

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中国古代四大发明



中国古代四大发明

造纸法

纸是很普通的东西，也是非常重要的东西。我们读书、看报、写信、绘画、记笔记、写文章，那一件也离不开纸。

有了纸，人类的各种知识才能保存下来，才能传播开去。有了纸，人类的文化科学事业才能迅速地向前发展。可以这样说，纸是人类文明的标志。

为了满足人民的需要，我国在解放后开办了很多造纸厂，用机器大量制造各种各样的纸张，供我们使用。在许多少年朋友看来，纸好像没有什么稀奇。

可是你知道吗，人类的文化史，有漫长的一个时期不是写在纸上，因为那时候人们不会造纸。造纸的方法是我们祖先经过长期的努力，花了无数的心血才发明出来的。

纸的发明，表现了我国古代劳动人民的聪明才智，是中华民族对人类文化的重大贡献。

“龙骨”的故事

在纸产生以前，人类早就会写字了。据历史学家的研究，我国的文字起源于六千年前。

在现在的陕西省西安市东郊，有个半坡村。六千年前，有一个原始氏族公社在这里生活。一九五四年，我国考古工作者发掘半坡村氏族公社的遗址，挖出了大量的石器、骨器和陶器。那些陶器上，除了刻有花纹，还刻着简单的符号。历史学家们认为，这些符号具有文字的性质，可以说是已经发现的我国最早的文字。

可见在纸发明之前，我国的文字已经有了很长的

西安半坡村出土陶器上刻划的符号历史。到了青铜时代，我们的祖先还把文字铸在或者刻在青铜器上。有些商代和周代的青铜器一直保存到现在，上面的文字记载了当时的一些历史事件和社会状况。

除了青铜器，我们的祖先还把文字写在什么上面呢？这里，我们先讲一个“龙骨”的故事。

清朝光绪二十五年（公元一八九九年），有一个人叫王懿荣，喜欢收集和研究古代的文物。有一天，他生了病，医生给他开了一张药方，药方上有一味药，叫“龙骨”。所谓龙骨，实际上是古代动物的骨骼或者骨酪化石。

药买了回来，王懿荣打开一看，发现有的“龙骨”上刻着很多古代的文字。他感到非常奇怪，就花工夫搜集这种刻有古代文字的“龙骨”。后来又有一些学者对这种“龙骨”发生了兴趣，他们经过搜集研究，方才知这些刻有古代文字的“龙骨”，是一种珍贵的古代文物——殷商 [Y nsh ng] 时代留下来的甲骨，离开现在已经有三千多年了。

甲骨是什么东西呢？

甲就是乌龟的腹甲；骨就是兽骨，主要是牛的胛骨 [ji g]。甲骨上刻的是当时的文字。因为这种文字刻在甲骨上面，所以称做甲骨文。

这片“龙骨”，实际上是刻着卜辞的龟甲

这些带字的甲骨，最初是在河南安阳发现的。安阳是殷商后期的京城。当地的农民在地里挖到了这些东西，就当做“龙骨”，卖给了药店。

这就是“龙骨”的来历。

最初出土的甲骨并不很多，后来考古学家确定它是研究殷商历史的珍贵资料，就在安阳等地大规模发掘。几十年来，刻有文字的甲骨，已经发现约十余万片。

那么，当时的人为什么要把文字刻在甲骨上呢？

原来殷商王朝很迷信，出征啦，打猎啦，放牧啦，甚至有什么疾病灾害啦，都要“占卜”一下，预测自己的运气好不好。甲骨就是他们占卜的用具。占卜的时候，他们先用铜钻在甲骨的一面钻一个孔，再用火烧灼钻孔的地方。甲骨经火一烧的，另外一面就出现了纵横的裂纹，他们根据裂纹来判断吉凶。占卜以后，他们常常就把结果刻在这块甲骨上。

当时，占卜的事情实在太多了，因此，甲骨文字记录的范围非常广泛，反映了殷王的活动和殷商社会生活的许多方面。

不但殷代有甲骨文，殷以后的西周也有甲骨文。一九七七年，考古工作

者在陕西省周原地区，又挖出了一万五千多片西周早期占卜用的甲骨。

殷商时代和西周甲骨的出土，使我们获得了研究古代政治经济和文化的
大量历史资料。这种甲骨就是我们祖先最早用来“写”字的一种“纸”。

竹简和木简

我们祖先“写”字的材料，除了甲骨以外，还有竹片和木板。

树木到处都是，竹子在南方也很普遍，因此，人们就把它们削成一条条狭长而又平整的小片片，在上面写字。竹子做的叫竹简；木头做的叫木简，又叫版牍[bǎndú]。慕兄窈颖荒就纷葩慕心炯颖 纸邪骐*

简的长度不一样，长的有三尺，短的只有五寸。人们写信的时候，往往用一尺长的简，所以后来把信称为“尺牍”。还有一种简，三面起棱，可以竖起来，便利儿童阅读，这就是当时的儿童识字课本哩！

每根简上写的字多少不一，大多是二十来个字，少的只有一两个字，多的也有三四十个字的。

人们在简上写字的时候，还准备好一把刀，万一把字写坏了，就削掉重写。直到今天，我们还把修改文章称为删削。

我们祖先在简上写了字，就用绳子、丝线或皮带，把一根根简编在一起。这样，就成为一册一册的最原始的书了。“册”是一个象形字，就像一根一根简用绳子串起来的样子。

什么时候我们祖先开始用竹片和木板写字的呢？

这个问题现在很难断定，很可能在殷商时代，人们就已经这么做了。因为我国的古书——《尚书》上说，殷朝已经“有典有册”了。在甲骨文里，也有这样一个字：“𠄎”，这就是古写的“册”字。

竹简和木简上的字，都是用毛笔写的。我国的毛笔，可能在殷代就发明了。在一些甲骨、玉片和陶器

这是东汉永元五年（公元93年）的木简

上，都可以看到殷代人们用毛笔书写的朱墨字迹。

在竹简和木简上写字，要比在甲骨上刻字容易，而且也便于编连。这样就使古人有了编书的条件。我国最古的正式书籍就是用竹简和木简编成的。这样的书，是曾经一再发现的出土文物。

据古书的记载，西汉时候，人们曾经在孔丘旧宅的墙壁中发现了许多竹简和木简，上面写着《尚书》、《礼记》、《论语》、《孝经》等几十篇儒家所谓的“经典”。据《晋书》上记载，在晋武帝时代，有人发掘了战国时期的魏襄王的墓（一说是魏安厘王的墓），得到竹简几十车。

解放以来，我国各地发现的竹简和木简，已有二十多起。其中出土数量最多的，要数前几年出土的居延汉简。

我国甘肃省北部额济纳河流域，古代称为居延。西汉武帝的时候，曾经派军队在这里开荒和守卫，还修筑了大量的军事设施。解放前，这里曾出土过汉简一万多根。一九七二年到一九七六年，我国考古工作者又在这一带进行考古发掘，发现汉简约两万根，不但比解放前增加一倍，而且也是我国历来发现古代简牍最多的一次。

这两万多根汉简，绝大多数是木简，只有极少数是竹简。现在，考古工作者已初步整理出七十多个完整的或比较完整的簿册。它们是研究汉代历史的重要资料。

这次发掘，还出土了两幅木板画。这说明当时不但用竹简和木简写字，还用木板来画图。

用竹简和木简写书，虽然比甲骨上刻字容易，可是这样的书仍旧有个很大的缺点，就是笨重，翻阅起来十分麻烦，携带尤其不便。

据古书上说，战国时代，有个思想家叫惠施，他旅行的时候，要用五辆车子装他所带的书。他的书，其实就是一捆一捆的木简和竹简。

秦始皇统一中国以后，许多事情他都要亲自处理。当时的公文都写在竹简和木简上，他每天看的公文竟有一百多斤重。

西汉时候，有个人叫东方朔，是个文学家。有一次，他为了给汉武帝提建议，竟用了三千根竹简写了一篇奏章，由两个人吃力地抬进宫去。

帛书和帛画

大约在春秋战国之际，人们在战国时代的竹简使用竹木简的同时，又发明了另外一种办法，用丝织品来写字、画图。

我国是世界上最早饲养家蚕和织造丝绸的国家。养蚕从什么时候开始的，现在还不能确定。据古书记载，在殷商时代，我国蚕丝业已经相当发达，在甲骨文中，已经有“丝”、“帛[bó]”和“桑”等字；另外，还有祭祀蚕神的记载。当时，人们不但有丝绸可以做衣服，甚至连用的东西也用绢帛包起来了。考古工作者曾经发现一些粘附在殷代铜器上面的丝绸残片，有的织成了菱形花纹，有的还有刺绣的图案。

殷代铜器的装饰花纹中

也有蚕的形象

随着社会经济的发展，丝织品的生产也更加普遍。大约在西周时候，人们就开始用帛写字。到了春秋战国时候，用帛写字的人就越来越多了。古人写的书里，“竹帛”两个字相当于我们今天的“稿纸”。战国初年有个思想家墨子，曾在他的书里不止一次地说到“著于竹帛”，就是写在竹简和帛上的意思。这说明帛和竹简木简一样，当时都用来做书写的材料。

那时候，人们不但用帛写字，还用帛画图。

从一九七一年底到一九七四年春天，我国考古工作者发掘了湖南长沙马王堆的三座汉墓，除了发现一具两千多年没有腐烂的女尸，还获得了大量珍贵的文物。在这些文物中，尤其重要和罕见的是两幅彩绘帛画、两幅画在帛上的地图以及一大批帛书，同时出土的，还有六百多根竹简。这说明当时竹木简和帛是并用的。

帛很轻便，便于携带和书写，看起来也很清楚。可是，帛的生产毕竟不是那么容易，价钱也太贵了，一般人用不起。所以在我国古代，帛书不及竹简和木简那样普遍。

竹简木简太笨重，帛又太贵，用这些东西写字，都有缺点，还得想出更好的方法来。

于是，随着生产和科学技术的发展，纸终于被发明了。

丝绵纸——赫蹄

在讲纸的发明以前，这里先讲一个关于“赫蹄”[xìtí]的小故事。

西汉末年，赵飞燕姐妹二人都被召入宫，得到了汉成帝的宠幸，一个当了皇后，一个当了昭仪。宫中有个女官叫曹伟能，生了一个孩子，按说应该是皇子。赵昭仪知道了，就派人抛弃了孩子，把伟能监禁起来，给她一个绿色的小匣子，里面是用“赫蹄”包着的两颗毒药，“赫蹄”上还写着：“告伟能，努力饮此药，……”就这样，伟能被逼着服毒死了。

这张包着药还写上字的“赫蹄”，究竟是什么东西呢？

二世纪末叶，我国有个学者应劭[Y ng-shào]解释说，它是一种用丝绵做成的薄纸。

原来在西汉时代，我国已经能制作丝绵了。制作丝绵的方法是把蚕茧煮过以后，放在竹席子上，再把竹席子浸在河水里，将丝绵冲洗打烂。丝绵做成以后，从席子上拿下来，席子上常常还残留着一层丝绵。等席子晒干了，这层丝绵就变成一张张薄薄的丝绵片，剥下来就可以在上面写字。

这种薄片就是“赫蹄”，也就是丝绵纸。在东汉永元十二年（公元一年），我国有名的学者许慎，写成了中国第一部字典——《说文解字》。这部字典里已经收有“纸”字。他解释“纸”字的意思，就跟在水中打制丝绵有关。因为最早的纸是用蚕丝做成的，和做丝绵又有密切的关系，所以“纸”字就用“糸”做偏旁。

这种丝绵纸的发明，是当时劳动人民努力实践的成果。伟能死的时候是公元前十二年，毫无疑问，“赫蹄”的发明年代应该在这以前了。

用丝绵纸写字，既光滑，又轻便，一定受大家的欢迎。不过，它还得用蚕丝做原料，不可能大量生产。

丝绵纸虽然不能大量生产，它的制造方法却给人们很大的启发。既然可以利用蚕丝的纤维来造纸，那么，可不可以利用富于纤维质的植物来造纸呢？人们从长期的生产实践中，终于逐步摸索到造纸的方法。

世界上最早的植物纤维纸

一九五七年五月，在陕西省西安市郊灞桥砖瓦厂工地上，发现了一座古代墓葬。我国考古工作者立即对这座墓进行了清理，在墓中发掘到铜剑、铜镜、半两钱、石虎、陶器等文物。其中值得注意的是，在包着麻布的铜镜下面，放有一些米黄色的古纸，最大的差不多有十厘米见方，还有一些较小的纸片。纸上面有明显的被麻布压成的布纹。由于长期和铜镜放在一起，纸和麻布的表面都呈现出绿色铜锈老斑。这些情况说明，它是和其他文物同时随葬入墓的。

考古工作者对这座古墓和出土文物进行研究，断定它们的年代不会晚于西汉武帝，离开现在已经有一千一百多年了。

这些古纸因为是在灞桥这个地方发掘出来的，所以称为灞桥纸。

灞桥纸究竟是用什么原料制造的呢？

一九六五年，我国有关单位对灞桥纸进行了反复的检验，确定它主要是由大麻纤维所造的，但是也混有少量的苧麻 [zhù má]。

大麻是我国种植的最古老的麻类。春秋时代编成的我国最早的一部诗歌总集《诗经》，其中就提到“麻”和“纴 [zhùn]”。“麻”，指大麻；“纴”，指苧麻。汉朝时候，它们都是麻纺业中的主要原料。因此，人们也就把它们用来作为造纸的原料了。

用麻来造纸，采用的也是丝绵纸——“赫蹄”的制造方法。我国古代的劳动人民穿不起丝绸、丝绵，只好穿麻制品。古书上是把“布”（指麻布）和“帛”并提的，把“麻缕”和“丝絮”（指丝绵）并提的。当时制造麻缕，跟制造丝绵的方法一样，也是在水中进行的。《诗经》中就讲到：“东门之池，可以沤 [òu] 麻”，“东门之池，可以沤纴”，“沤”就是把麻长时间地浸渍在水中。在水中制造丝绵的时候，竹席子上总有残留着的丝绵；同样，在沤麻的时候，也总有细碎的麻筋落下来。竹席子上残留的丝绵可以做成丝绵纸，劳动人民在积累了做丝绵纸的经验以后，就很自然地采用这种方法，用细碎的麻筋制造植物纤维纸了。

灞桥纸是世界上现存的最早的植物纤维纸。它的发现，在科学技术史上具有重大的意义。过去，历史书都说纸是东汉蔡伦发明的，灞桥纸的发现，说明早在西汉时代，我国劳动人民已经发明用植物纤维造纸。

除了灞桥纸以外，一九三三年，在我国新疆罗布淖尔地方，也发掘到一张西汉古纸，不过它的时代比灞桥纸晚一点。这张西汉古纸，也是用麻类纤维制造的。

我国虽然在西汉时代就有了植物纤维纸，但是，那时候麻缕也跟丝绵一样，是用来做衣服的，不可能大量用在造纸上。同时，麻缕制的纸又厚又糙，不很适宜写字。它还需要进一步改进和提高，才能代替竹简、木简和丝帛。

蔡伦对造纸法的贡献

我们在前面讲过，造纸法不是蔡伦最早发明的。那么，蔡伦是个什么人？他跟造纸法究竟有什么关系呢？

这里，我们就来讲讲蔡伦的故事。

蔡伦生活在东汉和帝时候，他是桂阳人，桂阳就是现在的湖南耒阳一带。在蔡伦出生的几十年前，我国发生了一次大规模的农民起义。这次起义在一定程度上打击了封建统治，推动了社会生产力的发展。从东汉初年到汉和帝时期，农业和手工业都不断进步。社会经济的发展，对纸张的生产提出了更高的要求。

蔡伦从小就到皇宫里去当太监，担任职位较低的职务——小黄门，后来得到汉和帝信任，被提升为中常侍，参与国家的机密大事。他还做过管理宫廷用品的官——尚方令，监督工匠为皇室制造宝剑和其他各种器械，因而经常和工匠们接触。劳动人民的精湛技术和创造精神，给了他很大的影响。

当时，蔡伦看到大家写字很不方便，竹简和木简太笨重，丝帛太贵，丝绵纸不可能大量生产，都有缺点。于是，他就研究改进造纸的方法。

蔡伦总结了前人造纸的经验，带领工匠们用树皮、麻头、破布和破鱼网等原料来造纸。他们先把树皮、麻头、破布和破鱼网等东西剪碎或切断，放在水里浸渍相当时间，再捣烂成浆状物，还可能经过蒸煮，然后在席子上摊成薄片，放在太阳底下晒干，这样就变成纸了。用这种方法造出来的纸，体轻质薄，很适合写字，受到了人们的欢迎。东汉元兴元年（公元一〇五年），蔡伦把这个重大的成就报告了汉和帝，汉和帝赞扬了他一番。从此，全国各地都开始用这样的方法造纸。造纸技术很复杂，不可能是某一个人凭空想出来的；事实上，在蔡伦之前，劳动人民已经用植物纤维来造纸了。所以我们不能说纸是蔡伦发明的，但是也应该肯定蔡伦对改进造纸技术是有很大贡献的。蔡伦带领工匠改进造纸方法，造出了质量较高的纸。他提出用树皮、麻头、破布、破鱼网来做原料，也是造纸技术的一大进步。这些原料来源广泛，价钱便宜，有的还是废物利用，因此可以大量生产。至于用树皮做原料，更是一个新的发现。后代人用木浆造纸，就是受到蔡伦用树皮造纸的启发。

蔡伦改进造纸方法成功，这是人类文化史上一件大事。从此，纸才有可能大量生产，给以后书籍的印刷创造了物质条件。

在蔡伦以后，别人又不断把他的方法加以改进。蔡伦死后大约八十年（东汉末年），又出了一位造纸能手，名叫左伯。他造出来的纸厚薄均匀，质地细密，色泽鲜明。当时人们称这种纸为“左伯纸”。可惜历史上没有把左伯所用的原料和制造方法记载下来。

造纸业逐步发达起来了

自从蔡伦改进造纸技术以后，造纸业就迅速发展起来。到了晋朝时候，纸就为人们普遍使用，代替了帛的地位。

两晋、南北朝时候，造纸的原料已经不限于树皮、麻头、破布和破鱼网等东西，它的范围逐渐扩大了。

西晋的文学家张华在他写的《博物志》中说：剡溪 [Shànxi]（现在的浙江嵊县 [Shèngxiàn] 地带）出产古藤，可以造纸，所以就把纸称为剡藤。

隋朝的虞世南辑了一部《北堂书钞》，书里引用东晋人范宁的一句话说，土纸不可作文书，文书都是藤角纸。

宋朝的赵希鹄写了一部《洞天清录集》，书中说晋朝大书法家王羲之和他的儿子王献之，有不少字是写在会稽 [Kuàij] 出产的竖纹竹纸上的。少字是写从上面这些记载中，我们知道，晋朝时候人们已经用藤和竹做造纸的原料了。

那么，范宁说的“土纸”，又是什么原料制造的呢？

有人认为这种“土纸”，就是麦秆、稻秆等粗纤维造的草纸。

在南北朝时代，北方人还用楮树 [chù] 皮造纸。那时候，有个杰出的农业科学家贾思勰 [Ji -s xiá]，写了一部著名的农业科学著作《齐民要术》。这部书在讲到北方农民种植楮树的时候说：他们煮剥树皮，虽然很辛苦，但是获利很大；如果自己能造纸，得利就更大了。这段记载告诉我们，北方农民种楮树的目的，就是为了造纸；而且煮剥树皮是造纸的一道重要工序。

造纸原料范围的扩大，对于造纸业的发展和进步有重要意义，各地就可以利用当地出产的材料来造纸了。

由于原料范围的扩大，纸的种类也越来越多，纸的质量也越来越好，生产的数量也大大增加了。

纸张多了，抄写书籍的风气就流行起来。于是，又出现了一种保护书卷纸张的新方法。人们在制造的时候，再加进一种味道非常苦涩的叫做黄蘗 [huángbò] 的草药。这样的纸可以避免虫咬，长期保存。这种新方法称为“入潢 [rùhuáng]”，在唐代就非常流行了。

在隋唐时候，我国造纸业更加发达起来。这跟当时的政治经济是分不开的。自东晋以来，原来经济落后的江南地区，经过劳动人民的长期努力，经济也已经上升到黄河流域的水平。隋朝结束了南北朝的长期分裂局面，到了唐朝时候，农业、手工业和商业都有很大的发展，封建经济非常繁荣。辉煌灿烂的唐代文化，是中国封建文化的高峰。这种经济繁荣、文化昌盛的局面，必然要求发展造纸业，造出更多更好的纸张，满足各方面的需要。

唐代造纸业发达的地区是相当广泛的，南方北方很多地方生产纸，好多古书上都有这方面的记载。

这时候也出现了不少大规模的造纸作坊。唐代皇甫枚 [Huángf -méi] 的《三水小牍》里，写了这样一件事：巨鹿郡南和县街北，有个造纸作坊，墙壁上常常贴满了纸，让太阳把它晒干。一天，突然之间刮来一阵旋风，把墙壁上的纸几乎都卷了下来，这些雪白的纸漫天飞舞，远远看去，简直像雪花一样。我们从这个记载可以想见，这个纸坊的规模是相当大的。

唐代的纸张品种很多，所用的原料主要是麻、藤、楮三种。当时的益州

(现在的四川)和扬州等地,都是麻纸的著名产地。藤纸的生产,也从原来的产地剡溪,逐渐推广到浙江、江西两省许多产藤的州县。

用楮树皮造的楮纸,在唐代更加流行。唐朝文学家韩愈曾把纸称为“楮先生”,就是指楮树皮造的纸。

除了上面讲的几种主要原料以外,唐朝又开始用海草、檀树皮[tánshùpí]等造纸。唐朝又开始用

大家都知道,我国的宣纸是很有名的,讲究写字绘画的人,都喜欢使用宣纸。这种纸直到现在还是手工纸里的精品。宣纸用檀树皮和稻草造成。它洁白细密,均匀柔软,质地坚韧,经久不变色,还有吸水力强的特点。早在唐朝时候,宣纸就已经是宣州的著名产品了。

从宋朝开始,竹纸的产量越来越大。我国长江以南,气候温暖,竹子到处都是,生长起来也很快。所以,采用竹子做造纸原料以后,造纸业的发展就更快了。

明朝时候有个科学家叫宋应星,他写了一部《天工开物》,里面就讲到造竹纸的方法:先把竹子截断,剖成竹片,拌了石灰浸在水塘里,再取出来煮烂,制成纸浆,然后用绷在木架上的竹帘子从纸浆而上荡过去。这样,

竹帘上就留下一层纤维,把这层纤维揭下来烘干,纸就制成了。

当时用石灰等蒸煮纸浆,实际上就是化学处理法。这已经是一套相当完整的造纸方法了。

传遍了世界各国

我国是第一个发明造纸法的国家。后来，纸传到了别的国家，接着造纸方法也传到了别的国家。

我国的纸和造纸方法，最先传到越南和朝鲜，又从朝鲜传到日本。西晋太康六年（公元二八五年），朝鲜半岛的百济国，有个学者叫王仁博士，带了《论语》等书到日本去，这些书都是写在纸上的手抄本。

隋炀帝大业六年（公元六一一年），有一个朝鲜和尚昙征到日本去，他把从中国学到的造纸方法和造墨方法传给了日本人。不久，日本也能大量造纸了。

公元七五一年，我国的造纸方法，又向西传到了阿拉伯。

那时候，阿拉伯有一个强大的国家，在我国的历史上叫大食。大食的疆域一度扩展到中亚细亚。唐玄宗天宝十年（公元七五一年），唐朝的安西节度使高仙芝带领军队，和大食的齐牙德·衣布·噶利带领的军队打了一仗。结果，高仙芝被打败，好多唐朝的士兵被俘虏去了。这些士兵中有不少造纸工人，因此，我国的造纸方法也就传到了大食国。大食国人就在撒马尔罕和其他一些城市里开办造纸厂，大量生产纸，并且把纸出口到欧洲各国去。当时欧洲各国所用的纸，都是阿拉伯人制造供应的。

纸传到欧洲以前，在很长一个时期内，欧洲人把字写在石头、蜡板、纸草、羊皮上。纸草一经折叠就会断裂，不容易保存。羊皮价钱很贵，抄写一部《圣经》，就要用三百多只羊的皮。这种用羊皮抄成的书，一般人谁买得起呀，太贵了！

阿拉伯人把纸输送到欧洲各国，欧洲人也就得到了便宜的书写材料。他们普遍用起纸来，不再使用纸草和羊皮写字了。

公元一一五一年，阿拉伯人在欧洲的西班牙设立了造纸厂。这样，中国的造纸方法就传到了西班牙。

这时候，离开蔡伦改进造纸法已经有一千年了！以后，纸又从那里陆续传到了欧洲其他各国；到十七世纪末，才传到了美洲大陆。

我国的纸和造纸方法，最后终于传遍了全世界。各国人民都用起纸来，许多国家也都能自己造纸。这样，就大大促进了各国经济和文化的发展。

印刷术

印刷术有多么重要，你也许没有想过吧？

我们每天上学，书包里都要带几本书，这些书是印刷出来的。我们每天还要看报纸，这些报纸也是印刷出来的。如果没有印刷术，这些书籍、报纸都要靠人们用手抄，那我们大家一天到晚都得忙着抄书抄报，就够麻烦的了！

在印刷术发明以前，报纸根本谈不上，书籍也只能靠抄写来流传。前面说到的居延出土的汉简和马王堆出土的帛书，不都是一笔一笔地写上去的吗？后来纸发明了，要想读书，还只有向人借来抄写。一部书即使字数不多，比方说，只有几万字吧，一天抄几千字，也得花费好多天；如果是几十万字的书，那就得花费很多时间了。

用手抄书，不但得花费很多时间和精力，而且抄来抄去，容易出错。所以，在印刷术发明以前，书籍的传布非常缓慢，人们想得到一本书，真是非常艰难。

印刷术发明以后，情形可就完全不同了。一本书能够在很短时间内印出几百本几千本来，既可以满足许多人的需要，又可以减少或避免错误。书印得多了，就容易普及，还容易保存，不致于失传。

下面，我们就来讲一讲我国古代发明印刷术的故事。

拓碑和印章

印刷书籍，必须有墨和纸。前面谈过，我国在两千多年前就发明了纸。

那末，墨是在什么时候发明的呢？

五六千年前，我国在新石器时代，陶器上就已经出现了黑色图画。殷代的甲骨文，有的也是先用墨写了再刻的。

最早用的墨，是黑土或者石墨一类天然的黑色物质。“墨”这个字，就是“黑”和“土”两个字合成的。也有人利用海中墨鱼的墨汁来写字。

人造墨是用松烟等制成的。湖南长沙出土的战国竹简，上面的墨色直到现在还漆黑，可能当时已经发明了墨。马王堆汉墓的西汉帛书，也是用人工造的墨书写的。东汉许慎所著的《说文解字》里，已经收有“墨”字。

东汉时候有一个叫郑众的人，他和三国时候的曹植也都说过，墨是用松烟制成的。可见，最迟在汉朝时候，人们已经懂得用松烟造墨了。这种墨用于木刻印刷是非常合适的。

有了墨，又有了纸，就为印刷术的发明准备了必要的物质条件。

我国很早就有了好几种复制文字和图画的方法。在这些方法中间，和印刷术关系最密切的是拓碑和印章。

根据古书《管子》的记载，在春秋初期，齐国的管仲看到泰山七十二种封禅（在古代，帝王到泰山上去祭祀天地，称为封禅）石刻，他只认识其中的十二种。可见我国的石刻文字，远在春秋以前就出现了。

唐朝初年，在陕西省发现了十个同样的石鼓，形状象高脚馒头。每个石鼓上都刻着一篇有韵脚的诗，内容记载着秦国的国君田猎方面的事情。这十个石鼓，多数人认为是春秋初期秦文公时代的東西。上面刻的字，是我国现在存在的最早的刻石文字。

这六个字：“吾车既工吾马”是从石鼓上拓印下来的

春秋时候，刻石的风气已经相当流行了。战国初年的古书《墨子》，讲到怎样保存文字记录的时候，就提到要刻在金石上面。“金”指的是青铜器，“石”指的就是石鼓一类东西了。可惜春秋战国时代的石刻，除了这几个石鼓以外，都没有留存下来。

秦始皇统一中国以后，到处巡游刻石。这些刻石也大都象石鼓一样，形状像馒头，四面可以刻字。

到了东汉时代，石刻更加流行，又出现了刻字的石碑。就在东汉末年，有人看到互相传抄书籍，错误很多，就决定利用石碑来补救这个缺点。

汉灵帝熹平四年（公元一七五年），蔡邕 [Cài-y ng] 和一些官员一道要求朝廷，把一些儒家经典刻在石碑上，作为校正经书文字的标准本，宣扬儒家的哲学思想。由于这个建议符合维护封建统治的需要，汉灵帝同意了这个办法。

于是，蔡邕亲自动手，把一些儒家经典写在石碑上，叫工人按字刻好，把石碑一块块树在当时的最高学府——洛阳鸿都门外的太学前面，让大家根据这个标准的本子抄写或者校对。

这一来，许多人都赶去抄写石碑上的文章，或者拿了书去和石碑上的文章校对。石碑刚刚树起来的时

候，每天有一千多乘车辆，载着人前来观看摹写，车水马龙，拥挤极了。

公元四世纪，人们又发明了用纸在石碑上拓印的方法。

石碑上刻的字，笔划都是凹进去的，这种字体叫做阴文。人们把一张坚韧而柔软的薄纸先用水浸湿，敷在石碑上，然后用碎布、帛絮包扎成一个小拳头样的槌子，在石碑上轻轻地捶拍，一槌挨着一槌拍了一通之后，再在纸上刷一层墨汁。等纸稍微干一点，再把它从碑上揭下来，就成了黑地白字的读物，这就是拓本。这种方法就叫拓碑。

石碑越来越多，拓印的方法也越来越普遍。后来，人们又把石碑上的文字刻在木板上，再加以拓印。这当然比把字刻在石碑上更加经济方便。

除了拓碑以外，印章和印刷术也有很密切的关系。

印章在我国已经有三千多年的历史，直到现在还普遍地使用着。

据《史记》记载，战国时代的苏秦佩带了六国的相印。这说明那时官吏佩印，已经成为一种制度。印章的发明和使用，当然应该比这更早。近几十年来，周秦的印章不断出土，更加证明了印章的古老历史。

到了汉朝时候，印章已经普遍流行。有一种用印方法，叫做“封泥”。原来，在纸发明以前，官府文件和

这是从战国墓中出土的四个铜印，有阳文，有

阴文，图同原印大小一样

私人书信一般都写在竹简和木简上，寄发的时候，就用绳子捆好，在打结的地方，用一块粘土封好，再用印章打在粘土上，防有人私自拆看。这种办法叫“封泥”，主要流行于秦、汉时代。

保留到现在的封泥，大多是一块青泥，因为上面打着印章，所以是研究古代印章的很有价值的资料，还可以帮助我们了解当时的篆刻[zhuànkè]艺术。

纸流行以后，又出现了用印色盖印的方法。

印章的面积本来很小，只能容纳姓名或者官名等几个字。到了东晋时候，有些道教徒为了散发他们的符咒，就扩大了印章的面积。有一颗雕刻符咒的印章，在四寸见方的枣木上面刻了一百二十个字，这已经是一篇短短的文章了。到了南北朝时候，出现了更大的木印，有一颗木印长一尺二寸，阔二寸五分，简直是一块相当大的木板雕刻了。

拓碑和印章，都能复制文字和图画。它们是印刷术的先驱。有了这两种方法，就为印刷术的发明开辟了道路。

雕版印刷术的发明

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。比如晋朝郭泰，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，只有官府和郭泰、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。则果使用阳文印章，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，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

我国古代雕刻木版的作坊

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。唐太宗看到这本书宣扬的是封建伦理道德，对巩固封建王朝的统治有好处，就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》的印行年代可能就在这一年，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 [Yuán-zh n] 给《白氏长庆集》写了一篇序文，序文中说：当时人们把白居易的诗“缮写 [shànxi] 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。

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玘 [Li -pín]，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。

现在保存下来的我国最早的雕版印刷书籍，是唐朝咸通九年刻印的《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。

甘肃省敦煌东南有座鸣沙山，早在晋朝时候，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 年，有一个王道士在修理洞窟的时候，无意中发现了—一个封闭的暗室，打开—看，里面堆满了一捆捆的纸卷，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，是由七个印张粘连而成的卷子。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。

这本书也是世界上现存的最早的雕刻印刷书籍。图画是雕刻在一块整版上的，也许是世界上最早的版

画。令人忿怒的是，这本极其珍贵的古书，后来竟被帝国主义分子偷走了。

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（公元九三二年），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（公元九五三年），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》，刻版十三万块；北宋政府的中央教育机构——国子监，印经史方面的书籍，刻版十多万块。从这两个数字，可以看出当时印刷业规模之大。宋朝雕版印刷的书籍，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，但也有人用铜版雕刻。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。

彩色套印的发明和发展

在手抄书时代，有些书是用两种颜色抄写的。例如，南北朝时期，有人把我国最古的一本药理学专著《神农本草经》和陶宏景写的《本草集注》合成一本书。抄写的时候，用红色抄写《神农本草经》原文，用黑色抄写陶宏景所写的注文。由于用了不同的颜色，原文和注解的区别很明显，阅读起来非常方便。

雕版印刷术发明以后，在很长一段时间内，只能用一种颜色印刷。那么，怎样才能印刷需要两种颜色的东西呢？

经过长期的研究，人们终于在雕版印刷术的基础上，找到了一个好办法，这就是套版印刷。

北宋初年（公元十世纪末和十一世纪初），随着工商业的发展，我国出现了用纸制造的钱券，当时称为“交子”。这是世界上最早的纸币。为了防止伪造，四川民间流通的交子盖满了红黑两色的印记。接着，宋朝政府又制造三色交子，用红、蓝、黑三种颜色，在交子上盖了六颗带花纹装饰的印记，有的印记还刻着故事性的图画。这已经有点类似套版印刷了。

到了十四世纪中叶，元朝末年，我国终于发明了用红黑两色来套印书籍，办法是刻两块大小一样的木版，一块刻上要印红色的字或画，一块刻上要印黑色的字或画，分两次印刷。印的时候，只要这两块版框完全吻合，就能使颜色套准。

一九四一年，我国发现了一部元朝至元六年（公元一三四年）刻印的《金刚经》。这部《金刚经》就是两色套印的。这是现在所知道的最早的木刻套印本。它比欧洲第一本带色印的《梅因兹圣诗篇》要早一百十七年。

明朝初期和中期，我国的农业、手工业和商业都比较发达，城市经济欣欣向荣，人们对文化的需要也随着增加了。就在十六世纪末，明朝万历年间，彩色套印进一步发展和流行起来，甚至出现了彩色印刷的画集。

到十七世纪初，在套版的基础上，人们又创造了短版 [dòu bǎn] 印刷的方法，把木刻画的彩印术提高到一色个崭新的水平。

短版是把同一版面分成若干大小不同的版，每块版代表版面的一部分，分别刷上不同的颜色，逐个地印到同一张纸上，拼集成为一个整体。

短版是非常细致复杂的工作。画面上有几种色

彩，就得刻几块版。一幅颜色层次看来不很复杂的图画，常常要刻三四十块版。用这种方法印出来的图画，颜色深浅浓淡，跟原画完全一样，最能保持中国画的艺术特色。因为短版印刷要雕刻木版，用的印刷颜料又是中国的水彩画颜料，所以现在通常称为木刻水印。

木刻水印最好的代表作品是《十竹斋画谱》和《十竹斋笺谱》。前一部画集刊行于明熹宗天启七年（公元一六二七年）；后一部画集刊行于明思宗崇祯十七年（公元一六四四年）。

这两部画集的绘、刻、印都很精致。画面色彩妍丽，深浅浓淡，阴阳向背，完全保持了我国民族绘画的风格。不论草木虫鱼，人物花鸟，都栩栩如生，神韵生动。这两本画集，是我国版画史上的宝贵遗产。

新中国成立以后，我国古老的木刻水印技术得到了新的发展。现在，我国有专门的出版机构，像北京荣宝斋和上海书画社在做这项工作。它们印制出来的古代名画，完全跟真迹一模一样，简直很难分辨出来。

毕昇发明活字版

雕版印刷发展为木刻水印，主要用来印刷书法、绘画等艺术品了。现在，我们再回过头来谈谈在印制书籍方面，印刷术是怎么发展的。

说起印制书籍，雕版印刷的确是一个伟大的创造。一种书，只雕一回木版，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版，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，雕得好好的木版就完全没用了。

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昇，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。

毕昇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，先预备好一块铁板，铁板上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，使松香和蜡等融化。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。

创制活字版的发明家毕昇

毕昇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，使松香和蜡等融化，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。毕昇发明的印书方法，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，都已经具备了。所以，毕昇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，专门记载了毕昇发明的活字印刷术。

活字印刷术的发展

元朝时候，有人用锡做活字，这是世界上最早的金属活字。可是锡不沾墨，印出的字不清楚，所以没有通行。

就在元朝时候，又有一个著名的学者王祜，发明了甲木活字印刷书籍的方法。

元成宗元贞元年（公元一二九五年），王祜被派到安徽旌德当县尹，一连当了六年。在公元一二九七年到一二九八年间，他设计了一套木活字。他先在一块木板上刻好字，再用小锯子把每个字锯开，使每个字成为单独一小块，再用刀四面修光，每一块都修得一样大小。排版的时候，把木活字一个个排到木盘里去，排了一行，就用削好的竹片隔开；一块排满了，又用削好的小木片把有空隙的地方塞紧，使木活字不能移动。这样，就可以印书了。

王祜造的木活字一共有三万多个。元成宗大德二年（公元一二九八年），他用这套木活字排印自己纂修的《大德旌德县志》，全书六万多字，不到一个月，就印成了一百部。

王祜不但创造了木活字，还发明了转轮排字架。

王祜发明的轮盘检字法

他用木材做成两个直径约七尺的大轮盘，一个叫韵轮，一个叫杂字轮，轮盘里有一个个格子。不常用的木活字，按韵分类，摆在韵轮的格子里；常用的字，摆在杂字轮的格子里。排版的时候，一个人按原稿念，一个人坐在两个轮架中间，转动韵轮或杂字轮拣字，非常方便。

王祜是个有名的农业科学家，他写了一部《农书》，他发明的木活字印刷法，就系统地附载在《农书》中。这是有关活字印刷的珍贵文献。

木活字印刷法还流传到兄弟民族中间。敦煌千佛洞中，就曾经发现元代维吾尔文的木活字好几百个。这些木活字，也被帝国主义分子偷走了。

到了明清两代，木活字就大大流行起来。清乾隆三十八年（公元一七七三年），清朝政府曾经刻成大小枣木字二十五万三千五百个，先后印成《武英殿聚珍版丛书》一百三十四种，二千三百多卷。这是我国历史上规模最大的一次木活字印书。

对亚洲和欧洲的影响

大约在唐朝时候，我国的印刷术首先传到了朝鲜。到十世纪的时候，朝鲜人民也用雕版印刷的方法来印书了。

毕昇发明活字印刷以后，朝鲜人民又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。

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。

十四世纪末年，欧洲就开始有了雕版印刷品。他们最初印刷画像，接着就用雕版印刷书籍。他们的印刷方法和中国相同，说明欧洲的雕版印刷术是在中国的影响下产生的。欧洲最早使用活字印刷的，是德国人谷腾堡，大约在公元一四四〇——一四四八年。谷腾堡使用活字印刷，比毕昇使用活字印刷，晚了四百多年。

指南针

在很早的时候，我国就发明了指南针。

指南针是一种指示方向的工具。我们现在看到的指南针，是一个圆形的小罗盘，罗盘中装着一根小针。这根小针中间粗，两头尖，能够在盘中来回旋转。不管你把盘子怎样转动，小针总是一头指向南方，另一头指向北方。因为指南针和罗盘结合在一起，通常把它叫做罗盘针。

指南针虽然是个小小的东西，用处却大得很。比如航海啦，航空啦，勘察啦，探险啦，都离不开指南针。

从“吸铁石”说起

指南针是磁铁做成的。磁铁能吸铁，通常称为“吸铁石”，古代称为“慈石”。因为它一碰到铁就吸住，好像一个慈祥的母亲吸引自己的孩子一样。后来，人们才称它为“磁石”。

每块磁铁两头都有不同的磁极，一头叫S极，另一头叫N极。我们居住的地球，也是一块天然的大磁体，在南北两头也有不同的磁极，靠近地球北极的是S极，靠近地球南极的是N极。我们知道，同性磁极相排斥，异性磁极相吸引，所以，不管在地球表面的什么地方，拿一根可以自由转动的磁针，它的N极总是指向北方，S极总是指向南方。

指南针是利用磁铁的特性做成的，那末，世界上是哪个国家最早发现磁铁和它的特性的呢？

二千多年以前，也就是春秋战国时候，我国已经用铁来制造农具了。劳动人民在寻找铁矿的时候，就发现了磁铁，并且知道它能够吸铁。

我国古书《管子》上有这样的记载：“上有慈石者，下有铜金。”“铜金”就是一种铁矿。《管子》这部书产生在公元前三世纪，这说明我国最迟在公元前三世纪就知道磁石能够吸铁了。

秦朝时候，还有这样有趣的传说，秦始皇统一中国以后，在陕西咸阳造了一个很大的阿房宫，阿房宫中有一个磁石门，完全用磁铁造成。如果有谁带着铁器想去行刺，只要经过那里，磁石门就会把这个人吸住。

另外，根据古书记载，汉武帝时候，胶东有个栾大[Luán-dà]，献给汉武帝一种斗棋。这种棋子一放到棋盘上，就会互相碰击，自动斗起来。汉武帝看了非常惊奇。原来栾大的棋子是用磁石做的，所以有磁性，能互相吸引碰击，只是汉武帝不懂这个道理罢了。

最早的“指南针”

战国时代，我国人民利用磁铁造成了一种指示方向的工具，叫“司南”。“司南”就是指南的意思。

司南的形状和现在的指南针完全不同。它是根据我国古代的勺子的形状制成的，很像我们现在用的汤匙。

司南是怎样制成的呢？古书上缺少详细的记载，又没有实物留下来，所以我们没有办法知道它的准确形状。根据专家们的研究，司南大约是把整块的天然磁铁，轻轻地琢磨成勺子的形状，并且把它的S极琢磨成长柄，使重心落在圆而光滑的底部正中。司南做好以后，还得做一个光滑的底盘。使用的时候，先把底盘放平，再把司南放在底盘的中间，用手拨动它

司南，它很象一把汤勺的柄，使它转动。等到司南停下来，它的长柄就指向南方，勺子的口则指向北方。

司南的底盘是用青铜做的，有的是个涂漆的木盘，青铜和漆器都比较光滑，磨擦的阻力比较小，司南转动起来很灵活。这种底盘内圆外方，四周还刻有表示方位的格线和文字。现在的出土文物中，就有这样的铜盘和涂漆的木盘；还有东汉时候的一幅石刻，刻着一个小勺子放在一个小方台上，有人认为这就是司南。

司南是世界上最早的“指南针”。战国时候，有人去采玉，怕在荒山中迷路，就带上司南。

司南必须放在光滑的底盘上旋转，底盘还必须放平，否则就会影响它指南的作用，甚至会使它从底盘上滑下来。因此，人们发明司南以后，又继续不断地研究改进指南的工具。

指南鱼和指南龟

唐朝末年，黄巢领导的规模巨大的农民革命战争，猛烈地打击了当时的整个封建统治和地主阶级的势力，有力地推动了社会的发展。公元九六〇年，宋太祖建立宋朝，结束了五代十国时期的封建割据局面。北宋时候，农业、手工业和商业都有了新的发展。在这个基础上，我国的科学技术获得了辉煌的成就。宋朝时候，我国在指南针的制造方面，跟造纸法和印刷术一样，也有很大的发展。

大约在北宋初年，我国又创制了一种指南工具——指南鱼。

当时有一部有名的军事著作，叫《武经总要》，其中说：行军的时候，如果迂到阴天黑夜，无法辨明方向，就应当让老马在前面带路，或者用指南车和指南鱼辨别方向。

《武经总要》这部书是在北宋仁宗庆历四年（公元一〇四四年）以前写成的。这就是说，在那个时候，我国已经有指南鱼，并且把它应用到军事方面去了。

指南鱼用一块薄薄的钢片做成，形状很象一条鱼。它有两寸长、五分宽，鱼的肚皮部分凹下去一些，使它象小船一样，可以浮在水面上。

钢片做成的鱼没有磁性，所以没有指南的作用。如果要它指南，还必须再用人工传磁的办法，使它变成磁铁，具有磁性。

关于怎样进行人工传磁，《武经总要》没有明白的记载，但是它指出，指南鱼要用“密器收之”，也就是说，要拿一个密封的盒子藏起来。根据这一点来看，当时的人工传磁法大约是这样的：把钢片做的鱼和天然磁钳钳着鱼头，拿出火外，再把鱼尾正对北方，蘸水盆中（使鱼尾浸在水里），然后放在一个密封的盒子里藏起来。这样，钢片鱼就被磁化成指南鱼。根据这个记载来看，当时采用的方法是地磁场磁化法。

我们知道，不论是在磁化了的还是没有磁化的钢铁里面，每一个分子都是一根“小磁铁”。没有磁化的钢条，它的分子排列毫无次序，各个“小磁铁”的磁性都互相抵消了。而经过磁化了的钢条，所有的“小磁铁”都整齐地排列着，同性的磁极朝着一个方向，整个钢条就具有磁性了。如果拿一块钢条烧红，钢条内部的分子就处于运动状态。由于地球带有巨大的磁性，在它的周围形成很大的磁场，把烧红的钢条沿着地球磁场的方向冷却，就能通过地球磁场的作用，使普通钢条中的分子，顺着一个方向排列起来。这样，钢条就被磁化了。这就是地磁场磁化法。《武经总要》里面还讲到，把用这种方法磁化的指南鱼，同天然磁铁一起放在一个密封的盒子里，为的是使它保持磁化或继续磁化。

我国人民发明用人造磁铁做指南鱼，这是一个很大的进步。这说明我国人民在宋朝时候，就已经具有相当丰富的关于物体的磁性的知识了。

使用指南鱼，比使用司南要方便，它不需要再做一个光滑的铜盘，只要有一碗水就可以了。盛水的碗即使放得不平，也不会影响指南的作用，因为碗里的水面总是平的。而且，由于液体的摩擦力比固体小，转动起来比较灵活，所以它比司南更灵敏，更准确。

当时不但有钢片做的指南鱼，还有用木头做的指南鱼和指南龟。宋代《事林广记》记载了用木头做指南鱼的方法：用一块木头刻成鱼的样子，像手指那样大，从鱼嘴往里挖一个洞，拿一条磁铁放在里面，使它的S极朝外，再

用蜡封好口。另外用一根针从鱼嘴里插进去，指南鱼就做好了。把指南鱼放到水面上，鱼嘴里的针就指向南方。

木头指南鱼

指南龟也是用木头刻成的，放磁铁的办法和木头指南鱼一样，插在尾部。指南龟不放在水里，人们在它的肚子下面挖一个洞，把它装在光滑的竹钉上面，使它便于自由转动，它尾部的那根针，也会自动指向南方。

这种木头指南鱼和指南龟，很可能是一些懂得方术的方士创造的，做成以后只是用来变戏法。所以《事林广记》的作者，把它们当作《神仙幻术》了。

沈括的四种方法

钢片指南鱼发明不久，人们拿一根钢针，放在磁铁上磨，使钢针变成磁针。这种经过人工传磁的钢针，可以说是正式的指南针了。

北宋时候有个著名的大科学家，名叫沈括。他在自然科学方面有很多杰出的贡献。他写了一部《梦溪笔谈》，书中提到关于指南针的用法，他沈括像曾经做过四种试验：

第一种是水浮法——把指南针放在有水的碗里，使它浮在水面上，指示方向。针怎么能浮在水面上呢？沈括没有说明。北宋晚期，有个寇宗奭[Kòu-zhōngshì]，编了一部《本草衍义》，书中讲到在指南针上穿几根灯草，就可以浮在水面上了。沈括的水浮法，可能也是这样的。

水浮法

第二种是指甲旋定法——把磁针放在手指甲面上，使它轻轻转动。手指甲很光滑，磁针就和司南一样，也能旋转自如。

第三种是碗唇旋定法——把磁针放在光滑的碗口的边上。

第四种是缕悬法——在磁针中部涂一些蜡，粘上一根细丝线，把细丝线挂在没有风的地方。

根据试验，沈括认为这四种方法，要算缕悬法最好。因为用指甲旋定法和碗唇旋定法，磁针很容易滑落，用水浮法，水也动荡不定，缕悬法却没有这些缺点。

沈括在《梦溪笔谈》中记载的这四种方法，可以说是世界上指南针使用方法的最早记录。

这四种方法，有的仍然为近代罗盘和地磁测量仪器所采用。现在磁变仪、磁力仪的基本结构原理，就是采用缕悬法。航空和航海使用的罗盘，就多以水浮磁针作为基本装置。沈括在九百多年前就提出了这四种方法，真不愧是一位注重实际的科学家。

沈括还有一个重要的发现。他在《梦溪笔谈》中讲到，磁针虽然朝着南方，但是指的不是正南，而略微有些偏东。这一现象，在科学上叫做“磁偏角”。

“磁偏角”又是怎么一回事呢？

那是因为地球上的磁极，和南极、北极稍许有一些偏差的缘故。所以磁针的南北线和地球的子午线是不一致的。这在科学上叫做“磁偏角”，又称为“磁差”或“偏差”。磁偏角的数值，在全球各地是不相同的。在西方，直到公元一四九二年哥伦布横渡大西洋的时候，方才发现磁偏角，比我国迟了四百多年。

海船有了“眼睛”

我国的海上交通，很早就已经开始了。二千二百多年前，秦始皇为了寻找仙药，就曾派人乘着大船大规模地航海了。

秦汉以后，由于社会生产力的发展，我国的航海事业逐渐发达起来。晋朝时候，有个有名的和尚法显，曾经走海路到过印度，还写过一本《佛国记》。根据《佛国记》的记载，那时候一只海船大约可以乘坐二百人。

到了唐代，海船有的长达二十丈，可以乘坐六七百人，可见规模之大。当时，中国海船的活动范围，东起广州，西至波斯湾，是南洋各国之间海上运输的重要力量。根据一些外国人的记载，那时候在波斯湾各口岸停泊的大船，大部分是中国船。

在指南针发明以前，在大海里航行是非常困难的。白茫茫的一片大海，天连水，水连天，很难找到什么目标。白天，人们还可以看太阳出没来辨别航行的方向；夜晚，还可以看北极星。可是，遇到阴天下雨，太阳和北极星都看不见，便发生严重困难了。假如航错了方向，就会遇到危险。

这个问题直到指南针发明以后才得到解决。

根据古书记载，最晚在北宋时候，我国已经在海船上应用指南针了。

北宋时候有个朱彧 [Zh -yù]，在宋徽宗宣和年间（公元一一一九——一一二五年），写了一部《萍洲可谈》，书中讲到，当时海船上的人为了辨认地理方向，晚上看星辰，白天看太阳，阴天落雨就看指南针。

宋徽宗宣和五年（公元一一二三年），还有一个徐兢，他出使到高丽去，回国以后写了一本《宣和奉使高丽图经》，里面也有这样一段记载：船行过蓬莱山以后，水深碧色，像玻璃一样，浪势更大了……这天晚上，洋中不能停船，开船的人看着星辰前进。如果遇到天阴，那就只能用指南浮针来辨认南北了。

到了南宋，根据吴自牧《梦粱录》的记载，当时航海的人已经用“针盘”航行。这就说明当时指南针和罗盘已经结合在一道了。

这种罗盘，有用木做的，也有用铜做的，盘的周围就刻上东南西北等方位。人们只要把指南针所指的方向，和盘上所刻的正南方位对准，就可以很方便地辨别航行的方向了。

明朝时候，我国是世界上经济比较发达的国家，需要同海外各国加强经济文化交流。明朝初年，政府就曾经派郑和进行了大规模远航。从公元一四五年到一四明代铜做的罗盘三三年，共航海七次。

那时候，我国把现在的南洋群岛和印度洋一带称为“西洋”。郑和七次下“西洋”，这在历史上是非常有名的。

郑和领导的船队，共有二万七千多人，乘坐大船六十多艘。这些大船称为“宝船”。最大的“宝船”，长四十丈，阔十八丈，是当时海上最大的船只。这些船上就有罗盘针和航海图，还有专门测定方位的技术人员。这支船队到过印度支那半岛、南洋群岛、印度、波斯和阿拉伯的许多地方，最远到过非洲东岸，前后经过三十

多个国家。在这样多次大规模的远航中，罗盘针是起了相当大的作用的。

我国不但是世界上最早发明指南针的国家，而且是最早把指南针用在航海事业上的国家。这件事在人类文化史上有非常重要的意义。海船从此有了

眼睛，人们在海上航行，再也不怕迷失方向，航海事业就更加发达了，这当然促进了各国之间的经济贸易和文化交流。

有了指南针，人们在航行中间，还慢慢地摸出一条条航路来。元明时候，我国有好多书记载着到海外各国去的航路。这些航路，因为是依靠指南针得来的，所以当时称为“针路”。明朝时候，航海图也出现了。郑和多次远航时，就带着这种航海图。

早在北宋时候，我国的海船就往来在南海上和印度洋上。我国的海船一直开到阿拉伯，和阿拉伯人做生意，阿拉伯人到我国来的也很多，而且大多是乘中国船来的。他们看到中国船都用指南针，也学会了制造指南针的方法，把这个方法传到了欧洲。到了十二世纪末、十三世纪初，阿拉伯和欧洲的一些国家，也开始用指南针来航海。

指南针传到欧洲以后，对于欧洲航海事业的发展也起了很大的作用。十五世纪末到十六世纪初，欧洲各国航海家开辟了新航路，发现了美洲大陆，完成了环绕地球的航行，这些都是世界历史上有名的大事。他们用来辨别方向的法宝，就是指南针。

再来讲讲指南车

指南针的发明经过，我们已经讲了。有的少年朋友可能要问：我国古代还有一种指南车，它和指南针又有什么关系呢？

指南车虽然也是一种指示方向的工具，可是它的制造方法和原理，跟指南针没有一点相同的地方。

关于指南车，曾经有两个古老的传说：

相传在四千多年以前，在我国南方有一个九黎部族，他们的首领叫蚩尤 [Ch yóu]。有一年，蚩尤带领九黎族进入了中部地区，和炎帝族发生了冲突，把炎帝族一直赶到涿鹿地方。炎帝族没有办法，只好向黄帝族的首领黄帝求救。于是，黄帝族和炎帝族联合起来，同九黎族进行了一次激烈的战争。这次战争是在涿鹿进行的，所以称为“涿鹿之战”。

在战争中，恰巧发生了大雾。黄帝为了克服雾中作战的困难，就发明了一种指南车，来指示方向。有了指南车，他的军队在大雾中就不再迷失方向，最后终于打败了九黎族。

还有一个传说：在三千多年以前，南方有一个叫越裳氏的部族，带了礼物到西周来朝贡。西周的统治者周公担心越裳氏的使臣在回去的路上迷失方向，就特地造了指南车送给他。

因为这两个传说很动人，从前有人认为真有这样的事情，并且把指南车和指南针当成一件事，认为指南针就是黄帝和周公发明的。这两个传说其实是不足为凭的。指南针的发明，同黄帝和周公毫无关系。

那么，我国古代有没有人发明过指南车呢？

根据历史记载，我国东汉时候杰出的科学家张衡发明过指南车，可是他的制造方法不久就失传了。到了三国时候，有个叫马钧的发明家，曾经重新造出了指南车。

这种指南车相当大，要用马拉着走。车箱上面站着一个木头人，不管车子怎么改变方向，木头人的右手一直指向南方。

这是怎么回事呢？莫非那个木头人的手臂里也装了磁铁吗？不是的，指南车和磁铁没有一点关系。原来指南车的车箱里，装着非常巧妙复杂的机械。它的中央有一个大平轮，木头人就竖立在上面；在大平轮的两旁，还装着很多小齿轮。如果车子向左转，右边的车轮就会带动小齿轮，小齿轮再带动大平轮，使大平轮相反地向右转。如果车子向右转，道理也一样。因此，只要在指南车开动以前，先让木头人的右手指向南方，以后车子不论是向左转还是向右转，木头人的右手却总是指向南方。指南车是利用齿轮的原理制造的。我国在东汉时候，就能在机械工程上利用齿轮的原理，创造出巧妙的指南车，这也是很了不起的。这种指南车，可以说是世界上最早的自动化设备。

张衡、马钧以后，我国又有一些科学家能造指南车，古代历史书上都有记载。比如宋仁宗天圣五年（公元一 二七年），有个燕肃，就造出过指南车。过了八十年，又有个吴德仁，也同样造出过。

现在，北京中国历史博物馆里就陈列着一辆指南车。这是根据历史上记载的方法仿制的。

指南车的制造方法比较复杂，并且和指南针没有什么共同点，这里就不多说了。

火药

每逢重大的节日，我们常常放爆竹，放焰火，表示庆祝。爆竹劈劈拍拍，响个不停，焰火五彩缤纷，绚烂多采，使节日充满了欢乐的气氛。

爆竹和焰火是用什么东西做的呢？

它们就是用火药做成的。

世界上最早发明火药的是我国人民。

我国发明的火药，现在叫做黑色火药，也叫做褐色火药，通常称“黑火药”或者“黑药”。黑色火药是用硝石、硫黄和木炭这三样东西研成粉末，按照一定的比例混合起来做成的。硝石、硫黄和木炭的比例，一般是 75 10 15。

火药这东西，有个怪脾气，就是特别爱“生气”。人们只要用火一点，它马上就燃烧起来。燃烧以后，它产生的气体突然比它原来的体积扩大上千倍，所以有强烈的爆炸能力。

火药不但可以做爆竹、焰火，还有更大的用处。我们制造枪弹和炮弹，开矿，开山，筑路，修渠等，也都要用火药。火药在我们的国防建设和经济建设中作用很大，是不能缺少的东西。

我国古代发明的黑色火药是一种低级炸药，它的爆炸能力和自动燃烧的速度，都远远赶不上近代的高级炸药。近代的高级炸药是用硝化纤维和硝化甘油等做的，和黑色火药并不相同，可是它们都是从我国古代的黑色火药发展来的。

这里，我们就来讲一讲我国古代发明火药的经过。

着“火”的“药”

先从火药的名字讲起吧。火药为什么叫“火药”呢？

把它同“火”联系起来，这很好懂，因为它特别容易着火，有强烈的爆炸能力。

但是，它为什么又同“药”联系在一起呢？

要说清楚这个问题，还得先从黑色火药的三种成分——硫黄、硝石和木炭讲起。

硫黄是一种矿物。大约在西汉年间，我国湖南发现了丰富的硫黄矿。以后，在山西、河南等省，也陆续发现了硫黄矿。西汉刘安的《淮南子》一书中，就有硫黄的记载。

硝石也是一种矿物，出产在四川、甘肃一带。在华北各地，许多低温的地方，如墙根上，常常长着硝的细微白色结晶，叫做“墙霜”。在古代，这大概是硝石的主要来源。硝石在古代名称很多，有的人称它烟硝或火硝，因为它能发烟发火；有的人称它为苦硝，因为它有苦味；有的人称它为地霜，因为它出产在地上，颜色如霜。我国西汉时候有一部《神农本草经》，共载药物三百六十五种，硝石就是其中的一种。可见硝石大约也是西汉时候发现的。

木炭是非常普通的东西。在古代，人们砍了树木，把它烧成本炭，拿来作燃料。它出现的年代，当然比硫黄和硝石早得多。

这三样东西，除了木炭，当时都是做药用的。

由于硫黄和硝石都是医病的药，又因为这两样东西和木炭合在一起会着火，因此大家就把这三样东西的混合物叫做“火药”。它的意思就是“着火的药”，或者“发火的药”。

“火药”这个名称，就是这样来的。

炼丹术和火药

早在殷商时候，我国就开始大量生产青铜器了。当时的青铜器造型复杂，非常美观，说明我国冶铸技术已经相当发达。我国冶铁也有悠久的历史。大约在春秋中期，我国已经发明生铁冶炼技术，春秋后期已经出现铸铁工具。战国、秦汉以来，我国的炼钢技术也有较高的成就。劳动人民在冶炼金属的过程中，积累了丰富的化学知识，也创造了很多的采矿和冶金方法。

在战国到西汉这段时期，有些人就把冶金技术运用到炼制矿物药方面，梦想炼出长生不老的仙丹，或者炼出更多的金银来。这就产生了炼丹术；同时也出现了炼丹家。这种炼丹家，当时称为“方士”。

那些炼丹家炼仙丹，炼金银，就是为了长生，为了发财。这本来是一种不可能实现的梦想，有些封建帝王、官僚贵族却信以为真。他们收罗一些炼丹家大搞所谓炼丹。那些炼丹家虽然没有炼成仙丹，炼出金银，却在一次又一次的冶炼过程中，积累了不少的冶炼经验和化学知识，对促进我国古代化学的发展，起了不小的作用。有些炼丹家在化学的发展上也有一定的贡献。我国火药的发明和发展，就跟炼丹家有很大的关系。

根据历史记载，战国时候，北方的燕国已经有不少人搞炼丹术了。到了秦汉时候，炼丹术有了进一步的发展。炼丹家纷纷建造炼丹的炉灶，找来一些矿物和植物，炼丹制药。

我国很早就出现了讲炼丹的著作。东汉末年有个魏伯阳，写了一部《周易参同契》，专讲炼丹。书中提到炼丹所用的一些矿物，其中就有硫黄。这部书不但是我国现存最古的炼丹著作，在世界上也是最古的。

魏晋南北朝是一个炼丹风气盛行的时代。东晋时候，有一个著名的炼丹家叫葛洪，写了一部完整的炼丹著作——《抱朴子》。这部书分内篇二十卷，外篇五十卷。其中内篇就是专门讨论炼丹问题的。从他的著作中，我们知道他所用的炼丹原料中，就有硫黄和硝石。

唐朝初年，有名的药物学家孙思邈，也搞过炼丹。有一部叫《诸家神各丹法》的书，书里面就记载了孙思邈的“丹经”。内伏硫黄法：“硫黄二两，硝石二两，研成粉末，放在砂罐里。在地上掘一个坑，把砂罐放在坑内，罐顶和地面齐平，砂罐周围用土填实。再用皂角子三个，用火点着，放进罐内，使硫黄和硝石烧起焰火。焰火刚熄灭时，再用生熟木炭三斤来炒。等木炭烧完三分之一，趁没冷却的时候取出混合物，就叫做“伏火”。

硫黄和硝石等量研成粉末，点着后，能够起一种类似火药的作用，可是，这还不能算火药，必须再加上木炭，并且按恰当的比例配制，才能成为真正的火药。

宋朝初年编的《太平广记》上还有这样一则记载：隋朝初年，有个名叫杜子春的人去访问一个炼丹老人。天色晚了，炼丹老人留他住下。夜里，他一觉醒来，看到炼丹炉里突然冒出大火，火焰一直升到屋顶，把房子也烧了。这个记载告诉我们，在唐朝孙思邈以前，可能已经有某些炼丹家发现火药了。

经过一次又一次爆炸起火，经过一次又一次冒险试验，终于有人找到了恰当的比例，进一步把硝石、硫黄和木炭这三样东西合在一起，配制成为火药。

根据上面讲的这些资料，我们大致可以推断，火药的发明和炼丹家有很

大关系，发明的时间可能在唐代以前。由于炼丹家喜欢保守秘密，我们现在已经无法知道火药发明的具体年代了。

用火药制造燃烧性武器

炼丹术是一种方术。在古代，方术和军事有着密切的关系，我国有些兵书里谈到方术，有些方术书里也谈到军事。

因为炼丹家和军事家关系很密切，于是，火药发明以后，炼丹家就把它提供给军事家，逐渐用到军事方面去。大约在十世纪，我国已经用火药制造武器了。

唐朝末年，天下大乱，军阀割据，战争频繁。宋朝人路振写的《九国志》里有这样一段记载：唐哀宗天祐初年（公元九四四—九六〇年），有个叫郑璠 [Zhèng-fán] 的人去攻打豫章（现在的江西南昌）。他命令士兵“发机飞火”，把豫章的龙沙门烧了，他自己带领一些人突火登城，浑身也被烧伤。当时的“飞火”是什么东西呢？

有人解释说，这是火炮一类东西。

那末，“火炮”又是什么东西呢？

要讲这问题，还得先讲一下最初的炮。

原来古代人打仗，距离近了用刀枪，远了用弓箭，后来还用抛石机，把大石球抛出去，打击距离较远的敌人。这抛石机就是最初的炮。炮就是抛的意思，最早抛的是石头，所以用“石”字做偏旁，写成“砲”字。至于“火”字偏旁的“炮”字，本来指一种烹饪 [p ngrèn] 的方法，或者一种制药的方法把这个“炮”字也作为武器的名词来用，那是用了火药以后的事情了。

抛石机这种武器，大约公元前五世纪就出现了。有部《范蠡 [Fàn-lǐ] 兵法》，书中就记载着：“飞石重十二斤，为机发射二百步”。

军事家使用火药以后，就又利用抛石机来发射火药。郑璠用的火炮，就是拿火药包装在抛石机上，用火点着，向敌人抛过去的。因此《九国志》把这种打法称为“发机飞火”。

这种火炮，可以说是最早用火药制造的燃烧性武器了。用这种武器的目的，就是燃烧。从《九国志》的记载来看，它的燃烧力是相当大的。

那时候，用火药制造的燃烧性的武器，除了火炮以外，还有火箭。

北宋初年，由于生产力的发展，手工业相当发达，武器的制造也不断改进。就在这时候，用火药做的火箭出现了。

据《宋史》上说，宋太祖开宝三年（公元九七〇年），有个冯继升，向宋朝政府献上了做火箭的方法，宋朝政府还赐了他一些东西，作为奖励。宋真宗咸平三年（公元一〇一一年），有个唐福，又向宋朝政府献火箭。

早在火药使用以前，我们祖先已经发明了一种火箭，箭头上绑着一个麻布包，包里有油脂等容易燃烧的东西。但是这种火箭燃烧不快，火力不强，也很容易被敌人扑灭，所以作用不大。冯继升和唐福就利用这种火箭的制造方法，把油脂改为火药，并且加上引线。打仗的时候，只要点着引线，用弓向敌人射过去就可以了。火炮和火箭燃烧快，火力大，不容易扑灭，在战场上的作用比弓箭和抛石机大得多。

用弓发射的火药箭

当时，唐福还向宋朝政府献上了火球和火蒺藜两种火药武器。火球和火蒺藜也都是火药包。火蒺藜的包中除了火药以外，还装着“铁蒺藜”。铁蒺

藜上面有尖刺，像菱形。用火点着药线，抛出去，不但会燃烧，里面的铁蒺藜还会把敌人打死打伤。

在北宋时候，火药的应用已经相当普遍。开封有个很大的兵工场，叫做“广备攻城作”，里面分为好多部门，其中有个“火药窑子作”，就是制造火药的作坊。

宋神宗元丰六年（公元一〇八三年），西夏的军队进攻兰州。北宋的军队为了抵抗，曾经一次领用了火箭二十五万支。二十五万支，这在当时来讲，是多么大的一个数目呀！

有了爆炸性的火药武器

火药不但具有剧烈的燃烧性，而且还有强烈的爆炸能力。就在北宋时候，我国已经开始制造爆炸性的火药武器了。

当时的《武经总要》一书，详细地记载了许多新发明的火器，其中有一种叫“辟历火球”的火器，用火点着以后，能够发出象天上打雷一样的声音。这很可能是最早的爆炸性的火药武器。

十二世纪初，生活在我国黑龙江流域的女真族强大起来，建立了金国。它不断扩张势力，占据了北方广大地区，并向北宋不断发动进攻。

公元一一二六年，金军围攻汴京 [Biànjīng]（就是现在的河南开封）。宋朝守将李纲登城，下令发辟历炮。这件事情说明，宋朝时候，人们已经在战争中使用爆炸性的火药武器了。

到了南宋时候，爆炸性的火药武器在战争中越来越多地被采用了。

宋高宗绍兴三十一年（公元一一六一年），金国的皇帝完颜亮，驱使六十万军队，一直打到长江下游，企图一举灭亡南宋。南宋的形势十分危急，南宋的大臣虞允文 [Yú-yǔnwén] 赶到采石（在现在安徽当涂的北面），准备抵抗敌人。他整顿军队，激励士气，迅速做好了战斗的准备。

完颜亮派遣大军，驾驶船只，抢渡长江，并亲自在江边用小旗指挥。虞允文命令宋军的战船迎战，同时派当涂县民兵驾驶一种海鳅船冲锋。这种海鳅船上面装有踏车，由人用脚踩踏，激水前进。宋军向金军的战船发动了猛烈的反攻，海鳅船上的民兵也冒着敌军射来的箭，拚命地踏车向敌船猛冲过去。同时，宋军又放一种霹雳炮，这种霹雳炮点着后，一下子升入空中，然后又降落下来，落到水中又跳出来，在敌人面前燃烧和爆炸开来，声音好象打雷；炮中还散出大量石灰，像烟雾一般，眯住了敌军的眼睛。南宋的军队趁势猛攻，金军人马很多都掉到水中。就这样，南宋的军队取得了很大的胜利，阻止了金军的长驱直入。

采石之战中，宋军所用的霹雳炮，据当时一个文学家杨万里的记载，是用纸包裹石灰和硫黄等做成的。它很可能分成两节，一节装火药，另一节装石灰，爆炸后石灰四处飞散，就能眯敌军的眼睛。

宋宁宗开禧三年（公元一二七年），金兵攻打南宋的襄阳，襄阳守将赵淳 [zhào-chún] 命令放霹雳炮，金兵吓得连忙逃去。有一天夜里，赵淳派了一千名士兵，带了火箭、霹雳炮等武器，乘船开到金兵营房的附近，把火箭、霹雳炮射进金兵的营中。金兵正在睡觉，突然听到一片爆炸声，连忙起身，到处乱奔，一下子死伤了好几千。

在南宋的抗金的战争中，霹雳炮曾经起过一定的作用。

也就在南宋时候，我国开始用火药制造爆竹和焰火等东西。南宋的京城杭州，放爆竹和放焰火的风气很流行，很多有钱的人都买这些东西点放。从此，火药又被用到娱乐方面来了。

近代枪炮的老祖宗

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，经过不断的改突火枪进，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，并且发出像炮一样的声音。

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，但它们却是近代枪炮的老祖宗。近代的枪炮，就是从它们慢慢地发展来的。

开始铸造金属火器

北宋末年，金军不断南侵。在战争中，金人也学会了制造火药和火药武器的方法。宋金双方都不断改进火药武器。到十三世纪时，宋金双方都开始用金属制造的火药武器来打仗。

这里，就来讲几件关于金属火器的事情。

宋宁宗嘉定十四年（公元一二二一年），金军进攻蕲州 [Qízhōu]（现在的湖北蕲春），每天用抛石机把“铁火炮”打进城，数量相当多。

当时，蒙古族在漠北强盛起来，同时不断进攻金的北部。金的疆土越来越小。宋理宗绍定四年（公元一二三一年），蒙古兵攻占河中府（现在的山西永济），金将板讷可从水路逃跑，逃了几里，看到前面有条船横在那里，挡住去路，就下令放“震天雷”，把前面那条船炸毁。他自己坐的船才逃了过去。

“铁火炮”、“震天雷”是什么东西呢？

它们名称不同，其实是一个东西，都是用生铁铸成的罐子，里面装着火药。发射前先计算目标远近，然后加上一定长的引线，引线点着以后，立刻用抛石机发射出去。在它刚刚到达目标的时候，引线正好点着罐里的火药，轰隆一声就炸开了。它爆炸的时候发出很大的响声，百里以外都能听见，所以叫做“震天雷”。这种武器比起弓箭和石头来，又厉害得多了。

宋理宗绍定五年（公元一二三二年），蒙古兵向金军占领的开封进攻。蒙古兵造了一种牛皮做的“洞子”，做攻城的器具。兵士就藏在“洞子”里头，到城下去掘城。这种“洞子”很结实，金兵从城上用箭射它，也不能把它怎么样。后来，金兵就用绳子把震天雷沿城吊下，使它正好吊到牛皮洞子跟前突然爆炸，这样就把蒙古兵的牛皮洞子炸得粉碎。

后来，蒙古兵征服了金，又灭亡了南宋，建立了元朝。在元朝时候，管形火器开始用金属铸造了。原来用竹管做的火枪，发展成金属做的火铳；原来用粗毛竹做的突火枪，也发展成金属做的大型火铳。

当时的金属管形火器，不但装火药，还装上铁弹丸或者石球。金属管形火器装子弹或炮弹，就是从元朝开始的。

元朝的管形火器，起初是用铜铸造的。现在在中国元朝至顺三年（公元 1332 年）的铜炮，这是现在已经发现的世界上最早的大炮

历史博物馆里，还藏有元朝的一尊铜炮——铜火铳。它是元宁宗至顺三年（公元一三三二年）铸造的，也是现在已经发现的世界上最早的大炮。

到十四世纪，我国也用生铁来铸造火铳了。用生铁铸造比用铜铸造难得多，因为生铁管子容易裂缝。这不但说明当时我国制造武器的技术已经有高度的发展，也说明我国的冶金和铸造技术有了很大的进步。

用金属铸造的管形火器，射程远，威力大，比以前的火药火器，又大大前进了一步。

原始飞弹和两级火箭

火箭的发明，是空间技术史上的一件大事。我国你知道宇宙飞船是用什么送上天的吗？是用火箭。这就是近代火箭的老祖宗
古代在火箭技术方面，也有光辉的历史。

我国最初发明的用火药做的火箭，是靠人力用弓发射出去的。后来，人们又发明直接利用火药的力量来推进的火箭。这种火箭的构造，和现在的“起火”相同，箭上有一个纸筒，里面装满火药，纸筒的尾部有一根引火线。引火线点着以后，火药就燃烧起来，变成一股猛烈的气流从尾部喷射出去，利用喷射气流的反作用力，火箭就能飞快地前进。这种由火药喷射推进的火箭，可能在宋朝时候就已经发明了。

明朝时候，有人为了使火箭发挥更大的威力，把几十枝火箭装在一个大筒里，把各枝火箭的药线都连到一个总线上。用的时候，将总线点着，传到各枝火箭上，就能使几十枝火箭一齐发射出去，威力很大。

明朝初年，还有人根据火箭和风筝的原理，发明了原始的飞弹。

有一种装有翅膀的“震天雷炮”，攻城的时候，只要顺风点着引火线，震天雷炮就会一直飞入城内，等引火线烧完，火药就爆炸起来。

还有一种“神火飞鸦”，这是用竹篾扎成的“乌鸦”，它的内部装满火药，发射以后，能飞一百多丈远才落

飞空震天雷炮，这是现代导弹的祖先
地。就在这时候，装在“乌鸦”背上跟起火相连的药线也烧着了，引起“乌鸦”内部的火药爆炸，一时烈火熊熊，在陆地上可以烧敌人的军营，在水面上可以烧敌人的船只。

这两种东西——震天雷炮和神火飞鸦，可以说都是最早的飞弹。

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。

神火飞鸦，在陆地可以烧敌人的军营，

在水中可以烧敌人的战船

根据明朝茅元仪《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，装上四十七支大火箭，人坐在椅子上，两手拿着这位中国官吏，

想借着火箭的推力向前飞行

两个大风箏。然后叫人用火把这些火箭点着，他想借着火箭推进的力量，再加上风箏上升的力量，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。

传到了国外

现在再来说一说，火药是怎么传到国外的。

大约在公元八世纪或九世纪，我国的炼丹术传到了阿拉伯。可能就在这时候，火药的主要原料——硝石，也传到了阿拉伯和波斯等地。南宋时候，中国和阿拉伯国家交往频繁，火药的制造方法可能就是在这个时候传过去的。

到了十三世纪，蒙古和中亚的阿拉伯等国交战，曾经使用了很多武器。在作战中间，火器和它的制造方法，也传到了这些国家。当时，有些阿拉伯兵书中就有关于蒙古兵用过“铁瓶”的记载，据说这就是“震天雷”或“铁火炮”一类东西。

有一本阿拉伯的兵书还说，那时候有两种火器传过去：一种叫“契丹火枪”，是和敌人在近距离内交手时用的；还有一种叫“契丹火箭”，是远射时用的。当时，西方人常常把中国称为“契丹”。契丹是我国北部一个民族，曾经很强大，因此有些西方人就以契丹来称中国。“契丹火枪”和“契丹火箭”，就是我国发明的火枪和火箭。

和造纸法的传播途径一样，火药的制造方法，也是先从我国传到阿拉伯，又从阿拉伯传到了欧洲各国。在中古时期，有些欧洲人努力翻译阿拉伯文书籍，从这些书籍里，欧洲人学到了关于火药的知识。

公元十四世纪，在西班牙、意大利和地中海的各岛上，阿拉伯国家和欧洲国家发生过好几次战争。公元一三二五年，阿拉伯国家攻打西班牙的一个城市，曾经用抛石机向城中发射“火球”，声如雷震，烧毁了不少东西，也伤害了不少人。欧洲国家在战争中知道了火药武器的厉害，便加紧学习制造火药武器的方法。到了十五世纪，欧洲国家也造出了用火药发射的大炮。

等到欧洲人学会使用火药，我国早已使用几百年了。

编者附记：本书原名《中国历史上的四大发明》，曾由中国青年出版社于一九六二年出版。这次由原编写者作了较大修改，列入《少年百科丛书》。

