

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、古生物学之父属维叶、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扬正纯同学撰写的《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，只不过是扬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，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产生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。这是人类继发明学会用火以后，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住进豪华的别墅；从脱下遮盖的树叶、兽皮到穿上华丽的盛服；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，大刀和弓箭……。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。随着社会的发展产生了战争，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，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 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 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 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，它是现代鼓风机雏形的雏形

公元 683 ~ 727 年，中国的僧一行首创最先进的历法“太衍历”，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 1680 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（ \times ）

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。意大利人克里斯朵夫发明了钢琴

公元 1712 年，英国人钮科曼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织机

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。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；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管真空管

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析像管

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，把粒子射进原子核里；美国的卡罗瑟斯发明尼龙；英国的惠特尔发明喷气式发动机

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；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，美国萧克利发明电晶体；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，美国有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 公斤，时速为 17.5 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体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“高科技时代”。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，有的竟厚达六尺，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，足以说明早在 28000 多年前，我国就发明了弓箭。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 and 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 3 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

这一发明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”和东汉杜诗设计的“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联通起来，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，即用水转动的浑天仪。为了使浑象能按时自行转动，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，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，由于对外贸易的海上交通的发达，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，又成功地创造了木活字印刷法，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、锡、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。

我国至迟在唐代初年（公元 7 世纪），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。以往的砲是石旁，因为它用抛石机抛出石头，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 3 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。

灵感与创造性思维

创造性思维的过程

创造性思维是人类独具的，千百年来，人类凭借着创造性思维，在不断地认识世界和改造世界。从这个意义上说，人类所创造的一切成果，都是创造思维的必然结果。

创造性思维是开拓人类认识新领域的思维，即指有创见的思维。创造性思维是人们在已有经验的基础上，从某些事实中更深一步地找出新关系、寻求新答案的思维。创造性思维与一般思维的不同点主要在于它具有新颖性、独创性及突破性等。

创造性思维与一般思维、尤其是逻辑思维之间有明显的区别。逻辑思维是在现有知识、经验之内的思维活动，虽然有时候它也可以导致发现与发明，但由于不能离开现有的知识，多局限于知识的固有化，只能在某个范围内按照已知规律进行判断和推理，从中得到一些结论。与逻辑思维不同，创造性思维常常是在不合逻辑的地方发现隐秘。创造性思维在很大程度上是以直观、猜测和想象为基础而进行一种思维活动。

由于创造思维的复杂性，对于创造性思维的活动过程与活动阶段，很难做出精确的分析与研究。目前，不同的人对于其阶段的划分及认识也极不一致，下面所述为一般的划分。

准备阶段

这是创造性思维活动的第一阶段。这一阶段主要是收集和整理资料，储存必要的知识和经验，准备必要的技术、设备及其他有关条件。

对于任何领域的创造，都必须对前人在这个领域内的所积累的知识和经验有比较全面的了解，必须对必要的基础和专业知识进行深入地学习。例如爱迪生为发明电灯，所收集的有关资料据说竟写了 200 本笔记，总计达 4 万页之多。因此，就创造性思维的整个过程而言，准备阶段是它起点开始的第一步。

酝酿阶段

这一阶段主要对前一阶段所获得的各种资料、知识进行消化和吸收，从而明确问题的关键所在，并提出解决问题的各种假设与方案。在这个阶段中，有些问题虽然经过反复思考、酝酿，但仍未获完满解决，思维常常出现“中断”、想不下去的现象。这些问题仍会不时地出现在人们的脑海中，甚至转化为潜意识，这样就为第三阶段打下了基础。

不少创造者在这一阶段往往表现为狂热或如痴如醉的状态。我们所非常熟悉的“牛顿煮手表”、“安培不识家门”、“黑格尔想问题在同一地方站了一昼夜”等故事，都充分说明了处于这一思维阶段的人，常常被认为是“某种程度上的狂人”。

顿悟阶段

有人曾把这一阶段称为狭义的创造阶段或真正的创造阶段。由于经过前一阶段充分的酝酿，在长时间的思考后，思维常常会进入“豁然开朗”的境地，从而使问题突然解决。这种现象心理学上称为“顿悟”或“灵感”。灵感的出现无疑对问题的解决十分有利，然而，灵感是在上一阶段的长期思考或过量思考的基础上才会产生的，没有苦苦的“过量思考”，灵感是决不会到来的。

验证阶段

这一阶段又叫做表现阶段，也叫实施阶段。也就是把前面所提出的假设、方案，通过理论推导或者实际操作来检验它们的正确性、合理性和可靠性，从而付诸于实践。通过检验，很可能把原来的假设方案全部否定，也有可能做部分地修改或补充。因此，创造性思维常常不可能一举就获得完满的成功。

以上所述的创造性思维阶段，十分类似于发明创造过程的几个基本程序，这是因为创造性思维本来就自始至终地贯穿于发明创造的每一个基本程序之中，而发明创造的每一个基本程序都必须用创造性思维才能得以完成。可以这样说，发明创造的每一个基本程序中都含有创造性思维的这 4 个阶段。

创造性思维的主要形式

直觉思维

与爱迪生合作的青年数学家阿普顿刚到爱迪生的研究所时，爱迪生想考考他的能力，于是给他一只实验用的灯泡，叫他计算它的容积，一个小时后，爱迪生回来检查，发觉阿普顿正忙着测量计算。爱迪生说：“要是我，就往灯泡里灌水，将水倒入量杯，就知道灯泡的容积了。”阿普顿的计算才能和逻辑思维能力无疑是令人钦佩的，然而在这个问题上他所缺少的恰恰是像爱

迪生那样的直觉思维能力。

所谓直觉思维，就是人们不经过逐步分析而迅速对问题的答案做出合理的猜测、设想或顿悟的一种跃迁式思维。从上述爱迪生考查阿普顿的故事中我们可以知道，直觉思维是宏观地把注意力放在事物的整体上的一种思维，它与逻辑思维的微观地把注意力放在事物的各个部分上是很不相同的。

直觉思维有利于人们从一些偶然的整体事件中抓住问题的实质。例如，古希腊著名科学家阿基米德在澡盆里沐浴时，看到自己身体入水后，水面上升并缓缓向外溢出现象，通过直觉思维，想到揭穿“金冠之谜”的方法，继而深入到问题的实质后发现了著名的浮力定律。对于难以预料的偶然现象，是很难用逻辑思维来解释与判断的。但是，直觉思维却可以发挥作用，其结果往往会产生突破，形成飞跃，直至导致发明创造。例如辽宁省鞍山市37中陈猛同学受到从侧面看圆口茶杯呈椭圆现象的启发，凭借直觉思维找到了发明椭圆规的“可调圆板投影法”。

直觉思维虽然能在发明创造中起很大的作用，但由于它是一种跃迁思维，其整体思维过程只是在极短的时间内完成，以致难以用逻辑思维的语言来逐步加以分析与表述。因此，直觉思维就往往带有一定的局限性与虚假性，由于这个原因也经常导致一些错误的结论。例如19世纪初，人们为解释光在真空中的传播，凭直觉思维，假设在真空中有一种传光介质“以太”，经过几十年的查找，都不能证明这种介质的存在，可见这个假设是错误的。无独有偶，法拉第受“偏振光的振动面受磁场的作用而改变”现象的启发，凭直觉思维得到“光现象应和电磁现象联系起来研究”的正确结论，从而导致了光的电磁说的产生。

联想思维

联想思维就是人们通过一件事情的触发而想到另一些事情上的思维。联想能够克服两个不同的概念在意义上的差距，并在另一种意义上把它们联结起来，由此可产生一些新颖的思想。因此联想思维是创造思维的一种重要表现形式，创造技法中的联想构思发明法就是利用联想思维进行创造的一种发明创造的方法。科学技术上的许多发明创造都曾产生于人脑联想。

当人的思想受到某种刺激、或在某种特定的环境下通过回忆可产生3种类型的联想，即相似联想、对比联想和接近联想。

相似联想。指人脑中出现同某一刺激物或环境相似的经验、事物的联想，即联想物与刺激物之间存在某种共同的性质或特征。例如，看到鸟想到飞机，因为它们都能飞；看到蜡烛想到电灯，因为它们都发光等。又如有人从含硅的物体表面光滑，粘接剂对硅不起作用的特点出发，联想到纱布上如浸入硅可使患者手术后纱布与皮肤不粘连而减轻痛苦，由此发明了特种医用纱布。上海市徐汇区第一小学徐捷同学通过打电话拨号联想到插座可加一个拨盘而发明成功“拨盘式安全插座”，又能防止插头脱落。

对比联想。是指某一刺激物或环境产生相反性质事物的联想。例如看到白颜色便自然想到黑颜色；看到小物体便想到大物体；遇到热的刺激马上想到冷的滋味等。例如山东省青岛市寿光小学朱洪同学发明的“开水降温桶”就是利用冷却水吸收从开水桶水管流出的热水的热量，可迅速使开水冷却，以供下课急等喝水的同学们饮用。由开水的烫想到冷却水的凉，这就是一种对比联想。

接近联想。是指头脑中想起同某一刺激有关联的事物。这里联想与刺

激物之间只是有关联，其间并没有什么共同的特征。例如看到运动员，可自然联想到运动场、练功房、裁判、记分牌、发令枪、起跑线等。

研究表明，对任何两个毫不相干的概念，一般最多只需要经过4~5步的联想即可将它们建立起联系。例如“木质”与“足球”这两个离得很远的概念，可以联想为：木质—树林—田野—足球场—足球。事实上，上述的“木质—足球”之所以能在4步内达到，是因为这个联想的最后一环“足球”已作为这个联想程序的终点，是预先给定了的。这种有事先给定了目标的联想叫做定向联想。这样有目的的定向联想在创造发明中具有特殊重要的意义。因为创造发明活动总是带来某些目的性的活动，它需要通过带有一定目的的创造性联想作为通道去达到预定的目的。当然，作为创造思维的本身来说，它更加提倡的是思想奔放、毫无拘束地自由联想，这也是发散性思维的一种具体表现。

进行联想一定要有打破砂锅问到底的精神，联想的范围越广，深度越大，对创造活动就越有裨益。例如，从落地电风扇可以调节升降的特性联想而发明了升降篮球架；吉林省扶余三中梁国欣同学从伞的开合性能联想发明了能开合的“全能瓶刷”，甚至从小孩吃的泡泡糖联想到热气球或飞艇等。发明创造，都直接与联想的程序有关。事实上，古往今来，人类一直是在无意、有意中通过各种联想，不断从自然界中得到了许多启迪，从而创造了无数的工具、方法等成果，为自己的生存和发展创造着条件。正如日本发明家高桥浩所说，联想是打开沉睡在头脑深处记忆的最简便和最适宜的钥匙。广西南宁铁一中高龙同学从看水上飞机表演联想到给航模船也装上翅膀，让船贴着水面飞翔，使船速度提高，终于发明成功了“设想中的伞翼船”。

当然联想能力的大小首先决定于一个人的知识积累和经验丰富的程度，一般说来，知识越多、见识越广的人联想的可能性也越大。例如，一个生长在海边的人就经常会与大海联想，而一个出生在大平原上从未见过高山的人，一般与“山”的联想能力就会很少或者没有。在青少年的发明中，这种事例屡见不鲜。如农村青少年的发明联想多数易与农业生产或农村生活活动有关，发明作品也是这样，如“简易肥水耩”、“拖拉机高效照明器”、“氨水点施器”、“多功能两用喷杆”、“无火育秧温床”等；城市的青少年的发明联想多与工业生产或城市生活有关，发明作品如“废水冲便器”、“流动售货车”、“节水水箱”、“便携式微孔电钻”、“液化气显示器”等；牧区的青少年的发明联想多与牧业生产或牧区生产有关，如“风动酥油分离器”、“磁性拌草棍”、“奶油捞毛机”、“蜜蜂群体观察盒”等。其次，联想能力的大小还与一个人是否具有好的想问题习惯有关，即与一个人是否肯开动脑筋有关。有的人虽然见多识广，然而整天无所事事，不肯多动脑筋，因此也不可能有丰富的联想。因此，养成良好的思考问题的习惯，是培养联想能力、提高创造能力的一个重要措施。

幻想思维

幻想思维是指与某种愿望相结合并且指向未来的一种想象，由于幻想在人们的创造活动中起着重要作用，在发明创造活动中应鼓励人们对事物进行各种各样的幻想。前苏联就专门为学生开设“幻想课”，其目的就是引导培养学生进行各种形式的幻想，以提高学生的创造素质。

幻想的重要性。幻想，由于暂时脱离现实，因此一般不被人们所重视。有的人甚至把幻想作为贬义词而打入另册。事实证明，这是不公正的。列宁

曾讲过：“有人认为，只有诗人才需要幻想，这是没有理由的，这是愚蠢的偏见！甚至在数学上也是需要幻想的，甚至没有它就不可能发明微积分。幻想是极其可贵的品质……。”由此可见，作为一个青少年，要学习改造世界、创造世界的本领，是应该具有幻想精神和幻想思维的。大量的事实表明，幻想可以使人产生创造的欲望，可以激发人们奋发向上，为人类做出贡献。古人的幻想如上天入地、千里眼、顺风耳等，经过人们世世代代的努力奋斗，已经变为事实。因此，幻想思维可以直接导致创造活动，创造活动一般也离不开幻想。

幻想的特点。幻想思维最主要的特点是它的脱离现实性。幻想思维是从人们美好的目的或希望出发而进行的与实现脱离的一种想象。有人认为，幻想虽然是必要的，但必须本着实事求是的精神，必须用科学的态度对待它。但从幻想的实践表明，既是幻想，就不该过分地强调其实事求是与科学态度。此外，由于对所谓的实事求是和科学态度的衡量，在不同时期完全受人们的认识深度与科学发展水平的制约，因过分强调实事求是和科学态度，很难真正发挥幻想的重要作用。例如，以前所谓具有一定科学根据的科学幻想“火星人”，现已基本证明不存在；而过去被认为纯粹脱离实际、毫无科学根据的科学幻想“飞机”却恰恰成了当今的现实。

飞机的发明过程的确很能说明过分地强调科学态度会给发明创造活动带来多大的危害。最初，著名法国天文学家勒让德就认为，要制造一种比空气重的装置去进行飞行是不可能的，稍后，德国大发明家西门子也发表了类似的看法，由于他们的崇高威望因而极大地妨碍了发明飞机思想的发展；过后，能量守恒定律发现者之一的著名德国物理学家赫尔姆霍茨，从物理学的科学角度论证了机械装置要飞上天的设想纯属空想。他的这一结论使得德国的金融界和工业集团撤消了原先对飞机研制事业的支持，最后，美国天文学家纽康又根据各种数据做了大量计算，从而论证了飞机甚至无法离开地面。然而，1903年首先把飞机送上天空的却是当时名不见经传美国人莱特兄弟，他俩没有上过大学，但他们思想活跃、富于幻想，他们凭着自学成才、勇于探索未知领域的大无畏精神，获得了巨大的成功。

由此可知，在没有深入研究的情况下，应该鼓励大胆的幻想思维，而决不能简单地扣以“毫无根据”、“胡思乱想”的帽子。其实“胡思乱想”中的幻想也并非丝毫没有根据，或者说没有百分之一或千分之一的合理性。我们应该看到，历来就有不少权威们总是以实事求是、科学态度的大帽子，压制不同的观点与学派，特别是以此来压制充满好奇心与幻想的、敢说、敢干的青年人。这极不利于科学的发展，不利人们的创造性思维的启动，完全违背了科学技术发展的客观规律。

正因为幻想具有“脱离实际”的重要特点，所以幻想思维可以在人脑中驰骋纵横，它可以在毫无现实干扰的理想状态下，进行任意方向的发展，构成了创造性思维的重要组成部分。

与幻想思维最为接近的是空想。日本发明家高桥浩认为空想是人们思想的宝库，他认为天才的一大特点是空想思维发达。他在《怎样进行创造性思维》一书中写道：“不论是天才还是凡人，他们同样都有着空想力，只不过凡人是现实的道理去思考问题，因而，他们的空想力便逐渐萎缩。反之，天才却乐于运用空想力，在他思考事物时，首先求之于空想。天才人物能在遥远的空想彼岸抓住启示，然后再回到现实中来，所以他的思想飞跃得高。”

高桥浩认为这是一种运用空想的天才思考方法。

当然，幻想越是大胆，可能出现的错误也就越多，不过这并没有什么关系，只要幻想的天空，到现实的大地上来加以检验，错误的就会被发现，被修正，正确的就会被充实，被发展。例如，对旗杆顶端故障的排除，非常麻烦，人们却又无可奈何。可是北京市崇文区营房小学赵玉峰同学，幻想发明一种机械人去解决这一难题，受到不少人的非议。但他仍执着地坚持，并脚踏实地、一步一步地分别设计解决了使绳扣松弛解脱的解扣器、可把穿入管内的旗棍抓住，拽下来的拽旗器、利用杠杆原理工作的穿鼻引线器及将上述三者送上旗杆顶端的攀缘臂等。他运用幻想思维和脚踏实地的工作，发明成功了“旗杆顶端故障排除器”，荣获全国一等奖。

总之，幻想思维可以使人们的思想开阔、思维奔放，因此它在创造中的作用是显而易见的，尤其在创造的初期，更需要各种各样的幻想。某些学科中的重大变革，更是以勇敢的奇异思想作为开路先锋的。幻想，这种从现实出发而又超越现实的思维活动，在科学探索和发明创造中起着极为重要的作用。德国学者莱辛说得好：“缺乏幻想的学者只能是一个好的流动图书馆和活的参考书，他只会掌握知识，但不会创造”。法国的狄德罗说得更实际：“没有幻想，一个人既不能成为诗人，也不能成为哲学家、有机智的人、有理性的生物，也就不成其为人。”

灵感思维

灵感思维是创造性思维的又一种基本形式，它是人们在创造过程中达到高潮阶段以后出现的一种最富有创造性的思维突破。灵感思维常常以“一闪念”的形式出现，并往往使人们的创造活动进入到一个质的转折点。大量的研究表明，灵感思维是由人们的潜意识思维与意识思维多次迭加而形成的，是人们进行长期创造性思维活动达到的一个必然阶段，很多创造性成果都是通达灵感思维而最后成功的。所以，有人把灵感的到来看作是狭义的“创造”也是有一定道理的。

灵感思维的特点

（ ）引发的随机性

又叫引发的偶然性。所谓灵感引发的随机性，就是说灵感既不能像具有必然性的逻辑思维那样有可能自觉地进行思考，而是由创造者完全想不到的原因诱发而产生的一种思维。究竟是什么东西、又怎样引起了人们的灵感，目前还难以说清。不过，可以肯定的是，不同的人灵感也会在不同的情况下出现或产生。于是，灵感就显得难以预料、难以捉摸，即使创造者本人也根本不可能自觉地意识到在何时、何地会产生什么样的灵感。这就是灵感的随机性，或叫偶然性。例如，爱因斯坦一次在朋友家的饭桌边与主人讨论问题，忽然间来了灵感，他立即拿起笔在口袋里摸纸，可是没摸着，于是他竟迫不及待地在新桌布上写起来。又如湖北省郧县一中陈铭同学，发明“吹不掉的衣架”的灵感，是在一次晾衣服时，错误地使用两只衣架而闪现出来的。灵感出现的这种随机性，往往给灵感蒙上了一层神秘的色彩，也就使得人们研究它时容易错误地陷入不可知论中。

（ ）出现的瞬时性

所谓出现的瞬时性，是指灵感往往以“一闪念”的形式出现，故它常常瞬息即逝。我国宋代苏轼的“作诗火急追亡逋，情景一失永难摹”即是对灵感这一特点的写照。因此灵感一旦出现就要立即抓住。上例中爱因斯坦迫不

及待地在新桌布上演算，就是在及时捕捉灵感。据不少青少年反映，他们对灵感的这一特性了解甚少，所以当灵感到来之时仍然听之任之。没有采取任何有效的方法捕捉灵感，致使事后头脑依然空空如也，这是值得惋惜的。英国著名女作家艾米丽·勃朗特年轻时经常在厨房里劳动，她每次都带着纸和笔，随时把脑子里涌出来的思想（灵感）记下来。因此，随身携带笔和小本子，是捕捉灵感的一个普遍适用的好方法。著名的发明家爱迪生的衣兜里总是装着一个小本本，不论何时何地，每当脑际忽闪出思想的火花时，就即刻记在本子上。奥地利著名作曲家施特劳斯也十分珍惜灵感思维，他一生创作圆舞曲 400 余首。一次，他站在海边，望着碧波掠岸，浪花盛开的优美，感情洋溢，不知不觉地同乐曲联系起来……突然来了灵感，产生了一个妙不可言的音乐旋律。他拿出笔欲记时却没有带纸，于是毫不犹豫地脱下衬衣，在衣袖上及时记下了这个旋律。后来的不朽之作《蓝色多瑙河》就是在这个旋律的基础上完成的。再看科学巨人牛顿，有一天，他在街上走着走着猛然悟出一个公式，正好路旁停着一辆马车，他随即走过去扒在车厢后板上聚精会神地推算起这个公式，马车往前走，他也往前走，直到他跟不上了才反应过来，原来他竟把车厢当成了黑板。

（ ）灵感的专一性

所谓灵感的专一性，指任何灵感都是针对某一问题的某一方面而产生的，即专一的问题引发专一的灵感。同一个灵感不可能解决多方面的问题。多方面的问题也不可能指望出现一次灵感而得到解决。如长期研究缝纫机械化问题的埃里亚斯·毫，成天沉醉于各种机械的思考之中，可是如何实现缝纫机械化这个技术关键问题总是得不到解决，使他一筹莫展。一天深夜，他做了一场恶梦，梦见自己被一群原始人抓住，对他下了最后通牒，要他发明能够缝纫的机器，否则就处死。原始人见他交不出来发明，便一起举着长矛刺过来，当长矛逼近的时候，他看到每个矛头都有眼睛样的孔。醒来还想着这种位置奇特的孔，想着想着，又想到了自己一直在研究缝纫机械化问题，茅塞顿开，得出了创造性的设想：把缝纫机的针眼设在针尖处，而不是在针的根部。他赶紧记下这千载难逢的设想。久悬不决的缝纫机械化的一大技术难关，至此突破。如果没有长期专一地思考，灵感就决不会产生。

如果一个人长时间地思考酝酿一个问题，到了挥之不去，驱之不散；才下眉头，又上心头的程度，就会将许许多多的事物同这个问题有意无意地联系起来，外因（如某一现象、某种东西、某人的讲话等）就有可能向你提供有益的启迪，一下子打开你的思路，产生专一的灵感思维。所以专一的灵感思维必然是来自以前对某一专门问题的过量思考，不少青少年都有这种体会。

（ ）灵感的新颖性

关于灵感的新颖性这特点，是从灵感思维的功能和作用上考察而得出来的。钱学森教授在《关于形象思维的一封信》中指出：“光靠形象思维不能创造，不能突破，要创造要突破得有灵感。”因此，思维的复旧性、重复性与逻辑性是不会有突破的，因而也是不会形成灵感的。古往今来的重大科学发现和技术发明，无不与灵感的新颖性有关。诗人、文学家的神来之笔、军事指挥家的“出奇制胜”、思想战略家的“豁然贯通”，科学家、发明家的“顿开茅塞”等，都说明灵感新颖性的这一特点。

（ ）灵感的模糊性

关于灵感的模糊性，许多科学家似乎共同发现，灵感往往出现在醒与睡之间的一种中间状态下，或是显意识与潜意识的交叉过程中，这就决定了灵感的模糊性特征。所谓灵感的模糊性，是灵感所产生的新线索、新结论、新成果往往并不是很清晰的，还需要及时地加以清理。因此，灵感产生以后，就要对它们认真地思索与逻辑思考，方能得出明确的成果，这是创造过程中极为重要的一步。例如，德国化学家凯库勒在睡梦中产生的灵感，仅仅发现苯的分子式呈环状，后来又经过多次修正，才把这模糊的结果上升为清晰的结构图。

() 灵感的普遍性

灵感是创造性思维由量变到质变的一个突变过程。根据质量互变规律：量变发展到一定程度就要引起质变，因此，只要能在创造中做到苦苦思索、过量思考，那么灵感就会在人的头脑中出现。从这点可知，灵感存在的普遍性是有一定的理论根据的。

在美国，有人曾向 1000 多位著名学者调查两个问题：一是你在解决重要问题时是否借助过灵感；二是在什么情况下会出现灵感。对第一个问题，有 80% 的人回答说曾借助过灵感；对第二个问题的回答就多种多样了，诸如在换衣、刮脸、开车游玩、整理庭院、钓鱼、打高尔夫球、散步、听音乐等时间内，都可能会随时产生灵感。

事实表明，除了天才、学者外，一般人头脑中也常常会出现灵感。比如，我们常听人说：“我一下子突然想到了……”；所谓“灵机一动”、“急中生智”，很多都与灵感思维活动有关。据调查，说自己曾获得过灵感的青少年大约为 60% 左右，这主要表现在解决各种难题、处理日常事务及发明创造活动的过程中。这足以说明，灵感思维决不是某些天才、科学家、发明家们所独有的专利。一般人只要科学地进行创造力开发及创造性思维训练，大多数人都会程度不同产生各种形式的灵感，解决各种不同形式的难题。

灵感产生的条件和过程

虽然当前人们对灵感思维的本质了解得尚不充分，但是对于灵感产生的过程还是做了一些研究，也取得了一定的成果。目前可认为，灵感产生的条件及过程大致可以分为以下几步：

() 头脑中要有一个亟待解决的问题。这是由灵感的专一性所决定的，它是产生灵感的前提或必要条件。很明显，一个在头脑中并无要解决问题的人，决不会产生有关问题的灵感。因此，灵感与要解决的问题有直接的关系。

() 要有必要的知识储备及足够的观察、信息资料的积累。这是产生灵感的另一必要条件。例如，一个不懂文学的人决不会出现写作的灵感，一个对计算机毫无知识的人也决不会出现解决计算机问题的灵感。究其原因，关键在于他们不具备必要知识及资料。所以，灵感思维是要以一定结构的知识积累或经验为先决条件的。

() 对欲解决的中心问题，要反复地、紧张地、艰苦地、长时间地思考，也就是说，要进行超出常规的过量思考。这种过量思考是促使灵感到来的必经阶段。处在这个阶段的创造者和科学家往往不被一般人所理解，他们常常被视为“精神失常”，是“疯子”、“狂人”等。例如，陈景润走路撞电杆；牛顿在马路上把黑色的马车车厢后板当成黑板；爱迪生走进税务局交税好半天竟答不出自己的名字；我国著名的化学家曾昭伦在雨中行路不知道打开手中的雨伞等许多事例，都生动地说明了这一阶段科学家的过量思考情

形。到了这一阶段，头脑里的问题已经达到了挥之不去，驱之不散的程度，有的思想逐步转化为潜意识。然而尽管这样，问题还是没有得到解决，在思想达到饱和以后，思路也往往进入到僵局之中。

() 搁置。人们进行过量思考，使思路进入到僵局之后，便可把要解决的问题暂时放一放，使大脑放松放松，也可以从事一些其他性质的工作，或者可以去玩一玩，散散步，改换一下原来的环境，缓冲一下紧张的思想，使大脑不受压抑，促进头脑中的潜意识进行活动。在搁置阶段，头脑已形成的潜意识信息，一旦遇到有关的刺激，即会自然地产生“一闪念”的顿悟灵感。

() 灵感的产生。人脑的“一闪念”即顿悟一旦形成，即表示灵感已经到来。这时关键是要及时地抓住灵感，并通过自觉的思维活动对这突然的“一闪念”进行鉴别，只有对有用的灵感进行有意识的强化并使之清晰以后才能在创造中起重要作用。这一阶段，往往需要及时地将灵感记录下来，否则稍有放松，灵感就可能从脑海中消逝。

对于灵感产生的条件及过程，清朝末期学者王国维在《人间词话》里有极生动的描述。他说：“古之成大事业大学问者，必经过三种境界：昨夜西风凋碧树，独上高楼，望尽天涯路，此第一境也；衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴，此第二境也；众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在灯火阑珊处，此第三境也。”这里王国维引用的是南宋著名词人李清照的词。第一境意思为要解决某个问题但找不到方法，才发出“望尽天涯路”、“敢问路在何方”的感慨；第二境意思是为了找到解决问题的方法而废寝忘食，尽管人瘦了但没有半句怨言；第三境意思是经过千万次的过量思考，突然找到了解决问题的方法，再回过头来看，原来解决问题的方法早就在自己身边，只是原来没有认识到它罢了。

当然，灵感的产生并非一定要经过以上几个过程。例如，有的人不需要经过搁置阶段，而可以通过追捕“热线”直接产生灵感。所谓“热线”就是由显意识蕴育成熟了的、并可以与潜意识相沟通的主要课题和思路。“热线”在大脑中形成，是信息量的积累达到质的突破所产生的，大脑中的热线一旦闪现，就要尽快追捕不能中断，迅速将思维活动和心理活动同时推向高潮，并向纵深发展，然后就会妙思泉涌，产生灵感。例如，有的诗人一旦诗兴触发，便急忙挥笔疾书，甚至连将斜放着的稿纸扶正的时间都没有。有的青少年从提出发明课题到解决发明课题竟然在短时间内一气呵成，也是这个道理。

诱发灵感的基本形式

大量的事实表明，当科学的思维活动达到高潮后，问题仍旧百思不得其解，这时，为了得到灵感，诱发的因素便成了关键，它往往直接关系到成功与失败。因此，了解诱发灵感的基本形式，就可能在关键时刻主动地去诱发灵感，从而进行有效的创造。诱发灵感的基本形式大致有以下几种：

() 联想武。当人的思维发展到“过量思考”阶段以后，在久思不得其结果的情况下，很可能会因为某一偶然事件的刺激而顿时产生各种联想，从而使得问题的答案豁然开朗、迎刃而解。例如，人们早已知道，为了保证内燃机的有效工作，就必须使油与空气均匀混合后进行燃烧，但油和空气怎样才能均匀混合呢？美国工程师杜里埃曾为此大伤脑筋，考虑很久，无法解决。1891年的一天，他偶然看到了妻子向头上喷洒香水，顿时便从这个简单

的化妆器联想到油的气化，最后试验成功了内燃机的气化器。画家莫尔斯一次在航行的邮船上观看了科学家杰克逊的电子实验，只见衔铁一会儿被电磁铁吸起，一会儿掉下，从中产生联想，于是当晚就画出了收发报机的草图。阿基米德解决“金冠之谜”的灵感，也是来自于他自己洗澡时水面变化的联想。因此，要产生联想，就要特别注意周围的事物，即使是毫不相干的信息也不要轻易放过。

() 触发式。指人在受到某种刺激后，直接迸发出灵感的一种形式。这时，最容易触发灵感的因素是展开讨论或争论、辩论，在讨论和争辩中往往可以产生一系列灵感。爱因斯坦组织的所谓的“奥林匹亚科学院”，就是几个人共进晚餐，边吃边谈边争议问题，这些争议对爱因斯坦的创造起了很大的作用。与其类似，物理学家劳厄也常去一个小小的“卢茨咖啡馆”，与一群青年物理学家讨论问题，以致产生了“X射线对晶体的衍射现象”的重大发现。控制论的创始者维纳也经常举行“午餐会”等形式，从大家海阔天空的交谈中，捕捉新思想的火花。可见，在诱发灵感中，争论是一种重要的形式。

() 省悟式。这种灵感形式的产生不是借助于外界信息的刺激，而是通过头脑内在的省悟，通过内部“思想的闪光”。例如，爱因斯坦从1895年起就开始思考：“如果我以光速追踪一条光线，我会看到什么？”他反复思考这个问题，但很多年没有解决。1905年的一天早晨，在起床时他突然想到：对于一个观察者来说是同时的两个事件，对别的观察者来说就不一定是同时的。他很快意识到这是个突破口，并牢牢抓住了这一“灵感的闪光”，后来只用了五六个星期的时间便写成了提出狭义相对论的著名论文。

从诱发灵感的基本形式可知，暂时的搁置清闲状态是创造者转移注意、摆脱困境、产生灵感的一个重要方法。如散步、沐浴、听音乐、阅读一些与所要解决的问题无关的书刊、与专业以外的人闲谈、入睡前或刚醒时的休息等。据记载，笛卡尔、高斯、彭加勒、爱因斯坦、华莱士、歌德、坎农、赫尔姆霍茨等人都曾说有躺在床上休息时得到灵感的体验。日本一家创造力研究所于1983年12月~1984年8月，对82名日本发明家进行了统计，结果表明，有52%的人曾在枕头上产生过灵感，乘车中产生灵感的有45%，步行中产生灵感的占46%，而在工作单位办公桌上产生灵感的只占21%。由此可见，在松弛状态下产生灵感的机会，要比在工作岗位上紧张工作时多得多。

当然，上述情况只是灵感产生的一般情况，具体灵感产生的过程中往往因人而异，并非千篇一律。例如，法国物理学家皮埃·居里认为在森林中容易产生激情；费米喜欢躺在寂静的草地上想问题；康川秀树习惯于夜间躺在床上思考；法国数学家阿马达则常在喧哗中产生灵感；剧作家贝克认为产生灵感的最理想的时刻是躺在澡盆中的时候；而赫尔姆霍茨则认为是一大早或天气晴朗登山时。还有人在酒意冲击下会带来灵感，法国军乐家德利尔，就是这样写下了著名的“马赛曲”；我国李白更有“斗酒诗百篇”的豪兴……。因此，每个人应根据自己的情况，找出诱发灵感的最佳方式与最好时机，从而更好地进行创造。其实，许多创造者已有意或无意地利用了这一点，大发明家爱迪生就有白天坐在椅子上打盹的习惯，据说许多好的念头就是这样产生的。

这里还应该说明的是，虽然灵感在创造中起决定性的作用，但这并不意味着，凡是灵感都是正确的，只要抓住它就可以取得创造成果。其实，失误

的灵感远比成功的多，只不过人们事后忆及的往往是成功的例子罢了。

必须再次强调，灵感尽管是人们向往的、所追求的目标，但是灵感的到来却不是很容易的，它需要经过大量的、艰苦的劳动和思索。爱迪生对自己成功时的说明是：“有些人认为我所以在许多事情上有成就是因为我有什么‘天才’，这也是不正确的。无论哪个头脑清楚的人，都能像我一样有成就，如果他肯拼命钻研”。他认为天才是“1%的灵感加上99%的汗水”。事实正是这样，要想得到1%的灵感，就必须付出99%的汗水，只有付出了99%的汗水，才有可能获得1%的灵感。灵感到来的那一瞬间蓦然所得，正是经过“望尽天涯路”和“众里寻他千百度”的长期积累和全面准备。

总之，虽然灵感的闪现是扑朔迷离、犹如幽灵、难以具体捉摸的，但是灵感并不神秘，它也是可以控制的一种思维活动。钱学森教授对此做了精辟的论述：“一点是肯定的，人不求灵感，灵感也不来，得灵感的人，总是要经过一长段其他两种思维的苦苦追求来准备的。所以灵感还是人自己可以挖掘的大脑活动。”

创造性思维的思考方法

著名科学家卢瑟福有一次问他的一个学生：“你今天上午准备做什么？”学生答道：“做实验”；又问：“下午呢？”答道：“做实验”；再问：“晚上做什么？”学生仍答道：“做实验。”卢瑟福便不满地问道：“你整天都做实验，那你用什么时间来思考呢？”这就告诉我们，要很好地进行创造，就必须有专门的时间去思考。不善于思考就不可能把学到的知识进行消化，就不可能发现问题，也就谈不上会有更多的想象与创造。在爱迪生的实验室里，贴着一条雷诺兹爵士的语录：“人总是要千方百计地逃避真正艰苦的思考。”而在语录的下方：“不下决心培养思考的人，便失去了生活中的最大乐趣。”创造史上的大量事实表明，看到同一现象的人，由于思考上的差别，会使一个人成为伟人，而另一些则一直是平庸之辈。所以，在创造过程中，思考是极为重要的关键。

通常从思考时间上考虑，思考有集中思考与分散思考之别。所谓集中思考，是指有较固定的时间专门于思考问题，这是许多创造活动所必需的。另外，还有一种利用不固定的分散时间进行思考的。例如，我国古代的欧阳修就常常利用“马上”、“枕上”、“厕上”的“三上”时间思考问题。

那么，怎样进行创造性思维呢？或者说，怎样进行思考呢？下面介绍几种常见的思维方式或思考方法。

步步追踪

在事物发展过程中，总会留下一些蛛丝马迹，根据这些不引人注意的线索步步深入地追究下去，从已知到未知，从现实到可能地加以思考，最后就容易产生出创造性成果。例如，伦琴发现了X射线后，法国科学家贝克勒尔立即由此追踪，提出X射线可能伴随磷光现象而存在的问题，最后发现了铀的天然放射性；居里夫人沿着“除了铀的放射性外，是否还存在其类似的放射性元素”这一思路进一步深入追踪，终于发现了钋和镭。著名科学家戴维从伏打电池追索到分解一些化合物，于是发现了新元素钾；继续追踪，又发现了新元素钠。随后，他的思考层层深入，通过步步追踪，从石灰里得到了钙，从苦土中得到了镁，从锶矿石中得到元素锶，从重晶石中得到了钡。在

不到两年的时间内，他连续宣告发现了7种新元素，取得了一连串赫赫有名的成果。

步步追踪的方法要求不满足于已有的发现与发明，要求善于抓住一些常被人忽视的地方，通过仔细观察与思索，在现有发现发明的基础上一步一步地连续向前探索，一步一步地搞清，紧追不舍，直至创造成功。例如湖北省武昌实验中学张锐同学在同伴郭新发明的“高压控气两点式传感器”的基础上，步步追踪，进而发明了“高压控气连续式传感器”，完善了这项发明，获湖北省首届亿利达青少年发明竞赛二等奖。

由此及彼

这种思考方式与联想有关，又可称为移植思考，即将某一事物中所发现的新原则或新方法，通过类比思考，应用到对其他事物的研究中去，这种思考方法在创造中应用较广。

由于直观的材料往往是成对出现的，前面的和后面的，正面的和反面的，一个侧面反映着另一个侧面，两者之间的关系又往往暗示着新的途径和新的思想，这就为由此及彼的思考提供了有利的前提条件。现代“仿生学”就反映了“由此及彼”的思维方式，已在创造发明中显示了重大作用。例如，在早先研究潜艇速度时，发现潜艇速度总不能提高。由此人们想到了游得极快的海豚，究竟是什么原因使海豚有那么高的游泳速度呢？经研究发现，其关键之一在于皮肤的特殊结构，于是人们发明创造了类似海豚皮的潜艇蒙皮，便很快地提高了潜艇的速度。又如福建省福州市台江路第二中心小学肖晖同学发明的“电热改写器”就是从烧红火柴杆产生的热联想到电流也能产生热，而引发了创造性的构想。

原型辐射

原型辐射指的是以一个事物为中心，联系它的原型及其各种变化形式，从各个不同的角度或侧面进行发散性思考，以获得对这个事件有较全面的认识。例如，围绕“回形针的用途”这个问题，就可以从以下几个方面加以思考：它在通常情况下有什么用途？变形后有什么用途？对人们的学习、工作、健康分别有什么用途？对男人有什么用途？对女人又有什么特殊用途？对老人、成年人、小孩又分别有什么用途等。这种思考方法使人得到许多意想不到的情况。发明中的变一用为多用，如两用沙发、三用落地扇、多用剪刀等，都是这类思考的产物。如山西省长治市五中张军同学以普通教学用三角板现有的用途为基础，发散思考，力图扩展它的用途，终于经过三次变化改革，扩展了它的用途，收到了意想不到的效果，获全国二等奖。

引向荒谬

真理与谬误是相比较而存在的。所谓引向荒谬，就是对已有的结论进行还原思考后，充分暴露其中的谬误。这种思考方法对于“小人物”冲破旧的世俗偏见、建立新的学说较为适用。伽利略在思考落体运动时，首先假设亚里斯多德的说法是正确的，重的物体比轻的物体下落的速度快，然后他想，若把一个较重的物体A和一个较轻的物体B捆在一起，那么它们下落的速度应该比A快，因为捆在一起更重了，但又应该比A慢、比B快。因为一个快的与一个慢的合在一起，速度应介于其间的值，这就产生了矛盾的或是荒谬的结论。巴斯德也曾用这种思考方法否定了长期影响人们思想的生命自然发生说。

反面求索

它是从事物的相反方向提出问题，展开思考，也是一种逆向思维的思考方法。相反是可以相成的，很多事实表明，达到某一个目的地往往有两条方向截然不同的道路。例如，人们在进行数学运算时，都习惯从低位数算起，我国的快速度计算法的发明者史丰收则从反面考虑，先从高位数算起，不列算式，也不用任何计算工具，一次报出答案，把繁琐的中间运算过程一概省去，极大地提高了计算速度。创造往往需要人们从相反的方向展开思考，反面求索常常是成功的捷径之一。又如时间长了皮球内部的气要向外泄，必须用气筒通过气针给它补足气。但是对于硬的网球却不能用这种方法充气，长时期这个问题使许多人大伤脑筋，很难找到一种能够保持球内空气或者不用气针也能给它重新充气的方法。有人从反面来思考；球内空气之所以外泻是由于球内压强比外界大的缘故，既然如此，假若把球置于比球内压强更大的环境中，那么空气不是也应该泄入球内而达到充气的效果吗？于是真的发明成功了网球等压容器，在不用气针的条件下给网球充气。又如上海市南洋模范中学朱隽同学从反面来考虑变以往太阳跟踪器被动跟踪为主动跟踪所具有的优点，终于发明成功性能优良的太阳跟踪器。

极端激发

极端激发思考就是设法将事物推向极端，然后观察、研究它有无特殊现象，从而进行分析思考。这种方法常常把不明显的现象明显化、模糊的概念清晰化，在思考上真正起到一个“放大镜”的作用，使人极易洞察到事物的本质所在。例如，人民日报曾以“如果所有的母亲都生男孩”这样极端化的标题批评重男轻女的错误倾向，立即加深了人们对问题的了解。创造性思维训练中有一种假想推测的思维训练，就与这种思考方法有关。

美国著名数学家波利亚在它的名著《怎样解题》中说到：“极端情况特别富于后发性”。哥伦比亚大学社会学副教授哈里特·朱克曼女士非常善于运用“极端激发”进行采访和写作，她“相当趋于极端的措辞提问或发议论”，作为获取对方详细回答的技巧。她在专著《科学界的精英》中常用“极端的但是有意义的例子”说明问题。诸如，人人都知道的化学元素周期律的发现者门捷列夫这样第一流的科学家却没有获得诺贝尔奖；在把诺贝尔奖授给爱因斯坦的决定上，这项奖金是授给他在光电效应上的研究工作，而并非赫赫有名的相对论等，以此极端的例子来说明颁发诺贝尔奖的不尽合理之处，当然很能说服人。

又如吉林省通化市军体校李存柱同学粉刷房屋时，发现油漆涂料会从刷子上流到袖口或滴在地面上的缺点后，极端思考能否不滴浆？答案是不可能的。进而综合两个相反方向的极端思考结果，即让它滴浆到袖口或地上，终于发明成功了“刷棚不滴浆的毛刷”。

广开思路

广开思路是要求人们越出所谓的“功能固定论”。在此仅举一例说明“功能固定论”的危害。第一个测出电磁波的是德国人赫兹，但他并没有看到电磁波的实用价值，甚至当他的朋友——工程师胡布尔提议利用电磁波传递信息时，赫兹却回答说：“如果要用电磁波通讯，大概得有像欧洲大陆那样大的巨型反射镜才行。”由此可见赫兹的思路被电磁波的原始定义紧紧地束缚了。这种“功能固定”的思想严重地阻碍了他创造能力的发挥，因而没有进一步完成无线电讯号传递的发明。

广开思路的另一个含义，就是不要老是重复过去的思路考虑问题，特别

是不要机械地重复过去成功的思路，否则也容易走上歧途。如江西省南昌市第三中学喻伟、罗斌同学一反常人增大气压瓶气以增大出水量的老思路，在出水口套接一根虹吸管，只需压一次水就能源源不断流出来，一按装在虹吸管顶部的止流按钮，空气进入虹吸管就中止了水流，发明成功“自流气压保温瓶”。

怎样激发自己的创造性思维呢？

强化创造意识

所谓创造意识，就是创造欲望，是指人们心理上的一种强烈地发现问题和解决问题的意识。如何强化自己的创造意识呢？

增强自信心

要坚定不移地相信自己具有一定的创造力。这一条看来容易，其实很难做到。不少人一开始就怀疑自己的创造力。有些人虽然不大怀疑，但一旦在创造中遇到某些困难或挫折，就会反过来问自己：“我能行吗？”这些都是创造过程中的障碍和阻力。所以，要真正相信自己有创造力，仅仅在口头上“承认”、“相信”还远远不够，更重要的应该用实际行动证实自己确有一定的创造力。只有在这种强烈信念指导下，才能激发自己的创造思维。实践证明，创造力特别强和特别弱的人都是少数，大多数人都具有中等程度的创造力，即人人都能有所发现和有所发明。

明确创造目标

为了激发创造思维，头脑要经常处于思维的活跃阶段。例如，应该经常地、反复地问自己：“我能创造什么？”、“什么东西需要我去创造？”、“我怎样进行创造？”等。只有大脑经常处于这种激发状态之下，一旦遇到机遇和可能，有些问题就自然而然地会进入脑海而不会轻易地溜掉。换句话说，要激发创造思维，人们的头脑中就要经常地思考与创造有关的事情。牛顿在谈到他成功秘诀的时候说：“我一直在想，想，想……”有的人善于抓住偶然机会并大有成效、步步成功；而有的人却坐失良机、节节败退，究其原因，有无创造意识是一个重要的关键。如果没有强烈的创造欲望，即使知识很渊博的人，也只能起到一个知识库的作用，而很难会有什么创造成果。有人把强烈的创造意识看成是创造活动的必然催化剂和强大的驱动力，是很有道理的。

“忘却”有利于创造

为了更好地激发创造性思维，在有的情况下，已知的东西往往会形成前进的障碍，科学的创始人贝尔纳说：“构成我们学习最大的障碍是已知的东西，而不是未知的东西。”这句话对于创造也很适用。所以只有善于忘掉已知的东西才可能更多地得到未知的东西。美国加州门罗公园的“创造性思考”公司的创办人兼总经理罗杰·冯·伊区曾强调说：“我们有能力忘掉已知的”，否则，“我们脑海里必定塞满了既定的答案，那就不会有机会问一些能引导新方向的问题。由于这些心智枷锁都是学习得到的，打开心智枷锁的一个关键就是暂时忘掉它们——把我们心智的杯子空出来。”

知识是创造的必要材料与基础，然而仅仅从知识本身来说并不会使一个人具有创造力。创造需要灵活运用已知的知识，创造需要突破原有的知识，在“突破”时，就不能受原来框框的限制，这才是“善于忘却”一些已知的东西的真实的含意。因此，善于忘却是十分重要的。

“假说”是探索和创造的先导

为了发挥一个人的想象力，为了发挥创造思维，经常提出一些“假说”的课题来激发创造性思维，不但是有效的，而且也是有趣的，这里的“假如”并不要求合乎逻辑与事实。例如，可以这样提问：假如人有7个手指将会怎样？假如没有太阳将会怎样？假如没有电将会怎样？假如人不会老将会怎样？这对创造性思维的训练很有帮助。

荷兰有一个城市过去曾发生“垃圾问题”，即人们不愿意使用垃圾桶。卫生局为此大伤脑筋，他们曾提出许多方法与设想，如罚款，乱丢垃圾者罚款25~50元，但收效甚微；增加巡逻进行监督，仍不理想。后来有人提出，假如人们把垃圾投入桶内可以得到钱呢？比如说在垃圾桶上装一电子感应器，“一次将垃圾倒入桶内可拿到10元钱”。这显然是不合逻辑的荒唐之举，然而正是在这种可笑的“假如”的启示下，卫生局设计了一种装感应器的电子垃圾桶，每当垃圾投入桶内，就会自动播出一则事先录好的笑话或一段音乐，不同的垃圾桶中笑话或音乐不同，每二周更换一次。这个设计大受欢迎，结果人们都自觉地将垃圾投入桶内了。

与此相类似的一个方法，是把自己经常扮演为思想上的“傻子”，并由此提出一系列不合逻辑的事情与想法，激发自己的创造性思维。例如一个人认为打电话时应注意礼貌，开始应该谈些礼节性的客套话，然而，装扮成傻子的人却说：“这简直是开玩笑，讲究礼节势必徒然地占用电话线，耽误时间，增加公共关系部门的工作量……”等，这就很自然地给人们一个启示：客套话不可不说，但也不可多说。

随着年龄的增长，许多人逐渐成为习惯的俘虏，从而忘记了使用“假如”所能产生的各种效应和可能性。此外，由于只有占极少数比例的“假如”才能产生新创意，这就使得很多人不愿意花费太多的时间做这种思考，再加上学校里很少有人教学生使用发散性的“假如思考”，致使很多人想象力日趋萎缩。因此，应主张青少年多做“假如思考”，这有利于我们摆脱习惯定势思维的束缚，有利于激发创造性思维，有利于创造发明活动的开展。例如福建省莆田县二中龚秋霞同学对龙眼的一种晚熟品种提出了“假如能把它的成熟期再推迟到12月份”的假如思考，终于培养出晚熟的“反季节龙眼”。

不可盲目服从于群体思维

人们一般都有服从于群体思维的习惯。应该肯定地说，在一般情况下，这并没有什么不好，它对于完成普通的工作、执行常规的任务，都是很有利的。但是在创造活动中，对于一个创造者来说，不由自主地赞同或屈从于某个群体的意志，就容易在无形中使自己的思路沿着他人的轨道运行，继而限制了自己的思路，减少了新“主意”产生的机会。因此，要克服群体思维的消极作用，就要开阔思路，敢于怀疑别人不敢怀疑的东西，善于思考别人不善于思考的事情。学会从各个层次、各个角度、各个方位上去思考问题，独立自主地把握创造的契机，尽量减少“模仿他人”，减少与众人“雷同”的思想与活动，从而克服群体思维的束缚，激发自己的创造思维。古今中外的伟大发明者、创造者，可以说没有一个是屈从于群体思维或盲从于他人思维的。

劳逸结合有利于创造

要激发创造性思维，适当地游玩是应该的，甚至是必要的。很多人有一种偏见，似乎搞发明创造应该专心致志，而不应该劳逸结合。好像发明创造者应该天天做实验、日日翻书本、时时想问题才能搞出成果来。其实这是一

种误解。我们知道，从生理上看，一个人如果连续工作的时间过长，就会减少头脑的清新程度，从而降低头脑的工作效率，也就会极大影响创造力的发挥。这时，与游玩相关的娱乐或度假就显得十分重要了。游玩，特别是经过紧张工作和思考后的游玩，不仅使人浑身轻松、精神舒畅，而且还往往会诱发灵感。导致新的创造意识，会激发潜意识思维、产生创造性设想。有人在研究了游玩在创造中的作用后发现，有时游玩也会直接导致创造性思维产生，其原因是因为人们在游玩过程中无拘无束，不必要实事求是、墨守成规，也不必要害怕犯错误，因此思想是处在自由奔放的状态的，这十分有利于创造思维的产生和发展。

对于青少年来说，适当的劳逸结合还有利身体和脑力的健康发展，可以增长多方面的知识，更好地集思广益，还可以陶冶高尚的思想品德情操。因此，青少年对劳逸结合应当适当地把握与控制，使它为激发创造性思维服务。

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，也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，要做很多记录不是可能的。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 8 世纪传到了萨拉森帝国；于 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

印刷术是我们伟大的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，终于创造出来了泥活字印刷术。

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，然后再放入火中锻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，使印刷大大加快了速度和效率。

继毕升之后，1314 年，山东农民王祯，又创造出了木活字印刷术。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的 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 1763 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，不能正常转动，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。

在一个晴朗的星期天下午，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汽缸，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。

蒸汽机的发明的效果是不可估量的。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的观点的束缚，找到观察认识和研究探索蒸汽机的新道路。我们说的新的道路，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 la-bore”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，古人出于不同目的的需要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。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，麦哲仑一行进行环球航行，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，经过几千年的漫长的岁月，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，对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10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等杂活。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产生了很深的感触。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，还有燃汽机。燃汽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。

