

# 中国古代四大发明

中国古代的科学技术，自然不能不说古代的四大发明：指南针、造纸术、印刷术、火药，四大发明不仅仅是中国古代科学技术繁荣的标志和中国人民聪明智慧的体现，更重要的是它在一定程度上改变了人类近代文明的进程。换句话说，如果没有中国古代的四大文明，也许人类社会不是今天这个样子。英国学者李约瑟说：“在上古和中古时代，中国科学技术一直保持着让西方望尘莫及的发展水平，中国科学发现和发明远远超过同时代的欧洲，已被证明是形成近代世界秩序的基本因素之一”。世界史学界一致认为，中国的四大发明，通过阿拉伯人传到欧洲之后，给欧洲人的社会产生巨大的影响，从而影响了人类的整个进程。对此，马克思曾经这样高度评价，这是预告资产阶级社会到来的三大发明，他少说了一项。火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针产生了殖民地，印刷术变成了宣扬新教的工具。总的说来，变成了科学复兴的手段。

## 造纸术

### 历史沿革

在中国，在纸张发明以前。新石器时代人们最初是“结绳记事，契木为文”。进行交流、表达思想感情或描绘事物，大约在3500多年前的商朝，中国就有了刻在龟甲和兽骨上的文字，称为甲骨文。西周时用青铜器，到了春秋时，用竹片和木片替代龟甲和兽骨，称为竹简和木牍。甲骨和简牍都很笨重，战国时思想家惠施喜欢读书，每次

外出游学身后都跟着五辆装满竹简的大车，所以有学富五车的典故。古埃及人曾用纸草，古印度人用贝树叶，古巴比伦人用泥砖，古罗马人用蜡板，欧洲人则把中亚细亚人制作的小山羊皮等作书写材料。上述材料有的笨重，有的昂贵，有的来源较少，无法适应当时社会文化发展的需要。关于纸张的最早来源，传说是古代妇女们在水中漂洗布帛时发明的。

中国是世界上最早养蚕织丝的国家。西汉时，劳动人民以上等蚕茧抽丝织绸，剩下的恶茧、病茧等则用漂絮法制取丝绵。漂絮完毕，篾席上会遗留一些残絮。当漂絮的次数多了，篾席上的残絮便积成一层纤维薄片，经晾干之后剥离下来，可用于书写。这种漂絮的副产物数量不多，在古书上称它为赫蹠或方絮。在宫廷贵族中又用缣帛或绵纸写字。缣是细绢、帛是丝织品的总称。一方缣帛上写字时，便于书写，不但比简牍写得多，而且还可以在上面作画，但是价格昂贵，只能供少数王宫贵族使用。这表明了中国汉族造纸术的起源同丝絮有着渊源关系。

东汉，农业发达，经济繁荣，国力强盛，文化事业蓬勃发展。笨重的竹简和昂贵的缣帛已不能满足人们的需求，寻求新的书写材料已成为时势所趋，造纸术就因此应运而生。人们都知道蔡伦造纸，实际上，在东汉蔡伦大规模造纸之前，中国人就已经发明了造纸术，20世纪在中国各地出土的许多西汉时期的古纸片，可以证明这一点。这并非否定蔡伦造纸之功，而是说蔡伦的造纸术并非是突然之间的发

明，它有一个技术积累的过程。西汉时期出土的植物纤维纸，是蔡伦造纸的前身。

东汉和帝元兴元年(公元 105 年)，蔡伦在总结前人制造丝织品的经验的基础上，蔡伦扩大了造纸原料的范围，破布、鱼网、树皮、麻头等都可以造纸，其中树皮造纸更是他的发明。他的造纸工艺更为精细，造纸术到他这里，摆脱了纺织品附庸的地位——此前都是利用纺织之后抛弃的副产品来造纸的，蔡伦将造纸发展为一种独立的工艺。

纸的出现，是人类文明的基础。纸的发明及应用，对社会历史的记载与保存、文化思想的交流与传播，发挥了重要作用。造纸术的发明是中国古代最伟大的发明之一，也是人类文明史上一项最杰出的成就。

## 外传及影响

在中国古代的四大发明之中，造纸术是最早传播到其他国家的。

公元 105 年，东汉宦官蔡伦改进了造纸的方法，向汉和帝献纸，真正实用意义上的纸张开始出现。公元 105 年这一年，被普遍认为是造纸术发明的年份。

蔡伦改进造纸方法后，纸张开始被广泛应用。两汉交替之际，大批中国百姓为避乱涌入朝鲜半岛。造纸技术随之传到那里。20 世纪 60 年代，在朝鲜半岛的一处古墓中曾经发现过带有西汉永始三年(公元前 14 年)字样的纸张，成为有确切年代可考的中国造纸术外传的最早明证。

公元7世纪末期，新罗王朝统一朝鲜半岛。此后，新罗全面吸收唐文化，派遣了大批留学生到中国学习儒学和汉文化，曾在唐代大量生产的藤纸也在朝鲜的高丽王朝时期重获生机。出产自朝鲜半岛的“高丽纸”厚实挺括，适合书写各种文字，被称作“中外第一”。中国古代著名书画家苏东坡、黄公望和董其昌等人，都十分喜爱使用“高丽纸”。

在从中国三国时期至唐朝这段时间里，朝鲜半岛上的新罗、百济等国一直充当中国文化向日本传播的桥梁。中国的造纸等技术也正是经由朝鲜半岛诸国东传日本的。日本奈良时代和江户时代的手漉和纸工艺程序与中国造纸技术虽操作程序不同，但各有千秋。在这前后，中国的造纸技术也先后传到了越南、柬埔寨等地。公元9—10世纪，中国的造纸技术又通过丝绸之路西传，古印度从此有了用纸印刷的佛教经卷。

阿拉伯帝国俘虏中国造纸匠，欧洲画师偷走造纸术

公元751年，唐朝大将高仙芝率军与大食(阿拉伯帝国)将军沙利会战于中亚重镇怛逻斯(今哈萨克斯坦的江布尔)。激战中，由于唐军中的西域军队发生叛乱，唐军战败。怛逻斯之战后，唐军中的部分造纸工匠被阿拉伯军队俘虏。沙利将这些工匠带到中亚重镇撒马尔罕，让他们传授造纸技术，并建立了阿拉伯帝国第一个生产麻纸的造纸场。在怛逻斯战役中被俘的唐代著名史学家杜佑的侄子杜环，后来辗转归国。在他的回忆录中，曾提及中国工匠传授阿拉伯人造纸术的史实。

从此，撒马尔罕成为阿拉伯人的造纸中心。在许多中世纪阿拉伯旅行家的游记中，都有关于撒马尔罕出产优质纸品的记录。公元 794 年，在中国工匠的指导下，阿拉伯帝国在都城巴格达建立了新的造纸工场。此后，阿拉伯帝国的一切政府文书、档案均书写在纸制品上。

随后，源自中国的造纸术随着阿拉伯大军迅速传到叙利亚、埃及、摩洛哥、西班牙和意大利等地。在意大利的博物馆中，至今还保留着西西里国王罗杰一世于 1109 年书写的一幅诏书，诏书用的纸就是阿拉伯人生产的。在当时的欧洲，能够使用阿拉伯人制造的纸张被视为一种奢侈的行为。由于纸的造价昂贵，那不勒斯和西西里的国王菲特烈二世曾在 1221 年下令禁止使用纸书写官方文件。

中国造纸术传入欧洲前，欧洲人也曾用羊皮进行文字记录工作。在中世纪的欧洲，据说抄一本《圣经》要用 300 多张羊皮，这极大地限制了文化信息的传播范围，造纸术的西传，为当时欧洲蓬勃发展的教育、政治、商业等方面的活动提供了极为有利的条件。

1276 年，意大利半岛中部的蒙地法诺地区建起了意大利的第一家生产麻纸的造纸场。此后不久，欧洲人开始改良造纸技术，但直至 17 世纪，欧洲的造纸技术还只能达到中国宋代的水平。为了解决欧洲纸张质量低劣的问题，法国财政大臣杜尔阁曾希望利用驻北京的耶稣会教士刺探中国的造纸技术。乾隆年间，供职于清廷的法国画师、耶稣会教士蒋友仁将中国的造纸技术画成图寄回了巴黎，中国先进的造纸技术才在欧洲广泛传播开来。1797 年，法国人尼古拉斯·路易斯·罗伯特成功地发明了用机器造纸的方法，从蔡伦时代起中国人持

续领先近 2000 年的造纸术终于被欧洲人超越。

造纸术的传播，促进了西方文化的内部交流，为欧洲的教育、政治、商业的活动提供了极为有利的条件，从而使尔后的文艺复兴成为可能，正如一位外国学者说的那样：“造纸一事，尤为重要，即谓欧洲文艺复兴之得力于纸，亦不为过。”德国亚可布说：“希腊罗马的人，从来没有想到纸的发明，我们还是靠中国人蔡伦的智慧，才能享受现在的这种便利。”造纸术对文化的普及和世界科学文化传播交流作出了不可磨灭的贡献。

## 印刷术

### 历史沿革

自从有了纸以后，随着经济文化的发展，读书的人多起来了，对书籍的需要量也大大增加了。

晋朝初年，官府有书二万九千九百四十五卷。南北朝时候，梁元帝在江陵有书籍七万多卷、隋朝嘉则殿中藏书有三十七万卷，这是我国古代国家图书馆最高的藏书记录。

除了官府藏书，私人藏书也越来越多。比如晋朝郭太，有书五千卷；张华搬家的时候，单是搬运书籍，就用了三十辆车子。

印刷术发明以前，只有官府和郭太、张华那样的富人才能有这么多的藏书，一般人要得到一两本书也很不容易，因为那时的书都是手抄本。要抄这么多的手抄本，得花费多少人力呀！这种情况如果不改变，怎么能够满足社会上的需要呢？

历史上常常有这样的情况：一项科学发明，只要社会上迫切需要它，同时又有产生它的物质条件，那么，它就会很快出现的。雕版印刷术的出现就是这样。

在雕版印刷术出现以前，社会上已经广泛应用印章和拓碑。

印章有阳文和阴文两种，阳文刻的字是凸出来的，阴文刻的字是凹进去的。“如果使用阳文印章，印到纸上就是白底黑字，非常醒目。但是印章一般比较小，印出来的字数毕竟有限。

刻碑一般用阴文，拓出来的是黑底白字，不够醒目。而且拓碑的过程比较复杂，用来印制书籍也不方便。但是，拓碑有一个很大的好处，那就是石碑面积比较大，一次可以拓印许多字。

如果截长补短，把拓碑和印章的各自特点结合起来呢？情况当然就不一样了。

我国劳动人民在拓碑和印章这两种方法的启发下，发明了雕版印刷术。

雕版印刷的方法是这样的：把木材锯成一块块木板，把要印的字写在薄纸上，反贴在木板上，再根据每个字的笔划，用刀一笔一笔雕刻成阳文，使每个字的笔划突出在板上。木板雕好以后，就可以印书了。印书的时候，先用一把刷子蘸了墨，在雕好的板上刷一下，接着，用白纸复在板上，另外拿一把干净的刷子在纸背上轻轻刷一下，把纸拿下来，一页书就印好了。一页一页印好以后，装订成册，一本书也就成功了。这种印刷方法，是在木板上雕好字再印的，所以大家称它为“雕版印刷”。

我国的雕版印刷是在什么时候发明的呢？对这个问题，历史学家还没有统一的意见，但多数人认为是在唐朝时候发明的。

在隋末唐初，由于大规模的农民大起义，推动了社会生产的发展，文化事业也跟着繁荣起来，客观上产生雕版印刷的迫切需要。

根据明朝时候邵经邦《弘简录》一书的记载：唐太宗的皇后长孙氏收集封建社会中妇女典型人物的故事。编写了一本叫《女则》的书。贞观十年长孙皇后死了，宫中有人把这本书送到唐太宗那里。唐太宗看到之后，下令用雕版印刷把它印出来。

贞观十年是公元六三六年。《女则》的印行年代可能就是这一年，也可能稍后一些。这是我国文献资料中提到的最早的刻本。从这个资料来分析。可能当时民间已经开始用雕版印刷来印行书籍了，所以唐太宗才想到把《女则》印出来。雕版印刷发明的年代，一定要比《女则》出版的年代更早。

到了九世纪的时候，我国用雕版印刷来印书已经相当普遍了。

唐朝时候，有个杰出的诗人叫白居易。他把自己写的诗编成了一部诗集——《白氏长庆集》长庆四年十二月十日（公元八二五年一月二日），白居易的朋友元稹给《白氏长庆集》写了一篇序文，序文中说：当时人们白居易的诗“缮写模勒”，在街上贩卖，到处都是这样。

从前人们把刻石称为“模勒”，到了唐代，也就把雕版称为“模勒”了。这里的“模勒”两字就是雕版印刷的意思。

《旧唐书》还有这样一条记载，大和九年（公元八三五年）十二月，唐文宗下令各地，不得私自雕版印刷历书。这是怎么一回事呢？

根据另外一些古书的记载情况是这样：当时剑南、两川和淮南道的人民。都用雕版印刷历书，在街上出卖。每年，管历法的司天台还没有奏请颁发新历，老百姓印的新历却已到处都是了。颁布历法是封建帝王的特权，东川节度使冯宿为了维护朝廷的威信，就奏请禁止私人出版历书。历书关系到农业生产，农民非常需要，一道命令怎么禁得了呢？虽然唐文宗下了这道命令，民间刻印的历书仍旧到处风行。就是在同一个地区，民间印刷历书的也不止一家。

唐僖宗李儂[xuān] (862年6月8日—888年)年间，政局已经非常混乱，官吏苛刻，赋税繁多，爆发了濮州（今河南濮阳东）人王仙芝、冤句（今山东曹县北）人黄巢领导的家民大起义。黄巢是盐贩出身，由于唐朝末年食盐专卖，官盐价格昂贵，老百姓有吃不起盐而“淡食”者，所以造成了很多的私盐贩子，他们纷纷组织起来甚至搞武装贩运。黄巢起义的时候，唐僖宗慌慌张张逃到了四川。皇帝也逃跑了，当然没有人来管理禁印历书的事了。因此，江东地方的人民就自己编印了历书出卖。唐僖宗中和元年（公元八八一年），有两个人印的历书，在月大月小上差了一天，发生了争执。一个地方官知道了，就说：“大家都是同行做生意，相差一天半天又有什么关系呢？”历书怎么可以差一天呢？那个地方官的说法真叫人笑掉了牙。这件事情却告诉我们，单是江东地方，就起码有两家以上印刷历书。

当时跟着唐僖宗逃到四川的柳毗在他的《家训》的序里也说，他在成都的书店里看到好多关于阴阳、杂记、占梦等方面的书籍。这些书大多是雕版印刷的。可见当时成都的印刷业比较发达，不但印历书，

还印其他各种书籍了。

唐朝刻印的书籍，现在保存下来只有一部咸通九年刻印的《金刚经》。咸通九年是公元八六八年，离开现在已经一千多年了。这一千多年前的印刷品，是怎样保存下来的呢？这里还有一段故事。

甘肃省敦煌东南有坐鸣沙山，早在晋朝的时候，有一些佛教徒在这里开了山洞，雕刻佛像，建筑寺庙。山洞不断增加，佛像也跟着增多，人们就把这里称为“千佛洞”。一九零零年，有一个王道士在修理洞窟的时候，无意中发现了—个密闭的暗室，打开—看，里面堆满了一捆捆纸卷，其中有相当多的纸卷是唐代抄写的书籍，还有一卷是唐代刻印的《金刚经》。

这部《金刚经》长约—丈六尺，高约—尺，是由七张纸粘连而成的卷子。每张长 76.3 厘米，宽 30.5 厘米，全长约 534 厘米。卷首有—幅画，上面画着释迦牟尼对他的弟子说法的神话故事，神态生动，后面是《金刚经》的全文。卷末有—行文字，说明是咸通九年刻印的。

这本书是世界上现存的最早的雕板印刷书籍。图画也是雕刻在—块整版上的，也许是世界上最早的版画。

到了五代时候，有个封建官僚叫冯道。他在短短的五—个朝代中做过四个朝代的大官，是个卑鄙无耻的—家伙。他看到江苏、四川等地人民贩卖的印本书籍，各种各样都有，单单没有儒家经典，就在后唐长兴三年向皇帝建议雕版印刷儒家经典。

当时共印九种经书，经历了四个朝代，直到后周广顺三年，先后花了二十二年的时间，才全部刻成。

因为这次刻书影响比较大，后来竟有人认为印刷术是五代时候冯道发明的，这当然是错误的。

到了宋朝时候，印刷业更加发达起来，全国各地到处都刻书。北宋初年，成都印《大藏经》，刻板十三万块；北宋政府的中央教育机构——国子监，印经史方面的书籍，刻板十多万块。从这两个数字，可以看出当时印刷业规模之大。宋朝雕板印刷的书籍，现在知道的就有七百多种，而且字体整齐朴素，美观大方，后来一直为我国人民所珍视。

宋朝的雕版印刷，一般多用木板刻字，但也有人用铜板雕刻。上海博物馆收藏有北宋“济南刘家功夫针铺”印刷广告所用的铜版，可见当时也掌握了雕刻铜版的技术。

说起印制书籍，雕版印刷的确是一个伟大的创造。一种书，只雕一回木板，就可以印很多部，比用手写不知要快多少倍了。

可是用这种方法，印一种书就得雕一回木板，费的人工仍旧很多，无法迅速地、大量地印刷书籍，有些书字数很多，常常要雕好多年才能雕好，万一这部书印了一次不再重印，那末，雕得好好的木板就完全没用了。

有什么办法改进呢？

到了十一世纪中叶（宋仁宗庆历年间），我国有个发明家叫毕升，终于发明了一种更进步的印刷方法——活字印刷术，把我国的印刷技术大大提高了一步。

毕升用胶泥做成一个一个四方长柱体，一面刻上单字，再用火烧

硬，这就是一个一个的活字。印书的时候，先准备好一块铁板，铁板上上面放上松香和蜡之类的东西，铁板四周围着一个铁框，在铁框内密密地排满活字，满一铁框为一版，再用火在铁板底下烤，使松香和蜡等熔化。另外用一块平板在排好的活字上面压一压，把字压平，一块活字版就排好了。它同雕版一样，只要在字上涂墨，就可以印刷了。

为了提高效率，他准备了两块铁板，组织两个人同时工作，一块板印刷，另一块板排字；等第一块板印完，第二块板已经准备好了。两块铁板互相交替着用，印得很快。

毕升把每个单字都刻好几个；常用字刻二十多个碰到没有预备的冷僻生字，就临时雕刻，用火一烧就成了，非常方便。印过以后，把铁板再放在火上烧热，使松香和蜡等熔化，把活字拆下来，下一次还能使用。

这就是最早发明的活字印刷术。这种胶泥活字，称为泥活字，毕升发明的印书方法二和今天的比起来，虽然很原始，但是活字印刷术的三个主要步骤——制造活字、排版和印刷，都已经具备。所以，毕升在印刷方面的贡献是非常了不起的。北宋时期的著名科学家沈括在他所著的《梦溪笔谈》里，专门记载了毕升发明的活字印刷术。

## 外传及影响

公元 983 年，立国不久的北宋王朝应高丽王朝的请求，将两套佛经《开宝藏》赠送给高丽，中国刻字工匠有可能在此时进入了朝鲜半岛。后来，高丽又派人专门到中国学习雕版印刷术，培养了朝鲜第一批印刷工匠。公元 14 世纪，朝鲜人在阅读中国宋代科学家沈括的科

技著作《梦溪笔谈》时，了解到中国人毕昇发明了陶活字。从《梦溪笔谈》中，朝鲜人掌握了中国的活字印刷术。

朝鲜人民开始用泥活字等方法印书，后来又采用木活字印书。到了十三世纪，他们首先发明用铜活字印书。我国使用铜活字印书比朝鲜稍晚。朝鲜人民还创造了铅活字、铁活字等。

几乎是在造纸术西传的同时，阿拉伯人也接触到了中国的雕版印刷技术。令后人感到不解的是，雕版印刷术并没有像造纸术一样在阿拉伯人的统治区里传播开来。有一种说法认为，阿拉伯人误以为中国人在印刷时使用猪鬃制成的刷子给印版上墨，认为用这样的方法印刷《古兰经》亵渎神明，因而影响了雕版印刷术在阿拉伯地区的传播。

十六世纪末年，日本侵入朝鲜，把朝鲜的铜活字和木活字抢去不少。于是，日本人也学会了活字印刷术。

我国的印刷术还传到了越南。十五世纪的时候，越南开始用雕版印刷术的方法印书。十八世纪初，他们也开始用木活字印书了。

欧洲印刷术的产生，也受了我国印刷术的深刻影响。

元朝时候，到中国来的欧洲人很多。他们看到元朝政府印的纸币可以代替金银使用，觉得非常新奇。在他们写的游记中，对于中国的纸币记载得很详细。

当时到中国来的欧洲人，很多住在杭州等地。杭州的书坊非常多，刻印工人的技巧也非常熟练。有的欧洲人在那里住过好几年，所以很自然地就把印刷术带回欧洲去了。由于欧洲人使用的拉丁字母结构简单，且只有 26 个字母，比汉字更适合活字印刷。但拉丁字母字形圆

润，刻字时不易下刀，因而欧洲人研究改进活字印刷工艺的动力更为强劲。

1450年，德意志人古腾堡在美因茨城的工厂中发明了哥特体拉丁文金属活字印刷技术，解决了长期困扰欧洲人的字形问题。1462年，美因茨发生动乱，工厂在战火中被毁，印刷工流落到德意志各地，将古腾堡改进的金属活字印刷术散播到欧洲各地。印刷术传到欧洲后，改变了原来只有僧侣才能读书和接受高等教育的状况，为欧洲科学的突飞猛进以及文艺复兴运动的出现提供了重要的物质条件。

## 指南针

### 历史沿革

指南针是用以判别方位的一种简单仪器。前身是司南。主要组成部分是一根装在轴上可以自由转动的磁针。磁针在地磁场作用下能保持在磁子午线的切线方向上。磁针的北极指向地理的南极，利用这一性能可以辨别方向。常用于航海、大地测量、旅行及军事等方面。

中国是世界上公认发明指南针（Compass）的国家。指南针的前身是中国古代四大发明之一的司南，介绍司南必须从磁石说起。

据古书记载，远在春秋战国时期，由于正处在奴隶制社会向封建社会过渡的大变革时期，生产力有了很大的发展，特别是农业生产更是兴盛发达，因而促使了采矿业、冶炼业的发展。由于生产劳动，人们接触了**磁铁矿**，从铁矿石中认识了磁石开始了对磁性质的了解。人

们首先发现了磁石吸引铁的性质，后来又发现了磁石的指向性。经过多方面的实验和研究，终于发明了实用的指南针。最早的指南针是用天然磁体做成的，这说明中国汉族劳动人民很早就发现了天然磁铁及其吸铁性。

《管子》的数篇中最早记载了这些发现：“山上有磁石者，其下有金铜。”其他古籍如《山海经》中也有类似的记载。磁石的吸铁特性很早就被人发现，《吕氏春秋》九卷精通篇就有：“慈招铁，或引之也。”那时的人称“磁”为“慈”他们把磁石吸引铁看作慈母对子女的吸引。并认为：“石是铁的母亲，但石有慈和不慈两种，慈爱的石头能吸引他的子女，不慈的石头就不能吸引了。”据说秦始皇统一六国后，在咸阳附近修阿房宫，宫中有一座门是用磁石做成，如果有人身穿盔甲，暗藏兵器，入宫行刺，就会被磁石门吸住。这个故事告诉我们，古代劳动人民很早就掌握了磁学知识。

当把两块磁铁放在一起相互靠近时，有时候互相吸引，有时候相互排斥。人们都知道磁体有两个极，一个称N极，一个称S极。同性极相互排斥，异性极相互吸引。那时的人们并不知道这个道理，但对这个现象还是能够察觉到的。

到了西汉，有一个名叫栾大的方士，他利用磁石的这个性质做了两个棋子般的东西，通过调整两个棋子极性的相互位置，有时两个棋子相互吸引，有时相互排斥。栾大称其为“斗棋”。他把这个新奇的玩意献给汉武帝，并当场演示。汉武帝惊奇不已，龙心大悦，竟封栾

大为“五利将军”。栾大利用磁石的性质，制作了新奇的玩意蒙骗了汉武帝。

指南针的始祖大约出现在战国时期。它是用天然磁石制成的。样子像一把汤勺，圆底，可以放在平滑的“地盘”上并保持平衡，且可以自由旋转。当它静止的时候，勺柄就会指向南方。古人称它为“司南”，当时的著作《韩非子》中就有：“先王立司南以端朝夕。”“端朝夕”就是正四方、定方位的意思。《鬼谷子》中记载了司南的应用，郑国人采玉时就带了司南以确保不迷失方向。

春秋时代，人们已经能够将硬度 5 度至 7 度的软玉和硬玉琢磨成各种形状的器具，因此也能将硬度只有 5.5 度至 6.5 度的天然磁石制成司南。东汉时的王充在他的著作《论衡》中对司南的形状和用法做了明确的记录。司南是用整块天然磁石经过琢磨制成勺型，勺柄指南极，并使整个勺的重心恰好落到勺底的正中，勺置于光滑的地盘之中，地盘外方内圆，四周刻有干支四维，合成二十四向。这样的设计是古人认真观察了许多自然界有关磁的现象，积累了大量的知识和经验，经过长期的研究才完成的。司南的出现是人们对磁体指极性认识的实际应用。但司南也有许多缺陷，天然磁体不易找到，在加工时容易因打击、受热而失磁。所以司南的磁性比较弱，而且它与地盘接触处要非常光滑，否则会因转动摩擦阻力过大，而难于旋转，无法达到预期的指南效果。而且司南有一定的体积和重量，携带很不方便，这可能是司南长期未得到广泛应用的主要原因。

到了宋代，劳动人民掌握了制造人工磁体的技术，又制造了指南鱼。指南鱼是把薄钢片剪成鱼形，长二寸，宽五分，鱼的肚皮部分凹下去，使鱼象船一样能浮在水面上。然后加热并沿子午线方向淬火使之被地磁场磁化。这种人工传磁方法制成的指南鱼比使用司南方便多了，只要有一碗水，把指南鱼放在水面上就能辨别方向了。经过长期的改进，人们又把钢针在天然磁体上摩擦，钢针也有了磁性。这种经过人工传磁的钢针可以说是正式的指南针了。沈括在他的《梦溪笔谈》中提到他对指南针的用法做过四种试验，即水浮法、缕悬法、指甲法和碗唇法。“水浮法”是把指南针放在有水的碗里，使它浮在水面上，指示方向。“缕悬法”就是在磁针中部涂上一些蜡，上面粘一根丝线，把丝线悬在木架上，针下安放一个标有方位的圆盘，静止时钢针就指示南北。“指甲法”就是把钢针放在手指甲面上，轻轻转动，由于手指甲的光滑，磁针就和司南一样也能发生指南作用。“碗唇法”是把磁针放在光滑的碗边上，转动磁针，便和指甲法一样发生指南作用。沈括还对这四种方法做了比较，他指出水浮法的最大缺点，水面容易晃动影响测量结果；碗唇旋定法和指甲旋定法，由于摩擦力小，转动很灵活，但容易掉落；他比较推重的是缕悬法，他认为这是比较理想而又切实可行的方法。事实上沈括指出的四种方法已经归纳了迄今为止指南针装置的两大体系——水针和旱针。

从《梦溪笔谈》的记载来看，使用指南针指向还没有固定的方位盘，但不久，即发展成磁针和方位盘联成一体的罗经盘，或称罗盘。其方位盘为圆形，依次布列八卦、天干、地支和二十八宿，共计 24

个方位。罗经盘的出现是指南针发展史上的一大进步，人们只要一看磁针在方位盘上的位置，就能定出方位来。不过，此时罗盘，还是一种水罗盘，磁针是横贯着灯芯浮在水面上的。不但有钢片做的指南鱼，还有用木头做的指南龟。指南龟是当时流行的一种新装置，将一块天然磁石放置在木刻龟的腹内，在木龟腹下方挖一光滑的小孔，对准并放置在直立于木板上的顶端尖滑的竹钉上，这样木龟就被放置在一个固定的、可以自由旋转的支点上。由于支点处摩擦力很小，木龟可以自由转动指南。当时它并没有用于航海指向，而用于幻术。但是这就是后来出现的旱罗盘的先声。

明代嘉靖年间出现了旱罗盘，旱罗盘的磁针是以钉子支在磁针的重心处，支点的摩擦阻力很小，磁针可以自由转动。旱罗盘比水罗盘的性能优越，更适用于航海，因为它的磁针有固定的支点，不致在水面上游荡。

### 外传及影响

大约在公元 3 世纪前后，中国人发现了磁石能够吸铁的特性，同时还发现了磁石的指向性，并依此特性制造了“司南”。最迟在公元 9 世纪，指南针已应用于古代中国的陆上测量，还被阴阳家广泛用来看风水。官府在丈量田地和判决土地诉讼时，也经常使用指南针。

大约在 10 世纪的北宋时期，中国人已将指南针用于海上导航。这对于海上交通的发展，中外经济文化交流，起了极大作用。在北宋人朱彧 1119 年成书的《萍洲可谈》中，有这样一段文字：“甲令海舶，大者数百人，小者百余人……舟师识地理，夜则观星，昼则观日，

阴晦观指南针”。一些外国学者在翻译这段文字时，误将其中的“甲令”（南宋政府的命令）一词翻译成了往来海上的阿拉伯船长的名字，因此就一错再错，得出了最早装备指南针的不是中国海船，而是阿拉伯海船的错误结论。实际上，中世纪时阿拉伯人海船船体狭小，根本无法容纳百余人。当时往来南中国海、印度洋和波斯湾之间的商船，能够容纳上百人的只有中国海船，连阿拉伯商人也经常搭乘中国海船。宋代与阿拉伯的海上贸易十分频繁，中国开往阿拉伯的大型船队有指南针导航，阿拉伯人是很容易从中国商船上学到指南针的用法的。

受战乱和锁国影响，近邻朝鲜日本竟最后获得指南针

虽然古代希腊、罗马的学者们很早就已知道了磁石能够吸铁的特性，但长时间不知道磁石的指向性。而当欧洲人最终了解并掌握这一自然现象时，已落后于中国人一千多年了。而以磁石制造罗盘指引航海，落后于中国 300 余年，用人造磁石导航晚于中国人 100 余年。值得注意的是，欧洲人在早期使用的航海罗盘，是与中国人同样的水罗盘，而且制作方法也与中国水罗盘几乎完全相同。这一系列的趋同现象，只能以技术传播来解释。

在 13 世纪前半叶之前，欧洲人还停留在对中国宋代指南针的仿制阶段。此时的欧洲人无论是在理论还是在实践方面，都没有什么太大的建树，没有超过中国宋代的罗盘应用水平。

13 世纪后半期，通过法国实验物理学家皮埃尔的研究，欧洲的指南针开始了本土化的进程。随着中国旱罗盘传入欧洲，法国人又将

旱罗盘改进，将其装入有玻璃罩的容器中，成为便携仪器。后来，这种携带方便的指南针被欧洲各国的水手广为应用。

没有指南针之前，航海只能使用观星的方法推算大概方位。指南针出现后，海员们不仅可以确定方位，有时甚至能推算出两地间的里程。从此，各国的远洋船队依据海图和罗盘所记载、测算出来的航线、航向和里程，安全地行走于茫茫海天之间。

指南针在航海上应用，使得哥伦布发现美洲新大陆的航行和麦哲伦的环球航行成为了可能。这大大加速了世界经济的发展进程，为资本主义的发展提供了必不可少的前提。

由于宋朝与辽、金战争不断，影响到了朝鲜与中国的朝贡贸易，加之日本藤原氏幕府的闭关锁国政策，导致中国的指南针和火药传入这两个近邻国家的时间大大落后于欧洲，这与造纸和印刷术的发展形成了鲜明的对比。直到公元 15 世纪前后，罗盘才作为看风水的工具，在朝鲜广泛使用。而指南针传入日本，则是公元 17 世纪的事情了。

## 火药

### 历史沿革

火药是中国汉族炼丹家发明于隋唐时期，距今已有一千多年了。火药的研究开始于古代道家炼丹术，古人为求长生不老而炼制丹药，炼丹术的目的和动机都是超前的，但它的实验方法还是有可取之处，最后导致了火药的发明。

炼丹家虽然掌握了一定的化学方法，但是他们的方向是求长生不老之药，火药的发明是副产品。炼丹家对于硫磺、砒霜等具有猛毒的金石药，在使用之前，常用烧灼的办法“伏”一下，“伏”是降伏的意思。使毒性失去或减低，这种手续称为“伏火”。

唐初的名医兼炼丹家孙思邈在“丹经内伏硫磺法”中记有：硫磺、硝石各二两，研成粉末，放在销银锅或砂罐子里。掘一地坑，放锅子在坑里和地平，四面都用土填实。把没有被虫蛀过的三个皂角逐一点着，然后夹入锅里，把硫磺和硝石起烧焰火。等到烧不起焰火了，再拿木炭来炒，炒到木炭消去三分之一，就退火，趁还没冷却，取入混合物，这就伏火了。

唐朝中期有个名叫清虚子的，在“伏火矾法”中提出了一个伏火的方子：“硫二两，硝二两，马兜铃三钱半。右为末，拌匀。掘坑，入药于罐内与地平。将熟火一块，弹子大，下放里内，烟渐起。”他用马兜铃代替了孙思邈方子中的皂角，这两种物质代替碳起燃烧作用的。伏火的方子都含有碳素，而且伏硫磺要加硝石，伏硝石要加硫磺。这说明炼丹家有意要使药物引起燃烧，以去掉它们的猛毒。虽然炼丹家知道硫、硝、碳混合点火会发生激烈的反应，并采取措施控制反应速度，但是因药物伏火而引起丹房失火的事故时有发生。

《太平广记》中有一个故事，说的是隋朝初年，有一个叫杜春子的人去拜访一位炼丹老人。当晚住在那里。半夜杜春子梦中惊醒，看

见炼丹炉内有“紫烟穿屋上”，顿时屋子燃烧起来。这可能是炼丹家配置易燃药物时疏忽而引起火灾。

还有一本名叫《真元妙道要略》的炼丹书也谈到用硫磺、硝石、雄黄和蜜一起炼丹失火的事，火把人的脸和手烧坏了，还直冲屋顶，把房子也烧了。书中告戒炼丹者要防止这类事故发生。这说明唐代的炼丹者已经掌握了一个很重要的经验，就是硫、硝、碳三种物质可以构成一种极易燃烧的药，这种药被称为“着火的药”，即火药。由于火药的发明来自制丹配药的过程中，在火药发明之后，曾被当做药类。

《明熹宗实录》：“天启二年十二月二十日辛巳，援辽总兵毛文龙以登抚（袁可立）所遣管运参将黄胤恩、推官孟养志等发到粮饷并布疋、军器、火药等物，复蒙颁给敕印、旗牌，授以援辽总兵便宜行事，具谢恩。”

《本草纲目》中就提到火药能治疮癣、杀虫，辟湿气、瘟疫。火药不能解决长生不老的问题，又容易着火，炼丹家对他并不感兴趣。火药的配方由炼丹家转到军事家手里，就成为中国古代四大发明之一的黑色火药。

宋神宗赵顼时，边防军中已大量配备火药弓箭。球状火药包扎在箭杆头附近，点着引线以后，用弓箭将火药射出去烧伤敌人。还有把火药、毒药，再加上一些沥青、桐油等，做成毒球，点着以后，用弓箭射出，杀伤敌人是后来的“万人敌”。到了宋朝，人们将火药装填在竹筒里，火药背后扎有细小的“定向棒”，点燃火管上的

火硝，引起筒里的火药迅速燃烧，产生向前的推力，使之飞向敌阵爆炸，这是世界上第一种火药火箭。

南宋时候，火药的使用越来越普遍了，火器也得到了进一步的发展。为了防御金兵的侵扰，南宋的军事家们就不断想法改进武器。南宋初，宋高宗绍兴二年（公元一一三二年），有一个叫陈规的军事学家，发明了一种管形火器——火枪，这在火器史上是一大进步。

这种火枪是用长竹杆做的，竹管里装满火药。打仗的时候，由两个人拿着，点着了火，发射出去，用它烧敌人。

这是我国最早出现的管形火器。把火药装在竹管里做成火枪，在火药的应用上是个了不起的进步。用抛石机发射火药，不容易准确地打中目标；有了管形火器，人们就可以比较准确地发射和适当地操纵火药的起爆了。

火枪发明以后，经过不断的改进，到了南宋末年，又有人发明了突火枪。突火枪是用粗毛竹筒做成的，竹筒里放有火药，还放一种叫“子窠”的东西。用火把火药点着以后，起初发出火焰，接着“子窠”就射出去，并且发出象炮一样的声音。

这种“子窠”，究竟是什么东西呢？它很可能就是一种最早的子弹，可惜古书上没有说明。

火枪的作用只在烧人，突火枪却能发出子窠打人，比火枪又前进了一步。

火枪和突火枪，都是用竹管做的原始的管形火器，威力不大，但它们是近代枪炮的老祖宗。近代的枪炮，就是从它们慢慢发展来的。

明朝时候，由于火药技术的进步，人们还发明了原始的两级火箭。

根据茅元仪《武备志》一书的记载，当时有一种名叫“火龙出水”的火箭。用一根五尺长的大竹筒，做成一条龙，龙身上前后各扎两枝大火箭，火龙出水，这就是原始的两级火箭。这是第一级火箭，用来推动龙身飞行。在龙腹里，也装几支火箭，这是第二级火箭。使用的时候，先发射第一级火箭，飞到两三里远，引火线又烧着了装在龙腹里的第二级火箭，它们就从龙口中直飞出去，焚烧敌人。

明朝时候，技术水平最高的火箭，发射出去还能再飞回来。这种火箭叫“飞空砂筒”。根据《武备志》记载，这种火箭是把装上炸药和细砂的小筒子，连在竹杆的一端；同时，再用两个“起火”一类的东西，一正一反地绑在竹杆上。点燃正向绑着的“起火”，整个筒子就会飞走，运行到敌人的上空时，引火线点着炸药，小筒子就下落爆炸；同时，反向绑着的“起火”也被点着，使竹杆飞回原来的地方。这种“飞空砂筒”，不但是一种两级火箭，而且还能飞出去又飞回来，真是巧妙极了。

十四世纪末，我国还有人幻想利用火箭的力量来飞行。这件事写在外国人赫伯特·瑟姆的书中。他写道，十四世纪末年，有一个中国官吏，曾经在一把椅子后面，装上四十六支大火箭，人坐在椅子上，两手拿着两个大风筝。然后叫人用火把这些火箭点着，他想借着火箭推进的力量，再加上风筝上升的力量，使自己飞向前方，结果没有成

功。这位官吏的幻想虽然没有实现，但是十分可贵，它和现在喷气式飞机的原理，是非常相近的。

## 外传及影响

在古代希腊的古籍中，曾经出现过使用硫、松炭、沥青和麻屑制造所谓“海火”（亦称“希腊火”）的记录。后来，拜占庭帝国和阿拉伯人都都曾在军事行动中出现过纵火作战的记录。虽然欧洲人曾经发明和改进过“希腊火”，但威力远远无法与中国火药相比。宋元时，来华的阿拉伯水手在中国人节庆之时释放的焰火和中国船舶装备的火器中，最早接触到了火药。公元 1161 年，宋金采石之战中，南宋军队使用“霹雳炮”对蒙古军作战时，也有阿拉伯水手在现场目睹。

公元 1234 年蒙古灭金之后，将在开封等地虏获的工匠、作坊和火器全部掠走，还把金军中的火药工匠和火器手编入了蒙古军队。次年，蒙古大军发动了第二次西征，新编入蒙军的火器部队也随军远征。1236 年秋，蒙古大军攻至伏尔加河沿岸，在这里击溃钦察部后，进入俄罗斯腹地。在随后的几年中，装备火器的蒙古大军横扫东欧平原。蒙古大军席卷东欧大地，让阿拉伯人也感受到了火药的巨大威力。由于担心会成为蒙古军队的下一个进攻目标，阿拉伯人迫切希望获得火药的情报，以提升阿拉伯军队的战斗力。但阿拉伯人缺乏制造火药最为关键的硝石（阿拉伯人称为“中国雪”）的提炼技术。于是，善于航海的阿拉伯人通过与东南亚各国贸易，间接从中国进口了大量硝石。但蒙古人没有给阿拉伯人足够的时间利用这些硝石。1258 年 2 月 15

日，在唐朝名将郭子仪后裔郭侃率领的手持火器的蒙古大军进攻下，阿巴斯王朝的都城巴格达终于陷落。蒙古人灭亡阿拉伯帝国后，建立起了伊利汗国。这里迅速成为了火药等中国科学技术知识向西方传播的重要枢纽。而配备火药武器的蒙古军队在欧洲的长期驻扎，给欧洲人偷窥火药技术提供了机会。

由于元朝政府不禁止火器出口，蒙古军队还在阿拉伯人和欧洲人中招募士兵，因此，欧洲人有了足够的机会掌握火药制造技术。希腊人马克在研究中国火器的基础上写了《焚敌火攻书》，记述了 35 个火攻方。该书在 1804 年由法国人杜泰尔奉拿破仑的皇命译为法文，随后又被译为德文和英文。

意大利是获得中国火药知识较早的国家之一，欧洲人话语中的“火箭”一词就首先出现在意大利语中。1379 年—1380 年间，意大利两大强国威尼斯和热那亚为争夺海上贸易垄断权发生战争，双方在这场战役中都使用了火器，这是欧洲人制造使用火器的最早记录。火器在传到欧洲以后得到了革命性的发展，最终成为了欧洲人征服世界的利器。

## 古代四大发明的世界影响及意义

中国古代的四大发明以其当时在世界上领先的科学技术水平，推动了人类社会的进步和发展，也使我国成为世界文明古国之一。中国的古代四大发明，在欧洲近代文明产生之前陆续传入西方，扩大了文化的传播范围，为世界贸易和手工业的发展奠定了基础，推动了人类

历史的进程。

印刷术的出现改变了只有僧侣才能读书和受高等教育的状况，便利了文化的传播。火药和火器的采用摧毁了欧洲中世纪天主教的思想枷锁。指南针传到欧洲航海家的手里，使他们有可能发现美洲和实现环球航行，为西方奠定了世界贸易和工场手工业发展的基础。

四大发明，在人类科学文化史上留下了灿烂的一页。这些伟大的发明曾经影响并造福于全世界，推动了人类历史的前进。火枪，火箭，火炮等武器全部由中国发明，宋朝由于单兵作战素质不高，因此大力发展军事科学技术，以求平衡，影响世界的火药武器由此诞生。

明朝期间对各种火药武器都进行了相当多的改造，因此明朝的军事科技达到了世界的巅峰。同时明朝还积极地引进西方的科学技术。但从17世纪开始，当西方国家利用指南针环游世界，积极开发殖民地的时候，清廷统治者却开始对外实施彻底的闭关锁国政策，对西方世界的兴起一无所知，中国开始落后于西方各国。

## 历史意义

四大发明是中国汉族先民为世界留下的一串光耀的足迹，是人类文明进步作出巨大贡献的象征。

① 造纸术的发明：为人类提供了经济、便利的书写材料，掀起一场人类文字载体革命；

② 雕版印刷术的发明：大大促进了文化的传播；

③ 指南针的发明：为欧洲航海家的航海活动，提供了条件；

④ 火药武器的发明：火药武器的使用，改变了作战方式，帮助欧洲资产阶级摧毁了封建堡垒，加速了欧洲的历史进程。

运城职业技术大学大学人文教研室