的观点来说明这段话，实际上这段话包含了三个公式。若设每人出 a_1 钱盈 b_1 钱；每人出 a_2 钱盈 b_2 钱，求物价 y 和人数 x ，可得二个公式，即 $y=$

$$\frac{a_1 b_2 + a_2 b_1}{a_1 - a_2} \text{ 和 } \frac{b_1 + b_2}{a_1 - a_2}$$

每人分摊的钱数是：

$$\frac{y}{x} = \frac{a_1 b_2 + a_2 b_1}{b_1 + b_2}$$

本文开头的《共买鸡》题，正是盈亏类问题，即“一盈一不足”。而与此性质相似的还有“两盈”、“两不足”、“一盈一适足（正好）”、“一不足、一适足”四类问题。这四类，古人也提出了适当的公式。

历代数学家对“盈不足术”十分重视。甚至有些政治家还用它来考核官吏。

唐宣宗大中年间，杨损在朝作尚书。杨损知识渊博，为政清廉。在选拔官吏时也以公正著称。一次，有两位小官吏，需要提一个。但比较二人的政绩、资历、职位等都差不多，主考官大伤脑筋，便前来请教杨损。杨损说：“我给他们出道题，看谁算得准、算得快。”

不久两人来到杨损的书房，杨损的题目是：

有人黄昏去散步，无意听见盗贼在分布。他们说，如果每人分 6 匹，会余下 5 匹布；如每人分 7 匹，却又差了 8 匹布。现在问，几个盗贼多少匹布？

杨损出完题接着说：“你们谁先算出来，谁就会被提拔。”

两位候选人听完题，马上用算筹算起来。结果，那位先交卷的官吏被选中。

同僚知道后，无不称赞杨损的好主意。那这位候选人，是如何计算的呢？他用的就是“盈不足术”。算式是：

设布匹数为 y ，盗贼数为 x ，则

$$\begin{aligned}y &= \frac{a_1 b_2 + a_2 b_1}{a_1 - a_2} \\&= \frac{6 \times 8 + 7 \times 5}{7 - 6} \\&= 83 \\x &= \frac{b_1 + b_2}{a_1 - a_2} \\&= \frac{5 + 8}{7 - 6} \\&= 13\end{aligned}$$

从以上我们讲的两个题例可以看出，双假位法与我国古代的盈不足术是一致的。只不过我国古代时还没有设 x 、 y 的说法，因为当时还没有西文字母。我国古代创造的解题方法一直延用至今，充分表明了我国劳动人民的聪明才智，在世界科技史上，也留下了光辉的一页。

π 的世界纪录

说起圆周率 π ，大都能背出它的值是 3.141592……，现在， π 值已经计算到了小数点后 200037 位。你知道圆周率的发展历史吗？

圆周率是求圆的周长、圆面积、球体积时经常用到的。它的值许多数学家都曾计算过。在国外，阿基米德曾求得圆周率的 2 位小数的精确值。在我国也很早就有人研究过。成书于西汉初年的《周髀算经》，就有“周三经一”的说法，认为圆周率是“3”。到了西汉末年，数

学家刘歆又得出 3.147 的 π 值；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。虽然刘歆、张衡的计算结果远比“3”精确，而且 $\sqrt{10}$ 也是世界上最早的记录，但这些值多缺乏理论基础。怎样用科学的方法计算圆周率呢？

三国时有个数学家叫刘徽率先闯出了这条路。他用割圆术，求出了圆周率是 3.14。然而仍有人不满意，这个人就是南北朝的祖冲之。

祖冲之于公元 429 年生于今河北涿源县。祖冲之从儿时起就对数学着了迷。每当父辈用“算筹”来计算时，他就会瞪着好奇的大眼睛，默默地看着。随着年龄的增长，他开始研究前人的成果。

一天，他在阅读刘徽的《九章算术》时，萌发了继续研究圆周率的念头。不久便开始了他的计算工作，当时没有先进的计算工具，所用的只是一些作为算筹的小竹棍。祖冲之便利用这些小棍作为计算工具不停地计算。他从多边形，到 24 边，一直到 12288 边形，一双手也被磨出了厚厚的茧。经过多年努力，终于得出了较精确的结论，这个结论用现代数学方法表示就是：

$$3.1415926 < \pi < 3.1415927$$

这个数值在当时是世界上最精确的。直到 1000 年之后，才有人打破了这个纪录。

除此外，祖冲之还用两个分数形式的近似值表示圆周率，其中比较精确

的叫做密率，即 $\pi = \frac{355}{113}$ 。另一个叫约率，即 $\pi = \frac{22}{7}$ 。

密率是分子分母都在 1000 以内分数形式的最佳近似值。这个近似值直到 1573 年才由德国的奥托求出，与此同时，荷兰工程师安托尼兹也计算出了这个近似值。但他们比祖冲之要晚 1000 多年。西方把 $\pi = \frac{355}{113}$ 称为“安托尼兹率”，而日本数学家三上义夫认为，这项荣誉应属中国的祖冲之，因此他建议把 $\frac{355}{113}$

叫做“祖率”。

历史已翻开了新的一页，但祖冲之的贡献永垂青史。后人在此基础上也进行了不断地探索，见下表：

计算 π 值的世界记录

获得时间	计算者	小数点以后的正确位数
公元前 20 世纪	埃及人、巴比伦人	1
公元前 3 世纪	阿基米德（古希腊）	2
公元 3 世纪	刘徽（中）	2
公元 5 世纪	祖冲之（中）	7
公元 15 世纪初叶	阿尔·卡西（阿拉伯）	16
1596 年	鲁道夫（德）	20
1610 年前	鲁道夫（德）	35
1794 年	凯洛格·冯·贝格男爵	136
1851 年	威廉·向克斯（英）	318
1852 年	威廉·向克斯（英）	527
1944 ~ 1945 年	福格逊（英）	540
1946 年	福格逊（英）	620
1947 年 1 月	福格逊（英）	710
1949 年 6 月	史密斯·伦奇（美）	1118*
1958 年 1 月 20 日	弗朗索瓦·裘纽斯（法）	10000
1959 年 7 月 20 日	让·盖尤（法）	16167
1961 年 7 月 29 日	丹尼尔·向克斯、伦奇（美日）	100265
1966 年 2 月 26 ~ 27 日	让·盖尤、菲里德（法）	250000
1967 年 2 月 25 日 ~ 26 日	让·盖尤、荻商普（法）	500000
1973 年 5 月 24 日	让·盖尤、鲍耶（法）	1001250
1981 年 6 月 18 日 ~ 7 月 1 日	三和和宪、金田康正（日）	2000037

最早的二进制

“二进制”在计算机中被广泛地应用。那这个“二进制”最早是谁发明的呢？

西方史学界认为二进制是 17 世纪法国著名数学家莱布尼兹的首创。其实二进制的出现应属我国最早。这一点连莱布尼兹本人也不否认。他曾在给康熙皇帝的信中说，64 卦的排列，就是把 64 个数用二进位法写出来。由此可见，莱布尼兹是从中国八卦得到了启示。尽管他的研究更系统，但从创造的时间看，中国当先于他几千年。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。其符号结构的因子只有两种，

即阳爻“—”和阴爻“--”。这两种因子相互搭配，以三个为一组，便产生了八卦的八种符号结构：☰、☷、☳、☶、☲、☵、☱、☴。这 8 种符号结构叫做八卦。它们的具体名称是：乾、坤、震、艮、离、坎、兑、巽。它们分别代表 8 种物质现象，即天、地、雷、山、火、水、泽、风，也叫卦象。为了帮助记忆，人们根据卦形编成口诀表：

卦形	☰	☷	☳	☶	☲	☵	☱	☴
卦名	乾	坤	震	艮	离	坎	兑	巽
卦象	天	地	雷	山	火	水	泽	风
口诀	乾三连	坤六段	震价孟	艮覆碗	离中虚	坎中满	兑上缺	巽下断

从上表可看出，每个卦形都是上、中、下三部分，这三部分叫做“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，我们就会惊奇地发现，八卦的 8 个符号，恰好与二进制相吻合，我们有足够的证据说：八卦是世界上最古老的二进制制。这也是任何国家的任何个人也无法比拟的。我们又怎能不说八卦中的“二进制制”不是古代数学的“世界冠军”呢？

下表是八卦与二进制、十进制的对照：

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

上表中，每次取 6 个爻，可得 2^6 种，即 64 种不同的排列，叫 64 卦。而 64 卦对应的二进制数，则与十进制数

物理和化学

中国镭学的奠基人

郑大章是中国镭学研究的奠基人。他对中国乃至世界的镭学的贡献是不可磨灭的。

郑大章是合肥东乡（今肥东县）撮镇人。1920 年秋，他经历了五四运动的洗礼，年仅 16 岁的他从北京高师附中毕业，便负笈西行，到法国勤工俭学。1922 年夏，郑大章考入巴黎大学理学院，第一学期数学会考得第一，轰动了欧洲的这所名牌大学，巴黎一家报纸竟列出“耸人听闻”标题：《法国的数学危险了》。

巴黎大学云集着一些世界知名的学者和科学家，其中有位导师——玛丽·居里对郑大章一生的事业影响巨大。居里夫人这位荣膺两届诺贝尔奖、热爱和平的伟大女性，以自己在科学上的真知灼见影响着郑大章，并经常在她的镭学研究所实验室里给他以特别的指导。1933年12月，由居里夫人主持的学位评审委员会通过郑大章的博士论文答辩，他被授予法国国家理化科学博士学位，他的论文《论放射性矿石中铀系与镤的比例常数》，他当年的同学严济慈以及他后来的助手杨承宗至今还保存着。

1934年初，郑大章携学数学的长沙姑娘萧晚宾回国。在北京中山公园来今雨轩，他们结为秦晋之好。新婚燕尔，郑大章即应严济慈之邀，筹建镭学研究所。

镭是一种放射性金属元素。自然界中含量极为稀少而应用前景十分广泛。郑大章筚路蓝缕办镭所，硬是凭着一个爱国青年的闯劲和一个科学家所具有的缜密思维、恒心和毅力，辛苦奔波，反复实验，终于使中国的镭学研究有了雏形他发现 β 射线的吸收系数随放射源周围物质的性质而变化，由此成为背散射法鉴别不同支持物质及其原度的原理并形成论文。他首创的“水法”找矿，国外一直沿用到60年代。

在抗日战争年代里，郑大章仍坚持科学研究，不幸因心脏病突发早逝，时年36岁。

最初的音速测量

我们每一个人都曾经有过这样的经历：当我们站在远处观看建筑工地打桩时，首先看到打桩的动作，然后才能听见声音。也就是说听到打桩的声音总会比看到打桩的动作要迟，打桩槌冲击桩头的动作立即传到眼里，打桩的声响则传送得较慢。同样，雷声往往要在闪电过后几秒钟才能听到。在一里外雷电交作，雷声比电光约迟到5秒钟。究竟音传送的速度有多大？在百年前仍是一个未解之谜。

要测量音速似乎并不难，发出响亮的声音，计算需要多久才传到已知距离的地点就可以了。例如，在远处山顶上引爆炸药，看见火光马上按下秒表，听到爆炸声立即按停，即可测得音速。然而这种做法只能测得大概数字，结果准确的程度完全取决于操纵计时器的人反应和快慢。再者，当时还没有可以准确测量1%秒的计时器。

1864年，法国化学、物理学家雷诺克服重重障碍，设计了一个测量音速的自动仪器。那是一个外绕宽线条的旋转圆筒，有一支笔在纸上画线做记录。笔杆上接上电线，由电流操纵，笔尖可在圆筒上两个位首划线，一个是通电时的位置，另一个是断电的位置。

笔由两条电路操纵，一条电路布置在很远处的枪口前，另一通过圆筒附近的声敏膜片。

实验开始，电流接通，圆筒旋转，笔尖画出线条。鸣枪时截断第一条电路，笔尖跳到第二个位置；一、两秒钟过后，枪声震动感应膜片，电流开始接通，笔跳回原位画线。

实验结果得出不规则的画痕。因圆筒旋转速度已知，故量出笔脱离原位画出的线长，就可算出枪声传到感应膜所需的时间，最后算出枪声的速度约为1200公里/小时。

从雷诺时代起至今，科学家们测出声音在水中的速度较空气中快 4 倍，在固体中更比在空气中快 10 倍以上。一个简单的实验即能证明：找一条又长又直的铁栏杆，一只耳朵贴在栏杆上，请人在远处用铁槌子敲栏杆，可分别听到两次敲击声。贴栏杆的耳朵立刻听到传来的声音，另一只耳朵随后才听到空气传来的声音。

向细菌宣战的人

1860 年秋天，法国化学家巴斯德到沙蒙尼附近攀爬阿尔卑斯山，随身携带了 30 多个装有酵母萃取液和糖的密封烧瓶。他知道液体若暴露在空气中，就会受到污染。巴斯德登上约 1500 米高处，那里空气纯净，没有细菌。他打开瓶子，让空气进入，重新密封。回到实验室以后，证实瓶子内液体没有发酵或变质。

这次发现导致发明一种方法可以消灭牛奶、葡萄酒和啤酒里的细菌，使人可以安全享用这些饮料。这是多年来研究各种液体变质的成果。巴斯德认为，液体变质由低层大气中的细菌引起，这些细菌会危害生物的健康。他后来写道：“在实验领域内，成功的机会只属于准备充足的人。”

19 世纪 40 年代后期，巴斯德受聘为法国东部斯特拉斯堡科学院的化学教授。1851 年他在给朋友的信中写道：“我正处于揭密的边缘，掩盖奥秘的帐幔越来越薄了！”6 年后，他分析了酒精的发酵过程，指出是一些微小生物使醋、酒等液体变坏的。他后来称这些微小的生物为“微生物”。

后来，法王拿破仑三世委任巴斯德对付破坏酒质的细菌，因为葡萄酒是法国的主要产品。巴斯德走访数十家酒厂，向工人提问题，抽样检验产品，并带走未陈化酒、陈酒及变质酒的样品。试验后发现，加热至 55℃，可以杀死使酒变坏的微生物而不损酒质。这个方法后来称为巴斯德灭菌法。

早在他发现此法的 200 年前，已有人在显微镜下观察到细菌，但当时以为细菌是物质腐烂产物，不知道是致腐的祸首。巴斯德是第一个纠正这个谬误的人。

不久，他开始研究医治多种人畜疾患的方法，并提出了一个全新概念：细菌并非“不知从哪里生出来的”，而是有确实可寻的来源，那就是污垢和尘埃。

巴斯德 1822 年 12 月 27 日生于第戎附近的小镇多莱，父亲是制革厂老板。他不愿继父业，而从见习化学教师渐次晋升到巴黎著名高等师范大学的科研主任。1864 年，他在巴黎大学的文理学院索邦学院，就其研究工作发表演说。他指着一个密封瓶子内的有机液体说：“自从几年前开始实验以来，这瓶液体一直是纯净的，因为我不让瓶内液体接触悬浮在空气中的细菌。”

以后的 17 年中，他花了很多时间研究预防医学，找寻预防鸡霍乱和炭疽病的疫苗。炭疽病在牛羊中十分普遍，又会传染给人，可致人于死。他发现患上此类疾患的家畜痊愈了，就不会有感染，因此给家畜注射一种活力较弱的炭疽菌后，可以终生免疫。

找到炭疽病的疫苗后，他又对治疗和预防狂犬病的动物咬伤的方法感兴趣。1800 年 12 月，一位兽医朋友给他两只狂犬狗作研究。让患狂犬症的动物咬伤，在最初 3~12 周，一般没有任何征象，然后会出现痉挛、谵妄和害怕吞咽液体等症状。这些症状出现后，患者就会死去。

当时的治疗方法常常会将患者杀死。巴斯德希望发明一种合乎人道的方法。他迁到巴黎附近的绞东森林小住，在笼中养了 50 只有狂犬症的狗。从多次试验得知，狂犬症病毒存在于病狗的唾液和神经系统内。他用狗和兔做过几十次实验后，到 1884 年春，培养出一种疫苗，由毒性减弱的狂犬症病毒制成。

巴斯德致力研究预防疫苗，除了制出预防狂犬症的疫苗外，也创办了“免疫学”的医学分科。今天约有 30 种可致残或致命的病，如麻疹、小儿麻痹和白喉，都可以注射疫苗来预防。

1888 年，巴斯德研究所于巴黎成立，宗旨之一是要继续研究狂犬病的防治方法。世界知名的化学家巴斯德，患过一次中风后半身不遂，但是一直担任研究所的所长，至 1895 年 9 月 28 日逝世。他的尸体葬在研究所内，坟墓用大理石建造。

制盐技术在中国

制盐业在我远古时代就已经开始了。提起采盐业的兴起，还有一个传奇故事呢。

据说，在远古时代，渤海地区居住着一个名叫“宿沙氏”的部落。这个部落以打鱼为生。在这个部落中有个最能干，最聪明的人，名叫“宿沙瞿子”。一天他用瓦罐提了半罐海水放在草棚前，准备冲脚。谁知，因忙别的事把冲脚的事忘了。过了六七天，发现瓦罐中的海水干了，瓦罐内留下一层白色的粉状物。当时他刚好捕到一条鱼，他便用手把白粉抹在了鱼身上，没想到抹了“白粉”的鱼特别好吃。于是他便想到，如果用火煮海水制成盐，不就可以天天食用了吗？然后，他用罐子提了海水架在火上煮了起来，没过多久，他便煮出了盐。他把盐分给部落的人，随后，其他人也像他一样煮起盐来。这样，制盐业便兴起了。后人为纪念他，建庙祭祀并把他称为“盐祖”。

宿沙瞿子是否真正存在，目前也未得出结论。但有一点是可以肯定的，那就是我国的制盐业历史悠久，最早的盐来自大海，为“海盐”。接着又产生了池盐、井盐、岩盐等。明朝科学家宋应星在他所著的《天工开物》中，对盐的制作工艺作了详细说明。他在书中记载：

海水本身含有盐质。海边地势高和地势低的地方都能产生盐。

同为海盐，制取的方法却不一样。一种方法是：在潮水漫不上来的高岸地种盐。各种盐户自有一定的地段界限，互不相侵。预计明天天晴无雨，今天就把稻草、麦秆灰和芦、茅灰撒在地界内的土地上，约撒一寸左右，并将之摊匀压平。第二天早晨大雾时，盐就像茅草一样在灰下长出来。雾散天晴后，到中午时就可将灰和盐扫起，拿于洗淋煎熬，就得到了需要的盐。

另一种方法是：在海潮涌没的地方，预先挖一个深坑，然后在坑上横架木杆，上铺草席，草席上铺沙子。当海潮没顶冲过时，卤气便通过沙子渗到坑中，然后撒去草席和沙子，用灯在坑里照，当卤气把灯火熄灭，就可取出卤水煎炼。

这两种方法只能在晴天时制盐，如果遇连阴雨天，就出现了“盐荒”。

在滩场制盐用的是大晒盐，它不用煎炼，扫起来即可食用。除此而外，利用顺风海水漂来的海藻草煎炼出来的盐叫蓬盐。

煎盐和洗盐方法是挖两个坑（一深一浅），用竹竿等横架坑上，上铺苇

席，将扫来的盐料铺于席上，并堆成堤坝形，中间用海水灌沐，卤水便渗入浅坑。深坑接受浅坑灌淋出的卤水，然后放锅里煎炼。

用卤水熬盐如不结晶，可将皂角捣碎，与粟米糠混合。当水沸时倒入搅匀即可。

对于池盐、井盐、岩盐此书也有记载。

池盐：

池盐产地有宁夏和山西解池，现在产地远远不止这两处。

春天是引水种盐的最好时机，晚了水就会变红。待夏秋之交，南风一吹，一夜便可结成盐粒。这种盐称为“颗盐”，即古书中的“大盐”。由海水煎炼的盐较细碎，而盐池形成的盐颗粒较大，所以才冠以“大”的称号。

井盐：

四川离河不远的石山上，多可以凿井取盐。井口不过几寸，而井深却在100米以上。凿掘这种井费用高，难度大。一般井浅需一个多月；深井要半年以上才能掘完。待盐井凿到卤水层后，找一根一丈多长的好竹子，把中间全部凿通，只保留最底下那一节，在节上按上阀门，再用粗绳将装有阀门的竹子沉入井中，就可以汲满卤水了。卤水一提上来，立即倒入锅里煎炼，卤水很快就能结成盐。

岩盐：

陕西阶州（今甘肃武都、康县等）和风县等地，盛产岩盐。在当地的岩洞中，附着一层盐，直接刮取即可食用，不需煎炼。

宋应星对岩盐的记载不是最早的。最早见于史书《北史·西域传》中，书载高昌出红盐和白盐。尽管如此，宋应星的记述在科学技术史上还是极有价值的，它至少让后人了解了更多的岩盐产地。

金属水下焊切

在水中焊接与切割金属现已广泛应用，例如，水下修船、水下修理钻油台、水下建筑等，范围很广。但是在18世纪，金属水下焊接技术还没有出台。到1802年，英国科学家德维爵士发现电荷在水中可以产生电弧放电，才知道金属能在水下焊接。在此前，损坏的钻油台或油管等必须拿到水面上修理，现在潜水员可以在深300米处焊接。但这项工作比较危险。

焊接是通过产生足够的热量把金属熔合在一起。产生热量时熔化金属的几种方法中，只有电弧焊可以应用在水下作业。用一股强电流通过两极之间的小空隙产生弧电，焊接时，须修补的金属作为另一电极，电荷从电缆末端的电极流到金属，产生热量而使金属熔化。水下焊接在二战期间曾用于紧急修补船只，当时应用并不广泛，直到20世纪70年代，水下修理的活动才大量增加。

现在焊接的方法有两种，即湿式焊接法和干室焊接法。

湿式焊接：由发电机在水面上供给500安培左右的强大电流，用绝缘电缆送到潜水焊接处，为防止漏电，在电极上涂了蜡或防水漆。但是这种方法的缺点在于水很快冷却了焊接的金属，使焊缝变得又脆又硬。焊接的热量使水分解为氢与氧，热的氢和氧会穿透焊缝，降低了强度；另外这种方法不能在90米深以下作业，否则水压太大导致不能产生电弧放电。

干室焊接法：这种方法可用于深水作业，焊缝质量较好，但成本较高。

具体方法是，首先，在需要修理的地方用一个坚固透明的塑料罩保护起来，然后充入压缩气体，把水排出，这样在焊缝周围的金属是干的。然后，焊接室底部敞开，潜水员可在里面使用焊炬。室内的压缩气体阻止水进入。但焊接时产生的烟和蒸汽使工作人员看不清工作情况。

要想使焊接效果更好，可用一个大罩把潜水员同修理范围全部罩上，这样焊出的焊缝与地面操作效果可相媲美，但费用昂贵，因这种高压室必须专门设计，以适合在修理处安装。此外还需要有其他昂贵的密封设备。在深水处作业，例如 300 米左右，还需制造容纳几个人的工作室，便于工作人员轮换休息。但是水过深时，人工操作可能比较困难，特别是钻油井越来越深，有需要在 600 米深处作业。所以人们开始设想用遥控机器人来代替潜水员。

深水切割同深水焊接一样，应用范围越来越广。而深水切割所费人力非常大。在北海深处切割不列颠石油公司马格纳斯钻油台零件，所费时间比太空人从地面登月球还多。在水深 200 米处作业，回到地面前要 8 天时间来减压。

水中切割现在使用两种方法，即氧气电弧切割法和爆炸法。

氧气电弧切割法与电焊过程相似，只是用氧气和强电流产生高热切开金属，而不是把金属熔合；切大块金属，一般先用氧气电弧切割法在金属里开出横槽，放入塑性猛烈炸药，只要炸药放置在正确的位置上，且药量适中，就可炸出一条整齐的切口。

火柴生产小史

安全火柴必须擦在火柴盒上才会燃烧起来，即使是以锤子敲打火柴头，也不会着火。而最早的火柴是“一擦即着”，与任何粗糙表面摩擦都能生火，哪怕是老鼠啃着火柴头，也会燃烧起来；用锤子敲，还会爆炸。

安全火柴的着火原理，是火柴上的化学物质与火柴盒上的一种化学物质产生反应。擦火柴所产生的热力，会触发这种化学反应。若火柴头与摩擦表面没有接触，火柴就不会燃烧。

现代火柴的始祖是英国药剂师和克。1827 年，他制成属于一擦即着的火柴，不过并不十分可靠。

1830 年，法国的索里埃发明用黄磷作火柴头，制成更好的火柴。这种火柴称为摩擦火柴，一直沿用至 19 世纪末。

摩擦火柴非常可靠，而且方便储存。不过有一个最大的缺点就是容易致命。黄磷燃烧时放出毒烟，长期接触会引起一种称为磷毒性颌骨坏死的病，患者颌骨烂掉，最终死亡。

火柴厂工人受影响最大。黄磷在上世纪末禁用于制造火柴，由三硫化四磷取代。

19 世纪 50 年代中期，瑞典制造商伦德斯特罗姆将磷与其他易燃成分分开，创制出安全火柴。他把无毒的赤磷涂在火柴盒的摩擦面上，其他成分则藏于火柴盒中。

现在，火柴都是以自动化机器制造。每小时生产量达 200 万根，并把火柴装进盒子备用。标准火柴的制作是先把原木切成小木条，每根厚约 2.5 公厘，再把小木条切成火柴枝，浸于碳酸铵中，这是为了确保火柴枝不会闷烧。

火柴枝由机器插入一条不停移动有孔长钢带，末端浸在热石蜡中；石蜡

渗入木材的纤维，可助火焰由火柴头外层烧至火柴枝顶端。然后，火柴浸在制造火柴头的混合物中。安全火柴的火柴头含有硫磺和氯化钾，硫磺的作用是产生火焰，氯化钾则用于供应氧。

火柴头干后，火柴枝被击落，掉在输送带上的火柴盒内匣里。

火柴盒的外匣在另一行平行的输送带上。两条输送带每隔数秒就停下来，内匣被推进外匣里。匣子两旁加上涂有赤磷的划纸，造成擦面。若是一擦即着的火柴，摩擦面则由玻璃砂纸或含砂树脂制成。

炸药的发明

炸药源于中国，大约在唐代，我国已发明火药（黑色炸药），这是世界上最早的炸药。宋朝时，黑色炸药已经用于战争，它必须用明火点燃，爆炸力也不大。

1831年，英国人比克福德发明了安全导火索，使炸药的应用条件得到了极大改善。黄色炸药威力较大，它是由瑞典化学家、工程师和实业家诺贝尔发明的。1846年，意大利人索布雷罗合成硝化甘油，制成了液体炸药。这种液体炸药，爆炸力强，但使用时极不安全。1859年，诺贝尔父子俩又对硝化甘油进行研究，最后用“温热法”对硝化甘油进行了较为妥善的处置。1862年，他们建起了一座炸药加工厂，专门生产经过处理的炸药。但投产不久工厂就发生了爆炸，诺贝尔的父亲被炸成重伤，弟弟被炸死。为此，政府禁止重建炸药工厂。为了寻求减少搬动硝化甘油时发生危险的方法，诺贝尔把试验室搬到了一只驳船上，在船上进行试验。1865年，他发明了雷汞雷管，与比克福德发明的安全导火索并用，成了硝化甘油炸药等高级炸药的引爆手段。在试验过程中，他发现硝化甘油被干燥的硅藻土所吸附以后的混合物运输时很安全，而后又经过反复研究，不断改进，终于研制出了运输安全，性能可靠的黄色炸药——硅藻土炸药。随后又开发成功一种威力更大的同类型炸药——爆炸胶。10年后，他又研制出了第一批硝化甘油无烟火药弹道炸药。

此后，各个国家的科学家们研制出了一代代的更高级的炸药，炸药的用途也越来越广，爆炸力越来越大，但安全度和可靠性却越来越高，用量却越来越少。时至今日，炸药除了军事以外，其他各个领域都得到了广泛的应用。

合成染料

朋友，当你走在大街上，看到人群、车辆及建筑物构成的那五光十色的景象时，你是否会想到，这主要是染料给生活增添的色彩呢？100多年前，生活的色彩还没有今天这样地丰富多样，因为那时染色还非常困难。谁要想把布料染成自己喜爱的颜色，只能用茜草、郁金、蓝靛、大黄、红花等植物的根、叶和皮之类的汁来染色。由于这些植物染料种类不多，数量也少，而且染出来的东西色泽不够明亮，还不能满足人们对色彩的爱好与需求。

直到化学合成染料出现后，才解决了人们对色彩的需求。而这项化学上最重要的发明，是由英国人柏琴完成的。

19世纪40年代，非洲的英国殖民地曾流行疟疾。奎宁是治疗疟疾的特效药，但是天然的奎宁产量少，满足不了需要。

当时任英国皇家化学学院院长的霍夫曼为了用人工方法合成奎宁，开始研究从煤焦油中提取奎宁的办法。1856 年，霍夫曼收了一个积极热情的 18 岁研究生，这就是柏琴。

柏琴在自家庭院角落的一间小屋里夜以继日地进行实验，连节假日也不休息。他用煤焦油制取了一种苯的化合物叫甲苯胺，想使它再通过一些化学变化变成奎宁，但失败却接踵而至。

于是，他又从煤焦油的另一个成分——苯胺盐想办法。在合成的最后阶段加重铬酸钾进行氧化时，他没有得到所希望的白色奎宁结晶，却得到了一种黑色的粘稠液体。

柏琴没有灰心丧气，他想看看这种黑色沉淀物到底是什么。于是，他向瓶子里加了点酒精。顿时，黑色液体沉淀溶解成了鲜艳的紫红色。这一来，更证明它不会是奎宁。

试验失败了，但聪明的柏琴却注意到了那鲜艳漂亮的紫红色。他想：能不能用它来作染料呢？于是，柏琴拿块布片放进去进行试验。结果，布片初步染成了同样的色彩，而且美观鲜艳，这就是第一种合成染料——苯胺紫。

柏琴获得合成染料的发明专利后，就说服他的父亲，在哈罗附近建起了一个印染厂。经过改进，生产出一种淡紫色染料，深受女士们的欢迎。就连当时的英国女王维多利亚也非常喜爱这种颜色，有一次她穿了这种颜色的裙子出席一个集会，很快产生了强烈的广告效应，人们竞相模仿，风靡一时。

柏琴 35 岁时，就因生产这种染料而成了巨富。后来他不愿再继续经营染料工厂，便重操旧业，开始从事化学研究工作。

苯胺紫的发现极具偶然性，但这一发现却是化学上的一个重大突破，它开辟了新的研究道路，也为化学工业和人类生活增添了光彩。

材料科学

“灌钢”小考

世界上，在 1740 年坩埚制钢法发明前，最先进的制钢技术当属中国古代的“灌钢”冶炼法。

“灌钢”又称“团钢”。它是由生铁和熟铁合在一起冶炼得到的一种含碳量较高、质地均匀的优质钢。这种方法在南北朝时期就已经发明。除无名英雄外，从有关文献的记载上看，这种先进的制钢技术最初的实践者是北朝东魏北齐间（公元 550 年前后）的著名冶金家綦母怀文。

綦母怀文曾在北齐的信州做过刺史。他炼造了一种“宿铁刀”，这“宿铁”就是后来的“灌钢”。《北史·艺术列传》中记载：

“怀文造宿铁刀，其法烧生铁精，以重柔铤，数宿则成刚（钢）。以柔铁为刀脊，浴以五牲之溺，淬以五牲之脂，斩甲过三十札。”意思是说，怀文造有宿铁刀。他的方法是选用品位高的铁矿石，冶炼出优质生铁，然后把液态生铁水灌注到熟铁上，几度熔炼，就变成了钢。炼成后，以熟铁作刀背，用钢作刀刃，用动物的尿和油淬火。用此法打造的刀，一下可砍断 30 多块叠在一起的胄甲片。

从上文中可知，怀文不仅实践了灌钢冶炼法，还创造了畜尿和油脂两种淬火介质。这是他的一项伟大创新。在他之前，淬火介质均是水。而怀文则

扩大了淬火介质的使用范围，用不同的介质可以获得不同的冷却速度而生成不同性能的优质钢。

灌钢法的发明和推广，具有重要的意义。隋唐时期开始流行，至宋时，风行全国，并有所创新和改造。沈括在《梦溪笔谈》中，首次提到了“灌钢”一词：

“世间锻铁所谓钢铁者，用柔铁屈盘之，乃以生铁陷其间，封泥炼之，煅令相入，谓之团钢，亦谓之灌钢。”

至明代，这一技术又有提高。宋应星在《天工开物》中记载了当时的工艺：

“凡钢铁炼法，用熟铁打成薄片如指头阔，长寸半许，以铁片束包尖紧，生铁安置其上（广南生铁名堕子生钢者，妙甚），又用破草覆盖其上（粘带泥土者，故不速化），泥涂其底下。洪炉鼓鞴，火力到时，生铁先化，渗淋熟铁之中，两情投合。取出加锤，再炼再锤，不一而足。俗名团钢，亦曰灌钢者是也。”

不难发现，明朝灌钢的冶炼方法同宋代大不相同：人们不再用泥封炉，而改用涂泥的草遮盖；不把生铁片嵌在盘绕的熟铁条中，而把生铁片覆盖在捆紧的些许熟铁薄片上。这两种方法的改进意义重大。杨宽先生在《中国古代冶炼技术发展史》一书中做了精辟的分析：“他们不用泥封而用涂泥草鞋来遮盖，一方面是使炼钢炉依然能够从空气中得到氧，使生铁在还原气氛下熔化；一方面是使大部分火焰反射入炉内，以提高冶炼温度。他们把熟铁打成薄片后夹紧捆住，无非使生铁的铁液能够灌到若干熟铁薄片的夹缝中，增加生铁和熟铁的接触面，使熟铁易于吸收生铁的铁液，能够使碳分均匀地渗入。”

明朝还产生了一种新型的灌钢冶炼法，即“苏钢”冶炼法。

相传苏钢是由江苏人发明的。唐顺之在其《武编·前编·铁》中对炼法有简略记载：“以生铁与熟铁并铸，待其极熟，生铁欲流，则以生铁于熟铁上，擦而入之。”这一方法出现后，在明末、清时盛行。近代仍有用此法者，而方法又有进步。它的特点是：

炼钢时，先将未经煅打的熟铁置于炉内，鼓风加热两分钟。再用火钳夹住铁一端斜放炉口内，再鼓风加热。当温度升到 1300℃时，斜在炉口内的生铁一端开始熔化，滴铁水，这时，炼钢工人用大铁钳夹住生铁在炉外一端，左右移动，将铁水均匀淋在熟铁上，同时不停翻动熟铁，使熟铁各部均匀地吸收铁水。淋两次，将熟铁煅打。去杂质后，即得钢坯，俗称“团钢”。

以上介绍的“灌钢”的各种工艺是先进的科技成果。正是由于他们的发明创造，使我国的炼钢技术立于世界之林，成为我国人民的骄傲。

“百炼成钢”探源

百炼成钢是一句成语，比喻只有经过多次的磨炼才能成才。而对于其来源很少有人问津。其实，百炼成钢这句成语是来自我国古代的一项独特的炼钢工艺。

我国在春秋时就有了炼钢生产。而最初的钢都是海绵铁。炼钢时，把海绵铁放入炉内，让它在受热中渗碳。到一定温度后拿出来煅打，这就是最早炼成的钢。后来人们在冶炼中发现，反复加热煅打的次数越多，钢件越硬。

所以，在以后的生产过程中，工匠们都有意地增加煅打加热的反复次数，并作为一种国家的工艺固定下来了。这就是百炼成钢工艺的起源。

我国的百炼钢技术的萌芽出现在西汉时期。根据有关学者的考证和对河北省满城西汉中山靖王刘胜墓中出土的钢剑和错金书刀的分析，这些刀剑均是用碳钢制成的，而质量大大超过了战国时期的钢制品，含碳不均的现象明显减少。这都是反复加热锻打的结果。

东汉时，百炼钢工艺已趋成熟。当时“炼”的工艺分为“三十炼”、“五十炼”、“百炼”等，从解放后出土的文物中已得到证实：

1974年山东临沂地区苍山汉墓出土了一把环首钢刀，刀身刻有“永初六年五月丙午造州涑大刀，吉羊（祥）宜子孙”，可知是“三十炼”工艺制成，北京钢院的专家对这把刀进行检测，证实其含碳量为0.6%~0.7%，是用块炼铁作原料，加温后反复折叠锻打而成。

1978年，江苏徐州铜山县驼龙山汉墓出土一把钢剑，长109cm，剑身長88.5cm，宽1.1~3.1cm，脊厚0.3~0.8cm。剑把正面有错金铭文：“建初二年（公元77年）蜀郡西工官王惜造五十涑（炼）△△孙剑△。”铭文说明此剑是用“五十炼”工艺制成的。

1961年，日本奈良县栢本东大寺山古墓，出土了一把中国东汉中平年间制造的大钢刀，上有铭文：“中平△年5月丙午，制造支刀，百炼清刚（钢），上应星宿，下辟不祥”。可知此刀为“百炼”工艺制成。

百炼技术在三国时广为运用。曹操下令工匠为他铸造五把宝刀。工匠经三年完成，其中两把自己留下，余者三把分给三子。

五把刀用三年才完成，可见工艺之复杂。继曹操铸后，儿子曹丕于公元219年也曾命国家级的冶炼家，挑选最精良的金属为其造兵器。结果炼成三把宝剑、三把宝刀、两把匕首和一把露陌刀。这些兵器都是用百炼工艺制成。为此，曹丕为五种兵器分别起了名字。

同时期，蜀汉、孙吴的百炼技术也很高。刘备让蒲元造了500把宝刀，上刻“七十二炼”，也就是说500把刀也是经过近百次的反复锻打才铸成的。

魏晋南北朝是百炼钢的鼎盛时期，此后，由于其他炼钢方法的出现被逐渐取代。而在一些民族地区，从宋代以来，大多用百炼或数十炼的钢制刀。南宋初年，著名学者曾敏行在《独醒杂志》中谈到：

“我住在湖南时，常常看见瑶族人到寺庙里去拜神。他们瑶族男人每人都有佩剑。这些剑是黄色的钢铸造的，也只有蛮族部落的人才造这种剑。瑶人有个奇特的风俗，每当有人家生了儿子，所有来看孩子的亲戚朋友，都必须带上一块铁，扔到这家盛有水的木盆里去。孩子长大成人后，在他的婚礼宴会上，再把这些赏铁的朋友们请来，并拿出木盆里的铁反复炼上一百次，成了最优质的钢。用这种钢打的剑，一点杂质没有。这样，最初获得铁块的孩子，长大后便有了一把锋利无比的剑。这剑一挥，就能把树拦腰斩断。有人曾经访问过那里的老铁匠，他们说造这种剑的钢为‘到钢’，也就是要炼到一定程度的钢。”

对于百炼钢的记载，古文献中最详细的是沈括的《梦溪笔谈》，其中有：“予出使至磁州锻坊，欢炼铁，方识其钢。凡铁之有钢者，如面中有筋，濯尽柔面，则面筋及见，炼钢亦然。但取精铁锻之百余火，每锻称之，一锻一轻，至累锻而斤两不减，则纯钢也，虽百炼不轻矣。此乃铁之精纯者，其色清明，磨宝之，则黯然青且黑，与常铁迥异。”

试金石来历

试金石的说法在日常生活中经常提起，例如……是区别真假马克思主义的试金石。那么究竟什么是试金石？为什么叫试金石呢？

试金石是一种坚硬、密度大、表面光洁的黑色石头。通常为含碳的硅质岩石，还有石黄铁矿和蛋白石等矿物成分。它是检验黄金成色的简易工具，只要用黄金在试金石上画一条纹便可看出黄金的成色。试金石在哪个国家发现的目前尚无定论。虽然古希腊人在公元前 6 世纪就有文字记载，但我国的试金石也是自己发现的，并非从国外引进。我国地质界先驱章鸿钊所著《石雅》一书中认为试金石源于砥砢。公元前的《禹贡》《山海经》《淮南子》等书中，都能找到有关砥砢的记载。人们采用试金石很可能是受磨刀石的后发的结果。我国的试金石多来自四川。现在我国用的试金石多是用南京雨花台一带的雨花石来制作的，只有墨色而质地细润的雨花石才是理想的试金石原料。

话说黄金

黄金亦称金，是一种密度大、亮黄而有光泽、用途十分广泛的贵金属。

黄金的发现据说是原始的土著人。当时他们并不认识黄金，也不知其价值，只将其作为普通金属使用。他们把黄金当做是“黄色的石头”。据考证，目前所知道的记录黄金的最古老的文献是旧约《圣经》。在《圣经》中“创世纪”的第二章记载着：伊甸园中有一条河，分成 4 支向下游流去。第一条河叫比安河，环绕着产有黄金的哈比拉地区，这里的黄金属上质。对于人们发现了黄金的价值的记载也是在《圣经》中。《圣经》中“创世纪”第十三章记载着：“亚伯拉罕拥有相当多的金银家畜”，由此可见当时人们已经认识到了黄金是很有价值的财产，把黄金与家畜放在了等同的位置上。把黄金作为货币使用最早可追溯到公元前 6 世纪的里底亚。里底亚王克罗耶斯考虑到黄金的稀缺性，因而把黄金制造成货币作为商品交换的媒介。从此以后，黄金的价值引起了人们重视。在公元前 546 年，波斯消灭了里底亚，也开始仿效里底亚王克罗耶斯用黄金铸成金币作为商品流通的媒体。公元前 333 年，波斯又被亚历山大帝国消灭，于是希腊广制金币用于商业，并规定个人可以拥有金币或黄金制品，因此，大批的金匠涌现出来。到了公元前 1 世纪，黄金制造的装饰品、美术工艺品开始盛行。古罗马在不断的战争中开辟了疆土，同时把各地的黄金亦作为战利品搜刮回国，并占领了其他国家的黄金产地，使罗马的黄金存量与日俱增。随着黄金的增多，黄金首饰业也日益兴隆，人们有了佩带黄金首饰的习惯。

钢筋混凝土的诞生

钢筋混凝土是用钢筋做内架的混凝土，它在世界各国的建筑上大显神通。钢筋混凝土源于法国。法国花匠蒙尼亚经常移植温室花盆中的花，一不小心就会打碎花盆。他首先用木盆代替，但木盆造价太高。当时水泥已得到了应用，蒙尼亚使用水泥做花盆。虽然水泥盆较坚硬，但仍容易破裂。1868

年的一天，蒙尼亚终于想出一个好办法，他在水泥花盆的外面缠上几道铁箍用以加固，为了花盆美观，他又在那些铁箍外面涂上一层水泥，硬结后，他发现这种花盆特别坚固，不易破裂。后来，蒙尼亚又用钢丝作骨架，然后在钢丝骨架外面抹上水泥，硬结后就成了美观坚固的花盆。后来人们把这种方法应用于建筑，便诞生了钢筋混凝土。

古老的建筑材料——砖

砖是最古老而重要的传统建筑材料，它的出现年代久远。《旧约全书·创世纪》上说：“他们彼此商量说，来吧，我们要作砖，把砖烧透了。他们就拿砖当石头，又拿石漆当灰泥。他们说，来吧，我们要建造一座城和一座塔，塔顶通天……”

在大约 7000 年以前，砖是用手做的，还没有出现专门用的模子。在耶利哥城有残存下来的公元前 5000 年的砖，样子像是短短的法式面包。

砖的作用是建造房屋的。据考证，古巴比伦王国的城市就是用砖砌成的。以后巴比伦人的建筑技术传给了尔后的亚述人。目前已发现早期的埃及王朝也是利用砖来建造房屋的。

大约在公元前 3500 年，美索不达米亚地区的手工砖，其制作方法是：把砖放进砖窑里烧，而不是放在太阳底下晒。在此之前，砖的尺寸很大。为了便于烧制，缩小到现在用来盖房子的砖那样大。

由于大量生产烧制的砖成本很高，所以烧制的砖在当时主要用于建造建筑物中最重要的部分。建于公元前 2000 年的乌尔城大塔，就主要是用晒干的砖建的，每隔一段加一层芦席以加强承重能力。烧制的砖只用来砌塔的包层。

随着制砖技术的发展，后来又出现了用上釉的办法烧制出的砖。目前已发现在约公元前 1000 年左右，美索不达米亚人进行过这方面的试验。

从历史发展看，罗马人制砖的技术是很先进的，他们的技术可能来自埃及人和希腊人。但在罗马帝国灭亡之后，欧洲的制砖技术便失传了。虽然英国在 13 世纪已有砖建筑，但是直到亨利八世统治时期才开始广泛地用砖作建筑材料，而且只用来建造一些显赫的建筑。

01

玻璃的发明

关于玻璃——这一现代生活中司空见惯的建筑材料的发明过程，有一段颇富传奇色彩的故事：

很久以前的一个阳光明媚的日子，有一艘腓尼基人的大商船来到地中海沿岸的贝鲁斯河河口，船上装了许多天然苏打的晶体。对于这里海水涨落的规律，船员们并不掌握。当大船走到离河口不远的一片美丽的沙洲时便搁浅了。

被困在船上的腓尼基人，索性跳下大船，奔向这片美丽的沙洲，一边尽情嬉戏，一边等候涨潮后继续行船。中午到了，他们决定在沙洲上埋锅造饭。可是沙洲上到处是软软的细沙，竟找不到可以支锅的石块。有人突然想起船上装的天然结晶苏打，于是大家一起动手，搬来几十块垒起锅灶，然后架起木柴燃了起来。饭很快做好了。当他们吃完饭收拾餐具准备回船时，突然发现了一个奇妙的现象：只见锅下沙子上的东西晶莹发光，十分可爱。

大家都不知道这是什么东西，以为发现了宝贝，就把他收藏了起来。其实，这是在烧火做饭时，支着锅的苏打块在高温下和地上的石英砂发生了化学反应，形成了玻璃。

聪明的腓尼基人意外地发现这个秘密后，很快就学会了制作方法，他们先把石英砂和天然苏打搅拌在一起，然后用特制的炉子把它们熔化，再把玻璃液制成大大小小的玻璃珠。这些好看的珠子很快就受到外国人的欢迎，一些有钱人甚至用黄金和珠宝来兑换，腓尼基人由此发了大财。

当然，这个故事是否真实可信，已难以考查，但实际上，早在公元前 2000 年，美索不达米亚人就已开始生产简单的玻璃制品了，而真正的玻璃器皿则是于公元前 1500 年在埃及出现的。从公元前 9 世纪起，玻璃制造业日渐繁荣。到公元 6 世纪前，在罗得岛和塞浦路斯岛上已有玻璃制造厂。而建于公元前 332 年的亚历山大城，在当时就是一个生产玻璃的重要城市。

从公元 7 世纪起，阿拉伯一些国家如美索不达米亚、波斯、埃及和叙利亚，其玻璃制造业也很繁荣。它们当时已能够用透明玻璃或彩色玻璃制造清真寺用的灯。

在欧洲，玻璃制造业出现的时间比较晚。在大约 18 世纪之前，欧洲人都是从威尼斯购买高级玻璃器皿。一个伦敦商人于 1669 年 9 月 17 日寄给威尼斯玻璃制造商的一封信中写道，“……我们特别需要平的玻璃板，请不要把包好的镜片玻璃放在装酒杯的箱子底下运输！最好用一两个牢固的箱子仔细包装……”这种情况随着 18 世纪欧洲人雷文斯科特发明一种透明性更好的铝玻璃逐步改变，玻璃生产由此在欧洲兴盛起来。

纸的起源

纸的发明，在人类历史上所起的作用是无所谓强调也不会过份的。这是因为，人类文化的发达，全靠世代流传和不断积累，而传播和积累都离不开纸。

纸是中国四大发明之一，最早的纸并不是人们有意研制成功的，而是对生产中的副产品加以利用和改进的结果。中国很早就开始用蚕茧制成丝绵。人们先把蚕茧煮后铺在席上，再把席浸在水里，捣烂蚕茧制丝绵。丝绵取下以后，席上还留下一层薄薄的丝纤维，晒干后就成为纸，这种纸叫絮纸。“纸”字偏旁有“𦃟”，就是这个道理。

西汉时已经有了这种絮纸，它很薄，不适宜书写，产量也很少，不能取代木简。1957 年中国曾发现了公元前一世纪前后的西汉灞桥纸，这种纸用大麻纤维制成，比较粗糙。当时技术传播缓慢，它可能没有广泛生产和使用。

公元 105 年，蔡伦把造纸技术改进和提高了。蔡伦，字敬仲，桂阳（今湖南来阳）人，是汉和帝时的太监，曾负责监制御用器物。他总结了西汉以来造纸的经验，进行了大胆的试验和革新。在原料上，除用破布、旧针网等废旧麻类材料外，同时还采用了树皮，从而开拓了一个崭新的原料领域在技术工艺上，除淘洗、碎切、泡沤原料之外，还开始用石灰进行碱液烹煮。这是一项重要的工艺革新，既加快了纤维的离解速度，又使植物纤维分解得更细更散，大大提高了生产效率和纸张的质量。蔡伦把这批纸献给朝廷，大受皇帝赞赏。从此，造纸技术在全国推广起来。

造纸技术先传到朝鲜和越南，7 世纪又从朝鲜传入日本，8 世纪中叶才从

中亚传到阿拉伯。阿拉伯人在撒马尔汗等地建立的第一批造纸工场，它的造纸技术是由我国造纸工人亲自传授的。从公元 751 年起，阿拉伯人垄断欧洲的纸市场有 400 多年。公元 1150 年阿拉伯人征服西班牙，在那里开设了纸厂，直到公元 1212 年罗马教廷征服了伊斯兰教统治下的西班牙，造纸厂才在欧洲迅速发展起来。

在中国造纸技术传入欧洲以前，欧洲是用羊皮和埃及出产的草纸做书写材料的。

是谁发明了避雷针

避雷针是防止建筑物等遭雷击的装置。现代的高层建筑几乎都有避雷装置。而避雷针最早是由谁发明的呢？

目前大部分书刊都认为是美国学者本杰明·富兰克林最先发明的：1752 年 7 月的一个雷雨天，美国学者（英国移民）本杰明·富兰克林冒着生命危险作了一个震动全球的吸取天电试验。他把一个大风筝飘入高空，当雷电出现后，挂在风筝线上的金属片便发出电的火花，从而证明了他提出的“闪电是和物体摩擦时所生成的电相同”的理论观点。同时他又发现了当闪电或雷击时，可以由导线将雷电导入地下而使建筑物免遭雷击，从而发明了避雷针。

实际上，避雷针在我国出现最早。据《谷梁传》《左传》《淮南子》等著作记载，在我国南北朝时期即出现了为防止雷击而在建筑物上安装“避雷室”。宋朝以来，许多建筑物都有不同形式的“雷公柱”。广西真武阁四柱不落地，德庆县文庙四柱不顶天，都是古代建筑师为使厅堂的人有地方避开雷击，消除了电学上所称“跨步电压”的危险。

1688 年，法国人马卡连在游历我国后，写了一部书，名叫《中国新事》，他在书中写道：“……屋顶的四角都被雕饰成龙头的形状，仰着头，张着嘴。在这些怪物的舌头上有一根金属蕊子，这金属蕊子的末端一直通到地里，如果有雷打在房屋上，它就会顺着舌头跑到地里，不会产生任何危险。”这说明我国的避雷针已经同现代的避雷针原理相同。从时间上看，1688 年马卡连来中国游历，本身已比富兰克林的实验早了 64 年，那么避雷针的出现最早的应属中国。如果以避雷装置出现的时间而论，中国在南北朝就已经有了。是谁发明了避雷针已不言自明。

其他

动植物分类与《尔雅注》

提起《尔雅》，人们都说它是中国古代最早的一部解释词语的著作。其实不然，它同时也是最早的一部动植物分类的工具书。《尔雅》的作者当是动植物分类图示法的首创者。自从《尔雅》这部著作问世后，人们对动植物研究时，都把这部书当作必读的教科书。历史上曾记载过这样一件轶事：

东汉初年的一天，光武帝在灵台大宴群臣。一人上前后奏光武帝：“陛下圣德无边，天下生灵皆受陛下的恩德。现有一异鼠非同寻常，请陛下观赏。”说着，便把异鼠献给了皇帝。

光武帝一看那“异鼠”，十分高兴。只见它有拳头大小，身上绒毛黑光

油亮，又有豹斑花纹作为点缀，两只小眼睛滴溜溜地转。赏毕，回头问献鼠之人：“你知道它叫什么鼠吗？”

献鼠人答不知。又问在场的大臣：“其他人有人知道吗？”

在场的大臣都愣住了，他们面面相觑，不知如何是好。

这时就见终军官窦攸起身答道：“这是鼯鼠，《尔雅》一书有记载。”

光武帝半信半疑，心想名流学者都答不上，你怎么张口就来。于是命人去查看，验证一下是否有此说法。过了一会，秘书官启奏：

“窦终军所言不差，《尔雅》确有记载，请龙目御览。”

光武帝一听非常高兴，立赐窦攸帛百匹，对指示五公大臣们说：“今后，你们要好好向窦终军学习《尔雅》，别一问三不知。”

可见，当时人们已把《尔雅》当作了识别动植物的必读书。

由于《尔雅》成书较早，在相传过程中，部分文字脱落，甚至写了错字、别字，再加上文字古朴，后人更难以理解。为此，出现了一批为《尔雅》作注的人，其中有名的是晋代的郭璞，他的注释广征博引。他通过把自己在实践中获得的知识与《尔雅》中的内容融汇在一起，对动植物的通名、别名进行了详尽的注解，并对多种动植物的形态与生态特征作了形象生动的描绘，丰富了《尔雅》的内容，推动了生物学的发展。

例如，《尔雅·释鱼》在讲鲟黄鱼时，仅记名为“鼈”，注有其他解释。而郭璞在注解时，则进行了详尽的描述：“鼈，是一种大鱼。它的样子像鼈，但鼻子短，口在颌下，体有斜形甲，没有鳞，同为黄颜色。大的鼈鱼能有二三丈长，现在江东人称它为黄鱼。”

又如，“鼯鼠”在《尔雅·释鸟》仅记其别名是“夷由”，郭璞则注释成：“鼯鼠，形似蝙蝠，肉翅。翅、尾、项、胁部等处的毛为紫红色，背上的毛为青灰色，腹下的毛为黄色。它的嘴边颌下杂缀着白色。脚短爪长，尾巴长三尺左右。会飞而且能喂养小鼯鼠。飞翔时，能从高处往下滑翔，但却不能从下往上起飞。”

再如，“柱天”在《尔雅·释草》也只记了别名为“摇车”，并未加以说明。郭璞详解为：“蔓生，细叶，紫花，可食用。现俗称翘摇车。”郭璞的这些描述，虽然还不够精细，但却大大发展了《尔雅》的分类描述，并为后来的动植物分类研究奠定了良好的基础。不仅如此，他对生物学的重大贡献更在于他创造了动植物分类研究的图示法，为后人深入研究动植物提供了新的途径。

郭璞是一位博学多才的人，在许多方面都有建树。当时他在人们的心目中有很高的地位。而当时的地位绝不是凭空得来的。他一生写了许多优美的文学作品，注释了大量的古籍。他所注释的古籍，除《尔雅》外，还有《山海经》《穆天子传》《楚辞》《三苍》和《方言》等，为后人留下了丰富的科技文化遗产。尤其是对《尔雅》的注释，使《尔雅》所包含的分类思想不仅得以保存，还使得原来难读的《尔雅》，变得易读且能够利用。著名的《证类本草》，就大量吸收了郭璞注释的《尔雅》的许多成果。而《证类本草》正是明代医学家李时珍写作的《本草纲目》的蓝本。由此可见，郭璞在人们心目中的地位是靠自己在多方面的突出贡献而赢得的。

DNA 双螺旋的沉与浮

生物学家们费尽周折后，遗传学诞生了。然而命运对它却是如此的不公平，当它刚刚出生时，便遭遗弃，几经沉沦，终于成了执掌生物牛耳的“巨人”。

豌豆杂交试验

奥地利有一个原本不知名的神父孟德尔，经过了 8 年的“豌豆杂交试验”后，终于发现了遗传学分离和自由组合规律，从而成为遗传学的开山鼻祖。

孟德尔出生于农民家庭。他从小对植物就产生了极大的兴趣，成年后最终把注意力集中在豌豆上。因为豌豆有许多品种，它的植株高度、花色、种皮的颜色等性状非常稳定地传给子一代，作试验非常方便。例如，开红花的植株与开白花的植株杂交后，下一代总是清一色的红花；圆形种子和皱形种子杂交，下一代总是圆形种子。

为什么在杂交子一代中一个亲代性状隐藏起来了呢？是否永远消灭了？孟德尔又决定做子二代杂交试验。

在子二代中，祖父祖母的性状都出现了，而且是 3：1，例如红花与白花子二代中为 $\frac{3}{4}$ 红花， $\frac{1}{4}$ 的白花。这就是著名的遗传学第一规律。他依次又做了 8 年的试验，以极其深邃的思想和独特抽象思维，揭示了遗传的基本规律，开创了遗传学史上的一个新纪元。

苍蝇实验室

遗传的另一位大师摩尔根曾经和他的学生组成一个思想活跃，工作效率很高的集团，他们为了进行研究，曾在实验室中喂养着几十万只苍蝇，其目的是探讨近亲交配的后代的成活率怎样。

由于摩尔根谙熟孟德尔的遗传规律，他利用果蝇这个好材料，观察了超过 4000 方只果蝇，得出了性状是一种叫基因的物体控制的，这个“指挥师”位于细胞内一种被染上颜色的物体——染色体上，从而建立了染色体——基因理论，奠定了近代遗传学这座大厦的基石。

“双螺旋”问世

摩尔根和他的助手们的遗传染色体理论被人们广泛承认，但毕竟是一种形式。动植物遗传性状和基因之间有一段脱节，亦即有一段空白令人迷惑不解。染色体上必有一个内涵物，来承担这种驻关把守的角色。

这个内涵物由于细胞核内有酸性，所以叫核酸。很久以前就发现了它，但 70 年来无人问津。1944 年美国科学家艾弗里发现，核酸似乎是遗传性状的载体。他进行了一项试验，把由多糖构成外壳的微生物取来，从中分离出核酸然后又把这种核酸“注射”到没有外壳的一种同类微生物内，结果奇观出现了。那原先没有外壳的微生物，居然长出外壳来了。而且，这种从外界得来的特性，竟然又一代代地传下来了。

艾弗里的试验，激起了科学家们的兴趣，也坚定了他们研究核酸的信心。半个世纪以来，科学家为指示核酸的结构进行了顽强的奋斗，1953 年底，英国物理学家克里克与美国生物学家瓦特森收集了所有核酸的研究资料，提出 DNA 双螺旋模型，引起了生物学的巨大革命。

按二人的假设，那脱氧核糖核苷酸彼此成对结合组成梯子，而磷酸留在外面组成“扶手”碱基像楼梯一样，级级升高。在相互联结中表现出一个主要的原则，即碱基配对，也叫碱基互补。

DNA 双螺旋一问世，震惊了世界各国的科学家。这是近百年来生物科学的最大进步。

试读“天书”

核酸就像一部“天书”，隐含着生命的全部秘密。只有识破这部天书，才可能解开生命之谜。

脱氧核糖核酸贮存着生物的全部遗传信息。这些信息以怎样的形式来表达的呢？

整个生命世界就像电报一样靠另一套遗传密码，保持稳定的世代相传。它能一字不漏地将遗传性状传给子孙后代。

科学家曾从古墓中得到莲子，然后加以培育，结果跟现代荷花一样。

不久前，有人把 5000 多年前埃及的木乃伊拿来研究，发现其中生物大部分蛋白质，和现代人几乎没有差别。

几千年来，人已更换了一二百代，植物更换了几千代。而生物代代变迁，但却不丧失其特性，为什么？因为这一套密码规范了它的行为，所以变化很小。

DNA 是由 4 种核苷酸组成的。遗传密码就寓于这 4 种核苷酸无限多样的排列顺序中。它们呈线性排列，300~2000 个核苷酸碱基对组成一个信息功能单位，即一个基因。

在 300~2000 个字母数目范围内变换花样，能编出多少个词汇呢？单是 4 个核苷酸本身就有 64 种不同的排列方式，一股 100 个核苷酸链，就有 10^{56} 种排列。

因此，DNA 上贮存着惊人的信息量，就像宇宙一样无穷大。DNA 碱基与氨基酸两者有什么对应关系呢？

人之初，性本善，性相近……如果读成人之，初性本，善性相……又会如何？

植物细胞全能

300 多年前，有一个英国科学家叫列文·胡克，他用一双灵巧的手制成了显微镜，对微观世界探幽。他在他出版的《显微图》——一本美丽的画集中，描述了他所看到的奇形怪状的微观世界，令科学家惊叹不已。其中有一幅全是紧紧连着、像蜂窝一样有无数小孔。胡克说这是用显微镜观察软木切片后描绘出来的。显然，软木这样一幅图画，是人们前所未见的，胡克把这些孔洞称为“细胞”。细胞原在希腊文中是小室，如同囚犯或僧侣住的小房子，从那以后，生物学家才经常应用细胞这个字眼。

现在知道，无论是植物、动物或人，细胞就像筑成高楼大厦的“砖”一样，构成整个有机体。任何有生命的东西，无论是多么复杂，何等庞大，也多是以一个细胞开始的。绿色植物小麦和玉米有上亿个细胞。骆驼和老鼠、人和鱼有什么相似之处呢？当它们还是原始状态的时候，也就是一个细胞的时候，看不出有什么两样，只是细胞不断分裂、增殖之后，才显露出差别来，所以 19 世纪科学家把细胞叫做“生命的单位”。

主张细胞是生物结构单位的理论叫细胞学说，这是 19 世纪自然科学发展史中一个重大的发现，是生物史上崭新的一页。它说明一切生物，尽管形态不一，但是它们有共同的结构单位。

每一个细胞都来源于另一个细胞，即“细胞可以生细胞”。这就是上世纪末诞生的细胞学说，从此生物学进入了一个光辉灿烂的时代。

本世纪初，德国有一个科学家，他根据细胞学说理论和园艺上插条可以长成完整植物体的实践，作了一个大胆和新颖的推论：植物细胞具有全能性，也就是说，每一个植物细胞有长成完整植物体的潜在的能力。这就是植物细胞的全能性。就像一个人，最初都具有进行各方面工作的潜能，适应不同的条件，使得某一方面的能力在某种特定的条件下得到了发展，而另一方面的潜能由于缺乏条件而没有得到充分发挥。

这一奇特而富有远见的设想给人们指出了一个大方向。尽管他当时并不能证实他所提出的假设，但却引导许多科学家为这一设想殚精竭虑，不断探索。

1958年，斯锡瓦德从胡萝卜身上单个细胞奇迹般地培养出了一个完整的植物体，在大田开花结果，从而证实了植物细胞具有全能性的理论。

正是这种富有魅力的理论和科学家们为证实这种理论所做的先驱性的工作，才发展成为被科学家们称为植物细胞和组织培养技术。我们不妨设想，如果没有这位德国天才的科学家的大胆而新颖的推论，还会有人去证实这种推论是否正确吗？果真如此的话，恐怕现在还没有植物细胞全能性的理论。因为科学本来就需要那些勇敢而不惧失败的人们。

牛痘疫苗的出现

两百多年前，天花作为一种传染病，曾严重威胁着人类的生命。在欧洲，当时由于天花蔓延，人口大量死亡，就连荷兰国王威廉二世、奥地利皇帝约瑟夫、法国国王路易十五以及俄国皇帝彼得二世等知名人物都没能幸免。如何找到防治天花的办法，成为当时世界各国的一大难题。

早在16世纪以前，中国就有“一度得过天花的人就永不得同样病症”的认识。因此，有在幼年时故意使人得天花的做法。这就是，有意识地把天花的脓汁放在孩子的鼻子里去，使他感染天花，从而不再生这种病。这种做法俗称“种花”，这种预防接种的方法18世纪经波斯、土耳其，传到了英国，可是这种方法是危险的，不少人因此而丧生。

1766年，英国人琴纳跟随一个医生行医时，收治了不少天花病人。一天，一位农场挤牛奶的女工前来看病，听到医生们在议论寻找防治天花的办法，就接上来说：“前些天花作乱，但我们农场挤奶女工却没一个得病。有人说，这是我们常接触奶牛，手上常长牛痘，才免去了灾祸。”琴纳听了若有所思，但另一位医生却说：“这跟防治天花有什么关系，难道让全世界的人都去挤牛奶。”琴纳觉得也有道理，就没有再想这件事。

十年之后，当琴纳成了正式医生，并苦苦探索防治天花的办法时，他偶然想起了挤奶女工的话。于是他专门赶到农场，对挤奶女工进行调查。结果了解到，这些挤奶女工都感染过牛痘，但都没患过天花。因为这些女工在挤牛奶时，无意间都接触过患天花的奶牛的脓浆，使她们的手上长出了小脓疱，身体也略感不适，但很快脓疱就消失了，身体也恢复正常。

琴纳从调查研究中认识到，牛痘和天花十分相似，人体中产生的抗牛痘能力也能够预防天花。根据这一推断，琴纳先在动物身上作了试验，取得了预期效果。接着，他又决定在自己的儿子身上作试验。结果，儿子接种牛痘后感染的程度很轻，很快就好了。为了证实种牛痘之后不会染上天花，琴纳又把大量的天花脓液接种到儿子身上，儿子不仅没有染上天花，连稍为不适

的现象也没出现。琴纳终于成功了。

琴纳发明的种牛痘法，在当时受到了强烈的反对。但实践反复证明这一方法是有效的，缺乏根据的反对难以成立，终于受到了全世界的欢迎。

为奖励琴纳对人类作出的伟大贡献，1802 年英国政府奖励给他 1 万英镑的重金。1806 年又奖给他两万英镑。俄国皇帝还赠送给琴纳一个昂贵的宝石戒指，作为永久的纪念。

海底隧道挖掘成功

19 世纪三四十年代，人们都认为建造水底隧道是不可能的事。而 1841 年，法国工程师布伦诺尔父子在罗瑟海斯和沃之间的泰晤士河建成了隧道，打破了这一神话。这条隧道施工时间长达 9 年，修造期间被水淹了 5 次，死亡人数至少 12 人，原因是水从河床渗入，隧道顶受不住水的压力而使河水大量涌入。

后来布伦诺尔父子发明了盾构施工法，才使隧道得以建成。所谓盾构是指用一个活动的罩架支撑在隧道工作面及其背后的泥土上，工人向前挖空几尺，就用千斤顶把罩架向前推，顶住新的工作面。盾构后面露出一段隧道用砖砌面，这样才最后建成。

1908 年，工程人员第一次建造勒希柏格隧道，试图从坎德河下穿过瑞士阿尔卑斯山脉，结果酿成惨剧，隧道顶在接近工作面的地方塌了下来，隧道很快灌满了泥水，25 人死亡。后来，在上游处基岩较坚固的地方另辟蹊径才得以建成。

在水下修建隧道是最危险的工程，除了施工的方法以外，还要求土壤要适合。例如，英吉利海峡靠近英国的一端土壤不透水，而靠近法国的一端工程师就必须有切实可行的方法应付水的压力。在当时减少水淹的方法主要是两种，一是在隧道中充满压缩空气来阻挡水流，只要隧道内气压与水压相等，就不会漏水。此法在 19 世纪曾经使用过，但是极不方便。它需要一个大压缩机和备用设备，而且工人从隧道出来时，必须逐渐减压，一般在 3 个大气压下，而工人每天只能工作 1 小时，然后又必须在减压舱等待 6 小时后才能进入正常大气压下，否则就会染上减压病。另外工具和挖出的泥土的运送也较复杂，它要通过一个复杂的气闸室系统进出隧道。

另一种方法是在挖掘前，向隧道前头的土壤注入水泥状化合物，以增加强度，称为灌浆，这样可以使土壤不易渗水。这种方法速度较慢，而且安全性也不是很高。

现代挖掘隧道是使用隧道全断面掘进机。这种大型机器不仅能挖掘土壤，而且还能像盾构一样保护工人。全断面掘进机可拖起重臂，举起沉重的预制混凝土，如今的隧道大都用这种预制块砌面。

铁路今昔

自从英国人瓦特在 1769 年制造出蒸汽机以后，许多人便着手研究以蒸汽为动力的车辆，来解决交通运输的困难。

法国人顾诺特当时也非常沉迷。他反复实验，终于在几个月后试制成一台有三个轮子的“蒸汽街道车”。这种蒸汽车有两个汽缸，每个汽缸容积为

50 升。顾诺特为他的“蒸汽街道车”取名“自行车”。“自行车”构造简单，速度也较慢。虽然如此，它毕竟是首创，所以在试行时，在法国引起了轰动。

法国陆军部对此项发明很有兴趣。尽管此车不快，但比起人走还是快得多。于是决定由顾诺特主持监造军用“自行车”，以此来装备部队，提高部队的行军速度。

顾诺特一听他的发明得到了认可，劲头更大了，没多久，就造出了一辆重约 12 吨，5 马力，每小时可行驶 7 公里多的军用“自行车”。令人意想不到的是，这辆车不久便在巴黎大街上翻车，引起了交通混乱，政府禁止自行车再次使用，顾诺特也因此锒铛入狱。

但是，这一政府行为并未吓倒从事这项研究的人。以后又有许多蒸汽机车问世。

1784 年，英国人威廉·莫洛道克又发明了一辆小型蒸汽汽车，但未曾试验便告夭折。

1801 年，英国人特列维西克制造了第一台蒸汽机车。试车的那一天，特列维西非常高兴，他邀请了朋友坐车兜风，机车行走 800 米后，突然想喝庆贺，便把车开到院内，几个人大喝起来。得意之时，不料机车的水烧干引起了大火，机车报废。几年后，他又造出一台，这一台只有一缸，机身力量小，所以走起来一摇一摆，速度缓慢。有人讥笑他的车还不如马车快，一气之下，放弃了试验。

1814 年，英国的斯蒂文逊制造了一台“半统靴号”蒸汽机车。这台机车可牵引 30 多吨货物，同时他也解决了火车脱轨的问题。试车的那天，机车上的螺栓被震松而翻了车，第一次试车失败。但是他并没有气馁，他以巨大的勇气和毅力继续研究，1825 年终于制造出世界上第一台牵引力大、运行安全的“旅行号”火车，并在世界第一条铁路上试车。

世界上第一条铁路是英国的斯托克顿—达林顿铁路。斯托克顿与达林顿相距约 21 公里，那里是产煤区，资本家渴望有一条先进的运输线。1822 年 5 月，他们聘请斯蒂文逊负责修建斯托克顿到达林顿的铁路。经过三年的施工，于 1825 年 9 月 27 日正式通车营业。这就是世界上的第一列火车和第一条铁路。

时隔 40 多年，火车和铁路的知识才传入中国。太平天国的洪仁轩是第一个倡导建造火车的人。他在《资政新篇》中，主张改革交通运输，像外国那样建造日行千里的火轮车。但因战争，没能实现。

1840 年，清政府在鸦片战争中打开了中国大门。外国侵略者无视中国主权，企图在中国修建铁路，但未得到清政府的批准。侵略者见状，便导演了一场“广告铁路”闹剧，企图来诱惑清朝皇帝。慈禧太后知道后龙颜大怒，下令拆除了广告铁路。慈禧最终禁不住诱惑，派李鸿章督建了紫光阁铁路作为御用铁路。然而火车的叫声又让老佛爷吃不消，她想了一个妙招，不要火车头只要车厢，让太监们拉着火车走，出现了前所未见的奇闻怪事。

不管是广告铁路，还是御用铁路，都不是正式的铁路，中国境内的第一条正式铁路是英国人于 1876 年在上海修建的“吴淞铁路”。这条铁路轨距 76.2cm，机车叫“先导号”，速度仅为 30 公里/小时左右。不过现在的“吴淞铁路”是 1896 年后修建的。

真正揭开中国人自行设计、自行修建铁路序幕的是堪称中国铁路之父的詹天佑。他负责修建的京张（北京—张家口）线，是中国人自己建造的第

一条铁路。

詹天佑，广东南海人，1861年出生。12岁留学美国，1876年考进耶鲁大学学习土木工程和铁道工程专业，1881年6月回国。

1905年，清政府派詹天佑为修建京张铁路的总工程师兼会办。为了给祖国争光，他日夜奋战在铁路上。他一丝不苟，精益求精，正像他所说的那样，各项工作都要做得精密细致，不能有半点马虎和轻率。在修建过程中，他攻克了各种技术难题，并创造性地设计出了“自动挂钩法”，这种挂钩法后被世界各地采用，并把自动挂钩命名为“詹天佑钩”。1909年7月4日，京张铁路完工，9月24日全线通车。这条原计划需6年才能修成的铁路，在詹天佑和工人们的共同努力下，仅用了4年的时间就竣工了，这不能不说是奇迹。10月2日的庆典上，连原来嘲讽过詹天佑的人，也树起了大拇指，连说“OK”。

为了纪念詹天佑对中国铁路所作出的重大贡献，在他1919年4月20日逝世后，人们在八达岭下的青龙桥车站，给他铸了一座铜像。现在当你路过青龙桥车站时，能看到一位年近60的铜像老人，正目光炯炯地凝视前方。

如今，我国的铁路已经四通八达，无所不至，但我们仍不该忘记詹天佑在中国铁路史上的光辉业绩。

贾思勰与《齐民要术》

北魏农学家贾思勰编写的《齐民要术》是我国保存最早、最完整的一部农书。这部书不仅在中国堪称之最，在世界上也是农业科学史上的第一部比较系统的名著。

《齐民要术》的内容可谓包罗万象。从开荒到耕种；从生产前的准备到生产后的农产品加工、酿造与利用；从种植业、林业到畜禽饲养业、水产养殖业，乃至食品加工业，凡是与人民的生计直接相关的生活资料的生产，没有不详加论述记载的。真是农、林、牧、副、渔样样都涉及。

当然，《齐民要术》的著名，并非是单单由于它内容的广泛。更重要的是它全面总结了魏晋以来400多年黄河流域旱地农业生产的宝贵经验。

自古以来，我国北方是“春雨稀少，干旱多风”，因此，在播种前怎样保墒防旱是关键所在。贾思勰总结了劳动人民同干旱作斗争的经验，并从理论上论证了各项技术措施的实施及其意义，为我国农业的发展作出了贡献。

优胜劣汰，适时播种，是劳动人民总结的又一成功经验。贾思勰在《齐民要术》中对此予以高度重视，指出，种子优劣、播种时间的早晚，直接影响农作物产量、品质及病虫害的防治。而且，对于播种前选种、晒种、浸种和用药物或肥料拌肥等种子处理方法，也总结出了一套完整的穗选、单收、单藏、单种的良好保纯防杂繁育制度，记录了水稻的催芽技术。

魏晋以前，人们主要是用抛荒制、休闲制的方法恢复土壤肥力。到了魏晋时，便出现了用施肥、轮种、合理换茬和复种来保持和改善土壤肥力的新技术。贾思勰对这些新技术加以总结推广，并将具体的操作要领写入书中。

除作物栽培技术外，《齐民要术》还记述了各种家禽家畜的饲养方法，有些方法一直沿用至今。例如，在养羊第57篇中介绍的隔栏抽草喂羊法，现在仍广泛运用于畜牧业生产中。他说：羊具有爱干燥地方和喜欢干净的特点。因此，为了避免羊群争食踩脏茭草，可在干燥的地方用桑木或酸枣木竖着围成两个圆形做栅栏，周围“五六步”左右，把茭草堆积在圆栅栏里面，草堆

高到一丈也没关系。让羊在外面绕着圆栅栏吃茭草，整天抽吃不断，从冬到春，没有不膘肥的，而且减少了浪费。又如，养鸡第 59 篇中，介绍了鸡速肥法。北魏之前，人们习惯于把鸡赶到树林中过夜。贾思勰提出了采用围墙舍养的方法，即可避免鸡飞糟踏菜园，也可免除小鸡受狐狸等侵害，而且把鸡圈起来又易使鸡肥大。

《齐民要术》对农业科学的贡献是多方面的，限于篇幅，不能一一介绍。而这部书问世后，不仅对于北魏以后的农业生产的发展起了促进作用，也为后人的进一步研究奠定了理论基础。例如，唐末，韩鄂编写的《四时纂要》，就大量采用了《齐民要术》一书的内容，若把《齐民要术》的资料删掉，《四时纂要》几乎难以成书；另外，《齐民要术》对世界农业的发展和世界农学的研究也起了很大作用。早在唐朝，就有手抄本流入日本。1744 年，《齐民要术》在日本由山田罗谷刊印出版。这也是最早的日文译本。山田罗谷为什么刊印这部书呢？这在他作的序中已经作了说明：

“我从事农业生产活动 30 多年，凡是民间生产、生活中的事，只要向《齐民要术》求教，并照着去做，没有不成功的。这是我历年来试行的经验结果。尤其是关于农业生产的具体指导，能与老农的宝贵经验相媲美的，非它莫属。因此，我特把它译成日文，并加以注解，刊成新书行世。”

继日本之后，此书又传到了欧洲。据称，达尔文就曾参阅过《齐民要术》。著名科技史学家李约瑟在《中国科学技术史》一书中给予了极高的评价。在编著此书的生物学、农学部分时，也是以《齐民要术》为主要参考书。应该说《齐民要术》作为世界农业科学史上的一部伟大著作是当之无愧的。

孙思邈与妇儿医学

在现代社会中，小孩病了看儿科，女人患了妇女病要看妇科，人们对此早已习以为常。但是你知道是谁最早提倡儿科与妇科的吗？他就是唐朝著名的民间医生孙思邈。

是什么事情促使孙思邈提倡这两个科别的呢？说起来还有两段故事。

一天，孙思邈在行医途中，见到几个人抬着一口棺材，棺材缝里还滴着血，便问死的是什么人。老太太告诉他是她的女儿因生小孩而死。孙思邈听后说：“我是个医生，请把棺材打开，或许你女儿有救。”于是他打开了棺材，按了按少妇的脉搏，发现还有微弱的跳动。他拿出银针对准穴位扎了进去，随着银针的弹动，少妇苏醒了。在孙思邈的帮助下，少妇产下了一个大胖小子。

又有一次，一个人怀抱一个浑身青紫、嘴角充满污血的小孩找孙思邈，孙思邈摸了摸孩子的胸部，发现孩子已停止了呼吸。

见此情形，孙思邈取来了干净棉花，擦去了小孩嘴边的淤血，又拔来一根大葱去掉葱叶，用葱白在小孩身上抽打起来。过了一会，奇迹发生了，小孩竟大哭起来，孩子得救了。

以后接连发生的事情使孙思邈开始思考起来：妇女病和男人的病不同，小孩的病与成人也不同，妇女病和小儿病应作专门的研究，单独设立科别。当时有人不同意他的看法，认为没有必要弄得那么繁琐。孙思邈反驳道：

“话不能这么说。妇女之所以要立专方专科，是因为她们要怀胎、生小孩和易得崩漏病的缘故。另外，女子在经期和产期，如果稍不注意，感受风

冷湿热，就很容易得病，而且得了病是很难医治的。至于小孩子，他们幼小娇嫩，略有不慎就会伤了这棵弱苗。再说他们的病症也多跟大人不同，不单立专方专科怎么行呢？没有小孩就没有大人，这是常情。所以，对小孩子更要加倍爱护照看。”

为此，孙思邈在他的名著《千金方》中，把妇女的特殊患疾和其他治疗方法独立出来，写成“妇人方”七卷，共 509 个药方，27 条针灸法，开辟了妇产科的独立内容。在“妇人方”之后，孙思邈又立“少儿婴童方”，把儿科病分为序例、初生、惊痫、客忤、伤寒、咳嗽、杂病等九类，共记药方 320 个。

可以说，孙思邈是中国主张妇、儿医学单独设科的第一人，而他的杰出成就则是为妇儿医学奠定了坚实的基础。自他以后，受他的影响又有许多医学家对妇儿医学进行专门的探讨，到了宋代，妇科、儿科便完全成了独立的学科。

孙思邈对医学的贡献在其他方面也成就卓著，例如，现在针灸的穴位，“阿是穴”就是他发明的。

一天，孙思邈的家里来了个腿疼的病人。孙思邈给他服了药，无效，用针刺治疗，仍无效。这使他深深地陷入了思考。突然一个大胆的念头从心底涌出：前人记载的穴位也都是他们从实践中摸索出来的，我为什么不能寻找这种病痛的穴位呢？于是，他让病人伸直腿，用大拇指在病人的腿上一点一点地按着，边按边问病人有什么感觉。突然病人“啊”地一声大叫起来：“是这儿疼！”

孙思邈听见叫声，立即拿出针来，对准那个压痛点扎了下去。过了一会，他问病人：“现在感觉怎么样？”

“怪了，我的腿好像不疼了！”病人回答。

拔出针来以后，病人站了起来，腿真的不疼了。一个新的穴位又由此诞生了。穴位叫什么呢？压痛病人的穴位时，病人不是叫：“啊，是……”吗，就叫“阿是”穴吧。这个名称一直沿用至今。

此外，孙思邈还创造了前所未有的手术范例。为现代外科学奠定了基础，后人根据他的方法发明了导尿术；后来，他又作过下颌骨复位手术，提出用谷白皮防治脚气，用羊靥治疗甲状腺肿大等，对我国医疗事业的发展作出了巨大贡献。

日晷·漏壶·孟漏

现在计时使用钟表，古时没有钟表怎么办呢？下面介绍几种中国计时器。

日晷

日晷是一种利用太阳的射影来测报时间的计时器。

很久很久以前，中国人的老祖宗发现当太阳移动时，树影的位置和长短也在发生变化，而变化很有规律：早晨，太阳从东方冉冉升起，树影朝西，而且显得特别长；中午，太阳在正空中高悬，这时的树影朝北，而且显得非常短；傍晚，太阳向西方缓缓落下，当太阳离地面很低时，树影朝东，而且越来越长。

这个规律的发现，使我们的祖先找到了计时方法。他们找了些石块，把

石块放在树旁，当树影移动到某块石头上时，就知道什么时刻。

这种方法试了一段时间，就发现树影黑糊糊地一大片，具体时间不好把握，于是砍了一根木棍，把它插在地上代替树木，测量时间比过去准确了许多。这便是原始的日晷。

原始的日晷用了若干年，祖先们觉得这种计时器太笨，于是一种小巧灵便的日晷便产生了。这种日晷有一个底盘，底盘的边缘刻划着标志时间的线条，有的是钻的小孔。划线或钻孔的底盘叫针盘，针盘中安放着一个竖着的指针。在阳光下，指针便映出投影，而且会随着太阳的不同位置有规律地变化着。人们只要看指针的影子投落在针盘的哪个线条或小孔上，就能知道准确的时间了。

漏壶

漏壶是以漏壶滴水在刻箭上表示出时刻的记时器。漏壶一般由铜制成，它的历史可追溯到夏、商时期。

早期的漏壶叫“沉箭壶”。它是这样制作的：在壶底部钻一个孔，壶的中间竖着一根标有刻度的箭杆。使用时，壶里装满水。随着壶里的水慢慢地从小孔里往下滴漏，壶里的水平面也逐渐地下降，箭杆露出水面的部分则越来越长。古人就用箭杆露出水面的长度来计算时间，水面上箭杆上的刻度就表示时间数字。但这种壶水位高时，压力大，水漏得快，水位低时压力小，水漏得很慢。漏速不均，记时也缺乏准确性。于是古人又发明了“浮箭壶”。这浮箭壶是在不同高度上放置三个壶，然后在它们的下面再放一个接水壶，有刻度的箭杆便放在这个接水壶中。使用时，最上面的漏壶里的水先滴入中间壶里，中间壶里的水又滴入下面的壶里，而下面壶里的水则滴入接水壶中。随着接水壶内水平面的升高，箭杆便逐渐上升，人们看箭杆上的刻度，就能知道具体时间。

漏壶的制造，据有关资料记载，我国在世界上是头一位。西方的水池钟和漏壶的功用一样，它是雅典法庭用来限制发言人的发言时间的。公元前159年传到罗马，现在雅典还存有这种遗制。但它的制造比我国的漏壶晚得多，据说它是公元前400年柏拉图时代的产物。

机械计时器

我国最早的机械计时器，隶属于天文仪器。例如，唐朝梁令瓚等人发明的“开元水运浑天仪”，北宋苏颂等人制造的“水运仪象台”等，都包含有“机械计时器”。在这些机械计时器中，已采用了颇为复杂的齿轮系统。尤其是苏颂水运仪象台中报时器里的机械擒纵器，与现代钟表里的关键机件——锚状擒纵器，作用非常相似。英国科技史专家李约瑟博士，便认为它“可能是欧洲中世纪天文钟的直接祖先”。

苏颂的报时装置虽然先进，但它仍是天文仪器的一部分。第一个把机械计时器从天文仪器中分离出来的，是元代科学家郭守敬。他的“七宝灯漏”以水作动力，采用了齿轮系统和凸轮机构，能自动报时，还饰有可以按时自动跳跃的动物模型。工艺也大大超过了前人。

郭守敬之后到明代初年，能工巧匠詹希元又创造发明了“五轮沙漏”机械计时器。五轮沙漏以流沙为动力，来驱使齿轮运转。这种计时器克服了水漏的不足，但沙料本身不可能十分均匀，因而准确性较水漏稍差。

孟漏与更香

孟漏据说是唐朝的一个和尚发明的。制造使用原理是：在一个铜孟的底

部穿一个小洞，把它放在水面上，从洞中涌入孟里，孟里的水满到一定的程度，就会沉下去。于是，取出孟，倒掉水，再重复使用。铜孟的大小重量是有一定规格的，一般一个时辰沉浮一次。

更香就是我们平常用的香作出刻度来计量时间。为了使更香的实用性更大，人们把香做得很长，并盘旋成各种形状，有的能连续燃十几天。有趣的是，有人还用更香做“闹钟”。他们在更香的某时某刻的地方悬挂一个小金属球，当香烧到这个地方的时候，金属球便会掉到接在下面的金属盘子里。这响声便提醒人们到了某时某刻了。

指南针的变迁

指南针在现代航海中广泛应用。作为中国的四大发明之一，谁不想知道它的发展历史？当你读完下文后，你就会完全清楚了。

战国时，在一座炼铁坊里，有人惊叫起来：“快看，这块石头吸满了铁屑。”大家一看也觉得奇怪。纷纷议论说：“这块石头像一位慈母抱着它的儿女。”从此，人们便给这块石头命名为“慈（磁）石”。

作坊里的人们认为这块石头是吉祥物，就将它供奉起来。过了一段时间，经常看护的人说他又看到了一个秘密，这块石头不光能吸铁，还能指示南北。他的同伴半信半疑，仔细观察后，果真如此。于是有人提议：“既然这石头这么神，我们何不多找几块，出门带上它就不会迷路了。”

功夫不负有心人，没多久，每人都找到了一块。可是使用时就费了力气，石头太大，携带很不方便。怎么办呢？大家就开始对磁石进行改造。经过反复以后，终于制造出了人类最早的指南针“司南”。司南的样子像平时吃饭用的勺子，底部是圆的，非常光滑。为了便于司南旋转，他们还制造了一个地盘。地盘用铜制成，内圆外方，中心圆面也十分光滑。中心圆和外围依次布列八天干，即甲、乙、丙、丁、庚、辛、壬、癸和十二地支。另加四维，即乾、坤、巽、艮共 24 向。使用时将小勺放于盘上，用手轻拨，小勺就会在盘上旋转，当终止时，勺柄指向南方。

司南的发明是一个进步。但天然磁石容易失磁，且体重而转动不灵，指示的方向也不精确。随着生产力的发展，人们终于发现了人工磁化的方法，于是，更先进的磁性指向仪器就诞生了。

人工磁性指向器何时问世，目前尚未确定。但在北宋年间的《武经总要》（曾公亮编）和《梦溪笔谈》中已有关于“指南针”和“指南鱼”的介绍。

《武经总要》记载指南鱼的作法是：将薄铁剪成 2 寸长，5 寸宽的鱼形，放在火中锻烧。烧红时，夹出，鱼尾对准北方，放入冷水盆中冷却，铁片就会受到磁感应而磁化。使用时，盛一碗水，放在无风处，铁鱼平浮在水面上，鱼头方向为南。指南鱼由于磁性较弱，流传不久便被指南针取代。

“指南针”在《梦溪笔谈》中是这样记载的：

看风水的人用磁石磨针尖，针尖指南。不过常常略偏东，并不完全指向南面。把磁针浮于水面，多摇晃不定；也可把磁针放在指甲上或碗边上，磁针转动就会灵敏，但容易掉下来。不如用悬丝悬挂为最好，即用一根新缫的蚕丝用芥子大小的蜡将丝粘在针腰，挂于无风处，这样磁针就会指向南方。有的磁针也指向北方。

这一段记载至少说明了三个问题，一是指明了指南针是风水先生发明

的，用的是人工磁化方法；二是指明了四种指南针的安置方法；三是沈括已经发现磁偏角，这是对物理学的一大贡献。而西方在 1492 年哥伦布横渡大西洋时，才发现磁偏角，比沈括晚了 400 多年。

指南针也需要与方位盘配合，后来指南针与方位盘连成了一体，就形成了“罗盘”。

罗盘是风水先生的法宝。后来到了航海家的手中，被当作航海的导向仪器。在指南针出现以前，航海者是利用日月星辰判定方向。当阴天时，便束手无策。东晋高僧法显访问印度等国时，于 5 世纪乘船回国。在《佛国记》中记述了海上的经历：“大海弥漫无边，不识东西，唯望日、月、星、辰而进。”唐文宗开成三年（公元 838 年），日本高僧尚圆仁来中国求法，后来写有《入唐求法巡礼行记》一文，文中记述了遇到阴雨天时的情景。他说：海上航行最怕遇到阴雨连绵的天气。因为这时看不见日、月、星、辰，让你无法辨认方向。一次，我所乘的船就遇到了这种情况。当时七嘴八舌，有的说向西北行，有的说向北行，船家也无所适从。幸好碰到波绿海浅的地方，但也不知离陆地有多远，只好等天晴。

这种情况在指南针用于航海前航海者都遇到过。而当指南针出现以后，航海就安全多了。史籍中最早记载指南针用于航海是北宋末年。当时，晚上看星斗，白天观太阳，碰到阴雨天，则用指南针定方位。不难看出，指南针最初用于航海是作为天文导航的辅助工具。而到南宋以后，它就逐渐成为主要的导航仪器了。正如人们所说，舟船往来，全靠指南针测定方位。导航人员专心致志地掌管着它，不敢有丝毫的疏忽大意，因为这关系到一船人的生死存亡。

指南针的应用，开创了人类航海事业的新纪元。举世闻名的郑和七次下西洋，便与指南针的应用密不可分。英国著名的中国科技史专家李约瑟博士，对此有高度评价。他说，指南针在航海中的应用，是航海技艺方面的巨大改革，它把原始航海时代推至终点，预示着计量航海时代已经到来。

我国发明的指南针，在 12 世纪以后传到了阿拉伯国家，后又传到欧洲。指南针的发明和运用，不仅推动了世界航海事业的发展，也促进了世界文化的交流。哥伦布对美洲大陆的发现，麦哲伦的环球航行，都有指南针的功劳。

裴秀与制图六体理论

一幅小小的地图竟把偌大的地表面积微缩在一幅图中，是谁如此聪明？

我国的西晋时期有一位著名的地图学家裴秀，便是其中的一位。

裴秀于公元 223 年出生在今山西省闻喜县的一个官宦世家。他总结创制出的“制图六体”理论，为中国地图学奠定了科学的基础。他编绘的《禹贡地域图》18 章，是中国当时最精详、最完备的历史地图集。他绘制的晋朝《地形方丈图》，一直流传到唐代，对后世地图学的发展产生过重大影响。难怪有人把他同欧洲著名的地图学家托勒密（约公元 99~168 年）相比较，称他们是古代地图史上东西相辉映的两颗明星。

裴秀从小就勤奋好学。凡跟他接触过的人都称赞他将是国家的栋梁之材。成年后，裴秀在母丘俭的推荐下在曹爽手下谋事。后来，晋武帝司马炎代魏帝称帝后，裴秀被任命为尚书令，接着升位司空，最后又升为宰相，负责全国土地的划分和管理工作。

由于职务关系，他接触到了各种地理资料和地图。他在使用中发现，这些地图大都没有统一的绘制原则和标准。既无比例尺，方位划得又不准确，甚至连有名的山脉河流也图上无名。有的牵强附会，制作粗糙，根本无法满足政治、军事和工程的需要。于是他便下决心自制一幅新图，弥补原来地图的缺陷。

在门客京相璠的协助下，他用了三年零三个月，绘成了著名的《禹贡地域图》。

《禹贡地域图》由 18 幅地图组成。它以古代的九州区域到东汉的 13 州，以至西晋的 16 州的区划历史沿革为主要内容，包括了历代郡国县邑的疆界变化，古国盟会地点以及古来水陆交通的变迁过程等。这是中国乃至世界最早的一部表现历代区域沿革的地图集。

除此图外，他还缩绘了一幅《地形方丈图》。汉朝时，有一幅用 80 匹绢子绘制成的《天下大图》。这幅图的幅面约十丈见方，使用起来极不方便，因而裴秀以大约 1：180 万的比例尺，把这幅图缩画成《地形方丈图》，大小是原图的 1/10。这样，这种方丈图流传了好几百年，到唐朝时，还有人摹绘。

裴秀在地图上的贡献，不仅在于他主持编制了上述地图，更在于他把前人的制图经验加以总结提高，第一次明确地建立了中国古代地图的绘制理论——“制图六体”。

“制图六体”，就是裴秀在《禹贡地域图》序言中所阐述的六项制图原则。裴秀说：

“制图之体有六焉：一曰分率，所以辨广轮之度也；二曰准望，所以正彼之体也；三曰道里，所以定所由之数也；四曰高下；五曰方邪；六曰迂直，此三者各因地而制宜，所以校险夷之异也。有图像而无分率，则无以审远近之差；有分率而无准望，虽得之一隅，必失之于他方；有准望而道里，则施于山海绝隔之地，不能以相通；有道里而无高下、方邪、迂直之校，则径路之数必与远近之实相违，失准望之正矣，故以此六者参而考之。然后远近之实定于分率，彼此之实定于准望，径路之实定于道里，度数之实定于高下、方邪、迂直之算。故虽有峻山巨海之隔，绝域殊方之迥，登降危曲之因，皆可得举而定者。准望之法既正，则曲有远近无所隐其形也。”

从这段序言中可以看出，他的制图六体，前三条阐述了地图比例尺、方位和距离三个测绘地图的基本原则，后三条说明由于地势有起伏高低，地物有高山阻挡，道路有曲折远近，所以制图时必须因地制宜，采用“逢高取下，逢方取斜，逢迂取直”的方法，来确定水平直线距离。这六条原则是互为关联，互为制约的。只有遵循了这六条原则，才能绘制出准确的地图来。

裴秀提出的这“制图六体”，是当时世界上最科学，最完善的制图理论。除经纬线和地球投影外，现代地图学上应考虑的主要因素，他几乎全提了出来。因此，人称他是“中国科学制图学之父”。这一理论一直到明清时，都是遵循的。明末，意大利有经纬线的地图传入中国后，中国的绘图方法才开始改变。

地震仪的发明

世界上第一架地震仪是由中国东汉时期的张衡发明的。张衡，字子平，河南南阳人，著有《浑天仪图注》。他倡导浑天说，认为大地是个圆球，浑

圆的天体并不是宇宙的边界，“宇之表无极，宙之端无穷”，从而表达了宇宙无限的概念。

张衡担任太史令（掌管天文的官员）先后达 14 年之久，所以他在天文学方面的贡献最为突出。他还研究过地理学，曾绘制了一幅地形图流传了好几百年。他是当时有名的文学家，有不少文学著作，在东汉文学史上有一定的地位。他还是个画家，曾被人列为东汉六大名画家之一。

在张衡生活的那个时代，地震屡屡发生，于是对地震的研究成了他十分关切的研究课题。

基于对地震方向性的认识，特别是从当时建筑中有一种所谓“都柱”（即宫室中间设柱）的启示，张衡于公元 132 年首创了世界上第一架地震仪——地动仪。

这个地动仪“以精铜制成，圆径八尺，合盖隆起，形似酒樽”，里面有精巧的结构，主要是中间的“都柱”（相当于一种倒立型的震摆）和它周围的八组机械装置。樽外相应地设置 8 条口含小铜珠的龙，每个龙头下面都有一只蟾蜍张口向上。一旦发生较强的地震，“都柱”因震动失去平衡而触动某条龙，龙张口，珠落于蟾口中，观测者便可知道地震发生的时间和方向。

据记载，地动仪成功地记录了公元 139 年在甘肃发生的一次强烈的地震，证明了张衡所制仪器的准确性和可靠性。

动力飞行的先驱

风筝和滑翔机出现后，人们就开始思索这样一个问题：动力牵引可以使滑翔机上天，如果在滑翔机上安上发动机，不就成了飞机了吗！的确，动力飞行的先驱们是这样想的。

1842 年，英国的亨森和斯特林费洛就设想把蒸汽机用到飞机上，并设计出了“空中蒸汽客车”草图。1848 年，斯特林费洛还制出了一种像蝙蝠的模型飞机，上面装了一台 4 公斤重的发动机，驱动两个螺旋桨，竟飞 336 公里。

1882 年，俄国海军军官莫扎伊斯基制造了拉杆式单翼机，机身里装了两台蒸汽机，带动三个螺旋桨。据说，这架飞机在试飞前时会飞离过地面，可惜折断了一只机翼，被迫中途废止。这架飞机如今还陈列在莫斯科航空博物馆里。

紧接着又有一个人也研究和制造了飞机。他就是研究蒸汽机的法国人阿代尔。他从 1886 年到 1890 年，曾先后制造过 4 架飞机。飞机的机翼为蝙蝠形。第一架飞机翼展为 14 米，上面装了两台 1471 瓦的蒸汽发动机。但这 4 架飞机没有一架能够飞起来，只是在地上跳跃。因为机翼照搬鸟翼的形状，空气动力性能不好。

英国发明家马克西姆在研制蒸汽飞机方面，取得了更大的进步。他于 1893 年设计制造了一架大飞机，这架飞机的机翼展有 31.7 米，机翼宽 1.2 米，全机身长 44 米。飞机上装有一台 220 千瓦的蒸汽发动机，带动两个直径为 3 米的螺旋桨。这架飞机总重量达到了 2268 公斤，比以前的任何一架飞机都大。不料他的运气不佳，费了很大气力制作的大飞机，在试飞时却不顺利，沿本轨起飞时，还未飞起来就失事了。后来，他再也没有继续试飞。

美国人兰利也是动力飞行的先驱之一。他曾制造过两架蒸汽模型飞机。1896 年到 1901 年，兰利是美国斯密森研究院的院长。1901 年，他的模型飞

机试飞。结果成功地飞行了 1 分钟左右，飞行距离大约 140 米左右。后来，美国政府提供了 5 万美元的研制经费，叫他研究载人飞机。1903 年，他终于制造出了一架“航空站号”飞机。与前人不同的是，飞机上安装的不是蒸汽机，而是汽油内燃机，功率为 3.8 千瓦。可惜的是这架飞机虽然两次试飞，最终仍以失败而告终。这两次试飞，都是在波尔马克间进行的。每次试飞都是刚离开起飞装置后，坠入水中，最后不了了之。

先驱们失败了，而美国俄亥俄州的威尔伯·莱特和奥维尔·莱特兄弟俩经过反复试验，最终取得了成功。

1903 年 12 月 14 日，他的第一次试飞，没有成功，飞机也受了损伤。1903 年 12 月 17 日，新的试飞开始。上午 10 时 35 分，奥维尔登上了飞机，他开动机器、滑行、加大马力，飞机一下子升起来了。第一次飞行 12 秒，飞行距离 30 米。第二次……第三次。第四次飞行 59 秒，飞行距离 255 米。4 次飞行共 97 秒，总距离 441 米。可别小看这短短的时间和短短的距离，这可是人类第一次乘飞机飞行。它代表着飞行时代的到来。

老鹰与滑翔机

1600 多年前，我国晋代有一个炼丹家，名叫葛洪。一天他与徒弟上山采药。休息时，见一老鹰张翅在天上打旋，而且越旋越高。徒弟奇怪地问师傅：“为什么老鹰不煽动翅膀时，也能往上飞呢？”葛洪回答：“这是因为老鹰受到罡气支持的缘故。”罡气，就是指上升的气流。老鹰不煽动翅膀的飞行就是一种滑翔飞行。由此可以断言，葛洪是最早解释滑翔这种无动力飞行秘密的人。

既然老鹰不煽翅膀可以滑翔，人就不可以吗？有了这样的想法，人们也开始学起老鹰，制造起滑翔机来。

世界第一架载人的滑翔机，是由英国人凯莱设计和制造的。1804 年，他设计出了一种鸟形滑翔机。它有一个带固定翼的机身，主机身下还装了一个类似起落架的升降器，主机身后有一个类似鸟尾的尾舵。1849 年，他制造了一架巨型的滑翔机。他让一个小孩坐在升降器里，滑翔机从一座山坡上滑下来。滑翔机在上升气流的帮助下，慢慢地飘行在空中，一直飞行了好几米。这短短的几米，是人类第一次乘滑翔机飞行。1853 年，凯莱已 80 高龄，可他仍矢志不移，又制造了一架新的滑翔机，一名车夫乘坐这架滑翔机飞越了山谷。凯莱的滑翔机，至今仍陈列在澳大利亚的一个博物馆。

与此同时，法国海员路勃也制成了一种可以载人的信天翁形滑翔机；英国的维纳姆也制出了多层叠翼滑翔机。

早期为滑翔事业作出巨大贡献的，还有德国的李林塔尔兄弟。兄弟俩从小就热爱飞行，后考入柏林技术学院，并且制作了飞机模型。哥哥奥图·李林塔尔甚至用自制翅膀绑在身上练习滑翔飞行。因他做的翅膀像蝙蝠翼，所以有人叫他“蝙蝠飞行家”。1891 年，他用柳木制作了第一架滑翔机，翼展 23 英尺，重仅 18 公斤。1896 年 8 月 9 日，为了用动力飞行作准备，奥图·李林塔尔决定再一次进行单翼滑翔和飞行试验。可惜，在飞行中遇到地面强阵风，他失去了控制，从 30 英尺的高空掉下，英勇牺牲。临死前，他对弟弟古斯塔夫·李林塔尔说了一句话：“总要有牺牲的……”真是感人至深。他虽然牺牲了，但他的飞行经验为莱特兄弟发明飞机打下了基础。

滑翔机是无动力飞行器，那么它怎样才能起飞呢？起飞的方法有三种：一种是用机械牵引起飞，如由汽车、交盘车，人、马等，借助绳子拉，就像放风筝一样；另一种是借助山坡或桥梁等高地形，得到一个冲击加速度起飞还有一种是动力起飞。滑翔机上装有发动机，但这个发动机只供起飞时用，滑翔时就要关闭。

滑翔机在现在主要用于两个方面。一是用它来作为飞行的训练工具，如飞机飞行员都必须用滑翔机进行练习；二是，作为一种体育运动的器械，也就是滑翔运动。

现在滑翔机的形状多种多样，一般的滑翔机机翼狭长，向两侧平伸，飞行员坐在舱内。1936 年日本制造了一种驾驶员骑在机头的滑翔机，起飞时飞行员双脚助跑即可。这种滑翔机被人称作“顿所飞板”。最近又出现了一种伞翼滑翔机，其机翼像降落伞，飞行员悬挂在机下的吊臂上。所说的“鸟人”就是指乘这种机的飞行员。1977 年开始，日本每年夏天都在琵琶湖上举行水上悬挂“鸟人”赛。鸟人手持滑翔机登上 10 米高跳台向水面滑翔，比赛滑翔距离。

滑翔运动很大程度上取决于自然情况，如风力等。看起来这种运动似乎是被动的飞行，但在历史上，这种飞行器曾创造过许多奇迹。

在第二次世界大战中，意大利政府垮台，意大利法西斯头子墨索里尼被拘禁在亚平宁山脉的一所旅馆里。德国法西斯头子希特勒为了挽救失败的命运，决心营救墨索里尼。营救行动是在 1943 年 9 月 12 月进行的，救人使用的工具是滑翔机。希特勒共出动了 12 架滑翔机，每架机上有 10 名士兵，滑翔机由飞机牵引，一小时后脱离飞机，滑翔到山头降落，结果竟真的救出了墨索里尼，墨索里尼侥幸逃命。当然，罪大恶极的法西斯头子最终还是没有逃出法网，1945 年被意大利游击队捕获，绞死在米兰广场。

瓦特发明蒸汽机

小的时候，我们都知道瓦特的故事，同时也使许多人认为瓦特在看水开以后受到启示而发明了蒸汽机。其实并非如此。

蒸汽机是利用水蒸汽产生动力的发动机，是人类在发明用火以后，在征服自然、改造自然的能力方面最大的成就。蒸汽机确实源于英国。1689 年及 1712 年，英国军人萨弗姆和铁匠纽可门分别制造出了蒸汽机。最早的制造人属英国军人萨弗姆。但是从技术水平上看，萨弗姆的蒸汽机比铁匠纽可门的蒸汽机差了许多。纽可门的蒸汽机能够大规模地把热能转化为机械能，后来曾被普遍地使用。后来有一个工程学家叫斯米顿，他对纽式蒸汽机作了系统的研究，对影响操作的各种因素逐个加以检验，找出了汽缸的合理长度和直径、活塞每分钟冲击的次数、锅炉大小及耗煤量等最佳数值，定出了制造 1~6 马力的蒸汽机的合理尺寸。斯米顿在理论上并未提出新内容，但是他使人们对蒸汽机的研究从定性发展到定量，从经验上升到科学。英国的发明家詹姆斯·瓦特是在吸取了 18 世纪初有关热学的新成就的基础上，克服了纽式蒸汽机浪费蒸汽的弱点，根据蒸汽机转化为水的“潜热”与汽缸材料的“比热”，计算出了各种大小下一的蒸汽机蒸汽消耗量，弄清了蒸汽机结构与蒸汽消耗之间的关系。他设计了一只保持低温的冷却器，专门冷凝蒸汽，又在机械工人的帮助下改进了活塞工艺，大大提高了机械的精度，增进了蒸汽机的效率，

从而完善了从热能到机械运动的转化。

莫尔斯的故事

说起电报的发明者塞缪尔·莫尔斯，也许使人不敢相信，莫尔斯既非物理学家，也非工程师，而是一名享有盛名的职业画家。

1791年4月，莫尔斯出生于美国麻省乞雷斯场。其父是一个牧师。莫尔斯从小喜欢画，14岁入耶鲁大学学美术。19岁毕业后以卖画为生。后到英国深造4年，1815年载誉而归，成了美国有名望的画家。1826~1842年的16年间，莫尔斯一直担任美国全国画家协会主席，在此期间漫游欧洲各国，一路作画，深受赞赏。

然而一件偶然的事却使这位声望很高的画家改变了后半生的道路。

那是1832年的秋天，莫尔斯乘坐萨丽号游轮从法国返回美国。轮船漂泊在大西洋上。一天傍晚，船上有位名叫查尔斯·杰克逊的医生给旅客们表演了一个“魔术”，把一个绕着绝缘铜钱的马蹄形铁块放在桌上，给铜钱一通电，马蹄形铁便产生了磁性。一断电磁性消灭了。在150年前，人们还弄不清电与磁之间的奥妙关系时感到无比惊奇。莫尔斯好奇地跑过去试了又试。杰克逊给他讲了法国电学家安培对电磁铁所做的试验，告诉他，电的速度比任何东西都快，不论电线有多长，电流都可以在瞬间通过。

莫尔斯听后想，电流传导是千里一瞬的，为什么不可以利用电流给通讯服务呢？此后，莫尔斯便不再画画了，他在写生簿上写上“电报”两个字，立志完成电传信息的伟大使命。

莫尔斯对电磁知识一窍不通。于是他借来大量的书籍和资料，经过半年苦学，初步掌握了电磁原理。他买来各种电工器材和工具，把画堂改成了实验室，进行了一个又一个的实验。3年过去了，每一次试验都以失败告终。莫尔斯的积蓄几乎全部花光，生活到了山穷水尽的地步。

1836年，莫尔斯不得不重返画坛，到纽约大学担任美术教授。他重操画笔是为了生活和继续进行试验。他苦苦思索，追寻失败的原因，认真检查了所有的实验，探求着新路，终于萌发了一种新奇的思路。他在实验手记上作了这样的记述：

电流是神速的，倘若它能不停顿地走10英里，我就能让它走遍全世界。电流只需截止片刻，就会出现火花。火花就是一种符号，没有火花是另一种符号；没有火花的时间长又是一种符号，这里有三种符号可组合起来，代表数字或字母。它们可以构成全部字母时，文字就能够通过导线传送了。其结果，在远处能记录消息的崭新工具就能实现啦！

莫尔斯的这个构想，是电报发明史上的一项重大突破，以前人们的试验都是以多根导线或是磁针偏转的多种位置代表不同的字母，这样26个字母就要有26种不同的形态，因而设备庞杂，难以实现。莫尔斯的新设想是用点、画同空白的组合表示字母，只需两种电符号即可实现任何字句的传送，使设计和装置大大简化了。莫尔斯规定了特定的点画组合，表示各个字母、数字，这就是人类电讯史上最早的编码，人们称它为国际“莫尔斯电码”。莫尔斯按照自己的电码设计，发展了安培和亨利提出的原理，在1837年发明了电报机。莫尔斯申请了专利，但他设计的电报机还很粗糙。为了改造电报机，他卖掉了珍藏多年的几幅名画。为了解决电流通过电线渐弱的问题，创造了“继

电器”。1838年，莫尔斯打算在华盛顿和巴尔的摩之间架设一条40英里的电报线。他请求国会拨款3万美元，遭拒绝。又度过了贫困的5年，至1843年3月，在科学界舆论的影响下，美国国会重新讨论了莫尔斯的方案，决定拨款建造一条电报线。莫尔斯以最大的热忱投入工作，一年后，电报线路建成了。

1844年5月24日，在美国国会大厦联邦最高法院会议厅里，莫尔斯向应邀前来的科学家、政府官员介绍了实验原理，接着以激动发抖的手，向40英里外的巴尔的摩发出了人类历史上的第一份电报，全文是：“上帝制造了何等的奇迹！”这一年莫尔斯已经53岁，1872年4月，这位功勋卓著的科学家离开了人间。

电话发明的故事

电话在现代社会已经被广泛应用，但是你知道电话是怎样发明的吗？

电话是受到电报发明的启示而发明的。但从1837年塞缪尔·莫尔斯发明电报机至1876年发明电话，几乎经历了40多年的时间。

电报发明后，由于它传速快，很快就受到了各国的重视，但是电报需要事先拟稿，有的还要翻电报本译成电码，然后把文字的或数码的电报稿交电报局，由报务员按次序拍发出去。如果等回电，就要在对方收到电报后，按照同样的程序，即先拟好回电稿，有的要译成电码然后再送当地电报局发回电，一次往返需要很长时间。因而人们对电报还不满足，如果能有一种通信工具当时就能交换意见该有多好！

电报发明后，很多人想发明电话。他们想既然电报能用电流的通和断来传送电报的信号，能不能用电流通断的原理来传送人说话的声音呢？这种想法在当时的技术条件下，是不可能实现的，因此许多发明家的试验都失败了。

约在1860年，德国有一位发明家名叫莱斯第一次成功地用电流传送了一段旋律，虽然不是人的说话声，但这已经是一项了不起的发明了，他为他发明的这个装置起了个名字，叫做“telephone”，这个名字就成了后来电话的名字，一直沿用至今。

电话的发明者亚历山大·格雷厄姆·贝尔（1847~1922），1847年3月3日生于苏格兰的爱丁堡。他的父亲和祖父都是从事聋哑人教育工作的，贝尔从小就受到熏陶，对声学 and 语言学产生了兴趣，长大后在爱丁堡大学和伦敦大学学习，对人类说话的生理学颇有研究。1873年成为波士顿大学的声音生理学教授。但是他开始研究的项目并不是电话，而是多路电报机。

1873年6月2日下午，贝尔和他的助手托马斯·华生两人分别在两个房间里联合试验他们的电报机。华生房间里的电报机上一个簧片被粘在磁铁上了，当华生拉开这块簧片时，贝尔发现他这边房间里电报机上的簧片自己颤了起来，并发出了声音。这一发现使这位善于思索的学者发生了兴趣，产生了新的构想。他想，人说话的声音是一种空气振动，如果对着一块薄铁膜片说话，会使膜片颤动，如果在膜片的后面放一块电磁铁，膜片振动会改变与电磁铁的距离，使电磁铁的磁力线发生变化，电磁铁线圈中就会感应出相应的变化电流。这电流顺着电线传送到对方同样装置的电磁铁线圈中，就会使电磁铁的磁力线发生变化，吸动它前面膜片，从而发出声音。他把这个想法告诉了华生。华生，这位电气工程师很同意他的看法，于是开始研制。1875

年6月3日终于制成了“电话机”，这种电话只能传递单音，还不能传送人的完整的话。但他们已经对获得的初步成果感到十分高兴。之后，他们又经过反复试验和改进，终于取得突破性进展，他们遂于1876年2月14日向美国专利局提出专利申请。1876年3月7日，专利局批准了贝尔的专利权，确定了他们的发明。1876年3月10日，贝尔和华生分别在两个房间里联合试验他们的电话机时，华生第一次听到了贝尔发送的一句完整的话：“华生，请到这儿来，我需要你！”这是人类有史以来用电话传送的第一句完整的话。

最初发明的电话机十分简单，这种电话机只能向一个方向传话。后来经历了许多人的研究和改进，才逐渐完善起来。

这种最早的电话，尽管使用起来不大方便，但能及时地传送人的话，比打电报还是方便得多。电话发明的当年，贝尔和华生就借用电报的线路进行了相距几十公里的通话试验，证明了电话的可用性。第二年，即1877年，波士顿出现了试验性的电话局，首次架设了电话专用的路线，当年利用电话给《波士顿环球报》发送新闻消息，开创了公众使用电话的新时代。

1878年1月28日，在美国的新哈芬城建成了世界上第一个商用电话局。用户最初只有21户，仅两年（到1880年）美国的电话就达到了60 873部。世界各国也纷纷开办了电话业务。

值得一提的是，与贝尔同一时期有一位发明家名叫伊立夏·葛雷，他也发明了一种电话。恰好贝尔在专利局申请专利的同一天，葛雷也去申请，但他比贝尔晚了几小时，专利权已归给了贝尔。他发明的发话器与贝尔的发话器不同，他是在薄铁膜片的背后装一个电极，使电极伸到一种电解液里，人对着膜片说话时，震动膜片而带动电极在电解液中颤动，电极浸在电解液中的深度发生变化，从而产生与声音振动相应的变化电流。这种发话器使用也十分不便。所以才引出了后来的许多发明家对电话的不断改进和完善，例如爱迪生等，促进了电话业的发展。

人工智能

人类文明史告诉我们，每一项新技术的发明，大都经历了一个类似的过程，即神话→科学幻想→新技术出现。人工智能也像其他新技术一样走过了同样的道路。

“智能”一词源于拉丁语 LEGERE，字面的意思是采集（特别是果实）、收集、汇集，由此再进行选择，形成一个东西。而 INTELEGERE 的意思是从中进行选择，进而理解、领悟和认识。如果设想一个“制造物”含收集、汇集、选择理解、领悟的认识，那就有了人工智能。

自从有文字记载以来，会思维的机器，有智能的系统，一直是人类的梦想。古希腊史诗《伊利亚特》中，就描述了许多出色的智能机器，它们共同由“火和锻造之神”赫非斯托制造的，能为各种神仙服务。西方文明世界里，也有许多机器智能故事，如一个炼金士造了一个“黄铜头”，用于解决数学难题等。而到了机器时代，一心想使制造物具有智能的思想有了发展，在玛丽·谢利小说《弗兰肯斯坦》中达到了高潮。在其他文学作品中，也有关于人类幻想制成有智能的制造物的记载。到了18世纪，欧洲曾经风行钟表自动机，这种自动机有人形或动物形，能模仿人们所熟悉的动物的动作。有的演奏大提琴，有的能写一封可读的信还不时将一只带羽毛的笔，浸到墨水瓶

中……

这些早期的幻想，展现了人类的美好愿望和追求。而真正使其成为可能的巨大力量，来自二战时期的一次重大的发明创造。

1943 年，盟国加紧准备开辟反法西斯的“第二战场”。这一年，美国宾夕法尼亚大学莫尔电机系同阿伯丁试炮场联合执行一次任务：为各种型号和口径的火炮计算弹道表。任务紧迫，计算量相当繁重。阿伯丁试炮厂启用了一台大型的模拟机器，这是美国工程师布什在 30 年代发明的，全部由机械齿轮组成，另外又雇佣了 100 名姑娘作辅助计算，但工作结果都不令人满意。这时，一份由莫尔电机系 36 岁的物理学家莫希来和 24 岁的工程师埃克特合写的制造电子计算机的报告，由陆军军械部派出的联络官格尔斯坦中尉提交到军械部召开的专家会议上。军械部的科学顾问，著名数学家维伯伦沉思片刻，对炮弹厂弹道实验室的负责人西蒙上校说：“西蒙，给他这经费。”

1946 年，一台名叫“埃尼亚克”的电子计算机正式诞生了。后来又经匈牙利科学家，被誉为“电子计算机之父”的冯·诺伊曼教授的改进，奠定了今天计算机科学的基础。

随着计算机应用范围的扩大，对计算机的要求也更高了。人们希望他能帮人做更多的事，包括帮人当高级参谋。这些美好的愿望，导致了人工智能科学的诞生。人工智能、原子能、空间技术已被誉为本世纪的三大科学技术成就。

现代人工智能的诞生，是从问题求解开始的。早期的问题大都是些关于棋、谜、游戏和简单的数学定理。到了 1956 年，美国数学家纽厄尔和西蒙合作编制了一个计算机程序，证明了数学家怀特黑德和鲁索的名著《数学原理》中的 38 条定理，人工智能的研究才真正开始。同年，有人研制成功了一个可以学习的跳棋程序。这个跳棋程序可以像优秀的棋手那样向前看几步后再走棋，可以向人学习下棋的经验或自己积累经验，还可以学习棋谱。这是模拟人类学习过程的一个很有效的成果。4 年后，这个程序击败了设计者。

60 年代后期，人工智能向纵深发展。人们已经认识到，所有的智能活动，即理解和解决问题的能力，甚至机器的学习能力，都完全靠知识。机器必须先有知识，才能具有智能。为此人工智能的奠基人费根金姆提出了一种人工智能的研究方法——知识工程，这种办法的主要思想是充分利用人类丰富的知识。并由此产生了人工智能的一个重要分支——专家系统。

最早成功的一个专家系统是 1968 年投入使用的 DE-NDRAL 系统，该系统负责化学中的物质光谱的分析，其能力相当于一个年轻的博士。1972 年左右，费根宝姆教授带领他的科研小组研制了用于医疗的专家系统 MYCIN。该系统能协助内科医生诊断细菌感染的病人，为患者选择适当的治疗药物。该系统开发得非常出色，1976 年前后，美国专家对 MYCIN 系统进行了两次考核，证明它不比医学教授逊色。以后，人工智能便进入了一个新阶段。

现在人们已经清晰地认识到，人工智能系统实质上就是一个知识处理系统。就像人对信息的处理一样，它需要人用自己的大脑对现有信息进行加工整理、解释、挑选和改造而形成有规律性的东西，即知识。所以说，智能是知识和智力的总和。

人的智能应包括三方面，即感知能力、思维能力和行为能力。

人工智能的目的应在于让计算机模仿人的智能，换句话说，就是让机器具有获取知识、处理知识及动用知识的能力，能像人一样具备感知、思维和

行为的能力。一旦计算机自己能获取知识、处理知识和运用知识以后，就真正具有了智能，人类几千年的美好愿望将成为现实。

然而计算机毕竟不同于人，它只是机器而已。无论机器怎样获取知识和处理知识，也只不过是按人事先设计的程序运行而已。这就给人类出了一个难题，人类的情感和人类的创造能力等等，如何才能让机器具备呢？如果这一问题解决不了，最终计算机还是无法达到人们的要求。目前，世界上还没有高智能的计算机。

可喜的是，经过科学家们 20 多年的努力，已制造出了能说、能看、能听、能唱、能简单思考的计算机或具有智能的计算机系统。尽管这些系统的灵活性远不如人，但它们也有各自的特点和长处。有的充当“专家”给病人看病、预报天气、探矿找油；有的充当“参谋”帮助人作各种决策、咨询；有的充当“翻译官”，帮助人翻译外文；还有些智能机器人更是神通广大，真可谓“可上九天揽月”、“可下五洋捉鳖”。

我们相信，在不久的将来，在全世界科学家的共同努力下，一定会把古老的神话变成现实，实现人类几千年来美好愿望。

让所有热爱科学，热爱未来的人们行动起来，共同漫游人工智能这个神秘的王国吧。美好的未来，属于你，属于我，属于我们大家。

