

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

金钥匙丛书智慧的闪电：

世界发明史话



前言

人类是在创造发明中发展前进的。一部社会发展史，在一定意义上说，就是一部人类的创造发明史。了解世界发明史，就是了解人类自身的进步历史，就是了解社会的发展过程。

人类的发明创造是社会发展的巨大动力。自古以来，人类用自己的聪明才智，改造自然，创造世界，为社会的前进与发展开辟了广阔的道路。在由愚昧走向文明的漫长的历史进程中，人类正是靠发明创造实现着一个个美丽的梦想，由自然王国走向自由王国。

人类发明创造的历程艰难而漫长。自从有了人的生产实践活动，就开始了前赴后继的发明创造的历史进程。从古代社会、近代社会，到现代社会，伴随着历史的脚步和时代的变革，人类的发明创造活动已走过了几百万年的光辉历程。

人类的发明创造领域极其广阔。举凡衣、食、住、行，工业、农业，军事、经济，文化、艺术，总之是人类生活的各个方面，都为创造发明提供了广阔的天地。人类所到之处，都盛开了绚丽的智慧之花，结下了丰硕的文明之果。

人类的发明创造成果极其丰富。在人类世代繁衍更替的发展中，每一代人都为后人留下了许多发明成果。而历代相承的发明成果，积聚为巨大的物质财富，造就了灿烂的现代文明。

正是由于人类创造发明历史的悠久、领域的广阔和成果的丰富，要在本书中全面叙述它是不可能的。因此，本书只是从人类发明创造的浩瀚海洋中，掬一捧美丽的浪花，呈献给亲爱的读者。

为了叙述的方便，本书采取了划分历史时期记述发明史实的方法，每个故事独立成篇，按时间顺序排列，通过将一个个具体史实连缀成篇，力求勾勒出世界发明历史的梗概，特别是通过描述那些意义重大的发明成果，以展示出人类创造发明的伟大力量，揭示社会进步的重要动力源泉。

本书对发明史实的叙述力求准确、生动，注重描述充满戏剧性的发明过程，记述个性鲜明的发明人物，意在给人以思想的启迪和精神的激励，使人能够以史为鉴，从中汲取健康向上的力量。

出版者的话

生长在世纪之交的一代青少年，肩负着光荣的历史使命，21世纪中国的命运将掌握在他们手里。未来的政治家、军事家、哲学家、科学家、文学家、艺术家、探险家……将在他们当中产生。因而，时代需要他们拥有广博的知识与无穷的智慧。然而，一方面，目前的应试压力使绝大多数青少年被沉重的课业负担所困扰；另一方面，出版界一窝蜂地出版学习辅导材料，却很少组织出版适合青少年口味，能够陶冶情操、培养兴趣、增长知识的书籍。不久前《文汇读书周报》曾在青少年中进行过一次读书普查，结果表明，铺天盖地的辅导材料与考试习题令他们感到窒息与厌倦，他们渴望打开窗子，呼吸新鲜的空气，开拓自己的视野，滋养干渴的心灵。虽然他们认识到博览群书的必要性，却又寻找不到为他们喜闻乐见的书籍，这不仅仅是他们的悲哀，更是出版界的悲哀。面对这种局面，我们在不长的时间里策划并推出这一套《金钥匙丛书》，就是试图填补这一出版空白，为培养跨世纪接班人尽一份绵薄之力。

《金钥匙丛书》以丰富翔实的资料，深入浅出的笔触，生动活泼的语言，引领广大青少年走入各学科的神奇领地。从某种意义上说，这套丛书只是“入门”书，如果能引发青少年的兴趣，使他们对于各学科的基本知识有所了解，我们的目的也就达到了。或者说，这套丛书只是赋予他们一把打开知识宝库的金钥匙，如果他们认定了道路，相信他们会不畏艰辛，勇敢地探索下去的。

《金钥匙丛书》首批推出7种，它们是：《难灭的硝烟——世界战争史话》、《智慧的闪电——世界发明史话》、《缪斯的琴弦——世界音乐史话》、《梦幻的乐园——世界电影史话》、《名著的诞生——世界文学史话》、《不败的破冰船——世界探险史话》和《彩色的传奇——世界美术史话》。这套丛书今后还要继续出版下去，希望得到社会各界及青少年朋友们的支持，同时也希望广大读者，尤其是青少年读者多提宝贵意见。

时事出版社
1996年7月

古代发明

古代发明概述

按照世界科技发展史的分期,古代是指从远古社会到 15 世纪末这一历史时期。在这一历史时期,人类在同大自然的斗争中逐步积累了知识与经验,创造了许多实用技术。比如,在原始社会,人类制造与使用了石器工具;学会了用火;发明了弓箭;开始了原始的畜牧业和农业;发展了纺织、化工、建筑、冶炼等技术。到奴隶社会,西方自然哲学和理论自然科学都取得了巨大进步。而到封建社会,古老的中华民族在农业、医学、天文学、数学等领域长期处于领先地位。古代发明创造,就是建立在这样的科学技术基础之上,并反过来促进科学技术进一步发展的。

在古代漫长的历史进程中,产生了许多意义重大的发明创造,它们对人类社会的发展起到了巨大的推动作用。

在所有发明中,文字的创造可能是意义最重大的了。这是因为,有了文字,人们的思想才易于准确地记录下来,信息才得以迅速传播,文明的成果才可以积累流传,科学才能发展。所以,摩尔根把文字的出现当做文明时代开端的重要标志之一。

火的使用是人类技术史上的伟大发明,它对人类生存与发展都是极其重要的。有了火,才扩大了食物的种类和来源,为增强人的体质,促进大脑发达创造了前提条件。因此,恩格斯指出:“就世界性的解放而言,摩擦生火还是超过了蒸汽机。”

在早期的生产工具中,弓箭的发明具有重大意义。因为只有当人们具有制造工具的丰富经验和较高技能时,才可能发明弓箭。使用弓箭,人就可以从较远的距离打击野兽,因而促进了狩猎的发达,扩大了人们的衣食之源。此外,弓箭的发明还为人们提供了进行战争的重要武器。

对于人类生活来说,水是最基本的物质条件。水井的发明,不仅解决了人类的吃水问题,而且为农业生产创造了有利条件,从而改变了人类逐水草而居的生活方式,极大地扩展了人类生产与生活的地域,促进了生产力的发展。

交通工具的发明,对人类生活与生产十分重要。而我们聪明的古代先人,发明了船,学会了利用舟楫之利;创造了车,掌握了陆地运输的重要手段,从而极大地便利了人们的行动,提高了劳动生产效率。

铁的发明与使用,为改进劳动工具创造了条件。自从有了铁,才大大改进了农具和手工工具的质量,并为当时生产力的发展,提供了崭新的手段。当然,铁的产生还为战争提供了更加锐利的兵器,促进了军事技术的发展。

陶器的发明,在制造技术上是一个重大突破,它既能改变物体的性质,又能比较容易地塑造便于使用的物体的形状。既具有新的技术意义,又具有新的经济意义,它一出现,就成为从事农业生产的人们须臾不可离的必需品。

还有纸张的发明,对社会文化发展具有重要意义。因为人类文化的发达,全靠世代流传和不断积累,而自从有了纸张,就为文化的积累和传播创造了便利条件。

古代的重要发明及其深远意义当然远不止这些,这里只是点一下题目而已。可以说,由于古代每一项发明都是直接满足人类生存的基本需要的,因

而都具有不可代替的重大意义。

古代发明是建立在一定科学技术水平之上的，是受到人类生产实践广度与深度制约的，因而有着鲜明的时代特点。可以简要概括为三点：

一是具有很强的经验性。古代社会是人类发展的童年时代，人们的科学知识的获得、生产经验的积累，主要依赖于具体的实践活动，依赖于直接的实际经验。对于发明创造来说，同样具有很强的实践性、经验性特点。从古代发明的过程看，大多是在长期的社会生产实践中，经过对某一现象直接的、反复的观察，逐步摸索出了客观规律，形成了新的认识与思维，导致了发明与创造。比如最早的劳动工具——石器，就是原始人类在长期与自然界作斗争中逐步产生的。比如历法，也是人们在长期的农业生产实践中，日积月累，逐步掌握了四时变化，创造了历法。而文字的发明，也是基于社会发展的迫切需要，经过了长期的发展演变而逐步形成的。从发明内容来看，其成果也多与生产的发展和生活的需要直接相关。比如水井、鱼钩、砖、车、船等，都是直接为人们的日常生活创造条件的。总之，直接来源于实践经验，直接为生产、生活服务，是古代发明的一个重要特点。

二是具有很大的偶然性。发明创造是以科学技术为基础的。古代科学基本上是关于自然界的零散知识，还没有形成完整的体系，而人们认识世界、改造世界的能力还比较低，这就决定了发明创造必然是一个充满偶然性的过程。许多发明都是经过无数次的试误之后碰巧发生的。比如火的使用，就是一个偶然性极大的过程。不仅雷电引起火灾具有偶然性，而且火的保持、使用以及引火方法的创造，都是如此。而火药的发明，也并非炼丹术士的初衷，而是一种“歪打正着”的副产品。古代发明的偶然性决定了发明成果出现的较大间隔性。也就是说，其发明成果产生的频度是较小的。这表明，古代发明活动尚处于一种自觉性意识还不够强、发展还比较缓慢的阶段。

三是具有鲜明的地域性。所谓地域性，是说世界各地在发明创造方面的情况是不平衡的。这是因为，由于自然条件和社会条件的限制，在不同的地区，人类社会的发展表现出相当大的不平衡性和孤立性。比如，埃及比希腊雅典进入奴隶社会要早三千年，中国比西欧进入封建社会要早一千年。15世纪末，欧洲向资本主义过渡，而美洲还处于原始社会。由于社会发展的进度不同，世界各国在创造发明成果的取得上也大不相同。总的看，在古代发明中，中国的成就十分突出。不仅为人类贡献了火药、造纸、指南针和印刷术四大发明，而且在陶器的使用、铁的制造、文字的发明等方面，中国都作出了重要贡献。之所以如此，主要因为中国是人类文明发达最早的国家之一，科学文化发展处于世界领先地位，这就为发明创造奠定了重要基础。

此外，古代发明还有一个特点，就是许多发明成果无法确定发明者。这一方面是因为年代久远，缺乏历史记载而失传；另一方面，也是由于古代发明多是几代人努力的结果，很难说是哪个人的功劳。同时，古代发明家的个人发明成果相对来讲也还比较少，还没有出现近代时期个人取得几十项甚至成百上千项发明成果的情况，至少从历史记载看是如此。这说明当时受知识和能力的限制，个人在发明中的作用还不是很突出。

古代发明故事

最早的劳动工具——石器

(约 300 万年前)

制造与使用工具，是人和动物的本质性区别。有了工具，就意味着对自然的改造，意味着生产的开始。因此，人类的文明史，首先就是制造和使用工具的历史。

那么，人类最早创造的工具是什么呢？是石器。

据推测，人类形成的过程中，在长期使用天然木棒和石块来获取食物和防卫时，偶尔发现用砾石摔破后产生的锐缘来砍砸和切割东西比较省力，从而受到启示，便开始打击石头，使之破碎，以制造出适用的工具。

就世界范围看，人类开始制造工具大约是在 300 万年前。最早的工具大概没有什么标准的形式，一物可以多用。坦桑尼亚奥杜韦峡谷发现的最早石制工具，大约距今 200 万年左右，其典型的石器是用砾石打制的砍砸器。

在旧石器时代，制作石器最原始的办法，是把一块石头加以敲击或碰击使之形成刃口，即成石器。打制切割用的带有薄刃的石器，则有一定的方法和步骤：先从石块上打下所需要的石片，再把打下的石片加以修整而成石器。初期，石器是用石锤敲击修整的，边缘不太平齐。到了中期，使用木棒或骨棒修整，边缘比较平整了。及至后期，修整技术进一步提高，创造了压制法。压制的工具主要是骨、角或硬木。用压制法修整出来的石器已经比较精细。

到新石器时代，石器制造技术有了很大进步。首先，对石料的选择、切割、磨制、钻孔、雕刻等工序已有一定要求。石料选定后，先打制成石器的雏形，然后把刃部或整个表面放在砾石上加水和沙子磨光。这就成了磨制石器。

磨制石器与打制的石器相比，已具备了上下左右部分更加准确合理的形制，使用途趋向专一；增强了石器刃部的锋度，减少了使用时的阻力，使工具能发挥更大的作用。

穿孔技术的发明是石器制作技术上的又一重要成就，它基本上可分为钻穿、管穿和琢穿三种。钻穿是用一端削尖的坚硬木棒，或在木棒一端装上石制的钻头，在要穿孔的地方先加些潮湿的沙子，再用手掌或弓弦来转动木棒进行钻孔。管穿是用削尖了边缘的细竹管来穿孔，具体方法与钻穿相同。琢孔，即用敲琢器在大件石器上直接琢成大孔。穿孔的目的在于制成复合工具，使石制的工具能比较牢固地捆绑在木柄上，便于使用和携带，以提高劳动效率。

新石器时代的石器种类大大增多。早期遗址中大量出土的农业、手工业和渔猎工具有斧、锛、铲、凿、镰、矛头、磨盘、网坠等，稍后又增加了犁、刀、锄、镰等。

原始社会时期生产工具的改进，增强了人们向自然界作斗争的能力，社会生产和生活的天地变得日益广阔起来。但由于当时人们所能支配的物质只不过是石、木、骨、角和利用天然纤维简单加工而成的绳索等，这就限制了工具的创造和发展。

走向文明的关键一步——火的使用

(约 50 万年前)

火的使用，是人类技术史上的一项伟大的发明。有了火，人们才能从“茹

毛饮血”的生食变为熟食，使食物范围扩大，对人的大脑和体质的发展有着重要意义。火给人们亮光和温暖，可以用来防止野兽的侵袭，又能用来猎取野兽……因此，古代世界各民族都有关于火的神话和传说。

人类是什么时候学会用火的？考古发现告诉我们，北京人是人类最早学会用火的原始人群之一。在北京人居住过的洞穴里，发现了几层灰烬，其中一层，最厚的地方达6米，说明篝火在这里连续燃烧的时间很长。灰烬中有许多被火烧过的兽骨、石块和朴树子。最上一层的灰烬还分成两大堆。这说明北京人不但懂得用火，而且已有保存火种和管理火的能力了。

从民族学资料看，原始民族最古老的保存火种的方法，主要是用篝火方式，即不断地往燃着的火堆中投放木柴，使用时让火焰燃得高些，不用时用灰土盖上，使其阴燃；用时再扒开灰土，添草引燃。

只有当人们从利用自然火并保持火种不灭到能够人工取火，这才算是第一次控制了这种变革物质的、强大的自然力。很难说清人工取火是什么时候发明的。但人工取火的发明可能与制造工具和武器时对木、石等的加工过程有联系。人们很早就已观察到，当加工燧石时，有时会有火花溅出。也已注意到，当钻木、锯木、刮木时，木头会发热，甚至发生烟火。有了这些启示，又经过长期的经验积累，人们终于发明了人工取火的方法。

古书中有“燧人氏”教民“钻燧取火，以化腥臊”的记载，还说：“木与木相摩则燃”。钻、摩、锯、压这类取火方法都需要一定的技巧，否则是取不出火来的。

火的使用是人类走向文明的关键性一步。因此，恩格斯说：“就世界性的解放而言，摩擦生火还是超过了蒸汽机。”

弓箭的出现 (约28000年前)

早在人类早期的渔猎时代就已有了弓箭。根据考古发掘，在旧石器晚期已有石镞，它是渔猎时代已经产生弓箭的有力证明。

上古时期，人类要生存在自然界，就要猎取食物，而弓是保障人类生存的利器。大约28000年以前，中国人已经创造了弹弓。后来弹弓进一步发展为弓矢，用箭射击。箭杆有竹杆、木杆。为了利于箭的飞行，在箭杆末端又装置了箭羽，这是射程增大到一定程度时所必需的装置。

早期的箭镞有石制、骨制和角制的。大概在旧石器时代箭镞多用石制。到了奴隶社会才出现了金属箭镞。

中国在春秋时已有了弩。到战国时，强弩可射600步。到汉代，弩机的“望山”上开始出现了刻度，它相当于现在步枪上的标尺，使射击的准确性大大提高了。

到宋代，各种新式的弩和箭纷纷出现。宋熙宁元年（1068年）有平民李宏造神臂弓，这也是强弩的一种，能射340余步。后来又有人造出了神劲弓，比神臂弓射的还远。绍兴11年（1141年），韩世忠对一种凤凰弓加以改造，取名克敌弓。后来，宫廷又对克敌弓加以改进，既减轻了弓弩的重量，又增强了发射力量。总之，宋代弓箭制造已达到很高水平，不仅加工精致，而且不断革新。

陶器的发明与使用

(约 26000 年前)

陶器的发明，在制造技术上是一个重大的突破，它既能改变物件的性质，又能比较容易地塑造便于使用的物体的形状。既具有新的技术意义，又具有新的经济意义。因此，它一出现很快就成为人们生活和生产的必需品。

世界上许多地方，陶器是由于在编制或木制的容器上涂上粘土以使之能够耐火而逐渐被发明的。在长期实践中，人们发现成型的粘土不要内部容器也可以烧成陶器，于是陶器就这样被发明出来。

人们所知的最古老的陶器，是在捷克斯洛伐克摩拉维亚的多尔尼维斯托尼斯发掘出来的，年代约为 26000 年前。人们在那里发现了烧过的陶土的碎片，这些陶器做成各种动物的模样，制作十分粗糙，大多数陶器上还有戳出的印记。

在近东一些地区发掘出了约 5600 年前的陶罐，上面有用赭石装饰的几何图案。在美索不达米亚发现了约 3600 年前的一种原始的陶工旋盘。它是一个安在枢轴上的转盘，制作陶器时由一个助手转动，这样，陶工就可以把两只手腾出来了。当然，对于制陶来说，最重要的是陶器的烧制。最初陶器的泥胎是在太阳底下晒干的，或是在火里烧干的。但这两种方法都不理想，容易使陶器干裂，必须使它慢慢干燥才能保证质量。公元前 4000 年，在美索不达米亚和波斯出现了火焰不直接跟陶器接触的竖窑。这些竖窑有的一直保存至今。经竖窑烧制成的陶器，因火力均匀，不易变形龟裂，颜色也比较齐一。

大约在公元前 4000 年左右，出现了陶工作坊仿制其他东西的一种工艺。为了用人工的方法产生深蓝颜色，美索不达米亚的陶工在陶罐的表面粘上铜矿砂，然后再进行烧制，产生闪光的表面。

到公元 14 世纪末叶，莱因地区的人们研制出一种为陶器上釉的技术。美索不达米亚人已经知道在第二次烧制时用锡釉来产生不透明的白色釉面。这种方法在当时的欧洲十分流行，人们用金属颜料把釉面涂得非常好看。陶器中最有名的是意大利的花饰陶器，它非常坚硬，能用作室外装饰。

鱼钩的发明

(约 10000 年前)

在欧洲，鱼钩大约是新石器时代的一项发明。在黑海和亚德里亚海之间的勒平斯基维尔有个沿河的居民点，考古学家在这里发掘到大堆大堆的厨房垃圾，其中有许多鱼骨头。鱼钩也在这大堆发掘物中被发现了。

在巴基斯坦，可能早在 10000 年前就有了用弯曲的骨头做成的鱼钩。这时，苏丹的查赫纳布已有用尼罗河牡蛎的壳做成的鱼钩。澳大利亚的土著也能用贝壳来做鱼钩。

随着各种金属的出现，鱼钩就用金属来做了。约公元前 3800 年的多瑙河下游的博伊文化已有了用铜丝做的鱼钩。这些鱼钩像以前的鱼钩一样没有倒钩。

有倒钩的鱼钩是什么时候出现的呢？这因地区的不同而不同。在巴尔干半岛的西部是大约公元前 3000 年出现的。北欧在青铜时代的晚期才出现金属鱼钩。

没有倒钩的鱼钩怎样穿诱饵呢？最初的鱼钩不过是一根两头尖的小绳针，绳针就拴在诱饵旁边。钓鱼的人指望鱼在吃诱饵时会卡住鱼鳃，这样就能把鱼钓上来了。这种鱼钩至今还有人用。例如现在的爱斯基摩人使用的鱼钩，就是一根两头尖的碎骨。美洲西北海岸的努特卡印第安人，至今还使用木制鱼钩钓大马哈鱼。这种木制鱼钩成锥形，上面有个沟槽。在沟槽处捆着一个骨制倒钩。

直到 17 世纪才发明钓竿上的绕线轮。在此以前，钓到鱼时必须用手一下一下地收水里的钓鱼线。当然，用鱼网捕鱼要省事的多，而使用鱼网捕鱼是中世纪欧洲的渔业特点。

古老的建筑材料——砖 (约 7000 年前)

砖是最古老而重要的传统建筑材料，它的出现年代久远。《旧约全书·创世记》上说：“他们彼此商量说，来吧，我们要作砖，把砖烧透了。他们就拿砖当石头，又拿石漆当灰泥。他们说，来吧，我们要建造一座城和一座塔，塔顶通天……”

在大约 7000 年以前，砖是用手做的，还没有出现专门用的模子。在耶利哥城有残存下来的公元前 5000 年的砖，样子像是短短的法式面包。

砖的作用是建造房屋的。据考证，古巴比伦王国的城市就是用砖砌成的。以后巴比伦人的建筑技术传给了尔后的亚述人。目前已发现早期的埃及王朝也是利用砖来建造房屋的。

大约在公元前 3500 年，美索不达米亚地区的手工砖，其制作方法是：把砖放进砖窑里烧，而不是放在太阳底下晒。在此之前，砖的尺寸很大。为了便于烧制，缩小到现在用来盖房子的砖那样大。

由于大量生产烧制的砖成本很高，所以烧制的砖在当时主要用于建造建筑物中最重要的部分。建于公元前 2000 年的乌尔城大塔，就主要是用晒干的砖建的，每隔一段加一层芦席以加强承重能力。烧制的砖只用来砌塔的包层。

随着制砖技术的发展，后来又出现了用上釉的办法烧制出的砖。目前已发现在约公元前 1000 年左右，美索不达米亚人进行过这方面的试验。

从历史发展看，罗马人制砖的技术是很先进的，他们的技术可能来自埃及人和希腊人。但在罗马帝国灭亡之后，欧洲的制砖技术便失传了。虽然英国在 13 世纪已有砖建筑，但是直到亨利八世统治时期才开始广泛地用砖作建筑材料，而且只用来建造一些显赫的建筑。

动物的驯养 (约 7000—8000 年前)

驯养动物是人类社会的一大进步。由于狩猎的需要，最先驯养的动物可能是狗。七八千年前在我国长江、黄河流域新石器时代遗址中已发现有猪骨和狗骨。长江流域的遗址中除猪骨外，还有水牛骨骼。到四五千年前，家畜饲养进一步发展，狗、猪、羊的数量增加了。山东章丘龙山镇城子崖遗址出土有大批零整兽骨，其中还有马的骨骼，陕西陕县庙底沟和辽宁旅大市羊头

注遗址都发现鸡骨，说明马和鸡也在新石器时代晚期成了饲养的家畜、家禽。游牧氏族生活的地区，考古发现较多的是牛、羊、马的骨骼，猪骨比较少见。

我国是世界上最早饲养猪的国家之一。裴李岗遗址已出土有猪骨。河姆渡遗址出土的一只小陶猪，体态肥胖，腹部下垂，四肢较短，前后体躯的比例为 1 比 1，介于野猪和家猪之间，整个形态已和野猪相去甚远。这表明我国养猪的历史应早于七八千年前。

考古发掘的许多新石器时代的遗址还表明，凡是主要从事农业生产的氏族部落，都饲养以猪为主的家畜。几千年前，它一直成为我国农家普遍的副业，是我国人民食用肉类的主要来源。

文明时代的重要标志——文字的使用 (公元前 5000 年)

文字是从图画演变过来的，最早都是象形文字。从其种类来讲，可以分为三类：楔形文字、象形文字、甲骨文字。

楔形文字产生于公元前 5000 年，是世界上最古老的文字，它起源于底格里斯、幼发拉底河流域。公元前 2100 年乌尔第一王朝的遗迹曾发现刻在粘土板上的楔形文字。在约公元 75 年时，美索不达米亚还在使用楔形文字，但是从 5 世纪起，这种文字开始衰落了。

象形文字起源于埃及。大约公元前 3500 年，埃及人就在使用简单的象形文字了。目前在伦敦大英博物馆珍藏着一块石碑叫罗塞达碑。据说，这块宝贵的石碑是 1779 年拿破仑远征埃及时发现并带回法国的。1802 年被运到英国。这块石碑是为古代埃及王托勒密 5 世建造的纪念碑，碑上刻有象形文字、德莫蒂克文字（即古代埃及的民用文字）和希腊文字三种文字对照的碑文。后来人之所以能够解读当时的象形文字，全靠这块石碑。

甲骨文起源于中国的殷商时代。那是公元前 10 世纪，也就是距今 3000 年以上的事了。当时，人们利用龟甲、兽骨占卜凶吉，之后把占卜的结果用符号雕刻记录在这些龟甲或兽骨上。这些符号后来便发展成了文字。这便是我们目前使用的汉字的原型。在 3000 多年的流传过程中，这些甲骨文字经过多次的改良整理，成了今天汉字的样子。

公元前 1700 年前后，埃及曾被一个叫希克索斯的民族所占领。大概这个希克索斯民族是相当富于才智的，他们把象形文字整理提高成了一套更高水平的文字。他们从象形文字中挑选了 20 个字，编成了 ABC 式的文字。这种文字在公元前 10 世纪前后就在埃及的地中海沿岸应用开了，以后又由腓尼基人传到了希腊。这就是目前在世界上应用最广的英文字母的祖先。

水上机械运输的先驱——木船 (约公元前 5000 年)

船，是一种历史最悠久的水上运输工具。可以说，自从有了人类，就有了船。原始的舟筏就是最古老的船。

中国是造船史极其悠久的国家之一。中国造船史的开端，可追溯到新石器时代晚期的原始舟筏。到了商周之际，中国即有了“剡木为舟，剡木为楫”的明确记载。后来武王伐纣，以数千兵马之众，在一日之内就用 47 只船在孟

津横渡黄河。可见当时的船已有较大规模。

据现代考古学家发现，在美洲留有多处殷人的文化遗迹。人们认为，在殷人被周人打败之后，有可能经阿留申航线逃往美洲。如果这一史实能够成立，它说明中国人是最早跨洋过海、远渡重洋的民族。此后，舟船记载史不绝书。隋炀帝为了船上游乐而兴师动众，开凿了闻名中外的大运河。到了明代，在 1405—1433 年间，郑和率领庞大的船队七下“西洋”。郑和的“宝船”中最大的船长达 44.4 丈，宽 18 丈，舵杆长 3.3 丈，张 12 帆，载重量达 800 吨。

在西方，舟船也有同样悠久的历史。早在古希腊时代，人们就发明了桨船和帆船。但在漫长的中世纪，造船技术处于停滞状态。到了文艺复兴时代，由于中国罗盘的传入，给了航海以辨别方向的指针。同时也由于资本主义经济的初步发展，刺激了欧洲人到东方寻找黄金的渴望，航海探险活动即迅速发展起来。

1847 年，葡萄牙人迪亚士远航到非洲南端的好望角。1492—1493 年，意大利人哥伦布率领船队到达美洲。1498 年，葡萄牙人伽马远航到达印度。1519—1522 年，葡萄牙人麦哲伦及其船队环航成功。欧洲的海上远航虽然比郑和航海晚 80 多年，但其航海范围比郑和航海大得多，并且具有明显的经济动因。

1492 年，当哥伦布率领船队从西班牙的巴罗斯港出发时，他所乘的旗舰“圣塔玛亚号”是一只综合了当时欧洲的许多帆船优点的大船。它的船长 63 英尺，宽 20 英尺，装有主帆和中帆，平均航速为 4 节。“圣塔玛亚号”的下水远航，揭开了欧洲航运史上的新的一页。自此之后，船体愈来愈大，桅杆愈来愈高，风帆愈来愈多，最后发展到 9 桅 12 帆的大帆船。

在 16 世纪与 17 世纪中，帆船的发展已进入它的黄金时代，但此后却一直踏步不前。这是因为，从动力方式看，它是以风力和人力为动力的；从推进方式看，它是以风帆和桨轮为推进方式的；从船体材料来看，它是以木质材料为主要材料的。由于这些方面的局限性，使造船业难以取得新的发展。此后，直到 19 世纪初，由于瓦特蒸汽机的发明和冶金技术的发展，才给了造船业以巨大推动，造船技术进入了一个新的发展时期。

酿酒技术的出现

(约公元前 4000 年)

酿酒技术有着漫长的历史。在农业出现之后，人们在储存粮食时，由于设备简陋受潮发酵，或者吃剩下的食物因搁置而发酵。淀粉受微生物的作用发酵，引起糖化和产生酒精，这就成了天然的酒。当人们有意识地让粮食发酵来获取酒浆时，酿酒技术便开始了。

中国是酿酒技术出现最早的国家。早在新石器时代晚期，中国就出现了用谷物酿酒技术。到商、周时期，农业生产逐渐发达起来，谷物酿酒就更普遍了。商代饮酒之风很盛，所遗留下来的酒器非常多。

周代设有专管酒的官吏叫酒正，据《周礼·天官冢宰》记载，酒正“掌酒之政令，……辨五齐之名：一曰泛齐，二曰醴齐，三曰盎齐，四曰醅齐，五曰沉齐。”有人认为“五齐”是酿酒过程中的五个阶段：“泛齐”是发酵开始时发生二氧化碳气体，把部分谷物冲到液面上来；“醴齐”阶段逐渐有薄薄的酒味了；气泡很多，还发出一些声音，是“盎齐”阶段；颜色改变，

由黄到红为“醞齐”阶段；气泡停止，发酵完成，糟粕下沉就是最后的“沉齐”。也有人把“五齐”解释为五种原料不同的酒。总之，总结出“五齐”，说明酿酒技术有了提高。

用谷物酿酒，谷物里的淀粉质量需要经过糖化和酒化两个步骤才能酿成酒。曲能把糖化和酒化结合起来同时进行。利用曲来酿酒，是我国特有的酿酒方法。几千年来，制曲技术得到不断发展，新曲品种不断发现。酿酒技术本身也以原料的不同和比例的差别而有种种方法。到明代《本草纲目》中记载有 70 种普通酒和药酒的制法了。在欧洲到 19 世纪 90 年代才从我国的酒曲中，得出一种毛霉，在酒精工业上建立起著名的淀粉发酵法。

化妆品的使用 (约公元前 4000 年)

化妆品的出现与使用是很久远的事了。最先使用化妆品的记载来自埃及，时间大约在公元前 3750 年。

若干世纪以来，化妆品的技术并没有多少改变，但用来化妆的原料却有了极大的改变。古代埃及的妇女们主要是用方铅矿和石膏画眼睛，用红色的赭石来涂脖子，用染成黄褐色的乳脂来涂脸、脖子和手臂。此外，眉毛要拔掉，再画上长长的假眉。

在乌尔城的一个墓葬里，曾出土了约为公元前 4000 年的口红和一个金质的化妆盒，盒子里有修剪指甲的工具。当时，不仅妇女化妆，男人也要化妆。他们“用毛笔来画眼睛，用胭脂来擦脸，还戴着假发”。如亚述国王那漂亮的胡子就是假的，就像 17 世纪和 18 世纪的假发一样，它是王权和地位的象征。

专门写讽刺诗的诗人马提阿尔于公元一世纪的后期在写给友人的一封信中说：“我不让你烫发……你的胡子既不要像亚洲人那样带女人气，也不要弄得像个犯人似的。”由此可见当时男人也是讲究修饰的。

在西欧，后来从东方进口了化妆品和香水，从而丰富了化妆品的种类，有钱有势的人能购买或调制各种稀奇的化妆品。对于化妆品的使用，当时也有反对的意见。例如在英国国会就有议员提出议案，要求禁止“借助于人工美去诱惑异性”。尽管如此，到 18 世纪，人们都把化妆当成了理所当然的事情。到 19 世纪，法国已在科学的基础上开始了香水和美容产品的生产。很快地，各个阶层的大多数妇女都接受了化妆品，而且经常使用。

车的发明 (公元前 3500 年)

考察车辆的发明，需要追溯到很早的年代。最古老的车，即具备了车体和车轮的车，在公元前 3500 年左右就出现了。例如，从美索不达米亚的乌尔王巴尔吉的坟墓里曾发掘出描绘苏美尔人两轮战车的镶嵌图画。这幅画上的车有车体，还有两个车轮，足以说明当时已经用上了车。

但这种两轮战车是否苏美尔人的发明，有人表示怀疑。理由是：一般认为，苏美尔文化最早也不过是公元前 3300 年的事，而说公元前 3500 年死去的乌尔王巴尔吉坟墓里的两轮战车是苏美尔人的发明，在时间上是不相符

的。

后来，有人对巴尔吉墓里发掘出来的镶嵌画作了进一步研究，发现图画上绘有给苏美尔人进贡的外国人像。于是，人们由此推测出这种两轮车不是苏美尔人发明的，而是哪个外国人作为贡品进献的。由此可以认为，车子是由哪个不知名的“外国人”发明的，时间起码在公元前4000年。

关于车子的发明过程，大致有两种看法：一种看法是滑撬发展为滚杠，滚杠经过改良成为车轮。另一种看法是，当时拜太阳时用圆形盘子，这种圆形盘子后来发展成了车轮。

从目前的分析判断看，第一种看法较为合理。这主要是因为，根据目前的出土文物，用圆石盘来礼拜太阳，最早的证据是在公元前2500年前，而那时原始车已经出现了。

那么，滚杠发展说是怎样解释车子的发明过程的呢？这一观点认为：人类最早搬运物件完全靠手提和肩扛，后来才发现，把物件放在木棒或木板上拖的办法较为省力。但是，由于摩擦阻力太大，这个办法还是太费劲。如果是搬运木头或石块之类，滚动起来就要省力得多。

在长期的劳动实践中，人们终于产生了一个新的设想：把滑撬和圆木结合起来，这便是滚杠的发明。这种搬运工具使用了相当长的时间之后，人们为了减轻重量，把滚杠的中间部分削细，两头粗，于是初步形成了车轮。

从轮车的产生条件来看，首先是要有一个适合轮车运输的自然环境，那儿不应有进行大量运输的江河和船只，用轮车运输比较经济。此外还必须要有充足的木材资源，有效的木制工具，具有必要拉力和耐力的家畜。

在车辆发展史上，有了车轮之后，下一个发明便是轴承。轴承出现之后，车的发明就算完成了。

在中国的商、周时代，车辆的制造已经十分先进。据春秋末年齐国人的著作《考工记》记载，当时车辆制造已有专门分工，除所谓“车人”外，还有专门造轮子的“轮人”，专门制车厢的“舆人”和专门制造车辕的“辀人”等。车辆制造也十分讲究，比如，要用规校准轮子，视其外形是否正圆，两个轮子的尺寸大小和重量是否相等，还要求轮子的直径要适中，所用的木料要坚实等等，技术要求很严格，考虑十分周全，而且十分符合科学道理。到春秋战国时期，车辆得到了大发展，特别是兵车，无论在质量和数量上，都达到了新的水平，进入了车战的鼎盛时期。

生命之泉——水井

（公元前3000年）

水是人类生存最宝贵的资源，离开了水，生命之树就会枯萎。在没有学会挖井之前，人类只能是逐水而居，这必然大地限制了人类活动的范围，而自从有了井，人类的足迹就踏遍了天涯海角。因此，井的发明对于人类社会的发展无疑具有特别重要的意义。

井的出现经历了漫长的岁月。最初，人们逐水而居，为了使泉水不受污染和便于打水，开始学会用石头筑坝和用木制的套筒引水，形成“奶头”泉或闭合泉。欧洲的大多数所谓“圣井”，实际上就是这种闭合泉。

但泉水长期使用后会变小，这时人们就考虑到将它扩大，于是有了挖井的最初意向。在长期实践中人们又认识到，在有的干涸的河床上挖坑后也能

出水。于是逐步形成了在地表下面取水的概念。

人们还观察到，地表下面有水的地方，会发生超出一般水平的凝聚现象：早晨有水气从地面升起，需要大量水分的植物生长茂盛，等等。于是人们又学会了选择挖井的正确地点。

最初的井可能只用石头砌成而没有内衬。后来井挖得深了，为了防止倒塌，于是开始用修琢过的石料、砖和木头来做内衬。巴基斯坦的昌杜达罗和莫亨乔达罗的一些井可能是目前所知的最古老的井，其中较早的约出现在公元前 3000 年。这些井用设计得很好的楔形砖砌成。用砖作顶盖，周围用砖铺平，以便于放汲水罐。这种造井的方法逐渐向西传播，到公元前 2000 年，在中东的埃及和迦南挖的水井已深达 200 余英尺，开罗的雅各井接近 300 英尺。

这些水井都有栏杆，以防人和东西掉进去。但在地下水接近地面的地方或在农村，可能至多有一个低矮的井台。人们天天都要打水，日久天长，绳子便在井沿上磨出了沟槽。但是，如果水井的内径大，井又很深的话，常常修有石级，一直下到水面。建于 1527 年的奥尔维托地区的桑帕特里齐奥大井就是这样造的，它有一个双螺旋形的盘梯，连骡子也能沿着盘梯一直下到井底。

所有这些井都是挖的。直到 17 世纪才出现钻井的方法。最先钻井的是意大利人，他们用手钻钻井，但开始也要先挖到相当深度，然后才试着钻下去。

钮扣的发明与使用

(公元前 3000 年)

钮扣的出现，是一个重要发明。它不仅是人们衣服上所不可少的东西，而且是重要的装饰品。钮扣是什么时候发明的呢？据有关资料介绍，在公元前 3000 年就有了钮扣。比如，在印度谷的莫亨乔达罗发现了一个用贝壳雕琢成的护身符，护身符上穿了两个孔，这很可能是当作钮扣的。

从中世纪的晚期起，人们不仅用钮扣来固定东西，而且还用它作装饰品。在 13 世纪的英国，衣服用钮扣来装饰。钮扣是用一般金属制作，或者用银、用镀金材料制作。

用钮扣扣衣物大约是在 14 世纪开始的。这时的钮扣用贵金属、水晶和玻璃之类的东西制作，多为妇女所使用。这些钮扣从肘部一直扣到袖口。

钮扣普及的先决条件，是价格便宜。在 18 世纪，伯明翰变成了英国制造钮扣的中心。由于产量逐渐增加，机械的效率越来越高，钮扣的价格就慢慢地降了下来。此时的钮扣大都是用薄金属板冲压而成，钮扣背面焊上穿线孔。

1807 年，一个叫桑德斯的丹麦人又发明了一种制造钮扣的新方法，这种方法是用机械把两个金属圆片扣在一起。他的儿子在 1825 年用比较灵活的帆布凸出背面取代了金属背面，这样就大大降低了钮扣的造价。

19 世纪，制造钮扣的材料多了起来。其中有两项最重要的创新，即用软化的牛蹄制作角质钮扣和用一种坚果的核制作钮扣，两者的造价都十分便宜。

历法的发明

(约公元前 3000 年)

人类在以采集和渔猎为生的旧石器时代，已经对寒来暑往的变化、月亮的圆缺、动物活动的规律、植物生长和成熟的时间，逐渐有了一定的认识。新石器时代，社会经济逐渐进入以农、牧生产为主的阶段，人们更加需要掌握季节，以便不误农时。古代的天文历法知识就是在生产实践的迫切需要中产生出来的。

在中国，相传黄帝时已有了历法。不过，根据考古资料的印证，应当是帝尧时有了历法。《尚书·尧典》中说，帝尧曾组织了一批天文官到东、南、西、北四个地方去观测天象，以编制历法，向人们预报季节。其中的羲仲，被派到东方嵎夷旸谷的地方，观测仲春季节的星象，祭祀日出。

古埃及大约在公元前 2780 年，创造了一年 365 天的回归历或太阳历。他们还经过 50 年的研究，制定了基于尼罗河泛滥的历法。尼罗河经常泛滥，它的泛滥对埃及的庄稼和人民的的生活都至关重要。埃及人把一年分为 12 等分，余下 5 天作为节日。

从公元前 747 年起，巴比伦天文学家已开始从一个固定的时间点计算一年内的时间。古希腊的塞琉西王朝（从约公元前 280 年起）也是从一个固定点记录时间的。

在美洲，玛雅人（公元 600 年至 800 年）和阿兹台克人（约公元 1300 年至 1500 年）把宗教与历法结合的极其紧密。特别是玛雅人，他们很懂得天文学。他们把一年算作 365 天。一年由 18 个单位组成，一个单位为 20 天，另外还有 5 天，是“不吉利的日子”。

由于真正的太阳年实际上是 365 天 5 小时 48 分 46 秒，到罗马时代，正好 365 天的阳历就需要修改了。公元前 46 年，凯撒听取了索西格内斯的意见，改革了历法。按改革后的历法，每隔 4 年有一个闰年，增加一天。一年的 12 个月份为大月和小月，大月 31 天，小月 30 天。在不是闰年的时候，2 月只有 29 天。

然而，罗马人的改革也没有使历法变得完全准确。到 1582 年，按当时的年历，春分应在 3 月 11 日，而实际上应当在 3 月 21 日。由于对教会来说，准确地确定全世界的万圣节和宗教节具有重大意义，于是教皇格雷果里十三世便再次改革了历法，使 1582 年的 10 月 4 日变成了 10 月 15 日。为了避免发生错误，改革后的历法是每个世纪内 24 个闰年而不是 25 个闰年。

许多信新教的国家都逐渐改用了格雷果里历。英国在 1752 年采用了这一历法，由于要在英国的旧历法上加上 11 天才能跟新历法一致，于是发生了历史上著名的人们要求归还 11 天的骚乱。其他国家接受这一新历法的时间有先有后，如俄国在 1917 年十月革命之后才改革历法，而泰国直到 1940 年才开始采用格雷果里历。

铁的制造技术 (公元前 2700 年)

铁广泛存在于地球表面上的土、石当中，但都很分散，量也不大。它集中存在于铁矿石里。为了把铁从铁矿石里提炼出来，首先要把矿石用高温烧化。古时候的办法是在地上挖个坑，坑里装上矿石和木柴，然后点火燃烧使矿石熔化，矿石里的铁便熔化而和石质分离流出。

在叙利亚北部的特尔沙贾巴扎发现了约公元前 2700 年的这种熔铁，在特

拉斯马尔发掘出了约公元前 2400 年的装在铜柄上的锈蚀的铁刀。在乌尔出土了一个约公元前 2000 年的锻冶场的遗址。

但在这个时期，熟铁是非常昂贵的，它不是用来作日常用品，而是用来作装饰品和仪仗队的武器。比如，在著名的荷马史诗中，就是把黄金和铁相提并论的。

熟铁是很软的，做武器容易卷刃，解决这个问题的办法是用钢。古人使熟铁变成钢的办法，是用“渗碳”的方法。这种方法也和炼制熟铁一样，把熟铁烧红，趁热锤打。这样反复加热，反复锤打，不断使碳从熟铁表面渗入里层，就成为一层坚硬的钢。

在这个过程中，人们体验到了铁在什么情况下最坚固，以及如何使铁变得更加坚固的技术。在公元前 1500 年的亚美尼亚地区，已经实行了这种“渗碳”炼钢的方法。以后又有了叫做“淬火”的技术，就是把铁先用“渗碳”法炼成钢，再加热，紧接着把它投入到冷水中去。这样一来，钢就变得非常坚硬了。

但经过“淬火”的钢会稍稍变脆，容易断裂。为解决这个问题，人们又发明了“回火”这项重要的技术。“回火”就是把经过“淬火”的钢再次加热到不太高的温度，然后使它缓慢地冷下来。这样钢的脆性就大大降低，成为坚韧的材料了。

这一系列的发明都是在漫长的岁月里，由很多不知名的人完成的。他们也许从未获得过发明家的称号，但他们的确为人类文明做出了重要贡献。

玻璃的发明 (公元前 2000 年)

关于玻璃——这一现代生活中司空见惯的建筑材料的发明过程，有一段颇富传奇色彩的故事：

很久以前的一个阳光明媚的日子，有一艘腓尼基人的大商船来到地中海沿岸的贝鲁斯河河口，船上装了许多天然苏打的晶体。对于这里海水涨落的规律，船员们并不掌握。当大船走到离河口不远的一片美丽的沙洲时便搁浅了。

被困在船上的腓尼基人，索性跳下大船，奔向这片美丽的沙洲，一边尽情嬉戏，一边等候涨潮后继续行船。中午到了，他们决定在沙洲上埋锅造饭。可是沙洲上到处是软软的细沙，竟找不到可以支锅的石块。有人突然想起船上装的天然结晶苏打，于是大家一起动手，搬来几十块垒起锅灶，然后架起木柴燃了起来。饭很快做好了。当他们吃完饭收拾餐具准备回船时，突然发现了一个奇妙的现象：只见锅下沙子上有种东西晶莹发光，十分可爱。大家都不知道这是什么东西，以为发现了宝贝，就把它收藏了起来。其实，这是在烧火做饭时，支着锅的苏打块在高温下和地上的石英砂发生了化学反应，形成了玻璃。

聪明的腓尼基人意外地发现这个秘密后，很快就学会了制作方法，他们先把石英砂和天然苏打搅拌在一起，然后用特制的炉子把它们熔化，再把玻璃液制成大大小小的玻璃珠。这些好看的珠子很快就受到外国人的欢迎，一些有钱人甚至用黄金和珠宝来兑换，腓尼基人由此发了大财。

当然，这个故事是否真实可信，已难以考查，但实际上，早在公元前 2000

年，美索不达米亚人就已开始生产简单的玻璃制品了，而真正的玻璃器皿则是于公元前 1500 年在埃及出现的。从公元前 9 世纪起，玻璃制造业日渐繁荣。到公元 6 世纪前，在罗得岛和塞浦路斯岛上已有玻璃制造厂。而建于公元前 332 年的亚历山大城，在当时就是一个生产玻璃的重要城市。

从公元 7 世纪起，阿拉伯一些国家如美索不达米亚、波斯、埃及和叙利亚，其玻璃制造业也很繁荣。它们当时已能够用透明玻璃或彩色玻璃制造清真寺用的灯。

在欧洲，玻璃制造业出现的时间比较晚。在大约 18 世纪之前，欧洲人都是从威尼斯购买高级玻璃器皿。一个伦敦商人于 1669 年 9 月 17 日寄给威尼斯玻璃制造商的一封信中写道，“……我们特别需要平的玻璃板，请不要把包好的镜片玻璃放在装酒杯的箱子底下运输！最好用一两个牢固的箱子仔细包装……”这种情况随着 18 世纪欧洲人雷文斯科特发明一种透明性更好的铅玻璃逐步改变，玻璃生产业由此在欧洲兴盛起来。

战场搏杀的利器——剑 (公元前 1650 年)

在古代社会生活中，剑作为一种武器似乎具有特殊的魅力。在文学描写中，宝剑常常成为某种超自然的象征物。在中世纪的史诗中，英雄人物对武器常常有一种感情上的依附。而剑则通常像人一样有专门名称：罗兰的剑称为“杜伦达尔”，查理大帝的剑称为“齐尤斯”，亚瑟王的剑称为“伊克斯卡利巴”。剑之所以受到这样的重视，是因为它的制造需要很高的技术。

能够真正称之为剑的兵器，在青铜器时代才出现。在古代美塞尼的坟墓中已发现约公元前 1650 年的青铜剑，其中有一个坟墓就发现了 90 多把剑。许多剑的装饰和镶嵌都非常豪华，很多都是当时举行仪式时专用的。这些剑多数是长而薄的轻剑，剑身有三英尺长，显然是用来刺杀而不是用来砍杀的。同时也发现了一种剑身较短的剑，剑身上有凸缘，剑口较快。这种剑既能用于刺杀，也可用于砍劈。

在公元前 1350 年左右，铸剑的匠人通过在剑上增加棱纹和在剑柄处作“角”的办法来增加剑的强度。多瑙河流域的人们喜欢仿制这种剑。希腊人使用的剑有好几种，既有用于砍杀的单刃剑，也有用于刺杀的剑。

中世纪的后期出现了片甲，随着片甲的使用，又出现了长约五英尺的重剑，这种重剑需要两只手使用，既用于劈，也用于刺。还有一种称为“申奎迪”的意大利剑，剑柄处有五个手指宽。在 17 世纪还出现了一种较轻的宽剑，同时又出现了一种单刃刀。后来的军用剑就是从这种单刃刀和东方的短弯刀发展起来的。

中国是世界上造剑技术很高的国家。早在春秋战国（公元前 770 年——前 221 年），青铜兵器的制造就已十分发达，特别是青铜剑的炼制盛行起来。历史上有名的干将、莫邪、巨阙、纯钧等名剑就是这时制造的。现代出土的越王勾践和吴王夫差的宝剑，虽在地下埋藏了 2500 多年，但至今依然表面花纹清晰，光彩照人。

自动控制的先驱——水时钟 (公元前 1400 年)

水时钟是古代埃及人创造的一种计时装置。它出现于公元前 1400 年，至今开罗博物馆还珍藏有水时钟的实物。我国古代叫做漏壶或称刻漏的东西，也就是水时钟。

由于水时钟计时不准确，当时人们都是把它和日光时钟配合使用的。到亚历山大王朝时代，人们又对水时钟进行了改进。其方法是用一个浮子来测知水面随时间的变化，并通过滑车把时间表示出来。这种改进后的水时钟的构造是相当巧妙的。

对水时钟改进的关键部分是水流稳定装置。因为水时钟是否准确，关键在于流入贮水槽的水流速度是否保持稳定。为此，阿拉伯人进行了这样的改进：先使流进来的水进入一个小的中间水槽，这个中间水槽里有一个小型浮子，如果水进得多了，小浮子就上升，使中间水槽的入口关闭；中间水槽里的水流出时，小浮子随之下降，进水口又打开了。

这种控制水量的办法，实际上已经应用了现代自动控制技术最重要的“反馈控制”原理。这就是说，早在亚历山大王朝时代，阿拉伯人就已在水时钟上发明了自动控制的方法，尽管还很原始，但其设计思想确实是高超的。

水时钟的时代一直继续到公元 1500 年前后，这期间人们还发明了落砂时钟、摆时钟、线香时钟等各式各样的计时工具。但相比之下，最突出的还是亚历山大时代的水时钟。它容易调节，而且是最准确的。

假牙的出现 (公元前 700 年)

假牙的发明是医学史上的一件重要的事情，它为牙病患者带来了福音。假牙的出现有悠久的历史。早在公元前 700 年，伊特拉斯坎人就用黄金来做假牙的桥托，用骨头或象牙雕成假牙，有时也采用从人嘴里取出的牙。

中世纪的牙科医生认为，齿龈中的虫使牙齿腐烂和疼痛。这种理论使他们根本就不想使用任何假牙。伊丽莎白女王一世门牙脱落，因而面部肌肉向里凹陷。为了改变这种情况，她在大庭广众中出现时，便把细棉布塞在嘴里。

到 17 世纪末叶，有钱的人已能获得假牙，但要压迹还不行，因此用圆规来测量口腔。安的假牙用丝线系在邻近的自然牙上，而整套的下牙需要用手雕刻出来。当时宫廷里有人把假牙当装饰品：有的用银做假牙，有的用珍珠母做假牙，赫维勋爵于 1735 年甚至用意大利玛瑙来做假牙。

18 世纪初，法国巴黎的一位牙科医生对促进牙科医术的发展作出了重大贡献。他在固定假牙方面获得了成功：他用钢弹簧固定成套的上下牙。

假牙面临这样一个问题，就是用骨头或其他任何有机物质制作的假牙，都会为唾液所腐蚀。乔治·华盛顿就因为牙病，而一直在寻找一副好的假牙。象牙制作的假牙，在用过一段时间之后便会产生一种令人不快的气味。为了消除这种气味，华盛顿只好在夜里睡觉时把它放在葡萄酒里浸泡。

在法国革命之前，一个巴黎的牙科医生采用了连在一起烧制的全瓷牙。大致从 1845 年起，人们已开始使用大大改进了的单颗瓷牙，这种牙可以一颗颗地安在牙床上。

在 19 世纪，牙科方面的大多数革新都来自美国。比如，美国人固异特发明了硬橡胶假牙。这是一种经硫化变得发硬的橡胶，它价钱便宜，易于加工。

牙齿根据口腔的压迹安在一个用硬橡胶仿制的牙床上。由于这样吻合得很好，上面一套假牙就可以自己固定了。此后，又出现了用赛璐璐制造的假牙，进一步提高了假牙的质量。

地图的使用 (约公元前 500 年)

地图的发明与使用有着悠久的历史。据有关资料介绍，希腊人在公元前 6 世纪时已有了地图。例如希罗多德的记录说：公元前 504 年，阿里斯塔戈拉斯向斯巴达王克留门尼斯展示了“一块青铜碑，上面刻着全世界的海洋环流、陆地和江河”。

目前最古老的世界地图，可能是大英博物馆内的一张年代约为公元前 500 年的泥板世界地图。在这幅地图上，巴比伦居于中央，全世界都环绕在周围。

中国在战国时期(公元前 475—前 221)，地图的绘制已达到较高的水平。当时的军事地图内容包括有“輶轳之险，滥车之水，名山、通谷、经川、陵陆、丘阜之所在，苴草、林木、蒲苇之所茂，道里之远近，城郭之大小，名邑、废邑、困殖之地”，由此可知地图已有方位、距离和比例尺的制定。刘邦初入咸阳，萧何即收秦律令图书，刘邦因而得以“具知天下厄塞，户口多少，强弱之处”。1973 年长沙马王堆三号汉墓出土了西汉初年绘在帛上的三幅地图，它们是地形图、驻军图和城邑图，其绘制技术已相当熟练。

公元 150 年，亚历山大城的学者托勒密出版了《地理学》一书，成为绘制世界地图的指南。此书后来传到了意大利，于 1406 年译成了拉丁文。虽然托勒密在许多细节上都是错误的，但是他坚持制图要有科学基础这一点，却导致了科学的复兴。

到 16 世纪，已出现了为海上航行而绘制印刷的海图。但在这以前，在意大利制图学家的帮助下，葡萄牙人已开始探险，并绘制了非洲东海岸的地图。

1512 年，麦卡托发明了一种绘制地图的投影技术。用这种方法绘制的地图，不管是哪个方向的直线，都有圆弧形的走向。这种投影法是在平面上表示地球的球形的最适用的方法。但当 1569 年用麦卡托投影法绘制的地图出版时，却有一些人对地图的科学性持怀疑态度。直到 1694 年，当时任海军司令的纳布劳爵士曾说过：“我可以叫所有的领航员在航海时都不用脱离实际的平面海图而用根据航海情况绘制的麦卡托海图，可是要说服任何一个老领航员都很难……”

16 世纪和 17 世纪，奥特科乌斯和布劳收集了许多地图，并于 1605 年出版了一个大型地图册。这个地图册分为 11 卷，有 600 幅地图，是当时最昂贵的书。

指南针的发明 (公元前 300 年)

指南针是中国古代四大发明之一。早在春秋战国时期，人们对磁现象有了深刻的认识。古代中国人认为，磁石吸铁，有如慈母怀子，因此在先秦的许多文献中，多将“磁石”写作“慈石”。战国后期的哲学家韩非的著作中，

不但有关于磁现象的记载，而且有把磁性用于辨别方位的记载。这表明，在那时人们已开始用磁石来制造最初的罗盘。

到了西汉时期，中国古代磁学有了进一步发展。东汉哲学家王充在其著作《论衡》中曾有过这样的记述：“司南之杓，投之于地，其柢指南。”这说明，作为指南针前身的司南在当时已得到较为广泛的应用。

西汉以后，古代罗盘技术的研究和应用已发展到了一个新阶段。首先，形如勺的司南已发展成为基本上具有近代形式的指南针。其次，对磁学的研究也有了进一步的发展。北宋时期的大科学家沈括是中国古代罗盘技术与磁学知识的集大成者。在罗盘技术方面，沈括系统地总结了制作指南针的缕悬法、水浮法等4种不同的制作方法。他在《梦溪笔谈》一书中有这样的叙述：选择新的蚕丝，用蜂蜡把它粘在磁针的中央，悬吊在没有风的地方，这时磁针便指向南方。或者是把磁铁针粘在灯心草上，浮在水面，这时磁针同样可以指示南方，但稍稍偏东……

在汉、唐时代，指南针多用于迷信的“看风水”活动，到公元11世纪，指南针才开始用在航海上。宋德宗时，曾经南航苏门答腊的朱或留下过这样的记载：“舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦观指南针。”这说明，当时确实已把指南针用于航海。

在我国指南针已经很普及的时候，欧洲还根本不知道它。公元12世纪，我国和阿拉伯之间的海上贸易逐渐发展起来，指南针也通过南海航路传到印度，以后又通过印度传到阿拉伯，又从阿拉伯辗转传到欧洲。

在欧洲，最先仿制出指南针的是法国人古约。1205年，古约在研究中国指南针制作技术的基础上，试制出了欧洲最早的指南针。

到了15世纪，由于罗盘制作技术在欧洲的普及，罗盘被广泛地用于海上探险活动。当罗盘的应用越来越广泛时，对磁学的研究也随之有了初步的发展。

1492年，意大利人哥伦布在航海时发现了磁偏角。虽然哥伦布发现磁偏角的时间比中国的沈括发现磁偏角的时间晚400多年，但哥伦布是在并不知道中国人的发现的情况下独立发现磁偏角的。这说明当时欧洲人对磁现象的观察和研究有了深入和发展。

16世纪，卡尔达诺完成了关于罗盘装置，即所谓的“卡尔达诺装置”的重要发明。这项发明由三个具有互相垂直旋转轴的同心环组成的支持装置，把罗盘固定在内环上，通过外环的轴把整个装置架设在船体上。这样，无论船体怎样摇晃，罗盘总是可以始终保持水平，准确地指示南方。

文化的载体——纸的起源

(公元前100年)

纸的发明，在人类历史上所起的作用是无所谓如何强调也不会过份的。这是因为，人类文化的发达，全靠世代流传和不断积累，而传播和积累都离不开纸。

纸是中国四大发明之一。最早的纸并不是人们有意研制成功的，而是对生产中的副产品加以利用和改进的结果。中国很早就开始用蚕茧制成丝绵。人们先把蚕茧煮后铺在席上，再把席浸在水里，捣烂蚕茧制成丝绵。丝绵取下以后，席上还留下一层薄薄的丝纤维，晒干后就成为纸，这种纸叫絮纸。

“纸”字偏旁有“纟”，就是这个道理。

西汉时已经有了这种絮纸，它很薄，不适宜书写，产量也很少，不能取代木简。1957年中国曾发现了公元前一世纪前后的西汉灞桥纸，这种纸用大麻纤维制成，比较粗糙。当时技术传播缓慢，它可能没有广泛生产和使用。

公元105年，蔡伦把造纸技术改进和提高了。蔡伦，字敬仲，桂阳（今湖南来阳）人，是汉和帝时的太监，曾负责监制御用器物。他总结了西汉以来造纸的经验，进行了大胆的试验和革新。在原料上，除用破布、旧鱼网等废旧麻类材料外，同时还采用了树皮，从而开拓了一个崭新的原料领域。在技术工艺上，除淘洗、碎切、泡沤原料之外，还开始用石灰进行碱液烹煮。这是一项重要的工艺革新，既加快了纤维的离解速度，又使植物纤维分解得更细更散，大大提高了生产效率和纸张的质量。蔡伦把这批纸献给朝廷，大受皇帝赞赏。从此，造纸技术在全国推广起来。

造纸技术先传到朝鲜和越南，7世纪又从朝鲜传入日本，8世纪中叶才从中亚传到阿拉伯。阿拉伯人在撒马尔汗等地建立的第一批造纸工场，它的造纸技术是由我国造纸工人亲自传授的。从公元751年起，阿拉伯人垄断欧洲的纸市场有400多年。公元1150年阿拉伯人征服西班牙，在那里开设了纸厂，直到公元1212年罗马教廷征服了伊斯兰教统治下的西班牙，造纸厂才在欧洲迅速发展起来。

在中国造纸技术传入欧洲以前，欧洲是用羊皮和埃及出产的草做书写材料的。

地震仪的发明

（公元132年）

世界上第一架地震仪是由中国东汉时期的张衡发明的。张衡，字平子，河南南阳人，著有《浑天仪图注》。他倡导浑天说，认为大地是个圆球，浑圆的天体并不是宇宙的边界，“宇之表无极，宙之端无穷”，从而表达了宇宙无限观念。

张衡担任太史令（掌管天文的官员）先后达14年之久，所以他在天文学方面的贡献最为突出。他还研究过地理学，曾绘制了一幅地形图流传了好几百百年。他是当时有名的文学家，有不少文学著作，在东汉文学史上有一定的地位。他还是个画家，曾被人列为东汉六大名画家之一。

在张衡生活的那个时代，较大的地震屡屡发生，于是对地震的研究成了他十分关切的研究课题。

基于对地震方向性的认识，特别是从当时建筑中有一种所谓“都柱”（即宫室中间设柱）的启示，张衡于公元132年首创了世界上第一架地震仪——地动仪。

这个地动仪“以精铜制成，圆径八尺，合盖隆起，形似酒樽”，里面有精巧的结构，主要是中间的“都柱”，相当于一种倒立型的震摆和它周围的八组机械装置。樽外相应地设置8条口含小铜珠的龙，每个龙头下面都有一只蟾蜍张口向上。一旦发生较强的地震，“都柱”因震动失去平衡而触动八组机械装置中的一组，使相应的龙口张开，小铜珠即落入蟾蜍口中，观测者便可知地震发生的时间和方向。

据记载，地动仪成功地记录了公元139年在甘肃发生的一次强烈地震，

证明了张衡所制仪器的准确性和可靠性。

国际象棋的起源 (约公元 5 世纪末)

国际象棋作为一项重要的国际性体育竞赛项目，它的起源有着悠久的历史。正因为如此，对于究竟是谁发明了国际象棋这个问题，似乎没有很权威的定论，但现在一般人都认为，它起源于古印度，发明人是生活在印度西北部的一个叫西萨的印度人，时间大约在公元 5 世纪末叶。据说因为当时的印度国王对流行的 15 人游戏已感到厌倦，所以西萨为国王发明了一种新的棋类游戏——国际象棋。

当然，西萨当初的发明并不叫国际象棋，其内容与规则与现在的国际象棋也大不相同。当时，人们把西萨的发明称为“查图兰加”(意为“四部分”)，它是一种战争游戏，有“象”、“马”、“车”、“兵”四种棋子，而这四种棋子正好代表了当时印度军队的组成，这种游戏不同于同类的其他游戏的关键所在，是发明人使每一种棋子的移动方式都粗略地模仿它所代表的战斗单位：国际象棋中的车起源于战车，能够沿任何方向的直路前进，而马则能跨越障碍，但不能在一步尚未跳完时停下来。

国际象棋在 8 世纪末通过克什米尔传到中国，然后再传到朝鲜和日本。它又很快向西传到波斯。阿拉伯人在 7 世纪侵犯波斯时学会了这种游戏，从此，它便在阿拉伯国家迅速传开。到 11 世纪，国际象棋通过西班牙传到了欧洲。

从那时以来，国际象棋逐步成为一种非常普及的游戏。这种游戏一直在发展变化。到 16 世纪时完成了最后一个重要改革，就是加上了用车护王的走法。

国际象棋的棋盘黑白相间，纵横 8 格，共 64 方格，分黑白两方，各有一王、一后、双车、双象、双马和 8 兵。各子走法不同，以把对方“将死”为胜。双方如不能“将死”或有“长将”“长杀”，某方无子可动，局面重复出现三次以上等情况，均可根据“规则”列为和局。子路运行全盘，战术相当复杂。

1475 年，卡克斯顿出版了《国际象棋谱》，表明国际象棋在英国已非常普及。16 世纪，出现了葡萄牙棋手达米亚诺和西班牙棋手洛佩兹等研究国际象棋的文章。在 19 世纪，英国曾由于有斯汤顿这样的棋手而称霸棋坛。从那以后，各国的棋坛新秀不断出现，俄国、古巴、波兰、斯堪的纳维亚、东欧、美国和中国的棋手都曾荣获过国际象棋的冠军。

火药的发明 (公元 6 世纪)

火药的发明，最早源于中国古代炼丹术的发展。最迟在中国的秦汉之际，由于医药学的发展，人们已经发现了硝石、硫磺、木炭这些在后来成为炼制火药所必须的重要原料，为火药的发明奠定了基础。

西汉初年，道术方士盛行。炼丹术士们为了发明所谓长生不死之药的金丹，对一些最基本的化学元素及其化学反应进行了艰苦探索。东汉末年，著

名的炼丹家魏伯阳写成世界上最早的炼丹专著《周易参同契》。西晋末年，著名的炼丹家葛洪又写成了《抱朴子》一书。南北朝时代的著名炼丹家陶弘景也进行过广泛的药物学与炼丹术的研究。正是在长达数百年的艰苦探索中，炼丹术士们逐渐认识到包括硝石、硫磺、木炭等在内的一些化学元素的基本性质及其反应规律。

到了唐初，著名医药学家和炼丹家孙思邈已认识并掌握了硝石、硫磺、木炭混合在一起能发生异常猛烈的燃烧这一特点。为了控制这种猛烈的燃烧，他发明了著名的“伏硫磺法”。虽然孙思邈的主要目的在于伏硫磺，但事实上他已制取了最初的火药。

火药发明后，在唐德宗年间即用于战争。不过最初只是利用其燃烧性能。后来人们逐渐发现，将密闭在容器中的火药点火即发生爆炸，因此由利用其燃烧性能逐渐改为利用其爆炸性能。

北宋初年，火药的发展进入了它在古代的昌盛时期。宋初成书的《武经总要》一书中，曾明确载有毒药烟球、葵藜火球、火炮这三种火药武器所使用的火药配方。与此同时，民间也有不少火药武器的发明献给朝廷。到了北宋末年，在战争中已开始使用“霹雳炮”、“震天雷”之类的爆炸力较强的新式火器。

大约在南宋末年，火药由商人经印度传入阿拉伯国家。约在 13 世纪后期，希腊人才通过阿拉伯人的著作知道了火药。在此期间，元军在与叙利亚的交战中失败，火箭、火炮、震天雷之类的火药武器落入阿拉伯人之手。此后，火药武器，即由阿拉伯国家传入欧洲。

在欧洲，最早提到火药的是中世纪后期的著名科学家罗吉尔·培根。他在 1249 年的一封信中，最早论及到火药的性能及威力。那刚好正是元军入侵欧洲的数年之后。此后，在欧洲即出现了最初的火药生产以及以中国的“震天雷”为原型改制的新式火药武器。

火药传入欧洲时，正值欧洲中世纪“千年暗夜”的末期。因此，火药一传入欧洲就被用于战争。尽管火药武器本身在这一历史时期内没有什么显著发展，但它却改变了欧洲的传统作战方式。

直到 18 世纪末和 19 世纪初，由于无机化学的进一步发展，特别是由于有机化学的诞生，火药的发展才出现了新的趋向。

速溶咖啡的问世

(公元 850 年)

关于咖啡的发现，有一个著名的传说。大约在公元 850 年，有一个叫卡尔迪的阿比西尼亚牧羊人，他发现自己的山羊有一种奇怪的举动：一直在啃一种常青的灌木。于是他决定尝几颗这种植物的干果。一尝之后他发现，这种干果能起兴奋作用，便到处宣扬他的发现。他碰到了一个在祈祷时老爱打瞌睡的老人，便劝这位老人尝一尝这种植物的干果。老人尝了之后，果然有了精神。于是咖啡便传播开去，成了人们喜欢的一种饮料。

原来这种常青植物含有咖啡碱，而少量的咖啡碱就能通过对中枢神经系统、心脏、血管和肾脏的作用而使人出现兴奋状态。

由于咖啡对人有刺激作用，所以在从阿比西尼亚出口到也门和其他阿拉伯国家之后几百年间，咖啡在成为一种非常普遍的饮料的同时，也引起了很

大争议，出现了无数次禁止饮用的情况。但由于人们的欢迎，最终是无法禁止的。

1838年，美国国会开始用咖啡来取代美国士兵和海员给养中的朗姆酒。最开始时是用咖啡汁，但事实证明液体式的咖啡并不适用。生活在芝加哥的一个叫加藤佐取的日本化学家发明了粉末状的速溶咖啡，并于1901年开始出售。1906年，一个叫华盛顿的美国化学家研究了一种精制的速溶咖啡，并在市场上大量出售。

在第一次世界大战期间，美国陆军部购买了国内生产的全部速溶咖啡，给咖啡业以巨大刺激。在第二次世界大战中，美国政府购买了二亿六千万磅的速溶咖啡，全部供应部队使用。

普通的粉状咖啡是一种不溶的浓缩物，生产过程的第一步是把绿色的咖啡豆混合起来，第二步是烘烤，第三步是磨碎，然后用蒸馏法有效地提取。20世纪60年代采取了一种新的干燥法。用这种方法是先把提取物进行冰冻，然后放在真空内去掉水分，留下干的浓缩物，再把它制成速溶的固体颗粒，这样制造的咖啡具有更加美妙的香味。

印刷术的起源与发展

(公元868年)

印刷术的发明，在中国有着悠久的历史。早在公元868年，中国就有了木板印刷书，现在还存有当时版本的佛经《百万塔陀罗尼》，被认为是最古老的印刷品。

但木版印刷需要一块块刻制木板，所花费的劳力非常之大，因此难以大量生产。为此到了宋朝的庆历年间(1041~1048年)，毕升发明了活版印刷术，即在胶泥片上刻字，用火烧硬后便成为活字。排版前，先在有框的铁板上敷一层纸灰和松脂的混合物，排上活字后加热并把字面压平，使活字粘在板上，便可和木版一样印刷了。因此，就活字印刷术而言，其发明权在中国。

从西方来看，最早发明印刷术的是德国人古丁堡。他于1405年前后发明了活字印刷术。这种技术有三个主要之点：

- 一是用铝或铅合金铸造铅质活字；
- 二是加压力把铅质活字版压在纸上印字；
- 三是采用油性印刷墨水。

古丁堡发明的重要之点在于他把上述三条巧妙地结合起来了。也就是说，只有用铸造活字、机械加压印刷和采用油墨，才能快速地进行大量印刷，而且印刷的质量也好。

古丁堡的发明在欧洲引起了巨大反响，不久这种活字印刷便在欧洲普及开了。现在的活字印刷术在原理上和古丁堡发明的印刷术基本是相同的。

在发明了活字印刷术之后的三个多世纪里，这种印制技术并没发生多大变化。但到了18世纪，随着出版事业的发展，用手拣字和用手操纵的印刷机印刷已不能满足人们对书报的迅速增长的需要。显然，必须用机器来生产报纸。

德国的印刷商柯尼希和一位叫鲍尔的技术员于19世纪初来到伦敦，在一位有魄力的财政支持者的帮助下，创建了第一个以蒸汽为动力的机器印刷所。

1812年《泰晤士报》创办者的儿子——约翰·沃尔特看见了生产的样机，引起极大兴趣，并订购了两台印刷机。1814年11月29日，《泰晤士报》首次用这两台机器进行印刷。

柯尼希和鲍尔制造的机器所根据的原理是很简单的。直到那时，每一张要印刷的纸，都必须用手放在印刷板上，印版用手操作的滚筒来上墨，用手或脚来压。柯尼希采用使印版在涂油墨的圆筒下通过的方式，使这些印刷过程都机械化了。用这种方法每小时可印1200张，而用手工印刷每小时只能印300张。

欧洲和美国的主要报纸用这种机器印刷达50年之久，但是后来它就为滚动印刷机所取代了。美国人布洛克于1863年制造出了第一台滚动印刷机，它能容纳大卷新闻纸，可使新闻纸不断地送进机器内。布洛克采用了圆柱形印版，这样，每一样东西——纸、油墨、活字都在转动的圆柱上了，因此大大地加快了印刷的速度。

但此时的排版还是用手工作业，相当费力，迫切需要机械化。1876年，一个移居到巴尔的摩的德国年轻技术员默尔根塔勒，开始研制一种像打字机那样的有键盘的机器。十年之后，即1886年，默尔根塔勒研制成功了铸成整行活字的排版机，并很快被许多报纸和印刷厂所使用。

至于其他的排版工作，特别是书籍的排版工作，单字自动铸排机更为适用。这种机器是一个叫兰斯顿的美国人在19世纪80年代发明的。它有两个分离的部件：一个是键盘机，它在纸带上按一定的型式打孔，每一种型式代表一个字母；另一个是铸造机，在铸造机内按打孔释放出字模，按字模铸成单个的金属铅字。铅字自动组合成行，行又组合成页。

印刷技术的近期发展是致力于加速排版过程。极快的单行自动铸模机的工作，像单字自动铸排机一样从纸带打孔开始，用计算机来作分行和单词转行的工作。又一个新的进展是照相排版。照相排版用几个键盘工作，要排的文字在键盘上打印，然后转变成纸带上的孔。纸带被送进照相装置，孔眼花样在装置里转变成照相软片或纸上的铅字，再进行检查和校改。

20世纪60年代，英国发明了“整页电传机”，可以从一个中央报社把报纸的内容整页地传给地方报社。此后，印刷技术又得到了进一步发展，为人类社会的信息快速传递创造着新的条件。

牌戏的出现 (公元1000年)

牌戏是人们所喜爱的一种娱乐活动，但它究竟发源于何处，起源于何时，却很少有人能说清楚。据说，早在公元1000年以前，在东方一些国家就有人玩牌了。但直到1300年前后，牌戏才传到欧洲。

西方最初制造的牌叫“塔罗特”。这种牌是带画的，22张一副。这种牌过去用于占卜，现在也还有人用于占卜，但到14世纪末叶时，它就跟56张一副的东方牌结合起来了。

最早的记分牌戏使用78张一副的牌。这种有趣的小游戏在意大利称为“塔罗奇”，在德国称为“塔罗克”，在法国称为“塔兰”。

法国人最先采用现在的52张一副的扑克牌，也是他们使4套牌获得了目前的标记。然而英国人却改变了牌名称，例如，代表方块的符号，按法文应

称为“方形”，而英国人则称之为“钻石”。在英国发展起来一种叫“惠斯特”的牌戏，它是从其他的各种牌戏，其中包括早在16世纪就有人玩的“胜利”牌戏派生出来的。1742年，霍伊尔制定了“惠斯特”的规则，尔后又为其他的牌戏制定了规则。

现在流行的定约桥牌是范德比尔特在1925年引进的。在此之后15年，戈伦引进了计牌点的打法，这种打法后来取代了计最大的牌数的打法。21点牌是一种最古老的赌博牌戏，而且是全世界赌场中最流行的一种牌戏。

冰淇淋的发明

(1295年)

冰淇淋是孩子们最喜欢的冷饮食品之一。在炎热的夏季，吃上一根冰淇淋，的确是一个很开心的享受。从冰淇淋最初的发展史上看，它是在国王的宫廷中产生的。因为冰淇淋最初是作为一种奢侈品使用的。法老把雪放在双层银质高脚杯里冰镇水果汁，并用这种果汁来招待宾客。

据说，西方人制作冰淇淋的方法是马可波罗在1295年从中国带回去的。当时在北京有一种冰冻奶制品，在大街上用手推车推着卖。

1533年，当卡特琳·德梅迪西与未来的法国国王亨利二世结婚时，威尼斯人利用这个机会，向人们推销了一些冰冻的精美食品。在长达34天的婚礼中，每天饮同一种冰冻的果汁，其中包括冰冻的柠檬水、桔子水和野草莓水。还有一种用奶油做的半冰冻的甜点心，这种点心的制作方法高度保密。据说英国的查理二世流亡到欧洲大陆的时候，曾要求尝一尝冰淇淋。

1550年居住在罗马的一个叫比利亚弗兰卡的西班牙医生发现，如果把硝酸钾加在雪里，能很快把温度降到冰点，使奶油的混合物完全凝结。佛罗伦萨人最先利用这种知识大规模地生产真正的冰淇淋。

1870年，伦敦建立了第一个制冰厂。冰淇淋成为普遍受人欢迎的食品。据说，盛冰淇淋的圆形蛋卷，是在1904年的美国路易斯安那州交易会上，一个卖冰淇淋的男孩子的女友发明的。他送给她一束花和一块冰淇淋，她把一张薄饼卷成圆锥形来盛花，又卷了一张薄饼来盛开始融化的冰淇淋。在法国科学家索林发明均化器之后，美国人发明了现在的软冰淇淋。

火炮的发明与发展

(1332年)

中国是最早发明火炮的国家。早在元朝时，作为管形火器的竹管已开始被金属管所代替。先前以粗毛竹制做的突火枪，也变成了用金属做的大型火铳。这种用金属制作的大型火铳，就是早期的火炮。中国历史博物馆中展出的元代至顺三年（1331年）制造的青铜铸炮，重6.94公斤，长35.37厘米，口径105毫米。

中国的火药和火器西传以后，火炮在欧洲开始发展。14世纪上半叶，欧洲开始制造出发射石弹的火炮。其中1346年克勒西会战时，英国国王爱德华三世统帅的部队就使用了短管射石炮。到1350年，火器已流传到西欧、南欧和中欧各国。百年战争中已使用生铁或青铜做成的火炮，发射铅弹、铁弹或铁器。1378年德国制成了铸铜炮和铸锡炮。

15 世纪时，开始出现了带炮耳的火炮。这种火炮有两个短轴装置在炮管平衡点上，围绕该点可使炮管俯仰。当然，对炮手来说，最重要的是怎样才能简单迅速地调整火炮射程，正是这种需要导致了弹道学的诞生。伽利略提出，弹丸飞行的轨迹是抛物线形的，从而纠正了人们认为炮弹在垂直下落之前是直线飞行的错误观念。此后，英国的数学家本杰明·罗宾斯发明了一种名为弹道摆装置，用于测量初速。

进入 18 世纪后，火炮技术取得了惊人的进展。1736 年，法国的古里鲍巴尔对火炮作了重大改进。他对炮身长度、炮筒尺寸、弹丸重量及火药的装药量等都进行了精心研究，并把火炮分成几段制造，即使炮体的一部分毁坏，也能在更换后继续使用。

18 世纪中叶，普鲁士王弗里德里希二世和法国炮兵总监格里博沃尔曾致力于提高火炮的机动性和标准化。在英法等国多次试验的基础上统一了火炮口径，使火炮各部分的金属重量比例更为恰当。

从火炮出现到 19 世纪中叶以前，火炮一般是滑膛前装炮，发射实心球弹，部分火炮发射球形爆炸弹、霰弹和榴霰弹。这种火炮的主要缺点是射速慢，射程近，射击精度差。1846 年，意大利 G·卡瓦利少校在以往大量试验的基础上制成了螺旋线膛炮，发射锥头柱体长形爆炸弹，提高了火炮的威力和射击精度，增大了火炮射程。

火炮技术的一项重要进步是反后坐装置的创制。在 19 世纪末期以前，炮身通过耳轴与炮架相连接，这种火炮的炮架称为刚性炮架。这种炮架在火炮发射时受力大，火炮笨重，机动性差，发射时影响瞄准。在 1807 年英国旗舰“胜利号”上曾用滑轮和重锤来限制火炮的后坐力。

19 世纪末期才出现了反后坐装置，炮身通过反后坐装置与炮架相连接，这种火炮的炮架称为弹性炮架。影响最大的是法国 1897 年式 75 毫米野战炮。这种火炮的设计包括具有两种重要功能的液压气动式反后坐装置。它不但能吸收火炮射出时产生的后坐力，而且与当时处在研究阶段的其他方法不同，能在发射之后把炮管复归原位，从而有效地提高了火炮的发射速度和威力。

从 20 世纪初开始，火炮进入多样化、专业和性能全面提高的大发展时期。第一次世界大战期间，为了对隐蔽目标和机枪阵地射击，广泛使用了迫击炮和小口径平射炮。随着坦克的出现又产生了坦克炮。为了对付空中目标，广泛使用了高射炮。当时各交战国还重视大口径远程火炮的发展。法国 1917 年式 220 毫米加农炮，最大射程达 22 公里。德国 1912 年制成的 420 毫米榴弹炮，最大射程 9300 米。

20 世纪 30 年代，火炮性能进一步改善。通过改进弹药、增大射角、加长身管等途径增大了射程。轻榴弹炮射程增大到 12 公里左右，重榴弹炮增大到 15 公里左右，150 毫米加农炮增大到 20~25 公里。炮闩和装填机构的改进，提高了发射速度。普遍实行机械牵引，减轻火炮重量，提高了火炮的机动性。

第二次世界大战中，由于飞机提高了飞行高度，出现了大口径高射炮、近炸引信和包控炮瞄雷达在内的火控系统。由于坦克和其他装甲目标成了军队的主要威胁，又出现了无后坐力炮和威力更大的反坦克炮。

军衔的出现与发展

(15 世纪末)

提到军衔，人们自然会想到它产生的历史。据美、苏两国出版的百科全书记载，军衔最早出现于15世纪末叶，是伴随着常备军的产生和发展逐渐完善的。

军衔的主要作用是通过把官兵的等级在服装上表示出来的方法，鲜明地表示军人的军阶高低，以便于确定相互之间的隶属关系，准确识别和指挥作战。

俄国是世界上实行军衔较早的国家之一。16世纪中叶，俄国军队首先在射击兵中实行了军衔。到17世纪末18世纪初，彼得一世才在他建立的正规军中实行统一的军衔体制。

苏联十月革命胜利后，1917年12月16日专门颁布法令，废除了旧的官衔军衔。又经过近20年时间，直到1935年9月22日，苏军才颁布了新的军衔制。到1957年，苏军颁布了更为完整的军衔制。

苏军的军衔分为大元帅、主帅、军种元帅、军种主帅、兵种元帅、兵种主帅、专业兵元帅；大将、上将、中将、少将；上校、中校、少校；大尉、上尉、中尉、少尉、准尉；大士、上士、中士、下士等23种。在服装上表示军衔的符号竟多达216个品种。

美国军队军衔制的第一个倡导者是乔治·华盛顿。1775年，华盛顿第一个在美国军队中推广和实行军衔制。经过200多年的逐步发展，美军已形成了比较适合其特点的军衔体制。

美军不设元帅，分为将、校、尉、准尉、军士、兵6类，其级别和苏军大致相同。美国军队的军官符号一般在常服、礼服的肩带上和领子上以及宴会服的袖端上。肩带上的符号又分为肩章和肩徽两种，前者用于蓝色礼服和灰绿色衬衫，后者用于常服。肩章有金色的边缘，底色为兵种的颜色，上有各种军阶图形。肩徽小于肩章，其军阶符号与肩章相同。士兵的军阶符号，用佩带在袖子上方外侧的臂章表示，在穿作战夹克和作为外衣的灰绿色衬衫时，在领子上佩带与臂章图形相同的金属领徽表示。

中国人民解放军于1955年10月1日，第一次颁布了自己的军衔。当时的军衔分为帅、将、校、尉、军士、兵等6种，其级别也多达20多个。根据颁布的军衔制，帽徽上设有等级的差别，而肩章和领章各不一样。例如元帅的肩章，一般都是金黄色版面，正红色边，版面上端绣中华人民共和国国徽，下端绣银白色五角星徽。将军的肩章，主要是星徽的数量有别，大将四颗星，上将三颗，中将两颗，少将一颗。校官的肩章，除版面两条纵线外，其星徽与将军相同。尉官的肩章则是版面上加一条纵线。军官的领章也有所不同，元帅的领章除靠领口的一边外，其余三边绣金边，版地缀有中华人民共和国国徽的金黄色扣。将军的领章，除靠领口一边外，其余三边镶金边，版地缀军种、兵种及勤务符号。校、尉官的领章，均为版地缀军、兵种及勤务符号。60年代中期，中国人民解放军取消了军衔。

从1988年起，中国人民解放军又恢复了军衔。但比起50年代的军衔，目前的军衔更加简明，等级级别进一步减少，形成了独具特色的军衔体制。

近代发明

近代发明概述

自从 15 世纪下半叶以来，科学技术取得巨大进步。在近代科学技术方面，牛顿所创立的经典力学体系，实现了以力学为中心的科学知识的第一次大综合。在研究天体力学和地球上物体力学过程中，数学得到划时代的发展：从常量数学发展到了变量数学，由初等数学发展到了高等数学。其主要代表是 17 世纪的三大成就，即耐普尔制定了对数，笛卡尔创立了解析几何，牛顿和莱布尼兹发明了微积分。以蒸汽机为主要标志的第一次技术革命，有利地推动了化工、机械加工、冶金和交通运输部门的发展，导致了世界性的工业革命。机器大工业的发展要求自觉地利用自然科学，并为探索自然规律提供了大量先进的技术手段，使得近代自然科学进入全面发展的阶段，它的一些主要部门已由长期搜索材料为主转到整理材料为主的理论综合。1775 年，康德发表了《宇宙发展史概论》，提出关于太阳系起源的星云假说；1833 年，赖尔出版的《地质学原理》中提出了地球缓慢进化的学说；笛卡尔、迈尔、焦耳、赫尔姆霍茨等人提出了能量守恒与转化定律；在化学方面则在 19 世纪陆续建立了原子分子论，进行尿素的人工合成，发现了元素周期律；在生物学上提出了细胞学说和物种进化理论。

随着自然科学的迅速发展，人类的发明创造活动也呈现出空前未有的活跃局面。这一时期的发明创造有一系列重大突破。其中最重要的有两方面的发明，它们对社会发展起到了划时代的作用。

首先是蒸汽机的发明和广泛使用，带来的近代史上的第一次技术革命，促进了社会生产力的巨大发展。远古以来，人类只能直接利用热能（火）来煮食、取暖、熔炼金属等，仅局限于运用热能本身。18 世纪蒸汽机的发明，则是人类第一次实现了把热能转化为机械能，成为人类征服和改造自然中的强大的物质力量。同时，蒸汽动力的广泛使用，带动了纺织工业、冶金工业、煤炭工业、交通运输业、机器制造业的飞跃发展。不仅如此，蒸汽机的使用促进了工业的大发展，从而引起社会生产方式的变革，加快了资本主义制度的建立。

其次是电机的产生、电力的应用具有划时代的意义。如果说，蒸汽机的应用标志着近代第一次技术革命，使资产阶级最终摧毁了封建贵族的统治，确立了资本主义的生产方式，那么，以电力应用为特征的第二次技术革命，则促进了资本主义社会生产力的大发展，创造了比蒸汽时代大得多的生产力。恩格斯指出：“这实际上是一次巨大的革命。蒸汽机教我们把热变成机械运动，而电的利用将为我们开辟一条道路，使一切形式的能——热、机械运动、电、磁、光——互相转化，并在工业中加以利用。”

除此以外，近代还产生了许多重要发明成果。例如，在纺织工业上，产生了飞梭、纺织机、精纺机三大发明，有力地促进了纺织工业的发展；在光学仪器上，发明了望远镜、显微镜，为人类进入微观世界和了解宏观世界提供了有力武器；在医学上，产生了体温表、免疫法、麻醉术、X 射线等发明，为预防疾病、解除人们的痛苦创造了条件；在交通工具上，发明了汽车、火车、轮船、飞艇、自行车等，为提高工作效率和生活质量创造了有利条件；在通信方面，发明了电报、电话、光通信等，为加快社会信息交流奠定了重

要基础；在文化用品方面，发明了钢笔、圆珠笔、打字机等，为文化事业的发展作出了贡献；在材料方面，发明了水泥、橡胶等，为社会生活和生产提供了新的材料，等等。

总的看，近代是发明创造的丰收时期，其数量之多，质量之高，都达到了空前水平。这一时期发明创造的主要特点可归纳为四个方面：

一是发明创造与科技发展相辅相成。近代的发明创造，得力于科学技术的有力推动。由于近代自然科学的迅速兴起与飞速发展，极大地提高了人们认识世界与改造世界的能力，也为发明创造注入了生机与活力。不论是蒸汽机的发明，电力的使用，还是其他各项重要发明创造，都是以近代科学为理论基础的。离开了自然科学的支撑，就不可能有如此丰硕的近代发明成果。另一方面，各项发明创造又极大地促进了近代科学技术的发展。特别是在技术方面的进步，更是与发明成果紧密相关。比如炼钢技术、纺织技术的发展，就是转炉、飞梭和纺织机发明的直接结果。因此，这一时期，发明创造与科学技术的互相促进、互相结合是十分明显的。

二是发明成果形成系列。与古代发明有所不同的是，近代许多发明成果具有较强的相互关联性，往往形成某一方面的系列成果。比如电力发明与使用后，很快形成了电器方面的家族。像电灯、电话、电报、无线电广播、电冰箱等相继问世。而蒸汽机的出现，也导致了火车、汽车、轮船等一系列以蒸汽机为动力的交通工具的诞生。之所以如此，是因为近代科学技术的发展极大地拓展了人们的眼界，使人们对世界各种事物之间的内在联系及其规律有了更深刻的认识，一旦某一方面有所突破，就会在深度与广度上得到迅速扩展。

三是发明的主动性、目的性增强。近代发明中仍然具有很多偶然性因素，比如望远镜、牛痘疫苗、电池、硫化橡胶、X射线等等，其发明过程中都有一些极富戏剧性的情节。但与古代不同的是，近代发明的偶然性，更主要地发生在科学研究与实验之中，而并非像古代那样发生在生产实践中。这是因为，随着近代科学的发展，科研实验已成为一项重要的实践活动，人们探索自然奥秘的主动性、目的性大大增强了。发明创造不再是生活与生产中碰巧发生的事，而是在人们有计划、有目的的研究探索中，必然要发生的事。那些看似“得来全不费功夫”的发明，其实是“踏破铁鞋无觅处”之后的结果。这表明，近代的发明创造活动进入了一个更加自觉的更高阶段。

四是发明家的作用更加突出。如果说古代有很多不知名的发明家、有很多不知发明者的发明成果的话，那么到了近代，情况则大不相同。发明创造活动已有受法律保护的专利权，发明人的地位突出了。纵观近代发明史，不仅涌现出大批发明成果，而且出现了一批发明家。比较著名的像爱迪生、贝尔、诺贝尔、富兰克林、瓦特、法拉第、富尔顿等，他们大都既是科学家，又是发明家，一生致力于科学研究，取得显著成就。特别是被誉为“发明大王”的爱迪生，一生有2000多项发明，获得专利的就有300多项，仅1882年一年就取得了141项发明专利，为人类的进步作出了巨大贡献。这一现象只有在近代自然科学大发展之后，特别是人们掌握了科学的研究方法之后才会产生。

总之，在世界发明史上，近代发明占有突出的地位，其大量的发明成果，对人类社会的生产和生活都产生了重大而深远的影响。

近代发明故事

体温表是怎样诞生的

(1593年)

对于今天的人们来说，体温表已是非常普通的东西了，不仅医院广泛使用，就连许多家庭也都是必备之物。由于体温表能准确测出人体的温度，因而是医生看病的得力助手。然而在300多年前，医生们曾因为无法测量病人的体温而大伤脑筋。为了解决这一问题，人们找到了伟大的物理学家伽利略，请他帮助发明一种能准确地测出体温的仪器。

当时伽利略正在威尼斯的一所大学任教，对医生们的这一要求，他以其科学探索的特有勇气承担了下来，但一时又难以找到正确的解决办法，他苦苦思索着、探求着……

一天，伽利略给学生上实验课，他提问到：“当水的温度升高，特别是沸腾的时候，为什么水位会上升？”有个学生立即回答说：“因为水达到沸点时，体积增大，水就膨胀上升。水冷却，体积缩小，就会降下来。”

听到学生的正确回答，伽利略不由眼前一亮，他立即想到了测量体温的方法问题。他想：水的温度发生变化，体积也随着发生变化。反过来，从水的体积的变化，不是也可以测出温度的变化吗？

有了发明温度表的理论依据，伽利略立即跑到实验室，根据热胀冷缩的原理，搞起实验来了。但是，一次次地实验都失败了，伽利略又陷入了困境。

这一天，伽利略又在实验室做实验。他用手握住试管底部，使管内的空气渐渐变热，然后把试管上端倒插入水中，松开握着试管的手。这时他发现，试管里的水被慢慢地吸上去一截；而当他再握住试管的时候，水又渐渐降下去一点。这表明，从水的上升与下降，可以反映出试管内温度的变化。

伽利略根据这次实验，经过多次改进，终于在1593年制出了一个温度表。其做法是：把一根很细的试管装上一些水，排出管内的空气，再把试管封住，并在试管上刻上刻度，以便从水上升的刻度上知道人的体温。这样，世界上第一个温度表就诞生了。

但这种温度表有个缺点，即到了寒冷的冬天，试管会由于水结冰体积膨胀而被撑破。这样，这种温度表作为医用有很大的局限性。

1654年，伽利略的学生斐迪南发现了酒精不怕寒冷的特性，进一步改进了最初的温度表，用酒精代替水，解决了冬天温度表不能使用的问题。

1657年，意大利人阿克得米亚发现水银是在常温下唯一呈液态的银白色金属，零下38.89摄氏度凝固，其特异的物化性能优于酒精，他又用水银代替了酒精，使体温表的制造技术又提高一大步。1867年，英国医生奥尔巴特又改进了体温表的笨重形态，研制出更为精巧的体温表，使用起来更方便了。

香烟的出现

(1600年)

吸烟是有害健康的，但世界上仍有许多人喜欢吸烟，而且人们还把向人敬一支香烟看作是一种友好的表现。在一定意义上说，吸烟已成为一种具有文化意义的普遍社会现象。

然而在 18 世纪末以前的欧洲,没有一个有身份的人愿意接受作为雪茄替代品的其他不值钱的香烟。因为那时香烟还是一种财富的象征,吸的香烟档次高低,反映着本人的地位与身份。

雪茄是 1600 年前后由西班牙人引进欧洲的。纸卷的烟当时是很不值钱的,它最初是西班牙塞维利亚地区的乞丐抽的一种劣质烟。这些乞丐把雪茄的烟蒂捡起来用纸重新卷过,称之为纸烟。但是,到 1873 年的经济危机时,许多有烟瘾的人发现,从市场上买些便宜的香烟抽能够大大减少经济上的支出。于是,在经济利益的驱使下,一些有钱人也开始抽起纸烟来了。

香烟从西班牙传到意大利和葡萄牙,再由商人传到俄国和地中海诸国和岛屿。法国人和英国人在西班牙国土上进行 1808—1814 年的拿破仑战争时,才开始接触到少量的香烟。

1853 年,古巴的哈瓦那建起了一个卷烟厂,生产的香烟劲小而温和,直到克里米亚战争时,抽这种烟的人才多了起来。最初时,英国人喜欢抽温和的土耳其香烟,但时间不久,他们又选择了弗吉尼亚烤烟,而美国人都喜欢抽土耳其和其他地方的烟叶。

最早的香烟既有工厂卷的,也有吸烟者自己卷的。现在,用手工卷烟的已经很少了。因为 1860 年切碎机发明后,卷烟工业就引进了机器,开始了机械化的生产。

到 20 世纪 20 年代,香烟的销售量超过了雪茄的销售量,从那以后,人们对香烟的需求稳步上升。新近的科学研究表明,抽烟能引起肺癌、心脏病和其他许多失调现象。可令人遗憾的是,这种宣传对香烟的销售量并没有产生多大影响,就美国政府来说,政府每年征收的香烟税都在 20 亿美元以上。

从眼镜片到望远镜

(1608 年)

在科学发展史上,望远镜的发明具有重大意义,它极大地扩展了人类的眼界,为人们观察与了解浩瀚无垠的宇宙提供了必不可少的工具。

说起来,望远镜的发明也带有很大的偶然性,其中有一段生动的故事:

1607 年,在荷兰的密特尔堡小镇上,有一个叫利珀希的眼镜制造匠人。他靠开眼镜铺维持生活,日子过得并不富裕。利珀希有三个孩子,经常拿家中的镜片当玩具。有一天,三个孩子拿着几只镜片正玩耍着,其中一个孩子两只手各拿着一只眼镜片站在窗台上,两只手一前一后,使两只镜片重叠起来,然后闭上一只眼睛,好奇地通过两只镜片望着远方。猛然间,他发现远处的景物被拉到了眼前,看得十分清楚。这一发现,使他十分兴奋,并把这一发现告诉了爸爸。利珀希听了之后,学着孩子的样子去做,果然看清了远处的景物。这引起了利珀希的极大兴趣。他反复地查看这两只镜片,证明它们一只是老花镜片,另一只是近视镜片。他发现老花镜片在前,近视镜片在后,只要适当调整两只镜片之间的远近,就可以看清不同距离的东西。根据这一原理,利珀希经过一番研究,制成了一架简单的望远镜。这架望远镜只有一个 30 多厘米长的筒,里边装着一只老花镜和一只近视镜片,但它却是世界上第一架望远镜。

故事到这里并没有结束,因为望远镜的真正价值是由一位伟大的科学家伽利略的科学实验加以证实的。

当时，哥白尼的日心学说已经形成，并在欧洲大陆产生着革命性影响。伽利略也模糊地意识到了地球在动，但苦于没有办法去详细观看天体运行的情况。1609年，正在威尼斯的伽利略从朋友的信中了解到荷兰眼镜匠人制造望远镜的消息后，他回到帕多瓦就自己动手制作了第一架天文望远镜。这个用一片凸透镜和一片凹透镜构成的望远镜，最初只能放大三倍，以后又改进到可以放大30倍。这就是有名的伽利略望远镜。

有了望远镜，伽利略就可以观测天体了。于是，人类第一次看见了月亮的表面，看见了木星周围有四个小卫星围绕它旋转，看到了银河系许许多多的恒星。尽管当时的那些神学家咒骂望远镜是“魔鬼的发明”，伽利略也因宣传日心说而受到教会的迫害，但他的成就开辟了科学的道路，动摇了宗教的统治地位，他本人则成了近代实验科学的奠基人。

此后，望远镜又得到了不断的改进。1611年，开普勒创造了带两个凸透镜的天文望远镜。1640年加士可因在望远镜里加上了一个细细的十字线以提高测量的准确性。

当时，望远镜还存在一个很大的问题：要看得远，就要不断加大望远镜的口径。但是口径一大，看上去就出现各种颜色，这就是所谓色差。为了解决这个问题，只好拉长焦点距离，这样，当时的望远镜竟有长达数十米的。以后，又有人发明了消色透镜，即把多片不同材料的透镜重叠起来使用，就可以消除色差了。

打开微观世界大门的工具——显微镜 (1665年)

最早的显微镜是由一个叫詹森的眼镜制造匠人于1590年前后发明的。这个显微镜是用一个凹镜和一个凸镜做成的，制作水平还很低。詹森虽然是发明显微镜的第一人，却并没有发现显微镜的真正价值。也许正是因为这个原因，詹森的发明并没有引起世人的重视。事隔90多年后，显微镜又被荷兰人列文虎克研究成功了，并且开始真正地用于科学研究试验。关于列文虎克发明显微镜的过程，也是充满偶然性的。

列文虎克于1632年出生于荷兰的德尔夫特市，从没接受过正规的科学训练。但他是一个对新奇事物充满强烈兴趣的人。一次，他从朋友那里听说荷兰最大的城市阿姆斯特丹的眼镜店可以磨制放大镜，用放大镜可以把肉眼看不清的东西看得很清楚。他对这个神奇的放大镜充满了好奇心，但又因为价格太高而买不起。从此，他经常出入眼镜店，认真观察磨制镜片的工作，暗暗地学习着磨制镜片的技术。

功夫不负苦心人。1665年，列文虎克终于制成了一块直径只有0.3厘米的小透镜，并做了一个架，把这块小透镜镶在架上，又在透镜下边装了一块铜板，上面钻了一个小孔，使光线从这里射进而反射出所观察的东西。这样，列文虎克的第一台显微镜成功了。由于他有着磨制高倍镜片的精湛技术，他制成的显微镜的放大倍数，超过了当时世界上已有的任何显微镜。

列文虎克并没有就此止步，他继续下功夫改进显微镜，进一步提高其性能，以便更好地去观察了解神秘的微观世界。为此，他辞退了工作，专心致志地研制显微镜。几年后，他终于制出了能把物体放大300倍的显微镜。

1675年的一个雨天，列文虎克从院子里舀了一杯雨水用显微镜观察。他

发现水滴中有许多奇形怪状的小生物在蠕动，而且数量惊人。在一滴雨水中，这些小生物要比当时全荷兰的人数还多出许多倍。以后，列文虎克又用显微镜发现了红血球和酵母菌。这样，他就成为世界上第一个微生物世界的发现者，被吸收为英国皇家学会的会员。

显微镜的发明和列文虎克的研究工作，为生物学的发展奠定了基础。利用显微镜发现，各种传染病都是由特定的细菌引起的。这就导致了抵抗疾病的健康检查、种痘和药物研制的成功。

据说，列文虎克是一个对自己的发明守口如瓶、严守秘密的人。直到现在，显微镜学家们还弄不明白他是怎样用那种原始的工具获得那么好的效果的。

高压锅的问世

(1681年)

高压锅作为厨房用具的历史并不太长，但它的出现却是300多年前的事了。发明高压锅的是法国科学家帕平，他于1647年出生于法国的布卢瓦，后来到伦敦，担任著名科学家波意耳的助手。由于他有很多发明创造，成为了英国皇家学会会员。

帕平早就有发明高压锅的念头。他想，既然水沸腾的温度可以随着压力的升高而上升，那么，要是把盛水的容器密封起来，在使蒸汽不外泄的情况下加热，器内的压力增高，沸点也会超过100℃。如果把食物放在这样的容器里，一定会熟的更快，煮的更烂。按照这一设想，他开始进行试验。

在密闭的容器里给水加热是很危险的。因为蒸汽不能外泄，它对容器的压力就要大大升高，最后就会像炸弹一样引起容器爆炸。为了使容器内的压力不致于太高，帕平发明了一个减压装置，用它使蒸汽在达到危险压力以前就放泄出去，这个装置就是现在高压锅上的“安全阀”。帕平给他发明的安全高压锅取了个名字叫“消化器”。

高压锅的初次使用是在皇家学会会员的一次集会上，帕平用他发明的高压锅做了菜请大家品尝，给大家留下了深刻的印象。当时出席这次集会的皇家学会会员约翰·叶维林在他的日记中这样写道：1681年4月12日。这天下午，几位皇家学会会员受帕平的邀请共进晚餐。席上的鱼、肉全是用帕平的“消化器”烧煮的，连最硬的牛羊肉都煮得像奶酪一样稀烂，只用了8盎斯的煤就煮出了大量的肉汁。用牛骨煮的肉冻香气扑鼻，是我从未吃过、也从未见过的。

1681年，帕平写了一本书介绍这种装置，这本书包括一幅高压锅结构图和详细说明其结构的文字，并用若干章的文字详细介绍了用压力锅做羊肉、牛肉、兔子肉、鸽子肉、鲭鱼、狗鱼、大豆、青豆等食物的情况。帕平一再强调说，用这种烹调法能保留用其他方法不能保留的香味和营养成分。

英皇查理二世对这一发明极感兴趣，并特地命令帕平为他制造了一个，放在白金汉宫中国王的实验室里。

若干年后，帕平开始任皇家学会的临时实验室主任，1712年前后逝世于伦敦。

是谁发明了蒸汽机

(1698 年)

一提到产业革命最重要的条件——蒸汽机的诞生，人们立刻会联想到瓦特的名字。但事实上，最早发明蒸汽机的并不是瓦特。

应当说，利用蒸汽作动力的思想是由来已久的，最有名的是亚力山大时代的天才人物海隆。早在公元前二世纪，他就曾用热空气和蒸汽作动力开过机械玩具。只是由于当时的社会生产力状况对这种人为的动力源尚无迫切需要，因而海隆的试验不过是供人们一时玩乐而已。

到 17、18 世纪，随着社会生产力的发展，对人工动力的需要逐步突出了。当时英国要解决采煤炼铁问题，而采煤需要强大的动力在矿井中排水。据说有一个矿竟用 500 匹马来做这项工作，这就大大影响了矿主的赢利。于是，人们开始进行各种各样蒸汽机设计和制造。而最先取得成功的，是纽科门。

纽科门是达特默恩的一个金属器具商，他对德温和康沃尔的矿井很熟悉，知道矿井的抽水是一个难题，他决心解决这个问题。后来，他花了 10 年的时间作实验，终于在 1705 年搞出了第一台用蒸汽推动活塞工作的抽水机。其工作原理是：蒸汽机有一个顶上开口的垂直汽缸，活塞杆用链子连在枢轴上转动的横梁的一端，泵杆则用链子连在横梁的另一端。当泵杆下降时，其重量便将活塞从汽缸中提起。与此同时，一个阀门打开，让从锅炉来的蒸汽在活塞下充满汽缸。当活塞到达顶点时，蒸汽供给卡断，另一个阀门打开，开始喷射冷水，蒸汽的冷凝在汽缸内造成真空，活塞上端受到的大气压力便将活塞下推。这种动力冲程举起泵杆，从而将矿井的水抽出。这台蒸汽机的诞生，是人工动力上的一个重大突破。但因耗煤量太大，在远离煤矿的地方难以应用，不能满足当时的需要。

对纽科门蒸汽机进行根本性变革的是瓦特。瓦特是英国商人的儿子，19 岁到伦敦当学徒，学习仪器制造，21 岁在格拉斯哥大学修理和制造仪器。瓦特经常和一些教师讨论改进蒸汽机的问题，增长了不少科学知识。在 1761 年和 1762 年，他做过一些改进蒸汽机的试验，但没有取得进展。

1764 年，学校把一台纽科门蒸汽机交给瓦特修理。瓦特在试图降低蒸汽消耗量的努力失败后，开始探讨蒸汽机的工作原理。他发现纽科门蒸汽机效率低的一个原因是消耗不少热量用来加热汽缸本身。他想到，如果冷却在汽缸外的另一个容器里进行，那就既有利于降低冷却温度，又有利于保持汽缸的温度。经过实验，果然证实了他的设想。

1765 年，29 岁的瓦特发明了带有单独冷凝器的蒸汽机。由于把汽缸和另外一个冷凝器相连接，使用过的蒸汽在冷凝器中凝结成水，这就能使汽缸在运行中始终保持一定温度，从而大幅度地节省了燃料。四年之后，瓦特取得专利权，并被称为“专利之王”。

瓦特并没有因此满足，他在伯明翰的机械厂主博耳顿的合作与支持下，继续进行实验。后来，他又发明了蒸汽机的分汽阀以及能使蒸汽机往复运动变成旋转运动的机构。这样，蒸汽机在它的主要方面就和今天差不多了。

发明蒸汽机之后，瓦特又在考虑怎样表达这种机器的效率问题。在这之前，人们是用马来作动力，所以人们对于马有多大气力有个习惯的估计。瓦特想到，说明机器效率最好是和马来比较。于是，他从一家啤酒厂借来几匹拉车的马进行试验。他用一个重 100 磅的东西，拴上一条长长的绳索，再把重物放进深井里，然后通过一个滑车用马拉。结果，这匹马拉着 100 磅的重

物，每分钟可以走 220 英尺，每分钟可做 22000 英尺磅的功。考虑到滑车的摩擦会消耗一些气力，瓦特又给 220 英尺加上了 50%，成为 330 英尺。这样所做的功便相当于每分钟 33000 英尺磅，即每秒 550 英尺磅了。他把这个数字称为一“马力”。“马力”这个单位就是这样来的。

打字机的问世

(1714 年)

打字机作为一种重要的现代办公用品，是在 18 世纪初发明的。1714 年 1 月 7 日，安妮女王向一个叫米尔的工程师颁发了一份专利证书。证书上说：“他谦恭地请求把他的发明献给我们。这是他花了许多时间和精力，不惜破费，终于研制成功，后来又逐步改进，使之臻于完善的人造机器或方法，用它可以把字母单个或连续地打印出来，就像在书写一样。不管什么样的作品都能整齐而准确地打印在纸上或羊皮纸上，跟印刷的没有区别。”

关于米尔的新发明，没有图纸或模型存留下来，有些人认为它可能只是一张图纸。虽然这样，人们还是普遍认为米尔是打字机之父。然而，打字机并没有很快推广。这是因为 18 世纪并不急需打字机。当时人们仍然习惯于使用笔录的方法。像拿破仑的秘书梅内瓦尔和布里内，能够将这位伟大人物的谈话记录下来，即使他以普通的速度讲话，一连讲数小时，他们也能记得很清楚，而且准确无误。在以后的 100 年里，出现了许多关于机械记录器的论文，但机械记录器还只是一种设想，并未制造出来。

1829 年，美国底特律的伯特发明了“伯特家用书信复写器”，并获得了美国的打字机专利证书。4 年之后，法国马赛的普罗简制造出了他自己设计的打字机。他宣称：打字机的打字速度和用笔写的速度不相上下。

与此同时，在密尔沃基的克兰斯特伯机械厂里，肖尔斯和格利登正在研制一种连续地给书页编码的机器。格利登想到：“为什么不能把编码机造得既能写数字，又能写字母和单词呢？”于是，他与肖尔斯开始用一个木制模型来解决这个问题。虽然它没有活动键，而且只能打大写字母，但它是一台很好的打字机，并很快被两位商人——登斯莫尔和约斯特购买了生产打字机的专利，1873 年开始生产。

但当肖尔斯的打字机在 1876 年的博览会上展出时，并没有引起人们的兴趣。它被博览会上展出的另一个发明——电话机挤到一边去了。为了推销打字机，雷鸣顿公司采取了把打字机借给数百家公司使用的办法，这样才逐步打开了市场。

肖尔斯是个谦逊的人，像许多发明家一样，当他的想法实现之后，他就隐退了。他在去世之前写的一封信中说到发明打字机的价值时说：“关于打字机的价值，我在初期所能感觉到的，它显然是人类的福音，特别是妇女的福音。我感到欣慰的是我为发明打字机作出了贡献。我制造了一部我从未见过的好机器，全世界都会从中获得好处。”

目前世界上已有几百种不同类型的打字机，如上行打字机、前行打字机、带打字轮的钟型打字机、带打印杆的打字机等。现代精巧的电动打字机，比原来怪模怪样的打字机进了一大步，但肖尔斯的键盘却几乎毫无改变地保留了下来。

纺织工业的重大发明——飞梭

(1733 年)

飞梭是 18 世纪英国棉纺织工业的三大发明之一。它是由英国兰开夏的一个自由农民的第 12 个孩子——约翰·凯伊于 1733 年发明的。

几百年以来，纺织工人一直是用手纺机纺织，将带线的梭子缓慢而费力地从一只手抛到另一只手。约翰·凯伊的发明是：在织机的两边装上了梭盒，梭盒用一个长木板连接。在每一个梭盒内都有一根水平的金属杆或锭子，自由地随锭子滑动的是一个皮带传动器或皮结。每一个皮结上系着一根松松的绳子，这些绳子通过一根棍子或清棉棒连接在织机中央，棍子或清棉棒握在纺织工人手中。通过清棉棒朝一边拉和朝另一边推的方式，一个纺织工人用一只手就能使每一个皮结按时滑动，带动梭子，将其抛到织机的另一面的梭盒里。凯伊还引进了轮子，以减少梭子运动中的摩擦。

凯伊的这项发明，使人们能用比以前快得多的速度织出各种幅宽的布来。但是用手纺机的人却很不欢迎凯伊，有些采用飞梭的人甚至拒绝交费。1747 年，凯伊终于离开英国去了法国，最后在穷困潦倒中死于异乡。

尽管如此，这项发明的简单实用性保证了它的成功。飞梭的发明，大大地促进了棉布的生产，增加了纺织品的产量。更为重要的是，它启示着人们去寻求更快的纺纱方法。

征服天火的设备——避雷针 (1752 年)

在 18 世纪以前，人类对于雷电的性质还不了解，那些信奉上帝的人，把雷电引起的火灾看作是上帝的惩罚。但一些富有科学精神的人，则已在探索雷电的秘密了。

1749 年，波尔多科学院悬赏征求这样一个问题的答案：“在电和雷之间有什么类似之处？”一个叫巴巴雷特的医生在论文中宣称：电跟雷是一回事。他的论文因此而中奖。

然而，真正以科学实验寻求答案的，却是美国的富兰克林。富兰克林出生于北美东海岸的海港城市波士顿。在他出生时，他的父亲已经 51 岁了。在他前面已有了 11 个哥哥和姐姐。富兰克林的父亲原是英国的一个染匠，为逃避斯图亚特王朝复辟时期的宗教迫害而远涉重洋，来到北美，在波士顿开了一家小作坊，以制蜡烛和肥皂为业。

富兰克林自幼勤奋好学，他的父亲曾极想让他上大学，以便成为一个新教神学家。无奈家境太苦，所以富兰克林只上了两年公立小学和一年私立小学之后便停学了。停学后，富兰克林曾先后在自家和他家的作坊当过学徒。后来又进了他大哥开的印刷所，一边做工，一边自学。

富兰克林 17 岁时离开波士顿，先后在纽约、费城等地流浪，后来又到了英国，不久又返回北美。在社会这所大学中，他把自己培养成了一名出色的社会活动家。

1746 年，40 岁的富兰克林开始全力投入电学研究。1749 年，他进行了一些新的电学实验。在一次实验中，为了增大电容量，他把几个莱顿瓶连接在一起。当时，他的妻子丽达正在一旁观看他的实验。她无意中碰到了莱顿瓶上的金属杆，只见一团电火花一冒，并随之传出一声怪响，丽达已应声倒地。原来丽达受到了电击。幸好当时的电容量不大，丽达躺了一个星期才慢

慢好转。

这次使丽达差点送命的电击实验给富兰克林很大启示。他联想到人们对雷电的两种不同的观念，决定从理论上探讨雷电的实质。富兰克林通过实验，证明正负电荷在短路时发生的火花、响声和雷电非常相似，他确信：雷电就是自然界的电。富兰克林弄清了雷电的性质之后，就开始研究控制雷电、避免雷击的办法。当时，荷兰莱顿大学一位叫马森布洛克的教授做过一个试验：在一个玻璃瓶里装上水，用来储存摩擦起电产生的电荷。试验成功后，经过改进，在瓶的内外贴上金属箔，正式叫做莱顿瓶。富兰克林认为，既然莱顿瓶里的电可以引进引出，自然界的电也应该能通过导线从天上引下来。

那么，怎样才能把雷电从天上引下来呢？细心的富兰克林观察到，闪电和电火花都是瞬时发生的，而且光和声都集中在物体的尖端。他由此想到，如果将带尖的金属杆装在屋顶上，再用电线把金属杆和地面相连，不就可以把空中的电引到地下来吗？这样就能避免高大建筑遭受雷击。

1752年6月，富兰克林冒着生命危险，进行了著名的费城风筝试验。这一天，狂风漫卷，阴云密布，一场暴风雨就要来临了。富兰克林和他的儿子威廉一道，带着上面装有一个金属杆的风筝来到一个空旷地带。富兰克林高举起风筝，他的儿子则拉着风筝线飞跑。由于风大，风筝很快就被放入高空。刹那，雷电交加，大雨倾盆。富兰克林和他的儿子一道拉着风筝线躲进一个建筑物内。此时，刚好一道闪电从风筝上空掠过，富兰克林的手上立即掠过一种恐怖的麻木感。他抑制不住内心的激动，大声呼喊：“我被电击了！我被电击了！”随即他用一串铜钥匙与风筝线接触，钥匙上立即放射出一串电火花。随后，他又将风筝线上的电引入莱顿瓶中。

在进行风筝实验之后的当年，富兰克林就发明了避雷针。其办法是：在建筑物的最高处立上一根2米至3米高的金属杆，用金属线使它和地面相连接，等到雷雨天气，雷电驯服地沿着金属线流向地下，建筑物就不会遭雷击了。

富兰克林为了推广避雷针的使用，专门写了《怎样使房屋等免遭雷电的袭击》的文章。文章发表后，美国的各个城市马上就开始安装避雷针。但这却遭到教士们的反对，他们说雷电是上帝的震怒。也有人因缺乏电的知识对避雷针的使用持怀疑态度。有个叫普林斯的医生发表看法说：“如果把雷电导入地里，那儿带的电就会增加，就很可能发生地震。”“啊！”他叫道：“我们无法逃脱上帝的惩罚！如果我们逃脱了来自空中的惩罚，却不能逃脱来自地上的惩罚……”避雷针在法国也受到了强烈反对。圣奥梅尔的居民对当地安装了避雷装置的人提出控告，他们害怕上帝惩罚这种亵渎行为。

尽管有人反对，但避雷针还是普及开来了，因为事实证明，拒绝安装避雷针的一些高大教堂在大暴雨中相继遭受雷击，而比教堂更高的建筑物由于装上了避雷针而安然无恙。

避雷针传入英国后，英国人开始时广泛采用了富兰克林的尖头避雷针。但美国的独立战争爆发后，富兰克林的尖头避雷针在英国人眼中似乎成了将要诞生的美国的象征。据说当时英国的国王乔治三世出于反对美国革命的盛怒，曾下令把英国全部皇家建筑物上的避雷针的尖头上统统装上圆头，以示与作为美国象征的尖头避雷针势不两立。

避雷针是早期电学研究中的第一项具有重大应用价值的技术成果，它不仅使人类免受“雷公”肆虐之苦，而且也使雷电和上帝脱离了关系。

珍妮纺纱机的发明 (1765)

在约翰·凯伊发明飞梭之后，人们一直致力于新的纺织机的研制。1761年，英国皇家艺术学会曾专门悬赏鼓励人们发明新型纺织机。获奖的条件是：新发明的机器要能“一次纺6根毛线、亚麻线、大麻线或棉线，而且只需要一个人开机器或看机器。”尽管如此，新的纺织机的研制工作仍进展不大。

1764年的一天，英国曼彻斯特有个兼做木工的织工哈格里夫斯在一次偶然的发现中受到启示。有一天，他的妻子珍妮的纺车突然翻倒在地，但竖起来的纱锭和车轮仍在转动。他猛然想到：几个纱锭并立在一起，不是仍可以用一个轮子来带动吗？经过反复研制，他终于在1765年设计并制造出了一架可同时纺8个纱锭的新纺机。这样，把纺纱的工效一下提高了8倍。为了纪念这次偶然的发明，哈格里夫斯以他的妻子的名字为这种新的纺机命名。

珍妮纺纱机是在一个框架的底部安上若干绕满粗纱的线轴。框架上有若干个锭子。每一个线轴都用带子连在一个锭子上。在两个横条之间通过的锭子形成一个杆，杆在框架上前后滑动。纺纱工人通过把杆向后移到一定距离的方式抽出粗纱，然后横条挤拢来把带子夹紧，同时杆向后移，转动轮子，轮子转动锭子。待绞合到一定程度时，杆又向前移动，同时锭子慢慢转动，把纱线绕上。在这个时候，纺纱工人拉动控制杆，控制杆压下一根铁丝来，铁丝将线推到能被锭子绕起来的位置。1770年，这项发明获得专利权。

珍妮纺纱机一发明，便在纺织行业中迅速推广开来。后来，珍妮机的纺锭由8个增加到十几个，纺织工效也提高了十几倍。

汽车的诞生和发展 (1769年)

人类制造和使用车辆的历史源远流长。以中国而言，有历史资料可查的，可以追溯到4000多年以前。那时，就已有供人乘坐和运东西的车子。但在几千年的发展过程中，车辆始终没离开人推马拉，既装得少，又走得慢。主要原因是没有解决动力问题。因为当时用燃料产生动力的机械，如蒸汽机、汽油机、柴油机等尚未诞生。但这并不是说人们没有想到这个问题。据记载，我国唐代有名的天文学家唐一行就已经提出这样的设想：“激铜轮自转之法，加以火蒸气运，名曰汽车。”应当说，唐一行是世界上最早提出汽车、火车设想的人。

到了18世纪，人类社会生产力不断发展，出现了蒸汽机，由此引起了工业革命。在西欧许多国家，纺织工厂、食品工厂、造纸厂等，如雨后春笋纷纷破土而出，资本主义迅速发展起来。经济发展了，人们也迫切需要更有装得多，跑得快的车辆来运输人员和物资，现代车辆也就应运而生了。

说来也很有意思，以动力机械代替人力或兽力，在车上装上蒸汽机，用蒸汽机的力量来转动车轮，首先是由于军事上的需要促成的。

在18世纪，由于各国工业的发展，欧洲各国军队争相使用口径和射程越来越大的火炮。军队火炮的重量迅速增加。用人推马拉的办法，很难保证火炮跟随部队行动、作战。当时，有个叫尼古拉·居纽的法国炮兵军官为了解

决这一问题，开始研究和制造蒸汽汽车。

1769年，居纽成功地研制了世界上第一辆以动力机械——蒸汽机带动的车辆。这种车子现在看来可能觉得十分原始、滑稽可笑：长长的车架下面装着三个轮子，车架前端装着一个大锅炉。锅炉下可以生煤火，锅炉上有一根管子，把锅炉里的蒸汽引入车子前轮上方的气缸里。由于蒸汽有较大的压力，便可推动气缸内的活塞移动。而活塞是通过连杆与曲轴相连的，曲轴又与轮子连在一起。因此，活塞移动时就会带动曲轴转动，曲轴带动车轮，从而使车子行驶。

这种车子走起来时浓烟滚滚、蒸汽腾腾，远远看去，就像要把一大锅滚烫的汤送到什么地方去似的。不过，这种车子的力气很大。当时出版的报纸曾这样描写它：“……它的力量异常强大，甚至没有方法驾驭它。倘若在半途之中，它撞到一堵石墙，就能毫不费力地把这堵石墙撞倒。”

不久，这种车子在英国、德国出现了，并作了一些改进。有的把锅炉移到车子的中部，用罩子罩起来，两头装上几排座位。有的把锅炉移到车的后部，前面坐人的地方装了一个擦亮的车箱，等等。

但车辆的这一重大发明却受到种种非难。那时，在欧洲各国主要交通工具是马车。各城市的邮政厅就是大量马车的拥有者。他们便和大大小小的马车主们联合起来反对蒸汽汽车。还要挟政府对蒸汽汽车加以种种限制。例如，英国就下了这样一道命令：蒸汽汽车行驶时，必须有手持红旗的人在车前55米处跑步前进，以招呼行人避让；不许蒸汽汽车鸣笛；在有马的地方不许放锅炉的汽；在农村路上行驶时速不得超过6公里，在城市不得超过3公里。此外，还特别加重对蒸汽汽车的营业税收。

蒸汽汽车虽然遭到冷遇，但热心于研究和改进它的人们并没有退却。可是，由于蒸汽汽车的致命弱点，使研究者渐渐地失望起来。那时的蒸汽机又大又重，车上装了它以后，就没有多少地方和能力坐人和运载货物了。加上蒸汽汽车常常要停下来添煤加水，操作很不方便。蒸汽机还不断地、大量地排出浓烟和蒸汽，坐车的人和行人都难免烟熏火烤之苦。

正当汽车的发展陷入困境之时，一种新的动力机械——内燃机破土而出了，这就使汽车的发展道路豁然开朗起来。

1866年，德国人奥托制造了第一台能够实际使用的煤气内燃机。1882年，德国人戴姆勒又造出了汽油内燃机。这为汽车的发展创造了条件。

1886年，由戴姆勒研制的汽车诞生了。当这辆古怪的车子出现在德国康士坦丁街头时，行路的人们都停下脚步，以惊异的目光注视着这个怪物。它跑得那样快，把一辆辆马车远远地抛在后头。现代汽车就是以这样的方式宣告了它的诞生。

几乎与此同时，在英国、法国和美国等地都有人先后制造出类似的汽车。这些汽车虽然取得了较大的成功，但毕竟都非常幼稚，还有许多不能令人满意的地方。

它们的共同缺点是不适用、不结实、不方便、操纵费劲、不安全、快慢不自如。

但这些问题不可能一下子都解决。人们在研制汽车时，有两个更迫切的问题需要解决。一是汽油机的曲轴既要能可靠地带动车轮转动，在必要时又要能方便地与车轮脱开联系，可以不相干扰地各自转动。这是因为，内燃机起动时，只有曲轴与车轮脱开联系才能较容易转动；有时汽车需要暂时停下

来，又要避免使内燃机频繁地熄火和启动，这都要求能方便地切断动力联系。二是由于汽油机转速很高，如果让它直接带着车轮转，汽车则将以每小时近100公里的车速奔跑，那时这样的车速人们想都不敢想。

为了解决第一个问题，人们发明了离合器，使内燃机曲轴与车轮可以方便地脱开；为了解决第二个问题，人们又发明了减速器，有效地控制了车速。

到第一次世界大战前夕，汽车的发展已日趋完善，前述那些缺点几乎都被克服了。那种简陋、笨拙、粗糙的样子一扫而光，出现在人们面前的则是：外型匀称、油漆闪亮、装载便利、乘坐舒适、牢固结实、安全高速的优良交通工具了。

此外，汽车的各个部件也得到了进一步发展。动力装置有汽油机、柴油机两种；底盘部分有适于较高车速、较大载重量的传动装置、转向装置、制动装置、行驶装置，以及较完备的电器设备。

第一次世界大战中，汽车经受了严峻的考验。同时，人们根据战争的更高要求，进行了不断的改进，使汽车这一重要的运输工具得到了进一步发展。

机械之母——机床的发明

(1774年)

机床作为一种工作母机，是制造机械的机械。它的发明对整个社会生产具有重大意义。对于产业革命而言，如果说瓦特发明的蒸汽机是一个重要前提的话，那么机床的发明则是产业革命的重要基础。

在机床的发明史上，有着诸多的杰出人物。

1774年，维金森发明了镗床，镗床相当于木工的刨子，主要用于材料的抛光。当时由于蒸汽机的出现，汽缸和活塞的加工要求很高，而镗床的出现满足了这一需要。维金森发明的镗床是用水车使汽缸材料旋转，让刀具从材料的纵的方向上前进，对汽缸内部进行切削。用这种镗床加工直径72英寸的汽缸，误差只有一枚硬币那么厚，这在当时已经是很高的精度了。

1794年出现的滑动刀架，是莫兹利的一项重要发明。滑动刀架是现代机床的重要部件。它能够沿转动工件水平地移动固定在屋架上的刀具。1800年，莫兹利又发明了能够车螺纹的车床，成为产业革命中重要的机械之一。

到19世纪初，另一种重要的机床——铣床出现了。它先是由瑞士机械师波德梅尔于1839年发明，后来又为美国工程师布朗所改进。铣床上安有一个转动的刀具，在工件通过时对工件进行切削。布朗发明的铣床称为“万能”铣床。它能使用任何的刀具：有的像圆锯，有的能够在工件上开方槽或圆槽，有的能铣平表面。这种“万能”铣床于1867年拿到巴黎博览会上展出时，获得了极大的成功。

打孔机出现于1765年。那时，英国早期的伟大建筑工程师斯米顿设计了一种筒形打孔机，它是用水轮作动力的。由于钻孔工具的末端是在圆筒内的小轮子上不断移动的，钻孔工具不很快，钻的孔也不平。1775年，另一位英国工程师约翰·威尔金森，用一种有效的工具支架改进了钻孔机，其办法是让钻孔杆通过圆筒，牢牢地安在两个支座上。

19世纪，英国、欧洲大陆和美国由于工业发展，各大公司成立了研究小组，集体研究成果逐渐取代了个人发明。因此，有些机床和技术已很难说清是什么时候、到底是谁创造发明的。

天花病的克星——牛痘疫苗 (1776年)

两百多年前，天花作为一种传染病，曾严重威胁着人类的生命。在欧洲，当时由于天花蔓延，人口大量死亡，就连荷兰国王威廉二世、奥地利皇帝约瑟、法国国王路易十五以及俄国皇帝彼得二世等知名人物都没能幸免。如何找到防治天花的办法，成为当时世界各国的一大难题。

早在16世纪以前，中国就有“一度得过天花的人就永不得同样病症”的认识。因此，有在幼年时故意使人得天花的做法。这就是，有意识地把天花的脓汁放在孩子的鼻子里去，使他感染天花，从而不再生这种病。这种做法俗称“种花”。这种预防接种的方法18世纪经波斯、土耳其，传到了英国。可是这种方法是很危险的，不少人因此而丧生。

1766年，英国人琴纳跟随一个医师学医时，收治了不少天花病人。一天，一位农场挤牛奶的女工前来看病，听到医生们在议论寻找防治天花的办法，就接上来说：“前些日子天花作乱，但我们农场挤奶女工却没一个得病。有人说，这是我们常接触奶牛，手上常长牛痘，才免去了灾祸。”琴纳听了若有所思，但另一位医生却说：“这跟防治天花有什么关系，难道让全世界的人都去挤牛奶。”琴纳觉得也有道理，就没有再想这件事。

十年之后，当琴纳成了正式医生，并苦苦探索防治天花的办法时，他偶然想起了挤奶女工的话。于是他专门赶到农场，对挤奶女工进行调查。结果了解到，这些挤奶女工都感染过牛痘，但都没患过天花。因为这些女工在挤牛奶时，无意间都接触过患天花的奶牛的脓浆，使她们的手上长出了小脓疱，身体也略感不适，但很快脓疱就消失了，身体也恢复正常。

琴纳从调查研究中认识到，牛痘和天花十分相似，人体中产生的抗牛痘能力也能够预防天花。根据这一推断，琴纳先在动物身上作了试验，取得了预期效果。接着，他又决定在自己的儿子身上作试验。结果，儿子接种牛痘后感染的程度很轻，很快就好了。为了证实种牛痘之后不会染上天花，琴纳又把大量的天花脓液接种到儿子身上，儿子不仅没有染上天花，连稍为不适的现象也没出现。琴纳终于成功了。

琴纳发明的种牛痘法，在当时受到了强烈的反对。但实践反复证明这一方法是有效的，缺乏根据的反对难以成立，终于受到了全世界的欢迎。

为奖励琴纳对人类作出的伟大贡献，1802年英国政府奖给他1万英镑的重金。1806年又奖给他两万英镑。俄国皇帝还赠送给琴纳一个昂贵的宝石戒指，作为永久的纪念。

走锭精纺机的发明 (1779年)

走锭精纺机是继飞梭和珍妮纺纱机之后，棉纺织工业中的又一重要发明，它的发明人是英国的克朗普顿。

自从哈格里夫斯发明了珍妮纺纱机之后，阿克赖特又于1769年发明了水力纺纱机。这种纺纱机纺出的纱虽然粗糙，但是很结实，而且这种机器是用水作动力的。利用这种机器，人们很快建起了一大批纺织工厂。

但是，不论是珍妮纺纱机还是水力纺纱机，都有其自身的局限性，需要进一步改进。这个问题引起了克朗普顿的兴趣。1774年，年仅21岁的克朗普顿就开始试制新的纺纱机了。

克朗普顿是个腼腆的青年，他性格内向，独自在兰开夏郡博尔顿郊区一个庄园里工作。他的守寡的母亲是这个庄园的看管人。他埋头苦干了5年，最后终于把机器研制成功了。这时他结了婚，并在妻子的帮助下开始纺纱和卖纱。由于机器先进，他们纺的纱又好又细，没有任何地方的纱比得上。

很快地，一些同行业的竞争对手开始打探克朗普顿新发明的秘密。他们有的搭着梯子爬到顶楼的窗户跟前，偷偷地窥探这种奇妙的新机器。由于他付不起申请专利的花销，便被迫在大庭广众之下签名将这种机器的秘密公开，而他只收到60英镑作为报酬。

克朗普顿发明的精纺机综合了哈格里夫斯和阿克赖特的设计思想，增加了一个至关重要的滑动架。滑动架上安着旋转的锭子；新纺出的纱线绕在锭子上。滑动架前后移动，轻轻地把精纺的纱线绷直，而且一直都是绷直的。克朗普顿还设计了一种小型的精纺机，安装在纺纱者的屋子里，以手臂作动力，以传统的手工方式进行生产。以后他又采用了蒸汽和水力作动力，为改变手工生产方式创造了条件。当时新兴的资本家利用这种新型纺织机，把它作为解决经常性的棉纱短缺的一种方法。

1812年，英国议院补发给克朗普顿5000英镑的奖金。表示对其发明的认可。此时，在英国已经安装了400万个锭子的克朗普顿精纺机来生产棉纱，它相当于400万个妇女用400万台手纺车的生产能力。成千上万的童工在纺纱机旁每天工作达18个小时之久，为资本家创造了巨大的财富。

古老的飞行器——热气球 (1783年)

征服自然，飞上天空，是人类很早就产生的一种强烈愿望。但人类能够上天飞行，则是在1783年气球发明之后。作为把人类带上天空的飞行器，它比1903年美国莱特兄弟发明的第一架飞机要早100多年。

1783年6月5日，在法国东南部的昂诺内小镇，有个名叫约瑟夫·蒙戈菲尔的青年，他是一个造纸商的小伙计。他受炊烟上升现象的启示，做了一个丝质球形口袋，并将这个口袋底朝上，口朝下，通过燃烧稻草和木柴，使袋内的空气受热，气球就离地升起，飘然远去，大约飞了一英里半。这便是欧洲最早出现的热空气气球。

实际上，这种利用热空气浮升的方法，并非始于欧洲。在中国，2000多年前就有人进行这种试验了。汉武帝时，淮南王刘安等人写的《淮南子》一书记载：“取鸡子，去其汁，燃艾火纳空卵中，疾风因举之飞”。意思是说，把鸡蛋控空，在空壳里点火，把空气烧热，蛋壳就能飞起来。现在根据实验与计算得知，由于空蛋壳太小，里面充满了热空气还不足以使蛋壳浮到空中，但它说明我们祖先很早就注意到热空气的浮升作用。

五代(公元907~960年)时，辛七娘指挥作战，曾用竹蔑扎成方架糊上纸，下面用松脂点燃，靠热空气把纸灯送上天空，作为军事信号。这种灯被称为“松脂灯”，实际上就是一只热气球。这说明中国人制造的热空气气球，比欧洲的气球早好几百年。但那时的气球都还没达到能载人载物的程度。

约瑟夫·蒙戈菲尔研制的第一只热气球试验成功后，他想，要是把球做得大些，浮力就会增大，一定可以装上更多的东西上天。于是他又花了三个月时间做了一个大气球，形状像只大鸭梨，直径最大处有12米，长17米。球体的表面蒙上轻质的纱布，上面还糊了一层防止漏气的纸。气球的下面吊着一只用柳条编的笼子，里面装着一只公鸡、一只鸭子和一只山羊。

1783年9月19日，蒙戈菲尔带着气球来到法国首都巴黎表演。凡尔赛宫前的广场上挤满了看热闹的人群，法国国王路易十六，也带着满朝文武官员到现场观看。蒙戈菲尔首先点燃气球下的稻草和柴禾，等到热空气充满气球后，他放开气球，于是热空气便托着这只巨大的气球，慢慢上升。飞到离地500米空中，8分钟后，气球在3公里以外降落，三位“乘客”中只有那只公鸡受了点轻伤。但不是因为飞行出了问题，而是高兴的公鸡，在空中引颈高歌时，被受惊的山羊踢了一脚造成的。

这次表演成功了，这促使国王批准进行世界上首次载人气球飞行试验。但由谁来驾驶呢？

国王路易十六认为，乘气球升天是十分危险的事，因此找了两个被判了死刑的犯人来进行试验，并宣布：如果犯人愿意乘气球上天的话，可以免除死刑。但那时人们对天空充满着神奇和恐惧的心理，认为乘气球上天简直是送死，甚至觉得比死还可怕。所以当这两名犯人听说要让他们乘气球上天时，吓得连连哀求，不肯到气球上去。

这件事很快被两个年轻的科学家皮拉特尔·德·罗依尔和阿兰德知道了。他们便去见国王，对国王说：乘气球上天，成为人类中第一个上天的人，是一件非常光荣的事，不应让犯人来担任。他们向国王要求，让他们做试验。看到他们坚决的态度，国王只好同意了。

1783年11月21日，试飞的时候到了。闻讯赶来观看的人非常多，把广场挤得水泄不通，连房顶上都站满了人。只见罗依尔和阿兰德登上气球后，解开缆绳。气球便载着两名勇敢的年轻人，飘然升空，一直升到300多米的空中。风推着他们越过塞纳河，直到气球里的热空气开始变冷了，气球才安然落地。试验成功了，罗依尔和阿兰德成了世界上最早上天的人。

自从第一只热气球升空后，许多从事科学研究的人，都在议论这个新奇的发明。热空气球虽然简单，但燃料有限，在当时条件下，不可能造得很大，也飞不远。因此大家都认为可以用氢气代替热空气，使气球飞得更高、更远。

在发明热空气气球之前，英国人卡文迪西于1766年已发现了氢气，但当时大量生产还有困难。于是法国成立了一个以雅·查理教授为首的专门小组，设法生产氢气，进行气球试验。

在罗伯特兄弟的协助下，他们用坚韧的丝质材料做了一个大气囊，上面涂上橡胶，使气体不致泄露。然后往里面灌进氢气。查理教授等人花了四天四夜，才将气球充满氢气。第五天天一亮，他们就用一辆马车把气球运到巴黎附近的一个大广场进行升空试验。

这次试验取得了成功，它证明氢气球比热气球好得多，它不需要燃料，可以长距离飞行，浮力比热空气大两倍多，完全可以把人送上高空。这之后，氢气球很快就得到了普遍利用。

飞艇的发明与发展

(1784年)

在 1783 年发明了气球之后，人们马上就想方设法推进和驾驶气球。

1784 年，法国罗伯特兄弟制造了一艘人力飞艇，长 15.6 米，最大直径 9.6 米，充氢气后可产生 1000 多公斤的升力。罗伯特兄弟认为，飞艇在空中飞行和鱼在水中游动差不多，因此把它制成鱼形，艇上装上了桨，这桨是用绸子绷在直径 2 米的框子上制成的。

7 月 6 日进行试飞，当气囊充满氢气后，飞艇冉冉上升，随着高度的增加，大气压逐渐降低，囊内氢气膨胀，气囊越胀越大，眼看就要胀破，这可把罗伯特兄弟吓坏了，他们赶紧用小刀把气囊刺了一个小孔，才使飞艇安全降到了地面。

这次试验启示人们，应当在气囊上留一个放气阀门。2 个月后，兄弟俩又对飞艇进行了改装，做了第二次飞行。这次飞行由 7 个人划桨作动力，飞行了 7 个小时，但只飞了几公里。虽然飞行速度很慢，但它毕竟是人类第一艘有动力的飞艇。

1872 年，法国人特·罗姆制成了一艘用螺旋桨代替划桨的人力飞艇。飞艇长 36 米，最大直径 15 米。加上吊舱，高达 29 米，可载 8 人。螺旋桨直径 9 米，几个人轮流转动螺旋桨，使其产生拉力，牵引飞艇前进，速度达每小时 10 公里，比划桨的飞艇好多了。

不久之后，另一个法国人卡奴·米亚从自行车受到启发，设计了一种脚踏式螺旋桨飞艇。这种单人飞艇在无风时可以短时间飞行，速度可达每小时 16 公里，比起手转螺旋桨飞艇又快了许多。

但这时飞艇飞行中有一个难题还没解决，就是飞艇一升高，就要通过阀门放气，以防止气囊膨胀爆裂。但气放掉之后，就再也无法升高了。

为解决这一问题，法国的查理教授和罗伯特兄弟于 1874 年制成了一种装有空气房的气球。它的形状像纺锤，与现代飞艇很相似。这种气球，外面是一个大的丝质气囊，里面有一个小气囊，小气囊上面有一个气体阀门。外囊充氢气，使气球产生浮力升到空中，内囊用来充空气。这个小气囊就叫“空气房”。

气球在升空之前，先将“空气房”充进空气。当气球升到一定高度后，就将“空气房”打开，放出一部分空气。这样，外囊膨胀后，“空气房”就因受挤压而缩小，使外囊膨胀的压力有所减小，以保证气囊不致胀破。这一发明，解决了气球升空的一大难题，是飞艇发展史上的又一重大突破。此后，“空气房”很快便在所有飞艇上使用了，并一直使用至今。

18 世纪 60 年代，蒸汽机、内燃机、电动机相继发明，为飞艇动力的改进创造了条件。

1851 年，一台重 160 公斤，功率为 2.2 千瓦的蒸汽机制造成功，并很快被应用于飞艇上。1852 年，法国的齐菲尔德制造了一艘椭圆形的飞艇，长 44 米，最大直径 13 米，总升力 2 吨多。飞艇上安装了螺旋桨，并用这台蒸汽机作动力。

9 月 24 日，这艘以蒸汽机作动力的飞艇在巴黎郊区试飞。那天，天气晴朗，风和日丽。飞艇升空后，蒸汽机以每分钟 110 转的速度，带动直径 3 米多的三叶螺旋桨旋转，前进速度达到每小时 9.4 公里。但由于没有考虑操纵问题。因而飞艇起飞后不能返回起飞地点着陆。

1884 年，法国的军官路纳德和克里布又制造了一艘“法兰西”号飞艇，

长 51 米，前部最大直径 8.4 米，用蓄电池供电的电动机作动力。8 月 9 日凌晨 4 点，在法国科学院观察员的陪同下解缆试航。飞艇先向南飞行，然后向凡尔赛宫飞去，在离开出发点 4 公里处返航。在高度 300 米处打开放气阀门排氢降落，在降落中多次前后转动，以对准着陆点。飞艇到达 80 米高度时，丢下缆绳由地面拉降固定。试飞历时 25 分钟，飞行速度最高达每小时 24 公里。这是人类第一艘能操纵的飞艇。

在飞艇发展史上，德国的退役将军菲迪南德·格拉夫·齐柏林是一个重要人物，他是硬式飞艇的发明者，被后人称为“飞艇之父”。

1900 年，齐柏林制造了第一架硬式飞艇。它的最大特点是有一个硬的骨架，骨架是由一根腹部纵向大梁和 24 根长桁及 16 个框架构成，并使用了大量纵向和横向拉线，以增强结构强度。艇体构架外面蒙上防水布制成的蒙皮。艇体内有 17 个气囊，总容积达到 1.2 万立方米，总浮力达 13 吨，比当时软式飞艇大 5 至 6 倍。由于多气囊还能起到类似船上隔水舱的作用，所以大大提高了飞行的安全度。

1908 年，齐柏林又用自己的全部财产设计制造了当时世界上最大的一艘飞艇——“Lz—4”号。齐柏林对这艘飞艇的性能非常满意，他曾亲自驾驶这艘飞艇作了一次远航试验。飞艇从德国起飞，飞过阿尔卑斯山，到达瑞士后返航。这一成就引起了德国政府的重视，他们宣布，如果飞艇续航时间能超过 24 小时，政府就购买它，并愿意支付发展硬式飞艇所用的全部研制费用。

这年 8 月 4 日，是“Lz—4”号飞艇正式接受检验的日子。政府官员和许多观众都来到了现场。齐柏林亲自驾驶飞艇升空。开始一切都很顺利，可是几小时后，发动机就出了毛病，飞艇只好迫降地面，进行维修，准备再次升空。谁知祸不单行，偏偏在这个时候又起了一阵狂风，将飞艇的锚绳吹断。飞艇朝一片树丛撞去，当场毁坏了。

正当齐柏林走投无路时，一位法兰克福时代报的记者富果·艾肯纳博士帮助了他。艾肯纳将飞艇的现场客观地作了报导，又把齐柏林为发展飞艇而奋斗的事迹作了一番宣扬。全德国的报纸都转载了艾肯纳的文章。

齐柏林的事迹深深打动了人们的心，德国人民发动了一场捐款活动，在很短时间内就筹集了 600 万马克，足够齐柏林再造一艘新飞艇。

齐柏林总结了过去失败的教训，重新设计制造了“Lz—5”号、“Lz—6”号飞艇，经过试飞都获得了成功，在空中停留的时间都超过了 24 小时。后来他又制造了三架飞艇，性能都不错，完全可以进行运输。

这样，齐柏林与艾肯纳决定成立航空公司，起名叫德拉格公司。这是世界上第一家航空公司。

1910 年 6 月 22 日，第一艘飞艇正式从德国法兰克福飞往杜赛尔，建立了第一条定期空中航线，担任首航运输任务的就是“Lz—7”号飞艇，它一次可载 24 名旅客，有 12 名乘务员，飞行速度为每小时 69—77 公里。

齐柏林逝世后，他的继承人艾肯纳博士提出了一个大胆的计划：建造一艘环球飞艇，开辟洲际长途客运。艾肯纳设计的环球飞艇确实很大，这艘飞艇长达 237 米，最大直径 30.5 米，可充 10.47 万立方米的氢气，本身重量为 118 吨，载重 53 吨，用 5 台柴油发动机作动力，最大速度每小时 193 公里，于 1927 年 7 月建成。为纪念齐柏林，特地将这艘飞艇命名为“格拉夫·齐柏林”号，由他的女儿主持了建成典礼。

1929 年 8 月 8 日，“格拉夫·齐柏林”号飞艇开始了一次伟大的环球飞

行，从美国的新泽西州出发，经过德国、苏联、中国、日本，于8月26日回到洛杉矶市。整个航程历时21天7小时34分。

齐柏林号飞艇环球飞行的成功大大促进了飞艇的发展。据统计，在20世纪20至30年代，美国建造了86艘，英国建造了72艘，德国建造了188艘，法国建造了100艘，意大利建造了38艘，苏联建造了24艘，日本也建造了12艘。这是飞艇的鼎盛时期，所以人们把这期间称作飞艇的“黄金时代”。

轮船的真正发明者

(1787年)

提到轮船的发明，人们都会想到美国发明家富尔顿。但事实上在富尔顿之前，就已有入捷足先登了。

1787年，美国人约翰·菲奇即已把瓦特改进的蒸汽机用作轮船的动力，建成世界上第一艘轮船，而且在地拉维亚河开了定期班轮。菲奇生于贫苦的农家，只读过两年小学，但他通过刻苦自学，掌握了数学、测量术及钟表修理制造等知识和技术。独立战争中，他参加了华盛顿军，从事武器制造，当过英军的俘虏。战后，他一直从事测量师的工作。关于菲奇发明轮船的过程，有这样一个故事：

一个星期天早晨，他从教堂回来，一辆受惊的马车从他身边奔驰而过，吃了一惊的菲奇看着飞奔而去的马车，心里突然闪现出一个念头：“难道不能不用马拉车就使车‘自动’吗？能不能利用开水壶喷出的蒸汽的力量呢？不行，道路上尽是石头，行不通。但是，如果在水面上走，阻力就会很小。对呀！能不能用蒸汽来开船呢？”

自从有了这一想法，菲奇便一头钻到发明轮船的工作中去了。他按照自己的想法，绘制出设计图，委托制造马车的作坊给他制造出模型。他带着这个模型到各州去寻求议会的支持。当时正是美国建国之初，州议会顾不上这些问题，没有人支持他的实验。最后经过反复做工作，终于获得了新泽西州议会的支持，批准他从1788年起14年的专利权。菲奇便以这项批准为根据在费城成立了造船公司。

不久，菲奇的公司制造了第一只试验船，发动机是交替地向活塞两面送汽的蒸汽机。但这只船试验失败了。第二只试验船的设计是在船的两侧各装两组联动的长桨，用蒸汽机带动。这次取得了成功。

此后，菲奇又开始制造较大的汽船，1789年建成，1790年在费城和巴林敦之间开始了定期航行。但由于他利用这个发明专做投机生意，年终决算亏了很多钱，公司因而倒闭。他本人也默默无闻地离开了人世。

继菲奇之后，富尔顿是对轮船发明作出重大贡献的杰出人物。少年时代的富尔顿善于幻想，酷爱绘画艺术。但他最大的兴趣还是搞科学发明。从小时候起，富尔顿就一直想制造一种不用人力和风力，便能自动行驶于水上的船只。成年之后，他到法国巴黎学习绘画。1799年，他认识了当时美国驻法公使利文斯顿，对方也有发明轮船的愿望。二人志同道合，最后利文斯顿竟招富尔顿做了自己的女婿，这使富尔顿在轮船研制上获得了可靠的经济后盾。

1802年，富尔顿到英国伦敦学画，又认识了发明蒸汽机的瓦特。两人一

见如故，成了好朋友。这之后，他开始投入研制轮船的工作。经过 9 年的努力，研制成一艘 8 马力的蒸汽轮船，在法国的塞纳河下水试航成功。不幸的是，当晚的狂风把这艘船打沉了。

1807 年，富尔顿离开欧洲，回到美国，在纽约的哈得逊河上，造了一艘名为“克莱蒙特”号的轮船。这艘船长达 47 米，宽 9 米，排水量约为 100 吨。船体的两侧各有一个大水车式的轮子，船的上面立着一个直冒黑烟的烟囱。

8 月 9 日这一天，“克莱蒙特”号试航开始，船体慢慢向水中滑去。接着，由富尔顿设计、瓦特亲手制造的发动机轰鸣起来，船体两侧的水轮拍打着河水，驶向远方。从纽约到阿尔巴尼城，“克莱蒙特”号以每小时 8 千米的速度行驶着，出色地完成了往返 480 多公里的长距离航行，在轮船航运史上写下了崭新的一页。

免疫疗法的应用

(18 世纪末)

用人工方法使人体产生自动免疫能力来预防传染病的方法，古已有之。18 世纪末在欧洲，用科学的方法制造痘苗，成为最早利用自动免疫作用进行预防疾病的方法。19 世纪 80 年代巴斯德建立起自动免疫的原理并制造了狂犬病疫苗。

19 世纪末德国的科赫等曾为取得预防结核疫苗而努力，但未获成功。20 世纪初英国医生、病理学家赖特研制的伤寒疫苗，可以增加白细胞吞噬细菌的能力，在预防军队士兵的肠热病感染上起了良好的作用。差不多同时，霍乱疫苗也开始使用。

20 世纪 20 年代后期，使用白喉和破伤风的类毒素作为预防疫苗，获得成功。30 年代在欧美的一些大城市的学生和婴儿中广泛注射白喉疫苗，根除了白喉的发病。第二次世界大战中在士兵中普遍注射破伤风的主动免疫疫苗，获得良好结果。

卡介苗的研制成功经过了漫长的实验过程。从 1906 年开始，法国巴斯德研究所的医生兼细菌学家卡尔麦特和介兰开始实验。两年之后，偶然发现牛胆汁可以减弱结核杆菌的毒性。他们连续作了 231 次减弱毒性的培养，每次间隔三个星期，共花了 13 年的时间，到 1921 年才得到一种无害而有效的稳定疫苗，命名为卡介苗（取卡尔麦特和介兰的第一个字母）。从 1921 年起，在人身上作实验，婴儿接受这种注射后对来自母亲的结核病的感染具有免疫力。于是卡介苗在法国很快就被推广使用。但在英、美等国对卡介苗的安全性和有效性一直持怀疑态度，特别是由于产品质量出过问题，更难消除怀疑。直到 50 年代，经过在上千人身上注射优质的卡介苗同另一组同等数目的未注射的人作对照实验，终于肯定了卡介苗是无毒而有效的抗结核病的免疫疫苗。

对病毒病的免疫法除了最早的种痘苗预防天花和后来的预防狂犬病疫苗外，长期没有成功的事例。但对病毒的认识，在 20 世纪取得很大进展。19 世纪末，经过德国化学家迈耶、俄国微生物学家伊万诺夫斯基和荷兰生物学家贝伊耶林克等对烟草花叶病的研究，发现了过滤性病毒。到 20 世纪 20 年代已发现植物、昆虫、鸟类和哺乳类都有过滤性病毒传染的疾病。

1935年，美国化学家斯坦莱第一个取得烟草花叶病毒的结晶。40年代借助电子显微镜的观察和化学分析，才认识到病毒是由核酸和构成外壳的蛋白质组成。但一切杀菌的化学药品和抗生素对多数病毒病没有疗效，于是把防治病毒的希望寄托于免疫治疗。

本世纪研究防治较多的是预防脊髓灰质炎（小儿麻痹）的疫苗。由于患过该病的美国总统罗斯福的重视，美国政府给予大量资助，从40年代起研究工作迅速开展。1952年底美国医生兼病毒学家索克研制出具有免疫效应的疫苗。经过在150万幼儿中作实验观察，于1957年才完全肯定了索克疫苗的安全性和有效性。

到40年代又制出了预防流行性感冒的疫苗，1957年从亚洲发源并扩展的流感，就是由于使用了这种疫苗才防止了蔓延。70年代以来，又成功地取得麻疹的预防疫苗，为征服病毒病带来了良好前景。

1979年10月，联合国世界卫生组织向全世界宣布人类已消灭了天花。这是大规模的、优质的疫苗生产同世界性的历时十年的国际合作相结合而创建的伟大业绩。

水下战舰——潜艇 (18世纪末)

从很早的时候起，人们就向往着能像鱼儿一样在水中自由游泳。2000多年前，有个国王叫亚历山大，他想到水下去逍遥，就下令工匠们给他做了一个玻璃容器，他躺在这个容器里沉到海底，并在海底停留了一些时候，看到了水下奇异的水族生活。这可以看作早期人们对潜水装置的探索。

17世纪初，荷兰有个物理学家，名叫科尼利斯·德雷尔，为了使潜水船能在水中前进，他做了长时间的研究和试验。17世纪20年代，他用一条最大的潜水船，装载12名水手，用浆划船前进。这种潜水船是用木料制成的，在船体外面蒙上了一层涂油的牛皮，下潜深度为4至5米，船内装有羊皮囊作为水柜。羊皮囊内灌进了水，船就下潜；把羊皮囊内的水挤压出去，船就上浮到水面。这种潜水船要算是世界上最早的潜艇雏形了。

18世纪美国独立战争时，英国的战舰在美国的海面和港口横冲直撞，激起了美国人的义愤。有一个叫戴维特·布斯涅尔美国人，很早就想造一条潜水船到水下作一次旅行。由于战争爆发，他改变了主意，打算建造一条水下战舰，从水下去攻击英国的水面战舰。于是，他很快设计制成了一条小艇，起名叫“海龟”。

“海龟”艇是木制的外壳，形状很像一个尖头向下的鹅蛋。艇底有一个小水柜，艇内有一个小水泵，向水柜灌水时，小艇就潜入水中，当水泵把水柜的水抽出时，小艇就上浮。艇上还装有一个手摇螺旋桨，可使小艇在水下前进。艇外挂有一个大炸药桶。进攻时，小艇开到敌舰的正下方，然后用长矛似的钻子去钻敌舰的船底，钻好后把炸药桶挂上，启动定时爆炸装置，当小艇离开后，炸药桶自动爆炸，就可以摧毁敌舰。

“海龟”艇制成后，曾奉命攻击英国的快速战舰“鹰”号。当“海龟”艇潜到“鹰”号的船底下方时，驾驶员埃兹拉里选择钻孔的位置不对，钻不进去，他怕所带的氧气用完，于是放弃了攻击，浮出水面，准备返航。这时，英国海军巡逻艇发现了它，就把它当作怪物进行追捕。“海龟”艇跑不过巡

巡逻艇，埃兹拉·里急中生智，把炸药桶放了出来，并点燃了定时爆炸装置，轰隆！一声巨响，吓得英国巡逻艇调头就跑，埃兹拉·里安全返回了基地。

18世纪末，爱尔兰裔的美国人罗伯特·富尔顿建造了一艘小巧玲珑的潜艇，名叫“鳐鱼”。该潜艇长7米，形状像子弹，艇体为铁架铜壳，有水柜，能使艇沉浮。艇上还有一台手摇螺旋桨，保证水下行驶；还有一根可以折叠的桅杆，并装有风帆，能使艇在水上航行。它使用的武器是水雷。这条潜艇从材料、设备到武器，都比“海龟”艇有较大的改进，所以比“海龟”艇潜的深，攻击威力大。

19世纪中叶，德国人威廉·鲍尔对罗伯特·富尔顿的潜艇加以改进，制成了“火焰”号潜艇，装置一对踏车作为动力。它就像现在的自行车一样，用脚踏飞轮，带动螺旋桨转动，使艇前进。

19世纪60年代，美国国内爆发了“南北战争”。南军建造的“大卫”号潜艇，是以小型蒸汽机作为动力的。这是潜艇在动力上由人力改为机器的第一次重大改进。1863年10月的一个夜晚，“大卫”号潜艇袭击了北军的“克伦威尔”号铁甲舰，使其受了伤。1864年2月17日傍晚，南军又使用“亨利”号潜艇，用长竿鱼雷（鱼雷绑在一根长竿上）炸沉了北军的一艘巡洋舰“休斯顿”号，成为历史上第一艘击沉战舰的潜艇。

1863年，法国建造了一艘很大的潜艇，叫“潜水员”号，长约47米，排水量420吨，艇上安装了80马力的压缩空气发动机作为动力。这个艇在水下航行的稳定性能差。到1881年，爱尔兰籍美国人霍兰，在解决潜艇水下航行稳定性方面取得了进展，他用升降舵来保持潜艇水下航行时的稳定。

19世纪80年代，法国又制造了一艘名叫“吉姆诺特”号的潜艇。这艘潜艇装上了蓄电池，使用了55马力的电动机作动力，这是潜艇动力上的又一次重大改革。

1898年，霍兰又研制了一种潜艇，以汽油发动机作动力，水下最大航行速度为5节（1节为每小时1海里）。水上可达7节。这艘潜艇还可以水下发射鱼雷。

1899年，有个名叫芬贝夫的人，制成了一艘名叫“纳维尔”号的潜艇，有两层壳体，在艇的内壳外又包上一层外壳。内外壳之间的空间用来装水，叫水柜，可使潜艇下潜上浮，使潜艇具备了较好的潜浮和航海性能。水下航行速度可达8节，水上航行速度达到11节，并能给蓄电池充电。这一重大改进，为现代潜艇打下了良好的基础。

在第一次世界大战前几年，潜艇越造越大，越造越好，由于使用了柴油机作动力，航速有很大的提高，武器装备也比以前多了。第一次世界大战一开始，潜艇就投入到大规模的海战中。1914年9月22日，德国的一艘潜艇在1小时15分钟内，用6个鱼雷击沉了英国3艘1.2万吨的巡洋舰，充分显示了潜艇的威力。

到了第二次世界大战期间，世界各国建造的潜艇总数已达到1600多艘。随着潜艇数量的增加，种类也在增多，用途也越来越广。潜艇的排水量，已从数百吨发展到2000多吨。不仅出现了小型、中型、大型潜艇，而且还出现了执行特殊任务的袖珍潜艇。

第一次世界大战期间，为了提高潜艇的攻击和自卫能力，安装了火炮。但火炮在水中阻力很大，影响了潜艇的速度，以后又把火炮拆除了，增加了鱼雷发射管的数量，这样不仅提高了潜艇水下航行的速度，而且也增大了潜

艇的攻击威力。

第二次世界大战后，有的国家把常规动力改为核动力。1954年，美国的“鳐鱼”号潜艇首先采用了核动力。核动力使潜艇有了较大的航速，它比常规动力的速度大一倍多，而且能长时间在水下航行，它可以绕地球跑好几圈而不需要增添燃料，而且它能够以90%以上的时间在水下活动，大大提高了隐蔽性。而装备了弹道导弹的核潜艇，已经成为一支战略打击力量。

降落伞的发明

(1797年)

在历史上，航空曾是一项充满危险的事业。但自从有了降落伞，就大大增强了飞行员的安全感，也挽救了不少飞行员的生命。

降落伞是在18世纪末发明的。1797年10月22日，在巴黎现在的蒙索公园上空，人类首次从飞行器上跳伞。跳伞的人叫加内林，他使用的降落伞有肋状物支撑，收拢起来就像现在的阳伞。

这次跳伞是由氢气球带到高空，按照加内林的要求，一直上升到约3000英尺，然后加内林一拉系在气球上的释放绳，降落伞便离开了气球，伞盖就被强烈的气流张开，由于伞上没有孔，加内林的降落伞摆动得很厉害，使站在小篮子里的加内林在着陆时头晕目眩，恶心呕吐。这一次跳伞，开创了人类自天而降的历史，是一次伟大的壮举。

到19世纪，跳伞已成为航空表演中的一种不可缺少的节目。其具体方法是：用有人驾驶的气球升空，降落伞就系挂在气球上。全体表演者可以乘气球上升到冷空气允许的高度，于是跳伞的人便脱开吊架，使降落伞离开气球，安全地降落到地面。

随着航空事业的发展，人们已不再满足于乘气球跳伞。1912年3月1日，贝里上尉首次使用固定开伞索在美国的圣路易斯从飞机上跳伞。

1912年秋天，F·R·劳第一次使用自由开伞索在美国从飞机上跳伞。他使用的是史蒂文斯的有“救生降落伞包”的降落伞。1919年4月19日，欧文在美国首次使用他改进了的有开伞索的降落伞。这种具有开伞索的降落伞是现代降落伞的原型。

由吃青蛙腿引出的电池发明

(1799年)

电池是最先出现的连续的电源，它的发明是电学研究的起点。那么，电池是怎样发明的呢？

1791年，意大利的加伐尼教授的夫人患病，医生要她多吃青蛙。有一次，夫人发现和餐刀一起放在金属盘子里的剥了皮的青蛙腿有时出现抽动现象。她感到很奇怪，就告诉了加伐尼。加伐尼听到后非常感兴趣，为了弄清原因，他做了一个试验。他用两种不同的金属连接在一起去接触蛙腿，蛙腿立即抽动起来。随后，他又用带电的莱顿瓶和静电起电机接触蛙腿，同样使蛙腿发生了痉挛。加伐尼十分激动，为了进一步证实这种现象，他又拿来一只死去的青蛙做同样的实验，得到了同前一次一样的结果。

经过深入研究，加伐尼断定，两种不同的金属，正好形成青蛙神经和肌

肉之间的电路。青蛙腿的抖动是电在作怪。加伐尼当时把这种现象解释为“生物电”的表现，以区别于静电。1793年，他在英国皇家学会会议上阐述了这一发现和见解，引起了科学界的极大兴趣。

有一位叫伏打的意大利巴维亚大学教授听到这个消息后，起初也相信了加伐尼的观点。后来有一次，他无意中用两片不同的金属夹了一下舌头，意外地感到它有一种不寻常的麻辣感觉。于是伏打收集了多种金属片进行舔试，发现金属不同，麻辣感觉也不同。在反复思考这一现象的原因时，伏打想到了青蛙腿抽动现象，认为这可能是由于产生了电的缘故。经过进一步的实验，他否定了加伐尼关于青蛙腿抽动原因的解释，认为青蛙腿抽动不是由于“生物电”的作用，而是由于两种金属相接触时产生了电所引起的，而且两种金属性质相差越远，所产生的电就越强。

1799年，伏打在两种性质相差很大的金属片中间夹上多层用盐水沾湿的布片，制出了可供实用的电源。这种装置后来被称为“伏打电池”，这就是电池的祖先。

1801年，法王拿破仑专门邀请伏打到巴黎皇宫，要他演示电池的原理，并给了他一笔重赏。

以后，伏打又对电池进行了改进，把许多圆形锌片、铜片和用盐水浸泡过的圆形原纸片，按照铜片、纸片、锌片，铜片、纸片、锌片……的次序一个个叠起来，制成了“电堆”，产生出了电流。电堆可以产生连续恒定的电流，为电学研究开辟了道路。这一成果，发表在英国皇家学会学报上。从此，伏打的名字和他发明的电池传遍了世界。人们为了纪念他，以“伏打”命名电压单位。

从笑气到麻醉术 (1800年)

麻醉术是支撑外科医术的基础。不难想像，如果没有麻醉术，要进行外科手术简直是不可能的。

中国是在外科治疗上最早使用麻药的国家之一。汉末医学家华佗在治疗“肠胃积聚”等病时，就先让病人服“麻沸散”使之麻醉，然后再施行腹部手术。这说明，中国早在二世纪时就已在麻醉方法和外科手术方面取得了相当成就。

近代麻醉术出现于18世纪末，这时正是化学这门学科即将形成之际。当时，科学家们正在全力以赴地进行研究工作，力争发现和制成新的化合物。

在这些科学家中，有一位叫戴维的英国人，他对一氧化氮（别名笑气）很感兴趣，进行着各种试验。他发现，谁吸入了这种气体，就会心情愉快，大笑不止，以至最后达到昏昏欲睡的状态。

笑气的发现很快就在欧洲传开了，许多人都想体验一下吸入笑气的感觉，自愿前去接受试验。当时，一些有名的诗人争着来吸笑气，以享受笑的乐趣。1800年，戴维在英国皇家学会做报告，到会人员全都吸入了笑气，一时间乱成一团：有的人哈哈大笑，有的人睡倒在桌子上，有的人则大声谈笑……当时还有人画了一幅漫画说：“笑气可以治好嘴碎的太太。”

美国有位牙科医生叫韦尔斯，他听到这个消息，联想到他给病人拔牙时，由于没有麻醉药，病人疼痛得大声嚎叫，痛苦异常的情景，就想到：这种笑

气能否成为一种麻醉药呢？于是，他大胆地决定拿自己做实验。他先是吸入笑气，然后请助手给他拔了一颗牙，果然不觉得疼痛！试验获得了成功。

韦尔斯的助手莫顿，认为笑气的麻醉效力还不够大，想另找一种更强有力的麻醉剂。为此，他去请教化学教授杰克逊。教授说，有一次他做化学实验时，不小心吸入了过多的氯气，感觉喉头很不好受，于是他试图吸入一点乙醚解毒。当他吸入之后，身上马上感觉很舒服，一会儿便昏昏入睡了。

莫尔顿听了这个情况之后，就开始利用乙醚作麻醉药，先在动物身上试验，后来又在自己身上试验，证明乙醚确实有较好的麻醉作用，而且对人体无害。进而，他在对病人进行手术时，使用乙醚进行麻醉，获得了巨大成功。从此，用酒精制成的无色透明体乙醚，成了世界上各个医院的手术室不可缺少的药品。

麻醉术不仅用于外科手术，还被用来进行减少分娩的痛苦。这里有一个有名的故事：起初，由于宗教上的理由，很多人反对麻醉分娩。到了 1853 年，英国维多利亚女王生奥波尔特王子时，用氯仿麻醉获得成功。消息传开后，舆论一下子就改变了态度。此后，在麻醉之后分娩，就成为平常的事了。

钢笔的发明

(1809 年)

钢笔是人们普遍使用的书写工具，它是在 19 世纪初发明的。1809 年，英国颁发了第一批关于贮水笔的专利证书，这标志着钢笔的正式诞生。

在早期的贮水笔中，墨水不能自由流动。写字的人压一下活塞，墨水才开始流动，写一阵之后又得压一下，否则墨水就流不出来了。这样写起字来当然是很不方便的。

到 1884 年，美国一家保险公司的一个叫沃特曼的雇员，发明了一种用毛细管供给墨水的方法，比较好地解决了上述问题。这种笔的笔端可以卸下来，墨水用一个小的滴管注入。

最早的能够自己吸墨水的笔出现于 20 世纪初期，采取了一个活塞来吸墨水。当笔中采用了皮胆后，就要用一个铁片插入一个缝中去挤压皮胆来吸墨水。到 1952 年，又出现了用一根管子伸进墨水中吸水的施诺克尔笔。直到 1956 年，才发明了现在常用的毛细管笔。

铁路机车的发明与发展

(19 世纪初)

铁路运输是 19 世纪 20 年代发展起来的，它的前驱是英国 17 世纪的木轨和 18 世纪的铁轨上的手推和马拉车辆运输。1802 年英国人特里维西克制成 3.5 个大气压的“高压蒸汽机”及第一台实验性蒸汽机车，在默瑟尔和加尔第夫之间的铁路上行驶了 14.5 公里。1815 年他又制成了 7 个大气压和热效率超过 7% 的蒸汽机车，功率在 100 马力之上，为后来斯蒂芬逊完成火车的发明奠定了基础。

1814 年拿破仑侵英战争爆发，马车不能适应战时运煤的需要，斯蒂芬逊研制成从烟囱排蒸汽以使锅炉鼓风燃烧的机车，载 30 吨煤每小时行驶 6.4 公里。到 1825 年 9 月，他终于制成可供使用的蒸汽机车，每小时可行驶 24

公里，载重 90 吨，从而完成了火车的发明。

1826 年至 1830 年 9 月，斯蒂芬逊和他的儿子一起制成第一台载客火车“火箭式”，在竞赛中获胜，从此开始了蒸汽机车铁路运输的时代。1872 年英国开始普及有座位的车厢，正式出现客运火车。

铁路运输的发展将轨距的标准提到日程上来，至今国际通行的标准轨距就是 19 世纪 30 年代英国人布鲁内尔提出来的，英国直到 1892 年才予以统一。1870 年世界铁路总长为 21 万公里，到 1900 年已达 79 万公里。

20 世纪初，由于用三级膨胀式蒸汽机和带过热器的机车，燃料消耗率进一步降低。机车和列车的结构有了较大改进。1936 年至 1938 年间，英国的格莱斯雷先后设计出非流线形的“太平洋”号和流线形的“大西洋”号机车，时速分别达到 182.5 公里和 203.5 公里。1938 年法国制成时速为 202 公里的高速蒸汽机车。

由于蒸汽机车燃料消耗率高，体大笨重，污染严重，以后逐渐被柴油机车和电力机车所取代。1926 年至 1929 年间，德国制成直接用齿轮传动的和压缩空气传动的柴油机车。1932 年在德国的柏林至汉堡和英国的东北铁路上分别出现时速为 125 和 101.5 公里的柴油机车。但由于柴油成本高和速度尚低于蒸汽机车，在欧洲未能推广。美国则因柴油比较便宜，并在 1935 年出现了标准化的组合式柴油机，大大促进了柴油机车的发展，1945 年已有 4000 台。

60 年代初各发达国家开始成批生产 4000—6000 马力的柴油机车。到 70 年代前期，柴油机车功率已成系列，数量满足要求，很多国家停止使用蒸汽机车。1981 年，英国制成时速高达 270 公里的高速柴油机车。

继柴油机车之后，电力机车又逐步发展起来。1879 年柏林博览会展出第一台可供实用的电力机车，并在德国使用。电动机的转速可随负载在一定范围内变化，运行安全，设备简单，无污染，操纵和制动方便，而且还可以从发电站接受强大电源，在短时间内产生必需的起动功率，便于高速行驶。

1955 年，法国制成高速电力机车，时速达 332 公里，1981 年又增加到 380 公里。电力机车的最大困难是架空线路和变电设备成本过高问题，美国用单相交流电进行远距离输电，其成本比直流线路低三分之二，因而被广泛采用，迎来电力机车大发展的新时期。

音乐家发明了播种机

(19 世纪初)

就像在人类发明史上经常发生的事情一样，有时一个聪明的门外汉却创造了内行的人们所没有做出的奇迹。播种机的发明就说明了这一点。

播种机是由杰思罗·塔尔最先发明的。这位杰思罗·塔尔是个音乐家，也是个律师，根本没有必要去种庄稼。但他却对农业很感兴趣。他曾在自己的农场试种三叶草，结果被他的邻居嘲笑为“老爷农民”，意思是说他手无缚鸡之力，干不了农活。

但塔尔却具有发明家的头脑。他看到，如果能发明一种机器来进行大面积播种，他就能把自己关于农业的理论付诸实践。与此同时，还会减轻他对雇佣劳动力的依赖。

当时人们认为播种机的原理很简单，研制并不困难，可是出乎意料的是，

试制出来的播种机却根本无法使用。当时试制的播种机是一辆带轮子的车，车上有个装种子的容器。车轮转动时，种子通过容器下面的金属管或空心犁刀向下掉。每一个犁刀都在地上犁出一条小小的犁沟，种子便掉进犁沟里。播种机后面有一个耙子，把犁开的土耙回来盖上种子。

这种播种机之所以不成功，主要是因为机器不能有效地控制种子从容器掉进土里的速度。而塔尔则成功地解决了这个问题。他把风琴传声结构的作用原理用在他研制的播种机上，采用一个铜盖和可调节的弹簧来控制种子向下掉的速度，而铜盖和弹簧的作用方式就如风琴机构中的簧片。

塔尔认为，要是把播种机跟用马来进行的畜耕系统结合起来，就能够使耕作发生变革，即可以把点播改成条播，从而使农民除草和松土更为方便。但遗憾的是，塔尔发明的播种机只在自己的农场及周围地区使用，并没有得到推广。

到 19 世纪初期，英国人才开始广泛使用播种机播种。在此过程中，两个播种机的制造者——皮森霍尔的史密斯和利斯顿的加勒特起到了积极的作用。为了推广播种机，史密斯甚至用车接送那些愿意播种两英亩土地以获取 5 先令报酬的人。

虽然塔尔发明了播种机，但他却是一个被埋没的人。正是由于他的这项发明，才为英国农业的发展奠定了重要基石。

矿工安全灯 (1815 年)

矿工安全灯是由英国人发明的。19 世纪初，随着英国工业革命的发展，煤矿的矿井挖得越来越大，越来越深，这大大增加了瓦斯爆炸的危险性。瓦斯是一种易燃的气体，其主要成份是甲烷。这种气体是从煤层的缝隙中冒出来的。

瓦斯爆炸通常每年要使成百上千的矿工丧命。一点儿火星就能使矿井变得像巨大的炮筒一样，引起猛烈的爆炸，1812 年，在达勒姆的费林科利里发生了一次瓦斯爆炸，死了 92 个矿工。当地的绅士们决定采取措施解决瓦斯爆炸问题。第二年，他们成立了一个防止事故的团体。

当时有一位叫戴维的 chemist，他出生于彭赞斯的科尼什，主要靠自学成材，但他才华横溢，天赋极高，24 岁就成了英国皇家协会的化学教授。1815 年，他被人们邀请解决瓦斯爆炸问题。

戴维对瓦斯进行了认真分析，他发现，瓦斯是氢和碳的化合物，如果不足 6 倍或多于 14 倍的空气混合就不会爆炸。他还发现，这种气体无论以何种比例跟空气混合，若装混合气体的小管子的直径小于八分之一英寸，也不会爆炸。

戴维在弄清了瓦斯的这些特性和其他的一些特性之后，就开始试验四种不同的灯。这些灯用途各异，但都很安全。其中最简单的一种是矿工安全灯。戴维曾这样描述自己发明的矿工安全灯：“蜡烛或灯在四周都不透气的灯罩里燃烧，燃烧所需的空气由灯罩下面的管子导入。灯罩上面有一个燃烧室，废气由烟筒导出。这种灯像普通的灯那样便于携带，而且贵不了多少。”

戴维以后又发现，金属网丝能起到小管的作用，只要孔洞的直径跟它们的深度相当就行。于是，他用每平方英寸有 740 个网眼的铁丝网来作灯台。

这种铁丝网还有一个好处，就是只要有瓦斯，火焰就会变大。这样既给矿工发出了警报，而变大的火焰又照亮了道路，便于迅速逃避。

戴维研制成功矿工安全灯后，并没去申请发明专利。有个叫斯蒂芬森的工程师也制造出了一种安全灯，他的支持者向戴维提出了挑战。但是戴维的同时代人绝大多数都支持他，而矿工们则把他们使用的安全灯称为“戴维灯”。

建筑材料的新发展——水泥 (1824年)

19世纪以前，建筑技术的进步是相当缓慢的，其中一个重要原因是受建筑材料性能的限制。当时建筑材料不外乎几千年沿用下来的土、木、砖、瓦、砂、石。19世纪20年代发明了水泥，以后又出现了钢材，从而使建筑技术发生了飞跃性进步。那么，水泥是怎样发明的呢？

在水泥发明之前，人们为了把砖或石块连结在一起，最早使用的胶结材料是天然粘土。后来人们发现石灰石经过火烧能变成石灰，具有比粘土更好的胶凝性。古代罗马人，用一种火山喷射物生成的胶结材料把石块连结成坚固的整体。火山灰是天然水泥，他们用这种材料建造斗兽场和其他宏伟建筑。可是，火山灰很有限，而且运输不便。

工业革命以后，要求大规模地建造水上结构，如港口、堤坝、桥涵等，推动人们去寻找耐水的胶结材料。1774年，英国工程师斯密顿在建造海上灯塔时，试用石灰、粘土、砂和铁渣的混合物砌筑基础，效果良好。后来又发现了在石灰浆中加进些砖的粉末后能提高耐火性能。经过反复试验，人们还逐渐认识到把粘土同石灰石适当地配合并加以锻烧，再磨成细粉，可以制造出性能良好的胶结材料。1824年，英国石匠营造者亚斯普丁取得了制造这种材料的专利。他的产品硬化后的颜色和强度，同波特兰地方出产的石材很相近，因而取名为“波特兰水泥”。

此后，人们逐步掌握水泥的化学成份和性质，不断地改进生产工艺过程，出现了专门生产水泥的工厂。法国在1840年，德国在1855年分别建设了水泥制造厂。

进入20世纪，特别是第二次世界大战后，水泥的标号不断提高，水泥产量不断增加。1960年全世界水泥总产量为3.17亿吨，1970年为5.68亿吨；1960年全世界平均每人消耗水泥104公斤，1970年为156公斤。

水泥出现以后，用水泥、砂、石和水制作的混凝土，在建筑工程中得到广泛应用。混凝土凝固以前具有很好的可塑性，能用模子浇注成各种形状，硬化以后有很高的抗压强度，而且耐火。以后又发明了钢筋混凝土，解决了混凝土容易破裂的问题，大大提高了建筑质量。水泥成为世界上最重要的建筑材料之一。

新式取火法——火柴 (1827年)

学会取火是人类文明的重大进步。从考古学的研究来看，周口店的北京猿人已经有了人为的取火方法。

过去的取火方法大体有四种：摩擦法、打击法、压榨法和光学发火法。这当中，最早出现的是摩擦发火法和打击发火法。中国古代传说中有燧人氏教人钻木取火的故事，所谓钻木取火，就是用一根木棒立在另一块木块上用力旋转，使它摩擦生热而发火的做法。

在太古时代，主要是用燧石互相打击而取火。到有了钢铁之后，人们便改用铁块和打火石碰撞的取火法了。

比较科学的取火方法是 18 世纪末在罗马出现的。那时有人用一根一米多长的大木棒，在其顶端涂上浓氯酸钾、糖和树胶的混合物，当人们要使用火时，就把大棒的顶端伸进一个盛有硫酸溶液的器皿里，使二者相遇发生化学反应而燃烧。这便是火柴的雏形。

1827 年，英国化学家约翰·沃克发明了与现代火柴相近似的引火棍。而这个发明也是很偶然的。有一天，沃克正在集中精力试制一种猎枪上用的发火药。方法是把金属锑和钾碱混合在一起，然后用一根棍搅拌。这样，棍的一端便粘上了金属锑和钾碱的混合物。后来，他想把粘在木棍上的混合物在地上磨掉，以便再利用这根棍来搅拌新配的混合物。然而，正当他把木棍在地上使劲摩擦时，突然“扑”的一声冒出了火苗，木棍燃烧起来了。

这个发现使沃克非常高兴。他想：如果能利用自己发现的办法制造引火物，那对人们取火将是多么方便啊！于是，他开始参照自己发现的办法研制火柴了。1827 年 4 月 7 日，约翰·沃克制作的第一盒火柴出售了。他的火柴 84 根为一盒，售价一先令。火柴盒的一端贴有一小片砂纸，把火柴头夹在砂纸中间，向外一拉，火柴便点燃了。从此，火柴便在全世界得到了普及。

1830 年又出现了黄磷火柴，这种火柴一经摩擦即可引燃，但容易出危险，而且它的烟有毒。1835 年，又有人发明了安全无害的赤磷火柴。到 1848 年，德国人又发明了今天通用的安全火柴。火柴的发明，为人类用火提供了极大的方便。

缝纫机的发明

(1830 年)

发明带有针眼的针，可谓是人类历史上最重要的技术进步之一。而针的出现早得惊人，大约在 40000 年前的旧石器时代，就有了用猛犸的牙、驯鹿的骨和海象的牙做成的针。

到 18 世纪时，有两个英国人在针的使用上做出了新的发明。一位是韦森霍尔，他在 1755 年获得了一种双尖针的专利权，这种针的针眼在中间。另一位是托马斯·圣，他于 1790 年发明了一个新装置，这种装置具有现代缝纫机的许多特点，但是没有带针尖和针孔的针。

直到 1830 年，法国的一个叫坦莫尼尔的穷裁缝才设计出一种真正实用的缝纫机。这个缝纫机主要是用木头做的，相当笨重。在 19 世纪 40 年代，这种缝纫机主要用来给军队作军服。不幸的是，后来坦莫尼尔的手工工场受到了洗劫，他本人也险些丧命。但他并没有灰心，决心继续从事自己开创的事业。他进一步改进了缝纫机，并于 1848 年在英国和美国获得了专利。

在美国，缝纫机得到了新的发展。纽约的沃尔特·亨特，马萨诸塞州斯潘塞的伊莱亚斯·豪和艾伦·威尔逊这几位发明家，在互不通气的情况下，都独立地设计出了实用的缝纫机模型。伊莱亚斯·豪到英国去出售他的专利权，但由于贫困，于 1849 年被迫返回美国。他一回去就发现有不少人已在制

造缝纫机。在打了许多官司之后，他才得以维护住自己的专利权，并使以后制造缝纫机的人都尊重他的权利。

缝纫机的发明大大地减轻了妇女的家务负担，也对 19 世纪 60 年代以后的服装款式产生了重要影响。由于有了缝纫机，衣服的制作变得更为容易和精制。从那以后，缝纫机在设计上虽不断有所改进，有的缝纫机上还装上了电动机，但就总体而言，缝纫机的基本特点却没有什麼变化。

人类通信的新手段——电报 (1837 年)

现代生活中，我们许多人都发过电报。这种快速通信手段，不论对人们的日常生活，还是对军事活动，都具有重要作用。如果问到电报是谁发明的，恐怕谁都会说是莫尔斯，因为不少书上是这样写的。但电报的发明，实际是许多人共同努力的结果，莫尔斯只是其中的一位杰出的代表。

制造电报机的最初尝试始于发现电磁场之前。早在 1808 年，在发明电池之后，德国解剖学家佐默林就已提出将 36 个电极置于酸化的水里，每一个电极都用一个字母或数字作标记，附着在能连接到发报台上的一个电池的电线上。然而这个系统过于复杂，难以实用。

世界上第一台电报机是由库克和惠特斯通两位教授研制成功的。他们于 1837 年获得专利的电报机，其设计是使用五根磁针，分别指向一些不同的字母。1838 年，在伦敦和西德雷顿之间的大西方铁路就安装了一台这样的电报机。但后来库克和惠特斯通因为电报发明权问题发生了争执，关系破裂，影响了对电报机的进一步改进。

而此时美国的莫尔斯却正在倾其全力于电报的研制。莫尔斯 1806 年进入耶鲁大学学习，他在该校学习的一点儿最初步的电学知识是他发明电报的全部知识基础。但是，他在校不久就基本放弃了本专业而去专心绘画。到毕业时，他已经成为一名专业画家了。他曾两次去欧洲大陆学习和展出，得到了一定好评。

1832 年 10 月 2 日，41 岁的莫尔斯从欧洲留学回国，在船上用晚餐时，听了一个名叫查尔斯·杰克逊的青年医生，讲解一台被称为电磁铁的新器件的奇妙功能，并看了他作的表演：当电磁铁联结上电池，给铜丝通电，那铁块立即产生一股神奇的力量，把附近的铁钉、铁片一下子吸了过去；等到一断电，那些铁钉、铁片又立即掉了下来，那股神奇的力量便消失了。杰克逊还说：电流的速度是极快的，不论电线有多长，它都可以瞬息通过。莫尔斯当即想到：“如果在电线的地方能看到电流的存在，不就可以用来向远方通信了吗？”于是，他下决心使这个想法变成现实。

莫尔斯的设想是：既然骤然切断电路就会闪现电火花，那么电火花是一种讯号，没有电火花是另一种讯号。这些讯号结合起来，可以代表各种数字和字母，数字和字母又可以按顺序编排。这样，文字就可以经由电线传出去，而远处的仪器可以把讯号记录下来。这就是“电报通讯”的最初构想。

1835 年，莫尔斯当了纽约大学教授，于是住进学校，专门进行他的电报研究。在这里，他得到了化学教授格尔的支持。格尔为他制作了电磁石电池，并一直在各方面给了他很大帮助。到 1835 年末，他完成了第一部电报装置。发报机用刻有沟纹的文字板构成文句，使它慢慢移动，电路则断断续续地发

出讯号。收报处用电磁石吸引一个摆，摆下装有铅笔，铅笔随摆的摆动在纸上画出波形线条。这个装置并不成功，接收距离也只有几米，稍远一些，讯号就接不到了。

此后，莫尔斯又结识了在电磁学上有名的普林斯顿大学教授亨利。在这之前，亨利就做过利用电磁石在相隔一英里远的地方使电铃响起来的实验。但由于他轻视实验研究，他把这项经验传给了莫尔斯。这对莫尔斯来说真是一个意外的收获。接着，莫尔斯又认识了一个来访问母校的前毕业生贝义尔，他对莫尔斯的发明很感兴趣，并出资在他父亲的铁工厂里研究电报装置。在这里制作出了与今天电报机基本相同的装置。后来，莫尔斯又研究出了一整套用点（·）和划（—）组成的电报符号，后来被称为莫尔斯电码，这种电码至今还在使用。

1838年1月，莫尔斯同贝义尔合作进行了距离3英里的电报试验，并取得成功。到1842年，莫尔斯请求的试验资金被国会通过。于是，莫尔斯用了两年的时间，架设了华盛顿和巴尔的摩之间的电报线。

1844年5月24日，一个伟大的时刻来到了。在华盛顿的国会大厦最高法院会议厅里，莫尔斯坐在电报机前，成功地向远在40英里外的巴尔的摩市他的助手发出一系列电报符号。人类从此开始了用电线传送信息的新纪元。

照相机的发明

（1839年）

照相是一种能把有形之物原样不变地记录下来的技术。古代，人们为了把物体的形状记录下来，只有采取绘画的方法。但再高明的画师，也难以把物体的原形毫不走样地记录下来。

为了解决这个问题，人们发明了利用光学原理的照相。最原始的照相机就是所谓的“针孔照相”。这是通过针孔使物体的像映照在墙壁上的做法。例如著名画家达·芬奇就曾用这种方法把风景正确地映照在墙上。但是，这种针孔照相本身并不能记录，只是投影而已。达·芬奇为了把针孔投影记录下来，曾经对投影的像用铅笔描绘，作为记录。

1802年，英国人维丘德首先利用硝酸银的感光作用，把硝酸银涂在纸片上，制成了印像片。1827年，法国人尼布斯在锡板或玻璃板上撒上沥青粉末，上面再敷上一层油或蜡，使之成为半透明体。在阳光下，经过长时间照射，可以留下实物的白色影子，制成不会消逝的照片。但是，每拍一张这样的照片，就要在阳光下晒上6至8个小时，这样复杂的过程显然不适合实际使用。

到了1839年，照相技术有了新进展。一位叫达盖尔的法国学者在一个偶然的场合里发现了一种新的感光材料。达盖尔在研究照相技术时，无意中把一把银匙放在用碘处理过的金属板上，过了一会儿，达盖尔发现这把银匙的影子居然印到了板上。这一现象使他大为吃惊。于是他专门磨制金属板，并在上面涂了碘，用镜头进行拍摄，果然拍下了薄薄的影子。这一成功，极大地鼓舞了达盖尔的信心。

达盖尔继续向突破照相技术的最后难关进军。又是一个偶然的发现帮了他的大忙。有一天，达盖尔到药品箱中找药品，突然看到过去曾经曝过光的底片上，影像已经变得十分清晰。这是什么原因呢？为了找到答案，他每天晚上将一张曝过光的底片放在药箱里，第二天早晨，在取出底片的同时取出

一瓶药。他想：如果某一种有效药品被取出箱外，再放进曝过光的底片就不可能显现清晰。

但是使达盖尔意外的是，当箱子里的药品全部取完后，而底片仍然显像清晰。这不禁使达盖尔十分惊异。为了彻底查清原因，达盖尔把箱子翻来覆去进行反复检查，终于发现了箱子里有一些小水银珠。他立刻意识到，奇迹一定是水银造成的。经过分析后达盖尔认为：因箱子里温度较高，使水银蒸发影响底片使其显像良好。

为了证实这一判断，达盖尔把曝过光的底片放在暗室里，用水银蒸气进行试验，果然取得了预期效果。这样，达盖尔就解决了照相的关键技术——显影问题。接着，他又解决了定影技术，从而彻底解决了照相技术问题。

达盖尔的发明和现在的照相技术基本上是相同的。所以，照相技术的发明应当归功于达盖尔。

冬天里发明的硫化橡胶

(1839年)

橡胶是人们生活中普遍使用的材料。它的出现有着悠久的历史。早在公元13世纪时，美洲的玛雅人和阿兹台克人已在普遍使用橡胶制品了。但那时使用的是生橡胶。而生橡胶有一个致命的弱点：天气冷的时候容易失去弹性，天气热的时候又会变粘，解决这一难题的是美国人古德伊尔。

古德伊尔家里很穷，在他不满20岁的时候，就对从南美大量流入美国的橡胶发生了浓厚兴趣，开始搞橡胶的加工成型。最初，他和朋友合资用生橡胶制做了几百双长筒靴。在寒冷的冬天，这种胶靴穿起来还好，但一到夏天，胶靴就变得又粘又缩，不成样子。古德伊尔下决心进行生胶的改质。

但是，古德伊尔缺乏化学知识，对橡胶的本性并不了解。他的努力困难重重，并几次因为无钱还债而被关进监狱，但他顽强学习，即使在狱中也不停地进行研究。当年人们讽刺古德伊尔说：“如果你在街上遇到一个人，他的帽子和外衣、背心、裤子全是橡胶制品，而且口袋里装着橡胶钱包——但其中分文皆无——的话，那肯定就是古德伊尔。”

经过坚韧不拔的努力，古德伊尔终于创造了用氧化镁和石灰水处理生胶的方法，得到了一定的成功，而且还在一次博览会上得了奖。然而，这种制品仍然没有真正过关，一遇上醋或别的什么酸类，便又要恢复生胶的特性。

他继续努力探索着改进橡胶质地的办法。一天，一位关心他的研究工作的朋友来信说：他做了一个梦，梦见古德伊尔把硫磺掺进生橡胶里，再在太阳下曝晒，结果成功地发明了新的橡胶。古德伊尔觉得朋友的信很有趣，就按照信上说的办法作了实验，结果橡胶质量真的大有提高。他由此获得了专利，生活也因而得到了一时的改善，但是，橡胶到夏天变软的老问题仍然没有彻底解决。

1839年2月，在一个寒冷的夜晚，古德伊尔一面烤着手，一面思考实验问题，一不小心，拿着掺了硫磺的生橡胶的手碰到火炉上，他被烫痛了。当他去看那烫伤的右手时，却发现那块做实验用的生橡胶被烧焦了，古德伊尔下意识地捏了捏这块烧焦了的橡胶，感到橡胶的中间部分有些弹力。这一偶然的发现给了古德伊尔新的启示。他想：太阳光的温度低，所以橡胶就发粘；炉火的温度高，所以橡胶就变焦；中间部分既不粘也不焦，而且富有弹性，

这无疑是因为温度合适的缘故。他根据这个认识，把硫磺掺入生橡胶后，用不同的温度进行处理，经过不断的测量、实验，终于发明了橡胶硫化法。这种方法就是把适量的硫磺和催化剂加入生橡胶中，经过 130 至 150 的加热处理后，生产出一种既耐磨又柔软，而且有弹力的橡胶产品。硫化橡胶像皮子一样，既能做鞋，又能做雨衣。

当时，古德伊尔已被他所有的熟人认为是个半疯，不相信他会有什么大的成就，所以，他的橡胶硫化法虽然是个重大发明，一时仍没受到重视。他在十分贫困的境地中，又一次由于借债不还而被关进监狱。几个月后他从狱中出来，才发现他的发明已大受欢迎。1845 年，他的发明获得了美国的专利。

自行车的发明

(1839 年)

人类使用车轮的历史大约有 5000 年之久了，但是在 1690 年以前，没有任何人把两个轮子连接起来乘坐。一个叫德·西弗拉克的法国人，曾做过一辆被称之为“塞莱里弗勒”的两轮车，使用方法是：两腿分开坐在车上，两脚蹬地使之滚动向前。

1839 年，麦克米伦发明了一种机械自行车。自行车的后轮通过连接到踏板上的曲柄驱动。有了自行车，人们获得了比步行快得多的速度。

1861 年，一个叫布鲁内尔的法国人，把他的自行车带到马车匠人米肖那儿去修理，米肖的儿子欧内斯特看到那辆车后，提出：如果在前轮装上一个曲柄，并能够踏着转动的话，一定能使这种脚踏车得到改进。

还有一种叫“维洛西皮德”的脚踏车，踏板转一圈，轮子就转一周，这种车前轮很大，被人们称为“高自行车”。它跑得快，就是不稳当。如果想刹车，特别是下坡时刹车，骑车的人就可能被甩到把手前面，骑一天的车就得摔几次。但是人们并没有被吓住。1884 年，勇敢的马斯·史蒂文斯骑着、推着、有时甚至是扛着一辆叫“平凡者”的高自行车穿越了美国。

把自行车的前轮变小，从而使骑车更安全的尝试不断进行着，但限于当时的工艺水平，这些尝试都失败了。

1885 年，英国人斯塔利发明了链条传动的自行车。这种自行车用链条把踏板的运动传达给轮，并把前后轮的大小一致起来。为了加快行走速度，他还把踏板上的齿轮设计得大于后轮，以便后轮的转速大于脚踏的速度。这种自行车的一个主要优点，是把车座、踏板、把手以及前后轮的旋转轴这五个点，互相之间都构成三角形结构，这种结构完全符合结构力学原理。

经过斯塔利的改进，自行车变得安全可靠，而且效率大大提高了。于是，自行车在欧洲很快地普及开来。

1888 年，苏格兰人邓洛普又发明了内充空气的车胎。在此之前，自行车用的都是木轮或实心胶轮，这种轮子很重。邓洛普一心想加以改进，但又苦于想不出好办法。有一天，他在公园用橡胶水管浇花时受到启发，发明了带充气内胎的车轮，从而使自行车的性能得到飞跃性地提高，开创了一个自行车大普及的时代。

邮票的诞生

(1840 年)

人们在日常生活中，写信、邮寄物品都离不开邮票。因此，对邮票人们

都是很熟悉的。特别是许多集邮爱好者，对邮票的历史都很清楚。

世界上最早的邮票是英国在 1840 年发行的一便士的黑色邮票和两便士的蓝色邮票。它的发明，并不是凭借灵感，而是邮政服务系统长期发展的必然结果。

在古希腊和罗马帝国之后的欧洲，最先建立国家邮政服务系统的主要国家是路易六世统治的法国，因为法国在 1464 年就颁布了邮政法。英国的查理一世于 1635 年建立了一个由皇家垄断的邮政系统。在第一任邮政局长威瑟林斯的领导下，英国邮政实行了日夜服务，只要 6 天就能把一封信从伦敦送到爱丁堡，并把回信从爱丁堡送到伦敦。威瑟林斯还制定了一个正规的邮费表，只有一张纸那么大。根据这个表，每 80 英里路程收两便士邮费。

18 世纪末叶，在皮特的管理下，英国改进了公路，引进了最早的邮政马车，从而提高了邮政服务的速度和效率，但是邮费也不断增长，这引起人们的极大不满。

1836 年，罗兰·希尔提出取消基于距离和若干邮费表的系统，而代之以基于重量的一致的收费标准，通过用胶水把“标签”粘在每一封信上的办法预先收费。这一建议在 1840 年 5 月 6 日付诸实施，英国政府这时发行了两种最早的“标签”——邮票。这一改进取得了成功，在 1840 年投递的信件比前一年多了一倍。

在最初的年代里，标准邮票有许多改进。1854 年，阿切尔发明了邮票穿孔机，这一发明使得投递信件人不再需要用剪刀来剪邮票。

在邮票使用中，也出现了一些欺骗行为。比如有人把打在黑色邮票上的邮戳弄掉，再重复使用。为了防止这个问题，人们又改进了邮票的制作技术。除了改成红色之外，还用若干分离的印版印刷以防伪造，并在邮票的角上加上检查字母以防止另一种常见的欺骗行为，如在两张用过的邮票上各剪下一半来，把没有邮戳的两半拼成一张“新”邮票。

1874 年成立了万国邮政联盟，此后，希尔创造的邮政系统在全世界迅速得到了推广。

转炉炼钢技术的发明

(1856 年)

提到炼钢技术，在相当古老的年代就已出现了。公元前 15 世纪，在亚美尼亚有一种叫做“渗碳法”的炼钢技术。其方法是把熟铁反复加热锤打，使碳素渗入熟铁表面。这种原始的炼钢办法一直被人们应用到 18 世纪。

这种古老的炼钢技术，曾经制造出锋利惊人的名剑宝刀。但由于这种“千锤百炼”的办法太费功夫，炼出来的钢铁数量有限，难以满足产业发展对大量钢铁的需要。

1740 年，英国的哈尔曼在印度古老的“坩锅”炼钢法的基础上，发明了一套现代的炼钢技术。他把铁块、碎玻璃和木炭盛在坩锅里，放在反射炉里从上加热，这样，铁块就可以熔化成钢而沉在坩锅底部，然后把它倒入模型里，冷后用来制造工具或武器。但这种炼钢法的产量仍然太小，一次最多只能炼几十公斤钢。

而真正发明现代炼钢技术的是英国人贝塞麦。贝塞麦生于英国的查尔顿，他的父亲是法国人，一生从事发明研究。贝塞麦在父亲的影响下，从小

就喜欢搞发明。他在 18 岁时就因发明了邮票印刷机而闻名于世。

到 1854 年，英、法、土联军在近东和俄国展开了一场激战，即所谓克里米亚战争。贝塞麦在此期间发明了来复线，使大炮射程更远，打得更准。但由于当时制造大炮的钢铁质量低劣，致使发射中常因炮管破裂而影响发射。

贝塞麦按照英国军事当局的指令，要研制坚固耐用的大炮，而解决这一问题的关键是炼出高质量的钢。为解决这一难题，他开始钻研冶金技术。他查遍了所有图书馆有关冶金技术方面的大量资料，考察了英格兰的炼铁厂，并创建了冶炼实验工厂。

一天，贝塞麦正在实验工厂炼铁，他用鼓风机往坩锅里吹风，偶然发现一块铁片粘在坩锅边上。当他取下这块铁片细看时，发现这是一块炼成了的钢。贝塞麦十分兴奋，决心揭开铁片变钢的奥秘。经过多次试验研究，终于弄清了原因：由于吹进了氧气，才使生铁中的碳大多被氧化而变成了钢。于是，他设计了一个从坩锅底部吹进大量氧气的方法。这样，一种新式转炉诞生了。

这种转炉是一个罐形装置，架在转体上可以侧倾装料和卸钢。铁水倒入转炉，同时加入其他物料以清除杂质，然后强烈的热风通过炉底吹入。空气中的氧首先与铁生成氧化亚铁，氧化亚铁再把生铁中的锰硅等杂质氧化除去，再与生铁中的碳化合，生成二氧化碳从上边排出。

1855 年 7 月的一天，贝塞麦用一根陶土制成的管往坩锅的铁水进行吹风试验时，突然从坩锅口飞出雨点般的火花，一刻钟之后，火花不见了，而火焰则由红变白，再变弱，最后完全消失了。贝塞麦迅速取出样品进行化验分析，证实这炼出来的确实是纯钢。以往要用几个星期才能炼成的钢，贝塞麦只用了十几分钟就完成了。1855 年 8 月，贝塞麦在英国公开发表了他只用 15 分钟炼成纯钢的新技术。

贝塞麦发明的转炉只需十几分钟就可以炼出 10 吨以上的钢，这样能为建筑材料、机床及枪炮等大型武器的制造提供足够的原料。

转炉炼钢法出现后，人们对它的改进仍在继续进行。1877 年，英国人托马斯用碱性耐火材料给转炉加上了碱性内衬，使过去容易被磷腐蚀的转炉性能得到大幅度提高。

第二次世界大战后，1952 年，奥地利的林茨公司和德纳威茨公司合作，研究出了氧气顶吹转炉炼钢法。这种转炉是从上部用高速喷嘴向炉里吹氧气，而不是从底部吹氧气，这样就扩大了炉子的容量，也提高了产品质量。目前现代化钢厂大都使用这种转炉。

失败的成就——合成染料

(1856 年)

朋友，当你走在大街上，看到人群、车辆及建筑物构成的那五光十色的景象时，你是否会想到，这主要是染料给生活增添的色彩呢？100 多年前，生活的色彩还没有今天这样地丰富多彩，因为那时染色还非常困难。谁要想把布料染成自己喜爱的颜色，只能用茜草、郁金、蓝靛、大黄、红花等植物的根、叶和皮之类的汁来染色。由于这些植物染料种类不多，数量也少，而且染出来的东西色泽不够明亮，远不能满足人们对色彩的爱好的需求。

直到化学合成染料出现后，才解决了人们对色彩的需求。而这项化学上

最重要的发明，是由英国人柏琴完成的。

19世纪40年代，非洲的英国殖民地曾流行疟疾。奎宁是治疗疟疾的特效药，但是天然的奎宁产量少，满足不了需要。

当时任英国皇家化学学院院长的霍夫曼为了用人工方法合成奎宁，开始研究从煤焦油中提取奎宁的办法。1856年，霍夫曼收了一个积极热情的18岁研究生，这就是柏琴。

柏琴在自家庭院角落的一间小屋里夜以继日地进行实验，连节假日也不休息。他从煤焦油制取了一种苯的化合物叫甲苯胺，想使它再通过一些化学变化变成奎宁，但失败却接踵而至。

于是，他又从煤焦油的另一个成份——苯胺盐想办法。在合成的最后阶段加重铬酸钾进行氧化时，他没有得到所希望的白色奎宁结晶，却得到了一种黑色的粘稠液体！

柏琴没有灰心丧气，他想看看这种黑色沉淀物到底是什么。于是，他向瓶子里加了点酒精。顿时，黑色液体沉淀溶解成了鲜艳的紫红色。这一来，更证明它不会是奎宁。

试验失败了，但聪明的柏琴却注意到了那鲜艳漂亮的紫红色。他想：能不能用它来作染料呢？于是，柏琴拿块布片放进去进行试验。结果，布片被染成了同样的色彩，而且美观鲜艳，这就是第一种合成染料——苯胺紫。

柏琴获得合成染料的发明专利后，就说服他的父亲，在哈罗附近建起了一个印染厂。经过改进，生产出一种淡紫色染料，深受女士们的欢迎。就连当时的英国女王维多利亚也非常喜欢这种颜色，有一次她穿了这种颜色的裙子出席一个集会，很快产生了强烈的广告效应，人们竞相模仿，风靡一时。

柏琴35岁时，就因生产这种染料而成为巨富。后来他不愿再继续经营染料工厂，便重操旧业，开始从事化学研究工作。

苯胺紫的发现极具偶然性，但这一发现却是化学上的一个重大突破，它开辟了新的研究道路，也为化学工业和人类生活增添了光彩。

新的动力机械——内燃机

(1866年)

内燃机是相对于蒸汽机来说的。蒸汽机是利用煤的燃烧来加热锅炉内的水，使水变成蒸汽，且蒸汽具有较高的压力。将这种蒸汽引入气缸，从而推动活塞，使曲轴旋转。因为煤是在气缸外面燃烧，所以可以说蒸汽机是一种“外燃机”。由此我们可以推想，如果用某种“适当”的燃料，让它在气缸内燃烧，以推动活塞，使曲轴旋转，就可以称为“内燃机”了。

究竟需要什么样的“适当”燃料呢？不难想像：首先，燃料要能方便地送进气缸，最好能像空气一样，能被吸进去；其次，在气缸里易燃、好烧；第三，燃烧后气体要能方便地从气缸内排出去，不留残渣，否则气缸内将很快被残渣占满，而且活塞是在气缸内往复运动的，残渣会更加剧活塞和气缸的磨损。这是最基本的三条。还有一些其他的要求，如这种燃料容易获得，携带方便，使用安全等。但只要能满足以上三条，内燃机的设想即可实现。

人类的生产实践和科学试验使符合上述三个基本条件要求的燃料一个接一个地实现了。最早出现的是煤气。煤气是将木炭或煤等，置于通风不太好的炉子里燃烧而产生出来的一种气体。它的主要成份是一种容易燃烧的一氧化碳气体。一氧化碳燃烧后生成二氧化碳，仍是气体，一般没有什么残渣。所

以，煤气是满足上述要求的。

正是在这样的条件下，1866年，德国人奥托创制了第一台能够实际使用的煤气内燃机。这台内燃机除了有气缸、活塞、连杆、曲轴、飞轮外，与蒸汽机不同的是：气缸上有两个蘑菇形的气门，一个为进气门，另一个为排气门。为了定时开启这两个气门，在内燃机内设置了一根由曲轴带动的凸轮轴，对应每个气门，凸轮轴上就有一个相应的凸轮，当凸轮的较多部位转到与气门杆的端部接触时，气门便被推开；当凸轮较高部位转过去后，气门便在气门弹簧的作用下关闭。

奥托的内燃机在当时可算得上最出色的动力机械了，本身小巧紧凑，运转较平稳，费用较低。但在当时却未能得到广泛采用，这主要是由于它需要一个较大的煤气发生炉给它提供煤气。因此，在重量、体积和起动前的准备工作等方面与蒸汽机相比，优越性就不太多。加之内燃机刚出现，故障较多，人们对它的兴趣也就不大了。

事隔不久，另一种比它好的内燃机出现了，这就是现代汽车上装用的汽油机的原型。当时，好几个国家都先后有人造出了这种内燃机。不过，较有代表性和很快得到实用的是1882年由德国人戴姆勒造出的汽油内燃机。

从汽油内燃机这一名称，即可想到它用的燃料就是汽油。将汽油用于内燃机，首先遇到的是如何将液体的汽油与空气均匀而迅速地混合起来，形成很好的可燃混合气，供给内燃机工作。为此戴姆勒创造了一个化油器。化油器的基本原理就是利用内燃机进气过程中，气流通过化油器中的一个“喉管”将汽油吸出并吹散，而形成混合气的。

戴姆勒的汽油机转动起来了，一条惊人的消息轰动了欧洲：这台汽油机创造了当时令人难以置信的高转速——每分钟1000多转。这样的转速在我们现在看来实在很平常，但那时人们所见过的只有每分钟200多转的蒸汽机，自然认为这是十分了不起的事了。

石油里的汽油可供汽油机用，剩下的部分还有没有可作内燃机燃料的呢？新的探索又开始了。

石油加温后，汽油被蒸馏出去了，再将温度升高一些，另一种油——柴油又被蒸馏出来。柴油不易蒸发，也难以用气流来吹散它。要使它与空气形成易燃混合气，只好另找途径。

1893年，一个叫狄赛尔的德国人首先造出了一台用柴油作燃料的内燃机，并于1897年制成压燃式的柴油机及其喷油装置。后来，由于制做经验不成熟却忙于向各国推销，第一批20台售出后纷纷退货。但是柴油机固有的优点却得到不断完善和发展。在1904年已有近千台50—100马力的柴油机在使用。1908年至1914年间，有6个国家的潜艇采用柴油机驱动，这是柴油机取得发展的重要标志。

光明之源——发电机

(1866年)

发电机的发明，是以电磁学的创立为理论基础的。而奠定电磁学的实验基础的，是英国化学家和物理学家法拉第。

法拉第由于家庭贫困，只上过两年小学，12岁就上街卖报，13岁到一个书商兼订书匠的家里当学徒。他求知欲望十分强烈，利用订书的空闲时间，

如饥似渴、废寝忘食地阅读了许多有关自然科学方面的书籍。他在听过大化学家戴维的科学讲演以后，把整理好的讲演记录送给戴维，并且附信，表明自己愿意献身科学事业，进行“毛遂自荐”，结果如愿以偿。他 22 岁当了戴维的实验助手。

1820 年，奥斯特发现了电流对磁针的作用，法拉第敏锐地认识到它的重要性。1821 年，法拉第在日记中写下了一个设想：用磁生电。到 1831 年他终于发现，一个通电线圈产生的磁力虽然不能在另一个线圈中引起电流，但是当通电线圈的电流刚接通或中断时，另一个线圈中的电流指针有微小偏转。法拉第抓住这个发现反复做试验，证实了当磁作用力发生变化时，另一个线圈中就有电流产生。

法拉第发现线圈在磁场运动中可以产生电流，指明了制造发电机的原理。按照这个原理，最初制造的几种发电机都用永久磁铁提供磁场，用蒸汽机带动线圈转动。从 1840 年到 1865 年，已经有庞大笨重的永久磁铁发电机在运转。这种发电机的磁场太弱，发电效率很低。1866 年，德国工程师西门子发明了一种发电机，它能够提供强有力的电流。

西门子年轻的时候曾经在炮兵中工作，熟悉新发展起来的电报。1847 年他成立西门子公司，从事生产电报设备和建立电报线路的工作。西门子公司不单是生产现成设备，它还有科学实验室。这个实验室发明了用于电报线的树胶绝缘体和电报装置中的电枢引铁等。实验室的种种发明大大推动了公司的业务活动。为了解决德国电镀工业对电力的大量需要，在西门子的指导下，1866 年公司实验室研制成功用电磁铁代替永久磁铁的自激磁场式发电机。这种新型发电机效率高，发电容量大，成为现代电力工业的基石。

有了发电机，发电厂相继建立起来，输电网也随着出现。发电机的诞生标志了人类开始进入电气时代。

诺贝尔与安全炸药 (1867 年)

提到诺贝尔，人们都会想起诺贝尔奖金来。而诺贝尔奖金的设立，又是与安全炸药的发明联在一起的。

诺贝尔是一位瑞典人，他父亲专门从事硝化甘油炸药的生产与销售。硝化甘油是意大利化学家索布雷罗在 1846 年发明的，这是一种油样的液体，稍受冲击便会发生猛烈的爆炸。因此，老诺贝尔的工厂一再发生爆炸事故，死伤了好几个人，其中包括诺贝尔的哥哥。老诺贝尔也因操劳过度得了中风病而卧床不起。

诺贝尔继承了父亲的事业，开始经营这家工厂，但爆炸事故仍不断发生。诺贝尔下决心研究新的安全炸药。当时，工厂的硝化甘油都采用铁皮罐子盛装，然后装箱外运。装箱时在铁罐中间用锯末塞紧，防止震动。但由于硝化甘油含有杂质，容易腐蚀铁板，因此经常出现铁罐穿孔、液体外流的现象。于是，他改用一种善于吸收液体的硅藻土来充填铁罐间的空隙。有一次，工人偶然打开一个箱子，看到铁罐里的硝化甘油漏空了，但一点也没有流到箱子外面去。原来液体被硅藻土吸收了，成了硬块。这种硬块无论怎样碰撞，也不会爆炸。

这个现象使诺贝尔受到启发，由此发明了“达纳”炸药，并于 1867 年取

得了专利权。但是硅藻土是一种惰性材料，在爆炸过程中，它会吸收硝化甘油气化时产生的部分热量，从而影响爆炸力。硅藻土炸药受潮后，硝化甘油还能从中析出，影响有效成份的含量。

诺贝尔决心研制出一种既安全、爆炸力又强的新型炸药。

1875年的一天，诺贝尔在实验室工作时，手指被割伤，他顺手拿了一小团珂珞酊棉敷在伤口上。那一夜，他因手指疼痛未能入睡，躺在床上默想着实验配方问题。他曾对250余种硝化纤维做了实验，都未获得满意的结果，他这时忽然想到：用敷手的这种硝化不完全的珂珞酊棉试试，看效果怎样。

于是，诺贝尔凌晨4点钟就来到实验室，又进行了一次新的实验。试验成功了，诺贝尔制出了新的炸药样品。他把硝化甘油与不同的火药棉相配，得到了几种胶体炸药。这种炸药效力高，造价低，安全可靠，成为当时最理想的炸药。

但这种炸药有一个缺点，就是不易起爆。于是，研制引爆剂与引爆装置又成了一个亟待解决的问题。

这一年，诺贝尔通过研究当时的一些有机化学资料，发现了德国化学家李比希在1822年至1823年间发现雷酸的有关研究成果。雷酸的盐类具有猛烈的爆炸特性，其中以雷酸汞最为显著。但是与硝化甘油相比，它的敏感性又要比硝化甘油小。能否用雷酸汞制成一种引爆装置呢？经过一段时间试验，诺贝尔终于制成了一个最初的引爆装置——一个在里面装有雷酸汞的“雷管”。与此同时，他又制成了一种引火装置——导火索。

这年年底，他决定进行一次新的试验。当他把安全烈性炸药、雷管和导火索一一装好之后，把导火索点燃，然后所有人员立即撤出试验区。一会儿，霹雳一声巨响，瓦砾四起，浓烟弥漫，实验室炸毁了，实验成功了！由于诺贝尔离实验室太近，他被飞溅的瓦砾打得遍体鳞伤。他顾不得伤痛，从废墟中爬出来，狂呼跳跃，庆贺他耗资巨大、几经失败、历时11年之久的安全烈性炸药实验终于取得了成功。

诺贝尔的安全烈性炸药、雷管等发明之后，瑞典、英国、德国、法国等国家争相给予他专利权，世界各国争相购买新的安全炸药。到19世纪70年代，诺贝尔本人所经营的生产企业，已遍布近20个国家。诺贝尔本人因此成为百万富翁。

1868年2月，瑞典科学院给诺贝尔父子颁发了金质奖章，以表彰他俩，特别是诺贝尔本人在安全炸药的发明中所建立的卓越功勋。

有了金钱和荣誉，诺贝尔并未沉湎于安乐和享受。为了推动火药的研制和发展，他在瑞典、英国、法国、德国、意大利都建有设备完善的实验室。然而，他在各处的住房却极为简朴。他说：“我的家就是我的工作场所，而我则到处工作。”他终身未娶，始终奔走于他在欧洲各国的实验室和企业之间，他因此被称为“欧洲最富有的流浪汉”。

诺贝尔终生献身于火药研制这一冒险事业，他的初衷原在于向死神夺取烈性炸药中那种征服自然和改造自然的伟大力量。他的科学成果虽然也被用于和平建设事业，但却在更大程度上用于战争。诺贝尔对此深恶痛绝，并为此深感遗憾。

多年的冒险实验损坏了诺贝尔的健康，1896年12月，65岁的诺贝尔已处于生命垂危之中。但是，他仍然为自己的发明给人类带来的灾祸而深感内疚。临终时，他嘱托亲友，从他的遗产中提取920万美元作为基金存入国家

银行，以其每年的利息 20 万美元作为奖金，奖励给各国每年在科学事业和和平事业中作出杰出贡献的科学家和社会活动家。这就是举世闻名的诺贝尔奖金。

自 1901 年起，由瑞典科学院主持每年在世界范围内从生理、医学、化学、物理和文学等方面选出前一年最突出的一项成就，分别授予以相当于 10 万美元的奖金。这项奖金被现代人公认为是科学家的最高荣誉。

火车自动挂钩的发明 (1867 年)

我们今天看到一列长长的火车奔驰而过时，都知道各车厢之间是用自动挂钩连接起来的。但在 19 世纪中叶之前，这种挂钩还没有发明，那时连结各车厢的方法是用铁链子拴起来。这种办法很笨重，不仅费时费力，而且很不牢固，特别是一遇到列车爬坡，车厢容易脱节，往往导致翻车事故。

发明火车自动挂钩的是美国人哈姆尔特·詹内。詹内原来是个铁路工人，他看到工人们为了连接或分开一列火车的车厢，总要爬上爬下，用铁链子缠来绕去，工作非常艰苦，还容易发生挤伤手脚的事故，便决心发明一种新的连接方法，以减轻工人的劳动强度。

1867 年的一天，詹内从一个货运站回家，他边走边在思考着火车挂钩的问题。突然，一群孩子挡住了他的去路，原来这些孩子正在做游戏。只见他们先是互相追逐，很快又变成两人一对，面对面，脚顶脚，胳膊伸直，手指弯曲着钩连在一起，身子向后倾斜着转圈，并不时发出阵阵欢快的笑声。

詹内站在旁边看得着了迷，他从孩子们手拉手的方法中得到启示，他想：“要是能发明一种装置，像两只手一样钩连起来，问题不就解决了吗？”

詹内忘了一天的疲劳，立即回到家，动手用木头制作手的模型，使模型的手指弯曲着，能钩在一起，他想用这个办法解决车厢的连接问题。试验结果，因为木制的手不能活动而失败了。

詹内并不气馁，他经过多次试验改进，最后终于发明了火车的自动挂钩。这种挂钩是用铁铸造的，像两只手，安装在每节车厢的两端。“铁手”的掌心有个机关，两只“铁手”一碰，撞动了机关，就紧紧地握在一起了。要想分开，就启动另外的机关，两只“铁手”就又分开了。

火车自动挂钩的发明，使铁路工人从繁重的劳作中解放出来，为铁路运输提供了既安全又方便的条件。为了纪念这一发明，人们把火车自动挂钩称为“詹内挂钩”。

最早的人造食品——人造黄油 (1869 年)

人造黄油是世界上最早的人造食品。在欧洲工业革命期间，许多人离开土地，涌向城市和工厂，致使城市的人口迅速增长，人们食用的动物脂肪供不应求。为了解决这个问题，拿破仑三世命令一个叫梅热—穆里兹的法国化学家制造一种廉价的奶油，以帮助“增加全国的库存食品”。这位化学家于 1869 年发明了人造奶油，因为这种奶油在颜色上像珍珠，他给这种奶油起名为“珍珠”。但这种奶油并不适合人们的口味，产品难以推销。

后来，梅热—穆里兹对人造奶油进行了改进，他用脂肪加上牛奶、少量的水和一种特殊成份，造出了人造黄油，并获得了专利。

1883年，梅热—穆里兹在英国去世。去世之前，他把人造黄油的秘密告诉了荷兰的一位奶油商人简·朱金和亨利·朱金两兄弟。这两兄弟开办了一个奶油公司，开始大量地生产人造黄油，其产品十分受欢迎，公司因此日益兴隆。

由于对人造黄油需求的增长造成了牛和其他动物脂肪的短缺，制造人造黄油的原料逐步发生了重大变化。人们开始用代用品生产黄油，主要是从向日葵子、大豆以及其他产油植物中提取所需的原料。起初使用这些代用品遇到过困难，由于1910年发明了加氢法（加入氢元素使脂肪变硬）问题就解决了。以后，又在人造黄油中加进了维生素A和维生素B，使之更像奶油。

按照梅热—穆里兹的理论，人们能直接把植物转变成有营养的、好消化的人类食物，这一理论已为后人的实践所证实。现在已经发明了完全不含奶的奶油代用品，甚至有一种称为“普兰尼尔”的纯植物牛奶。这些人造食品的生产，无疑对解决人类食物来源具有重要意义。

电冰箱的发明

（1873年）

对于现代家庭来说，电冰箱是不可缺少的。有了它，才能在炎热的夏天保持食品的新鲜，才能造出各种清凉的饮料。

古时候，有钱人家让人从高山上或结冰的江河湖泊把封冻的冰块取来，贮存在地窖里，作为食物保鲜之用。在过去的农村里，也有一种把新鲜肉类或果品吊在深水井里的办法，利用水井中的低温来延长保存的时间。

但这些方法都比较费事，不便于家庭使用。直到制冷机发明之后，才使人们找到了一种更为科学的保鲜方法。

制冷机是怎样发明的呢？制冷原理的发现者是英国著名的物理学家法拉第。他在1822年发现，给氨或氯之类的气体加压，就可以使它变成液体，取消压力之后，它又重新变成气体。

50年以后，德国化学家林德提出了一个设想：如果利用法拉第发现的现象，先加压力使氨气液化，然后将此液化物向一个狭小的空间放出，它会立即蒸发成气体，同时吸收蒸发热，使周围的温度下降。如果使这一过程在密闭容器中反复进行，那就会实现人工冷冻。按照这一设想，林德进行了反复试验，终于在1873年发明了冷冻机。

但这种冷冻机有一个明显的缺点，就是一旦发生故障，氨气外泄，就会臭气逼人，影响左邻右舍。

为了改进冷动机，1930年美国通用汽车公司研究所所长凯特灵受一家冷冻公司的委托，开始研制新的冷媒。凯特灵把研制任务交给了自己的得意门生米吉里。米吉里和他的另外两位年轻的同事合作，经过有系统的研究，终于找到了二氟二氯甲烷这种最适宜的气体化合物，并通过动物试验，证明它无毒。他们给这种气体化合物起了个商品名叫氟利昂，并成立了一个化学公司，专门进行氟利昂的生产。

随着新冷媒氟利昂和小型制冷机的出现，电冰箱很快地进入了千家万户，给人们的生活带来了很大方便。

电话发明权的纠纷 (1876年)

古希腊曾经有一个名叫马拉松的人，跑了几十公里传递消息，这是现代马拉松长跑的起源。随着生产的发展，贸易交往增加，金融情报需要迅速传递。古代长跑的方式不能满足快速传递信息的要求，就是利用火车、轮船在五大洲、三大洋之间传递信息，也需要几天甚至几个月的时间。人们渴望有更迅速更方便的传递信息的办法。而电话的发明则实现了人类的这一愿望。

那么，电话是谁发明的呢？这里，有一段围绕发明权而发生纠纷的故事。

最先发明电话的，当属美国人亚历山大·贝尔。贝尔是波士顿大学的声音心理学教授，专门研究对聋哑人的语言教育。在研究中，他对用电来传播声音的问题发生了兴趣。

关于电话的原理，法国人波萨尔在1854年就设想把薄金属板和电线结合起来，从一侧向金属板讲话，通过金属板振动变成电流而由电线传送出去。但这个设想并未实现。后来，德国人赖茨也设想了类似的电话，同样没有成功。主要原因是他们都没有解决如何把声音的机械能量变成电气能量的问题。

贝尔为了解决这个问题，曾千里迢迢专程赶到华盛顿拜访著名物理学家约瑟夫·亨利，经过这位老科学家指点，贝尔更坚定了信心，他悉心钻研电学，很快就掌握了电学知识，为以后的发明打下了基础。

为了集中精力搞试验，1869年初夏，贝尔毅然辞去了波士顿大学教授的职务，专心研究电话。一次偶然的机，他遇到了18岁的电气技师沃特森，两人一见如故。沃特森对贝尔的设想坚信不移，全力相助，使研究工作很快取得了进展。

贝尔的设想方案是：在随着声音而振动的金属板上装上一个开关，并使这个开关随声音而开或关。但是，声音的振动太快，开关是跟不上的。在这项研究中，由于偶尔疏忽，他在金属板和开关接触的情况下做了实验，不料，这次却获得了意外的成功：声音变成了电流。

这是什么原因呢？原来和开关相连接的金属板，现在由声音引起的振动在开关的线圈里产生了感应电流。这就是送话器的原理。把这个原理倒过来应用，就成了受话器。这样，电话发明终于成功了！

这是1875年6月2日的事，半年以后，即1876年2月14日，贝尔向美国专利局提交了电话专利的申请书。然而，就在这一天贝尔提交申请书2小时之后，又有一个叫耶莱夏·格雷的人也向美国专利局提交了电话专利的申请书。格雷的电话原理是，送话器利用的是液体电阻的变化，而受话器则和贝尔的相同。

紧接着，爱迪生于1877年发明了碳粒送话器，取得了专利权。

于是，三人之间开始了复杂的斗争。1892年，当时美国一家最大的电信公司——西方联合公司收买了格雷和爱迪生的专利权，以后它又与贝尔公司之间发生争夺垄断权的激烈争斗。后来西方联合公司承认贝尔的全部所有权，不再插手电话事业。贝尔公司则将其收入的20%支付给对方，期限17年。至此，这场旷日持久的纠纷才算得到解决。

爱迪生与留声机

(1877年)

留声机是发明之王——爱迪生在一个偶然的机下发明的，当时他才30岁。

爱迪生生于美国的俄亥俄州的米兰市。他自幼文静瘦弱，但却极富于幻想。他什么事都想问问，什么事都想干干。据说在5岁那年，当他看到母鸡孵小鸡时，也突然异想天开地蹲在鸡窝里孵起小鸡来。当他父亲把他从鸡窝里拉走时，他还迷惑不解地问：为什么母鸡能孵小鸡，而我却不能呢？

因为爱迪生太爱追根问底，以至常常问得老师张口结舌。教他的那位老师恼羞成怒，骂爱迪生是个小傻瓜。爱迪生的母亲一气之下让他停了学，开始由她自己来教育他。从此，爱迪生就失去了受正规教育的机会。此后不久，由于家境困难，12岁的爱迪生就开始在火车上当报童，一边卖报为生，一边开始自学。有一次，爱迪生碰见一个铁路小站站长的孩子遇险，他见义勇为，奋力抢救了这个小孩。站长感激不已，决定以教爱迪生学习收发电报技术作为报答。爱迪生不久即掌握了收发报技术。

爱迪生在工作之余刻苦读书，如痴如迷地进行各种科学实验。

他长期致力于电气通讯问题的研究，特别是集中精力研究自动发报、收报的电报机。他的设想是：在一个纸制圆板上用切口的方式把电文刻上，旋转纸圆板，使一个小杠杆上下活动。如果这个小杠杆和电开关连动，就能自动把电报发送出去。

在进行这项研究的过程中，爱迪生发现了一个有趣的现象：当纸板快速旋转时，小杠杆就发出奇怪的声音。这是为什么呢？爱迪生经过反复思考，认为这一定是由于圆形纸板上刻的切口使小杠杆振动而发出的声音。

这一发现给了他新的启发：如果纸板上的小切口按人声音的振动刻上去，会不会使人的声音再现出来呢？

爱迪生立刻按这一想法开始进行试验。他拿一个用锡箔覆盖的圆筒，使它水平旋转，再使一个和振动膜相连的针尖和锡膜接触，然后大声向振动膜讲话，针尖就在锡膜刻上了痕迹。他的装置是，在圆筒旋转的时候，使针尖逐渐稍稍旁偏，以便不重走老路。这是他5天5夜连续工作，绞尽脑汁，反复试验才制成的装置。

1877年12月的一天，爱迪生进行了录音实验。他对着振动膜大声演唱了“玛利有一只小羊”这首民歌，针尖在圆筒的锡箔上一圈一圈地划着痕迹。然后，他把针尖又移回到最初的位置，再使圆筒转动。结果，它再次发出了和刚才唱歌时一模一样的声音。世界上第一张留声机唱片便由此诞生了。

今天，把唱片的机械振动再变成空气振动的旧式留声机已无人使用了，代替的是把机械振动变成电信号，再和收音机结合起来的电唱机了。但是，爱迪生的这一重大发明却是值得人们永远纪念的。

一项有争议的发明——电灯

(1879年)

1879年，美国举行了一个长达一年、花费几百万美元的纪念活动，来纪念爱迪生发明电灯100周年。它充分反映了人们对爱迪生所做贡献的敬仰。

19 世纪之初，电已经引起科学界的广泛重视，许多人都在探索用电照明的办法。1809 年，英国的戴维发明了利用碳棒之间的电弧光照明的电弧灯，他还实验过用电流通过白金丝产生的光来照明，但是白金丝很快就在空气中烧掉了。

1878 年，已经有不少人在研制电灯方面做了大量的工作，灯泡抽成真空的问题也基本上得到了解决。英国人斯万专心致力于电灯研究已经 30 多年，他研制成用坚韧的碳丝做灯丝。

当时，爱迪生刚开始研制电灯，他试用了上千种灯丝材料（包括碳），直到 1879 年 10 月 1 日在《科学的美国人》杂志上看到了斯万用碳丝做灯丝的报道，这使他受到启发。在经历了种种困难之后，他终于制成了一根碳丝。他把这根碳丝小心翼翼地装入灯泡后，又小心翼翼地将灯泡抽成真空。当接上电流时，奇迹出现了：灯丝放射出了夺目的光辉。这只灯泡的寿命居然长达 45 个小时。这一天是 1879 年 10 月 21 日。

那么，为什么发明电灯的桂冠没有戴在斯万头上，却戴在了爱迪生头上呢？这主要是因为爱迪生更好地适应了技术研究的特点。

技术研究常常需要有各方面特长的人共同协作，花费大量资金。斯万在研制电灯的几十年里，经常只有一个助手，而爱迪生却有整个研究所做后盾。爱迪生为研制电灯花费了 4 万美元，大批购买各种实验材料，这是斯万望尘莫及的。因此，爱迪生后来居上，很快就超过了斯万，在 1881 年巴黎博览会上获得荣誉奖，斯万只获得比较低等的一级金质奖章。

在解决成果的应用和推广方面，爱迪生也作出了贡献。为了电灯能够实用，灯泡在电路上要并联而不能串联，这样才不会因为一个灯泡的关闭或损坏而影响整个线路，而并联要求灯泡有高电阻，爱迪生研制了灯丝极细的灯泡，并且大量生产。

此外，技术发明的成果一般以是否获得专利权为准。爱迪生对电灯的每一项改进都申请专利，到 1883 年已经获得有关电灯的专利 147 项，可是斯万在制成第一个碳丝灯泡的 32 年之后，直到 1880 年才第一次申请灯泡专利。可见，把电灯的发明归功于爱迪生是客观而公正的。但历史事实说明，斯万也同样是当之无愧的电灯的另一个发明家。

光通信的发明与发展

（1880 年）

近代光通信的出现比无线电通信还早。波波夫发送与接收第一封无线电报是在 1896 年，而早在 1880 年，美国电话发明家贝尔就已经研究并成功地发送与接收了光电话。1881 年，贝尔宣读了一篇题为《关于利用光线进行声音的产生与复制》的论文，报导了他的光电话装置。

1930 年至 1932 年间，日本在东京的日本电气公司与每日新闻社之间实现了 3.6 公里的光通信，但在大雾大雨天气里效果很差。第二次世界大战期间，光电话发展成为红外线电话，因为红外线肉眼看不见，更有利于保密。

光通信虽然出现得很早，但它在近代科技发展中却远没有无线电通信发展那样迅速而广泛，这主要是因为早期光通信系统没有找到像无线电波那样的相干光频电磁波，因而通信质量不高。

激光出现以后，光通信的面貌发生了根本性的变化。激光像普通无线电

波一样，可以进行调制和解调，可以把各种信号载到光波上发射出去而实现光通信。60年代，有的实验室用氦—氖气体激光器做了传输电视信号和20路电话的实验。也有的公司制成了语言信道试验性通信系统，最大传输距离为60米。到80年代初激光通信已进入应用发展阶段。

激光通信的主要障碍是气候因素的影响和大气层内信号的衰减。光导纤维的出现，使人们成功地解决了激光大气传输问题，使激光通信走上了稳步发展阶段。其实，利用细长纤维导管传输光线和图像的概念早在一个世纪以前就有人提出过。例如，1854年，英国的丁铎尔在英国皇家学会的一次演讲中指出，光线能够沿盛水的弯曲管道进行反射而传输，以后他用实验证实了这个想法，但由于条件限制，当时没能深入研究。1927年，英国的贝尔德首次利用光全反射现象制成石英纤维可解析图像，并且获得了两项专利。1951年，荷兰和英国开始进行柔软纤维镜的研制。1953年，荷兰人范赫尔把一种折射率为1.47的塑料涂在玻璃纤维上，形成比玻璃纤维芯折射率低的套层，得到了光学绝缘的单根纤维。但由于塑料套层不均匀，光能量损失太大。

利用光导纤维进行激光通信的设想是美籍华人高焜博士于1966年首次明确提出来的，为此他获得了1979年5月由瑞士国王颁发的国际伊利申通信奖金。光纤通信引起了各国普遍注意，美、日、西德等国相继开展了这方面的研制工作。

1968年，日本两家公司联合宣布研制成了一种新型无套层光纤，它能聚焦和成像，称作聚焦纤维。同期，美国宣布制成液体纤维，它是利用石英毛细管充以高透明液构成的。这两种光纤的光损耗很难降低，所以实用价值不大。这一时期，美国在提高材料质量上下功夫，康宁公司于1970年用高纯石英首次研制成功损耗率为每公里20分贝的套层光纤，使通信光纤研究跃进了一大步。一根光纤可以传输150万路电话和2万套电视。

实际上光通信系统使用的不是单根光导纤维，而是由许多光纤聚集在一起组成的光缆。一根直径为1厘米的光缆，里面有近百根光导纤维。光缆和电缆一样可以架在空中，埋入地下，也可以铺设在海底，它的出现使激光通信进入实际应用阶段。1976年日本在大阪附近的奈良县开始筹建世界上第一个完全用光缆实现光通信的实验区，到1978年7月已拥有300个用户。

如果把光通信用于地球之外的宇宙空间就是宇宙激光通信。宇宙空间没有大气或尘埃，激光在那里传输时比在大气中的衰减小得多，因而激光用于宇宙通信既优越又经济，受到各国的普遍重视。

立体声的出现 (1881年)

1881年8月30日，克来门·阿代尔在德国获得了一项“改善剧场电话设备”的专利。阿代尔的发明是：把两组麦克风置于剧场舞台的两边，声音便被分程送到戴着受话器的观众的耳中。这项发明在1881年举办的巴黎博览会上首次演示，在那里“播送”巴黎剧场舞台上的演出，获得了极大的成功。人们认为，这是首次听到了立体声。大约与此同时，有一位叫奥恩佐格的发明家，在普鲁士王储的宫殿里也使用了跟阿代尔的发明类似的装置。

立体声的突出特点，是比起单声道或单源音来，能使听众更容易找到声源的位置。这种现象，跟人们用两只眼睛比用一只眼睛更能准确地判断距离

的远近的道理是一样的。在第一次世界大战中，有一种用来发现敌人飞机的“双耳接收喇叭”，就是利用了立体声的这一特点。也就是把两个大喇叭的小的一端用橡皮管连接到操作人员的两只耳朵上，他的听觉的方向性就会得到大大的加强。

立体声的发展，最初是与电话系统的发展密切相关的。在 20 世纪 30 年代初期，以弗莱彻等人为指导，以斯托考斯基为顾问的贝尔电话实验室，是研究立体声的主要力量。

在贝尔实验室里，有一个叫奥斯卡的哑吧，他是推动立体声研究的主要人物。奥斯卡是一个裁缝的孩子，由于聋哑，他在两只耳朵里安了两个小麦克风，用以尽量创造条件听到声音。1933 年 4 月 27 日，贝尔电话实验室作了一次公开实验：把在费城举办的音乐会，通过电话线路以立体声的方式传到了华盛顿。

早在 1925 年，康涅狄格州纽黑文的 WPAJ 电台，就通过采取用两种不同波长播同一节目，在听者的两只耳朵上各用一个接收器来分别收听的办法，进行了立体声广播。而于 1930 年获得最早的立体声唱片专利权的，则是电气和音乐工业公司的布吕姆莱茵。

充气轮胎的发明 (1888 年)

世界上第一辆自行车大约是在 1817 年诞生的。那时的自行车还很原始，既没有坐垫，也没有链条和飞轮，更没有轮胎。只有车身和两个木头轮子。而木头轮子又用铁皮箍起来，走在路上震动很大，这种自行车骑起来当然很不舒服。后来，人们发明了充气轮胎，自行车构造也得到了改进，才使它成为人们普遍使用的交通工具。

那么，是谁发明了自行车的充气轮胎呢？说起来很有意思，充气轮胎原来是一位医生发明的。

这位医生叫邓洛普，是位居住在爱尔兰的苏格兰人。他有个儿子，非常羡慕别人骑着自行车在街上转来转去，很想有一辆自行车。为了满足宝贝儿子的要求，邓洛普买了一辆自行车。儿子得到自行车后欢天喜地，整天骑着在铺着鹅卵石的路上跑来跑去。邓洛普看着儿子骑自行车时那种受颠簸的样子，十分心疼，开始琢磨怎样改善自行车的轮子。

邓洛普是个医生，也是一个业余的花卉爱好者。有一天，他用一根橡胶水管在花园里浇花。他手握水管，感到了水的流动。他故意将橡胶管握紧、放松，再握紧、再放松。橡胶的弹性启发了他的思维。他想：能不能把这灌满了水的橡胶管安到自行车的轮子上，以减少车子在行进时的震动呢？

按照这一大胆设想，邓洛普马上开始进行试制。他经过多次试验和失败，终于用浇花的橡胶管制成了世界上第一个轮胎。这种轮胎装水，在试骑时很不方便。因为注水很难使轮胎十分饱满，而且也不能减轻车身重量。为此，邓洛普又设计出用气体代替水的办法，经过多次试验取得了成功，充气轮胎终于在 1888 年诞生了。开始时，这种新轮胎受到人们的嘲笑，被说成是“木乃伊”轮胎，但是骑车的人发现，用这种轮胎跑得更快，也跑得更平稳。当时有个叫迪克罗的人，专门建了一个公司来制造这种轮胎，后来这个公司变成了邓洛普橡胶公司。

圆珠笔的发明 (1888年)

圆珠笔作为一种普遍的书写工具，是在第二次世界大战即将结束时出现在市场上的。但它的发明却是19世纪80年代的事。

1888年，美国人劳德为了便于在仓库的打包货物上作记号而设计了圆珠笔。它的构造是在盛满墨水的小管的一端装个小圆球，使小球随笔的移动而滚动，但是未能达到实用的程度，那主要是因为故障太多，有时墨水滴漏出，有时小球又不动。

在劳德的发明问世4年之后，一个叫伊文斯的人试制出了一种类似的笔，这种笔是用一个极小的轮子代替圆珠笔的笔珠，轮子紧靠着小室内的印台转动而得以润滑。

把圆珠笔造成现在这个样子的是两个匈牙利人，一个叫拉迪斯劳·比罗，是个记者、画家和雕塑家；一个是他的哥哥，化学家乔治·比罗。1934年，他们移居阿根廷，在那里找到一个资助者——英国金融家亨利·马丁。马丁和迈尔斯在英国合建了一个工厂，为英国皇家空军制造不漏水的高质量的高质量的笔。他们生产出了更为廉价的圆珠笔，可用完就扔。比罗兄弟发明了利用毛细管现象向圆珠笔连续输送墨水的结构，并通过实验决定了小珠和球座的最好形状。他们在1938年取得了这项研究结果的美国专利，并把此专利卖给了美国以及其他国家的公司。

但是，在美国最先把圆珠笔投放市场的不是比罗兄弟，而是并没有购买他们专利的雷诺斯。雷诺斯和另外一名技术人员协同一位管专利事务的律师经过详细调查了解到，在比罗兄弟以前就有了劳德的关于圆珠笔的专利，同时他们又了解到，只要把输送墨水的部分加以变更就可以不致触犯比罗兄弟的专利。

研究的结果，他们发明了借用重力输送墨水的构造，并且很快投入生产和投放市场。他们从听到比罗的圆珠笔专利的消息到发明新的送墨水构造，以至生产和在市场上出售，只用了半年的时间。

后来，美国的化学家弗朗兹·西奇在加利福尼亚配制出一种供印刷机用的粘性液体，这种速干液体一暴露在空气中就在表面形成一层皮。由于这种墨水的出现，圆珠笔的漏水和墨水凝固把小球粘住的问题就彻底解决了。

拉链的发明 (1893年)

拉链的出现是一个世纪之前的事。当时，在欧洲中部的一些地方，人们企图通过带、钩和环的办法取代钮扣和蝴蝶结，于是开始进行研制拉链的试验。

1893年，一个叫贾德森的美国工程师，研制了一个“滑动锁紧装置”，并获得了专利，这是拉链最初的雏形。这项装置的出现，曾对在高统靴上使用的扣钮扣钩造成了影响。但这一发明并没有很快流行起来，主要原因是这种早期的锁紧装置质量不过关，容易在不恰当的时间和地点松开，使人难堪。

1913年，瑞典人桑巴克改进了这种粗糙的锁紧装置，使其变成了一种可靠的商品。他采用的办法是把金属锁齿附在一个灵活的轴上。这种拉链的工

作原理是：每一个齿都是一个小型的钩，能与挨着而相对的另一条带子上的一个小齿下面的孔眼匹配。这种拉链很牢固，只有滑动器滑动使齿张开时才能拉开。

拉链最先用于军装。第一次世界大战中，美国军队首次订购了大批的拉链给士兵做服装。但拉链在民间的推广则比较晚，直到 1930 年才被妇女们接受，用来代替服装的钮扣。

拉链是在 1926 年获得现在的名称的。据报道，一位叫弗朗科的小说家，在推广一种拉链样品的一次工商界的午餐会上说：“一拉，它就开了！再一拉，它就关了！”十分简明地说明了拉链的特点。拉链这个词就是这样来的。

吃角子老虎的出现

(1895 年)

吃角子老虎是一种赌博性的机器。有一种吃角子老虎是米尔斯发明的。他开始时靠摆摊卖货谋生，为了吸引顾客增加收入，他在每个摊子上都放了个叫“卡拉马卓”的发明物。这个新鲜的玩意儿由一个斜槽和三根管子组成。你若投一便士的硬币在斜槽里，它就会掉到三根管子中的一根里面。如果硬币落在其中的两根管子里，就会同另外的两三个便士同时掉出来；要是掉进第三根管子里，硬币就被“吃”掉了。

还有一种吃角子老虎是由旧金山的一个年轻人查尔斯·弗伊在 1895 年发明的。他把自己的发明物称之为“自由钟”。但当时大多数吃角子老虎却是米尔斯制造的。1889 年，米尔斯建立了一个专门生产吃角子老虎的工厂，年产量达 7000 台，米尔斯因此而名闻遐迩。

吃角子老虎出现后，很快就引起了人们的兴趣，因为这玩意能赚大钱。据《大英百科全书》记载，拉斯维加斯这个只有 70000 人口的小城市，就有 10000 台领了执照的吃角子老虎。而拥有一台吃角子老虎的人每年要向美国财政部国内税收署缴纳 250 美元的税，此外还要向国家交所得税。1931 年，纽约市的吃角子老虎营业额达到 2000 万美元。平均玩 1000 次吃角子老虎要花 250 美元，而只能赚回 61.75 美元，其余的钱就落入了吃角子老虎所有者的腰包。

现代的吃角子老虎更加精巧，开始安装了硬币检验器。这种检验器可以分辨出假的硬币和坏的硬币，据说它能够拒绝除帝俄时代的马克以外的任何伪币。因为帝俄时代的马克是一种价值较高的硬币。

电影技术的发展

(1895 年)

电影是在电力工业诞生后——有了“电”，在摄影技术诞生以后——有了“影”，才发明出来的。然而，关于电影的起源，却可以追溯到很早很早的时候。

电影的“老祖宗”，是皮影戏。皮影戏简称“影戏”，至今中国南方许多地方还把电影叫做“影戏”，把“电影院”叫做“影戏院”，这足以说明皮影戏与电影之间亲密的关系。

皮影戏的“皮”是指羊皮纸。人们用羊皮纸镂刻成人物，纸人用线牵着，

关节是可以活动的。皮影戏的“影”则是指把纸人贴近白布，用灯光照射，使纸人的影子落在白布上，人们就在白布的另一面观看节目。你看，这与电影何其相似：白布——银幕，羊皮纸人——电影拷贝，灯光——放映机光源。

幻灯与电影的关系更为密切。幻灯是在玻璃工业迅速发展以后才诞生的。它的主要部件是凸透镜。人们用电石灯作光源，灯后装了一块反光镜。灯光通过聚光透镜聚光后，照射到一张透明的图片上。再通过透明图片，经过凸透镜放大，便把放大的图像映照在白色的银幕上。

人们看了新发明的幻灯，既感到新奇，又感到不满足——幻灯片上的图画是靠人工画的，放映出来的影像是不会动的。要是能让图画动起来，那该多好哇！

怎样才能使图画动起来呢？

在日常生活中，人们经常可以体验到“视觉暂留”现象：电风扇的叶片本是一片片的，可是转动起来却变成了一个圆盘似的；急骤的暴雨，本来落下来的是一滴滴雨点，看上去却成了一条条雨丝，组成了“雨帘”。

利用“视觉暂留”，人们做成了能使图画活动起来的玩具——惊盘。就拿小孩跳绳来说吧，人们把小孩跳绳的动作，按顺序一个个等距离地描绘在一个圆盘上，再做一个同样大小的黑色圆盘，盘上刻出一条条细长的缝，每条缝正好对准另一个圆盘上的一张画。把两个圆盘装在同一根轴上，用手掌去击圆盘的边缘，使圆盘转动。当你透过那一条条缝隙观看时，呵，图画居然动起来了——小孩在连续不断地跳绳！

有人设想，如果把惊盘装在幻灯机上，放映出来，那岂不就能使银幕上的图画活动起来了？于是，人们就在幻灯机上本来装幻灯片的地方，安置了惊盘。另外，还装了一个手摇柄来转动惊盘，这样，当用手摇动惊盘时，在银幕上果然看到了活动的影像！这种幻灯，被称为“活动幻灯”。

19世纪初，摄影术发明后，人们终于可以用拍照代替画画。用照片代替图画，又快又逼真。

但新技术又带来新矛盾：放映出来的影像很难活动起来。这是因为照片是用照相机拍摄的。在当时，拍了一张照片之后，就要换一张底片，起码得等几分钟之后才能拍第二张，很难拍摄连续的动作。

要解决这个新矛盾，必须解决连续拍照片的问题。

起初，有人想出了这么一个巧妙的办法：他在一条跑道旁边，等距离地放上40架照相机，并把它们固定起来，每一架照相机的快门上拴上一根细绳。这40根细绳都横跨跑道，系牢在跑道对面。他花了好几天的功夫把这一切都准备好之后，便骑着一匹马从跑道上跑过。马蹄绊动一根根横放着的细绳，带动一架架照相机的快门，拍下了一张张不同姿势的底片。将这些底片冲洗出来后，分别印成一张张照片，再按顺序装在活动幻灯机的惊盘上。于是，人们便惊喜地在银幕上看到了奔马的镜头。这比用人工描绘出来的马的奔跑姿势要真实得多了。

不过，这样用40架照相机拍摄实在太麻烦了。况且，有时细绳没有被马脚绊住，照相机没有拍下照片；也有的绳子绑得太结实了，以至于马脚把绳子带照相机踢倒在一边。能不能化多为少，用一架摄影机进行连续拍摄呢？

随着机械工业的发展，经过许多人研究，人们终于在1888年制成了第一架能够连续进行拍摄的照相机——电影摄影机。

这架电影摄影机看上去像只长方形的箱子，里面装有两个圆盘。当用手

摇动摇柄时，电影胶片便从一个圆盘转到另一个圆盘。两个圆盘之间是片门。胶片经过片门时便会曝光。这样，拍摄时不断地摇动手摇柄，便能连续拍下许多照片。

到了 19 世纪末，人们已经制成了每秒钟能拍摄 40 张到 60 张照片的电影摄影机。

电影摄影机的诞生与改进，又反过来促进活动幻灯机的不断改进。这时，如果再用惊盘放映的话，已经跟不上形势了——因为惊盘上顶多只能放十几张到几十张照片，而电影摄影机每秒钟便能拍下几十张照片。

1895 年，法国的刘米叶兄弟仿照电影摄影机的方法，也做了两个圆形的片盘。放映时，让电影胶片从一个片盘转到另一个片盘上去，中间经过片门。另外，还在片门前装了一套遮片装置，代替那刻着缝隙的圆盘。就这样，人们在活动幻灯机的基础上，制成了电影放映机。

1895 年，电影终于诞生了。这一年的 3 月 22 日，在法国巴黎科技代表大会上放映了世界上第一部影片——《工人放工回去》。这年年底，在法国巴黎建立了世界上第一个电影院。

早期的电影是无声的，曾被人们称为“伟大的哑巴”。随着录音技术的进步，人们逐渐使电影变无声为有声。起初，由于录音技术很差，常常银幕上的人物嘴巴在动，却没有声音；而当银幕上的人物嘴巴不动了，扬声器里却哇啦哇啦地讲个不停，弄得观众莫名其妙。后来，经过许多人反复的改进，电影不仅准确地配上了对白声，还配上了音乐以及炮声、枪声、掌声、笑声等效果声，才真正成为有声电影。

早期的电影都是黑白的，被人们称为“盲色世界”。随着化学工业，特别是染料工业的迅速发展，人们发明了彩色胶片，变黑白电影为彩色电影。这样，出现在银幕上的自然界，恢复了它原来的瑰丽多彩的面貌，使电影更具有美感和真实感。

电影变成有“声”有“色”以来，就从摇篮时期进入成熟时期，真正成为了一门独立的艺术。

测谎器的使用

(1895 年)

从很早的时候起，人们为了辨别一个人讲的话是真还是假，就想出了一些特殊的办法。比如，阿拉伯半岛的贝督因人在判定两个说法互相矛盾的证人谁真谁假时，就让他们用舌头舔一块烧红的铁，并认为舌头被烧伤了的就是撒谎的人。在古代的英国，如果受审的人不能吞下用面包和乳酪做成的“试验片”，他就是有罪的。据说这种作法的根据是：撒谎的人会由于恐惧而产生一种特殊的生理反应，如喉部的肌肉收缩，因而吞东西困难；抑制唾液分泌，因而使口腔和舌头极为干燥等。人们认为，如果能准确地测出这些变化，不仅可以判明一个人是无辜的还是犯罪的，而且还能估计出他讲的话有多少是事实，多少是谎话。

最早出现的科学测谎仪器是意大利犯罪学家朗布罗索在 1895 年发明的。这种方法的依据是脉搏次数和血压的增加。1914 年，贝努西对测谎方法作了进一步研究，他把嫌疑犯的呼吸次数当成有罪或无罪的另一个证据。3 年之后，马斯顿利用心脏收缩的血压进行了研究。1921 年，美国人拉森用多

种波动描记器来记录若干种人体反应。这种仪器利用血压、脉率和呼吸次数来测谎。1935年，芝加哥犯罪探测科学实验室的基勒，用一种多种波动描记器在法庭上进行了首次测试，结果发现有两个被告是有罪的。

测谎器的基本原理，是企图通过人们在犯罪和恐惧时产生的生理反应，如唾液分泌、心率、呼吸、体表温度这些在自主神经系统控制下的变化，来测定其感情的反应。被测的人可以通过手铐和称为呼吸描记器的软管子联到电流记录器上，也可以联到其他的灵敏装置上，通过这些装置把波动记录在由一台微型的同步电动机带动的记录纸上。最重要的是被测的人要背向仪器比较自然地坐着，以防止生物反馈，换句话说，防止被测的人可能对自己能观察到的反应结果进行控制。

神秘之光——X射线 (1895年)

X射线的发现过程，是一个充满偶然性的故事。

1895年，在德国中部的巴伐利亚，伦琴博士正在进行有关密封玻璃管里的发光现象的试验。这就是：在装有两个电极的真空玻璃管（雷钠管）电极上进行加上高电压的实验。这项实验本身并不新鲜，是当时的科学家都知道的，一加高电压，管内就要发光。但是为什么发光，当时还是一个谜。

1895年11月8日下午，伦琴和夫人吃完了饭，回到实验室来，要再次观察雷钠管的发光现象。他从架子上拿了一只雷钠管，用黑色纸套把它严严实实地包了起来。接着，他关上门窗，把房间弄黑，然后给管子接通高压电源，让管子放电，以便检查黑色纸套是否漏光。正当他准备开始正式实验时，突然发现一种奇异的现象：附近的小工作台上有一块涂了氰亚铂酸钡的纸板发出一片明亮的荧光。切断电源，荧光也随之消失了。

伦琴发现这一现象后，又仔细观察了产生这种现象的原因，他让一系列放电通过阴极射线管，结果纸板上出现了同样的闪光。他确信，纸板发出的荧光，不可能是阴极射线形成的，因为阴极射线的能量连几厘米以上的空气都穿不透，而雷钠管离小工作台有两米多远，阴极射线是无法穿越这样长的距离的。

于是，伦琴又把纸板移开，换上照相胶板，结果胶板感光了。接着，他又在雷钠管和照相底板之间放上几种东西：钥匙、自己常用的猎枪。令人惊奇的是，就连钥匙和猎枪金属部分的细小之处都清清楚楚地照出来了。这真是一个惊人的发现。

接着，伦琴又让他的夫人把手放在雷钠管和胶板中间，结果，夫人手上的每块骨头以及手上戴的戒指都照出来了。从那天起，伦琴就住在了实验室，夜以继日地进行着研究试验，终于在1895年12月28日发表了研究报告。

1896年1月5日，关于X射线的重大报道在维也纳日报上刊出，立即引起全世界的注意。在美国报道此事4天之后，就有人用X射线发现了患者脚上的子弹。X射线很快就进入了医学领域。当时英国一位著名外科医生托马斯·亨利称之为“诊断史上的一个最大的里程碑”。

1901年，伦琴由于发现X射线的贡献，获得了诺贝尔物理学奖金。

霓虹灯的发明

(1898 年)

霓虹灯是城市的美容师，每当夜幕降临时，华灯初上，五颜六色的霓虹灯就把城市装扮得格外美丽。那么，霓虹灯是怎样发明的呢？

据说，霓虹灯是英国化学家拉姆赛在一次实验中偶然发现的。那是 1898 年 6 月的一个夜晚，拉姆赛和他的助手正在实验室里进行实验，目的是检查一种稀有气体是否导电。

拉姆赛把一种稀有气体注射在真空玻璃管里，然后把封闭在真空玻璃管中的两个金属电极连接在高压电源上，聚精会神地观察这种气体能否导电。

突然，一个意外的现象发生了：注入真空管的稀有气体不但开始导电，而且还发出了极其美丽的红光。这种神奇的红光使拉姆赛和他的助手惊喜不已，他们打开了霓虹世界的大门。

拉姆赛把这种能够导电并且发出红色光的稀有气体命名为氖气。后来，他继续对其他一些气体导电和发出有色光的特性进行实验，相继发现了氙气能发出白色光，氙气能发出蓝色光，氙气能发出黄色光，氙气能发出深蓝色光……不同的气体能发出不同的色光，五颜六色，犹如天空美丽的彩虹。霓虹灯也由此得名。

制造霓虹灯的办法，是采用低熔点的钠——钙硅酸盐玻璃做灯管，根据需要设计不同的图案和文字，用喷灯进行加工，然后烧结电极，再用真空泵抽空，并根据要求的颜色充进不同的稀有气体而制成。现在制造的霓虹灯更加精致，有的将玻璃管弯曲成各种各样的形状，制成更加动人的图形；还有的在灯管内壁涂上荧光粉，使颜色更加明亮多彩；有的霓虹灯装上自动点火器，使各种颜色的光次第明灭，交相辉映，使城市之夜变得绚丽多彩。

现代发明

现代发明概述

19 世纪末和 20 世纪是现代科学技术迅速发展的时期，这主要表现在科学技术本身发生了深刻而广泛的革命，它直接影响着社会经济各个部门，使工业和农业、交通运输和通讯、医疗卫生、文化艺术以及教育等方面，都发生了根本的变化。20 世纪科学技术是近代科学技术的继续和发展，但两者又有质的区别。主要表现在：

一是科学和技术经历了全面的空前革命。20 世纪一开始，就出现了持续 30 年的物理学革命，其结果是建立了以相对论为支柱的现代物理学理论体系。以此为先导，化学、天文学、地学都出现了革命性理论。在生物学领域，由于分子生物学的建立，揭示了遗传的奥秘，取得了划时代意义的革命性突破。

二是科学开始形成一个多层次、综合的统一体。由于交叉学科和边缘科学的大量兴起，各门学科之间的空隙逐渐得到填补，整个自然科学正在形成一个前沿在不断扩大的多层次的、综合的统一整体。

三是科学事业的社会化。20 世纪科学事业加速发展，并已成为现代国家的重要事业，而科学的发展也日益依赖于社会经济的发展和国家的支持。

四是社会的科学化。19 世纪下半叶出现的科学对生产的指导作用，在 20 世纪日益明显。科学的发展，开辟了许多新的技术领域，建立起了许多新型的工业，它们深刻地改变着人类生产和生活的面貌。

总之，本世纪是一个科技革命的时代。在这样一个崭新的时代里，人类的发明创造也取得了巨大成就。

电子计算机的发明，促成了第三次技术革命。与人类发明的轮子、杠杆、机床、电话、电灯等延长人的四肢与感官功能的技术工具完全不同，计算机延长了人脑的功能，它在一定程度上放大了人类的智力。智力究竟是什么？几千年来人类一直在探索这个谜。有人认为，要是有一天人终于完全弄清自己的脑和精神，那将是最伟大的征服和最后的功绩。这不是没有道理的。人类对计算机的研制正是揭示智力之谜的远征中的一个重要组成部分。电子计算机的出现，已在人类的生活、科学实验、生产、战争等方面引起一场非常深刻的革命。

现代火箭的诞生，为人类探索宇宙奥秘提供了最重要的、最直接的手段。有了火箭，人们才能发明宇宙飞船、卫星和航天飞机，从而使人类的空间技术进入到一个新阶段。特别是航天飞机的发明，可说是航天事业的一场革命，为人类进入太空，更进一步地认识宇宙创造了新的条件。

新武器装备的问世，极大地促进了军事技术和战术的发展。20 世纪，发生了历史上空前的、有深远影响的两次世界大战。而战争的迫切需要是发明创造的直接动力。在第一次世界大战中，坦克、飞机、航空母舰崭露头角。到第二次世界大战时，雷达、导弹等成为新式武器。特别是第二次世界大战末期出现的具有极大杀伤力的原子弹和战后出现的洲际导弹与侦察卫星，使军事技术产生划时代的变化，人们对战争的观念也不得不进行根本的改变。

20 世纪还有许多发明具有重大意义：机器人的问世，标志着自动化、人工智能技术的新突破；激光器的发明，则使人类利用光的本领达到了一个新

高度；器官移植技术的创立，表明医学上的新成就；原子反应堆的建立，为人类开辟了重要的新能源；避孕药的发明，使人类找到了控制人口增长的新办法；尼龙的出现，拓展了人类生活的物质来源；人工降雨技术的出现，增强了人与自然界作斗争的能力；晶体管、集成电路的问世，为电子技术的发展创造了新的条件；气垫船的发明，为人类提供了新的交通工具；洗衣机、电视机进入家庭，使人们减轻了家务劳动，丰富了文化生活，等等。

现代发明是建立在科学技术大发展的基础之上的，因而具有显著的时代特点：

一是发明活动有了更为先进的研究手段。20世纪，由于新的实验技术和巨大而精密的观察工具的产生，使人的视野在微观和宏观两方面都扩大了10万倍以上，人的洞察力已从原子集团深入到基本粒子内部，人的眼界已经能从直径10万光年的银河系扩展到200亿光年的大宇宙。这就使发明创造活动能够向广度与深度进军。原子能的利用，宇宙飞船的诞生，计算机的成功，都说明人类认识世界和改造世界能力的提高，说明了研究手段的先进。

二是发明活动更多地采取了集体攻关的形式。20世纪，大量的科学研究工作从分散的单纯个人活动转化为社会化的集体活动，出现了所谓“大科学”。发明创造同样如此，那种依靠个人进行发明活动的现象逐步为有组织的集体研究所代替，其活动规模也越来越大。最突出的事例是美国1942年8月为制造原子弹所组织的“曼哈顿计划”，1961年5月为实现登月所组织的“阿波罗计划”，前者历时4年，耗资23亿美元，动员15万人；后者历时7年，耗资240亿美元，动员400万人。第三代计算机——IBM360系列，其研制开发费达20亿美元，仅其操作系统就耗费了4—5千人/年的劳动量。其他发明如飞机、坦克、航空母舰、计算机、机器人等，也都决非个人所能胜任，都是在大批科研人员共同努力下取得的成果。因此，在现代发明中，个人发明的作用远不如近代那样突出了。也就是说，现代发明成果的出现，主要不是依赖于个人的经验与智慧，而是依赖于集体的合作，依赖于系统的综合的科学研究。

三是发明活动的规划性与计划性大为增强。现代发明与古代、近代有一个很大的不同，即发明的偶然性大大降低了，在本书所列现代发明史实中，除了少数发明如云南白药、味精、乳罩等之外，其他重大发明都是有计划、有目的、有组织，经过长期科研攻关所取得的。比如载人飞船的研究，是1961年美国肯尼迪提出的。他当时提出的目标是：“在十年内把一个人送上月球，并使他安全返回。”为实现这一目标，美国各有关方面充分动员起来，制定了庞大的“阿波罗计划”，并整整奋斗了7年，终于在1969年达到了目的。而原子弹的研制，则是在罗斯福总统的支持下，通过实施历时4年的“曼哈顿计划”而成功的。可见，现代发明已成为人类高度自觉地改造世界的实践活动。

四是发明成果的科技含量大大增加。现代发明是以现代科学技术为基础的，因而其成果无不凝聚着最先进的科技的结晶，特别是一些重要的综合性发明，往往直接采用最新的发明成果，使之成为新发明的集大成者。比如机器人的研制，就采用了机械制造技术和自动化技术的成果；电子计算机的发展，则直接得益于晶体管、集成电路的发明；洲际导弹的出现，取决于火箭技术、电子技术、核技术以及控制论、信息论的发展；而航天器的诞生，则离不开电子计算机、自动控制、发动机等技术的有力支撑。这说明，现代发

明具有综合利用各种先进技术的特点，能够代表科技研究的最新成果。

综上所述，现代发明的研究方式更趋于成熟，成就更加辉煌灿烂，对现代社会的影响尤为深远，对人类文明的贡献更加伟大。

现代发明故事

吸尘器的发明

(1901年)

吸尘器是一个叫布思的人在1901年发明的。在电吸尘器问世之前，各种吸尘器都是用风箱吸尘，有的用手操作，有的用脚操作，还有的是借助于打掃器上的轮子操作。这类装置大都很笨重，至少要两个人来操纵：一个转动曲柄或踏风箱的踏板，另一个拿着吸嘴对着地板吸尘。它们的主要优点是结实耐用。

小型电动机问世之后，为吸尘器的发展提供了条件。布思主要从事桥梁建筑和大型差动滑轮的设计，他解决了如何把灰尘从空气中滤去的问题，因而成了第一个实用的真空吸尘器的发明者。他曾看过一种新的打掃器的表演，这种打掃器的工作原理是把灰尘吹走。布思认为采取把灰尘吸进去的方法更好些。于是他回到家中进行试验，并很快发明了灰尘过滤器。

布思研制的第一个吸尘器很大，清扫时用马拉到路上，然后用800英尺长的软管伸到房屋里，把灰尘吸掉。由于吸尘器发出的噪音太大，常常使拉车的马受惊，以致于受到警察的干预。从那时以来，各种真空吸尘器都基本采用了布思的原理。

实现会飞的梦想——飞机的诞生

(1903年)

在中国神话小说《封神演义》里，有个叫雷震子的大将。他背生肉翅，手使黄金棍，可以自由地腾空而起，从空中攻击对手。这个故事，表现了古时人们对自由飞行于天地之间的梦想。而飞机的发明，使人们会飞的梦想变成了现实。

在飞机诞生之前，人们一直都在进行飞行的尝试，这些尝试包括一些勇敢的人，在双臂绑上羽毛，站在塔尖或悬崖上跳下，试图体验鸟儿的飞翔，结果往往被摔断手脚甚至丧生。1847年，法国发明家唐普尔制造了一架蒸汽推动的单翼机，它从滑道滑下，但离地飞行的时间只能保持几秒钟。接着，一个叫莫柴斯基的俄国人也制造了一架单翼机，飞机上装有一台英国造的蒸汽发动机。1884年这架单翼机载着发明者起飞，大约飞了50米，但这个机械最终还是不能支持自己作持续飞行。1894年，侨居国外的美国人马克西姆，造了一架大型模型双翼机，用蒸汽作动力，能离开轨道升起数英尺，但实际上不过是无法控制的跳跃而已。

真正成功地研制出世界上第一架飞机的，是美国人韦伯·莱特和奥佛·莱特兄弟。

莱特兄弟在童年时就热衷于放风筝，以后又潜心研究飞行器。有一次，一位顾客到莱特兄弟经营的小自行车铺买了一条车胎。哥哥韦伯·莱特心不

在焉地折叠着包装车胎的硬板纸，忽然，他发现手中的硬板纸形状酷似一只盒形风筝。他不由心中一亮：能不能用折叠风筝的办法来控制飞行呢？经过认真研究，1899年11月，兄弟俩制作了一只翼展达1.5米的风筝，风筝上系有四根操纵飞翔的牵绳。第二年，他们在北卡罗来纳州的一座小山上，又成功地牵引起一架较大的滑翔机。

莱特兄弟在取得大量滑翔飞行经验后，决定往滑翔机上安装当时最先进的汽油活塞发动机。但是，当时还没有生产出适合安装在飞机上的小型发动机。后来，在一个叫狄拉的机械工人的帮助下，他们克服了许多困难，终于试制成功一部符合飞机要求的4汽缸、12马力、重70千克的内燃机。接着，他们又试制出螺旋桨。内燃机通过链条带动螺旋桨，这样，一架用轻质木料为骨架，帆布为基本材料的双翼飞机制造成功了。1903年10月17日，世界上第一架飞机试飞成功。第一次飞行12秒，高度3米，飞行37米远，当天重复飞行4次。第4次飞行59秒，距离达200米远。

1905年6月，莱特兄弟的又一架被命名为“飞鸟三型”的飞机试飞成功。飞行中，它可以倾斜，转弯，飞8字形和盘旋，并能以每小时约35英里的速度飞行半小时。后来，“飞鸟三型”经过改进后，载两人成功地进行了飞行。1908年，莱特兄弟第一次分别在欧洲和美洲各自驾驶新飞机作公开飞行，使当时在欧洲大陆上进行的原始的飞行发生了革命。

带翅膀的船——水翼艇 (1905年)

在江河湖海上有很多船，您见过带“翅膀”的船吗？这种带“翅膀”的船就是水翼艇，它航行时，船身离开水面，像在水面上飞驶一样，显得十分矫健。

水翼艇是怎样发明的呢？原来，这是人们为了提高船艇的速度而采取的一种新的设计。船在水中行，水的密度大，船的阻力就大，前进速度就快不了。于是人们想到设计一种让船体部分或全部离开水面的船。但怎样才能做到这一点呢？造船的工程师们从小孩在河边“打水瓢”中得到了启示。

小孩子“打水瓢”就是用很薄的石片或是碎瓦片，按接近与水面平行的角度，将石片用力投出去，使它擦着水面跳跃前进。如果石片薄，表面很光滑，角度好，用力大，石片就可以在水面上飘行几丈远。这一游戏说明了这样一个物理现象：有一定表面的物体，以一定的迎水角度和速度沿水面运动时，水就会产生一个支承物体的力，我们称它为水动力。“打水瓢”时的石片就是依靠水动力支持而飘行的。

根据这一道理，造船工程师们设计了一种船型：当这种船高速前进时，就像石片在水面上飘行一样，并把这种船称作滑翔艇。

滑翔艇与一般的船不一样，它的底部比较平坦。当船前进时，由于艇底向前挤压水，从而使底部的水压力升高，形成水动力，水动力就把艇部分地托出水面。

滑翔艇虽有利于高速行驶，但也带来一些问题，如滑翔艇的耐波性能差，不能在较大的风浪中航行。若在波浪中高速行驶，船底与波浪相撞，艇底会受到波浪的巨大冲击力，不仅使艇体产生强烈的震动，影响以至破坏仪器设备的正常工作，有时也会引起艇体的破裂。

能不能让艇体完全离开水面，使它跑得更快，而且不受波浪冲击呢？人们开始设想给船装上“翅膀”，使它像飞机一样飞起来。这样，水翼艇就在滑行艇的基础上产生了。

有关水翼艇的设想，早在 1869 年就有人提出过。第一艘水翼艇是意大利发明家弗拉尼尼建造的，并于 1905 年在瑞士的马奇奥湖进行了试验。这是一艘排水量只有 1.65 吨，75 马力的水翼艇，试航时跑 37 节多。继弗拉尼尼之后，美国人贝尔又建造了由自己设计的水翼艇，并于 1918 年创造了每小时 71 英里的航行记录。但因为当时对水翼艇的理论研究工作不够，大马力的动力设备和轻的艇体材料没得到解决，所以水翼艇没有发展到实用阶段。

到了第二次世界大战时，随着科学技术的进步，德国制造了一些民用和军用的水翼艇，而且达到了一定水平。如 VS—10 水翼鱼雷艇，排水量为 47.5 吨，最高航速可达 55 节多。

第二次世界大战后，水翼艇的发展大致分为两个阶段：

50 年代和 60 年代初，是水翼艇试制并投入批量生产阶段。这期间，水翼艇主要是作为内河高速客船，吨位由 9 吨发展到 100 吨，航速 35 节左右。

60 年代以后，水翼艇的发展方向是面向海洋，面向军用。水翼艇的吨位已达 320 吨。如 1966 年美国建造了一艘“普朗维尤”号水翼反潜试验艇，长 64.7 米，宽 12.3 米，排水量为 320 吨，最大航速达 62 节，持续航速为 50 节。此艇是自控全浸式水翼，水翼能旋转上翻到甲板上。船体材料是铝合金，它是美国海军中最大的一艘水翼艇。

80 年代以来，虽然水翼艇的吨位没有明显增长，但其航速已达 40—60 节。有的国家还在研制 80 节的水翼艇。随着电子技术、自动控制技术的发展，耐腐蚀的轻型艇体材料的出现，以及大马力轻型动力设备——燃气轮机的诞生，都为水翼艇的发展开辟了广阔的前景。

无线电广播的发明

(1906 年)

在现代信息社会中，无线电广播技术起着极为重要的作用。而广播技术的发明过程是很复杂的，它是多种重要发明汇合起来形成的一个大型技术。

无线电的基本发明是德国人赫兹的功绩。1889 年，赫兹发现，在火花线圈的两端加上高电压使它发生火花，这时便从火花射出电波，可以使远处的线圈产生电流，无线电的基础就是电波的利用。

有记载的首次成功的无线电广播是在 1906 年的圣诞节之夜，美国的费森登使用功率为 1 千瓦、频率为 50 赫的交流发电机，借助麦克风进行调制、播发讲话和音乐，许多地区，包括海上的船只都可清楚地收听到。

第一次世界大战前，许多国家进行无线电广播试验。大战期间，比利时、荷兰和德国出现一些地区性广播节目。正规的定时广播是从 1920 年开始的。两年后，在美国约有 600 个广播台，100 万听众。在英国，马可尼公司进一步试验，并于 1922 年 5 月在伦敦创办了著名的 ZLD 广播台。

无线电广播技术史上一个最重要的进展方向是使用波长的不断缩短。在 20 年代，所使用的波长是长波和中波。许多国家完全依赖中波。由于传播距离有限，不得不建立许多中继站。有些国家除中波外还利用长波，因为使用功率强大的发射机发射的长波，可以覆盖全国。

地面波传播理论使人们以为只有长波才能远距离传播，而波长在 200 米以下的短波，由于传播距离极短，不会有什么用处。可是，大批无线电业余爱好者由于在长波波段的的活动受到限制，一心想在较短波长的波段内创造奇迹。

第一次大战结束后，那些入了迷的业余爱好者积极探索用短波通信的可能性。他们日以继夜地在家中安装无线电装置，进行试验探索。1921 年 12 月，在从美国到英国的的试验中，利用 200 米波获得成功，从此短波长广播成为长距离广播的主要方式。

与长波相比，短波传播可以做到有较强的方向性，因而用较低的功率就可以发射到较远的距离。所以 200 米短波广播试验成功后，对短波的研究进展很快，特别是荷兰的年轻工程师冯·贝茨利尔于 1925 年 4 月建造了一个波长约为 30 米的发射机，在 5 月 13 日的试验中，在印度尼西亚收到了这个发射机发射的信号。两个月后，在荷兰和印尼之间建立了短波无线电联系。

后来还发现，用特制的高频发射管制造的发射机可以向世界范围发射信号。1927 年 6 月 1 日，荷兰女皇利用这种发射机向东、西印度群岛发表了广播讲话，这是第一个“世界广播系统”。从此，在长距离广播中，短波取代了长波。

利用波长更短的微波进行通信的研究早在 20 年代就开始了。1920 年研制成功的巴克豪森板栅振荡器可以有效地发射 40 厘米的微波，引起了人们对微波的兴趣。1929 年，法国人克拉维尔开始研究如何利用微波进行通信。1931 年 3 月，克拉维尔和他的同事在加来和多佛尔之间 40 公里的距离上进行试验，证明了微波通信的高质量、独立、灵活和经济。1933 年，他建立了英法之间的第一条商用微波无线电路。40 年代发现微波在对流层中的散射现象后，发展起微波超视距通信，它的特点是距离远、容量大、保密性好、适合于军事通信，但也有可靠性差和所需发射功率大等缺点。

直升机的问世

(1907 年)

说起直升机的历史，不能不追溯到公元 1400 年前后，中国古代流传的“竹蜻蜓”玩具，它给直升机的研制以极大的启示。这种玩具，是用一片扭曲的竹片，中间插着一根垂直的细棒，用双手使劲搓动细棒，竹蜻蜓便嗖地一声直升天空。

“竹蜻蜓”于 15 世纪传入欧洲，称为“中国陀螺”。有的国家的百科全书，将“中国陀螺”称作带有旋臂的“直升机飞行玩具”，这可以说是旋翼的最早雏型。

1483 年，意大利著名科学家达·芬奇绘制出一幅直升机飞行草图，以后又出现过多种直升机模型。1907 年 9 月 19 日，法国人布雷盖研制成 4 旋翼直升机，首次载人离地升空。同年 11 月 13 日，法国科尔尼首次驾驶自己研制的双旋翼直升机，保持了约 30 秒的自由飞行。直到 1923 年，西班牙人西尔瓦发明了带有铰接桨叶的旋翼机，才为直升机的发展开辟了光明的前景。

进入 20 世纪 30 年代之后，直升机在技术上出现了重大突破。1937 年，德国人福克制成一架能控制飞行的双翼旋横列式 FW—61 直升机，由一名女飞行员驾驶，以每小时 68 公里的速度，从柏林飞到伦敦，轰动了世界航空界。

两年后的 1939 年,美籍俄人西科斯基,成功地研制出单旋翼直升机 VS—300,1940 年又在此基础上研制出改进型 VS—316 直升机,被美国陆军购置,从此结束了直升机发展史上最艰难的探索阶段,进入了直升机的发展时期。

自 FW—61 和 VS—300 直升机诞生,特别是本世纪 50 年代后期以来,直升机工业呈现出一派日新月异的景象。在迄今 40 多年的历史中,直升机的制造技术发生了迅猛的发展变化。动力装置,由 50 年代中期以前的活塞式时期,发展为喷气涡轮时期;旋翼材料结构技术则发展更快,40 年代初到 50 年代中期为金属木翼混合结构;50 年代中期到 60 年代中期为金属结构;60 年代中期到 70 年代中期为玻璃纤维结构;70 年代中期以来,又发展为新型复合材料结构。

打虎引出的发明——云南白药 (1908 年)

云南白药是一种治疗跌打损伤的特效药,它不仅在国内久负盛名,而且在国际上也被视为珍品。

云南白药原来是以发明者的名字命名的,叫“曲焕章白药”。曲焕章是云南人,1878 年出生,7 岁时父母双亡,童年生活十分悲惨。在他 16 岁时,为了谋生,他干起了卖布的经营。有一天他到集市上去卖布,由于缺乏营养,疲劳过度,昏倒在街头,幸亏一位赶集的乡村医生把他救活。曲焕章得救后,感于医生的救死扶伤精神,于是就拜这位医生为师,从此弃商学医。

有一次,曲焕章上山采药,在昏暗的夜色中看到草丛中卧着一只庞然大物,他搬起一块大石头,悄悄走近,猛力砸去。这个庞然大物被砸中后不再动弹,他走过去一看,原来是只老虎。他怕老虎不死,又用挖药工具猛击虎头,直打到他确信老虎必死无疑才住手。这时夜色已深,就赶紧下山回家。

第二天早晨,曲焕章叫了几个村民,打算上山把死老虎抬下来。但他们找到老虎处一看,不禁大吃一惊:老虎早已不见踪影。原来,这只老虎并没被打死,苏醒之后带伤跑掉了。曲焕章十分懊悔。因为老虎浑身是宝,其肉其骨都是名贵药材。老虎得而复失,实在令人不甘心,于是曲焕章带着村民跟踪查找,顺着血迹追踪老虎。

跟踪中,他们发现好多处血迹旁都有老虎嚼剩下的野生植物。这一情景引起了曲焕章的注意,他想:难道这种植物能够止血愈伤,老虎靠吃它而保全了性命?果真如此,这种植物就有可能制成药来治疗人的外伤。想到这里,曲焕章立即停止了对老虎的追踪,开始集中全力研究起这种野生植物来。

曲焕章把这种植物一棵不漏地收集起来,带回家里进行试验。经过试验证明,这种植物果然对治疗跌打损伤具有奇效。他并不满足于已经取得的治疗效果,而是决心把这种植物进行精制,使之成为具有更高疗效的药品。

曲焕章用了整整 10 年时间,对这种植物进行反复筛选、研制,终于在 1908 年研制成功了“曲焕章白药”,并投入生产。这年他正好 30 岁。曲焕章以顽强的毅力和出色的工作,为中国乃至世界的医药事业作出了重要贡献。

从一碗鲜汤到味精的发明 (1908 年)

味精是人们所爱用的调味佳品，它早已风靡世界，几乎走进了每一个家庭。味精的发明人是日本的池田菊苗，商标名称叫做“味之素”。说到味精的发明，也有一段故事：

1908 年的一个夜晚，东京大学化学教授池田菊苗还在实验室里和助手一起进行着实验，直到晚上 9 点多钟，他们才结束工作，早已肌肠辘辘的池田菊苗匆匆赶回家去吃饭。

饭桌上，池田菊苗大口地吃着夫人准备好的晚饭，感到十分可口。饭吃完了，池田夫人又端来一碗汤。池田喝了一口，感到这碗汤特别鲜美。他一面喝，一面仔细端详着这碗汤。他看到碗里不过是一些细细的海带丝和几片薄薄的黄瓜片，没有其他什么东西。

池田菊苗就问妻子，这碗汤加了什么东西。池田夫人回答说，除了海带和黄瓜，什么东西也没有放。海带是北海道产的，刚从展销会上买来。

当天晚上的饭桌上，“海带为什么有它特殊的鲜味”成了一家人谈话的主题。

第二天，池田把妻子做汤剩下的海带带到实验室，开始对海带进行一番详细的化学分析，试图找出有鲜味的成份来。经过半年的研究化验，池田终于从海带中提出了可以增加鲜味的成份——谷氨酸。

下一步的问题，就是如何制取谷氨酸了。从海带中只能提炼出微量的谷氨酸，而且代价较高，缺乏实用价值。池田想：在海带里含有谷氨酸，在别的东西里是否也有呢？经过反复研究，终于发明了从小麦中提取的方法。这就是把小麦粉进行浸泡，洗掉其中的淀粉，取出所谓的“面筋”，再加上盐酸，一起放在高压罐里加热，使其水解。然后，把水解液存入结晶槽里放上 10 天，使它慢慢冷却，谷氨酸便成了盐酸盐而分离出来。这时再加苛性钠（烧碱）中和，谷氨酸就变成谷氨酸钠——味精了。

其实，在池田菊苗之前，早就有分离出来的谷氨酸了。德国化学家李特豪森在研究氨基酸的过程中就曾分离出了谷氨酸。但谁也没有发现谷氨酸具有鲜味这一特点。而池田则在偶然中发现了谷氨酸可以助鲜的秘密，并进而发明了味精。

乳罩的出现

（1912 年）

世界上最早的乳罩是在 1912 年发明的。但到底是谁发明了乳罩却是一个有争议的问题。然而第一个获得乳罩专利并生产乳罩的人，却是美国的玛丽·菲尔普斯·雅各布。她是在 1914 年 11 月获得专利的。她是曾设计过早期轮船的罗伯特·富尔顿的后代。她在《热情洋溢的年代》一书中写道：“我确信我对发明的热情是他传给我的。我不能说在发明史上，乳罩能够占据轮船那么重要的位置。然而我的确发明了乳罩，而且我在这方面一直都在进行不懈的努力。”

雅各布早在纽约初进社交界时就产生了发明乳罩的想法。当时的一些比较时髦的妇女贴身穿的是一种用鲸骨做成的盒子似的衣裳和粉红色的紧身胸衣，这些衣裳穿上后行动很不方便。雅各布于是产生了改造这种衣裳的想法。一天晚上在举行舞会之前，她和她的法国女仆玛丽用两张手巾，一些粉红色

的丝带做成了一个乳罩。朋友们都很喜欢这玩意儿，纷纷向她索要。当一个完全陌生的人写信向她要一个乳罩的样品并随信寄来一美元后，她就决定利用自己的发明了。

一个搞设计的专家为雅各布设计了一些图案，向她要 50 美元。但她只付了 5 美元，并将自己的发明命名为乳罩。第二年，她获得了乳罩发明专利。雅各布和她的女仆生产了数百个样品，但是由于没有出售，也就失掉了赚钱的机会。她结婚之后，把这项专利以 15000 美元的价格卖给了沃纳妇女紧身胸衣公司。

现代战场的护头之盾——头盔

(1914 年)

说到头盔，中国早在春秋战国时就有了。随着冷兵器的消亡，它和铠甲一起离开了战场。而现代头盔是第一次世界大战中发展起来的。当时，出现了枪炮、坦克、飞机等杀伤性很强的武器，保护士兵头部受到各国军队的重视，因而头盔也就重新出现了，不过其材料和制式已远非古代的头盔可比。

世界上第一个发明现代作战头盔的国家是法国。据史料记载，1914 年的一天，法国有一位叫亚德里安的将军去医院看望伤员，一个被德军炮弹打伤的伤员告诉他说：当时我正在厨房值日，德军打炮时，我把铁锅顶在头上，保住了头部，很多人被炸死了，可我只受了轻伤。

亚德里安一听非常高兴，马上派人找回了那个被打坏的铁锅，并让一个小组根据这个新发现，当年就制成了现代钢盔，被称做“亚德里安钢盔”。这种钢盔装备部队后，使伤亡率降低了 2—5%。

在第一次世界大战中，“亚德里安钢盔”被涂上不同颜色，分别为比利时、意大利、罗马尼亚、俄国军队采用。到 1915 年，英国也搞出了自己的头盔，样子像个油煎鸡蛋。当时最先进的还是德军头盔，它是在总结了英法制造头盔的经验的基础上发展起来的，头盔上还带有特殊护耳，防护效果很好。

现代头盔主要有步兵头盔、炮兵头盔、飞行员头盔三种类型。此外，有的国家还为一些特殊人员设计了伞兵盔、坦克乘员盔、摩托兵盔、空袭救护盔等。制头盔的材料，也从钢铁发展为“开夫拉”纤维。现在世界上最先进的头盔不仅重量轻（最轻的步兵盔只有 2.2 斤），而且防护面积大，对两鬓、耳、后颈都能起到防护作用。

现代战争对头盔提出了综合性的防护要求，即不仅要防止弹片、轻武器对作战人员的伤害，而且还必须对气候环境、化学毒剂、生物战剂、核辐射、燃烧弹、地震等具有一定的防护能力。因此，头盔的功能不断拓展，有的国家设计的头盔能兼作水盆、饭锅、挖掘工具等就便器材。炮兵头盔除了防弹外，有的还装有送话和收音装置，使炮兵能在隆隆的炮声中传话收话。飞行员的头盔除了具有防弹的作用外，还加装一些特殊设备适应特技飞行的需要。因为这时飞机常常上下颠簸，飞行员的头会与飞机舱盖相碰，飞行盔上装有减震装置、隔音层、通讯及供氧设备后，就能保证飞行员的安全。

更加有趣的是，有的头盔不仅用来保护头部，而且还可以用来射击，成为一种攻击性的“武器”。原西德军队曾装备了一种头盔枪，可发射 9 毫米无壳弹，初速为 580/秒，没有后坐力，射击精于步枪。还有一种头盔式激光

枪，可发射激光弹。这种枪的优点是便于隐蔽，灵巧轻便，可先敌开火，首发命中。

矛与盾结合的产物——坦克 (1915年)

有两位杰出的人物对坦克的发明起了决定性作用。一位是身为英国海军大臣的丘吉尔，他曾用其特殊的才能帮助福斯特公司，以便促使皇家海军关心“陆地巡洋舰”的发展。另一位是英国皇家工程师斯温顿，当后来海军的兴趣减弱时，是他坚持自己关于研制坦克的意见，并争取到了总参谋部的支持。斯温顿能够把军队的要求加以确切的解释，使工程技术人员明白这种要求，并能根据该要求绘制成生产图纸。

在这个时期，福斯特公司也有两位杰出的人物，他们是该公司的总经理威廉·特里顿和在英国陆军部任特殊职务的麦吉尔·沃尔特·威尔逊。他们共同负责按军队的要求制造出一种机械装置——“小威利”。这一装置虽取得了成功，但还没有达到斯温顿提出的越壕和爬高墙的能力。把跨越8英尺宽的壕沟和冲破带铁丝网的能力作为首先考虑的因素，导致了对车辆的重新评价。第一次世界大战期间，英国就根据这种标准制造了传统的长菱形坦克，这就是英国于1915年8月在履带式拖拉机的基础上制造出的第一辆坦克样车“小游民”坦克。该车重18.3吨，发动机功率105马力，时速3.2公里，乘员2人，车上装一门发射2磅炮弹的火炮和数挺机枪。

1916年，第二辆坦克“大游民”又问世了。这种坦克定型投产后称Ⅰ型坦克，发动机功率105马力，时速达6公里，乘员8人，装2门发射6磅炮弹的火炮和4挺机枪。Ⅰ型坦克于1916年9月15日首次投入索姆河战斗，这是世界上第一批用于实战的坦克。

需要指出的是，当时坦克的履带都通过车体顶部两侧并构成一个完整的闭合圈。这种结构带来了两个直接的后果：一是不可能把旋转炮塔安装在车体顶部；二是履带前部的最大高度非常接近车体的最大高度，这使坦克具有良好的爬坡能力。此外，还有一种危险，即子弹爆炸飞溅对乘员会产生威胁。因为当时的装甲防护只是铆在框架上的锅炉钢板，上面有许多小裂缝，灼热的子弹碎片就从这里钻入车内。为了对付这种情况，坦克乘员不得不穿上防弹衣，戴上链结式面罩。

1916年7月，英法联军在法国北部索姆河地区对德军发动了规模巨大的进攻战役。9月15日英军出动坦克49辆，用以支援步兵冲击，但由于坦克质量太差，又缺乏指挥经验，结果有17辆发生技术故障未能进入出发阵地，在接敌过程中又有14辆因故障而中途停顿或淤陷，真正参加战斗的只有18辆坦克。这些坦克有10辆被击坏，7辆受轻微损伤，只有一辆完好返回。但它毕竟是一种新式兵器，不仅震撼了敌军，也鼓舞了士气，使英军得以前进了4—5公里。

到20世纪20年代和30年代，坦克的设计出现了各种极端情况，例如1924年设计的维克斯独立坦克，竟然有5个旋转炮塔。当然，这些设计一直停留在图纸上，极少数也只是停留在样车阶段。

正当欧洲军队还在对轻型坦克及重型坦克的可行性进行审查时，美国的一位富于创造发明的天才沃尔特·克里斯蒂完成了一系列的设计，这些设计

对坦克研制产生了深远影响。起初克里斯蒂参与制造了一种既能靠履带也能靠轮子行驶的车辆，这就避免了全履带车在当时固有的不可靠性。经过对几种变革的试验战车的研制之后，克里斯蒂集中力量制造了一种快速、可靠并能保持较高越野速度的履带式战车。

第二次世界大战期间，由于坦克与坦克、坦克与反坦克火器之间的激烈对抗，促进了坦克技术的迅速发展。坦克的结构趋于成熟，普遍采用装一门炮的单个旋转炮塔和单一的履带式推进装置，从而确定了现代坦克的总体结构形式。

海上活动机场——航空母舰

(1918年)

航空母舰是一种威力强大的舰种，是海军控制大面积海域的主要机动兵力。它从开始出现到逐步完善，已经走过了90多年的发展历程。

1910年11月，美国东海岸的一处海湾上，停泊着一艘轻巡洋舰“伯明翰”号。这一天，这艘舰上的舰员们特别忙碌，他们在进行着各种准备工作，以便进行一次大胆的试验——世界上第一架飞机在军舰上起飞。在这艘巡洋舰的甲板上，铺设了一条26米长的木制飞行跑道。跑道的起端，停放着一架准备起飞的民用单人双翼飞机。

起飞命令一下达，飞机立即启动并开始滑动，速度不断加快，当飞机滑完26米长的跑道后，便离开了舰身。由于飞机滑跑距离太短，速度不够，升力不足，飞机越来越低，眼看就要掉进水里了。就在这危急关头，沉着的驾驶员巧妙地操纵飞机尾水平舵，将飞机拉了起来，又飞行了3公里，在海湾附近的一个广场上着陆了。

这次试飞成功后两个月，美国海军又进行了一次飞机在军舰上降落的试验。在一艘巡洋舰的后主甲板上，铺设了一条长36米的木制跑道。在跑道上，每隔1米，横方向装一根绳索，绳的两端拴着沙袋。还是那个进行起飞试验的驾驶员，从附近的机场驾驶着飞机起飞，朝巡洋舰飞来。当飞机接近军舰时，朝跑道俯冲下来。飞机降在舰上时，机身下面的一个钩子，钩住了一道绳索，拖着沙袋向前滑跑。因飞机被绳索和沙袋拖住，阻力很大，滑不多远，很快就停下来了。

试验证明，飞机能在军舰上起落，因而能在海上作战。这就使各国对建造可供飞机起落的舰船，产生了更大的兴趣。

1918年，英国海军对一艘巡洋舰进行改制，使之可供飞机在舰上同时起飞和降落。这艘巡洋舰叫“飞机搭载舰”，是最早出现的用旧军舰改装成的航空母舰，它能装载20架飞机。同年7月，从这艘舰上起飞的飞机，轰炸了德国的一个空军基地。

不久，英国又把一艘正在建造的客轮“卡吉士”号，改装成航空母舰“百眼巨人”号。它具有全通式飞行甲板，即起飞和降落是连在一起的，飞行跑道更长了，飞机的起飞和降落方便多了。

美国也在1922年将一艘运煤船改装成全通式飞行甲板的航空母舰“兰格利”号。日本在1922年底，新造了一艘“凤翔”号航空母舰，这是世界上第一艘不是用旧船改装，而是专门设计和建造的航空母舰。这艘航空母舰已初步具有现代航空母舰的样子。例如它具有全通式的飞行甲板，上层建筑很小，

且位于右舷。该舰排水量只有 7000 多吨，长 160 多米，能携带 21 架飞机。

1921 年至 1922 年，美、英、日、德、意等国在华盛顿共同制定了一个关于限制战列舰总吨位的协定，这一协定促进了航空母舰的发展。到 1930 年前后，美、英、日、法等国先后改装成一批航空母舰。这批航空母舰与最先制造的“凤翔”号相比，吨位和装载飞机量都增加了好几倍，航速也增加了很多。一般排水量为 10000~40000 吨，续航力为 3000~12000 公里，飞行甲板长为 130~270 米，舰宽为 21—35 米，一般能载 20—29 架飞机。

第二次世界大战中，航空母舰的作用受到各国的高度重视，掀起了设计、建造新型航空母舰的热潮，使航空母舰的数量急剧增加。到第二次世界大战结束时，各国已建或正在建造的航空母舰有 200 艘左右。

在第二次世界大战后，新建或改装的航空母舰采用了很多新技术、新装备，战斗力有了很大的提高。

首先在航空母舰上，装载了喷气式作战飞机。美国在 1952 年开始建造的“福莱斯特”级航空母舰，装备了喷气式作战飞机。以后美国新造和改装的攻击型航空母舰“小鹰”级、“企业”号等都是装备喷气式飞机的。英国的“皇家方舟”号、法国的“克里蒙梭”号等航空母舰也相继装备了喷气式飞机。因为喷气式飞机具有速度快、升限高、机动性好、载弹多等优点，使航空母舰的空中攻击能力大大增强。

其次是航空母舰还装上核武器，具有核打击能力，攻击威力有了很大提高。虽然一枚核弹有几吨重，只比普通重型炸弹重几倍，但它的爆炸威力，要比普通炸弹或炮弹大几百倍、几万倍甚至几千万倍。1949 年美国最先在航空母舰装上核武器，从此以后，新造和改装的攻击型航空母舰，也都具有核攻击能力。

第三是航空母舰普遍提高了反潜能力。航空母舰的体积大，是潜艇从水下攻击的重要目标。为防止潜艇攻击，一般的航空母舰上都装备有反潜飞机，还有一些航空母舰是专为反潜而制造的，或以反潜为主，兼顾其他。

第四是航空母舰的航海性能也得到提高，更能适应远洋作战的需要。新型航空母舰普遍增加了燃油储量，使续航能力增加到 8 千至 1 万 2 千海里以上。美国于 1961 年建成了世界上第一艘核动力航空母舰“企业”号，它加一次核燃料可以用 13 年，能连续航行 40 万海里，相当于绕地球 18 圈。

第五是航空母舰上电子设备增多，自动化程度有很大提高。卫星通讯和卫星导航系统，全天候电子助降装置，各种大功率、高精度的雷达、声纳及电子对抗装置，各种自动化设备等，都陆续装上航空母舰。可以说，航空母舰是海军舰艇中电子设备种类最齐全、数量最多、性能最好的军舰。

战争促成的发明——声纳

(1918 年)

声纳是利用超声波在水中的传播和反射来进行导航和测距的技术设备。最初推动声纳研制的原动力并不是来自海洋考察的需要，而是来自海战的需要。

1914 年 9 月 22 日，德国的 U—9 型潜艇只用半小时就击沉了三艘英国巡洋舰，并使英军损失了 1200 余人。面对德国潜艇的严重威胁，英国海军急切地需要一种能探测这些水下恶狼的办法。

早在 1912 年，理查森由于“泰坦尼克号”的沉没，就已提出使用超声波，通过回声来探测水下的物体。然而，直到战争爆发前，这种想法还难以实现。

到 1915 年 3 月，郎之万和希洛斯基在巴黎开始搞实验时，又提出了使用超声波的问题，并开始进行研究试验。1916 年，郎之万成功地在水里产生了超声波。他研制的装置能很快探测到从 100 米远的铁板反射回来的声音。

接下来的问题是要找到一种有效的方法来产生超声波脉冲和接收从水下物体反射回来的声音，接收回声的方法要使水下物体的位置能计算出来。

郎之万决定研究比埃尔·居里和雅克·居里在许多年前发现的压电效应。他们发现，石英在受到压缩时会产生一个很小的电流。反过来，如果向石英施加一个电流，石英就会有轻微的膨胀。显然，石英和其他压电物质既能做声音的发射器，也能做声音的接收器。于是，郎之万开始进行用石英板做接收器的研究工作。紧跟着他搞这项研究的是波意尔教授，他当时正为帕克斯顿港的皇家海军工作。

这种接收器很快就取得了成功，从而为发展有源声纳系统开辟了道路。到战争快要结束时的 1918 年底，波意尔领导下的皇家海军研究小组开始在军舰上试验他们研制的声纳装置。

英国进行的这项代号为“阿斯迪克”的研究，在战争中实行了严格的保密措施，当时甚至不许提到石英，而在必须提到石英的地方都用“阿斯迪维特”来代替。以至于直到 20 世纪 50 年代后期，当美国最终采用声纳来代替声音导航和距离修正时，英国还把潜艇探测装置称为“阿斯迪克”。

器官移植技术的创立

(1922 年)

器官移植最早的创立者是法国出生的美国医生卡雷尔。1905 年他到美国专门从事血管缝合术、器官移植和组织培养的研究。他曾在 1913 年讲过一句很有影响的话：“任何人体器官都可以从人体上取下，培养起来，而且可以移植到另一个人体上。”20 多年后，他又断言：“人身上的任何器官，离开了机体，依然可以存活。”

1922 年，苏联眼科医生费拉托夫开始试验人眼角膜移植。1933 年异体角膜移植成功，是器官移植最早的事例。他之所以能够成功，不仅因为他比前人在手术器具方面有所改进，而且因为他使用了“冷藏尸体眼球角膜”作为移植材料。这既解决了材料的来源问题，又因冷藏而除去了角膜的生物刺激因素，促进角膜混浊部分透明化。到 1941 年他和他的学生已经成功地作了 3100 多例手术。

第一例肾移植成功的事例，是 1954 年法国医生在一对孪生兄弟间作的。而用非孪生关系的肾作移植，几乎都不成功。这是根据法国免疫学家多塞创立的组织相容性理论，必须在两个组织相同的人之间进行器官移植，才有可能获得成功的预言而进行的。

60 年代用免疫抑制剂处理病人，并选择有一定血缘关系或经鉴定可用人的肾脏作移植，成活率逐渐提高。前者活 7 年甚至 10 年以上，后者经追踪 4 年，仍有存活的病人。

目前在有些国家中已建立了人体器官移植库，在世界范围内互相寻找相容的对象。心脏、肝脏的移植手术也于 60 年代末 70 年代初在人身上作实验，

成活率不高，但个别患者在手术后 13 年还活着。

家务劳动的帮手——洗衣机 (20 世纪初)

洗衣服曾是一项累人的家务劳动，但自从有了洗衣机之后，就把人们从这累人的劳动中解放了出来。

在过去的若干世纪里，人们洗衣服都是用手搓。到 1860 年前后，人们开始采用一种新的洗衣方法：把要洗的衣物放进一个木盒子里，用一个手柄翻转盒里的衣物。到了 19 世纪 80 年代，著名的托马斯·布雷德福公司已开始生产家用洗衣机。这种洗衣机包括一台轧液机，轧液机下面有一个八边形的盛放脏衣物的盒子，盒子用一个手柄转动。1914 年电机发明后，这种用手来转动衣服的系统就被淘汰了。

最初，电动机是安装在洗衣机的桶下面，而且是敞开的，水容易滴进去，并引起爆震，使用起来很不安全。20 世纪 20 年代引进了机械桶，于是就产生了现在所用的洗衣机。

19 世纪 80 年代，布雷德福兹研制成功了旋转脱水机。1884 年，莫顿获得了蒸汽洗衣机的专利。在他的专利证书上写到：“这种机器很好使，即使是一个小孩，在一刻钟内也能洗 6 条被单，而且比用其他洗衣机洗得白。它的寿命要比其他的洗衣机长一倍。”

20 世纪以来，洗衣机的品种数量有了突飞猛进的发展，它进入了千家万户，成为人们生活中离不开的好帮手。

不上天的飞行——飞行模拟器 (1929 年)

飞行模拟器，就是能够在地面逼真地模拟空中飞行的一整套现代化设备的总称。运用飞行模拟器进行训练，既经济，又安全，而且不受天气、机场等条件限制。

早在本世纪初，人类第一架飞机诞生以后，人们就开始考虑怎样在地面进行经济而安全的飞行训练。最初，有人用气球吊着飞机进行训练，后来英国、法国相继研制出一些地面训练器，但只能练习几个简单的飞行动作。一直到 1929 年，美国人林克制造了一台比较实用的训练器，它的外形好像个大的儿童玩具，木头机身又短又粗，座舱底下有几个风箱，可以用来练习仪表飞行，这就是后来很有名的“林克机”。

飞行模拟器，按照它的工作原理、用途和使用特点的不同，可以分为训练型和试验型两类，而训练型又可以分为综合式、专用式、程序式三种。

综合式模拟器比较复杂，它可以用来训练飞行员或空勤人员掌握整个飞行过程。甚至包括战斗课目在内，因而有助于飞行人员掌握某种飞机的驾驶技术，提高飞行技能。这种模拟器一般都有三个以上自由度的运动机构，并有显示外界景象的视景系统。

专用式模拟器，是专门用来解决飞行中的某些问题，训练飞行人员掌握飞机上的主要系统，如火控雷达、领航轰炸、火箭导弹、电子对抗和侦察等系统，或提高某项飞行技术的。这类模拟器的功用专一，重点突出，在主要

方面要求性能好，精度高，而且在飞行过程中，动力装置等次要方面，都加以简化，所以样式很多。例如轰炸台，只是由座舱、地标投影系统和雷达影像装置组成。座舱不能运动，但同真实飞机的领航员舱一样，有完善的轰炸操纵设备。

程序式模拟器，是一种更简单的模拟器，和专用式模拟器不一样，它通常不具体地模拟特定的飞机，主要用于训练新飞行员，使他们掌握基本的操纵程序。这种模拟器结构简单，精度要求不高，成本较低。

随着飞行模拟器日益发展和完善，地面模拟训练的优越性逐渐被人们所认识。尤其是用模拟方法训练飞行员，所需费用比用真实飞机训练降低得很多，这就更有吸引力。所以，70年代以来，以飞行模拟器部分地代替真实飞机训练，在技术先进的国家中开始大量采用。而在民用航空特别是航线客机方面，飞行模拟器的使用已极为普遍了。

电视的发明

(1930年)

电视是一种传播图像的电子技术，它在100多年的发展过程中，大致经历了设想阶段、机械扫描阶段、电子扫描阶段和第二次大战后的发展阶段。

1850年，英国的巴克韦尔建造了一个能够传输手迹和线条图的电传系统。他用不导电墨水在金属板上书写，然后用几组金属针进行扫描，每根针与一条电路相连，在接收端，每一个金属针线路的电流都在一个旋转的鼓上留下一个印记，原来的手迹或图表就会在接收端再现出来。

1873年，英国的史密斯发现了硒的光敏性。利用这种材料，出现了许多电视设计方案。其中以德国发明家尼普科1884年发明的扫描图盘，对以后的发展影响最大。这个设计第一次提出了能以足够快的速度传输图像的实际方法。

1897年，布劳恩发明了一种带荧光屏的阴极射线管，电子束撞出时，荧光屏上会发出亮光。1906年迪克曼和格拉吉利用布劳恩管进行图像重现。但这种装置只能算是传真系统，而不是电视系统。

1908年苏格兰工程师坎贝尔·斯温顿提出了一种设计，将阴极射线管不仅用于接收，而且用于发射。1911年他进一步提出，对发射器应有特殊的阴极射线管，它的屏由互相绝缘的光敏元件镶嵌而成。需要传输的图像投影到这个屏上，用阴极射线束对存贮在这个元件上的电荷进行扫描放电，这实际就是现在所谓的“摄像管”。这个相当精彩的设计思想，正是现代电视的基本原理。

1920年，发射和接收电视图像所必需的技术条件都已具备，开始进入实际建造电视系统的阶段。

英国发明家贝尔德从1923年起从事电视系统研制工作。到1925年，他完成了一种电视系统。他使用一个孔径上带有透镜的尼普科盘来扫描景象，每秒5幅图像，各个图像80条扫描线。贝尔德在这个装置中尽量应用电子管放大器，尽管图像很小，暗淡而且摇晃不定，但确实能看出人的面貌。

1929年，英国广播公司允许贝尔德公司开始公共电视广播，每秒12.5帧图像，每帧30行。美国贝尔实验室的艾夫斯和他的助手主要研究在扩展电话通信中使用的电视设备。他于1927年在华盛顿与纽约之间播送了每秒17.5

帧、每帧 50 行的图像。到 1932 年，美国无线电公司发射的图像达每秒 24 帧，每帧 120 行。从 1930 年起，电视机进入市场。

1933 年，兹沃里发明了电子摄像装置，这在电视的发展中起着划时代的作用。后来他又成功地研制了更加灵敏的正析摄像管。几年后，英国的麦格里等人也研制出一种更加先进的摄像管。这就为提高电视图像分辨率创造了条件。

第二次世界大战之后，曾在战争中起了重要作用的电子工业开始大规模生产民用产品，电视工业蓬勃发展。在 30 至 40 年代所取得成就的基础上，战后英国和美国都出现了电视“爆炸”性增长。英国 1948 年生产了 10 万台电视机。美国在 1946 年仅生产 6500 台电视机，1949 年猛增到 300 万台，1950 年又增到 746 万台。那时显像管外壳是吹制成的，直径为 9 英寸或 12 英寸，不可能再大。后来，玻璃工作者着手压制矩形“面板”和“锥体”，并把它们焊在一起。用这种方法制造的外壳，尺寸相继达到 14 英寸、17 英寸、21 英寸和 25 英寸。

一旦黑白电视机的可靠性、图像质量和价格问题得到解决，电视工业的兴趣就转向了彩色电视。不过，彩色电视的第一次实验演示是在 1928 年。当时贝尔德改进了尼普科盘，使盘上孔径组成三条螺旋线，每条上有 30 个孔径。三条线分别对应红、蓝、绿三种颜色，在接收端的光源有两个气体放电管，一个是水银蒸汽管和氮气管，对应绿色和蓝色，氖管对应红色。1929 年贝尔实验室的艾夫斯在纽约和华盛顿之间播送 50 行的彩色电视图像，采用的就是机械扫描方法，所不同的是，分别通过三条线路，同时发射三种主要的彩色信号。

30 年代后期，美国和英国都开展了关于彩色电视的研究。英国的贝尔德和美国的戈德马克都在探索用高分辨率标准顺序发射的方法。二次大战前，美国采用这个方法进行实验广播，1951 年正式广播。但由于观众不感兴趣，几个月后就停止了。

美国国家电视委员会（NTSC）致力于研究与黑白兼容的彩色电视系统，1953 年获得成功，从而为全世界的彩色电视系统奠定了基础。这一系统的基本原理是将彩色图像信息分解成两部分发送，一部分是图像的亮度信息，另一部分是图像的彩色信息。彩色接收机可将这两种信息组合起来形成彩色图像。

美国从 1964 年开始普及彩色电视，到 70 年代初期，全世界已有 4 千万台彩色电视机。

电视不仅用于娱乐，也用于工业和科研。在人不能到达的地方，利用它协助人们监督控制和管理。所以除了广播电视外，还有工业电视、红外电视、高分辨率的空间电视以及能够贮存图像以便随时取用的录相电视。

射电望远镜的发明

（1931 年）

射电望远镜的发明应当归功于美国物理学家詹斯基和天文爱好者雷伯。詹斯基于 1931 年任美国贝尔电话实验室工程师。在此期间，他研究了影响跨洋电话服务的射频干扰问题。他发现，干扰短波接收的本底噪声，其强度变化几乎是每天升降一次。升降的周期是 23 小时 56 分，正好是地球自转的周

期。他由此得出结论：从外层空间来的无线电波像流水一样不断地冲击着地球。

美国一位天文爱好者雷伯得知詹斯基的发现后，做了一个直径为 31 英尺的抛物面天线，证明宇宙射频频幅源不是像詹斯基认为的那样在银河系的中心，并证明射频频幅射沿银河系的平面进行。这样，一门新的科学——射电天文学就诞生了。

我们现在知道，地球接收从太阳、其他的行星、恒星、银河系、甚至地球外层空间的大气发出的无线电波。人们认为，有的波是具有带电粒子的物质发生碰撞时产生的。因为无线电波的波长比可见光的波长长得多，所以接收无线电波的仪器，要比光学望远镜大得多。虽然射电望远镜的设计是各式各样的，但基本上都是一个巨大的凹面镜，以接收从宇宙空间来的微弱的无线电信号，将其聚焦在一个特殊的天线上，把信号放大，再记录下来。

在 20 世纪 40 年代初期，天文学家们开始用射电望远镜来研究太阳及其瞬变现象。1945 年之后，射电天文学得到了迅速的发展。现在最有名的射电天文学仪器，是英国焦德雷尔班克的 250 英尺的便于移动的抛物面天线。但最大的接收器却是美国在波多黎各的阿雷西博的一块天然的凹地上建立的 1000 英尺的接收器。这台为研究电离层而设计的望远镜是不能移动的，因此，它是通过地球每天的自转来进行观察。

合成纤维——尼龙 (1934 年)

尼龙是一种合成纤维。它是从煤、空气和水、石油、天然气中提取出来的。尼龙的出现，对人们的生活，特别是衣着方面，有相当大的影响。过去，人的被服完全靠天然纤维，即棉花、树皮之类的东西。自从有了尼龙纤维，就大大拓展了人类制作衣服的物质来源。

纤维是由碳、氢和氧三种元素组成的高分子细长链。在植物如树皮、棉花、稻谷等中都有纤维素，蚕丝是蚕吃了桑叶的纤维素，使它的化学结构和物理性质都发生一些改变之后吐出来的。

至于化学纤维，即所谓人造丝，是用人工使植物纤维素发生变化而成的半合成纤维。这就是说，把不能进行纺织的纤维作为原料，把它改造成表面看来类似蚕丝的东西。化学纤维是法国人伊雷尔·德·查尔顿发明的。在他之前，瑞士的休泊因等人就已经把棉花用硝酸、硫酸等进行处理，成功地制备了纤维素高分子。

但实际上，各种人造丝都是从植物的天然纤维素改造而成的。那么，能不能不从植物中，而从其他物质中提取出高分子化合物呢？

美国的发明家、化学家华莱士·休姆·卡洛萨斯解决了这个问题。他在读研究生时就开始应用量子力学来探讨有机高分子的化学键问题，并在理论上取得了重大突破。

1928 年，32 岁的卡洛萨斯进入杜邦化学公司，在这里，他只用了 4 年时间就发明了合成橡胶“氯丁橡胶”。到 1934 年，他又发明了尼龙。他所领导的研究队伍在发明尼龙之后，又合成了多种纤维高分子。

在尼龙的发明过程中，值得一提的是杜邦公司领导人的见识。他们给了卡洛萨斯一切必要的权力，放手让他搞下去。到 1940 年尼龙袜子上市为止，

杜邦公司在尼龙的研究、试制上花了 4000 万美元。

异常信号和鱼群探测器 (1934 年)

在茫茫的大海中，渔轮能够敏捷而准确地发现和跟踪鱼群，准确地撒网捕捞，这是为什么呢？原来，渔轮上装了一种能知道鱼群的位置和正确地指挥渔民起网的仪器。这种仪器就是根据声学原理研制成功的鱼群探测器。

1926 年，一艘法国轮船在纽芬兰航海时，偶然发现船上用来探测海深的回声探测仪上，收到了一种异常的信号，这种信号反复出现。他们确切地得知，这种信号是由一群鳕鱼反射出来的回声信号。

这一偶然的发现，使他们得到这样的启示：声音在碰到海洋里的生物群时，它也能反射回来。这一设想成为研制鱼群探测器的根据，许多科学家开始对声波在水中的传播特性以及电能和声能的转换装置进行研究。1934 年，有人把用于导航的电子音响探测仪用于侦察鱼群。到 40 年代，出现了探鱼仪。

常用于渔轮的鱼群探测仪是声纳探鱼仪，它的主要组成部分是送波器和受波器。工作原理是：当探鱼仪接通电源开始工作时，记录器发出了一个起始信号，触使发射器产生一个强的超声频率的电脉冲信号，传送给换能器，换能器再将脉冲转换成相同频率的声脉向水中发射，声脉冲遇到鱼群后被反射回来。换能器接收到反射声波后，将弱的声脉冲换成弱的同频率电脉冲，这个脉冲信号经放大后，输入记录器，从而显示出鱼群的存在。

50 年代以来，探鱼仪及鱼群探测技术发展很快。据统计，围网作业 80% 的时间，拖网作业 20% 的时间，用在探鱼上。到 60 年代至 70 年代，垂直探鱼仪测量深度可达 1700 米。另外，也出现了沿水平方向发射声波的水平探鱼仪。60 年代中期试制了把目标显示于荧光屏的声纳。70 年代，扫描声纳不仅为全方向的，还能自动同步回转探察任选角度进行扇形探测，距离达 1800 米。70 年代后期，挪威生产出 CD 环视声纳系统，利用船上的计程仪、罗经、声纳和计算机，可在荧光屏上显示一个以渔船为中心的整个捕捞过程的图像，包括渔场位置、方向、渔船和渔具的相对移动以及鱼群的洄游情况。彩色探鱼仪在生产上的应用，又进一步提高了探鱼效果。

无人机的发明与使用 (1934 年)

无人机是指机上没有驾驶员，其飞行状态、路线可以控制，并在大气层中航行的一类飞行器。它的外形与有人驾驶飞机很相似，现代小型无人机犹如一个大航空模型，大型无人机则相当一架一般的小飞机。

无人机的发展历史已不算短。早在 1917 年，美国陆军就开始设计无人机。1934 年，英国海军首先使用无人机作靶机。在第二次世界大战期间，希特勒德国秘密从事无人轰炸机的研究。1944 年 6 月 13 日，代号为“V—1”的无人轰炸机首次空袭英国首都伦敦。V—1 的外形很像一架普通的飞机，有中单翼、平尾和立尾，在立尾的上方装有一台脉冲式喷气发动机。它的飞行速度为每小时 640 公里。飞行高度 900—920 米，机内装炸药约 1000 公斤。

机上装有定高器、程序控制器、自动驾驶仪和导航计算机，实际上是一种带翼的导弹。迄今，各国公认它是现代巡航导弹的先驱。

第二次世界大战以后，各国的防空手段不断得到改进，防空导弹的出现，使对空火力大大加强了。同时，由于高性能歼击机和空对空导弹的发展，以及地面警戒雷达的搜索距离大大增加，迫使有人驾驶侦察机向两个方向发展：一是高空高速，一是低空高速。在 60 年代初，美国的 U—2 和 PzV 侦察飞机相继在中国和苏联领空被击落，使美国政府大为丢丑。1962 年古巴导弹危机后，美国感到需要一种既不冒生命危险，又不必承担侵犯别国领空罪名的无人驾驶侦察机。于是，美军方选中擅长制造靶机的美国瑞安航空公司，重点研制无人侦察机。该公司在 1962 年只用 90 天时间，就把 1000 架“火蜂”型靶机改装成无人侦察机，代号为 147A 型，执行照相侦察任务。后来，为了提高性能并改变或扩大用途，对无人侦察机做了多次改进。到 1972 年，已有将近 20 种改进型，形成了瑞安—147 无人机系列。

瑞安—147 系列无人机是一组总体结构基本相同的中程无人侦察机和无人电子干扰机，采用积木式组装，以涡轮喷气发动机为动力，重量在 1400 至 2000 公斤之间。在将近 20 种型号中，一部分属于高空型，有的能执行夜间侦察任务，有的能执行电子侦察任务。另一部分属于低空型，有的能执行电子干扰任务，有的用来搜集战场上的音响情报。

这些无人机通过投放和回收，可以多次使用。其投放方法一是由有人驾驶轰炸机、攻击机或运输机，把无人机带上天，在适当的地方投放起飞。这种方法简便易行，运用灵活，成功率高。二是火箭助推，即借助固体火箭助推器的推力使无人机起飞。这种方法是现代战场上使用较多的机动式发射起飞方法。三是借助起飞跑车升空，即把无人机放在起飞跑车上，当起飞跑车在跑道上滑跑到一定速度时，无人机升力增大，便可腾空而起。

无人机的着陆也是多种多样的，比如，它可以脱“壳”而落，即当无人机返回基地上空时，便弹出照相舱。照相舱自动打开降落伞，徐徐下落，机体部分便自行坠毁了。它可以乘伞而归，即用降落伞回收无人机。这种方法一般只适合于小型无人机使用。它还可以气垫着陆，即在无人机的机腹四周装上“橡胶裙边”，其中有一带孔的气囊，发动机把空气压入气囊，压缩空气从气囊中喷出，在机腹下形成气垫，气垫能支托无人机贴近地面，使其不与地而发生猛烈撞击。

迄今，无人机技术已发展到相当先进的水平，在航空事业中独树一帜。目前，世界上大约有近 200 种无人机的型号。与有人驾驶飞机相比，无人机以其特有之长，而获得日益广泛的应用。

国防千里眼——雷达 (1936 年)

雷达，从外观上看对许多人来说，已经并不是很陌生的东西，很多人在电影或画报上看到过它，有的人或许还直接见到过它。雷达有着奇特的外表：有的像几块大瓦片，有的像一口大锅，有的像一个蜘蛛网，有的像几排鱼骨，可谓五花八门。但它们都有共同的功能：可以看到千里以外的目标，是真正的千里眼。

早在 1888 年赫兹证实电磁波存在以后，科学文献上就经常提到将电磁波

用于目标探测的问题。1897年波波夫在实验时，发现电磁波被船只反射回来的现象，提出可将这个现象用于军用探测，但没引起人的重视。直到1922年马可尼提出有关论文，美国海军研究实验室才用实验证实了他的设想。他们使用波长为5米的连续波，发射器与接收器分别安放在目标两侧，当目标通过两者之间时，即可被探知，这种装置称为收发分离连续波雷达。

美国从1925年起研究利用脉冲调制技术，作为探测目标距离的手段。从1934年初起，投入许多力量进行脉冲雷达研究。1936年4月，研制成功第一台脉冲式雷达装置，它的探测距离达4公里。到1938年，防空雷达已实际应用。

30年代，英、法、德、美都大力进行雷达研究，其中英、德、美都有明确的军事目的。法国开始时只将雷达用于为船只探测冰山，但在战争迫在眉睫时，也将雷达转为军用。

在英国，1935年沃森·瓦特向英国空军提交了一份关于雷达的重要文件，才引起对军事雷达的重视，并开始大力研究。在德国，30年代初开始研究船只探测系统，很快又发展了飞机探测系统，1939年已有了入侵飞机早期报警系统，紧接着出现了船只报警系统。到40年代中期，德国利用600兆赫的雷达系统，能够精确地指挥高射炮。

在第二次世界大战初期，英国研制使用3000兆赫微波的投弹瞄准雷达，用于投弹指挥。后来，美英合作，研制了频率高达10000兆赫的雷达系统，使瞄准更精确。德国虽然在战争初期也发展了雷达系统，但由于它把重点放在发展导弹上面，大大缩减了雷达研制费用，所以雷达系统远远落后于同盟国。

大战结束后，人们对军用雷达的兴趣一时急剧减退，科学家开始研究如何用雷达作为科研工具。1946年美国成功地探测了从月球反射回来的雷达信号，这实际上是射电天文学的开始。此外，也开始用雷达作为导航工具，作为防止船只以及飞机碰撞的常规手段。

高速飞机的出现，对雷达装置和技术都提出了新的要求。显然，将计算机和雷达结合起来，可以解决自动雷达侦察的问题。

在洲际导弹发射成功之后，尽早报警成为迫切需要。第一个满足这个要求的雷达设置在格陵兰。它有4个天线，每一个的宽度都超过90米，探测距离为4800公里，它的计算机可以确定导弹的轨道、目标和到达的时间。

此外，战后还发展了多种小型军用和民用雷达。其中最突出的是机载小型雷达。飞机运载这种带有小型天线的雷达，沿固定航线飞行，雷达系统将天线接收的信号送计算机分析处理。这种雷达所获得的信息量大，分辨率高，这就是合成孔径雷达。

50年代大功率速调管出现后，根据多普勒效应，制造出目标显示雷达，可以探测出目标的速度。

60年代以后，雷达在航天事业中发挥了重要作用。例如，在登月活动和空间飞船对接活动中，雷达同计算机配合，完成了跟踪、定向等多种任务。

燃气轮机的发明

(1937年)

燃气轮机是一种用燃气推动涡轮直接产生旋转运动的动力装置，可连续

无振动地高速工作。中国古代的走马灯，古罗马时代的烟风车，都是早期出现的燃气涡轮雏形。

据记载，1791年已提出“燃气轮机”的名称。19世纪上半叶达姆贝尔和本森曾分别制造过简陋的定容和定压热功循环的燃气轮机，但没有实用价值。

1902年，美国人莫斯发表了有关燃气涡轮的论文。1918年，他用汽油机排出的燃气驱动涡轮，以带动增压器，受到军界的重视。1926年，英国的格里菲斯提出涡轮叶片的气动力理论，他和惠特尔分别于1927年和1928年发明燃气涡轮螺旋桨轴带动的轴向和径向增压器，促进了涡轮螺旋桨飞机的产生，从而解决了飞机高空飞行的性能问题。燃气涡轮是否被推广使用，在很大程度上取决于耐高温耐腐蚀的高强度材料及其加工技术。

30年代后期，空气动力学和风洞实验的发展，为合理选择涡轮叶片的形状和尺寸创造了条件。瑞士的阿梅尔首次研制成工业上实用的4000千瓦定压热功循环的燃气轮机。美国最早的燃气轮机是在1937年为火车和轮船制造的。到1941年和1945年，瑞士和美国分别制成燃气轮机驱动火车和汽车。

第二次世界大战后，燃气轮机进入全面发展和使用时期。50年代初中国科学家吴仲华提出叶轮机械三元流动理论，对50年代以后的燃气涡轮及喷气发动机的发展起了很大作用。至60年代，轴流式压气机的增压比达23，超过离心式的4—5倍，大大提高了发动机的功率和热效率，而被广泛地使用。

1970年世界燃气涡轮发电装置总容量达3200万千瓦。1971年它在舰船上的总功率达780万马力。此后最大燃气轮机的功率又达到10万千瓦级，热效率达30%。美国研制的20万千瓦级的燃气轮机，热效率达40%。

战略弹道导弹的出现

(1944年)

1944年9月8日19点左右，英国首都伦敦的居民，没有听见空袭的警报，却看到了猛烈爆炸后的火光，当时谁也不知这是什么武器。后来查明，它是法西斯德国在荷兰首都海牙近郊，隔着英吉利海峡发射的V—2弹道导弹。

导弹的出现，是军事科学技术发展的必然结果。第一次世界大战后，随着飞机在军事上的应用，人们开始研究远距离控制飞机和自动制导炸弹。1926年美国人哥达斯成功地发射了世界上第一枚液体火箭，并达到了超音速。与此同时，德国的一批业余火箭研究者，成立了“宇宙航行俱乐部”，从事火箭理论与试验的研究。20世纪30年代，法西斯德国出于侵略战争的需要，成立了庞大的火箭研究中心。经过十年的努力，他们在空气动力理论、火箭推进技术、自动控制系统、电子设备、无线电雷达技术、航空材料工艺等方面做了大量工作后，终于在第二次世界大战结束之前，制成了世界上最早的V—1飞航式导弹和V—2弹道式导弹。

导弹与火箭不同，它的原意是“导向炮弹”或“导向火箭”。导弹与火箭的根本区别就在“导”字上。就是说，装有控制系统，能自动导向目标的火箭武器是导弹。

当时的法西斯德国，为了挽救即将战败的命运，把希望寄托在一两件新式武器上，因此大批生产并使用V—2导弹。在1944年9月至1945年3月间，

从荷兰和法国海岸，向英国首都伦敦发射了 10800 枚 V—2 导弹。由于 V—2 导弹能在高空（可达 100 公里）以高速飞行，使得英国的所有防空手段都无法防御，因此给伦敦造成了一定的破坏。但由于当时科技水平有限，V—2 导弹的性能还比较差，仅有一半飞到了目标区，另一半发射时在地面或空中爆炸，也有的因精度不高而掉落在英吉利海峡。尽管如此，V—2 导弹毕竟已显示了当时其他武器所不具备的优点——威力大、射程远、飞行时速高，从而引起各国的注意。

从第二次世界大战结束以来，弹道导弹经历了四个发展阶段：

40 年代末至 50 年代末为第一阶段。这一阶段主要解决弹道导弹的有无问题。继德国之后，美苏在此期间先后成功地研制了近、中、远程各种类型的弹道导弹。如美国的“红石”、“丘比特”、“宇宙神”；苏联的“SS—1”、“SS—5”和“SS—6”等。这一阶段弹道导弹的性能较差，发射准备时间长，且易被发现，防护能力差，生存力低。

50 年代末至 60 年代中为第二阶段。这一阶段主要解决的是提高战略弹道导弹系统在核袭击下的生存力以及进一步提高战略弹道导弹的性能。在此期间，美国出现了地下井发射的洲际弹道导弹“大力神”、“民兵”、“民兵”以及潜射导弹“北极星 A1”、“北极星 A2”等。苏联也相应装备了洲际弹道导弹和潜射导弹。这一阶段弹道导弹提高了生存能力，缩短了发射准备时间，提高了命中精度。

60 年代中至 70 年代末为第三阶段。这一阶段主要解决导弹的突防问题。为此出现了集束多弹头导弹和分导式多弹头导弹，这些导弹都带有突防装置。此外，通过加固地下井，进一步提高了生存能力。洲际导弹的命中精度已达到 0.185 公里。

80 年代以来，战略弹道导弹进入了一个新的发展阶段，总的趋势是进一步提高导弹的进攻能力、生存能力、突防能力和战备性能；大力研制全导式多弹头；广泛实行固体化和机动化。

人工降雨技术的发展

（20 世纪 40 年代）

几千年来，人类一直在努力影响天气。但在科学技术不发达的古代社会，人们只能采取向龙王求雨的迷信做法，以祈求上天的恩赐。

随着科学技术的发展，人们终于逐渐掌握了影响天气的科学手段。在第二次世界大战前，法国气象学家贝热龙发明了“降雨法”。这种方法是在云层里既含有冰晶，又含有水滴的时候，才能使用。冰晶吸引水滴，其结果常常是降雪。在飞得很高的飞机上向云层里撒下冰晶，云层里的冰晶就会饱和，水分则处于不足的状态。冰晶通过云层落下，在低层大气中的温度较高，冰就变成了雨。

本世纪 40 年代末，纽约一家通用电气研究所对人工降雨作了进一步研究。这个研究所的一位叫谢弗的研究人员发现，很小的干冰颗粒——固体的二氧化碳——能够起到和贝热龙所用方法同样的作用，而且效果更好。在最初的实验中，飞机在 15000 英尺高的大片高层云中飞行，用机械方法把干冰从飞机上撒下，隔一会儿就能开始降雨。

另一种人工降雨技术是使雨滴发生碰撞并合并。这种方法利用不含冰而

含悬浮水滴的云，使水滴碰撞，合并成大水滴，然后降落到地上。使用这种方法时，要在云层里撒些吸引水滴的盐，或者从飞机上向云层喷水，以促进大水滴的形成。

1947年，通用电气研究所一个叫冯尼加的研究人员发明了一种云催化方法。他发现在一个很冷的云层里，碘化银烟雾能够产生雪片；碘化银的微粒起凝结核的作用，因为它们的晶体结构跟冰粒的晶体结构一样。这种云催化方法也是在飞机上进行的。这种技术在用于积云时非常有效。

但是，这种云催化技术还不很完善，还需要经过进一步发展才能达到适用的程度。就当前情况看，美国和澳大利亚在人工降雨方面居于领先地位。

原子反应堆的建立

(1942年)

原子能的和平利用标志着人类改造自然进入了一个新阶段。原子能是原子核发生变化时释放出来的能量，对同等质量的燃料来说，原子能要比化学能大几百万倍。

早在1929年，科克罗夫特就利用质子成功地实现了原子核的变换。但是，用质子引起核反应需要消耗非常多的能量，使质子和目标的原子核碰撞命中的机会也非常之少。

1938年，德国人奥托·哈恩和休特洛斯二人成功地使中子和铀原子发生了碰撞。这项实验有着非常重大的意义，它不仅使铀原子简单地发生了分裂，而且裂变后总的质量减少，同时放出能量。尤其重要的是铀原子裂变时，除裂变碎片之外还射出2至3个中子，这个中子又可以引起下一个铀原子的裂变，从而发生连锁反应。

1939年1月，用中子引起铀原子核裂变的消息传到费米的耳朵里，当时他已逃亡到美国哥伦比亚大学，费米不愧是个天才科学家，他一听到这个消息，马上就直观地设想了原子反应堆的可能性，开始为它的实现而努力。

费米组织了一支研究队伍，对建立原子反应堆问题进行彻底的研究。费米与助手们一起，经常通宵不眠地进行理论计算，思考反应堆的形状设计，有时还要亲自去解决石墨材料的采购问题。

1942年12月2日，费米的研究组人员全体集合在美国芝加哥大学足球场的一个巨大石墨型反应堆前面。这时由费米发出信号，紧接着从那座埋在石墨之间的7吨铀燃料构成的巨大反应堆里，控制棒缓慢地被拔了出来，随着计数器发出了咔嚓咔嚓的响声，到控制棒上升到一定程度，计数器的声音响成了一片，这说明连锁反应开始了。这是人类第一次释放并控制了原子能的时刻。

1954年苏联建成世界上第一座原子能发电站，利用浓缩铀作燃料，采用石墨水冷堆，电输出功率为5000千瓦。1956年，英国也建成了原子能电站。

原子能电站的发展并非一帆风顺，不少人对核电站的放射性污染问题感到忧虑和恐惧，因此出现了反核电运动。其实，在严格的科学管理之下，原子能是安全的能源。原子能发电站周围的放射性水平，同天然本底的放射性水平实际并没有多大差别。

1979年3月，美国三里岛原子能发电站，由于操作错误和设备失灵，造成了原子能开发史上空前未有的严重事故。然而，由于反应堆的停堆系统、

应急冷却系统和安全壳等安全措施发挥了作用，结果放射性外逸量微乎其微，人和环境没有受到什么影响，充分说明现代科技的发展已能保证原子能的安全利用。

威力巨大的武器——原子弹 (1945年)

原子弹的出现，与其他科学技术上的发明一样，有着自己的发生和发展过程。

早在19世纪初，人们就已经知道自然界的物质成千上万，性质千差万别，它们都是由一些有限的基本元素组成的，而每种元素又是由许多化学性质相同的微粒——原子组成的。

1896年，法国物理学家贝克勒尔和波兰出生的年轻科学家居里夫人，发现自然界有一些元素的原子核能自发地放出一些肉眼看不见的射线，这些射线可以使照相底片感光；元素在发出射线时，会释放出部分能量，同时它自身就转变成具有另一种性质的新元素。于是他们把元素的这种性质叫做天然放射性，把元素原子核的这种转变过程叫做核衰变。这不仅加深了人们对原子结构复杂性的认识，而且使人们意识到在原子核内蕴藏着巨大的能量。

首先找到利用核能途径的人是费米。费米出生在意大利罗马一个铁路职工家庭，年轻的时候曾在德国学习。他25岁就当上了罗马大学第一任理论物理学教授，1938年底移居美国。

1934年，法国物理学家约里奥—居里夫妇宣布，他们用 α 粒子轰击铝、硼的时候，产生了人工放射物质。费米得知这一消息后，决定试用中子产生人工放射现象。费米按照元素周期表的顺序，从氢开始，用中子顺序轰击，当试验第八号元素氟时，得到了人工放射性。在接下来的试验中，他又发现在中子轰击铀时，产生了从未见过的新元素。1934年6月他宣布了这个发现，但并没意识到在这个实验中可能引起了铀的裂变。

1934年10月，费米的助手发现，当用中子轰击金属银来产生人工放射性时，有一种奇怪的现象，就是放在银附近的铝可能影响银的放射性。助手把这个现象报告了费米。在费米指导下做了进一步的实验，确定在中子源和银之间的铝板，可以增加银在中子照射以后产生的放射性。铝是重物质，费米提出把铝换成石蜡，重新做实验。没想到，在中子源和银中间放置石蜡以后，竟使银的放射强度提高了100倍。

怎样解释这种现象呢？费米提出慢中子效应：中子通过含有大量氢的物质的时候，和氢原子核——质子发生碰撞，速度变慢了，更容易被银原子核所俘获，所以产生的人工放射性更强。由于发现了中子效应，费米获得1938年诺贝尔物理奖金。

在费米发现用中子轰击铀可以产生超铀元素后，在巴黎的约里奥—居里夫妇和柏林的哈恩、梅特纳都认真研究了这个问题。

1938年秋天，哈恩和斯特拉斯曼精确分析了中子轰击铀以后的产物，发现有钡存在，钡的原子量大约是铀的一半，这说明铀原子核在中子轰击下分裂成两半。哈恩把实验情况写信告诉了梅特纳。梅特纳立刻从数学上进行分析。她认为：每裂变一个原子可以放出大约两亿电子伏的能量。

裂变反应的发现震惊了科学界，因为它说明铀分裂的时候可以放出两个

中子，而这两个中子又可能引起两个铀核分裂，这样就能够从一个铀核裂变引起二、四、八、十六……铀核裂变。这是连锁反应，它将释放出无比巨大的能量。

裂变反应正好是在第二次世界大战的导火线已经点燃的时刻发现的。移居美国的匈牙利物理学家西拉德等人，意识到可能利用核裂变制成有空前破坏力的原子弹。1939年7月，他在拜访了罗斯福总统的好友和私人顾问、经济学家萨克斯以后，又和爱因斯坦会晤，请爱因斯坦在给罗斯福的信上签名，信由萨克斯交给罗斯福。这封信阐述了研制原子弹对美国安全的重要性。罗斯福被这封信打动了，决定支持研制原子弹的工作。

1941年12月，美国政府决定大量拨款和充分利用科技力量研制原子弹。1942年，成立了美、英、加三国共同研制原子弹的委员会。同年8月，美国制定了研制原子弹的“曼哈顿计划”。

“曼哈顿计划”大致有三方面的内容：生产钚，生产浓缩铀—235，研制炸弹。这三方面的工作由几支研究力量来完成。

第一支研究力量由康普顿领导的芝加哥大学冶金实验室和杜邦公司组成，主要任务是生产足够数量的钚。

第二支研究力量由劳伦斯领导的加利福尼亚实验室和几家公司组成，任务是用电磁法分离浓缩铀—235。

第三支研究力量由尤里博士领导的哥伦比亚大学的代用合金实验室和几家公司组成，任务是用扩散方法生产浓缩铀—235。

第四支研究力量是由奥本海默领导的洛斯·阿拉莫斯实验室，它的主要任务是一得到足够的裂变材料，立刻制成实战用的原子弹。

1942年，关于怎样设计原子弹，它究竟应该有多大，谁都不知道。在研制过程中，设计出了两种炸弹型式：

一种是“枪式”原子弹。它主要是通过增加核装药的数量达到超临界状态的。1945年美国投在日本的第一颗原子弹就是枪式原子弹。它的外形是个细长体，TNT当量约为2万吨，核装药为铀—235，有效利用率为2%左右。因此，理论上只要裂变一公斤铀—235就够用，但实际上却用了50多公斤。虽然枪式原子弹效率低，但构造简单，容易制造。

一种是“收聚式”原子弹。它是利用炸药的爆轰，形成一个向中心收缩聚拢的球面形状的压力波，从各个方向均匀地压缩核装药，并且越到中心压力越大，核装药受到强烈的压缩，密度大大增高，能够实现高度超临界现状，使比较多的核装药发生裂变反应，从而提高了它的有效利用率。美国投到日本的第二颗原子弹就是“收聚式”原子弹。

原子弹在第二次世界大战末期首次用于实战。1945年的8月6日和9日，美国分别将一颗取名“小男孩”的铀弹和一颗取名“胖子”的钚弹投到日本的广岛和长崎，给这两个城市 and 居民造成巨大破坏和伤亡，引起了世界各国的重视。1949年8月29日，苏联也进行了第一次核试验。此后，美苏两国展开了长时期的核军备竞赛。

世界上第一台电子计算机

(1945年)

说起电子计算机的历史，世界上公认中国的算盘是最早的手动计算机。

算盘包含了现代计算机的基本功能：歌诀相当于控制运算的指令；拨动算盘珠相当于计算的进行；算盘珠的位置表示计算结果，起贮存和记忆的作用。

1834年，英国数学家巴贝奇对计算机的发展作出了重要贡献。他提出用穿孔卡片携带计算指令控制计算过程，设计了包括控制部分、运算部分和存贮部分的机械式计算机。但由于缺少必要的技术基础，这种计算机没有造出来。

1937年，美国人艾肯设计和巴贝奇方案类似的计算机。艾肯是哈佛大学物理系的研究生，他的设计得到了国际商业机器公司的支持。1939年，这家公司派了4个有经验的工程师与年轻的艾肯合作。到1944年，这台使用电器的机电式计算机研制成功并投入使用，每秒运算三次。

差不多和艾肯同时代，德国人也试制成功类似的计算机。这些计算机主要元件是普通电话里的继电器。而继电器开关速度大约是百分之一秒，这就大大限制了运算速度，注定了机电式计算机必然是短命的。

第二次世界大战促进了电子计算机的发展。在二战中，美国宾夕法尼亚大学的莫尔电工学院同阿伯丁弹道研究实验室共同负责，给陆军提供弹道表。这是一项十分困难的工作。每一张表都要计算几百条弹道，一个熟练的计算员用台式计算机计算一条飞行时间为60秒的弹道，要花20个小时。显然，已有的运算工具难以保证战争需要。

在此情况下，莫尔电工学院的莫希莱于1942年8月写了一份《高速电子管计算机装置使用》的备忘录，实际上提出了第一台电子计算机的初步方案。这个方案得到了军方代表格尔斯坦中尉的支持，还引起了研究生埃克特的兴趣。经过格尔斯坦向军方申请，得到了15万美元的研制经费。

这样，研制小组正式成立并开始了工作。24岁的埃克特担任总工程师，30多岁的莫希莱提供了计算机的总体设想，格尔斯坦则是个精明强干的组织者。

1945年底，这台计算机研制成功，第一台电子计算机出世了。

这台计算机由控制、运算、存贮、输入、输出5部分组成，每秒钟运算5000次，比原来的计算机快一千多倍。制作这台计算机，共用1.8万个电子管，7万只电阻，10万只电容，重30吨，耗电140千瓦，占地170平米，差不多有十间房子大小。它的实际造价约为48万美元。

在这台计算机制造过程中，科学家们就已考虑设计更先进的计算机了。1944年夏季的一天，参加原子弹研制工作的冯·诺伊曼遇见了格尔斯坦，在交谈中了解到计算机的研制工作。冯·诺伊曼很感兴趣，几天后，他专程赶到莫尔，参加了对计算机的改进工作。

1944年8月到1945年6月，在冯·诺伊曼的领导下，研制小组制定了新的改进方案。重大改进有三方面：一是把十进制改成二进制。二是利用包含水银柱的特殊电路做存贮器。三是把程序外插变做程序内存。

按照这一新的设计，1949年英国首先研制出程序内存计算机，它有一个可以贮存一千多个数据的存贮器。后来，美国也研制、生产和使用了程序内存计算机。

程序内存的电子管计算机常称做第一代电子计算机。它结构复杂，价格昂贵，调试困难，因此发展不快。

1956年，用晶体管制成了电子计算机，这是第二代电子计算机，其运算速度成百倍地增长。60年代初，每秒运算几十万次的晶体管计算机问世。1964

年，每秒二三百万次的大型晶体管计算机研制成功，并且成批生产。

60年代初期，集成电路取代了晶体管，出现了第三代计算机。60年代末期，每秒千万次的大型计算机投入使用。到70年代，大规模集成电路在计算机中取代集成电路，电子计算机进入了第四代。1978年每秒一亿五千万次的巨型计算机已经在运行。

由于集成电路和大规模集成电路的发展，计算机出现了向小型化和微型化发展的趋势。到1977年，全世界已有微机800万台。

目前计算机技术仍在发展之中，今后还会有什么新的突破，尚需拭目以待。

晶体管的诞生

(1948年)

晶体管是在人们对半导体材料进行深入研究的基础上发明的。半导体材料是导电性介于金属和绝缘体之间的材料，一般是固体，比如锗和硅等。半导体中杂质的含量和外界条件（如温度和光照）的改变会引起导电性能发生很大变化。半导体材料之间，或者半导体和某些金属材料之间相接触的地方，具有单向导电的性能，和二极管的性能相象。

1928年，有人提议用半导体材料制作和电子管功能差不多的晶体管。但一方面由于当时还缺少研究半导体电子特性的固体物理学知识；另一方面由于按温度、压力、化学组成等宏观概念产生的半导体材料在微观结构上是混乱的，没有规律，它的电子性能具有很大的偶然性，因此晶体管没有研制成功。

随着研究分子、原子和电子状态的固体物理学的发展，随着晶体生长理论和生长技术的发展，高纯度的晶体锗生产出来了，这就给晶体管的研制创造了条件。

美国贝尔研究所的巴丁、肖克利、布拉顿等人合作研制成功了晶体管。巴丁原是大学教授，担任贝尔研究所所长，研究半导体理论，1947年他提出关于结晶表面的理论。布拉顿是实验物理学家，他对半导体表面进行实验研究，发展了半导体单晶的精制、成长等有关技术。巴丁和布拉顿两人，一个是理论家，一个是实验大师。1948年他们合作研制成功第一个点接触型晶体管。肖克利从1936年开始进行关于固体物理学、金属学、电子学等基础理论研究。从1945年起在贝尔研究所从事半导体理论研究，1949年他提出了P—N结理论（关于晶体中由于掺入杂质的不同所形成的P型和N型两种导电类型区域的理论）。不久，贝尔研究所研制成功第一个结型晶体三极管。由于研制成功晶体管，他们三人获得1956年诺贝尔物理学奖。

晶体管最初采用锗晶体做原料，后来由于硅的提纯和加工技术的发展，硅晶体比锗晶体的性能优越得多，因此硅晶体管取代了锗晶体管。晶体管具有小型、重量轻、性能可靠、省电等优点。正是由于具有这些优点，到50年代末和60年代初，晶体管逐渐代替了电子管。

现代火箭的发明与发展

(20世纪初)

火箭的发展有着漫长的历史，古今火箭在性能和结构复杂程度上相差极为悬殊，但原理却是相同的：依靠不断向后喷射燃气而前进。

世界上公认，火箭是中国首先发明的。至晚在南宋，火箭已在中国用作武器，明代又有所改进。有的将多个火箭绑在一起以增大推力，有的使用了二级火箭。这与现代使用的集束式火箭和多级火箭原理上是一样的。

古代火箭主要用于作战，但已有人幻想利用它航天。据野史记载，1500年前后，中国一位叫万户的学者，把47枚火箭绑在椅后，自己手持风筝端坐椅上，请人同时点燃这些火箭，决心飞上天去。结果一声爆炸，碎片纷飞，再也找不到万户。为了纪念这位为人类航天而献身的先驱者，现代科学家将月球背面的一个环形山命名为“万户火山口”。

现代火箭的产生和发展是建立在大量的理论和实验研究基础上的。由于液体燃料燃烧的理论和技术问题都比固体燃料简单，所以现代火箭是从液体火箭开始的。苏联、德国、美国都有代表人物在研制火箭方面取得杰出成就。

齐奥尔科夫斯基是苏联人，他从小多病，曾经患猩红热，病后耳朵几乎聋了，被迫中途退学。但他顽强自学，22岁参加中学数学教师的招考被录用，开始了中学教师生活，业余时间搞科学研究。1895年他写了一本科学幻想小说《奇异的地球和天空》。1898年，他写成《用火箭推进飞行器探索宇宙》一文，拖延5年以后才发表在俄国《科学评论》杂志上。这篇文章第一次阐述了火箭飞行和火箭发动机的基本原理，具体说明液体火箭的构造，认为可以用液氧和煤油做推进剂，提出了质量比（起飞质量和推进剂消耗完后的质量的比值）概念，推导出计算火箭飞行最大速度的公式。它从科学上证明了太空旅行的可行性。齐奥尔科夫斯基共发表论文、科普文章、科幻小说等近600篇。1920年，列宁亲自下令支持齐奥尔科夫斯基的研究工作。他的研究成果对苏联火箭技术的发展有深远的影响。

奥伯斯关于火箭的研究工作是在德国进行的。1923年，他出版了《从火箭到星际太空》一书。他深入研究了許多技术问题，比如喷气速度、理想速度和火箭在大气层中上升的最佳速度等。奥伯斯的著作曾经由科普作家改成写通俗读物，产生了广泛影响。

哥达德是美国人，他被科幻小说描写的太空飞行所吸引，立志从事火箭研究。他把理论研究和实验结合起来。1926年3月，哥达德制造的用液氧和汽油做推进剂的第一枚液体火箭试飞成功。1929年，他又发射一枚装有气压计、温度计和照相机的火箭。从1930年到1935年，他发射了多枚火箭，高度达到2500米左右。

从20世纪30年代起，火箭研究在德、意、英、法、奥等许多国家开展起来。尤其是德国，它的开创性研究，是在其他欧洲国家的严密监视下进行的。从30年代开始，特别是希特勒上台之后，德国广泛罗致人才，充分提供研究经费，在极端保密的情况下，使火箭研究迅速发展。

1932年，德国陆军接管了火箭研究工作，并进行了大量基础性研究。1933年，开始设计火箭。在冯·布劳恩的主持下，通过反复试验，在空气动力学方面取得了重要成果，在制导与控制、发动机设计、弹道设计方面积累了大量经验。

在此基础上，1942年10月3日，在精心选择、严格保密的波罗的海沿岸佩内明德发射场，成功地发射了第一枚液体军用飞弹V—2，飞行190公里，横向偏差4公里，最大高度85公里。V—2飞弹全长14米，结构重量为3.99

吨，携带 8.96 吨推进剂和 1 吨的弹头，最大射程 300 公里。

从 1944 年 9 月至 1945 年 3 月，纳粹德国仅向英国就发射了 1 万多枚 V—2，但这并不能挽救其覆灭的命运。不过飞弹本身却成了战后各国火箭发展的蓝本。

第二次世界大战以后，美苏两国成了德国 V—2 成就的继承者。美国俘获了包括冯·布劳恩在内的 100 多名德国一流的火箭专家，全部 V—2 资料；苏联俘获了一批二流专家和大量 V—2 及其零件。这为美苏发展火箭技术提供了有利条件。

在 1945 年以前，科学家们对距地表 100 公里以上高空的情况，只有通过间接手段得来的少得可怜的知识。战后，科学家们迫不及待地利用战争中发展起来的火箭，在头部安放仪器，对高空各方面的情况进行直接的探测。1946 年 4 月美国首次发射 V—2，这是一个探空火箭计划的开始，也是研究、仿制、改进 V—2 直到研究全新火箭这个过程的开始。不久，V—2 火箭头部装上科学仪器被发射到 73 至 130 公里的高空。1947 年第一次成功地使用降落伞将火箭安全降落下来。

苏联于 1947 年 10 月发射第一颗 V—2。1947 年至 1949 年还研制了几种探空火箭，一直用到 50 年代。

战后 10 年，火箭发动机技术、飞行控制、跟踪、遥测和遥控仪器都随着经验的积累和高空数据的获得而不断发展。1957 年至 1958 年是国际地球物理年，出现了利用探空火箭探测高空的高潮。在此期间，美国发射了 210 枚火箭，苏联发射了 125 枚，英、德、法、日等十几个国家也都制定了探空的合作项目。火箭最大高度已达 470 公里。在这些探测活动中，各国获得了关于地球大气层的物理和化学性质、地磁场、宇宙辐射和太阳辐射以及陨石等大量资料，火箭的科学价值也逐渐为人们所充分认识。

避孕药的发明

(1955 年)

控制人口问题，曾在很长的社会历史时期被看作是不道德和不可能的事。维多利亚女王曾经说过：“上帝的意志是不可违背的。如果他决定要我们生育许多孩子，我们就只有尽力把孩子培养成社会上有用的人和社会上的模范人物。”

但随着人类社会的发展与进步，控制人口、计划生育问题开始受到各国的重视。各国也都采取了一些控制生育的方法和工具，但其效果并不理想。

1702 年，英国一位叫马顿的人发表文章，曾提到过一种用来防止性交感染的用药物浸渍过的亚麻布套，但他拒绝透露浸渍物的成分，说透露出来“会鼓励淫荡行为”。

1916 年，美国人玛格丽特·桑格在布鲁克林建立了世界上第一个生育控制咨询中心，积极推行计划生育。但纽约警察局认为有伤风化，便强行关闭了这个中心，还把桑格夫人投入了监狱。

但桑格并没有放弃自己的事业。1927 年，她组织了第一个世界人口讨论会。1948 年，她发起了国际计划生育联合会。1951 年，她拜访了马萨诸塞州的平卡斯博士，鼓励他研制一种口服避孕药，并先在动物身上进行试验。

平卡斯博士和他的同事们决定研究某些激素的避孕作用。他们经过了许

多挫折和失败，发现有一种叫做“炔诺酮”的激素，是一种有效的妇女避孕药。但这种药容易产生副作用，会使服药妇女子宫出血。为解决这个问题，他们又在这种避孕药中加进了雌激素。

1955年，避孕药的研制终于取得了成功。从那时以来，市场上出现了若干种不同的避孕药片。通过进行广泛的试验，证明这些避孕药是有效的。它们都通过抑制受孕所需的某些激素的释放而发生作用。调查证明，服用避孕药的妇女，每年只有千分之一的人受孕。

漫游宇宙的工具——宇宙飞船 (1957年)

飞到太空去，漫游大宇宙，这是人类的一个宿愿。传说中国古代，有一位名叫嫦娥的女子，因偷吃了不死药，变得身手不凡而奔向月亮，永居天堂。古希腊的一个神话说：莱涅的克里特国王囚禁了迷宫的建筑师代达洛斯和他的儿子爱琴。父子二人借腊制的双翼飞出了克里特岛。勇敢的爱琴因飞得离太阳太近，腊翼被熔化而坠入大海。后人为了纪念他，把他葬身的大海取名爱琴海……。

美丽的神话故事，朴素地反映了古人对于探索宇宙奥秘、揭示未知世界的神往。

1865年，凡尔纳写了一本著名的关于宇宙旅行的科幻小说，讲的是初次到月球上旅行的事情。虽然俄国科学家齐奥尔科夫斯基早在1903年对这个问题已进行了一些重要的物理学和数学研究，但是科学家们直到本世纪20年代才开始认真地考虑宇宙飞行的可能性。齐奥尔科夫斯基指出，只有火箭推进才适用于离开地球大气层的飞行器。

火箭是一种较为理想的推进工具。它的发动机与航空发动机不同，它自带燃料和氧化剂，不仅能在真空中独立工作（即不依赖空气），而且还有巨大的推进能力。

在火箭推进方面最重要的理论工作和实践工作，是德国完成的。德国物理学家奥伯特于1923年出版了一本有影响的书《宇航之路》。若干年后，汽车实业家冯·奥佩尔在柏林附近试制成功了一辆火箭推进的汽车。另外一个叫瓦利亚的火箭先驱者，于1929年制造出了一种用乙醇和液态氧作燃料的汽车，在冻冰的巴利亚湖上试车时，时速达235英里。

与此同时，美国的物理学教授戈达德正在作大量的、系统的火箭研究工作。他根据早期的一些实验写了一本小册子，名为《到达极大高度的方法》，于1919年出版。数年之后，他作了一系列的火箭发射试验，利用液态推进剂，火箭达到了7500英尺的高度，速度每小时达到700英里以上。

苏联人在空间探索方面取得了两项第一。1957年10月，一枚苏联火箭携带着一颗较小的人造地球卫星飞升560英里后，开始以每小时17000英里的速度绕地球飞行，这就意味着有足够大的离心力以抵消地球的引力。后来苏联和美国的无人驾驶宇宙飞船曾多次进入外层空间，到达月球和太阳系中的其他星球。

苏联人取得的另一项第一是在1961年4月，他们用火箭发射了一个四吨半重的宇宙飞船。这艘飞船载着加加林进入轨道，以每小时18000英里的速度，绕地球进行了89分钟的载人宇宙飞行。在第一次载人宇宙飞行之后，季

托夫进行了第二次载人宇宙飞行，绕地球飞行了 17 圈。后来美国的格伦进行了第三次载人宇宙飞行。

1969 年 7 月 20 日，美国首次进行了登月飞行，这是人类征服宇宙的伟大壮举。这枚三级、44 吨重的阿波罗 11 号火箭燃烧液体燃料，用陀螺仪导航，电子计算机控制。有 56 个独立的工作系统，载着阿姆斯特朗、奥尔德林和科林斯三个宇航员，飞行了三天之后进入绕月球飞行的轨道。科林斯继续绕月飞行，其他两名飞行员则乘登月舱下到了月球表面。这种登月方法，是美国航天局的高级技术员霍博尔特想出来的。当这只登月舱再次从月球上升起并与指挥舱对接时，情况颇有点紧张。但是从起飞到 195 小时后在太平洋溅落，一切都很顺利。从技术上说，到月球旅行的成功是人类最辉煌的成就，虽然它并没有揭示多少科学家们所不知道的关于月球的情况。

在阿波罗登月计划后期，许多人认为继续登月是一种浪费，美国决定把所余“土星—V”的第三级改制成空间站，取名“天空实验室”，用火箭把它送入地球轨道，再用阿波罗飞船作交通工具。

1973 年 5 月 14 日，“天空实验室—1”发射成功，它总长 36 米，最大直径 6.5 米，总重 82 吨，先后接待过三批宇航员，进行了 270 多项科研试验。空间站既是多学科综合实验室，又是载人的多用途人造卫星，在拥有有效的空间运输系统以后，轨道空间站将是今后空间科学技术的重要发展方向。

离开水面行驶的船——气垫船 (1959 年)

船是人类历史上最古老的一种交通工具。它大体经历过独木船、木筏、竹筏、木结构船、钢铁结构船这几个发展阶段。船在漫长的发展史上，为人类做出了很大贡献。可是到了 20 世纪 50 年代，船的航行速度却远远地落后于车辆、飞机等交通工具。据统计，在 20 世纪的前 50 年里，飞机的速度提高了 20 多倍，汽车的速度提高了 4—5 倍，而船的速度只提高了一倍多。

如何大幅度地提高船的速度呢？经过长时间的研究探索，人们终于提出了“把船体提高，让船彻底离开水”的设想。这是对“船在水中行”这一古老观念的新突破。

但有没有办法让船彻底离开水面呢？

20 世纪 40 年代，高速轻型内燃机、燃气轮机、喷气技术的发展，为实现上述设想创造了有利条件。

英国人科克雷尔，是世界上第一个把上述设想建立在科学的理论基础之上的人。

1950 年，科克雷尔开始经营造船业。他发现有两个因素大大地降低了造船的性能：一个是船壳的阻力，一个是波浪的阻力。他想：“如果我能把船壳做成空气船壳，例如使船体和水面之间有一层薄薄的空气，船壳的摩擦就不存在了。”

1953 年，科克雷尔系统地提出了气垫理论，科学地论证了在船底用压缩空气形成气垫来提高船体的可能性。1956 年，他造出了一艘试验船。1959 年，人们运用这一理论成功地造出了世界上第一艘载人气垫船。

这艘气垫船长 9.15 米，宽 7.32 米，船体用钢性材料制成，是椭圆形，总重 3.855 吨。船上装一台 435 马力的发动机，发动机带动一部风扇，风扇

上方有进气口。当发动机转动后，被抽进的空气经进气口、风扇、气道从椭圆形船体的周围边缘和底部的各个喷气口喷射出，一部分到船底，一部分在船底周围形成射流气幕。这个射流气幕在船底周围把船底的空气围住，减少空气的大量流失，因此，船底能形成空气的气垫。气垫将船托起，使船体离开水面，约 23—30 厘米。空气经管道喷出形成推动力。船速最高可达每小时 46 公里。

1959 年 7 月 23 日，这艘气垫船横渡了英国怀特岛西北面 5 公里宽的索伦特海峡。7 月 25 日，科克雷尔等 3 人乘气垫船横渡英法之间的多佛尔海峡。他们从南岸的加来出发，用 2 小时零 3 分钟驶过 38 公里宽的海面，安全地抵达了北岸的多佛尔。

利克雷尔气垫船的试航成功，实现了船离开水面航行的设想，宣告诞生了一种新型交通工具。这之后，很多国家都积极研究气垫理论，制造气垫船。目前世界上已出现了数百艘气垫船，在交通运输上发挥着重要作用。

激光器的发明和应用

(1960 年)

激光的出现是本世纪 60 年代最重大的科学技术成就之一。它以其高亮度、高方向性、高单色性、高相干性等突出特点，得到了广泛的应用，并在科学技术的许多重大领域开辟了新的生长点，引起了革命性的变化。

1916 年，爱因斯坦发表了《关于辐射的量子理论》一文，首次提出了受激辐射的概念。按照这个理论，处于高能态的物质粒子受到一个能量等于两个能级之间能量差的光子的作用，将转变到低能态，并产生第二个光子，同第一个光子同时发射出来，这就是受激辐射。这种辐射输出的光获得了放大，而且是相干光，即两个光子的方向、频率、位相、偏振都完全相同。

随着量子力学的建立和发展，人们对物质的微观结构及其运动规律有了更深入的了解，微观粒子的能级分布、跃迁和光子辐射等也得到了更有力的证明，这就在客观上更加完善了爱因斯坦的辐射理论，为激光的产生奠定了理论基础。40 年代末，出现了量子电子学，它主要研究电磁辐射与各种微观粒子系统的相互作用，并从而研制出相应的器件。这些理论和技术的进展，都为激光器的发明准备了条件。

1951 年，美国物理学家珀塞尔和庞德在核感应实验中，把加在工作物质上的磁场突然反向，结果在核自旋体系中造成了粒子数反转，并获得了每秒 50 千赫的受激辐射，这是在激光史上有重大意义的实验。

1954 年，美国科学家汤斯和他的助手戈登、蔡格一起，制成了第一台氦分子束微波激射器。这台微波激射器产生了 1.25 厘米波长的微波，功率很小，但它成功地开创了利用分子或原子体系作为微波辐射相干放大器或振荡器的先例，因而具有重大意义。差不多与此同时，苏联的巴索夫和普罗霍洛夫以及美国马里兰大学的韦伯，也分别独立地提出了微波激射器的思想。

由于微波激射器的成功，使人们进一步想到，如果把微波激射器的原理推广到光频段，就有可能制成一种相干光辐射的振荡器或放大器。生产和科学技术发展的需要，也推动科学家们去探索新的发光机理，以产生新的性能优异的光源。

1958 年，肖洛与汤斯将微波激射器与光学、光谱学的知识结合起来，提

出了采用开式谐振腔的关键建议，并预言了激光的相干性、方向性、线宽和噪音等性质。同一时期，巴索夫、普罗霍洛夫等人也提出了实现受激辐射光放大的原理性方案。

1960年7月，美国青年科学家梅曼成功地制造并运转了世界第一台激光器。工作物质用人造红宝石，激励源是强的脉冲氙灯，它获得了波长0.6943微米的红色脉冲激光。

第一台激光器问世以后，激光发展很快，短短时间里就出现了许多不同类型的激光器。1961年，1964年，先后制成钕玻璃激光器和掺钕钇铝石榴石激光器，它们和红宝石激光器都是迄今仍被大量应用的固体激光器。

1960年底，贝尔电话实验室的贾万等人制成了第一台气体激光器——氦氖激光器。1962年，有三组科学家几乎同时发明了半导体结激光器。1966年，又研制成了波长可在一段范围内连续调节的有机染料激光器。此外，还有输出能量大、功率高，而且不依赖电网的化学激光器等。

由于激光器的种种突出特点，因而很快被运用于工业、农业、精密测量和探测、通讯与信息处理、医疗、军事等各方面，并在许多领域引起了革命性的突破。比如，利用激光集中而极高的能量，可以对各种材料进行加工；激光作为一种在生物机体上引起刺激、变异、烧灼、汽化等效应的手段，已在医疗、农业上取得良好的效果；激光在军事上除用于通信、夜视、预警、测距等方面外，各种激光武器、激光制导武器已投入实用。今后，随着激光技术的进一步发展，激光器的性能和成本进一步降低，其应用范围还将继续扩大，并将发挥出越来越重大的作用。

集成电路的发明

(1961年)

集成电路的发明应归功于美国得克萨斯仪器公司的基尔比和仙童公司研究与开发部经理诺伊斯。

1947年，贝尔电话实验室发明点接触晶体管10多年之后，半导体材料和器件的制造工艺得到迅速发展，半导体器件产量大幅度增加，类型越来越多。随着使用这些元件组装的电子产品的复杂性的提高，元件数目以及元件间互相连线的数目也日趋复杂，严重地妨碍了组装电子产品的速度。集成电路就是在这种背景下，为解决元件快速组装问题而产生的。

基尔比致力于由半导体元件组装整体电子电路的工作，他的目的在于寻找这样一种可能性：用一块固态半导体材料做出整个电路来。1959年初，他用单块锗晶体制成了包括电阻、电容和晶体管的触发器，这样的固体电路由美国无线电工程师协会公诸于世。

大约与此同时，诺伊斯设想用扩散或积淀方法制成电阻器，并获得了成功。第一只单片集成电路于1961年由美国仙童公司上市出售，它是由4只双极型晶体管组成的电阻——晶体管逻辑触发器。基尔比和诺伊斯的发明，单片集成电路的出售，标志着集成电路的诞生。

集成电路诞生之后，引起了各界广泛重视。科学工作者和工程技术人员不断对它进行改进和创新，促进了集成电路的更大发展。

机器人的出现

(1966 年)

机器人是模拟人的四肢动作和部分感觉与思维能力的机械装置，它是用电器元件或电子仪器控制，通过液压传动元件操纵杠杆机构，实现预期目的。

第一代机器人是一种只能进行固定的和变换工作程序的简单机械动作的装置，产生于 1966 年。当时一架载有氢弹的美国飞机在地中海失事，一颗氢弹落入地中海。为了防止射线对人体的危害，制造了一台有电视眼和机械手的简单机械人，把氢弹打捞了上来。同年，美国某医院安装放射线源时，有半支香烟头大小的放射性钴 C60 掉了出来，用这种简单的机械人拾起，并放入铅盒内。从此机器人引起人们广泛的注意和研究，仅在 1967 年美国就有 75 台机器人用于生产上。这一年，苏联的月球卫星就是用机器人挖取月岩和土壤试样的。

第二代机器人具有触觉和视觉功能，能在“理解”周围环境的情况下进行工作，它是在 60 年代末小型电子计算机已推广使用和价格降低的条件下出现的。由电子计算机控制、存贮和处理周围环境反馈的信息，进行判断，然后按既定的要求进行操作。这种设想早在 1958 年就在美国提出来，1961 年底研制出电子数字计算机控制的机械手模型，在 60 年代末才推广使用。1970 年，丹麦人索伦森制成一个操纵挖掘机用的电子液压控制的机器人。美国也研制出模仿人的肩、肘、腕和手指动作的机器人，可以用几种速度连续行走。以后有某种感觉的机器人，如有触觉和重量感的机器人，也相继在美国、日本和英国问世。

第三代机器人是具有人的简单智力和学习功能的机器人，它能满足两种基本要求：一种是具有较大的自由度和灵活性，在复杂条件下能完成多种处理物品的形状和相对位置的任务。另一种是具有识别环境及其变化，并做出正确判断和进行工作的能力，具有进行联系“思考”和学习的智能。

早在 70 年代初，日本就制成了可看清图纸，并可在传送带上进行装配的机器人。接着又制成装有电脑、具有视力的电视摄像机、有触觉的传感器和相当于手腕的机械手的“智能机器人”。

1973 年 7 月，日本早稻田大学一研究组制成有腿的机器人，它有人造耳，可根据人的口头指令做出反应；有识别物品的人造眼和有触觉的手，以及可作出答复的人造口。这标志着机器人的发展进入了一个新阶段。1974 年，美国航空航天局和加省理工学院又制成具有电视摄像机和激光器的人造眼和编入几千个指令的电脑，用于对月球表面进行科学考察。到 1978 年，“智能机器人”已具有某些视觉、触觉、温度感觉功能，能讲简单的语言和识别图纸和图像，并做出反应和进行操作。不同类型的机器人已大量应用于生产线上，在陆上、水下和月球上面等人难以或不可能进行工作的地方，机器人都可以发挥作用。

目前，机器人的研制正向进一步模拟人的部分智能和感觉的方向发展。

航天飞机的诞生

(1981 年)

航天飞机是把通常的火箭、宇宙飞船和飞机的技术结合起来的一种新型运载工具，它最主要的特点是能够像客货运班机一样，在宇宙航行中往返使

用多次。

关于航天飞机的研制工作虽然迟至 70 年代才大力展开，但早在 50 多年前，一批先驱者已认识了它的优越性，并做了大量工作。20 世纪初，在齐奥尔科夫斯基、哥达德和奥伯特为“一次性火箭”奠定理论基础并进行实验的同时，对于宇航工具就存在着一种截然不同的设想：运载工具不仅要飞离地球，而且要能回到地球，即应该可以重复使用。

虽然可多次使用的运载工具有很多优越性，但却仅仅留在纸面上，首先付诸实施并获得巨大成就的还是一次性使用的火箭。这是因为可多次使用的运载器的研制要困难得多。此外，多次使用这个优点，对于兵器技术没有什么吸引力，因为在军事上这并不十分重要。但利用可重复使用运载器飞向空间的想法却从来没有放弃过。

到了 60 年代至 70 年代，由于使用一次性火箭耗费太大，于是人们迫切要求研制可多次使用的廉价运载工具。到 60 年代末，人类已经掌握了洲际导弹、载人登月和大型喷气客机等技术，研制航天飞机的技术条件成熟了。

美国在 1968 年就开始了航天飞机方案的讨论，先后提出了许多方案。1970 年 7 月正式开始研制，具体方案经过多次修改，到 1976 年 2 月才基本确定下来，这就是“哥伦比亚”航天飞机方案。

“哥伦比亚”航天飞机主要包括三部分：轨道器、助推火箭和推进剂外贮箱。总长度为 56 米，机重 2000 吨。轨道器是航天飞机的主体，可以载人和有效载荷。轨道分前、中、后三段，前段乘人，中段可以容纳人造卫星和各种仪器设备，后段装有三台使用液体燃料的主发动机，推力为 510 吨。两个固体燃料助推火箭，重 580 吨，推力为 1315 吨。推进剂外贮箱内前后两个贮箱分别装液氢和液氧，为轨道器的主发动机提供燃料。

“哥伦比亚”号的整个飞行过程可分为上升、轨道飞行和返回三个阶段。发射时助推火箭和主发动机同时点火，航天飞机垂直起飞，当飞到 50 公里高时，助推火箭熄火，同轨道器自动分离。在快要进入绕地球运行的轨道时，主发动机熄火。接着由两台发动机提供推力，使轨道器进入地球轨道，至此上升阶段结束，轨道器绕地球开始无动力飞行，乘员执行各种任务。任务完成后开始返回阶段。机动发动机再次点火，进行制动减速，使轨道器脱离运行轨道，重新进入大气层，在大气中摩擦减速。这时轨道器变成了一架重型滑翔机，机翼成了决定性的器件，使它完成最后着陆阶段的滑翔飞行。在机场着陆时的速度为每小时 341—346 公里。

1981 年 4 月 12 日，美国航天飞机“哥伦比亚”号载着两名宇航员首次试飞，经过 54 个半小时的飞行，绕地球 36 周后于 14 日安全着陆。

继第一次试飞成功之后，“哥伦比亚”号航天飞机又成功地进行了三次试飞，对系统的各种性能进行全面的试验。1982 年 11 月 11 日，“哥伦比亚”号航天飞机正式开航。它携带宇航员成功地在空间将两颗卫星发射到预定的地球同步轨道位置上，从而开创了商业性空间运输的新纪元。继“哥伦比亚”号之后，1983 年美国第二架航天飞机“挑战者”号也试飞成功。

航天飞机的出现是航天事业中的一场革命，航天飞机和大型空间站将是航天新时代的标志。

