



徐福兴 钟 蕾 吴晓明  
林雅萍 罗苏溟 编写  
上海远东出版社

知识百科丛书

# 人类大发明

徐福兴 等编写

上海远东出版社

·知识百科丛书·

# 人类大发明

---

---

编 写/ 徐福兴

责任编辑/ 严汝峰

装帧设计/ 王月琴

责任制作/ 晏恒全

责任校对/ 吴明泉

出 版/ 上海远东出版社

(200233) 中国上海市冠生园路 393 号

发 行/ 新华书店 上海发行所

上海远东出版社

排 版/ 上海希望电脑排印中心

印 刷/ 上海市海峰印务公司

装 订/ 上海市海峰印务公司

版 次/ 1996 年 9 月第 1 版

印 次/ 2000 年 6 月第 2 次印刷

开 本/ 787 × 1092 1/32

字 数/ 310 千字

印 张/ 13.5

插 页/ 4

印 数/ 15001 - 20100

---

---

ISBN 7 - 80613 - 339 - 9

I·258 定价: 10.00 元

## 内 容 提 要

漫漫五千年的人类文明史记载了人类不畏艰险，奋勇前进的足迹，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。这些发明解放了生产力，丰富了生活内容，加快了人类文明的进程，使人们想象和传说中的“千里眼”、“顺风耳”、“神行太保”成为现实。本书以翔实的资料，有趣的故事，生动地告诉读者一些与人类文明有关的发明，读者读后能从中得到许多有益的启示。

# 目 录

炼丹术与火药·····	1
指南针的发明与航海·····	7
加速文化传播的印刷术·····	14
纸和造纸术的发明·····	24
李冰父子与都江堰·····	33
推动地球的科学巨人·····	44
从地心说到日心说的创立·····	68
天空的哥伦布·····	82
现代物理学的奠基人·····	101
相对论与爱因斯坦·····	124
秤量地球的人·····	143
条件反射学的创立者·····	149
发明炸药的和平主义者·····	165
夺雷抢电的人·····	182
人格高尚的大发明家·····	192
发明大王爱迪生·····	200
谁发明了无线电通信·····	215
无线电的“心脏”越来越强大·····	227
画家发明了电报·····	236
电话与贝尔·····	244

从运“筹”帷幄到每秒计算数	
亿次·····	255
人类的千里眼——雷达·····	270
蒸汽机发明家瓦特·····	279
火车的昨天、今天和明天·····	290
汽车的发明和福特的兴起·····	299
人类的翅膀·····	313
和人类文明同步发展的船舶·····	322
宇宙航行之父·····	333
汉字发明的源头·····	346
现代新闻报道的先驱·····	359
新闻直播的发明者·····	372
改变奥运筹资传统的人·····	383
迪斯尼乐园的迪斯尼·····	399
扑克的发明史·····	413

## 炼丹术与火药

---

在我国，每逢重大节日或遇到喜庆之事，人们都喜欢用燃放烟花爆竹的方式，表示庆祝。确实，五彩缤纷的焰火，劈劈叭叭的爆竹声，更能为节日增添几分欢乐的色彩和气氛。你知道焰火和爆竹是什么做成的吗？对！是火药。焰火和爆竹的主要原料就是火药。

火药是我国古代四大发明之一，距今已有 1000 多年的历史了。我国发明的火药现在被称为黑色火药或黑火药。在古代，火药的用处可大啦，猎人常靠它布设陷阱捕捉猎物；老百姓靠它开山、筑路、修渠。在军队里，火药的用处更大了。两军交战，除了短兵相接，互相厮杀外，拥有威力巨大的火药武器，常常是战争中克敌制胜的法宝之一。

随着科学技术的发展，黑色火药逐渐被爆炸力更强、更安全、能随时控制爆炸时间的现代各种高级炸药所替代，但是黑色火药至今未被淘汰，仍在一些行业内被使用。

史册上记载着黑色火药千百年的辉煌成果，字里行间仿佛还残留着一股淡淡的火药味……

火药的发明和中国古代炼丹术有着密切的关系。有人明确地讲，火药的发明应归功于中国古代的炼丹家。

我国古代的冶炼技术相当发达。早在殷商时期，就已经能制

造出造型复杂,非常美观的大型青铜器皿了。春秋中期,我国已经发明了生铁冶炼技术,到了春秋末年,铁制的农具和兵器也已得到普遍使用。

在冶炼金属的过程中,人们不断总结经验。逐渐接触和熟悉了许多矿物的性能,积累了丰富的化学知识。

从战国时代起,就有人把冶金技术运用到炼制矿物药方面,梦想能炼出长生不老之药来,也有人想从矿物中炼出更多的金银来。那种炼制所谓长生不老药的炼丹术在古代被称为“方术”,从事炼丹的炼丹家则被称为“方士”,后来被称为“道士”或“丹家”。

那些炼丹家想提炼长生不老的仙丹,原本只是一种幻想,但却为古代许多封建帝王、贵族官僚所相信。他们希望这些方士能炼出一种吃了能够消除百病,延年益寿,以至长生不老之药来,供他们享用。所以大加推崇,积极支持。

根据史书记载,在战国时代,北方的燕国已经有不少人在搞炼丹术了。从秦汉到隋唐这近千年中,由于帝王们的信奉与提倡,炼丹术更是盛极一时。炼丹家们建造起一座座炼丹炉,找来一些矿物和植物,纷纷炼丹制药。

虽然这些炼丹家始终未能炼出长生不老之药来,但是在一次次冶炼中,他们不断积累经验,掌握了不少化学知识。有些炼丹家对我国古代化学的发展,起了不少作用。用现代人的眼光来看,或许把他们称为古代的化学家更为合适。在这些方士中,较为突出的有李少君、魏伯阳、刘安、葛洪等。

火药的主要原料为木炭、硫磺和硝石。

硫磺在我国古代也被称作石流黄、留黄、流黄等。我们的祖先在公元前后,就已在湖南的郴县发现了大量的硫磺矿。此后在我国北方、南方也多次发现大型硫磺矿。我国古籍中最早提到



“流黄”的是《淮南子》一书(公元前150年前后)。说明在当时古人对硫磺已有认识。西汉末年问世的我国古代第一本药物典籍《神农本草经》上,把石流黄归入“中品药”的第三种,可见当时硫磺已被广泛用于入药。在汉、魏、晋、六朝的丹书中,曾多处提到硫磺,说明硫磺已逐渐成了炼丹家心目中一种重要的药物。这可能是因为硫磺的化学性质比较活泼,能和许多金属化合,从而引起了炼丹家们的注意。《神农本草经》中说:硫磺能化金、银、铜、铁,是一奇物。硫磺和水银合炼而成的丹砂,是炼丹家炼制长生不老药中不可缺少的东西,虽然服用这种丹砂不仅不能长生不老,如果服用过多,还会因中毒而使人丧命,但它是古人通过化学反应最早制成的药品之一,是化学史上的一大收获。

硝石是黑色火药里的氧化剂。它的化学成分是硝酸钾,受热能产生氧气,有很强的助燃作用。火药爆炸力的大小,主要根据含硝量的多少来决定。最迟在公元前,我们的祖先已经发现了硝,并能掌握利用它。古代人民在实践中慢慢发现硝石有消除积热和血瘀等医疗作用,便将它入药。《神农本草经》把硝石列入“上品药”的第六种。古代的炼丹家十分熟悉硝石的性能,常把硝石作为主要的氧化剂和熔剂。公元500年左右的炼丹家陶弘景就指出硝石有“强烧之,紫青烟起”的现象。

炼丹家们在炼丹时既用硫磺又用硝石,渐渐发明了可以燃烧的火药。

唐朝初年,有名的药物学家孙思邈,也炼过丹药。在他所写的《丹经》一书中,有一种“伏硫磺法”,记载着类似火药的方子。

因为硫磺虽可制药,但毒性大,不易控制,所以炼丹家想到将硫磺、硝石和木炭放在一起,用硝石和木炭使硫磺部分燃烧,然后降低硫磺的毒性,再用以制药。这种方法被孙思邈称之为“伏硫磺法”。具体办法为:用硫磺二两,硝石二两,研成粉末后装

入砂罐内，埋入地中，罐口与地平。再用三个皂角子用火点燃后一个一个扔进罐内，引燃硫磺。待火焰消失后，用生熟木炭三斤，簇拥于罐口煨烧。等炭耗去三分之一时，伏硫磺的过程就完成了。这时须将火撤去，再把罐子取出。这种伏硫磺法很危险，如果不慎使炭火落入罐中，就会引起火药的燃爆。

由于这种伏硫磺法经常在制作过程中发生燃烧，烧伤炼丹者的手脸，甚至烧掉炼丹房。古人明白了硫磺、硝石和木炭的混合物极易猛烈起火，甚至发生爆炸，制作时必须十分当心。

经过一次次的爆炸起火，炼丹家们从最初的恐惧中逐渐认识到，硫磺、硝石和木炭，如按一定比例配制，可制成会爆炸的“火药”。

火药是在炼丹家们炼药时发明的，具体年代已无从查考，但根据资料可以推断，火药发明的时间应在唐代以前。由于这种火药的颜色是黑色的，所以叫作“黑火药”。

火药虽是由炼丹家发明，但炼丹家的本意是为了制作药物，他们并不希望它有强大的爆炸力和破坏力。可是当火药的配方一旦为军事家们所知晓，情况就完全不同了。他们明白，用火药制成的武器，一定具有强大的杀伤力。于是军事家们不断探索研制，强化它的毒性、燃烧力和爆炸力。火药发明后，引起武器制造的重大改革，逐渐由兵刃时代进入了火器时代。

其实，在火药发明以前，我们的祖先已经把“火攻”作为一种战术常常用于重大战役中。三国时期火烧赤壁、火烧连营等，都是古代战争史上成功运用火攻的范例。但当时火药尚未发明，是用硫磺、油脂、干草、松香等作为火攻的引火剂。

约在唐朝末年，火药已开始用于战争。宋朝有个叫路振的人，他所著的《九国志》一书中有这样一段记载：唐哀帝时（公元904~906年），郑璠攻打豫章（现在的江西南昌），他命令兵士

“发机飞火”，烧了龙沙门。据解释，飞火是火炮一类的东西，是用火药制造的燃烧性武器。可见，当时火药已用于战争。

到了宋朝，人们发明了更多种类的火药武器，从最初的燃烧型火药武器逐渐过渡到威力更大的爆炸型火药武器。宋人把火药包得像现代的炸药包，引燃后用抛石机等工具抛向敌人阵营，这种火药武器当时叫作“霹雳炮”。它爆炸时声如雷震，半亩地范围内人马皆受波及，是一种杀伤力极大的武器。据史书记载，公元1126年金人攻开封，李纲曾用霹雳炮击退了敌人。1259年7月，王坚、张瑄守钓鱼城，也曾用此炮击毙敌军统帅蒙哥。

1132年，南宋的军事家陈规为了防御金兵的侵扰，又发明了一种管状的射击性武器——火枪。这种火枪是用长竹杆做的，竹管里面装满火药。打仗时由两人抬着，点着了火发射出去。火枪的发明，可以说是火器史上的又一个新起点。尽管火枪是由竹管所制，威力还不小，但它却是近代枪炮的雏形。到了1259年，又有一种划时代的新武器问世了，这种武器名叫“突火枪”。据记载，突火枪是“以巨竹为筒，内安子窠，如烧放焰绝，然后子窠发出如炮，声远闻百五十余步。”“子窠”就是原始的子弹。用火将火药点着后，利用火药产生的强气压，将子窠发射出去。因此，人们把突火枪视作近代枪炮的开山鼻祖。

宋以后，战争连年不断，更加速了火器的研制和发展。到了元代，已较普遍地使用铁铸或铜铸的筒式金属炮管的火炮，叫作“火铳”。因这种火炮威力巨大，被当时的人们尊称为“将军”。北京中国历史博物馆内陈列着一尊元代至顺三年（公元1332年）制造的铜炮，是世界上现存最古老的铜炮。

火药自从发明以后，主要有两大用途：一种是制造武器用于战争，另一种用途是用于生活、生产。据《武林旧事》、《梦粱录》、《事林广记》等书记载，在南宋、元朝时人们已经用火药制成焰

火,以燃放焰火的形式来欢庆节日。火药性能和作用也逐渐被人们所掌握,古代人民利用它来开山、破土、采矿、筑路等,使其在生产劳动与和平建设中发挥威力。

火药、火药制造方法以及火药武器,是由中国传入阿拉伯,再辗转传入欧洲直到世界各地的。19世纪,美国在修建纽约港时,仍是使用中国发明的黑火药爆破。恩格斯曾说:“法国和欧洲其他国家是从西班牙的阿拉伯人那里得知火药的制造和使用的,而阿拉伯人则是从他们东面的各国人民那里学来的,后者却又是从最初的发明者——中国人那里学到的。”恩格斯的这番话,明确指出了是中国最先发明火药这一历史事实。

火药、造纸术、印刷术和指南针的发明,具有划时代的伟大意义,是我们的祖先奉献给全人类的伟大创造,在人类文明史上具有举足轻重的地位。马克思对火药、指南针、印刷术曾作了如下评述:“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,指南针打开了世界市场,并建立了殖民地,而印刷术则变成新教的工具,总的来说变成科学复兴的手段,变成对精神发展创造必要前提的最强大的杠杆。”

## 指南针的发明与航海

---

指南针，又叫罗盘针，是一种指示方向的工具。我们现在通常见到的指南针是这样的：一个圆形的小罗盘，罗盘正中装着一根小磁针，这根小磁针中间粗，两头尖，它的中腰支在罗盘的中点，能在罗盘中来回旋转。由于磁石的指极特性，不管你将罗盘如何转动，小磁针永远自动地一头指向南方，另一头指向北方。

指南针是我国最早发明的，但它是经过漫长的岁月逐渐发展改进而成的。

大约在战国时代，我国已发现了磁石和它的吸铁性。春秋时齐国著名政治家管仲在他所著的《管子》一书中有这样记载：“上有慈石者，下有铜金。”“慈石”就是磁石，“铜金”就是一种铁矿。可见在至少在 2600 年前的管仲时期，已经知道磁石的存在，并已掌握了磁石能够吸铁这一性能了。

磁石有两个特性：一是吸铁性；二是指极性，也就是说磁石有两极，能够指示南北。磁石的吸铁特性中国战国时代的古人和古希腊的先民都已发现。而发现磁石的指极性则欧洲比中国晚得多。

磁石能指示南北的特性，不太容易被发现。因为一般情况下磁力小、摩擦力大，磁石两极不能自由旋转到南北向。中国在战国时代最早发现了磁石的指极性，并利用磁石能指示南方的性

能，制作成指南工具——司南。“司”字意为掌管，现在仍有“司机”、“司炉”、“司令”等词，这几个“司”字的本意都是相同的。

说来有趣，中国古代的一些重大发明和中国的文化现象——方术有关。就如火药的发明和古代炼丹术有直接关系一样，最早的指南工具司南也和阴阳风水术有密切的关系。司南最早是古代风水先生的工具，用于测定房屋或坟墓的方向。可以肯定，司南是世界上最早的“指南针”。

司南在战国战期已被普遍使用。我国古籍中有不少关于司南的记载：《鬼谷子》一书中曾说：郑人去采玉时，一定带着司南，以免迷失方向。王充在《论衡》中又形象化地描述道：“司南之杓，投之于地，其指南指。”据我国学者研究，司南是由一个磁石做成的勺（杓）和一个“栻”组成的。勺的外形像一把勺子，很光滑，栻即罗经，外边方形的木盘或铜盘叫地盘，刻有天干、地支和八卦；中间圆形的叫天盘，天盘也十分光滑，也刻有天干、地支和12个月名。将勺投在栻的天盘上，让其旋转，待其静止下来后，勺柄永远指着南方。根据古书的记载，现在已把司南复制出来，北京的中国历史博物馆内就陈列着一个复制的司南。东汉时候的一幅石刻，上面刻着一个小勺子放在一个小方台上。现在许多人认为，石刻上刻的就是司南。

但是司南也有其局限性，用磁石制造司南，磁极不容易找准，而且在琢制勺的过程中，磁石因受震动而会失去部分磁性。再加上司南在使用时底盘必须放平，而且司南的体积也比较大。因此，古人在发明了司南之后，又不断改进指南工具。继司南之后，我们的祖先又制成了一种新的指南工具——指南鱼。

北宋初年有一部著名的军事著作《武经总要》上写着，在阴天黑夜行军，如无法辨别方向时，可让老马在前面带路，或者用指南车和指南鱼辨别方向。《武经总要》成书于北宋仁宗庆历四

年(公元 1044 年)以前,可见在 900 多年前人们已有了指南鱼。

《武经总要》中记载了制造指南鱼的方法。用薄片剪成鱼形,长约两寸,宽约五分。钢片做成的鱼原本没有磁性,必须将它磁化后,才能指南。指南鱼的磁化过程是这样的:先将钢片做成的鱼放在炭火中烧,等鱼烧得通红时再用钳子把鱼夹出放入水中,这时要把鱼头正对南方,鱼尾正对北方,并将鱼尾稍稍向下倾。等到冷却后,一条指南鱼就制成了。只要将鱼放入水中,鱼头总是指着南方。

按照现代科学的眼光来看,古人是将钢片在炉火中烧红的方法使铁磁质中的磁畴活动起来,由于地球有磁性,把烧红的钢片沿着地球磁场的方向冷却,钢片在冷却时靠地球磁场的作用使磁畴有规律地排列,这条钢片鱼就有了极性,成了一条指南鱼。冷却时鱼尾向下倾,由于地球磁倾角的作用,可使磁性增强。

中国古人的聪明才智真是令后人赞叹不已。因为 900 多年前的宋人还不可能懂得这些磁学原理,但却已经能很正确地造出了指南鱼,如果没有丰富的实际经验,是做不到这一步的。

使用指南鱼来辨别方向,确实要比使用司南方便多了。它不再需要光滑的铜盘和平整的地面,只要有一碗水就行了。指南鱼随便放入一个盛水的碗中就能指南,即使盛水的碗放得不平也不会影响指南的效果,因为碗里的水面永远是平的。而且水的摩擦力要比固体小,指南鱼在水中转动起来比较灵活,因此当时的人们都使用指南鱼来辨明方向。

由于地磁场的强度不大,所以指南鱼的磁性也很弱,古人渐渐觉得指南鱼的指南效果仍不理想。能不能有一种更理想的指南工具来代替指南鱼呢?古人在继续不断的试制摸索。就在钢片指南鱼发明后不久,又有人发明了用钢针来指南,这种磁化的小钢针可算是世界上最早制成的真正的指南“针”了。

北宋著名科学家沈括(约公元 1033~1097 年),他在科学技术方面取得相当杰出的成就,北宋时期中国许多重大的科学发明,例如活字印刷、指南针等应用技术,都是借助于沈括的记载而得以流传的。指南针能指南,但还必须为它创造一个可以自由转动的条件。沈括在他《梦溪笔谈》一书中,提到了指南针的几种用法。

一是水浮法,把指南针放在有水的碗里,使它浮在水面,指示南北方向。二是指甲旋定法,把磁针放在手指甲上轻轻转动后来定向。三是碗唇旋定法,把磁针放在光滑的碗边通过旋转磁针来定向。四是缕悬法,在磁针的中部涂一点点蜡,用一根细丝线沾上蜡后,悬挂于空中指南。这种悬挂式指南针,必须在无风处使用。但使用起来比较方便。

根据试验,沈括认为这四种方法中,要算缕悬法最好。因为指甲和碗边上很光滑,指南针容易掉下去。而使用水浮法时,水若振荡,针就难以静止下来了。

沈括在 900 年前提出的这四种方法,有的至今仍有实用价值,如现代的磁变仪、磁力仪的基本结构原理,就是采用了沈括所说的缕悬法原理。而航海中使用的重要仪表罗盘,也大多是根据水浮磁针这一原理设计而成的。

沈括还是世界上最早发现磁偏角的人。“磁偏角”是怎么回事呢?

那是因为地球上的磁极和南极、北极稍微有一点偏差。指南针的 N 极和 S 极,沿磁子午线分别指向北磁极和南磁极,磁子午线和地理子午线是不一致的,它们之间存在着一个夹角,科学上叫作“磁偏角”。世界各地的磁偏角是不同的,有的偏东,有的偏西。

沈括在《梦溪笔谈》第 24 卷中写道:“方家以磁石磨针锋,则



能指南，然常微偏东，不全南也。”这是世界上现存最早的磁偏角记录。在西方，直到公元 1492 年哥伦布在横渡大西洋时才发现磁偏角这一现象，比沈括晚了 400 多年。

指南针发明后，很快用于航海，对社会发展起到了重要作用。我国也是最早把指南针用于航海事业的国家。

我国古时候的海上航运很发达，早在 2000 多年前，秦始皇为了寻找长生不老之药，就曾派遣大型船队出海远航去寻找仙药。到了唐代，中国已制成长达 20 丈，可乘坐六七百人的巨轮。当时中国的大型海船最远可达波斯湾。在茫茫的大海中航行，水天一色，四望如一，很难辨明方向。海员就只能靠白天看太阳、晚上看北极星来辨别航向。但遇到阴雨天就无法可想了。所以在指南针应用于航海业之前，古人在航海时，一般总是尽量沿海岸行驶，不敢深入大洋，怕迷失航向遇到危险。

我国将指南针应用于航海，始于北宋年间。北宋时朱彧在宋徽宗宣和年间（公元 1119~1125 年），写了《萍洲可谈》一书，书中有世界上航海时使用指南针的最早记录。他写道：“舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦观指南针。”看来当时指南针还刚刚用于航海，船工们还习惯于靠太阳星辰来辨方向，仅仅把指南针作为辨方向的辅助手段，在阴雨天时才借助指南针来辨明航向。

到了南宋，人们已把指南针和罗盘结合在一起，制成“针盘”来导航。宋人吴自牧在他《梦粱录》一书中就有这方面的记载。这种罗盘一般是用木头或者铜做的，盘的周围刻上东南西北等方位。船员们在使用时，只要把指南针所指的方向和罗盘上所刻的正南方位对准，就能准确地辨别出航行的方向了。

有了指南针，人们在航行中不断实践，不断总结经验，逐渐懂得了哪些海域水急浪高，航行时容易出危险，必须避开。沿怎