

跨世纪知识城

主编：刘以林

谈发明创造



新世界出版社

跨世纪知识城

谈发明创造

发明创造史

发明与创造

什么叫发明

所谓发明，是指运用有关的科学理论知识或借鉴有关科学技术原理，首创前所未有的事物和方法，来有效地解决某一实际需要。有人从狭义和广义两方面去理解发明。狭义的理解指国家专利法所承认的发明，即对产品、方法或者其改进所提出的新的技术方案。这一类发明具有较高的实用价值，可以带来较明显的经济效益，并可以获得专利权。广义的理解指所有新颖的、独特的，具有一定社会意义和价值的技术成果，包括那些未获专利的技术创造或革新成果，人们通常所说的技术“小发明”或技术改革，特别是青少年在科学活动中和日常生活学习中的“小发明”，一般均属于广义的理解。往往这类发明成果尚不够成熟或不够完备，它们有一些社会效益，而很难获得较好的经济效益。但这类发明发展下去也有可能成为获得专利的发明，因为它同样具备发明的新颖性、创造性和实用性。小发明孕育着大发明，小发明是大发明的摇篮，这两者在本质上实际是相通的。

什么叫发现

我们在学习数学、物理、化学、生物这些课程时，学过许多自然现象、自然规律以及自然物质的知识，如牛顿发现万有引力、法拉第发现电磁感应现象、门捷列夫发现元素周期规律、弗莱明发现青霉素等都不能叫发明，因为它们都不具备“前所未有”的特点，万有引力、电磁感应现象、元素周期规律和青霉素本来就客观存在，只不过是牛顿、法拉第、门捷列夫和弗莱明是人类第一个观察到或意识到它们而已。尽管发明和发现都属于创造的范畴，但它们是两种不同的创造活动。发明是指利用自然规律和技术手段创造前所未有的事物和方法，属于改造世界性质；而发现是旨在揭示或查明客观世界本来就存在的特征现象和规律，属于认识世界性质。发现是不创造新的物品或新的方法的。例如著名的三大发现——细胞学、进化论和能量守恒定律都是如此。再如，病理学之父莫加格尼、古生物学之父居维叶、实验心理学之父冯特、现代化学之父拉瓦锡、数学物理之父丹尼尔和太阳中心说的创始人哥白尼，他们对人类的贡献都是发现而不是发明。又如云南省昆明市中华小学杨正纯同学撰写的《螳螂川流域新发现的旧石器》一文，叙述的就是他的发现而不是发明，因为这些旧石器早就在螳螂川存在了几百万年，只不过是杨正纯同学第一个发现了它们的存在。

什么叫创造

所谓创造，是指提供新颖的、独特的，具有社会意义的产物的活动。创即花样翻新，造即从无到有。创造出来的东西必须从未见过，同时具有一定的社会意义和价值。因此科学上的发现，技术上的发明，文学艺术上的创作，都是创造性的活动。而顽童在纸上乱画，精神病患者的胡言乱语，尽管内容可能是新颖的、独特的，但毫无社会意义和价值，因而不能算作创造。是否存在这样一种科技活动，它具有积极的社会意义和教育意义，也具备独特性，就是不具备新颖性呢？答案是肯定的——有，这就是科技制作活动。科技制作活动的特点主要是模仿与重复，如航模制作，电子制作，标本制作等，这类科技活动不具备创造性，所以既不是发现，也不是发明。

发现与发明的联系

发明创造不同于科学发现，但它们存在密切的联系。由于发明的事物或方法不但要前所未有的，而且必须符合科学原理，而科学原理只有通过探索发现之后才得以为发明者所知晓并加以利用，所以发现是发明的重要源泉和理论依据。世界科技史告诉我们，一个重大的新发现往往会导致一系列的新发明；而一项重大的发明往往会引起一次工业革命。如 18 世纪由于纺纱机和动力织布机的发明，对动力的要求非常迫切，于是人们根据已发现的热力学规律创造了一系列蒸汽机的发明。谈到蒸汽机，人们会立即想到瓦特，但最早发明蒸汽机的不是瓦特。别人发明的蒸汽机煤耗大、热效率太低，没有实现大工业生产的价值；而瓦特经过艰苦的努力，发明出带有单独冷凝器的蒸汽机，并相继取得了四项旨在改良结构、提高效率的专利，使蒸汽机迅速在各个工业部门得到应用。这是人类继发现学会用火以后，在驯服自然方面的又一个里程碑，它彻底改变了当时动力工业落后的面貌，引起了第一次工业革命。由于蒸汽机的广泛应用，促使能源、冶金、交通运输都发生了翻天覆地的变化。1807 年世界上第一艘轮船诞生，庞大的船队从此开始在各大洋游弋；1814 年制成第一台机车，开辟了交通运输新纪元，从此乌黑发亮的经济大动脉——铁路遍布大地；到了 1835 年，英国的煤产量达 3000 万吨，钢产量达 102 万吨；到了 1850 年，英国的铁路已铺设 10000 多公里……使人类在不到一个世纪里创造的财富比以前几千年的总和还要多。又如 19 世纪的欧洲，英国装订工出身的法拉第发现了电磁感应的客观规律，从而引发了一系列的诸如发电机、电话、电动机、无线电报等电气设备的重大发明，从而引起了第二次工业革命。因为电力不仅比蒸汽力更伟大，而且更加神奇。电灯给黑暗中的人们带来光明，而电报、电话大大延长和扩展了人类的感官功能，开创了信息革命，其意义大为深远。第二次工业革命取得科学成就最多的是德国，在 19 世纪的后 50 年内，德国的重大科技成就几乎是美、英、法的总和，结果导致了德国工业的飞跃和经济文化的蓬勃发展，实力迅速超过了法国和英国。再如弗洛里也正是在弗莱明发现青霉素的基础上发明了一种划时代的新药——青霉素制剂，挽救了千万人的生命。因此，有志于发明的人应该加强学习，广泛了解各种科学新发现，用以铺垫自己的科学发明之路。当然，从另一方面看，发明所创造出的新材料、新工艺、新设备也为新的科学发现提供了条件、工具和方法。尤其是在科学向纵深发展的今天，更是如此。电子计算机在科学探索中广泛地应用就是最好的例证。难怪有人把发明和发现比喻成科学园中的两种果实，生长它们的果树，一棵叫基础科学，一棵叫技术科学，而科学家和发明家则是栽培它们的辛勤园丁。

人类文明进步的阶梯——发明创造

人类之所以能够走出原始的洞穴走进豪华的别墅；从脱下遮盖的树叶、兽皮到穿上华丽的盛装；从钻木取火、刻槽为渡、刀耕火种到使用现代化的各种科学技术……哪一项成果不是发明创造的结晶？哪一次进步不是创造了人类自身？由此，我们可以毫不夸张地说，创造发明是神圣而又伟大的，没有创造就没有人类的一切！从这个意义上来说，人类社会的进步与发展史就是一部创造发明史。

翻开世界科学技术发展史，最值得中国人引以为荣的，莫过于指南针、造纸术、活字印刷术和火药四大发明了，它们在历史上不但极大地推动了我国经济文化的发展，而且对世界的文明进步也做出了难以估量的贡献。试想，要是没有这些发明，今天的人类社会将是什么样子呢？——我们只好仍将字写在竹片、龟壳乃至石头上，我们将没有现在的书和练习本；而作战的兵器可能仍是长矛，大刀和弓弩……一句话，没有成千上万诸如指南针、造纸术、活字印刷术和火药那样的发明创造，就没有人类的进步。以发明马的使用方法为例，起初马生来并不是为人类服务的，人类的祖先由于当时生存的需要，人们经常从事时间比较长，劳动强度比较大的远程迁移，迫切需要代步工具和交通工具，以减轻劳动强度。马的体能比人强，而且容易驯服，所以人类发明了使用马作为交通工具的动力。据说最早把受力点放在马颈上，发现行不通，后改放在马肩上，才发挥马的潜力。随着社会发展产生了战争，马又被人类发明为作战的工具，为了增强战斗力，人类又发明马蹬、马鞍、马鞭和马刺，当时发明使用了马蹬和马鞍的民族很快征服了没有这个发明的民族。因为有了马蹬和马鞭，能更有效地发挥人类在地面直立行走积累的所有的作战技能，显示了这个发明的科学性和实用性，很快传遍了全世界，推动了人类社会的进步。后来人们又发明了给马脚钉铁马掌，一直沿袭至今。被认为马的使用方面的发明已相当完美了，但是不然，随着材料科学的发展，1985年我国有人发明了塑料马掌。发明者认为，人可以穿塑料鞋，马为什么不能套塑料掌呢？一来可以节约钢材；二来免去钉马掌的麻烦，只需往马脚上一套即成；三还可以美化马，因为塑料马掌可以做成各种不同的颜色；四还可以克服以往铁马掌容易生锈腐蚀、打滑易摔的缺点。随着骑马者安全的需要，1987年我国又有人发明了防止骑马者摔下来被拖伤的装置——脱鞍马蹬。由此看来，创造发明是没有止境的，只要有需要，就会产生创造发明，而只要产生人们需要的创造发明，就会给人类造福，推动人类社会的进步。小发明推动小进步，大发明推动大进步。瓦特发明蒸汽机、法拉第发明发电机、爱迪生发明电灯等，不都是极大地推动了人类社会的进步吗？因此，从这种意义上来说，创造发明的确可以被誉为“人类社会进步的阶梯”。

世界发明创造史

古代的发明，发生在历史记载之前的，发明人的姓名大都无法考证，在有历史记载以后，所列出的年份与姓名也不一定准确，因为一个人在作出真正的发明之前，或将其公布于世之前，该发明恐怕早已产生了。还有一种情况，同一发明项目是两个或两个以上的科学家在世界不同的地域各自研究后几乎在同一时期发明成功的。例如电报，由美国的莫尔斯和英国的惠斯顿及库克几乎同时在 1837 年发明成功，我们还是按照国际专利惯例将这个发明归功于美国的莫尔斯，尽管他超前惠斯顿及库克的时间不多。以下发明为古今一些较为重大的发明，以先后为序编列，从而可以显示出人类的智慧、知识和技艺的渐进过程。

公元前 400 万年左右，东非的史前人发明了石刀和卵石器

公元前 2 万年左右，在法国多敦河区的洞穴里，发现有 2 万多年历史的骨制缝衣针

公元前 1 万年左右，地中海沿岸居民已发明用鱼网

捕鱼公元前 7500 年左右，英国的约克郡星沼出土的古代短桨，表明当时人类已发明了船

公元前 4000 年，米索布达米亚人发明了楔形文字，苏默人以及与之贸易的波斯、巴比伦、亚述等地人均采用这种楔形文字

公元前 3500 年，米索布达米亚的一个苏默人拥有的图章刻有犁的图形，是迄今所知最早的犁形农具

公元前 2000 年，米索布达米亚人发明了墙垛建筑技术

公元前 1500 年，希太特人到处征战，把发明的炼铁技术从那托利亚传到了邻近地区

约公元前 11 世纪，中国人最早发明创造瓷器

公元前 5 ~ 4 世纪，中国发明修建了防御用的世界第一长的城墙——万里长城
公元前 3 世纪 280 ~ 220 年，李冰创造性地发明设计建造了都江堰这一著名的水利工程

公元前 255 年，埃及在亚历山大港矗立起发明的第一座灯塔

公元前 130 年，亚历山大的希罗发明了汽轮机

公元前 10 年，罗马建筑师兼作家维特鲁维斯首先在他的著作中提及起重机

公元 27 ~ 97 年，东汉王充在他所著《论衡·是应》里曾记载指南工具——司南的发明

公元 105 年，中国的蔡伦在西汉“灞桥纸”基础上发明了可供大众使用的“蔡侯纸”

公元 78 ~ 139 年，张衡发明制造了测定地震方位的“候风地动仪”，同时制造了世界第一台天文仪器“水运浑象仪”

公元 ? ~ 208 年，东汉华佗首创麻醉手术，首创阑尾外科手术

公元 225 ~ 295 年，刘徽完成数学名著《九章算术》并首创十进位分数、割圆术，重建重差术理论

公元 362 年，古罗马皇帝米利首创医院，收容患病公民

公元 605 ~ 611 年，中国发明修建了世界开凿最早、规模最大、里程最长的人工航道——京杭大运河

公元 581 ~ 682 年，孙思邈发明导尿术，首创治疗脚气病的方法

公元 635 年，西班牙塞维尔的圣伊西多记载，已发明了翎羽制造的翎羽笔。

公元 700 年，西班牙人发明了泰罗熔铁炉，它是现代鼓风炉的雏形公元 683 ~ 727 年，中国的僧一行首创最先进的历法《大衍历》，发明了世界最早的钟表浑天铜仪和测量太阳运行轨道的黄道游仪

公元 ? ~ 1015 年，毕升发明活字印刷术

公元 1031 ~ 1095 年，沈括著 26 卷的科学巨著《梦溪笔谈》，首次记载发现了磁偏角

公元 1450 年，德国人约翰·谷登堡发明了印刷机

公元 1489 年，德国人威德曼在莱比锡出版了一本关于算术的书，首先用到了加号（+）和减号（-）

公元 1511 年，德国人纽伦堡铁匠汉来恩发明了计时用的表

公元 1565 年，瑞士苏黎世人差司那最先描述了铅笔的制造方法

公元 1568 年，法国数学家贝林发明螺纹车床，切削出来的螺丝规格统一

公元 1569 年，佛兰德斯地理学家麦卡脱发明了“麦卡脱投影图法”用以绘制世界地图

公元 1585 年，佛兰德斯工程师史帝文首先发明使用小数，但是仍未懂得使用小数点

公元 1589 年，英国人威廉·李发明针织机

公元 1518 ~ 1593 年，李时珍著《本草纲目》一书，一直被认为是中医中药的经典

公元 1590 年，荷兰的詹生父子发明了显微镜

公元 1608 年，荷兰的米德尔堡眼镜工人汉斯·李伯锡偶尔把凹透镜迭加起来观看远处物体时，远处的东西竟放大了，从而发明了望远镜，并在荷兰议会上向议员示范公元 1609 年，意大利的伽利略发明了空气温度计

公元 1562 ~ 1633 年，中国的徐光启所著《农政全书》是我国古代的第一部农业百科全书

公元 1631 年，英国伦敦索瑞地方的数学家奥特雷德在所著《数学之钥》一书中，首先用了乘号（×）

公元 1641 年，苏格兰数学家纳皮尔首创了对数

公元 1643 年，意大利的托里拆利发明了水银气压计

公元 1646 年，德国的柯切尔发明了幻灯

公元 1650 年，德国的格里克发明了空气泵

公元 1656 年，荷兰数学家惠更斯发明计时的摆钟，1657 年他在计时表里装上游丝，使摆转更有规律

公元 1587 ~ 1661 年，中国的宋应星所著《天工开物》被誉为“中国 17 世纪的工艺百科全书”

公元 1666 年，英国的牛顿在剑桥大学首创微积分方法，1668 年他发明了反射式望远镜

公元 1679 年，法籍物理学家巴班寄居伦敦时发明了高压锅

公元 1696 年，西方最早发明使用信封的是苏格兰国家大臣奥格尔维

公元 1701 年，在英国伯克郡实验室塔尔发明了播种机，免除手工播种造成的浪费

公元 1709 年，英国什满郡的达比首创“焦炭炼铁法”，提高了铁产品质量。同年，意大利人克里斯朵夫发明了钢琴

公元 1712 年，英国人纽可门发明了活塞式蒸汽机，从此世界进入“蒸汽时代”

公元 1716 年，瑞典工程师特里沃德发明利用管道输送热水给房子各部分供暖的方法

公元 1720 年，德国的法伦·海特发明了水银温度计

公元 1733 年，英国兰开夏纺织工约翰·凯发明了机械化的快速织布工具——飞梭

公元 1741 年，瑞典的摄尔赛斯发明把水的冰点至沸点温度划分为 100 个等份，用来表示温度的数值的百分温标

公元 1748 年，德国的赞生发明钢笔

公元 1752 年，美国科学家富兰克林发明避雷针

公元 1767 年，英国的哈格里夫斯发明珍妮纺纱机

公元 1769 年，英国的阿克顿特取得水利纺织机专利并于 1771 年投产

公元 1777 年，英国的瓦特发明了适用于大工业普遍应用的独立冷凝器蒸汽机

公元 1779 年，英国的卡朗普顿发明走锭纺织机

公元 1783 年，法国的蒙哥菲埃兄弟发明了热空气气球

公元 1785 年，英国的卡特顿特申请了蒸汽动力机械的专利

公元 1788 年，英国的瓦特和博尔顿发明了摇臂式蒸汽机

公元 1792 年，英国的默克多发明煤气灯

公元 1795 年，法国大革命后，法国及其领地首创正式采用公制

公元 1800 年，意大利的伏打发明伏打电池

公元 1801 年，英国的德维在英国科学研究所示范电弧灯

公元 1807 年，美国的富尔顿发明了汽船

公元 1814 年，英国的斯蒂芬森发明蒸汽机车

公元 1818 年，英国的戴维发明矿工安全灯公元 1823 年，英国的物理学家发明电磁铁

公元 1826 年，居住在法国的涅普斯发明了照相技术

公元 1827 年，英国的约翰·约克发明摩擦火柴

公元 1829 年，法国一名穷裁缝提孟提埃发明了工业用缝纫机

公元 1831 年，电子之父——英国的法拉第发明了划时代的发明——直流发电机，从此世界进入了“电器时代”；法拉第还发明了变压器。同年，美国人亨利发明了电铃

公元 1837 年，美国的达文波特发明了实用电动机。美国的莫尔斯发明电报

公元 1839 年，美国的佩奇教授发明电动机车；英国的麦克米伦发明自行车；英国的内史密斯发明蒸汽锤；美国的固特异发明硫化橡胶

公元 1840 年，英国物理学家惠特斯通取得线性感应电动机的专利权

公元 1842 年，美国人摩尔斯发明在纽约港海底铺设电缆，供传递电报之用

公元 1852 年，法国的吉法德发明蒸汽推动的飞船；法国的琼·佛科发明回转仪

公元 1855 年，法国里昂的皇家街装置了电弧街灯

公元 1856 年，意大利人巴尔桑蒂和马泰乌奇发明了实用的内燃机；英国的贝西默发明了酸性围炉，又称贝氏转炉

公元 1859 年，法国物理学家伯朗台发明实用的蓄电池公元 1862 年，美国的加特林发明机关枪

公元 1867 年，瑞典的诺贝尔发明黄色炸药；美国的威斯汀豪斯发明气刹车；法国的化学家勒朗舍发明了干电池公元 1874 年，萨洛蒙在英国发明电动三轮车

公元 1876 年，美国的贝尔发明的电话首次通话

公元 1877 年，美国大发明家爱迪生发明了留声机

公元 1878 年，英国的戴维·休斯发明炭精微音器

公元 1880 年，美国的爱迪生发明的电灯用于街道照明

公元 1881 年，美国的爱迪生在德国取得立体声专利，用于柏林的有线广播；同年，在英国索瑞郡哥达明第一座水力电厂投入生产，用的是西门子公司制造的水力发电机，向工厂、街道、住宅实行商业供电

公元 1882 年，德国西门子公司发明的首辆无轨电车在柏林示范行驶

公元 1883 年，英国的艾弗里特发明了防窃自动售货机出售明信片

公元 1884 年，英国帕森斯发明现代的蒸汽轮机；美国瓦特曼发明实用的自来水笔

公元 1885 年，德国的戴姆勒发明汽车；美国的默金撒勒发明行型活字铸排机

公元 1888 年，英国邓洛普发明充气轮船

公元 1889 年，美国芝加哥第一家工厂发明适合农场的拖拉机，发动机以汽油为燃料

公元 1890 年，英国发明的地下铁路通车，运行于伦敦城与南伦敦之间

公元 1894 年，美国的巴尔的摩—俄克俄铁路实现干线电气化；美国纽约百老汇的霍兰兄弟活动电影院首次放映了电影

公元 1895 年，德国的伦琴发明 X 光管；意大利年仅 20 岁的马可尼在波隆纳附近示范使用无线电；法国的卢米埃兄弟在巴黎初次把电影图像投射到银幕上让观众观赏

公元 1896 年，英国伦敦电机工程师道辛发明了把电动机装到汽车上的起动机；费辛敦教授在美国示范使用了无线电话；美国人费歇发明的电动洗衣机生产销售

公元 1903 年，美国威尔和伯奥维尔、赖特发明动力飞机

公元 1904 年，英国弗莱明发明二极管真空管

公元 1906 年，美国贝克兰发明电机；美国德福雷斯特发明三极真空管

公元 1914 年，英国斯温顿发明军用坦克车

公元 1922 年，第一套有声电影《纵火犯》在柏林制成

公元 1923 年，美国苏鲁金发明电视光电显像管

公元 1926 年，西班牙人贝尔德和德拉西瓦发明电视机，在伦敦示范用电视接收图像

公元 1928 年，中国人侯德榜发明侯氏联合制碱法；英国的里卡德兹和里费尔合作发明了世界上第一个自动工作机器人，从此世界进入“电子时代”；美国的法恩兹沃思发明电视显像管

公元 1930 年，科克罗特和华尔顿在美国剑桥大学建成了首座加速器，把粒子射进原子核；美国的卡罗瑟斯发明尼龙；英国的惠特利发明喷气式发动机

公元 1931 年，德国柏林化学研究所的哈恩教授宣布他研究的原子核分裂实验获得成功

公元 1942 年，原籍意大利的物理学家费米在芝加哥大学一个壁球场上装置了他发明的世界上第一个原子反应堆，引发了持续的原子核反应。从此世界进入“原子时代”

公元 1943 年，一位发明家发明了导弹，纳粹德国空军的 He293 型飞机首次用空对地导弹攻击英国战舰“白鹳”号；匈牙利新闻工作者波罗取得圆珠笔专利，并于 1945 年投产

公元 1945 年 7 月 16 日，在美国新墨西哥州拉摩戈多空军基地试爆成功原子弹；1945 年 8 月 6 日世界上第一次使用原子弹，美国原子弹袭击了日本广岛市，将其完全摧毁；1946 年美国科学家埃克特和莫其利在宾夕法尼亚大学合作研究，为美国陆军军械局发明制造了世界第一台电子计算机，从此世界进入“信息时代”

公元 1948 年，美国肖克利发明电晶体；美国巴丁、布拉顿发明半导体晶体三极管

公元 1949 年，美国发明家发明火箭，从美国新墨西哥州白沙沙漠发射的“维京”号火箭创下仅用 54 秒半的时间升空 84 公里的新纪录

公元 1950 年，美国的克利等人用单晶锗制成 NPN 结晶体三极管，促成电子技术小型化的发展

公元 1952 年，美国在太平洋马绍尔群岛试爆氢弹成功

公元 1953 年，英国科克雷尔发明鼓翼机

公元 1954 年，前苏联在奥勃尼斯克建成第一个核能发电厂，并开始向工厂和农场供电

公元 1957 年，美籍华人杨振宁、李政道首次提出强弱相互作用下“宇称不守恒定律”，美籍华人吴健雄证明了“宇称不守恒定律”，解开了原子物理和核物理的第一号谜底。为此，杨振宁、李政道成为首次获得诺贝尔奖的华人。1957 年 10 月 4 日，前苏联发射成功“伴侣 1 号”世界第一颗人造地球卫星，它重 84 千克，时速为 28800 公里，从此世界进入“航天时代”

公元 1960 年，美国物理化学家梅曼发明了世界上第一个激光器

公元 1961 年，前苏联宇航员加加林驾驶世界上第一艘载人太空船“东方一号”在西伯利亚西部升空并成功返回；美国达拉斯市的德州仪器公司研制成集成电路，并取得了专利，从此世界进入“微电子时代”，开辟了利用硅片的新局面

公元 1964 年，万国商业机器公司在英国和美国出售磁带控制的打字机，兼有打字机和电脑的双重功能，这是世界上第一台文字处理机

公元 1971 年，前苏联成功地发射了“敬礼”号太空站，并且将袖珍电子计算机在美国投放市场；美国国际通讯公司研究制成微型处理机，在一块硅片内包容了整个电脑的逻辑和计算功能，并取得专利，世界高科技之一的电脑走向全球

公元 1973 年，中国人袁隆平在世界上第一个育成强优势籼型杂交水稻，被誉为“中国杂交水稻之父”

公元 1974 年，美籍华人丁肇中发现亚原子粒子，并定名为“丁”粒子，该发现增进了人们对基子粒子的认识，并因此获 1976 年诺贝尔物理学奖；视频电报发明成功，英国的费迪研制成潜力更大的可视数据系统，1979 年投入服务

公元 1978 年，由生理学家爱德华兹和妇科医生司泰拨托合作，使得第一名试管婴儿在英国奥尔丹市总医院出生

公元 1981 年，美国研制的航天飞机“哥伦比亚”号试航成功，它是世界上第一艘可供重复使用的太空船

公元 1991 年，美国研制的“太阳挑战者”号太阳能飞机飞越了英伦海峡，动力来源是飞机上的 1.6 万个太阳能电池

中国发明创造史

我们伟大的祖国，雄峙在亚洲大陆的东部，幅员辽阔，物产丰富。她不仅有着 960 万平方公里的锦绣山河，12 亿勤劳勇敢的各族人民，还有着悠久的科学文化历史和灿烂的创造发明。从 170 万年前的“元谋人”起，我们的祖先就劳动生息在这片广袤的土地上；从原始社会的“石器时代”、奴隶社会的“青铜器时代”、封建社会的“铁器时代”及半殖民地半封建社会的“挨打时代”而跨入现代社会主义的“科技时代”。在这漫长的岁月里，有文字可考的历史就达 4000 年左右。在这历史的长河中，我们勤劳智慧的祖先，遗留下了丰富的科学典籍和创造发明。那九曲连环奔腾咆哮的黄河，是哺育中华民族成长进步的摇篮；绵延起伏逶迤万里的古长城，是中华民族祖先创造智慧和科学实力的明证。我们伟大的祖国，早在二三千年前，就以当时较为发达的科学技术和创造发明而跻身于世界四大文明古国（中国、埃及、巴比伦、印度）的行列，后来又与古希腊的科技文明相辉映。而当欧洲进入中世纪“黑暗时代”，科学文化技术的发展陷入停滞状态时，我国的科学文化技术却在持续地向前发展。这时我们伟大的民族“龙的传人”发明了高超的冶炼技术，促进了生产工具的铁器化，稳步地进入了封建社会“铁器时代”的大门。被古罗马人称为“赛里斯”（丝绸之国）的中国人创造的精湛的纺织技术和丝绸产品饮誉中外，“丝绸之路”至今仍然闪烁着历史的光辉。中国人创立的具有独特风格的农业技术和中医药技术已形成了体系，对西方人来说，似乎带有传奇的色彩。富有东方特色的天文观测技术独树一帜，脍炙人口的“四大发明”对西方近代科学技术的创立产生了深远的影响。对于我国在科学技术上的卓越成就，每个中华儿女莫不感到骄傲和自豪。下面以时间为序，简介中国历代社会主要的创造发明成果，以激励我们的创造热情和斗志。

原始社会旧石器时代的创造发明

石器和骨器的打制发明

考古发现表明，早在 170 万年前的元谋人时代，我们的祖先已经发明用较坚硬的石英岩石和动物的骨骼，打制粗糙的石器和骨器了。从北京周口店龙骨山的洞穴及其附近，也发现 50 万年前北京人所打制的粗糙的石器。这是按照生产和生活的需要，按照一定的方法打制出来的，大体可分为尖状器、刮削器和砍砸器 3 种类型。在以后其他考古发现中，还可以看出这些打制的石器，在边刃上有仔细修饰过的痕迹，说明石器打制的技术更为精细了。除石器外，还在其他遗址中发现大量的骨器，如骨针、骨矛尖、骨鱼叉等，这是人类最早的“工业产品”。

发明利用火和钻木取火技术

在北京人的洞穴里，还发现了很厚的灰层，有的竟厚达 6 尺，而它们都是按一定的方位分布着的。有的灰堆中，还有被烧过的兽骨和石块，这有力地证明了北京人已发明保存和使用火了。他们认真地把火种保存起来，并用火来防寒取暖，烧烤食物，抵御猛兽侵害。由于有了熟食，便结束了长期的“茹毛饮血”的生活。尤其重要的是，我们的祖先，还发明了“钻木取火”的方法。他们在打制石器时，从由石头相互敲打而产生的火星中得到启示。但这种火星瞬息即逝，只是在使用木制工具时，干燥的木头被猛力摩擦出热而产生的火星，才温度高且燃烧时间长，再加上易燃的干草，就会燃起火焰，

这就是“钻木取火”的方法。这对以后的科技发展起着巨大作用。

渔网、弓箭的发明

由于打鱼的需要，除发明了骨鱼叉以外，还发明了渔网；因为狩猎的需要，除发明了投枪外还发明了弓箭。从山西朔县的旧石器时代遗址中所发现的石箭镞，足以说明我国很早就发明了弓箭。恩格斯指出“弓、弦、箭已经是很复杂的工具，发明这些工具需要长期积累的经验和较发达的智力……”弯弓射箭在实际上已具有动力、传动和工具等三要素，人把弓拉开就起了动力作用，把拉开的弦松开，将箭射出去，这就起了传动作用，而射到动物身上的箭镞，则起到杀伤的工具作用了。可以说弓箭是最早储存能量的机械，它涉及到人类最早的物理学。

原始社会新石器时代的创造发明

磨制石器和骨器的发明

这一属新石器时代的发明，表现在对石（骨）器原料的选取、切割、磨制、钻孔、雕刻等一系列工序上。石料的选取已经不只是在河床中去随意选取，而主要是从地层里去开采、切割石料。特别是能利用砾石或沙子将初步打成的石器锥形的表面，尤其是刃部磨光，使之不仅光滑可爱，而且还十分锋利。石器穿孔是这一时期的一大发明，运用钻穿、管穿和琢孔的技术，把各种石器穿上大小不同的孔眼，使之能比较牢固地捆绑在木柄上，这些带柄的先进的复合工具，既便于携带，更便于使用，加之锋刃锐利，大大地提高了劳动效率，再在这些石器上雕琢各种花纹、图案，恐怕这是最早的工艺品了。

陶器的发明

从科技史角度来看，陶器的发明，在制造技术上是一个重大的突破。最初人们只是在木制或编制的容器上涂上粘土，使之能够耐火，后来才直接用粘土作成成型的容器，加以烧制，这就是最早的陶器。最初是“手制”，即用手把粘土捏成坯，后来才发展为“轮制”，即把陶泥坯料放在快速转动的陶轮上，制成圆形的陶器。烧制也由露天烧制改为陶窑烧制。由于陶器的烧制，既改变了物体的性质，又塑造了物体的形状，从而具有新的技术意义和经济意义，对往后的人们生活方式的改进，农业和手工工业的发展，都起了重大作用。

原始农业和原始畜牧业的发明

原始农业，是在采集经济的基础上发明产生的。由于长期的采集活动，人们逐步认识和掌握了一些野生植物的生长规律，便运用当时已经大为改进的石器工具，进行人工栽培植物的尝试，从而发明了原始农业。而原始畜牧业则是在狩猎经济的基础上发明产生的。在狩猎活动中，由于弓箭、网的发明和陷阱、栅栏的发明应用，能够捕获活的动物，于是把盈余的动物饲养起来，逐渐使之驯化，又繁殖了许多小动物，这就发明产生了原始的畜牧业。

原始宗教和神话的发明

由于人们对自身的梦境、感觉等精神现象无法理解，对生老病死现象感到茫然，对大自然的日月星辰、风雨雷电及灾难等现象觉得不可思议，因而产生了“灵魂不死”“万物有灵”的观念；由于幻想用某种法术去影响他人，影响自然，随着语言的产生，就有了“巫术”的发明和职业巫师的出现，这就是原始宗教的主要表现。这时期神话随之发明产生，至今还有许多脍炙人口的优美的神话传说，如“盘古开天”、“女娲补天”、“夸父追日”、“精

卫填海”、“羿射九日”等都是我们祖先借助幻想和企图征服自然的心理发明的表现，有着积极的意义。

奴隶社会青铜器时代的创造发明

奴隶社会是从公元前 21 世纪的夏代开始，这一时期由于农业和畜牧业的分工，农牧业与手工业的分工，使农业、畜牧业特别是手工业的生产技术有了较大的发展。这时期产生了青铜冶炼、纺织、陶瓷等手工业技术发明。更重要的是，形成了脑力劳动和体力劳动的分工。脑力劳动者由于摆脱了繁重的体力劳动，更能有效地进行科学、文化等活动。因而不但创造了我国最早的文字——甲骨文和金文，而且还发明建立了经验科学，即描述科学。它的特点是把人类同自然界长期斗争的丰富经验记录下来，经过积累、整理，逐渐使之系统化。如早期的农学、医药学、天文学和数学等。这一时期，还创立了具有朴素唯物主义思想的阴阳五行说和八卦说，《周易·系辞》一书就是阐述这一学说观点的。

封建社会铁器时代的创造发明

高超钢铁冶炼技术的发明

远在奴隶制时代的古希腊就已经使用铁制工具，但采用的“块炼铁”冶炼技术十分落后，产量很低，质量很差，因这种铁器含碳量低，质地很软，作为工具应用于生产时效率很低。我国春秋末期，已经广泛使用生铁冶炼技术，这种生铁是铁矿在 1150 ~ 1300 的高温下冶炼出来的，出炉时呈液态（古希腊的呈固态），可以连续生产，还可铸成形，这种生铁所制的铁器工具，无论在数量上和质量上都远比古希腊的“块炼铁”所制的铁器工具为优。这种高超的冶铁技术在长达 1000 多年的时间里，在世界上一一直处于遥遥领先的地位。与冶铁技术有密切联系的是炼钢技术的发明。考古发现证实，最早的钢件是用块炼铁反复锤打渗碳而成的，后又发明了更高超的“百炼钢法”、“炒钢法”和“灌钢法”3 种炼钢技术。因为钢铁冶炼同燃料有着密切的关系，我国还是世界上最早发明用煤炼铁的国家。在河南巩县铁生沟汉代冶铁遗址中，就出土了煤炭，证明在西汉时期我国就已经广泛地用煤炼铁了。据《马可·波罗游记》中记载，欧洲直到 16 世纪才开始以煤炼铁，比我国晚了 3 个世纪。

精湛的纺织技术的发明

这一时期已发明丝、麻、毛、棉等四大纺织系列技术，生产出了丝、麻、毛、棉等四大纺织品。其中丝织品最早，麻织品和毛织品次之，棉织品出现最晚。但棉织品的纺织技术发展最快，这要归功于宋末著名的女织棉技术革新家黄道婆，她发明的皮辊式、锯齿式轧棉机取代了手剖或铁杖擗棉，大大提高了工效，比欧洲早 500 年。她发明椎弓可把棉絮弹松，杂质去除，起到了清棉作用，为后面纺纱、织布工序的工艺流程的开展创造了条件。她在纺织机具改革发明中最大的贡献，是把原来流行的手摇式纺车改为脚踏式纺车，把单维式纺车改为三维式纺车。这不仅节省了人力，还能提高功率 3 倍。

历史悠久的农业方面的创造发明

创立了“以农为本”、“以农立国”的思想体系，发明并发展了耕、耙、种、锄、粪、灌、收等各个生产环节的科学生产技术。发明了各种农作物以及蔬菜、林木、药材等的种植、保护等栽培技术和贮藏、利用的方法。发明了一系列的提高农业劳动生产率的农业机具。如西晋刘景宜的“一牛转八磨”的“牛转连磨”和东汉杜诗的“水排”等。在农田水利工程方面，首创了“人

工自流灌溉系统”，如李冰父子设计修建的“都江堰”，郑国设计修建的“郑国渠”及史禄领导修建的“灵渠”等，不但能自流灌溉，还能起到防洪、合理分配洪水和枯水季节流量、有效防止或减轻农业水旱灾害的作用，使受益地区成为“沃野千里、无凶年”的富饶的“天府之国”。有的如秦代的“灵渠”还能行船，因它是一条长 15 多公里，宽约 5 米的渠道，把长江水系的湘江同珠江水系的漓江连通起来，这在世界航运史上，不能不说是一大发明创造。

独具风格的中医药技术的创造发明

随着医药学基本理论不断发展，在疾病症状的诊断和治疗、针灸、养生之道等方面，均有不少方法的发明，这些在中医药巨著《黄帝内经》和《伤寒杂病论》中均有记载，此外在《脉经》、《黄帝三部针灸甲乙经》、《肘后方》、《诸病源候论》、《千金方》、《神农本草经》、《本草纲目》等著作中也有记载。特别值得一提的是这一时期的“人痘接种法”预防天花的发明在英国人琴纳 1796 年发明“牛痘接种法”之前，为天花的预防开辟了一条有效途径，在世界医学史上占有重要的地位。这种“人痘接种法”很快传向世界。

富有东方色彩的天文仪器的创造发明

有文字记载的用来观测天体方位的发明恐怕首推西汉的民间天文学家落下闳发明的浑天仪和示范用的浑天象（即天球仪），稍后就是东汉大科学家张衡发明的水运浑象仪，即用水转动的浑天仪。为了使浑象仪能按时自行转动，张衡利用当时已经掌握的机械方面的技术，创造性地把它同计时用的“滴漏”巧妙地联系起来。由于以漏水为原动力并利用“滴漏”的等时性，通过齿轮系统的转动，使浑象仪每日均匀绕轴旋转一周，自动把天象演示出来。人们只需要在室内观察浑象仪，就能准确地知道室外天空什么星从东方升起，什么星已到中天，什么星要向西方下落等等。由于它能比较准确反映实际的天象，使世人惊羨不已。张衡之后的唐代李淳风又改进发明了一架新型的浑天黄道铜仪，僧一行和梁令瓚设计制造了黄道游仪，不仅发展了张衡水运浑象原理，还安装了自动报时器。宋代苏颂、韩公廉等人，发明了水运浑象台，利用一套齿轮在漏壶流水的推动下，使仪器经常保持恒定的速度和天体运动一致，既能演示天象，又能观测天象，被誉为世界上最早的“天文钟”。此后元代郭守敬又发明了简仪。

享有“数学之乡”盛誉的数学科学的创造

春秋战国时代数学科学创立的“十进位制”筹算计数法是在“十进位制”基础上的进一步创造与发展。现在世界上用阿拉伯数码的“十进位制”最初起源于印度，但从考古资料来看，古文物中所见到最早的印度十进位制数码，要比中国晚 1000 多年！马克思对此作了极高的评价，誉之为人类“最妙的发明之一”。汉代数学专著《九章算术》中数学上的创造性贡献可从算术、代数和几何三方面来考察。算术方面创立了系统的分数四则运算，各种比例问题，“盈不足”问题和一些数学难题的分析解题方法，它是世界上最早阐述发明分数运算方法的著作。代数方面创立有联立一次方程的解法，正负概念的引入，正负数加减法则的引入，开平方、开立方的算法，一般二次方程的解法等。其中系统化的联立一次方程的解法，是我国古代数学最杰出的创造之一，比欧洲要早 1500 年左右，比印度早 500 年左右。几何方面有主要为适应当时筑城、筑堤、开沟、丈量土地、计算田亩，以及建筑各种形式的粮

窖等实际需要，要求计算面积和体积，而创立的几何学。因为计算面积就要涉及正方形、长方形、三角形、矩形、弓形、圆形、椭圆形等形状，计算体积就要涉及立方体、长方体、角锥体、圆柱体、方台、长方台等，其主要特点是同实际结合得非常紧密。南北朝时代的祖冲之创立圆周率的计算方法，得出小数点后六位的准确结果，在世界上一直领先了 1000 年之久，宋、元时代著名的数学家沈括、秦九韶、李冶、杨辉、朱世杰等创立了高次方程的解法，多元高次方程组的消元法，联立一次同余式解法等比欧洲早 400 ~ 800 年。在我国数学史上，除上述筹算创造外，还特别要提到的是珠算的发明，15 世纪初，由于生产发展和社会需要，要求计算快速，因此出现了珠算和算盘的发明，到公元 16 世纪万历年间，徐心鲁的《盘珠算法》和程大位的《算法统实》等著作讲述珠算方法，一直沿袭至今，再也没什么变化。明代才传入一衣带水的日本。

预告西方资产阶级社会到来的四大发明

在辉煌灿烂的中国古代科学发明中，闪耀着四颗光彩夺目的巨星，这就是举世闻名的四大发明——指南针、火药、造纸术和活字印刷术。

首先说一下指南针的发明。相传在 4000 多年前的黄帝就已发明了指南车。这里所说的指南针，最早可追溯到战国时期发明的简便指南工具——司南。司南的发明表明我国首先发现了磁石的吸铁性和指极性，这在《山海经》、《管子》、《淮南子》等古代典籍中均有记载。后又进一步发现钢铁在磁石上摩过或按一定方向放在地磁场中，也会产生磁性，而且还比较稳固，于是有了人造磁铁的产生，并以此为原料发明了新的测向仪器——指南鱼。指南鱼在利用地磁学的发展史上，的确是件了不起的创造。指南针就在这一基础上，把薄磁钢片改成细小的磁钢针而制成的，这在 11 世纪北宋年间就出现了，从沈括的《梦溪笔谈》中可以找到详细的记载。指南针的重大作用是用于航海，这在 11 世纪我国宋代就出现了。公元 1119 年宋人朱或的《萍洲可谈》里，就有在海船上应用指南针的记载，这是世界航海史上使用指南针的最早记录。宋元时代，由于对外贸易和海上交通的发达，指南针及其应用技术也随之外传。先是传到波斯及阿拉伯各国，后又传到欧洲，到 13 世纪初，欧洲的书籍上第一次提到指南针在航海上的应用，要比我国的有关记载晚 100 多年。

一提起造纸，人们立即会联想到蔡伦，实际上东汉的蔡伦，并不是我国纸张的发明者，他只是后来改革制纸原料的能供大众使用的新型纸——“蔡侯纸”的发明者。我国最早的纸，也是迄今为止所知道的世界上最早的纸，当推 2000 多年前西汉的“灞桥纸”，这种纸是 1957 年在西安附近灞桥古墓中发现的，故以此命名。公元 6 世纪后，我国的造纸术便陆续外传，东面传到日本，西面经中亚、西亚、东非而传到欧洲。公元 8 世纪时，阿拉伯人学到了中国的造纸技术，于是此法又经由阿拉伯人传到非洲和欧洲。直到公元 1150 年，西班牙才有了第一家造纸工场，比中国晚了 1200 多年。至于欧美的其他国家掌握我国造纸技术并建立造纸工场的时间就更晚了，俄国是 1567 年，美国则是 1690 年的事了。

从印刷技术本身的发展历程来看，我国在发明活字印刷之前，主要是雕版印刷。活字印刷技术是在雕版印刷技术的基础上发明产生的。早在 1300 年前的隋代，我国在长期使用印章和拓石的基础上，发明了雕版印刷技术。据明代《河汾燕闲录》记载，这种雕版印刷技术开始于隋文帝开皇 13 年，即

公元 593 年。活字雕版印刷技术的发明堪称世界印刷史上的一次重大的突破，实现这一重大突破的是北宋优秀刻字工人毕升，他被誉为世界活字印刷技术的首创者。他在总结前人印刷经验的基础上，经过近 9 年的潜心研究探索，发明了胶泥活字，利用胶泥活字排版印刷的工艺流程与现代流行的铅字排版印刷的工艺流程完全相同。毕升作为一名普通的工人，他的这一重大发明并不为当时的人所重视，只是由于沈括在其《梦溪笔谈·活板》中作了详细记载，才流传至今而不致于湮没无闻。元代的王祜在毕升的基础上，又成功地创造了本活字印刷法，并将木活字按音韵排在他发明的可以旋转的转轮排字架上，使用这种排字架，工人便能在拣字过程中，通过旋转轮盘，使字就人，大大减轻了劳动量，节省了劳动时间，提高了劳动效率。王祜把他制造木活字，使用转轮排字的方法加以总结，以《造活字印书法》为题记载下来，作为其《农书》的附页，这便成了世界上最早的活字印刷技术的专著。我国古代的印刷技术，特别是活字印刷技术的外传，在世界上产生了深刻而广泛的影响。雕版印刷技术大约在 8 世纪由我国传到日本，13 世纪传到埃及，14 世纪开始传到欧洲，欧洲才开始有木板印刷术的图像。木活字印刷术在 14 世纪，由我国往东传到朝鲜、日本，往西传到高加索、小亚细亚和埃及的亚历山大城。欧洲的活字印刷技术是我国元代传去的，那里直到 15 世纪才有了活字印刷。大约在公元 1450 年，德国人谷登堡依照中国活字印刷技术的原理，初步制成一种铅、锑、锡合金的活字，铸成拼音字母用于印刷，这比我国毕升发明活字印刷技术的时间，晚了 400 多年，比我国采用金属活字也要晚 100 多年。

我国在唐代初年（公元 7 世纪），就已经发明了火药。初唐时期，在“药王”孙思邈的《丹经要诀》一书中，就记载了配制火药的方法。火药的重要作用不是作为鞭炮、礼花供节日吉庆之用，而是应用于军事，制造火药武器。我国最早的火药武器是火箭、火枪和火炮。简单的火炮在唐代末年就已经发明应用了。以往的“石”是石旁，因为它是用抛石机抛出石头，就像我们从电视《三国演义》中看到的那样，火炮发明后“炮”字就改为火旁了，因为它用抛石机发射装有火药的火球。到了宋代，火药武器有了迅速的发展，并应用于对西夏、辽、金、元的战争中。在公元 1044 年出版的军事百科全书式的著作——《经武总要》里，已经记载了许多复杂的火药配方，这比世界上任何国家的记录都早。1132 年一个叫陈规的人发明了火枪，继而又发明了突火枪，这是一种管形并装有子弹的火枪，13 世纪左右，这种火枪又由竹管改为金属管，称为“铳枪”。稍后，又发展为金属制造的管形火炮。到了元代出现的铜铸火铳，由于威力巨大而被誉为“铜将军”，现在中国历史博物馆还珍藏着元至顺三年（1332 年）的铜火铳，这是至今已发现的，世界上最古老的铜炮。到了明代还发明了原始的“导弹”和“两极火箭”，这在当时的确是一种令人瞠目结舌、威力无比的新式武器。我国火药在南宋时期，大约于公元 1225~1248 年，便开始以商人为媒介，传到阿拉伯各国。到了元代，我国火药武器的制造技术和使用技术，也传到了阿拉伯。14 世纪以后，我国制造、使用火药和火药武器的技术，才经阿拉伯传到欧洲。火药武器的制造和使用，不仅我国汉族早于欧洲，我国某些少数民族（例如彝族），也是早于欧洲的。

总之，对于指南针、造纸术、活字印刷术及火药这辉煌的四大发明，我国各族人民历来是引以自豪的，这从世界范围看，“四大发明”发明的时间

最早，在当时的水平最高，外传后在国际上的影响最大，特别是对欧洲文艺复兴时期科学文化的推动，生产技术的发展，以至社会政治的进步，都起到了巨大的作用。马克思在 1861~1863 年写的《政治经济学手稿》中有一段极其精辟的论述：“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。火药把骑士阶级炸得粉碎，指南针打开了世界市场并建立殖民地，而印刷术则变成新教的工具，总的说来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。”马克思把它们向西方的传播看成是推动西方社会发展，实现由封建社会向资本主义社会改革的强大力量。

16 世纪后，我国在科学技术上，与西方由落后迅速向先进转化的情况相反，逐渐由先进向落后转化了。究其原因，除政治制度限制了科学理论研究的发展外，主要是用来作为发明创造根据的科学理论大为落后了。尽管 16 世纪初~18 世纪初，我国出现了像李时珍（著《本草纲目》）、徐霞客（著《徐霞客游记》）和宋应星（著《天工开物》）等伟大的科学家，但同西方文艺复兴后由哥白尼所开创的、伽利略奠基的、并为牛顿集其大成的近代科学理论体系相比，我国还是处于经验科学理论体系阶段，尽管也产生了诸如建在天坛的“回音壁”的发明，以及杂交蚕蛾法、炼铁联合作业法、湿蜡铸造法、花机织罗法、排除煤矿的瓦斯法等世界首屈一指的发明创造，但在经验科学体系的指导下，不可能产生划时代的重大发明创造了。18 世纪我国由于“重农抑商”的经济政策，“重文轻技”的文化政策、科技政策，“八股取士”的教育政策以及“闭关锁国”的外交政策，影响了社会经济和科学文化的发展，埋没和摧残了人才，阻碍了国际科学技术的交流，呈恶性循环态势，加之受列强侵略，因而在世界民族之林落伍了。新中国成立后，特别是党的十一届三中全会以来，我国的科学技术有了突飞猛进的发展，与西方发达国家在科学技术上的差距日趋缩小，某些领域已站在世界的前沿，成为这些领域科学技术的输出国之一。

伟大的发明与社会进步

蔡伦造纸

纸在人类历史的发展过程中起着十分重要的作用。人类文化之所以有今天，是因为能够把文化保存下来传给后代。要把文化传给后代，就需要记录，而纸张对于记录是必不可少的。

在发明纸张以前，人类是在平台或粘土板上，在金属器物或骨头上，后来在兽皮和木片上做记录的。这些东西分量重、体积大，要做很多记录是不可能的，所以人们迫切需要一种书写的材料。

古埃及人发明了一种“纸草”。所谓“纸草”，是把生长在尼罗河畔的一种植物的茎切成薄片，加水使植物纤维紧密连接，晒干后就成了薄纸状的东西，但是纸草并不是正式的纸。在纸草传入欧洲前，当时欧洲人用什么来记录呢？他们使用的是羊皮。这种羊皮纸价钱昂贵，一般人买不起，所以没能推广。

在我国 2000 年前的西汉时期，劳动人民也已经会用植物纤维造纸，如“灋桥纸”。后来又出现了“丝絮纸”。但是这些也算不上是正式的纸，它们只是纸的雏型。

在使用“丝絮纸”的过程中，人们渐渐发现它产量低、腐败快，不便保存，也较贵，因此许多人都在探索新的造纸方法。在这方面东汉时期的蔡伦贡献最大。

蔡伦很有才学。他总结了前人造纸的经验，在漂麻造纸的基础上，又大胆地提出了用树皮、麻头、破布及废鱼网造纸的方法，用石臼把这些原料捣碎，放在水中溶解；然后用抄具抄出薄薄的一层，使其干燥。这种方法，其基本作法与现代造纸方法相同。它在工艺技术上有了重大的改革，不仅扩大了原料的来路，降低了原料的成本，也使纸的质量提高了一大步。

公元 105 年，蔡伦把第一批制造出来的好纸首先献给了皇帝，并报告了造纸的经过，因而受到了赏赐。之后，皇帝下令推广蔡伦的造纸方法。

蔡伦造纸的新方法于公元 8 世纪传到了萨拉森帝国，于公元 12 世纪传到了西班牙，从此在欧洲广泛传开。

当然那时的造纸都是人工操作，一张一张地生产。使用机器自动生产，是很久以后的事了。直到 1799 年，法国抄纸工路易·洛伯才发明了机器造纸。

毕升与印刷术

印刷术是我们伟大中华民族的四大发明之一，是对世界文化发展的重大贡献，距今已有 1300 多年的历史了。

我国最早的印刷术，是雕版印刷术，方法是先把木板刨平，锯成两页书大小。然后在板面上抹上一层浆糊，把写好的文稿薄纸翻贴在板面上。雕刻匠用刻刀把一个个字刻出来。如果让字凸出来，这叫阳文版；如果让字凹下去，就叫阴文版。

印刷的时候，先在制好的文字版上刷上油墨，然后把白纸盖到版上，用刷子轻轻刷平，文字就转印在纸上了。一页页刻好，一页页印好后再分装成册，一本书就出版了。

雕版印刷实行了一段时期之后，人们渐渐发现这种方法太费工料了，因此，人们迫切要求改进印刷技术。

我国北宋时期，有一个优秀的刻字工人名叫毕升。是他，不断总结前人的经验，经过了历时八九年的艰苦钻研，终于创造出了泥活字印刷术。

他首先用泥土做成一个个小型四方长柱体，把顶端切平后刻上一个个单字，然后再放入火中煅烧以增强它们的硬度，使每一个字都像小巧玲珑的小瓷砖一样。烧好后，他又把每个字按韵排列好。每到印刷时，就按着底稿的要求将字拣出来，一行一行排在铁板上，周围用铁框扎紧。为了使每一块活字版形成一个坚固的整体，除了周围用铁框外，预先在铁板上放一些松脂、蜡等粘合物。当把每块活字版在火上烤的时候，它们就熔化了，这时可以趁势用平板将活字压平，冷却后，活字就牢固地固定在铁板上了。然后刷上油墨，把白纸盖在活字板上印刷，印完后，可以再将铁板烤热，松香熔化了，就可以将活字一个个再拣起来，排列好，保存好，以备以后再用。这样印书，既方便，又省工料，使印刷速度和效率大大提高了。

继毕升之后，公元 1314 年，山东农民王祯，又创造出了木活字印刷术。公元 1488 年，无锡一个名叫华燧的人，又创造了铜活字印刷术。

在我国毕升发明活字印刷术 400 多年后，德国人谷登堡于 1445 年研究成功了利用铸造的铅活字进行活版印刷的技术。他还研制成功了木制印刷机，制成了调油墨，大大提高了印刷的速度和质量，为印刷的机械化做出了重大贡献。

瓦特与蒸汽机

说起瓦特，你很自然地就会想到蒸汽机，提起蒸汽机，又必然会联想到工业革命。

可是关于瓦特这个人你究竟知道多少呢？瓦特到底是怎样发明了蒸汽机的呢？你也许对这些还不太了解吧？

詹姆斯·瓦特出生于 1736 年 1 月 19 日。瓦特的父亲是一名造船工匠，并且经营海运。他还有一个修理厂。瓦特的母亲是一位有着丰富知识的善良的家庭妇女。

瓦特生来体弱，特别是有一个爱头痛的毛病，而且这个毛病伴随他一生。由于体弱多病，他的胆子很小，而且经常请假不能上学。他的功课也不很好，他被怀疑是一个脑子迟钝的孩子，他的学习基本上是靠父母辅导的。瓦特升入中学后，成绩仍不理想。但是在他 13 岁那年，他的班主任兼数学老师对他影响很大，从那以后，瓦特开始知道用功了。

中学毕业后他到父亲的修理厂帮忙，做些木匠活，修理航海用具等。后来父亲的生意萧条，经济出现困难，母亲又去世了，瓦特不得不在 18 岁时出去独立闯荡生活。

瓦特来到伦敦，经历了一年的艰苦学徒生涯，学会了使用工具和制造器械的手艺。1756 年，他回到了苏格兰，他本想自己开业制造器械，但是由于他的学徒年限不够，不符合市政当局的要求，只得在不属市政当局管辖的格拉斯哥大学找到了一份工作。当时有一位商人捐赠给格拉斯哥大学一批天文仪器，但是很破旧，不能正常运转，瓦特欣然接受了修理这些仪器的差事。在那里瓦特结识了许多朋友，布洛克就是当时结交的朋友中的一位。他谈到瓦特的人品时说：“我发现瓦特是一个机械知识丰富和具有过人才能的年轻人。我们经常交谈，他那种发明的才能是太富于独创性、太机敏了。”

1763 年，瓦特接受了修理安装在教研室里的纽可门发动机模型。安德森是一位自然科学教授，他想让这台机器发动起来，让学生们做实验。谁也没有想到这竟成为瓦特在人类历史上留下伟大功绩的开端。

瓦特接受这一任务后很快就把这台纽可门发动机模型修好了，但他对此并不满足。他观察到纽可门发动机的活塞从根本上说是用机械的力量取代了人的双手。但是 1 分钟只能往返 10 多次，工作效率极低，并不经济。因此，瓦特想改进这台模型。

瓦特开始学习蒸汽机原理，根据发动机的原理考虑问题。他又研究了蒸汽的性质，从蒸汽的燃料和消耗等具体问题开始研究，然后扩大到热的移动和发动机的关系等抽象问题上。他虽然进行了很多次的实验，但仍没有想出一个改良效率很低的纽可门发动机的具体方法。

在一个晴朗的星期日下午，瓦特准备出去散步。当他通过夏罗特大街下坡处的那道门进入高尔夫球场时，正穿过破旧的洗衣房旁边，他边走边想着蒸汽机的问题。原来，在纽可门的蒸汽机中，蒸汽室被冷却下来是为了冷凝蒸汽以便形成真空，此后，又需要再次充满蒸汽。但是，因为它已经冷却了，就需用大量蒸汽使它加热，而这些蒸汽是白白浪费掉了。在每一个循环中，需要大量燃料来加热冷水。而蒸汽是一种有弹性的物体，它不是会冲进真空中去吗？如果在那里把汽缸和排汽的容器连接起来，那么蒸汽就会冲进容器，从而不用冷却汽缸就会使蒸气冷凝。

瓦特设计了一个能将蒸汽引入第二室（即冷凝室），使冷凝室能持续保持冷却，而第一室（即气缸）则持续保热的方法。1769年，瓦特制造出了一台比纽可门发动机效率高得多的蒸汽机。

1790年，性能优越的瓦特蒸汽机完全取代了老式的纽可门发动机，人们几乎忘却了纽可门蒸汽机的存在。因此，瓦特开始被看作是蒸汽机的发明人了。

从另一角度来说，瓦特蒸汽机与纽可门发动机不同，纽可门发动机的活塞运动一部分靠蒸汽推动，另一部分则靠外界的大气压力推动。瓦特蒸汽机则采用密封气缸，活塞的运动完全靠蒸汽的推力，所以才堪称世界上第一台蒸汽机。瓦特也就成了蒸汽机的发明人。

蒸汽机的发明效果是不可估量的。人类获得了一种把热运动转化为机械运动的机械装置，从而满足了社会对动力能源的需要。工厂开始了大规模的生产，工厂工人取代了手艺人，蒸汽机带来了工业革命，它是科学技术史上具有伟大意义的第一次技术大革命。

此外，把离心调节器用于蒸汽机，创造了动力的单位——马力，也是瓦特的功劳，离心调节器是一种通过过程本身的变化来控制过程的装置。自动化的兴起虽然是近几十年的事情，但是它起始于瓦特。调节器这个词，通过希腊语，为我们提供了一个现代术语——控制论。为了纪念这位苏格兰工程师，人们把研制的功率单位称为瓦特。

他既没有资格进入手艺人的行会，也没有受过高等教育，看起来似乎是双重的不幸。实际上，也正是因为这两点，他才能够摆脱这两种陈旧观点的束缚，找到观察认识和研究探索蒸汽机的新道路。我们说的新道路，就是怎样从科学和实用两个方面去分析发动机是怎样工作的。这是现代技术专家所特有的研究方法。瓦特在为发展这种研究方法上做出的贡献比任何人都大，理所当然的可以把她称作第一位现代技术专家。

1819年8月25日，瓦特与世长辞了，终年84岁。为了纪念瓦特，人们修建了很多纪念碑，上面都刻着“ingenio et labor”的文字，意思是：才能加努力方能成功。

富尔顿与轮船

早在几千年以前，人类就用巨大的树木制成了最早的船，人们叫这种船为独木船。以后，古人出于不同的目的又制成了各种各样的船只。到 1000 年前的隋、唐时期，造出了长达 20 丈可乘 600 多人的大海船。公元 1404 年明代航海家郑和下西洋时，所率领船队中的最大船只，竟长达 150 米，宽 61 米，立 9 桅，张 12 帆，锚重几千斤，舵长 11 米，重达 1500 吨级。

欧洲人也在很早的时候就造出了船只。如公元 1492 年，哥伦布率领的在美洲“发现了新大陆”的船队，就是由巨大的船只组成的。1521 年，麦哲伦一行进行环球航行，所率领的也是一支用巨大船只组成的船队。

一个小小的独木船，经过几千年漫长的岁月，体积一点点地增大，人类就借助这个在古代社会中最省力的运输工具对未知世界进行探索。那时不论船的体积多么庞大，气势多么宏伟，可它一直是靠人力和风力行驶的。

1769 年，瓦特蒸汽机的发明，给古老的船只摆脱人力、风力行驶的状况提供了可能。人们开始了把蒸汽机用于推动船舶航行的探索。

美国发明家富尔顿，于 1807 年发明了新型水上运输工具——轮船，它迎来了人类水上航行的机械化时代。

富尔顿生于美国的一个农场工人家庭。少年时代，他酷爱绘画，善于幻想。在他刚刚进入青年时期，就成了一位很有名气的肖像画家。富尔顿的爱好不仅在绘画上，他对搞科学发明兴趣更高。他在少年时代，就曾幻想制造一种不用人力和风力，便能自动在水上行驶的船只。渐渐地，他完全地陷入了这一幻想之中。

有一天，他划着船在海上游玩。划累了，就坐在船舷上休息一会儿，在不知不觉中，他感觉到船儿游动起来。没有划桨，风平浪静，船儿为什么会游动呢？富尔顿蓦然看到自己伸在水中的双脚，由于他脚伸入海水之中不停地戏耍，起到了桨的作用，推动了船儿漂转。富尔顿高兴极了，他幻想一定要造出一只大船，船只由大轮子做桨推动行驶，所以富尔顿叫他的船为“轮船”。他又从这件事中受到启发：若用蒸汽机带动这个大轮子，不就可以驱动船只向前航行了吗？

随着富尔顿的长大，造船的幻想越来越占据他的心灵。1797 年他去法国学习绘画，可他在那里居然制成了一艘长 6 米，宽 2 米的潜艇，起名为“鸚鵡螺”。后来他结识了一位名叫利文斯顿的美国驻法国公使。利文斯顿也想发明轮船。两人志同道合，最后利文斯顿竟把女儿嫁给了富尔顿。1802 年，富尔顿又来到伦敦学习绘画，但他仍把许多精力放在钻研科学技术上。使他走运的是，他结识了蒸汽机的发明人瓦特。

1803 年，富尔顿回到巴黎，在塞纳河上又建成了一艘船。可就在他准备试航的前一天，狂风将船打成两截，沉入了河底。富尔顿伤心极了，流下了眼泪。

1807 年，富尔顿回到祖国美国，他又造起一艘名为“克莱蒙特”号的轮船。人们把这个庞然大物看作是个怪物，把富尔顿看作是个疯子。富尔顿把各种奚落嘲讽丢在脑后。1807 年的 8 月 17 日，“克莱蒙特”号正式下水试航。如潮水般的人群目睹着这个怪物——它长达 40.5 米，两侧各有一个大水车式的轮子，上面立着一个直冒黑烟和火星的大烟囱……富尔顿一声令下，船体徐徐离开船座向水中滑去，由富尔顿设计、瓦特亲手制造的发动机轰鸣

起来，两侧的轮子转动起来拍打着河水，“克莱蒙特”号的远航开始了。

富尔顿这次试航的成功，使人们深深认识轮船的威力，正式揭开了航运史上轮船时代的序幕。尽管在富尔顿之前制造轮船的人，算起来不下十人，但世界却公认轮船的发明人是富尔顿。

斯蒂芬森造火车

斯蒂芬森出生在英国的一个煤矿工人家庭。由于家境贫寒，8岁时不得不到矿上当童工，干些擦拭机器和保管零件的杂活。当他长到14岁时，开始操纵纽可门式气压蒸汽机。天天与蒸汽机打交道，使他与蒸汽机交上了朋友，他从小在矿上长大，与煤矿工人有着特殊的感情，并且对煤炭运输的艰辛有很深的感触。于是，斯蒂芬森立志，一定要发明一种强有力的运输工具，解除煤矿工人的劳苦。从此他开始了对火车的研究。

斯蒂芬森与当时英国的大多数技师一样，没有受过任何正规教育。17岁时，他还认不得几个字，科学知识更少得可怜。他是个被人瞧不起的小杂工。可是斯蒂芬森不顾别人怎样看待他，他对自己充满信心，决心从头开始。他说：“既然基础等于零，那就一切从零开始。”从此，他就开始参加夜校学习。

由于斯蒂芬森文化水平太低，17岁的他每天要同七八岁的儿童坐在一起上课。小同学都感到好奇，总是带着讥笑的眼光看着他。为了学习，他对这些毫不在乎。白天干活，晚上学习，就这样凭着坚韧的毅力，他终于摘掉了文盲的帽子，阅读了大量的科技书籍，掌握了制造火车的数理化专业知识。

“火车”一词是怎么来的呢？早在1803年，一个名叫特拉维西克的英国矿山技师首先利用瓦特的蒸汽机造出了世界上第一台蒸汽机车。这是一台单一汽缸蒸汽机，能牵引5辆车厢，它的时速为5至6公里。这台机车没有设计驾驶室，机车行驶时，驾驶员跟在车旁边走边驾驶。因为当时使用煤炭或木柴做燃料，所以人们都叫它“火车”，于是一直沿用至今。但是这台机车有很多缺点，经常出事故。1812年有人在铁轨上试行改进，但没有成功。到了1813年又有人为解决铁轨打滑问题进行了改进，也没有成功。就在这时，斯蒂芬森开始了对蒸汽机车的探索。

斯蒂芬森深知实践的重要。他不仅学习书本的知识，还十分注重实践。他仔细观察了当时人们制成的各种火车，研究比较了它们的优缺点。他还专程来到瓦特的故乡，深入研究瓦特蒸汽机的构造原理。经过刻苦的钻研，他终于掌握了蒸汽机的性能，总结出许多试制蒸汽机车的经验。1814年，当斯蒂芬森33岁时，终于造出了第一台蒸汽机车。这台机车有两个汽缸，能牵引30吨货物，时速7公里，可以爬坡。

斯蒂芬森的火车大大提高了前人试制的机车的效率，斯蒂芬森所创造出的这种新的陆路运输工具，开创了运输事业的新时代。但这种火车仍然有许多不足之处。由于翻车事故，造成人员伤亡。因此有人硬说不如马车安全，蒸汽机喷汽时产生强烈的噪音，惊吓牛马，所以一些人阻挡、反对使用火车。斯蒂芬森又对火车进行了改进，其中最重要的是减少了噪音。

1823年，斯蒂芬森作为总工程师，完成了从斯托克顿到达林顿的世界上第一条40公里长的商业性铁路工程。起初这条铁路不是为行驶火车而铺设的，而是为马车运输铺设的。经斯蒂芬森的努力，终于促使英国政府同意让火车在这条铁路上行驶。

1825年9月27日，当由斯蒂芬森亲自驾驶他自己制造的“运动”号机车，载了450名旅客，以时速24公里从达林顿驶到斯托克顿时，铁路运输事业就从此诞生了。

从此，火车终于被世人承认。斯蒂芬森被世界公认为火车的发明人。

直到 1828 年，马力运输才被机车运输取代。这一年在莱茵希尔进行的一次机车比赛，参加比赛的有三人，斯蒂芬森驾驶着他的“火箭号”机车以每小时 58 公里的速度行驶了 100 公里，战胜了对手“桑士巴里号”和“新奇号”，取得了优胜。

本茨发明汽车

也许我们都听说过或见到过“本茨”牌小轿车。“本茨”牌小轿车就是以汽车的发明者卡尔·本茨的名字命名的。

1885年，卡尔·本茨造出了世界上第一辆装有四冲程汽油发动机的轻型三轮车，这要算是世界上最古老的汽车了。这辆汽车的试制成功，奠定了今天汽车工业的基础。卡尔·本茨1848年生在德国，他的父亲在铁路上工作。年轻时，他曾在工业学校学习数学和机械。后来他又在工厂的工作中积累了许多实际操作的经验。1871年，本茨在曼德投资建立了工厂，并开始了对内燃机的研究。他是怎样开始对内燃机产生兴趣的呢？

原来，当时已经发明了自行车。不过，那时的自行车和我们现在的自行车不同。那时的自行车的脚踏是装在非常大的前轮上的，蹬起来非常费力。

本茨想：如果能把发动机装在自行车上，行动起来，就会既快又省力了。

那个时候，欧洲已有一些国家利用蒸汽机来驱动船舶和火车。但由于蒸汽机非常笨重而且是燃料在汽缸外燃烧的外燃机，所以，无法装在自行车和其他的轻型车辆上。

经过详细调查，本茨发现发动机中除了蒸汽机之外，还有燃气机。燃气机是一种将汽缸中的易燃气体点火引爆，然后利用气体爆炸膨胀所产生的力量来推动汽缸中的活塞的内燃机。当活塞的运动通过连杆带动汽车的传动轴时，传动轴就会驱动车轮旋转起来。当时所用的易燃气体是煤气。

1878年，本茨制成了使用煤气的燃气机。紧接着，他又开始研究把发动机装在小型四轮和三轮车上。

由于燃气机需要制造装气体的装置，这个装置很大，所以无法装在轻装的车辆上。为了解决这个问题，本茨绞尽了脑汁。

一天，本茨听到了这样一件事，有人用汽油清除衣服上的污垢时，使得屋子里充满了汽油，当火苗接触到这些弥漫在屋子里的汽油时汽油发生了爆炸。本茨想，汽油既然有这么大的威力，可不可以将汽油用来代替煤气呢？这样，就不再需要装气体的装置，发动机的体积和重量就会得到很好的改善。

在这之前，一位法国人曾制造过汽油发动机，但发现它的力量不大。本茨通过研究发现，蒸发后的汽油直接用在发动机中，是效率不佳的主要原因。本茨不断改变混杂在汽油中的空气比例，分析爆炸的强度。他发现，当压缩混合气体使其密度增加时，爆炸力就会随之增强。由此本茨成功地制造出了体积小、力量大的汽油发动机。

但是这种内燃机因为只有一个汽缸，所以把它装在汽车上，汽车行驶起来很不平稳。

英国科学家克拉克发明了一项改进措施，就是在一台内燃机中装上两个汽缸，当一个汽缸处在回复阶段时，让另一个汽缸爆燃做功，两个汽缸交替做功，使输出的动力均匀起来。本茨采用了这种方法，制成了四冲程的内燃机。

1885年，本茨首次成功地将内燃机与车轮结合在一起。他把他制造的汽油发动机装在了三轮车上。

到1885年的秋天，本茨所制造的汽车已能以每小时12公里的速度稳定地行驶了。由于它用汽油内燃机作动力，所以被人们叫做汽车。这就是世界上第一辆汽车。

